





Atlas de Riesgos por Amenazas Naturales en el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco 2014

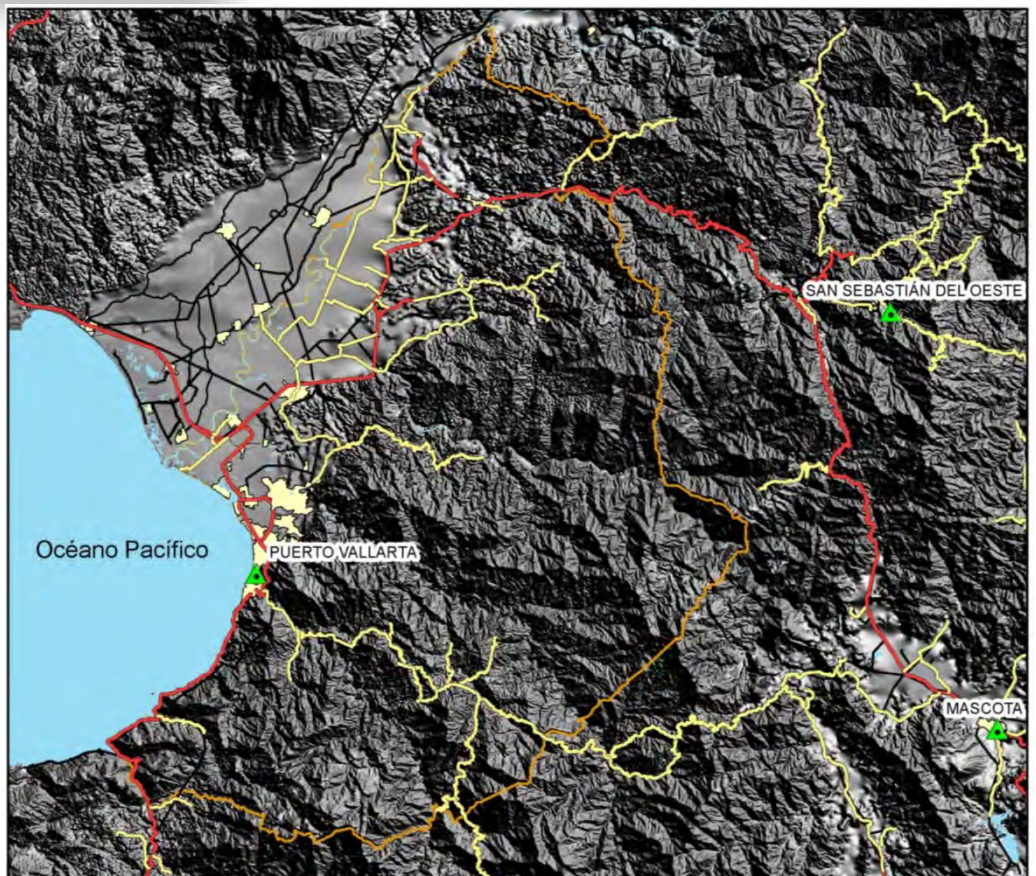
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





PREVENCIÓN DE RIESGOS
EN LOS
ASENTAMIENTOS
HUMANOS











Número de obra: 414067PP003184
Número de expediente: PP14/14067/AE/1/0019
Puerto Vallarta, Jalisco
M. en C. Carlos Suárez Plascencia,
Departamento de Geografía y Ordenación
Territorial
Centro Universitario de Ciencias Sociales y
Humanidades
Universidad de Guadalajara
Mariano Barcena y Avenida de los Maestros,
Guadalajara, Jalisco
3338193381/86
csuarez@cencar.udg.mx
Diciembre del 2014

Consultora Responsable de la Elaboración del Atlas de Riesgos por Amenazas Naturales en el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco 2014.

Departamento de Geografía y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara. Mariano Bárcena y Avenida de los Maestros, Colonia Alcalde Barranquitas, Guadalajara, Jalisco. C.P. 44100, Teléfono: 3338193381/86. csuarez@cencar.udg.mx

Coordinador del Atlas:

M .en C. Carlos Suárez Plascencia

Participantes:

M. en C. Miguel Alberto Camarena García

M. en C. Leticia Loza Ramírez

Mtra. María de los Dolores Arellano Amaya

Geog. Rosa Olivia Contreras Uribe

Geog. Marcela Ivonne Chávez Méndez

Geog. Digna Ahtziri Carrillo González

LUMA Fernando Suárez Carbajal.

Geog. Edmundo Zendejas Alcaraz

Dr. Francisco Javier Núñez Cornú

CAPÍTULO I. Introducción y Antecedentes	6
1.1. Introducción	7
1.2. Antecedentes	8
1.3. Objetivo	9
1.4. Alcances	9
1.5. Metodología	9
CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	11
2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	11
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	18
3.1. Fisiografía (provincias, subprovincias,)	19
3.2. Geomorfología (sistema de topoformas)	22
3.3. Geología (minas, fallas y tipos de roca)	30
3.4. Edafología	40
3.5. Hidrología (corrientes y cuerpos de agua)	43
3.6. Cuencas y Sub-cuencas	44
3.7. Clima	55
3.8. Uso de suelo y vegetación	65
3.9. Áreas naturales protegidas	71
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	73
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, proyección de población al 2030, distribución de población, densidad de población pirámide de edades, mortalidad.	74
4.2. Características sociales (escolaridad, hacinamiento, población con discapacidad, marginación, pobreza, equipamiento)	94
4.3. Principales actividades económicas en la zona	115
4.4. Características de la población económicamente activa	121
4.5. Reserva Territorial	139
CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural	140
Erupciones Volcánicas	141
Sismos	144
Tsunamis	158
Inestabilidad de laderas	169
Flujos	178
Caídos o Derrumbes	179
Hundimientos	183
Subsidencia	186
Agrietamientos	191
Ondas cálidas y gélidas	191
Sequías	201
Heladas	205
Tormentas de granizo	207
Tormentas de nieve	209
Tormentas Eléctricas	210
Ciclones Tropicales	211
Tornados	222
Tormentas de polvo	224
Lluvias extremas	225
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	225
Vulnerabilidad	264
CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación (descripción y mapas de la localización específica de la obra o acción)	268
CAPÍTULO VII. Anexo *	

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Glosario de Términos• Bibliografía• Cartografía empleada (índice y breve descripción de los mapas contenidos)• Fichas de campo• Memoria fotográfica (con descripción y ubicación de cada imagen)• Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas | |
|--|--|

CAPÍTULO VIII. Metadatos	
---------------------------------	--

*NOTA: Este capítulo está en un archivo por separado nombrado “**CAPÍTULO VII_Anexos.doc**”

** NOTA: Este capítulo está en un archivo por separado nombrado “**CAPÍTULO VIII_Metadatos.xls**”

Atlas de Riesgos por Amenazas Naturales en el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco 2014



CAPÍTULO I. Introducción y Antecedentes

1.1. Introducción

La dinámica urbana del municipio de Puerto Vallarta en las tres décadas pasadas ha sido impulsada por el importante desarrollo turístico y servicios que ofrece la localidad, lo que ha convertido al Puerto en un imán económico de población a nivel regional y nacional. Este flujo poblacional y de capitales ha propiciado la ocupación de gran parte de su territorio, sobre todo en la zona costera, así como invadido parte de la zona de montaña ubicada en su sector oriente, urbanizando áreas con fragilidad ambiental y zonas susceptibles a peligros geológicos, ocasionados por la continua modificación del relieve en la zona de piedemonte y montaña.

Entre las principales modificaciones está la intensa alteración de cauces fluviales y cuerpos de agua costeros, con acciones de relleno y nivelaciones, donde se han construido importantes desarrollos hoteleros, habitacionales y comerciales (zona de la desembocadura del río Pitillal), de igual forma la zona de la montaña norte en la zona de Conchas Chinas o el área montañosa oriente y nororiente que es constantemente sujeto a cortes y nivelación para la construcción de edificaciones o de infraestructura. Estas actividades tuvieron y tienen como objetivo generar nuevo suelo urbano para efectos de urbanización.

En años recientes se han presentado una serie de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que han ocasionado daños en diversas zonas del municipio, la gran parte de ellos recurrentes durante el temporal de lluvias. A este tipo de procesos cíclicos se adiciona el peligro sísmico a que es susceptible la ciudad y el municipio, debido a su localización en una de las regiones tectónicas más activas del país, y en donde se han generado sismos de gran magnitud, como los ocurridos en la zona del archipiélago de las Islas Marías, o el de 1875 con un $M=7$ y epicentro en San Cristóbal de la Barranca; el de junio 1932 que tuvo una magnitud de $M_s=8.2$ y una segunda replica de $M_s=7.8$ quince días después, ambos con epicentro en la costa sur del estado de Jalisco; en 1995 ocurre un evento con $M_s=7.6$ que causa daños a la catedral con la caída de la Corona y cuarteaduras en edificios del centro de la ciudad y finalmente el del 21 de enero del 2003 con un $M_s=7.6$ ambos sentidos en la zona de Puerto Vallarta. El peligro asociado a la actividad sísmica son los tsunamis, los cuales se han reportado en el puerto en el año 1883, en junio de 1932, en septiembre y octubre de 1995, sin reportes de daños.

Del año 2000 a la fecha, el municipio ha presentado un crecimiento vertiginoso de su mancha urbana acompañado de una modernización de la infraestructura vial, en las que al parecer no se tomó en cuenta en su diseño las características hidrológicas y los periodos de retorno de tormentas extraordinarias, las diferentes microcuencas que drenan el municipio tienen una dirección de flujo hacia la Bahía de Banderas al oriente del municipio, la interacción de estos elementos provoca que en cada temporada de lluvias se presenten inundaciones de diferentes magnitud y en algunos casos se hayan incrementado las afectaciones con respecto a años anteriores.

Los peligros hidrometeorológicos que afectan a Puerto Vallarta, se han acentuado durante cada temporal de lluvias, al manifestarse tormentas más intensas cada año (algunas asociadas a procesos locales y otras a procesos ciclónicos que afectan al Pacífico mexicano y a su paso por la Bahía de Banderas), las que posiblemente se correlacionen con el proceso del cambio climático que sufre nuestro planeta. Esta susceptibilidad se asocia tanto a afectaciones directas por precipitaciones locales y las otras se relacionan a lluvias en la zona de la montaña y que en algunas decenas de minutos pueden saturar la red fluvial que pasa por la zona urbana y causar inundaciones y encharcamientos.

Los peligros geológicos del municipio, pueden tener un control geológico-estructural, por lo que el Atlas de riesgo, hace énfasis en identificar y mapear el sistema de fracturas y fallas que afectan la secuencia sedimentaria de la planicie costera en el sector norte y noreste del municipio y del paquete de rocas volcánicas (intrusivas y extrusivas) del sector centro-oriente y sureste, como los conglomerados y granitoides del área sur del municipio. Los peligros identificados asociados a esta litología son caída de rocas (bolos), asentamientos en la zona de playa, deslizamientos en la zona de Conchas Chinas donde existe una posible correlación con la recurrencia de microsismicidad local, así como erosión y arrastre de sólidos en el área de Ixtapa,.

Los resultados del Atlas plasman una serie de medidas y recomendaciones de carácter de ingeniería, conservación de cuencas, conservación de suelos y otras, tendientes a mitigar cada uno de los peligros identificados, a través de su incorporación en los instrumentos de planeación urbana, en los planes operativos de la Unidad Municipal de Protección Civil y en el Plan de Ordenamiento Ecológico-Territorial del municipio.

1.2. Antecedentes

Los antecedentes de estudios de riesgos naturales en el municipio, se remiten a investigaciones realizadas en la Universidad de Puerto Vallarta en colaboración con dependencias del gobierno estatal como la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDEUR) y la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos (UEPCyB).

Los primeros estudios de riesgos naturales se realizaron a escala 1:50,000 y fueron realizados en el año 2000 para la SEDEUR, en el 2005 se elaboró un proyecto que estudió los peligros por inundaciones, procesos de remoción en masa, peligro sísmico y zonas afectadas por hundimientos, pero no se consideró la vulnerabilidad. Las escalas de trabajo fueron 1:20,000, integrándose el Atlas en formato Er-Mapper.

En enero del 2007 la UEPCyB del Gobierno del Estado de Jalisco presenta el Atlas Estatal de Riesgos del estado de Jalisco a escala 1:600,000.

En estos tres documentos se identifica que la problemática relacionada con los peligros de origen natural que hacen susceptible al municipio y que son:

- a) Hidrometeorológicos con la presencia de tormentas severas, inundaciones.
- b) Geológicos con el desarrollo de procesos de remoción en masa, erosión de playas, hundimientos, afectaciones por actividad sísmica y tsunamis.

El desarrollo urbano de Puerto Vallarta presenta un dinamismo que implica un cambio constante en el uso del suelo, que se refleja actualmente en el aumento de la vulnerabilidad física y social. Estos elementos al interactuar con los elementos de peligro geológico e hidrometeorológico permiten establecer los diferentes niveles de riesgo presentes en el territorio municipal.

La realización del ARN del municipio de Puerto Vallarta se elaboró con base en las Bases para la Estandarización en la guía “Elaboración de Atlas de riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para representar el Riesgo 2014” emitida por la SEDATU, la cual tiene como objeto apoyar en el proceso de elaboración de cartografía temática y bases de datos relacionados con los procesos perturbadores que afectan al territorio municipal y con fundamento en la legislación nacional vigente en materia de Riesgos y Protección Civil (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General de Protección Civil).

El ARN permite:

1. Contar con un documento escrito, cartográfico, bases de datos y cartografía digital en ambiente SIG que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales que presentan una amenaza de manera clara y precisa en el territorio municipal.
2. Desarrollar y fundamentar una base de datos homologada para cada uno de los fenómenos naturales perturbadores identificados en el municipio.
3. Los resultados son las bases para definir en el corto plazo un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo en el territorio municipal.
4. Las bases teóricas y sistémicas se harán de acuerdo con los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por la SEDATU para la elaboración de este Atlas de riesgos.

Los resultados del Atlas de Riesgos Naturales (ARN) deben de incidir directamente en el desarrollo urbano de carácter sustentable de Puerto Vallarta a través de su aplicación en los instrumentos de planeación existentes, como lo son los planes de desarrollo urbano y en los planes operativos de la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos, además de otras dependencias como Desarrollo Social, Obras Públicas entre otras. El ARN permitirá el entendimiento de cada proceso, su localización, su alcance y grado de afectación, así como el permitir establecer políticas de ordenamiento territorial, integrando un correcto uso del suelo, posibilitando usos compatibles y con ello evitar el generar nuevas zonas vulnerables a peligros de origen natural.

1.2.1 Marco Jurídico del ARN.

El ordenamiento de un territorio y, en especial, aquellos territorios que se encuentran en zonas expuestas a riesgos ya sean de origen geológico, geomorfológico, hidrometeorológico, o antropogénicos, debe de partir de una base sólida tratando de ajustarse al marco normativo existente que regula todo lo relacionado con los riesgos tanto en los niveles federal, estatal y municipal. La legislación y normatividad vigente que hacen referencia en la incorporación del análisis de los riesgos naturales son ocho documentos:

- a) Ley del Desarrollo Urbano de Estado de Jalisco.
- b) Ley General de Protección Civil.
- c) Ley de Protección Civil del Estado de Jalisco
- d) Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- e) Código Urbano del estado de Jalisco.

- f) Reglamento de Zonificación del Estado de Jalisco.
- g) Plan de Desarrollo urbano de Centro de Población.
- h) Plan Parcial de Urbanización para la regulación e incorporación Municipal.
- i) Ley y reglamento de Planeación del Estado de Jalisco y sus Municipios.

En general estos documentos hacen referencia al tratamiento de los riesgos por amenazas naturales como ámbito temático que debe tomar parte dentro de los planes de ordenamiento del territorio, iniciando por el Plan de Desarrollo Municipal, el Plan de Desarrollo Urbano, el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de los distritos que integran el municipio de Puerto Vallarta, los Planes de Acción Urbanística hasta incluirlo dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico a nivel municipal y estatal.

1.3. Objetivo

El objetivo general del ARN del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, es elaborar e integrar de la información disponible de peligros por amenazas naturales y realizar el análisis de la vulnerabilidad, la interacción de estos dos elementos permitirá definir los riesgos que afectan a una de las ciudades más importantes de la costa del Pacífico Mexicano.

Objetivos específicos:

- Identificar de los riesgos geológicos, geomorfológicos e hidrometeorológicos, a través de la interpretación de los elementos de peligro y vulnerabilidad existentes.
- Identificar su extensión geográfica.
- Establecer propuestas de acciones de mitigación, así como determinar las áreas con riesgos no mitigables.

1.4. Alcances

El alcance del ARN es determinar los riesgos por amenazas naturales, como son de origen geológico, geomorfológico e hidrometeorológicos que se presentan y desarrollan en el municipio de Puerto Vallarta y en su entorno geográfico. La ubicación del área de estudio en ocho microcuencas hidrológicas orientadas Este-Oeste, con una red de tipo detrítico subparalela, las que evolucionaron sobre un sustrato geológico de rocas volcánicas (intrusivas y extrusivas), así como depósitos sedimentarios formados por conglomerados marinos y material aluvial, ello permite la presencia de condiciones que favorecen la evolución de riesgos recurrentes en la ciudad.

Dadas estas características, se establecen dos escalas de trabajo, una denominada regional que integra el entorno geográfico del municipio y parte de los territorios adyacentes, y una segunda que solo se plasma las tres áreas urbanas Puerto Vallarta-Las Juntas, Ixtapa y Las Palmas, ello con el propósito de buscar establecer que se generen a nivel intermunicipal en el corto y mediano plazo planes y programas de operación de reducción de riesgos, integración de los resultados al programa de desarrollo urbano y desarrollo social.

1.5. Metodología General

El ARN, se realizó a partir de conjunto de estudios multidisciplinarios estructurados, sistemáticos, planeados, así como recopilaciones históricas sobre los procesos que dan origen a los fenómenos naturales potencialmente peligrosos. Analizando también, el origen y causas de la vulnerabilidad física y social de las zonas expuestas.

Se utilizó la interpretación de sensores remotos como son fotografías aéreas con fecha de vuelo de 1941, 1976, 1990, 2006, que se complementarán con imágenes satelitales. Con los modelos vectoriales proporcionados por el INEGI a escala 1:50,000, y del Instituto de Información estadística y Geográfica de Jalisco a escala 1:50,000 ambos con curvas cada 10 metros y el proporcionado por la Dirección de Planeación del municipio con curvas de nivel a cada dos metros se elaboró el Modelo de Elevación del Terreno (MDT), el que permitió identificar y las características del terreno sin la urbanización existente.

Los datos geospaciales resultado del análisis de la caracterización del medio físico, del medio social, económico y demográfico, se obtuvieron de las bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), y del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Las bases se trabajaron en ambiente SIG a fin de realizar una evaluación multicriterio para determinar peligros, vulnerabilidad y los riesgos de fenómenos perturbadores de origen natural en el municipio, generando una serie de mapas que permiten visualizar la problemática identificada.

Los resultados aquí expuestos muestran la dinámica territorial de la óptica del riesgo, lo que permite proporcionar herramientas a las diferentes dependencias encargadas de la planeación en el municipio el realizar un adecuado uso del territorio con base en la planeación y una correcta gestión del uso del suelo y el diseño de normas y acciones orientadas a la mitigación de los posibles daños asociados a dichos procesos. La aplicación de estos resultados incrementa la seguridad de la vida y bienes de los habitantes del municipio.

El ARN es un documento dinámico, es decir, que al ser realizado en el sistema de información geográfica ArcGis, permitirá actualizarlo periódicamente. La actualización del Atlas debe de ser ligado a sistemas de monitoreo de los procesos que representan un riesgo a través de los equipos que instale el municipio en su territorio en el corto plazo, tales como estaciones climatológicas, sismógrafos, acelerógrafos, GPS, además de implantar metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad a escala detallada.

CAPÍTULO II. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

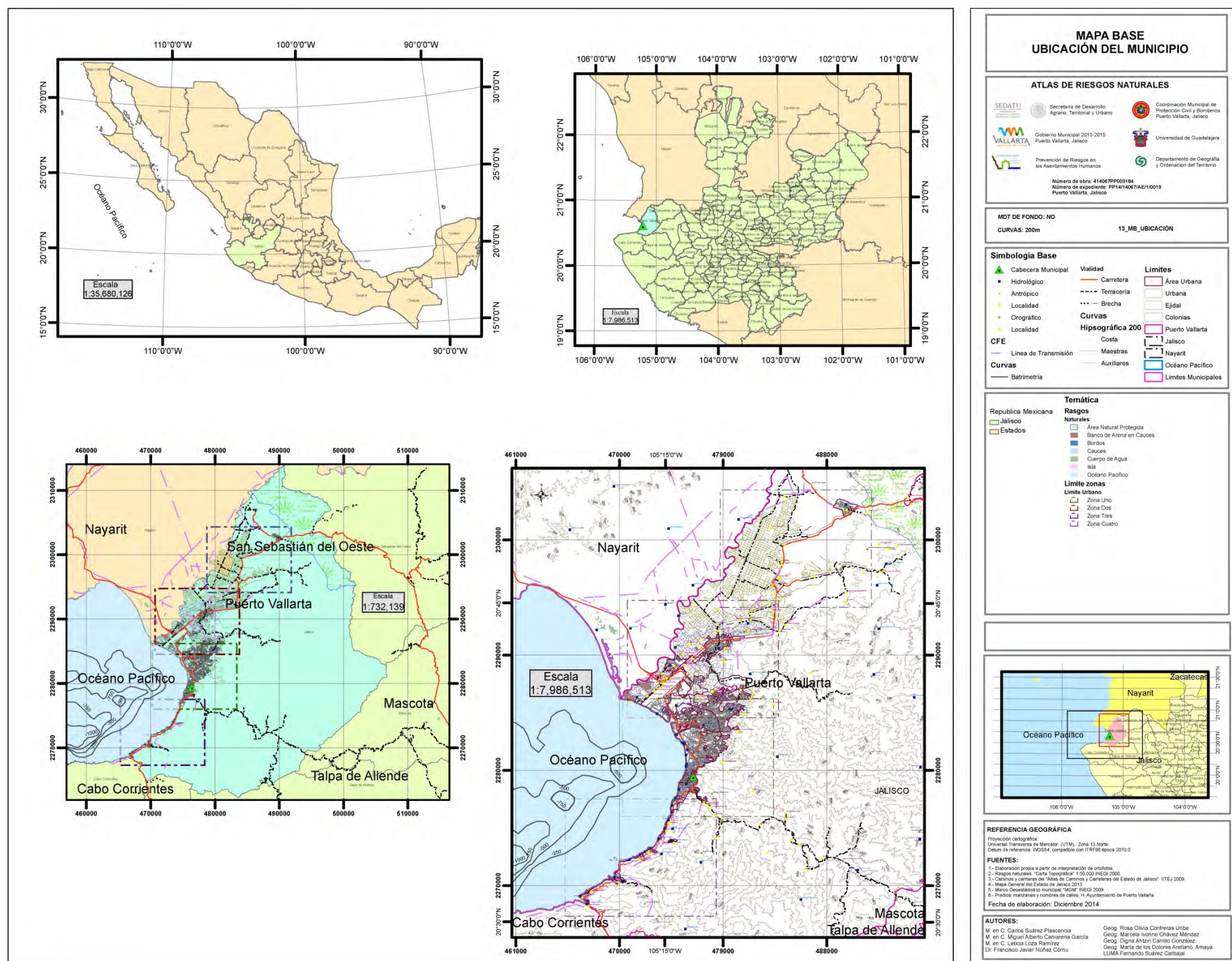
2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

Las características geográficas del municipio de Puerto Vallarta y su desarrollo urbano en un contexto de conurbación con el municipio de Bahía de Banderas en su sector norte, hace que la presencia de los peligros por amenazas de origen geológico e hidrometeorológico, se formen y evolucionen tanto en el interior como fuera del territorio municipal, pero la mayor parte de las veces interactúan los procesos dentro de él, generando afectaciones puntuales como inundaciones, procesos en remoción en masa, erosión de playas o tener daños por sismos, tsunamis, mareas de tormenta o huracanes,, .

Estas características nos conllevan a establecer dos escalas de análisis, una denominada regional que se analiza con la cartografía a escala 1:50,000 del INEGI y que abarca el municipio y su entorno geográfico adyacente. El segundo nivel se enfoca a las tres zonas urbanas del territorio municipal, Puerto Vallarta-Las Juntas, Ixtapa y Las Palmas

- El primer nivel de análisis permite identificar las características climáticas, la incidencia en los procesos de inundación derivados de la dinámica hidrológica de las nueve microcuencas que drenan el municipio, y cuyas cabeceras se ubican fuera de los límites municipales y desembocan en la Bahía de Banderas, además el identificar las unidades litológicas y sus patrones geológicos-estructurales pasivos y activos que inciden en los procesos de remoción en masa, hundimientos y de sismicidad que afectan de forma recurrente las áreas urbanas de Puerto Vallarta. Punto aparte es la susceptibilidad de afectación por tsunamis locales o regionales.
- El segundo nivel de análisis permite identificar los factores socio-económicos y urbanos que inciden en la evaluación de la vulnerabilidad física y social a nivel de los 164 AGEB, La interacción de estos elementos con los peligros naturales, permiten evaluar y cuantificar el nivel de riesgo que existe en cada uno de los nueve distritos urbanos que integran al municipio de Puerto Vallarta.

Ubicación y límite del municipio de Puerto Vallarta y su zonificación urbana por distritos.



Mapa 1. Localización del municipio de Puerto Vallarta y su zona urbana, ubicado en la costa norte del estado de Jalisco.

El municipio limita con las siguientes municipalidades:

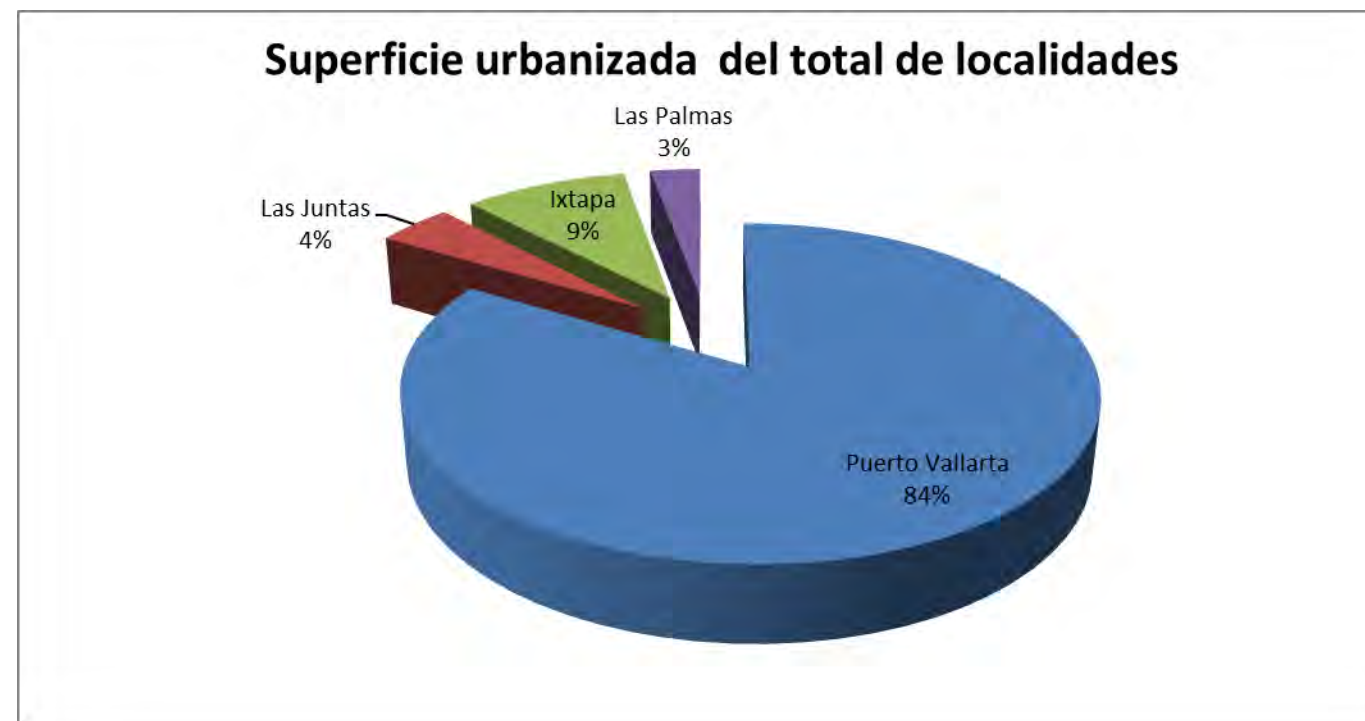
- Al Norte con el municipio de Bahía de Banderas en el estado de Nayarit.
- Al Este con el municipio de Mascota
- Al Noreste con el municipio de San Sebastián de Oeste.
- Al Sureste con el municipio de Talpa de Allende.
- Al Sur con el municipios de Cabo Corrientes.
- Al Poniente con la Bahía de Banderas. (Océano Pacífico)

El territorio municipal cuenta con una superficie de 1,106.538 km², y se divide administrativamente en 9 distritos urbanos, donde se tienen registradas 220 colonias aproximadamente y de estas 21 son de tipo irregular, los que cuentan con un cubrimiento del 72% de servicios. El resto del municipio tiene 104 localidades, 13 de dos viviendas y 35 de una sola vivienda. La cabecera municipal de Puerto Vallarta es la localidad más poblada con 203 mil 342 personas, y representaba el 79.5 por ciento de la población, le sigue Ixtapa con el 11.4, Las Juntas con el 3.5, Las Palmas de Arriba con el 1.6 y Banus Vallarta con el 0.5 por ciento del total municipal. (COEPO, 2010).

El municipio presenta un grado de urbanización en el año 2010 del 96.55% ligeramente inferior al presentado en el año 2000 con el 96.62%, lo que significa que existe una marcada diferencia entre la relación rural con la urbana en este territorio, esto es que la población del municipio se localiza en una gran porcentaje en áreas urbanizadas,¹ las que tienen las siguientes superficies a la elaboración de este Atlas.

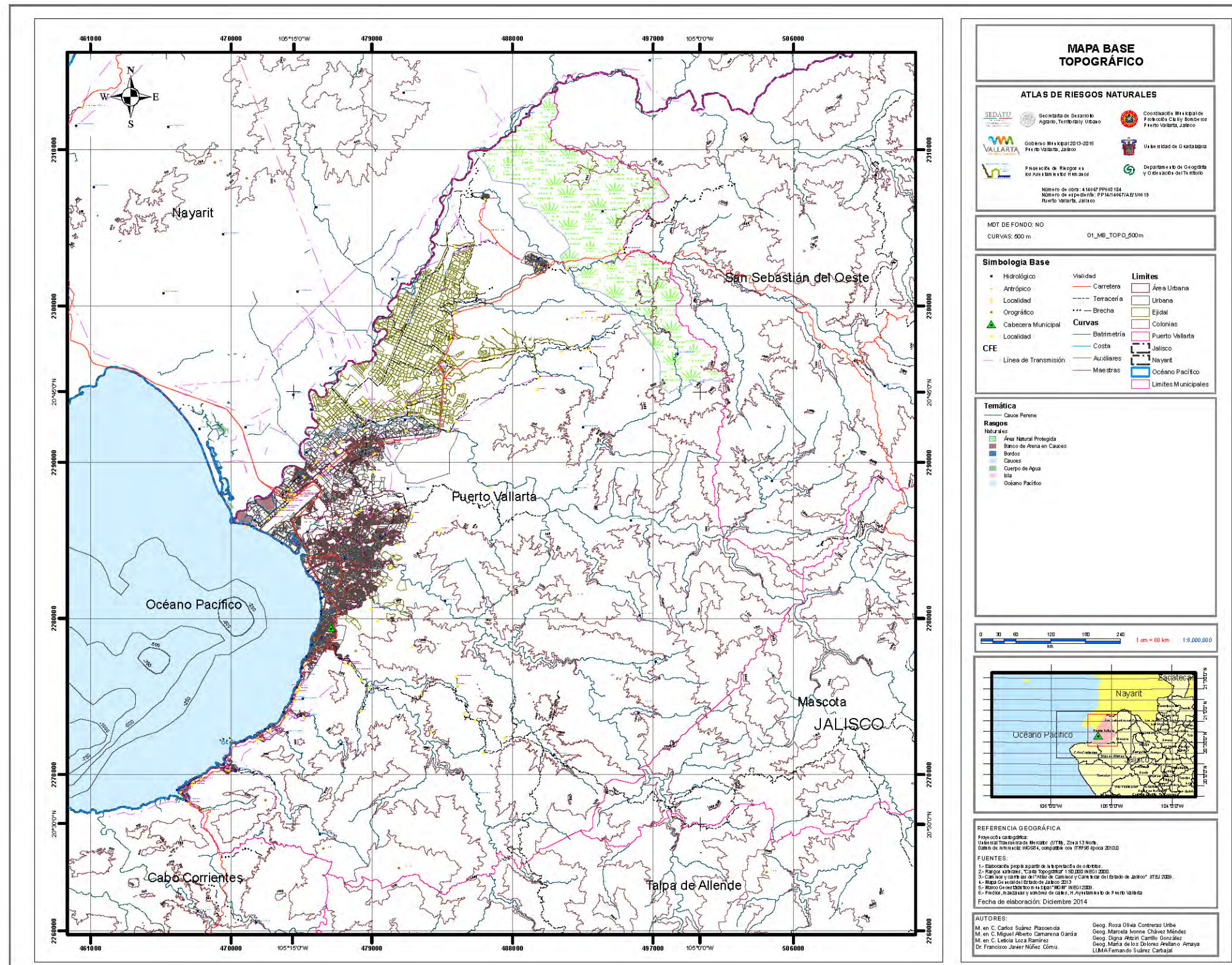
Cuadro 1.

Localidad	Superficie en Hectáreas	%
Puerto Vallarta	3,769.718657	83.50
Las Juntas	194.239718	4.30
Ixtapa	421.629334	9.34
Las Palmas	129.254978	2.86
Total de superficie urbanizada en el municipio	4,514.842698	100.00

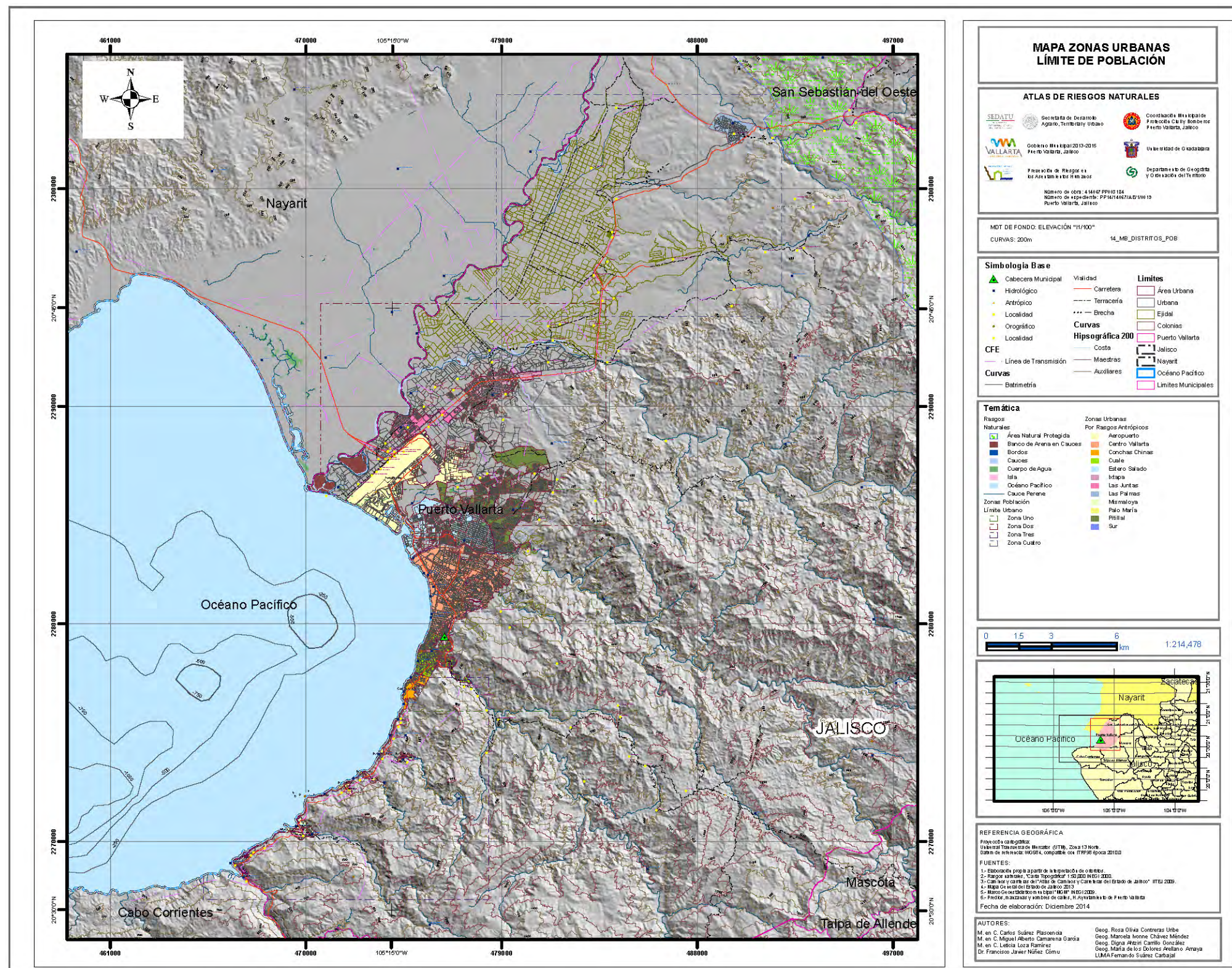


Grafica 1.

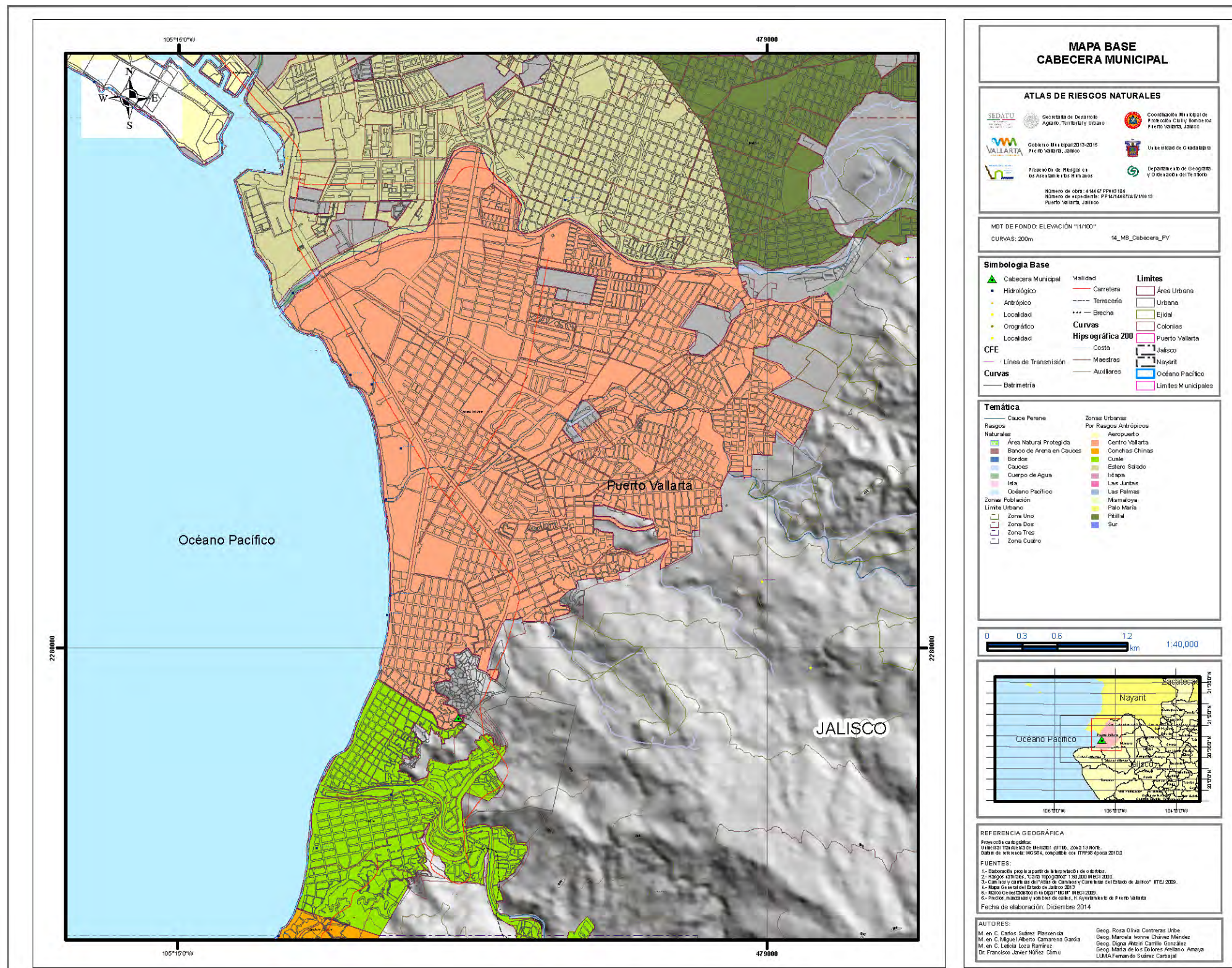
¹ El grado de urbanización se utiliza con frecuencia en la construcción de indicadores sintéticos que intentan expresar nivel de vida y desarrollo de los asentamientos humanos. La versión oficial indica que una localidad se considera urbana cuando tiene 2,500 o más habitantes y rural cuando tiene menos.



Mapa 2. Mapa base topográfico del municipio y de su entorno geográfico, donde al Norte limita con el municipio de Bahía de Banderas, al Oeste con la Bahía de Banderas, al Noreste con el municipio de San Sebastián del Oeste, al Este con el municipio de Mascota, al Sureste con el municipio de Talpa de Allende y al Sur con el municipio de Cabo Corrientes.



Mapa 3. Mapa que muestra las zonas urbanizadas en el territorio municipal, que corresponde a la cabecera municipal que se divide en doce zonas urbanas, que son: Aeropuerto, Centro Vallarta, Cochas Chinas, Cuale, Estero El Salado, Ixtapa, Las Juntas, Las Palmas, Mismaloya, Palos María, Pitillal y Sur.



Mapa 4. Mapa de la cabecera municipal, que muestra las zonas urbanas más pobladas que son Aeropuerto, Estero el Salado, Centro Vallarta, Cuale, Pitala y Conchas Chinas.

CAPÍTULO II. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía (provincias, subprovincias)

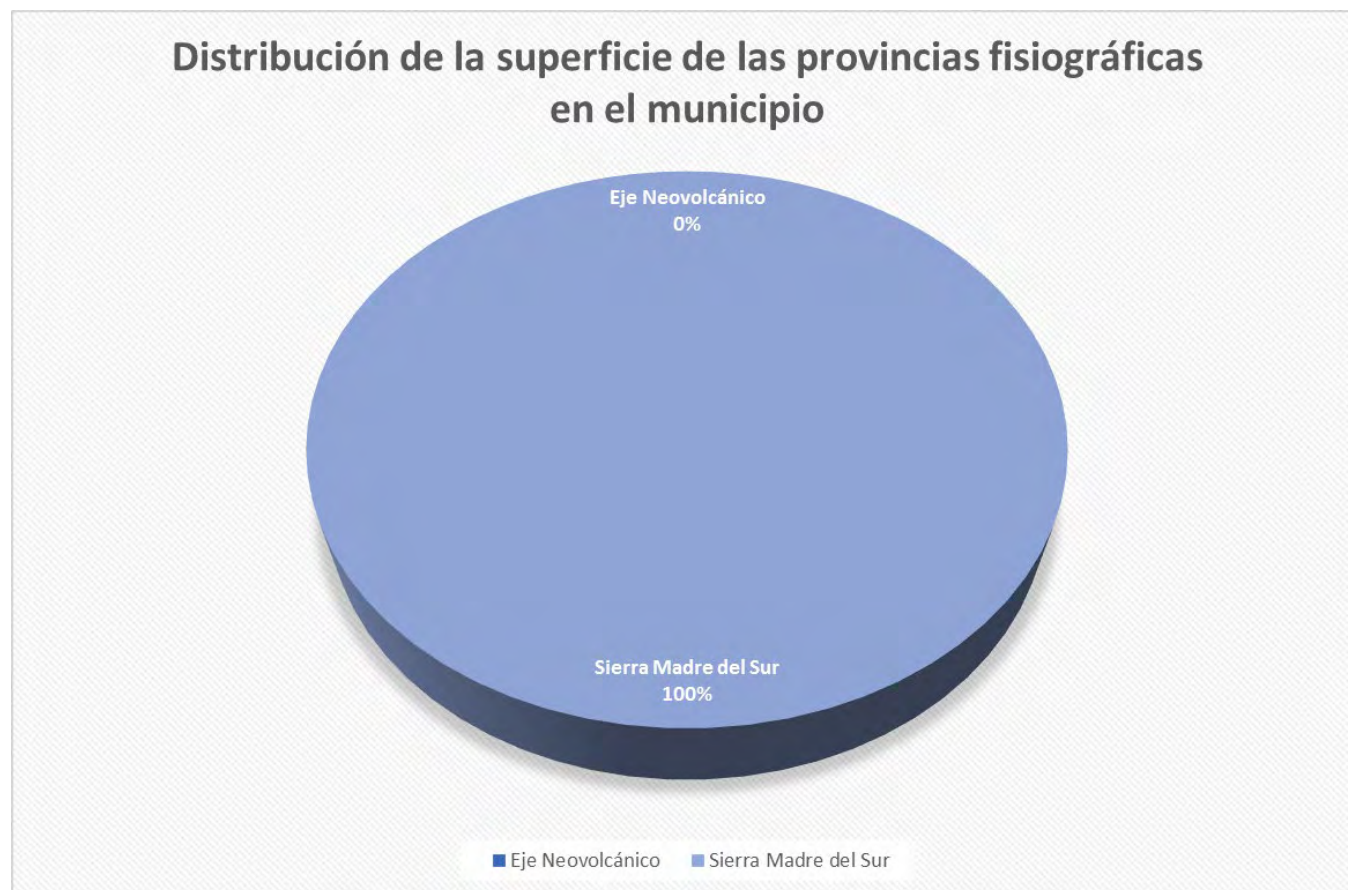
En el territorio municipal convergen fisiográficamente la Provincia de la Sierra Madre del Sur y la Subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, cuyas características se describen en los siguientes párrafos.

Provincia Sierra Madre del Sur.

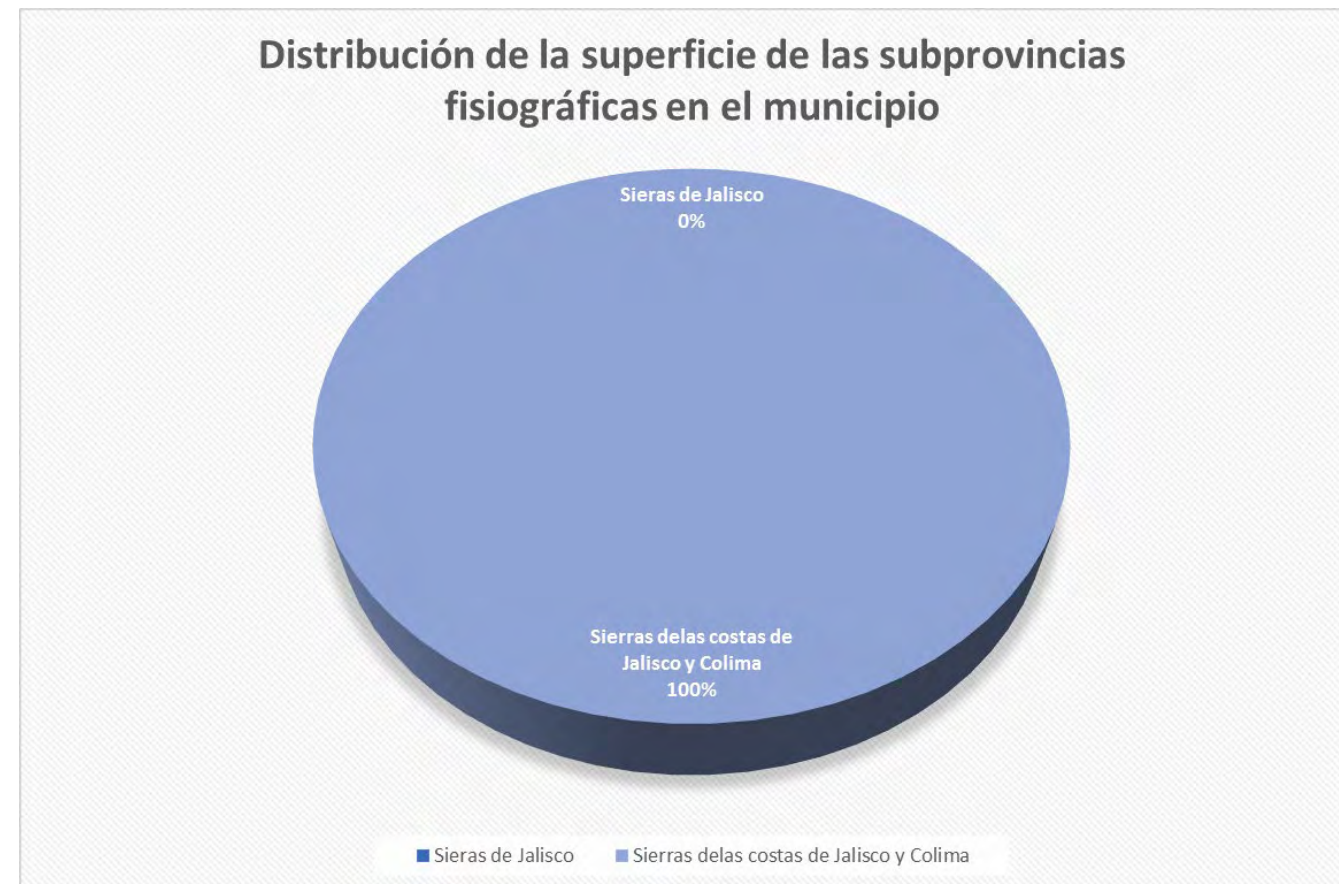
La zona Costa Norte del estado de Jalisco se localiza de acuerdo al INEGI totalmente en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, que se extiende a lo largo de la costa del Pacífico en un eje SW-NE, presenta una altitud promedio de 2000 msnm, está presenta una compleja diversidad geológica, donde predominan las rocas volcánicas intrusivas graníticas, rocas volcánicas de composición riolítica y basáltica, existen grandes depósitos sedimentarios asociados a planicies costeras estrechas (de unos 10 kilómetros de promedio) donde drenan una gran cantidad de afluentes en el océano. También se localizan grandes afloramientos de rocas metamórficas predominando los esquistos paleozoicos. Esta complejidad es generada por la interacción de las placas tectónicas de Rivera y de Cocos con la placa Americana.

Subprovincia Fisiográfica Sierras de la Costa de Jalisco y Colima

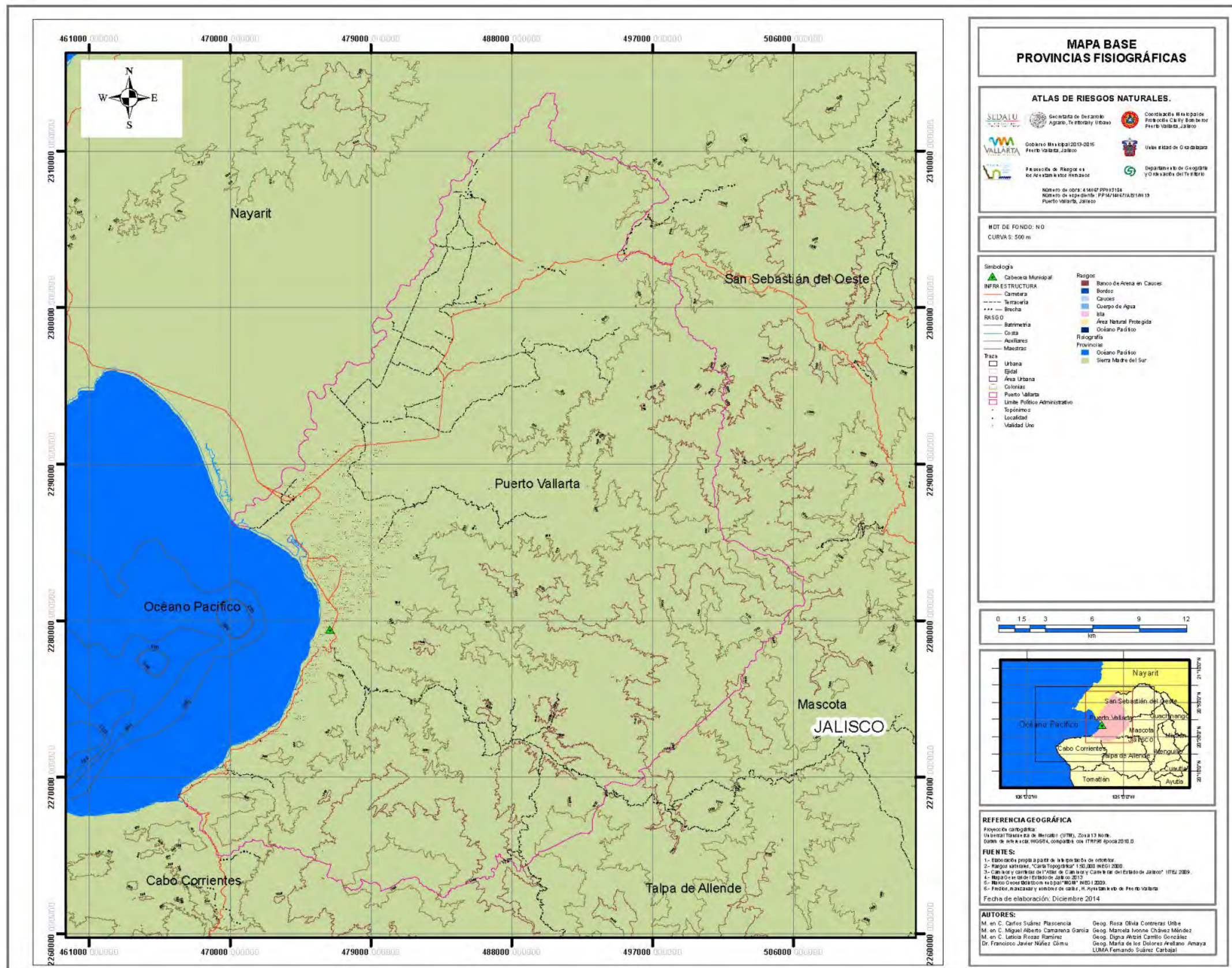
El municipio de Puerto Vallarta se localiza en su totalidad en la subprovincia fisiográfica Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, que se caracteriza por una litología intrusiva en su sector sur y sureste con plutones graníticos de edad Paleozoica que forman importantes estructuras montañosas que alcanzan los 2500 msnm. Al Este y Noreste se identifican estructuras volcánicas de diferentes composiciones, las cuales presentan una gran potencia dado que son el resultado de sucesivas etapas eruptivas de diferentes centros eruptivos desde el Terciario hasta el presente, parte de estas rocas han sido metamorizadas sobre todo en el área de Noreste. En las sierras formadas se han propiciado condiciones climáticas cálidas subhúmedas lo que ocasiona la presencia de una cubierta vegetal de bosque tropical subcaducifolio. El sector norte presenta una planicie costera dominada por la desembocadura de los ríos Pitillal, El Salado y el Ameca, los cuales han formado una amplia planicie costera cubierta de esteros, lagunas y marismas con dirección NE-SW flanqueada al norte por la sierra de Vallejo y al sur por sierras bajas formadas por depósitos de conglomerados marinos.



Grafica 2.



Grafica 3.



Mapa 5. Mapa de muestra que la superficie del municipio de Puerto Vallarta en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur.

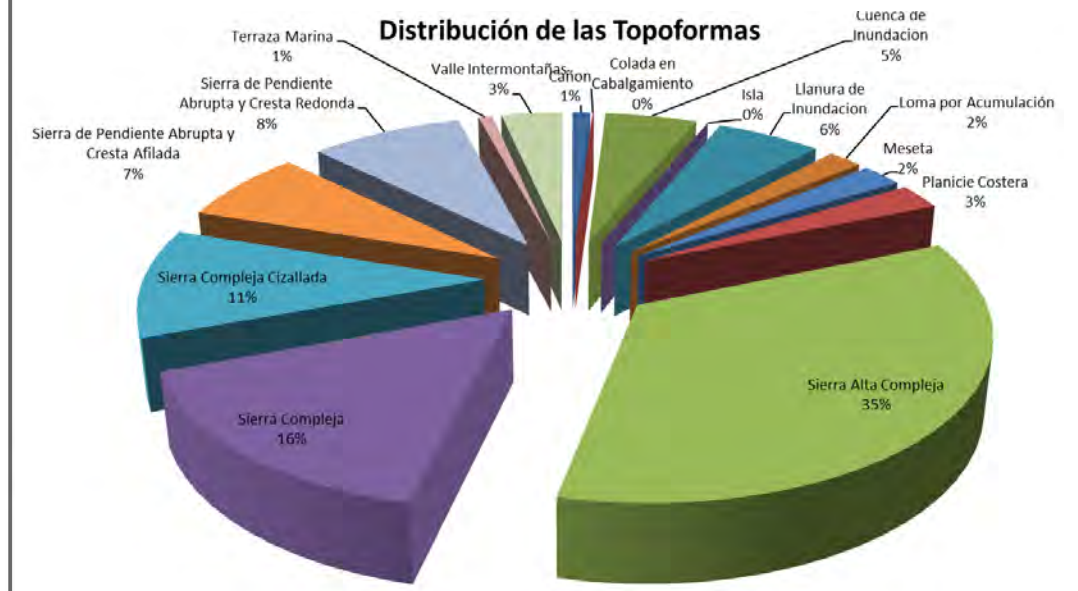
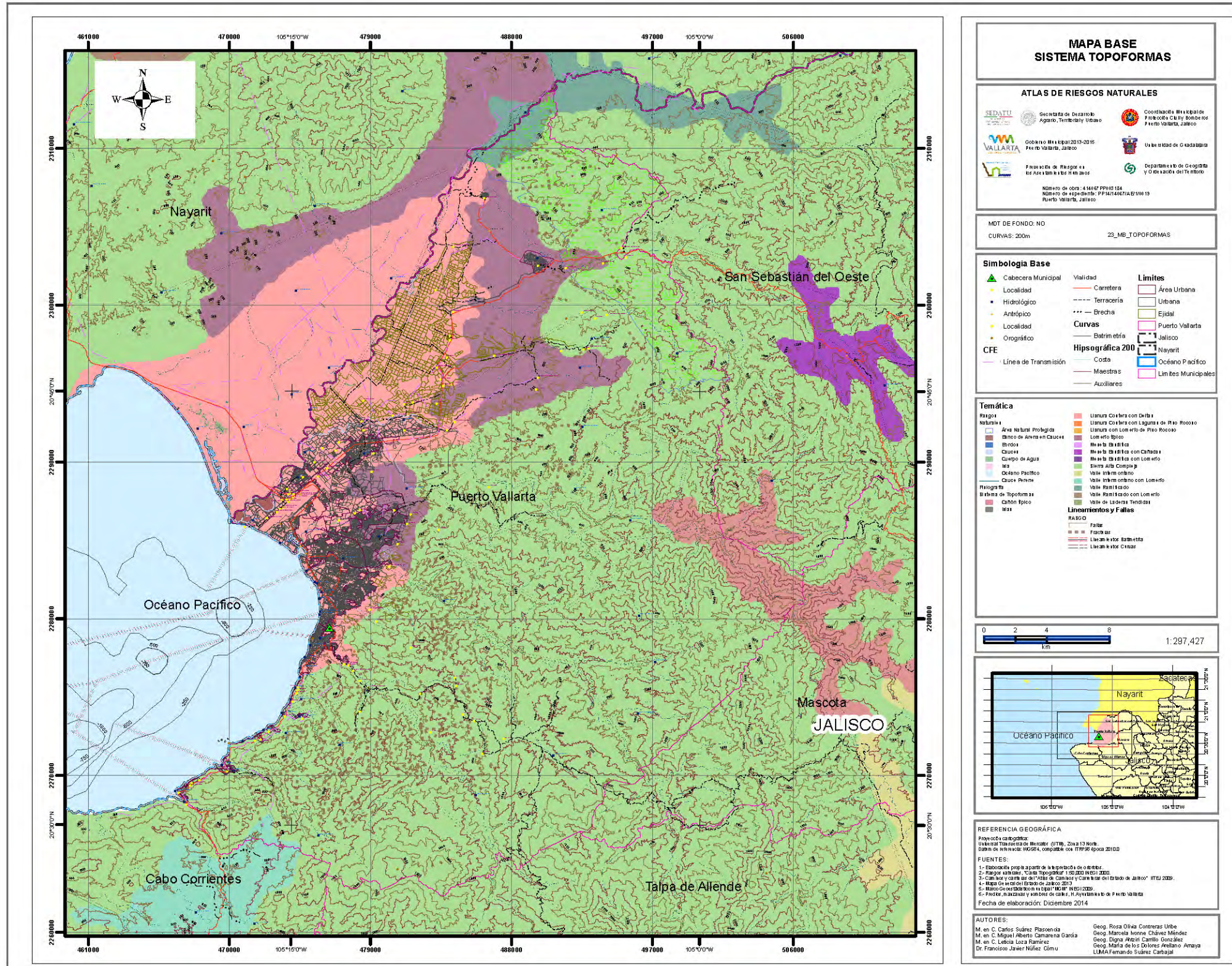


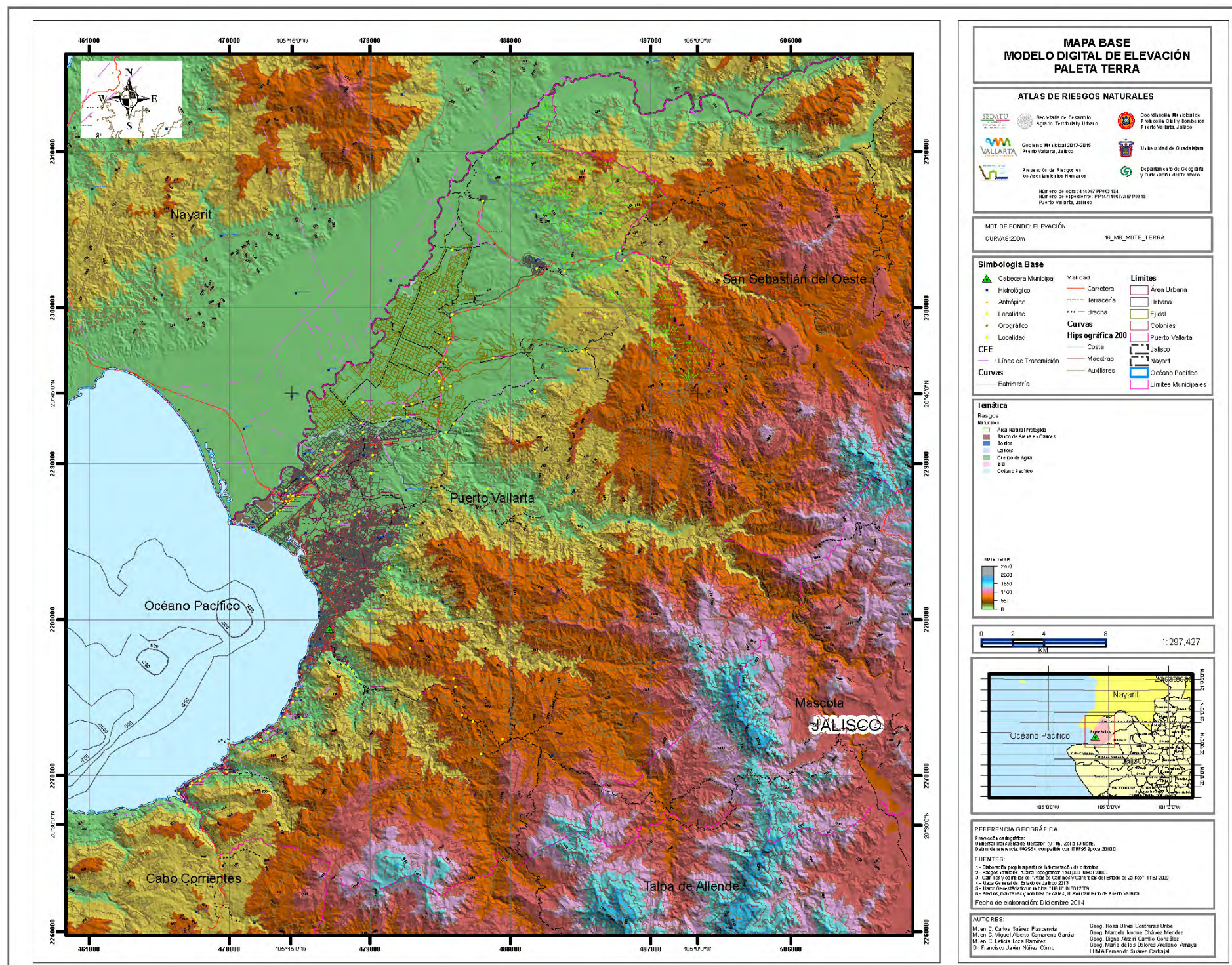
Gráfico 4.

Mapa 6. En la región se identificaron 15 topoformas de las cuales 7 se encuentran en el territorio municipal, de las cuales en orden de importancia por la superficie que cubren son: Sierra alta Compleja, Llanura costera con deltas, Lomerío típico, valle ramificado, Cañón típico, mesa basáltica con cañadas y valle intermontano con lomerío.

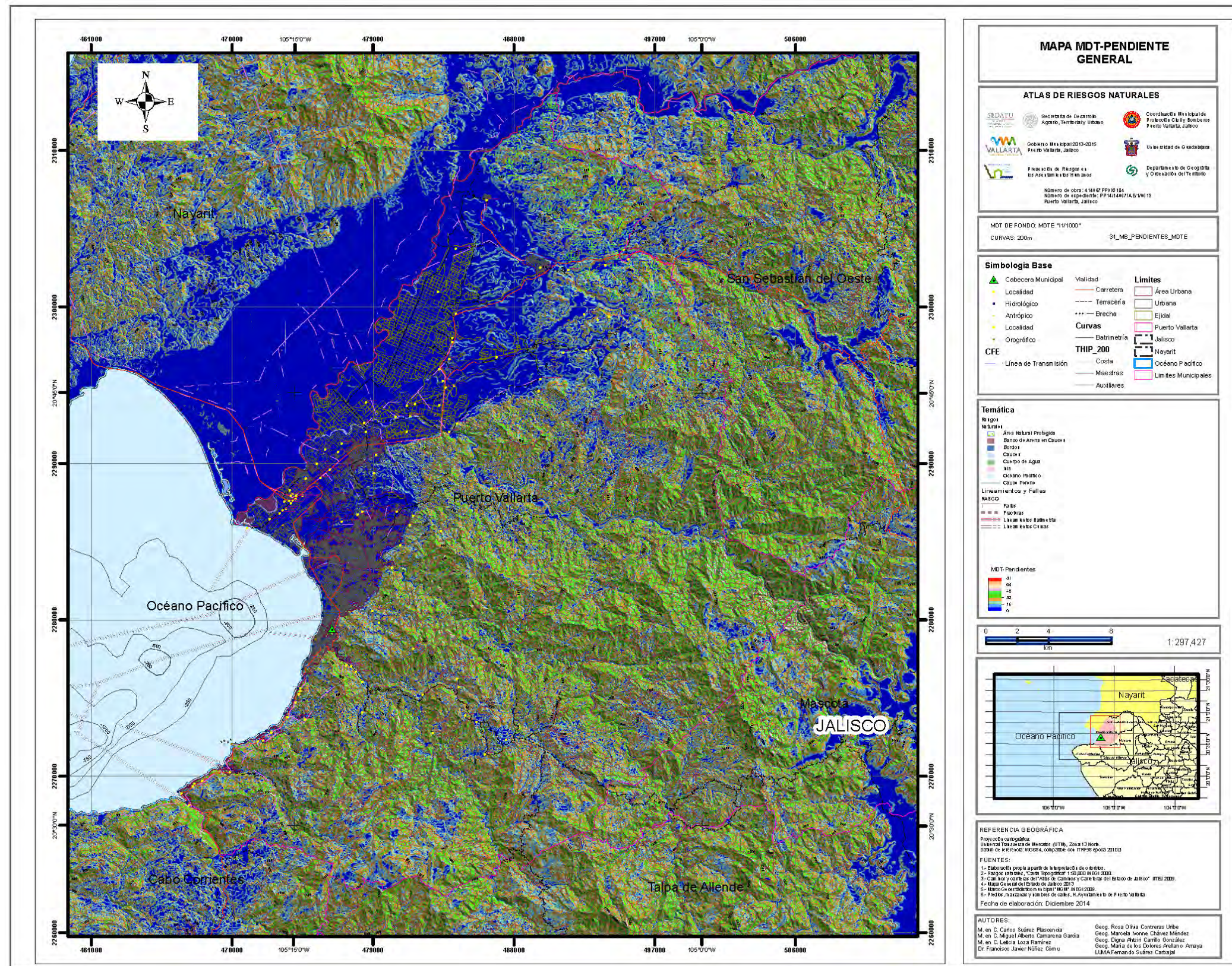
3.2. Geomorfología (sistema de topoformas)

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

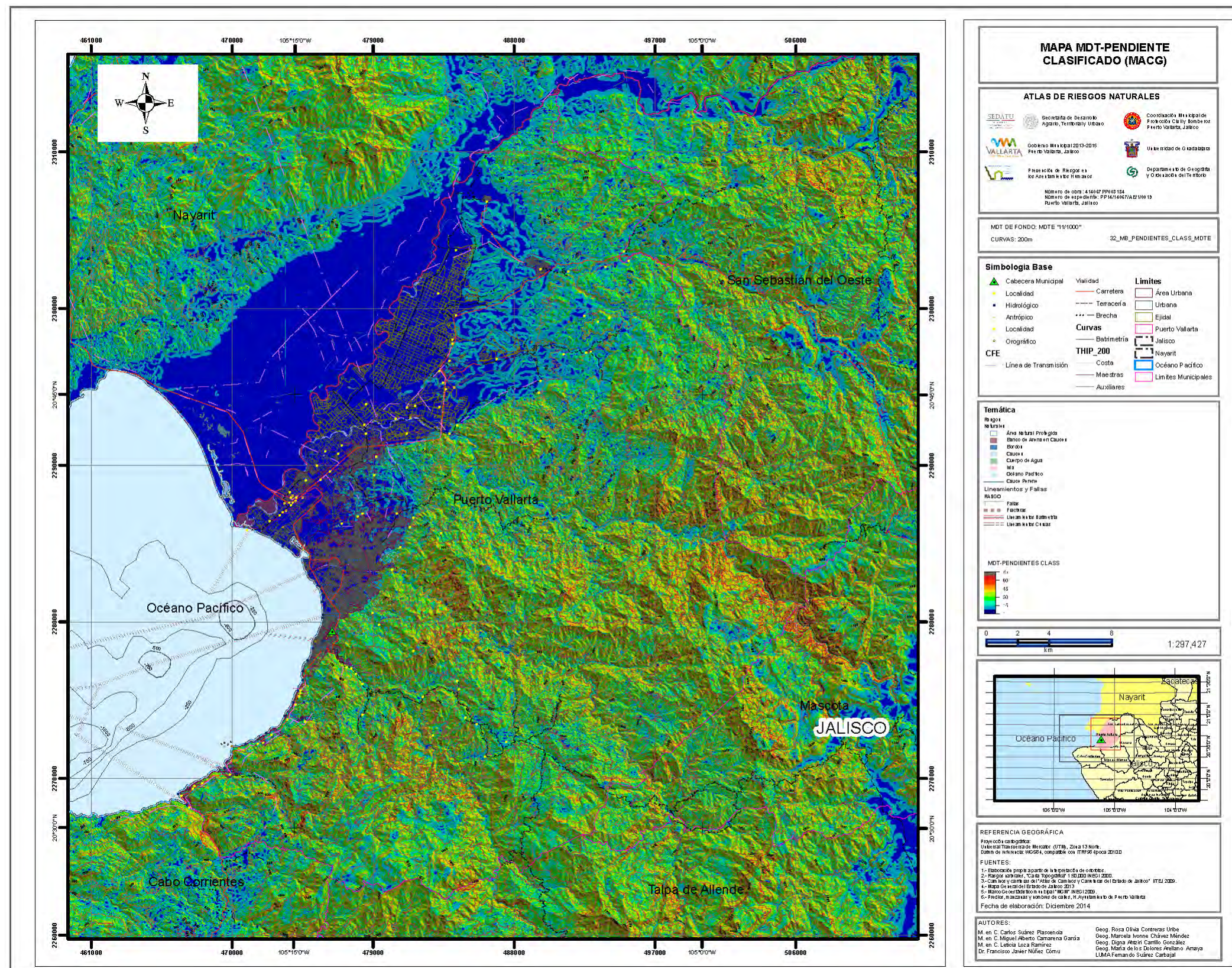
El municipio de Puerto Vallarta presenta una complejidad en su relieve, ocasionado por los siguientes factores: Su localización en el límite noroeste de la Sierra Madre del Sur donde limita al Noreste y Este con la Faja Volcánica Mexicana, y su ubicación en la zona costera que permite localizarla dentro de una región morfoclimática tropical-húmeda-seca, la presencia de áreas de montaña cercanas a la línea de costa hace permiten condiciones de una zonación climática o escalonamiento altitudinal, lo que hace que se presenten variaciones de la temperatura y de la precipitación (ver análisis climático). Para definir las unidades del relieve o geomorfológicas se elaboraron tres mapas previos el de modelo digital de elevación del terreno con un sombreado Terra, el mapa de pendientes general, el mapa de pendientes reclasificado, estos mapas en conjunto con el mapa geológico y el mapa de topoformas permitieron generar el mapa de unidades geomorfológicas, los cuales se presentan en las siguientes páginas.



Mapa 7. Modelo digital de elevación del terreno con sombreado Terra, el cual permite identificar preliminarmente las unidades del relieve, su ubicación, geometría, lineamientos y diferencia altitudinal.



Mapa 8. Construido el MDT se calcularon las pendientes generales del terreno en el municipio, el resultado fue identificar una zona de muy baja pendiente en el sector norte y en las laderas del área de montaña en el sector oriente, nororiente, suroriente y sur del territorio municipal.

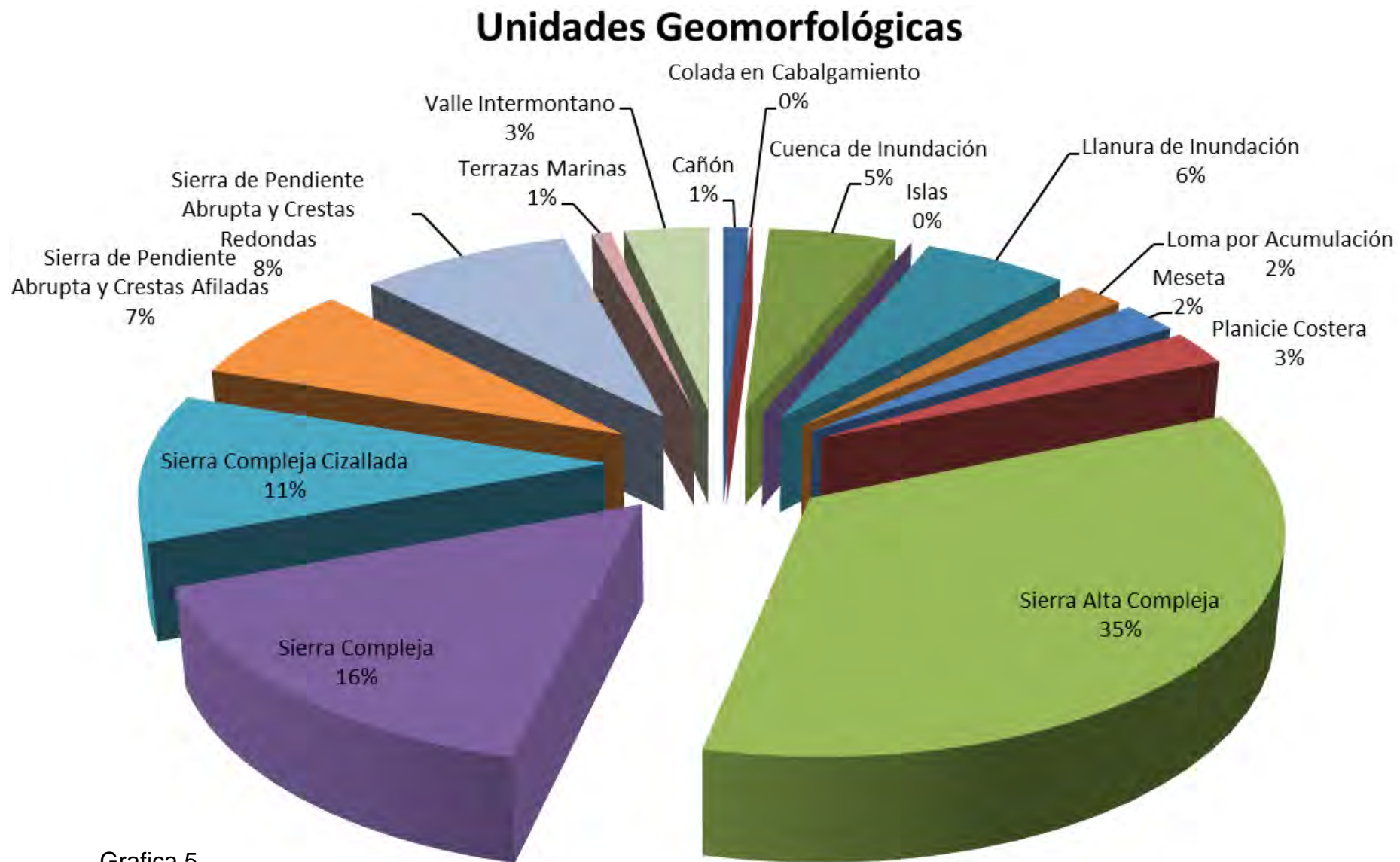


Mapa 9. Elaborado el mapa de pendientes generales del terreno, este se reclasificó en seis grupos de 0° a 15°, de 15-30°, 30-45°, 45-60°, 60-75° y >75°, el resultado fue identificar con mayor detalle las zonas de baja pendiente en el sector norte, de media pendiente localizada entre la montaña y las áreas de planicie y de alta pendiente que corresponden al sector de montaña.

La interacción de los factores y de los procesos y diferenciaciones morfoclimáticas identificadas en Puerto Vallarta, hacen que las rocas que forman las unidades geológicas que forman al municipio esten sometidas a efectos intensos de intemperismo, generando un relieve característico con topofomas y accidentes del relieve que forman 15 unidades geomorfológicas, cuyas características son:

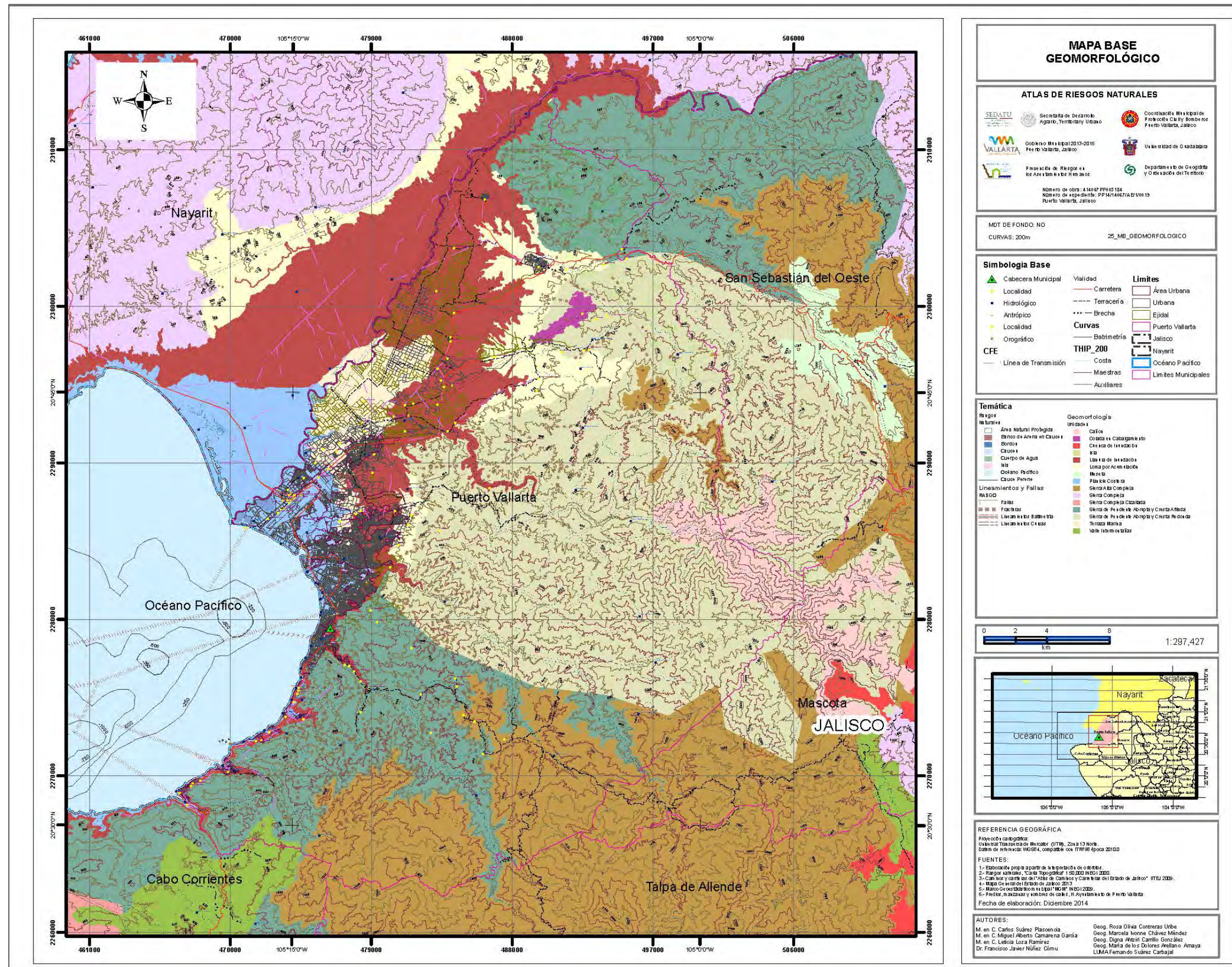
Unidad Geomorfológica	Superficie en Hectáreas	%
Cañón	6,880.44	0.993
Colada en Cabalgamiento	476.06	0.069
Cuenca de Inundación	35,561.45	5.131
Islas	91.78	0.013
Llanura de Inundación	40,629.25	5.862
Loma por Acumulación	13,259.29	1.913
Mesetas	15,845.51	2.286
Planicie Costera	17,639.67	2.545
Sierra Alta Compleja	241,078.74	34.781
Sierra Compleja	109,035.70	15.731
Sierra Compleja Cizallada	74,668.02	10.773
Sierra de Pendiente Abrupta y Crestas Afiladas	49,940.98	7.205
Sierra de Pendiente Abrupta y Crestas Redondeadas	58,989.23	8.511
Sistema de Terrazas Marinas	5,324.06	0.768
Valle Intermontano	23,709.81	3.421

Cuadro 5.



Grafica 5.

La unidad geomorfológica con mayor superficie es la denominada Sierra Alta Compleja que cubre el 34.78% del territorio municipal, seguida por las unidades de la misma zona montañosa denominadas como Sierra Compleja, Sierra Compleja Cizallada, Sierras de pendientes abruptas y crestas redondeadas y de crestas afiladas; la cuenca de inundación que se ubica en el sector norte del municipio, todas estas unidades se plasman en el Mapa 7. La zona urbanizada se encuentra en cuatro geofomas identificadas como Planicie Costera que cubre una superficie del 2.545%, llanura de inundación con el 5.86%, terrazas marinas con el 0.768% y Mesetas con el 2.86%, que cubren en total el 12.033% de la superficie del municipio.



Mapa 10. Mapa geomorfológico, donde se identificaron las unidades del relieve con base en las topografías, litología, pendientes, escalonamiento altitudinal, el resultado son 15 unidades geomorfológicas.

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DEL RELIEVE: SIERRA DE PENDIENTE ABRUPTA Y CRESTAS AFILADAS

Esta morfología es característica de granitos. El relieve presenta alta densidad de disección, pero poca profundidad y es producto del fuerte fracturamiento. Los parteaguas son angostos y alargados, tendiendo a rectos. Las pendientes varían entre 0° y 80° , predominando alrededor de 40° . Las laderas están cubiertas por vegetación de selva baja. En esta unidad se observaron deslizamiento de bloques y reptación de suelos. La figura 13 muestra parte de la imagen de Google Earth, en ella se observa el contacto entre las crestas afiladas y pendientes abruptas con las pendientes abruptas y crestas redondeadas; hacia el sur las curvas de nivel tienen forma de olanes.



Figura 1. Imagen de Google Earth Pro del sector sur del municipio donde se observa la predominancia de pendientes abruptas y crestas afiladas en la zona de montaña de la Sierra de Vallejo.

SIERRA DE PENDIENTES ABRUPTAS Y CRESTAS REDONDEADAS

Esta unidad coincide con el Grupo Vulcano sedimentario y está caracterizada por parteaguas suaves y redondeados, el drenaje sigue patrones semi rectangulares, la densidad y profundidad de disección son medias. Es notorio que las pendientes no son iguales en todas las direcciones. Hacia el norte de los cerros que forman esta unidad las pendientes predominantes son cercanas los a 20° alcanzando ocasionalmente los 40° . En cambio hacia el sur las pendientes son más abruptas, y predominan los valores cercanos a 30° alcanzando hasta los 80° .

SISTEMA DE TERRAZAS MARINAS

Esta unidad geomorfológica se localiza al norte de Puerto Vallarta, centrada en El Pitillal y al Sur de Ixtapa. Esta geoforma es la expresión de los Sedimentos Clásticos Fluvio-Deltáicos. En el campo se observan dos escalones de terrazas, sin embargo en la fotografía aérea la expresión de estos dos sistemas no es tan clara (Mapa de Geomorfología).

Las terrazas marinas marcan episodios de levantamiento rápido, seguramente asociado a actividad tectónica. No se tienen indicios de la edad de los Sedimentos Clásticos Fluvio-Deltáicos, pero deben de ser lo suficientemente jóvenes para no estar litificados, y lo suficientemente antiguos como para haber sufrido levantamiento y fallamiento. Esto implica que el fallamiento y el levantamiento son muy recientes.

LLANURA DE INUNDACION

La llanura de inundación, o zona de inundación, es un área amplia y prácticamente plana adyacente a los cauces principales, estas planicies resultan inundadas en períodos de avenidas fuertes. Las planicies de inundación cubren una porción amplia en la zona cartografiada y han sido urbanizados fuertemente en los últimos 20 años. Las llanuras de inundación se superponen a la planicie costera en épocas de máximo caudal.

En el centro de Puerto Vallarta el Río Cuale tiene una llanura de inundación angosta que se ensancha hasta cerca de 800 m en su desembocadura. Esta planicie ha sido fuertemente modificada por el crecimiento urbano y es un centro importante de la actividad turística de la ciudad (Fig. 5); el caudal principal desarrolla islas de arena en donde se asientan restaurantes y tiendas de artesanías.



Figura 2. Desembocadura del río Cuale, donde el proceso de urbanización ha modificado totalmente esta geoforma.

Hacia el norte se localiza la llanura de mayor superficie y se forma a partir de la coalescencia de los Ríos Ameca y Mascota y la desembocadura del estero El Salado (Fig.6). La llanura de inundación del Ameca en las cercanías del aeropuerto de Puerto Vallarta tiene un ancho superior a los 7 km. Gran parte de su superficie ha sido ocupada por cultivos y algunas urbanizaciones como las Juntas, la colonia Getsemaní, usos que pueden ser afectados por crecidas del río. En tanto el río Pitillal y el Cuale presentan llanuras de inundación próximas a la desembocadura en la Bahía. El estero de El Salado forma parte de esta unidad geomorfológica

La planicie alberga numerosos cambios de posición de sus cauces principales, que han creado una amplia zona de inundación, que se identifica a partir de una serie de meandros abandonados, por ejemplo, la planicie el Río Mascota aledaña al Centro Universitario de la Costa la que tiene un ancho de más de 4 km y en ella su cauce ha divagado hasta en 2.5 km. En la confluencia de los ríos Ameca y el Mascota los cauces han variado su posición hasta en 4 km.



Figura 3. Aspecto de la llanura de inundación del río Ameca próximo a su desembocadura a la Bahía de Banderas, la flecha indica la captura del río Mascota en el Ameca. Obsérvese la forma anastomosada y los meandros abandonados en esta geofoma.

PLANICIE COSTERA

La planicie costera es el área de interacción de las zonas emergidas del continente y el mar, la amplitud de esta región en Puerto Vallarta es angosta. Hacia el norte tiene un máximo de 3.5 km y es de muy baja pendiente, en tanto que hacia el sur es muy angosta y está formada por pequeñas bahías. En la planicie costera se desarrolla la mayor parte de la infraestructura urbana y turística de Puerto Vallarta y se concentra la mayor parte de la población. La planicie costera forma una cuña que se abre hacia el norte y que se inicia en las cercanías de la desembocadura del Río Cuale. En esta cuña se desarrollan los sistemas de esteros, pantanos y llanuras de inundación descritas anteriormente. La formación de Sedimentos Clásticos Fluvio-Deltáicos y la formación de terrazas marinas indican que la línea de costa ha tenido un movimiento retrógrado con respecto al continente; es decir, que la planicie costera ha “ganado terreno al mar”.

3.3. Geología

TECTÓNICA

La región occidente del país se caracteriza por estructura tectónica conocida como Bloque de Jalisco (comprende parte de los estados de Jalisco, Colima, Nayarit y Michoacán) este interacciona con la Placa oceánica de Rivera que subduce bajo dicho Bloque (Figura 7), estas características hace que el occidente sea una de las regiones más activas del país desde el punto de vista sísmológico y volcánológico, basta mencionar que es en esta región donde se han producido el terremoto, la erupción volcánica y el tsunami más grandes ocurridos en México en el siglo XX. El mayor terremoto (M=8.2) ocurrido en 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 7.6 ocurrió en la costa sur 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 1568, diciembre 27 y febrero 11 de 1872. Ambas fuentes sísmicas han generado y pueden generar sismos de gran magnitud que afectarán a la ciudad y municipio de Puerto Vallarta.

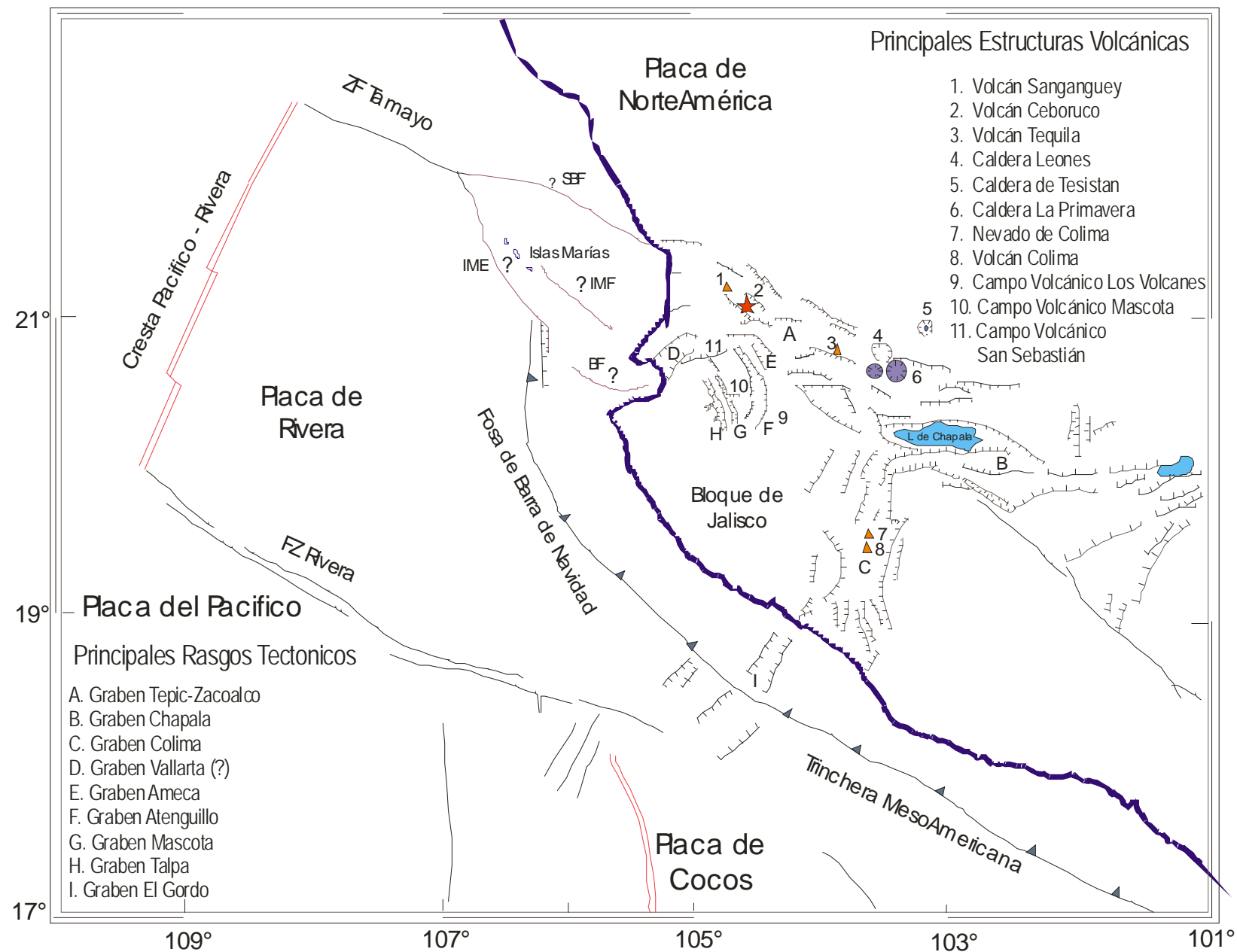


Figura 4. Marco tectónico del Occidente de México (tomado de Suárez-Plascencia, 1998)

De acuerdo con Núñez-Cornú et al, (2000) Puerto Vallarta muestra particulares características geológico- estructurales, que se reflejan en las unidades fisiográficas de la zona, descritas en el punto anterior.

LITOLOGÍA

Las unidades litoestratigráficas identificadas por Aragón, M. (2006) y modificadas en este Atlas son: Rocas intrusivas formadas por Granitos y diques, afloramientos de rocas metamórficas, grupo de rocas extrusivas en las que se incluyen lavas recientes, grupo de depósitos sedimentarios con areniscas-conglomerados, sedimentos fluvio-deltaicos y sedimentos de playa.

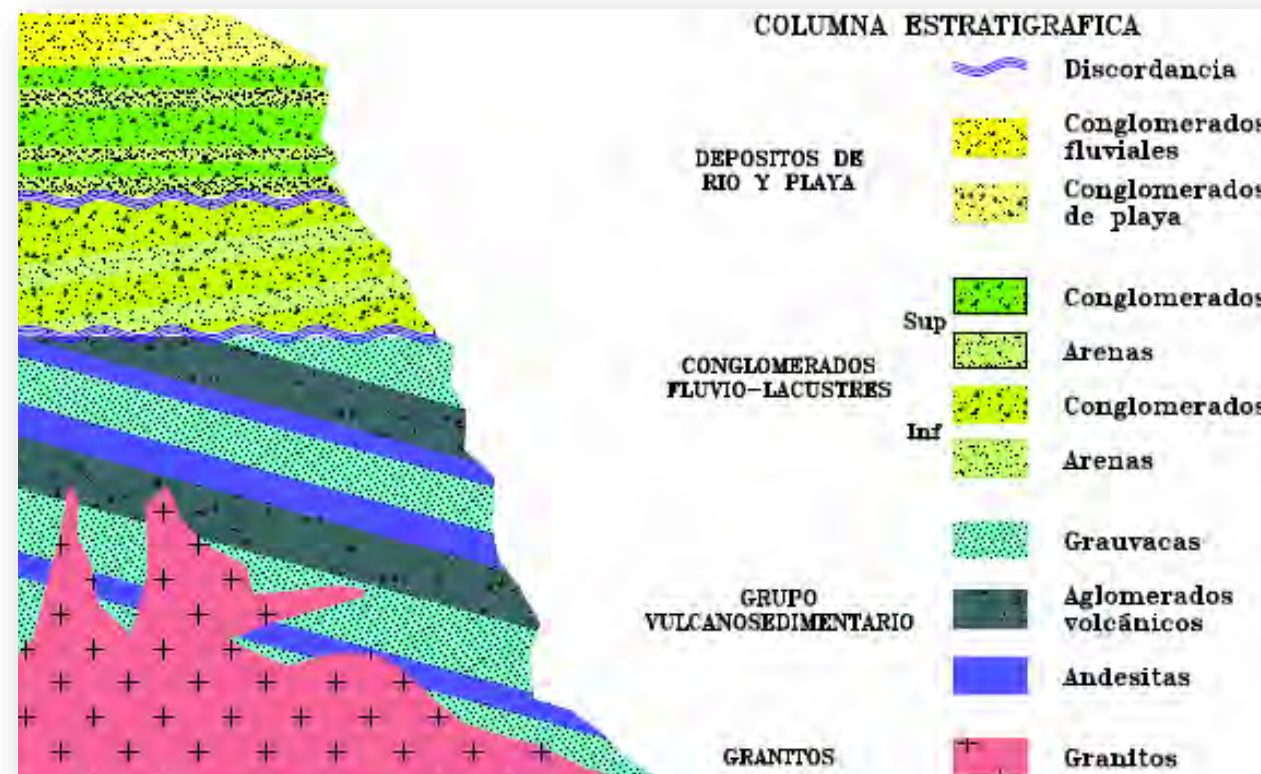


Figura 5. Columna estratigráfica de la región de Puerto Vallarta. La columna es litoestratigráfica y no tiene control de edades (tomada de Aragón, M. 2006)

Las características de las unidades litológicas se muestran en el siguiente cuadro y gráfica.

Unidad Litológica	Superficie	%
Ígnea Extrusiva	45897.829	41.47
Ígnea	180.5909	0.16
Ígnea Intrusiva e ignimbritas	7718.22673	6.97
Ígnea Intrusiva	34040.0329	30.76
Colada de lava Quelitán	457.906271	0.41
Sedimentos fluvio-deltaico	13759.009	12.43
Sedimentos de Arenisca-Conglomerado	8394.04651	7.58
Metamórfica	221.193625	0.20

Cuadro 6

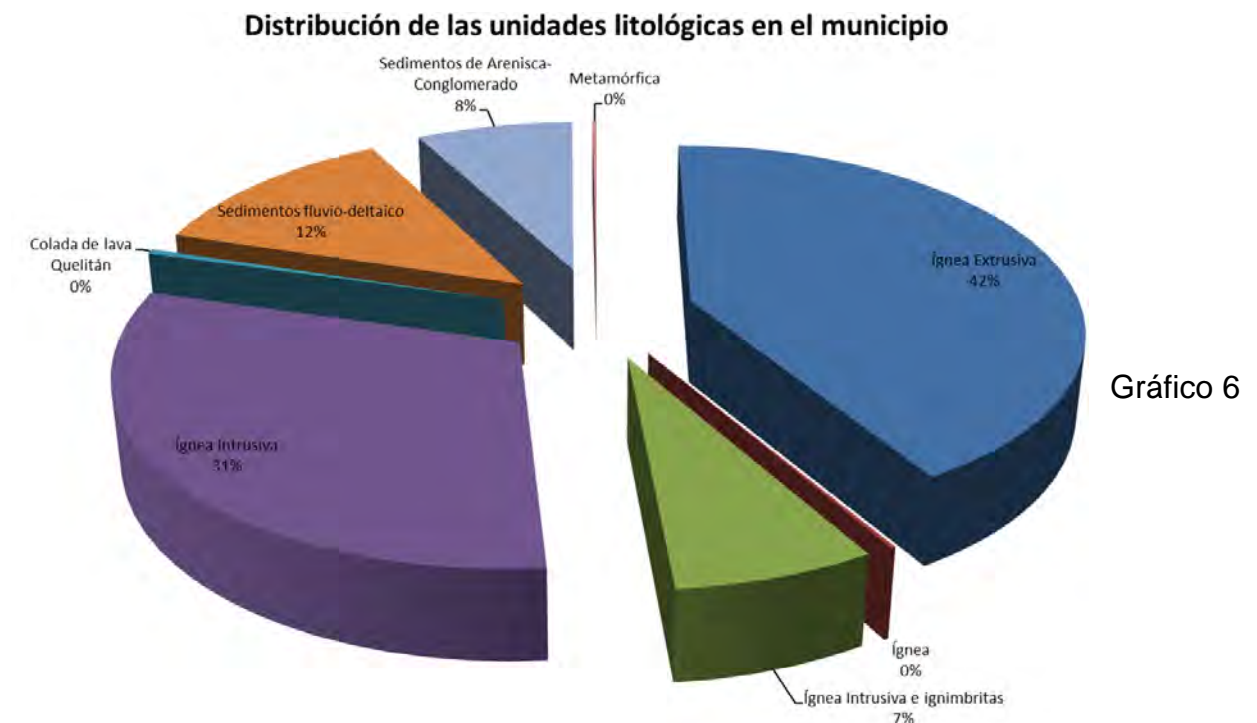


Gráfico 6

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS:

IGNEAS INSTRUSIVAS (GRANITOS) E IGNIMBRITAS

Al sureste y sur de Puerto Vallarta afloran rocas intrusivas de composición granítica, que cubren el 30.76% del área cartografiada. Estos granitos forman un batolito que probablemente constituyó las raíces de un arco de islas.

Los granitos forman pendientes fuertes con crestas y cimas redondeadas. La figura 6 muestra un afloramiento típico de estos intrusivos. La interpretación de fotos aéreas en color escala ~1:40,000 sugiere la presencia de intrusiones discretas redondeadas dentro del batolito que varían entre 1-8 km de diámetro, una de ellas se encuentra disectada por la costa al sur entre la Garza Blanca y Boca de Tomatlán. Los granitos presentan grados variables de alteración meteórica. Por lo general, la matriz se encuentra ligeramente cloritizada, pero ocasionalmente está es intensa, principalmente al acercarse a los contactos con el grupo de rocas ígneas extrusivas en la zona de montaña al centro-orienté del municipio.



Figura 6. Afloramiento de rocas graníticas en el sector Sur del municipio de Puerto Vallarta, en la zona de Mismaloya.

ROCAS METAMORFICAS

En el Sur con el límite del municipio de Talpa de Allende en la parte alta de la montaña se identifica un pequeño afloramiento de rocas metamórficas posiblemente asociadas con el emplazamiento del intrusivo granítico, el cual cubre una superficie del 0.20%.

GRUPO DE ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS (VULCANO-SEDIMENTARIO)

Al Noreste y Centro-Este de Puerto Vallarta aflora una secuencia vulcano sedimentaria compuesta por andesitas, tobas, grauvacas y aglomerados volcánicos, esta tiene una superficie de 41.47% del territorio municipal. La secuencia está cortada por fallas, localmente deformada, basculada e intrusionada por rocas de composición granítica y pórfidos andesíticos. Las observaciones sugieren que esta secuencia fue resultado de la evolución de un arco de islas con sedimentación clástica marina dentro de cuencas controladas por edificios volcánicos. Las litofacies identificadas son:

- Andesitas.
- Tobas.
- Grauvacas.
- Aglomerados volcánicos.

Se interpreta que el grupo vulcano sedimentario fue formado dentro de un arco de islas. En este ambiente se presentan edificios volcánicos que separan cuencas irregulares en las que se depositan una mezcla de rocas volcánicas como las andesitas, tobas y aglomerados, con sedimentos clásticos producto de la erosión de los mismos volcanes y del continente. Los sedimentos resultantes tienden a ser inmaduros, de granulometrías variables y con gran cantidad de arcillas. Las los arcos volcánicos son normalmente subyacidos por cámaras magmáticas donde es común la presencia de intrusivos hipabisales asociados a los conductos que alimentan los volcanes; mientras que las raíces profundas están formadas por batolitos (Fig. 7). Es importante hacer notar que si bien el objetivo de este trabajo no es postular los ambientes de formación, esto da una idea de la diversidad geológica que circunda Puerto Vallarta.

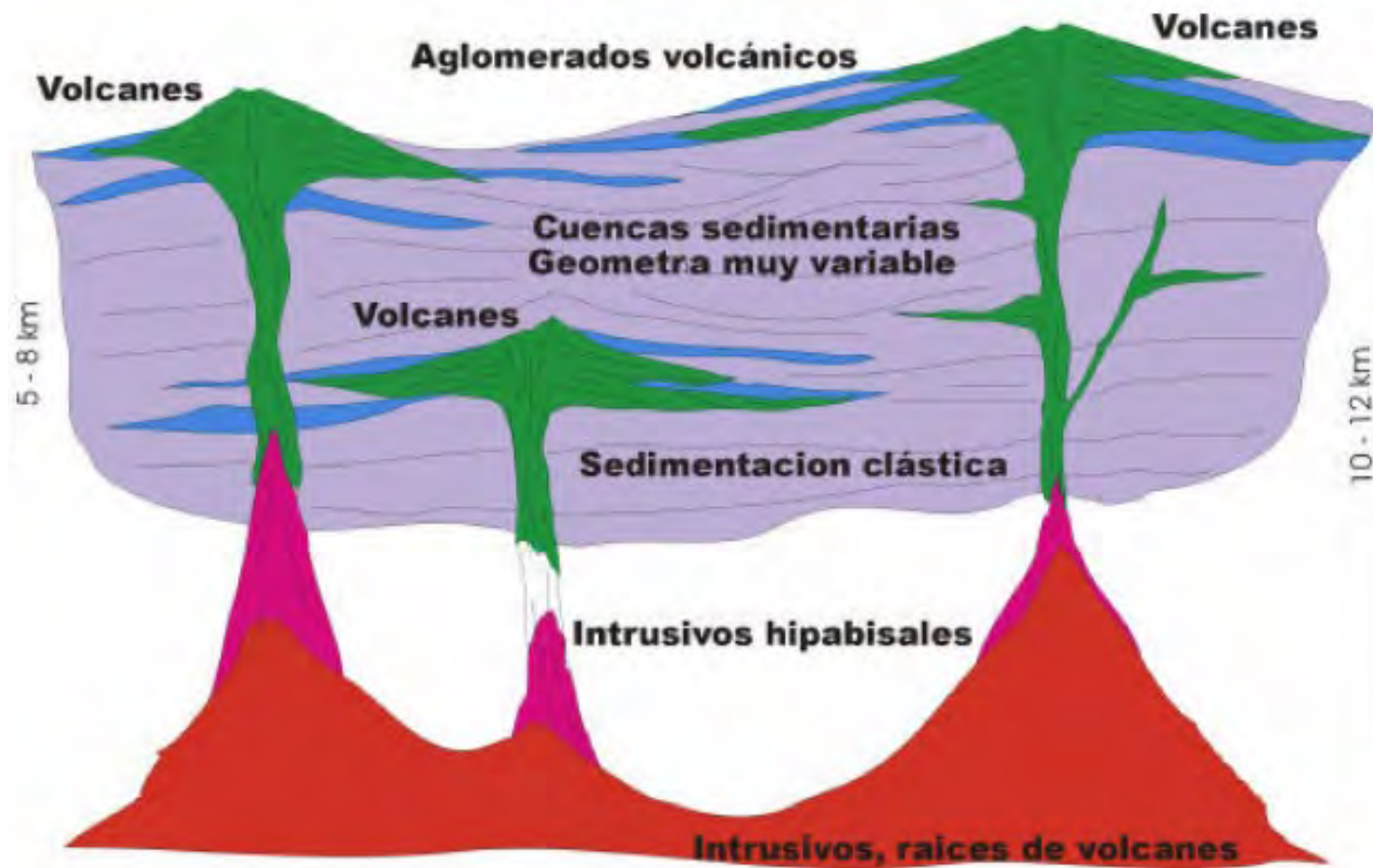


Figura 7. Esquema conceptual del ambiente de formación del Grupo Vulcano sedimentario en Puerto Vallarta, (Tomado de Aragón, M. 2006).

DIQUES DE GRUPO DE ROCAS INGNEAS INTRUSIVAS

Los Granitos y la Secuencia Vulcano sedimentaria están cortados por diques de composición félsica y andesítica. Se sugiere que los diques están asociados al proceso de vulcanismo que gobernó el crecimiento de la Secuencia Vulcano sedimentaria. Los diques félsicos están compuestos por rocas graníticas de grano grueso, textura fanerítica inequigranular, fuertemente sericitizados y muy deleznable. Dentro del mismo dique se encuentran masas de granitos de grano fino menos alterados que sugieren pulsaciones en la intrusión. El espesor de estos diques es mayor a 10 m.

SEDIMENTOS DE ARENISCAS-CONGLOMERADOS

En la planicie costera de Puerto Vallarta, al pie de la sierra, aflora en una superficie del 7.58% de la superficie del municipio una secuencia de sedimentos pobremente consolidados constituidos por conglomerados polimícticos, arenas conglomeráticas, arenas de distintas granulometrías y limos. La unidad puede dividirse en un miembro inferior y otro superior. Estos sedimentos están cortados por algunas fallas normales y afloran en terrazas marinas. Las observaciones sugieren que esta unidad fue depositada en un ambiente fluvial de alta energía, en la desembocadura al nivel base, probablemente en un sistema fluvio-deltáico.

Los miembros y litofacies que forman los sedimentos clásticos fluvio-deltáicos incluyen:

MIEMBRO INFERIOR

Unidad formada por conglomerados polimícticos interestratificados con arenas inmaduras de grano grueso a muy grueso, los estratos son gruesos a masivos, en los horizontes conglomeráticos más potentes, la estratificación no se aprecia. El Miembro Inferior no estratificado, aunque tienen un buen grado de compactación, es notorio que la matriz de esta unidad es de color rojizo.

Los conglomerados están formados por fragmentos cuyos tamaños varían desde 1 o 2 mm hasta más de un metro. La textura del conglomerado es de cantos soportados por matriz. La redondez de los clastos varía de sub-angulosa a sub-redondeada, su esfericidad es baja tendiendo a formar elipses. Los clastos están compuestos por fragmentos de andesitas de varios tipos y colores, tobas, grauvacas, aglomerados volcánicos y granitos. Al norte del área cartografiada los fragmentos de granitos son escasos, en tanto que al sur son comunes, debido a la geología del área de proveniencia. Se aprecian paleocanales en los conglomerados.

Las arenas están formadas por clastos del tamaño de arena gruesa a muy gruesa (0.5–2 mm) con fragmentos ocasionales hasta 4-5 cm. Los granos son angulosos a sub-angulosos y sub-esféricos. La composición de los granos es de cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca y minerales ferromagnesianos. Los estratos varían de medianos a gruesos. No se observaron estructuras sedimentarias (Figura 8).



Figura 8. Conglomerados y arenas no litificadas en el sector norte del municipio de Puerto Vallarta.

El Miembro Inferior probablemente fue depositado en un sistema fluvio-deltaico. Los conglomerados del Miembro Inferior son producto de un depósito muy rápido, probablemente como flujos de detritos, de abanicos aluviales grandes parcial o totalmente subaéreos, lo que explicaría la textura, inmadurez, falta de redondez y oxidación de la matriz.

El Miembro Superior es parecido al inferior, pero tiene algunas diferencias que lo distinguen claramente. Los sedimentos del Miembro Superior tampoco están litificados, pero presentan un buen grado de compactación. Las litofacies principales incluyen:

Conglomerados. Formados por fragmentos cuyos tamaños varían desde 1 o 2 mm hasta más de 70 cm. La textura en los estratos cuyo tamaño de grano máximo es de ~25 cm es de granos soportados, mientras que la textura de los estratos con granulometría mayor es de clastos soportados por matriz. La redondez de los clastos varía de sub-redondeada a bien redondeada y su esfericidad es alta. Los clastos están compuestos por fragmentos de andesitas de varios tipos y colores, tobas, grauvacas, aglomerados volcánicos y granitos. Las estructuras sedimentarias observadas en conglomerados son canales bien definidos con cierta imbricación de clastos y gradación en algunos estratos.

Las arenas están formadas por clastos del tamaño de arena media a gruesa (0.25 – 1 mm) con fragmentos ocasionales hasta 2 a 4 cm y algunos horizontes compuestos por arenas finas a limos (0.03 – 0.125 mm). Los granos son sub-redondeados a redondeados y su esfericidad es alta. La composición de los granos es de cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca y minerales ferromagnesianos. Los estratos varían de medianos a gruesos. Las estructuras sedimentarias que se observan son gradación, laminación.

El Miembro Superior es también de alta energía, pero la redondez y esfericidad de los clastos y su textura, permiten inferir un mayor tiempo de retrabajado. Las estructuras de canal son muy comunes e indican numerosos cauces dentro del sistema. La gradación en los estratos sugiere disminución uniforme de la energía. La estratificación cruzada en arenas sugiere cambios en la dirección del flujo. Estas características son comunes en la zona de interacción de un sistema fluvial con el ambiente marino: deltas. El sistema deltaico parece haberse interrumpido por levantamiento rápido, tal como lo sugieren las terrazas marinas.

Los Miembro Inferior y Superior están divididos por una discordancia angular. El Miembro Inferior está basculado mientras que el Superior es en general subhorizontal. Además esta unidad aflora en terrazas marinas (descritas posteriormente). Todo esto sugiere que el depósito de esta unidad puede estar asociado a levantamiento tectónico rápido.

Los Sedimentos Clásticos Fluvio-Deltaicos están afectados por fallamiento quebradizo a pesar de no estar litificados. Se observó movimiento de bloques rígidos con desarrollo de estructuras de arrastre. El fallamiento está orientado hacia N30°E, buzando 66°E. Cabe mencionar sólo se observó y midió en el campo una falla, probablemente debido a que la densidad observaciones de campo no es alta dada la escala de trabajo 1:25,000. Sin embargo, la fotointerpretación revela numerosos lineamientos.

El espesor de la secuencia fluvio-deltaica es desconocido, pero es probable que alcance cientos de metros bajo la llanura del Río Ameca, disminuyendo al pie de la sierra. En Puerto Vallarta no se registra actividad sísmica histórica de gran magnitud, pero el área está rodeada por zonas de actividad sísmica considerable (ver capítulo de sismología). Un espesor considerable de sedimentos no consolidados puede provocar el fenómeno de efecto de sitio, que consiste en la amplificación de ondas sísmicas si es excitada la frecuencia natural del terreno. Este proceso ha causado daños considerables en la Ciudad de México o Los Ángeles y debe de ser considerado en áreas desarrolladas sobre paquetes potentes de sedimentos fluvio-deltaicos, como el aeropuerto, la planicie del Río Ameca y los esteros de El Salado y El Pitillal.

SEDIMENTOS CLÁSTICOS FLUVIO-DELTAICOS

Los principales cauces que cortan el área de Puerto Vallarta erosionan y depositan sedimentos en los lechos de río y en las planicies de inundación. Las principales corrientes que cortan el área son: Río Ameca, Río Cuale, El Salado, El Pitillal, Santa Marta, Camarones y Nogalito. El sistema del Río Ameca es el más grandes del área, en los alrededores de Puerto Vallarta es una amplia planicie de inundación compuesta por la confluencia de los Ríos Ameca y Mascota cerca de Las Junta, este unidad cubre el 12.43% del territorio y se localiza en la zona norte principalmente.

La zona de inundación es un sistema de baja pendiente, cercana a 0.2% ($<0.1146^\circ$), es un sistema complejo formado por un cauce principal con desarrollo de meandros cuyo radio oscila entre 250 y 500 m, desarrollo de barras de arena y algunas islas de arena. Al observar este río en fotografías aéreas se aprecia que el cauce ha cambiado muchas veces deposición, se interpretan numerosos meandros abandonados y segmentos de cauce abandonados de hasta 3 km de longitud. Este es el caso del Río Ameca, en donde se pueden observar todos los meandros y cauces abandonados; la fotografía mostrada en la figura 8 fue tomada en un vuelo bajo del 2006; esta zona se ha modificado fuertemente y ha habido gran auge de desarrollo urbano. El sistema del Río Mascota es más angosto que el del Río Ameca, pero presenta características similares. El área que ha ocupado el cauce varía en una zona de 2.5 km, en su parte más al sur incluye los terrenos adjuntos al Centro Universitario de la Costa. La figura 9 y 10 muestra la planicie de inundación.

Los depósitos fluviales están formados por sedimentos de composición muy variada, dependiendo del área que sus cauces erosionan. En la desembocadura del Río Ameca se observan arenas compuestas por cuarzo blanco, cuarzo cristalino, feldespatos, fragmentos de roca, cantidades variables de moscovita y ferromagnesianos. Esta composición indica la erosión de rocas volcánicas y rocas.

La granulometría de los sedimentos es muy variable y se presentan desde arenas muy finas y limos hasta cantos rodados de más de 1 m de diámetro. En el lecho y cortes del Río Mascota se observan depósitos conglomeráticos producto de avenidas y probablemente de flujos de detritos metamórficos en el cauce que no fueron reconocidas alrededor de Puerto Vallarta.



Figura 9. Cauce del río Ameca, donde se observa su morfología en la planicie fluvial en la llanura de inundación.



Figura 10. Llanura de inundación en la cuenca del Río Ameca-Mascota, esta zona es cercana al Centro Universitario de la Costa, en el sector norte de Puerto Vallarta.

SEDIMENTOS DE PLAYA

En el área de Puerto Vallarta las playas son muy angostas. Al sur del Río Cuale son principalmente rocosas con bahías pequeñas en donde se encuentran playas arenosas con afloramiento de rocas (ej. Conchas Chinas, Las Estacas), en tanto que al norte las playas son principalmente arenosas. Al norte del Río Cuale la playa está cortada por esteros (e.g. El Pitillal, El Salado, Río Ameca), en tanto que al sur las vertientes desembocan directamente.

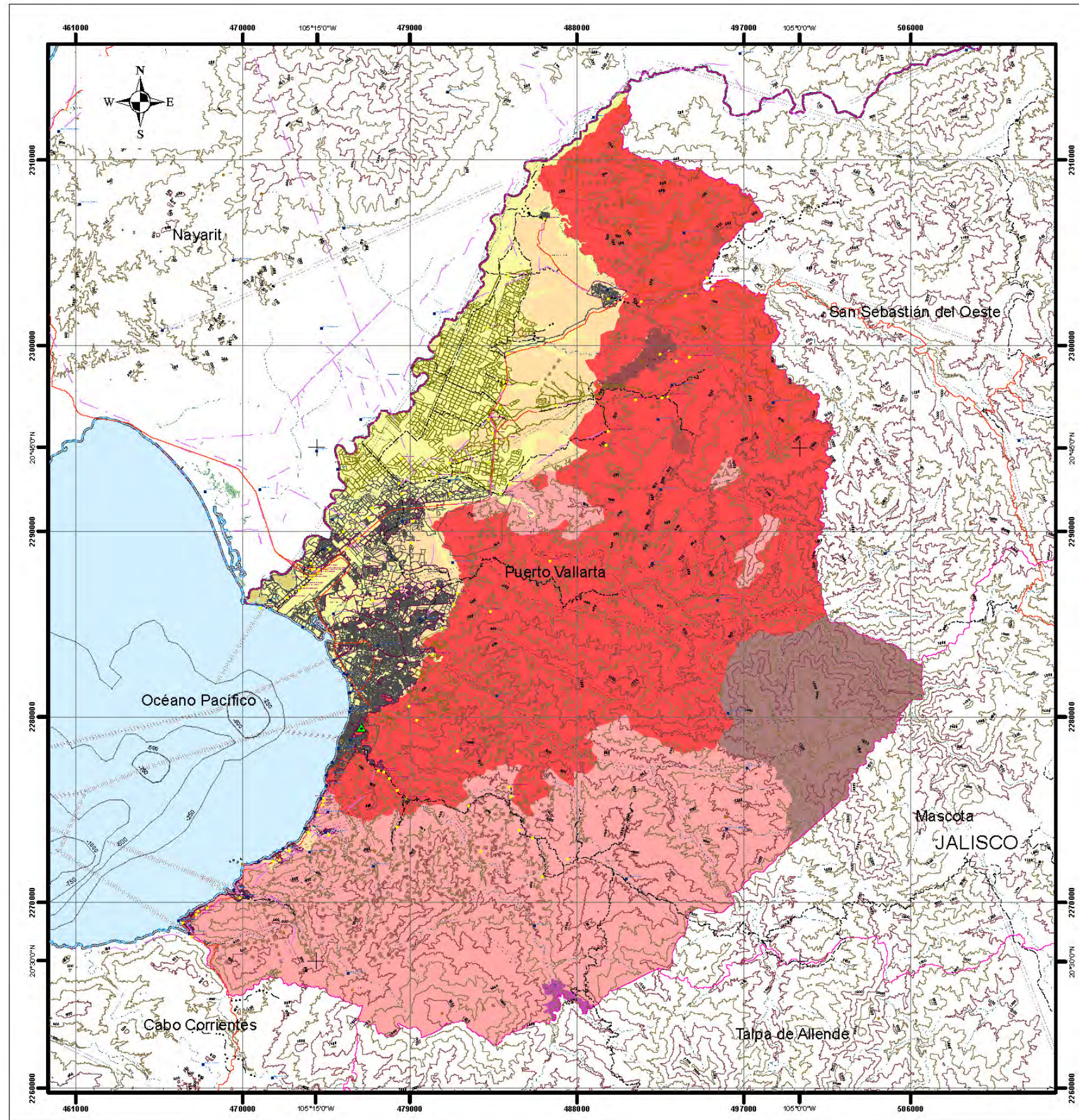
Los depósitos de playa están constituidos por sedimentos clásticos, cuya composición es una función de las rocas inmediatamente aledañas. Las playas tienen pendientes fuertes además de 5°, una berma bien marcada, y anchura reducida de la zona de intermarea con un escalón fuerte y bien marcado en la submarea. Las corrientes fluviales forman esteros en vez de deltas, lo cual indica que la energía del oleaje domina sobre la energía de los cauces.

Estas características son típicas de playas erosivas. No se realizaron zanjas profundas, pero se espera que el espesor de arena sea reducido por las características morfológicas y granulométricas mencionadas. La figura 11 ilustra la zona de playa y la interacción con la infraestructura civil y los ambientes fluviales.

Al norte del Río Cuale las arenas son sub-angulosas a sub-redondeadas, subesféricas, la composición es cuarzo blanco, cuarzo cristalino, feldespatos, fragmentos de roca, moscovita, ferromagnesianos; el tamaño de grano varía de arena fina a guijarros. Al sur del Río Cuale las arenas son angulosas, no esféricas, predomina el cuarzo cristalino > feldespatos ± ilmenita, magnetita, ferromagnesianos, – fragmentos de roca, – micas; el tamaño de grano varía de arena media a canto rodado.



Figura 11. Playa al norte del río Pitillal donde tiene un uso turístico, en la fotografía inferior se observa la dispersión de sedimentos en la Bahía provenientes de la desembocadura del río Pitillal. Obsérvese la presencia de un espigón de rocas como modifica el proceso de depósito de arena en la playa, al norte esta geoforma presenta una amplitud mayor que la ubicada al sur de este montículo de rocas. Existe esta práctica común a lo largo de la línea costera del municipio, ello que genera un desequilibrio importante en la dinámica de depósito de arena, que se ha reflejado en constantes hundimientos y deslizamientos.



MAPA BASE GEOLÓGICO

ATLAS DE RIESGOS NATURALES

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano

Coordinación Municipal de Protección Civil y Bomberos Puerto Vallarta, Jalisco

Gobierno Municipal 2013-2015
Puerto Vallarta, Jalisco

Unidad de Catastro

Departamento de Geología y Minería

Número de obra: 4148-07-PV-05-104
Número de expediente: PP14/148677AD/00615
Puerto Vallarta, Jalisco

MDT DE FONDO: NO
CURVAS: 200m 27_MB_GEOLÓGICO

Simbología Base

▲ Cabecera Municipal	— Vialidad	□ Límites
● Localidad	— Carretera	□ Área Urbana
● Hidrológico	--- Terracería	□ Urbana
● Antrópico	--- Brecha	□ Ejidal
● Localidad	— Curvas	□ Puerto Vallarta
● Orográfico	— Bstimetría	□ Jalisco
CFE	THIP_200	□ Nayarit
— Línea de Transmisión	— Costa	□ Océano Pacífico
— Maestras	— Auxiliares	□ Límites Municipales

Temática

Riesgos Naturales	Geología
□ Área Natural Protegida	■ Cobas de las Ocotillas
■ Bloque de Arena en Cauces I	■ Metamórfica
■ Bloques	■ Sedimentos Antrópicos Conglomerado
■ Cauces I	■ Sedimentos Fluvio-Deltaicos
■ Cuerpo de Agua	■ Ignea
■ Isla	■ Ignea Extrusiva
■ Océano Pacífico	■ Ignea Intrusiva
■ Cauce Antrópico	■ Ignea Intrusiva y Granítica

Lineamientos y Fallas

■ Fallas
■ Fracturas
--- Lineamientos Subcorticiales
--- Lineamientos Céntricos

0 2 4 8
km 1:297,427

REFERENCIA GEOGRÁFICA

Proyección cartográfica: Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 13 Norte.
Datum de referencia: WGS84, compatible con ITRF98 época 2010.0

FUENTES:

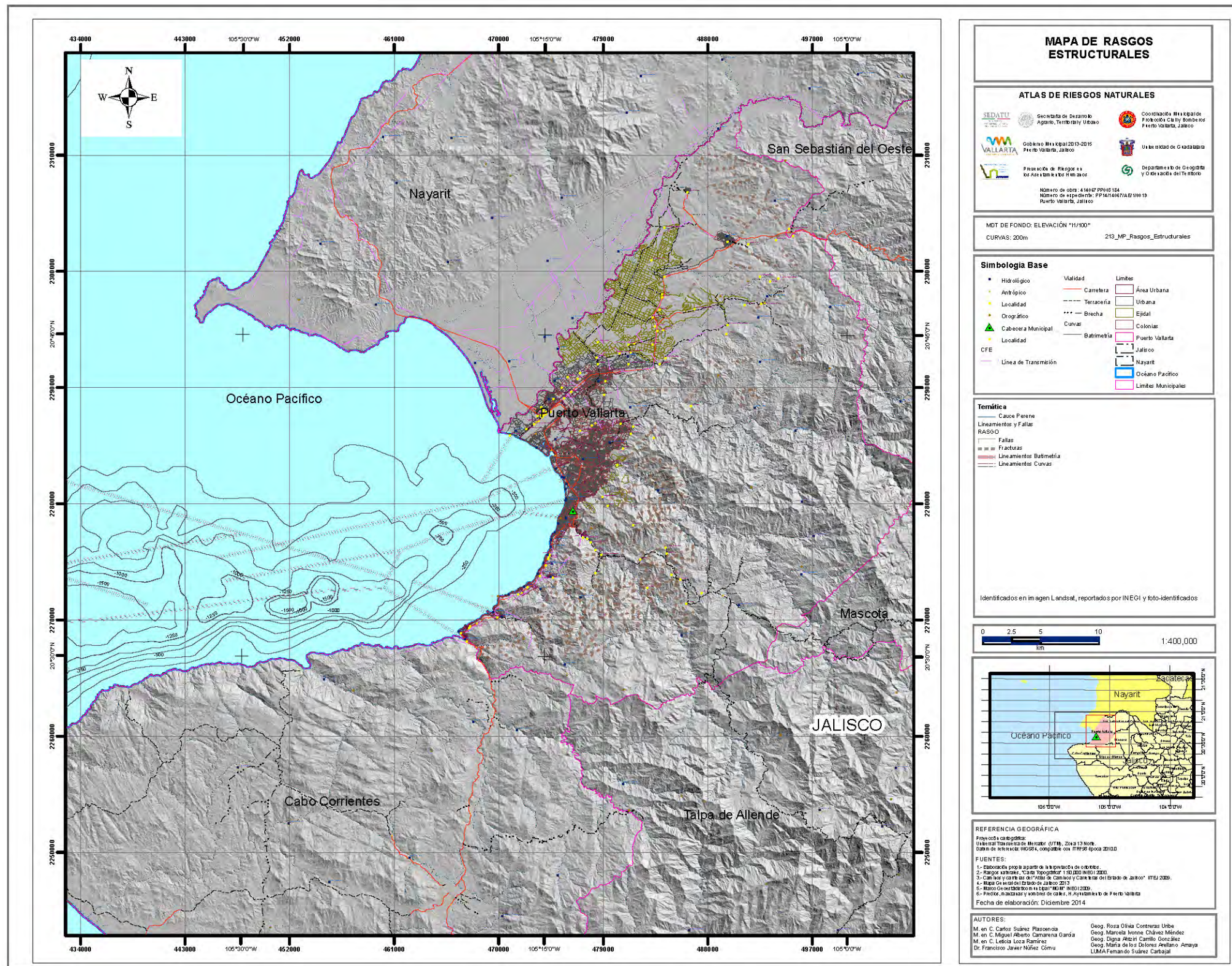
- 1- Elaboración propia a partir de la información de SEDATU.
- 2- Planos de terreno, Carta Topográfica 1:50,000 INEGI 2000.
- 3- Caminos y carreteras del Atlas de Caminos y Carreteras del Estado de Jalisco 2009.
- 4- Mapa Geológico del Estado de Jalisco 2013.
- 5- Mapa Geológico del Estado de Jalisco INEGI 2009.
- 6- Perfil, secciones y volúmenes de caídas, H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta.

Fecha de elaboración: Diciembre 2014

AUTORES:

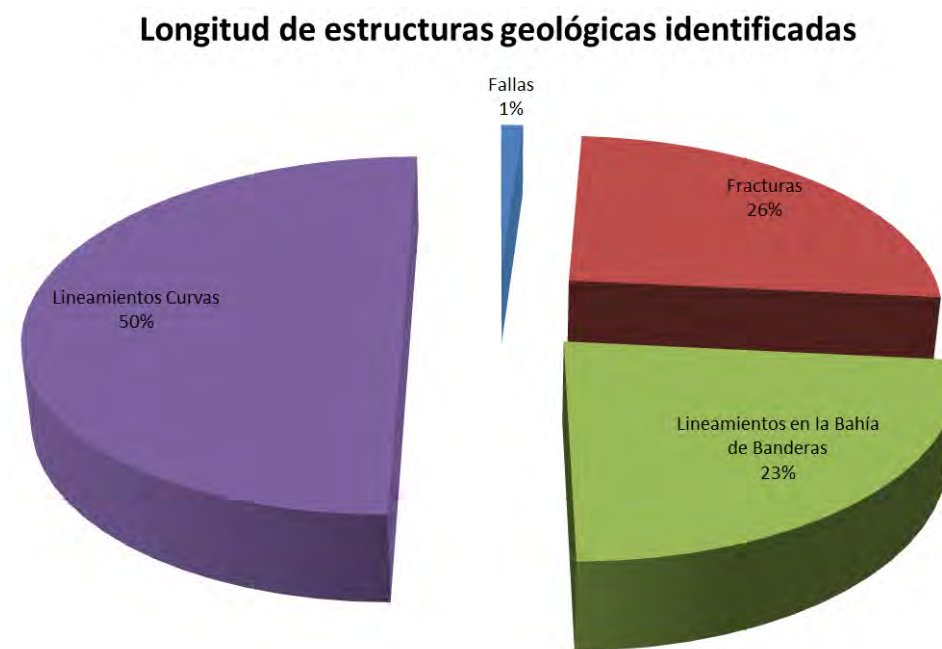
M. en C. Carlos Suárez Plasencia	Geog. Rosa Olivia Contreras Uribe
M. en C. Miguel Alberto Camarena García	Geog. Marcela Ivonne Chávez Méndez
M. en C. Leticia Loza Ramírez	Geog. Digna Arzén Camillo González
Dr. Francisco Javier Nuñez Cónu	Geog. María de los Dolores Arellano Araya
	LUMA Fernando Suárez Carbajal

Mapa 11. Mapa Geológico que identifica ocho unidades litológicas, así como los rasgos estructurales de fallas, fracturas, lineamientos y curvolineamientos.



Estructuras	Cantidad	Longitud m
Fallas	1	13,075.1243
Fracturas	142	302,870.776
Lineamientos en la Bahía de Banderas	16	278,367.087
Lineamientos Curvas	55	594,750.825

Cuadro 7



Gráfica 7

Mapa 12. Mapa de rasgos estructurales identificados en la zona de estudio, la cartografía presenta los reportados por el INEGI, así como los identificados en la imagen satelital Landsat, en el MDE.

3.4. Edafología

La diversidad geológica y de climas aunados a los procesos geomorfológicos en el territorio municipal, ha dado como resultado una serie de suelos que se caracterizan en las geformas presentes, Las unidades identificadas por el INEGI (1976) son:

- En las Sierra de pendiente abrupta y crestas afiladas y de crestas redondeadas se ubican los Luvisoles, Regosoles Eutricos, Feozem háplico, Litosoles y cambisol eutrico;
- En las terrazas marinas se identifican suelos de tipo Litosol, Regosol éutricos y cambisol eutrico;
- En la llanura de inundación se han desarrollado son fluvisoles éutricos,
- En la planicie costera se identifican solonchak gleyco litosoles con regosoles

Feozems (H)

Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos, desde planos hasta montañosos. Pueden presentar casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales. Están caracterizados por presentar una capa superficial oscura suave, rica en materias orgánicas y nutrientes. Son suelos que en función al clima relieve etc. tienen usos variados. En la zona de estudio se localizan Feozems Háplico (Hh) en la zona norte del municipio entre el Aeropuerto e Ixtapa, acuñándose en la zona de la Desembocada, entre suelos Litosoles y fluvisoles del río Ameca, el área de la Sierra de Vallejo está cubierta de este tipo de edafología, que presenta una fertilidad moderada a alta.

Litosoles (I)

Tienen una profundidad menor de 0.10 m, limitada por las rocas granitoides que forman la mayor parte del área montañosa del municipio; se encuentran en la topografía crestas agudas y pendientes abruptas, al ser de roca la mayor parte de la superficie esto determina que no tenga capacidad de uso, ni sea recomendable realizar en ellos ningún tipo de utilización agropecuaria o forestal, debido a que provocarían la pérdida total del escaso espesor del suelo, pues estas características lo condicionan a una erosionabilidad demasiado elevada. Se localizan en una franja este-oeste en el sector norte del municipio, la cual cubre una parte de la Sierra de Vallejo, así como en el sector sur desde el área de La Punta Negra hasta Boca de Tomatlán.

Solonchak (Zg)

Son suelos de tipo salinos, ocupan la zona de estero El Salado y de Boca de Tomates, estas topografías son depresiones cercanas a la línea de costa y se inundan periódicamente por más de 8 meses del año con aguas dulces y agua del mar; sus colores varían de pardos oscuros en superficie a más claros y brillantes en profundidad; presenta horizonte de diagnóstico (n) sódico, su pH es mayor de 8.5 por la presencia de sales solubles. Estas características los hacen suelos problemáticos para la urbanización al ser suelos de tipo expandibles en condiciones de humedad y de dilatación cuando están secos.

La formación de estos suelos se caracteriza por presentar procesos con ciclos de movilización, redistribución y acumulación de cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos sódicos, cálcicos y magnésicos. Su uso agrícola es adverso para el crecimiento de la mayoría de los cultivos y sólo se cubren por pastos salados y manglares. Se clasifican como suelos corrosivos en donde el concreto y el acero necesitan tratamiento y protección.

Regosoles eutricos (Re)

Suelos poco desarrollados, formados a partir de la intemperización de rocas graníticas en la topografía de crestas agudas y pendientes abruptas donde se identifica la Sierra de Vallejo que cubre el sector oriente, nororiental y sur del municipio y suroriental de la cabecera municipal; generalmente tienen más de 100 cm de profundidad. El horizonte de diagnóstico es un "A" ócrico o úmbrico con estructuras poco desarrolladas y sueltas; las texturas son gruesas y varían de arenas limosas a arenas; los colores se caracterizan por pardos claros; sus pH's varían de neutros a ligeramente alcalinos.

En la Sierra de Vallejo que se caracteriza por terrenos abruptos de taludes bajos, medios y altos, con pendientes mayores de 8°. La vocación de estos suelos es forestal de bosques mixtos, matorrales de encinos y selvas bajas. En materiales alcalinos, soportan el uso agrícola moderado, mismo que está condicionado por la profundidad y la pedregosidad superficial, así como, la disponibilidad de agua. Son suelos granulares

suelos que en presencia de flujo de agua puede crear procesos de sofusión, ocasionando daños estructurales a las edificaciones y descubrir instalaciones, también debido a la inestabilidad del suelo se generan procesos de remoción y deslizamientos, como lo es la zona sur de Puerto Vallarta en las colonias Amapas, en las vertientes del río cuales y en Conchas Chinas, las cuales sufren de forma recurrente deslizamientos que afectan a las edificaciones e infraestructura.

Fluvisol eutríco (Je)

Son suelos de poco desarrollados, someros o profundos, asociados a depósitos fluviales, generalmente con una clara estratificación cruzada de sus capas. Presentan un horizonte de diagnóstico "A", ócrico, mólico o úmbrico; carecen de estructura o ésta es muy incipiente, su textura es gruesa, sus colores varían de amarillo a gris pálido y los pH's varían de ligeramente ácidos hasta alcalinos. Por su incipiente desarrollo, son suelos muy vulnerables a la erosión, aunque también pueden ser sujetos de intensas cárcavas por los torrentes de agua. Su vocación es forestal con bosques de galería, aunque se les utiliza en la agricultura en las planicies fluviales de inundación. Tienen gran variedad de usos, bajo riego dan buenos rendimientos agrícolas de cereales y leguminosas, también se usan en la ganadería y pastizales, pastoreos o cultivos de hortalizas. En el territorio de Puerto Vallarta se localizan en las zonas de inundación de los ríos Ameca, Mascota, Pitillal, El Cuale, El Mismaloya y Los Horcoenes, siendo en los dos primeros donde cubren una mayor superficie.

Cambisoles (B).

Esta unidad caracteriza los suelos que se encuentran con etapas de formación truncadas, por erosión o cubrimiento con capas de materiales de brechas y tobas volcánicas. La pérdida de cobertura forestal por usos inadecuados del suelo, la pendiente siempre mayor de 6° (12 %) en la que se encuentran estos suelos, así como el delgado manto del horizonte "A" y la permeabilidad del "B" cámbrico, favorecen escorrentías intensas que han erosionado profundamente los materiales edáficos del suelo y subsuelo.

La elevada vulnerabilidad a la erosión hídrica, disminuye las posibilidades de usos agrícolas o pecuarios, en estos suelos, y los restringe a la vida silvestre o silvícola con prácticas y manejos muy precisos. Son suelos arcillosos que se expanden según el grado de agua que absorban, al secarse se contraen, lo que provoca agrietamientos, estos movimientos producen rupturas en redes de agua y drenaje y cuarteadoras en las construcciones. Los Cambisoles Eutrícos (Be), agrícolamente son aprovechables para cultivos regionales, la productividad es de moderada a alta, según fertilización. Se ubican en el área urbana de El Ptillal, La Carbonera y La Trompeta, así como áreas reducidas en la topografía de Terrazas marinas.

Las características de las unidades edafológicas se muestran en el siguiente cuadro y gráfica.

Unidad Litológica	Superficie	%
Residual	421.907673	0.38
Cambisol Eutríco	8977.53248	8.11
Feozem Háplico	20615.4593	18.63
Fluvisol Eutríco	3553.50378	3.21
Litosol	19582.9594	17.70
Regosol Eutríco	53952.2918	48.76
Solonchak Gleyico	3554.67365	3.21

Cuadro 8

Distribución de las unidades edafológicas en el municipio

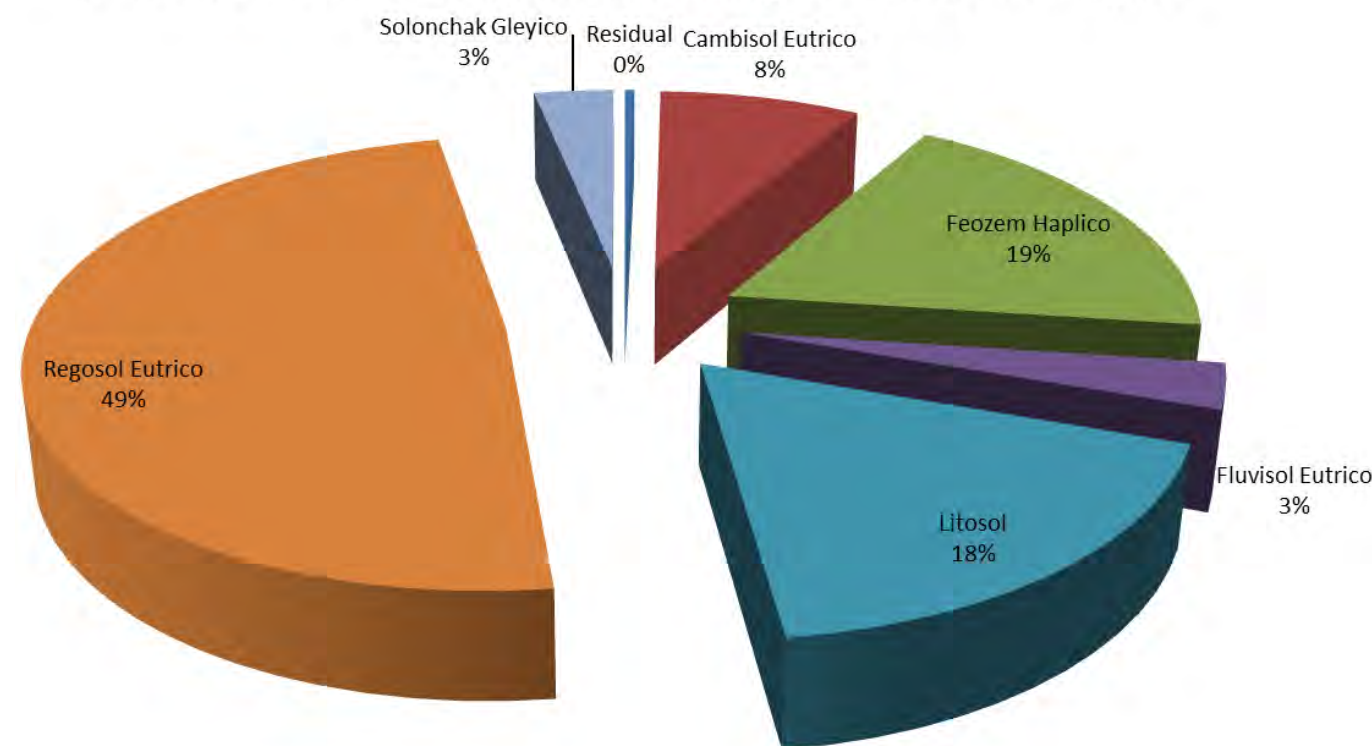
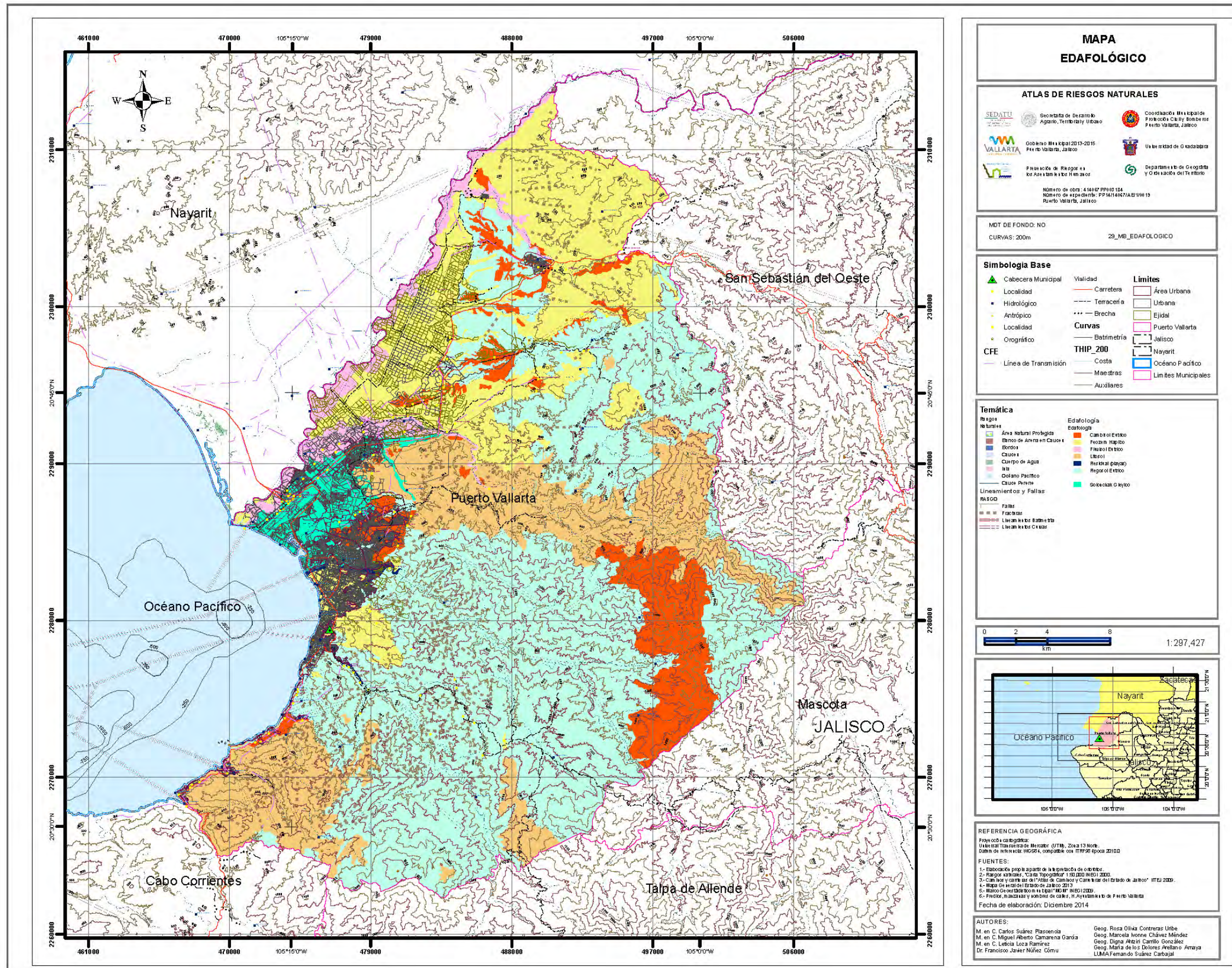


Gráfico 8



Mapa 13. Mapa Edafológico que identifica siete unidades de suelos predominando las unidades de regosol eutróico, feozem haplico y litosoles.



3.5. Hidrología (corrientes y cuerpos de agua)

Las cuencas hidrográficas siguen siendo consideradas como la unidad del territorio fundamental para la planeación, aprovechamiento y el manejo de recursos naturales. Sin embargo, uno de los principales problemas para los científicos y tomadores de decisiones es la falta de información que muestre la descripción detallada de la cuenca en base a sus diferentes características y dimensiones, su respuesta hidrológica y su delimitación consensuada (Santillán, et al. 2004).

El municipio de Puerto Vallarta es drenado por cinco subcuencas que pertenecen a dos regiones hidrológicas N° 14 (RH14) Río Ameca con un área de 12,253.48 km² y la N° 13 (RH13) Hucicila que cuenta con un área total de 4,981.39 km² (figura 12).

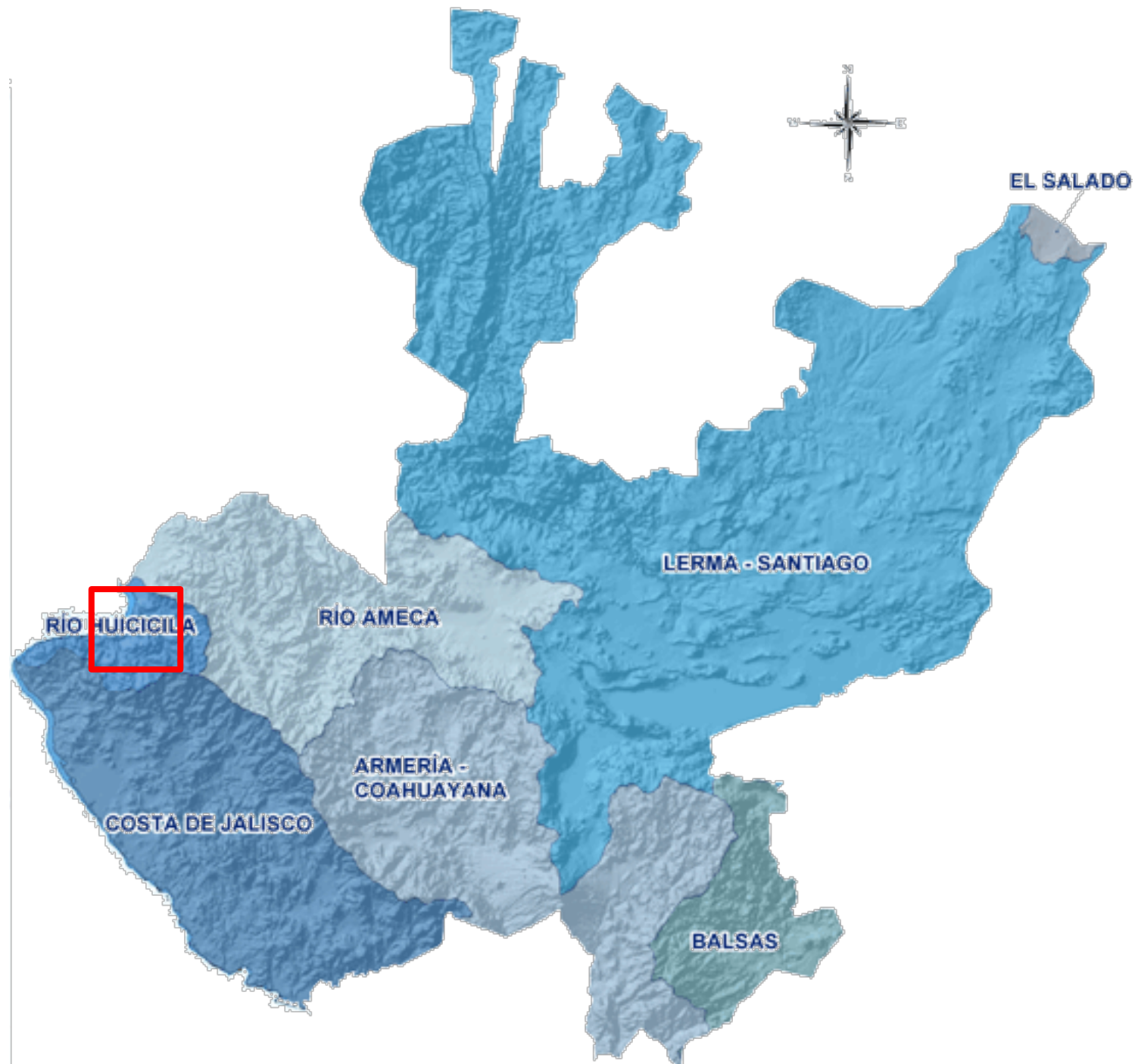
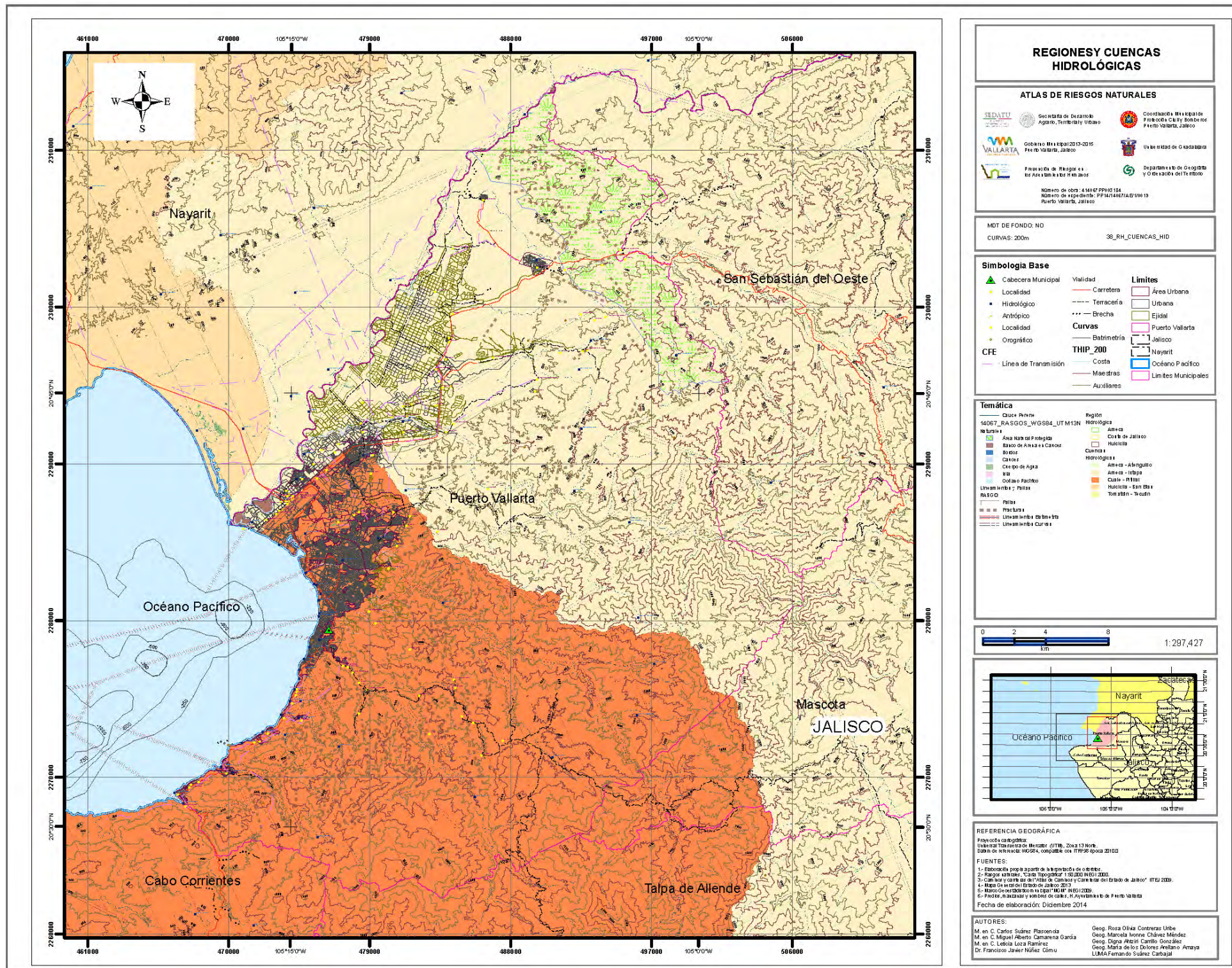


Figura 12. Mapa de las regiones hidrológicas del estado de Jalisco, donde el cuadro rojo ubica la municipio de Puerto Vallarta dentro de las regiones del Río Ameca y el Río Huicicila.

3.6. Cuencas y Sub-cuencas

En la zona de estudio se identifican cinco cuencas hidrológicas, siendo la de mayor superficie la RH14C Ameca-Ixtapa que cuenta con una superficie de 3431.4213 km² donde se ubican los municipios de Puerto Vallarta, San Sebastián del Oeste, Mascota, Mixtlán, Atenguillo, Talpa de Allende y Bahía de Banderas en el estado de Nayarit, la segunda es la Cuale-Pitillal con 1,487.7136 km².



Cuencas	Superficie Hectáreas	%
Ameca - Atenguillo	30711.3401	4.55
Ameca - Ixtapa	343142.13	50.82
Cuale - Pitillal	148771.396	22.03
Huicicila - San Blas	52223.4336	7.73
Tomatlán - Tecuán	100402.72	14.87

Cuadro 9

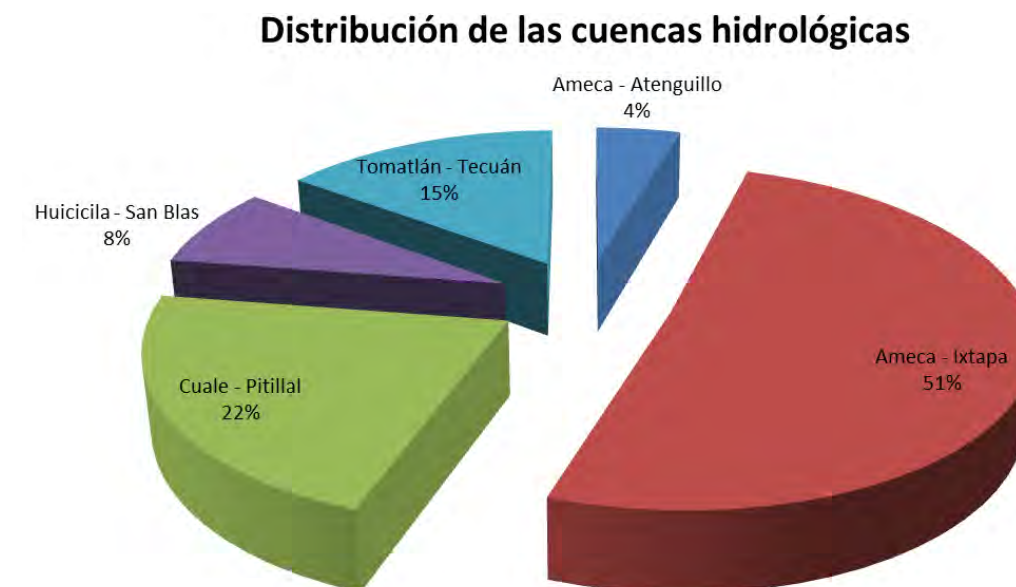
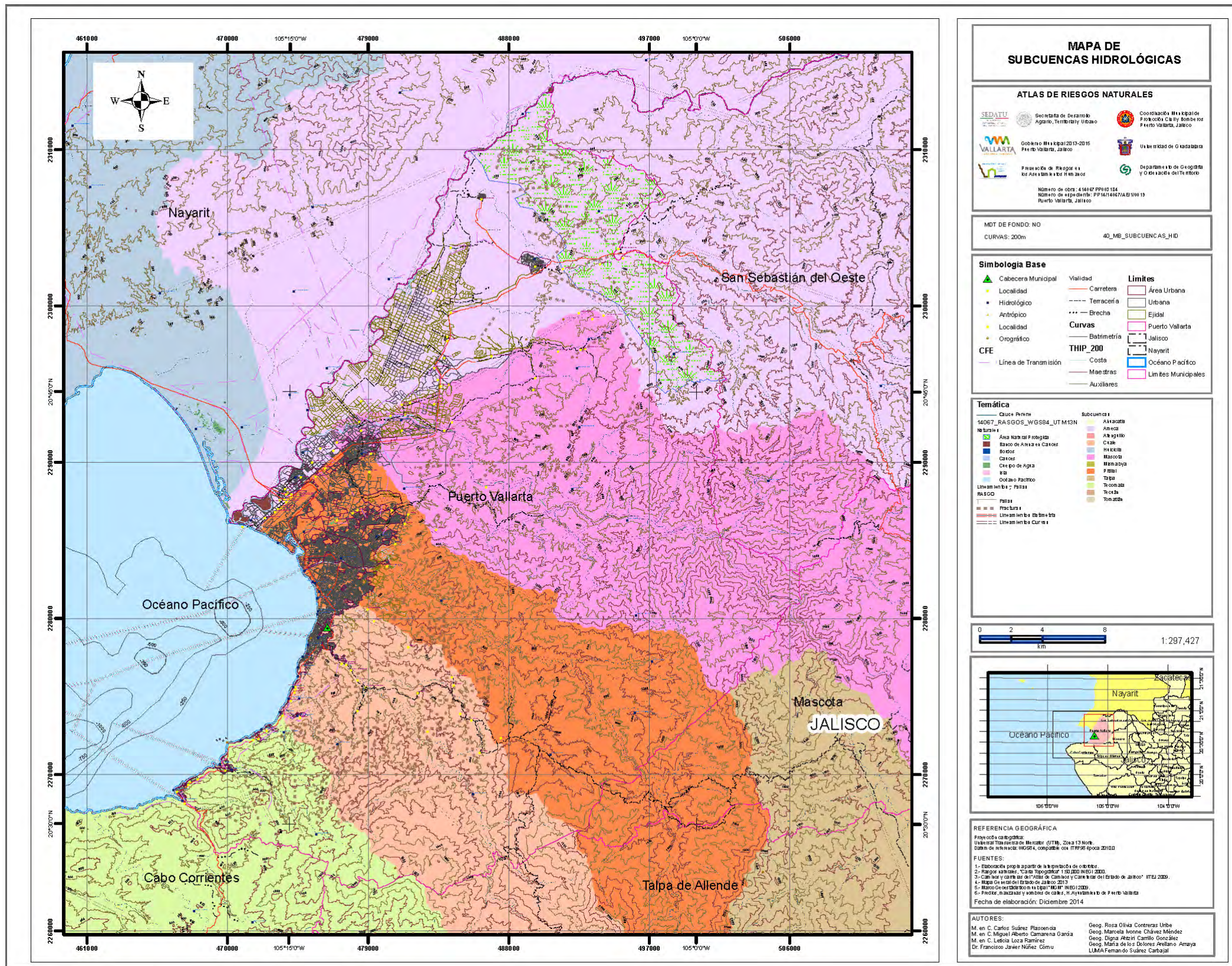


Gráfico 9

Mapa 14. Regiones y Cuencas hidrológicas que drenan el municipio, donde las que drenan mayor superficie son la Ameca-Ixtapa con el 51% y la Cuale-El Pitillal con el 22.03%

Estas cuencas se subdividen en 12 subcuencas hidrológicas, entre las que destacan la Ameca con el 29.76%, la Mascota con el 17.10%, Tecomala con 8.24% y Huicicila con el 7.73%. el siguiente mapa muestra estas subcuencas.



Mapa 15. Mapa de identificación de las doce subcuencas hidrológicas que drenan la zona de estudio.

Cuencas	Superficie Hectáreas	%
Ahuacatla	89.1029202	0.01
Ameca	200938.397	29.76
Atenguillo	499.194951	0.07
Cuale	30607.7545	4.53
Huicicila	52223.4336	7.73
Mascota	115500.642	17.10
Mismaloya	6420.54812	0.95
Pitillal	42350.4828	6.27
Talpa	56826.134	8.42

Cuadro 10

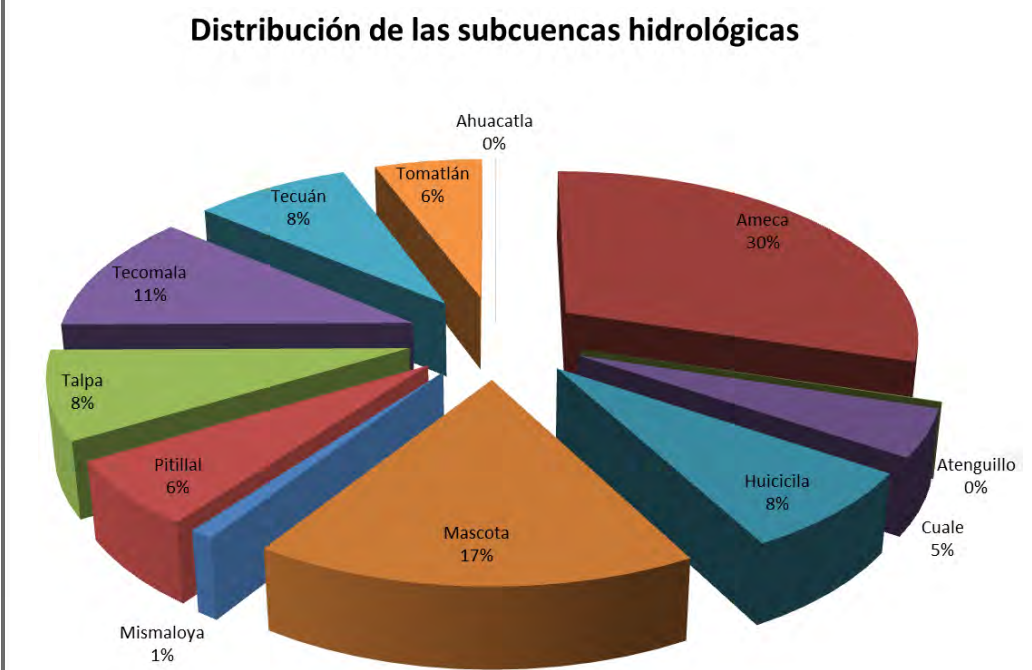
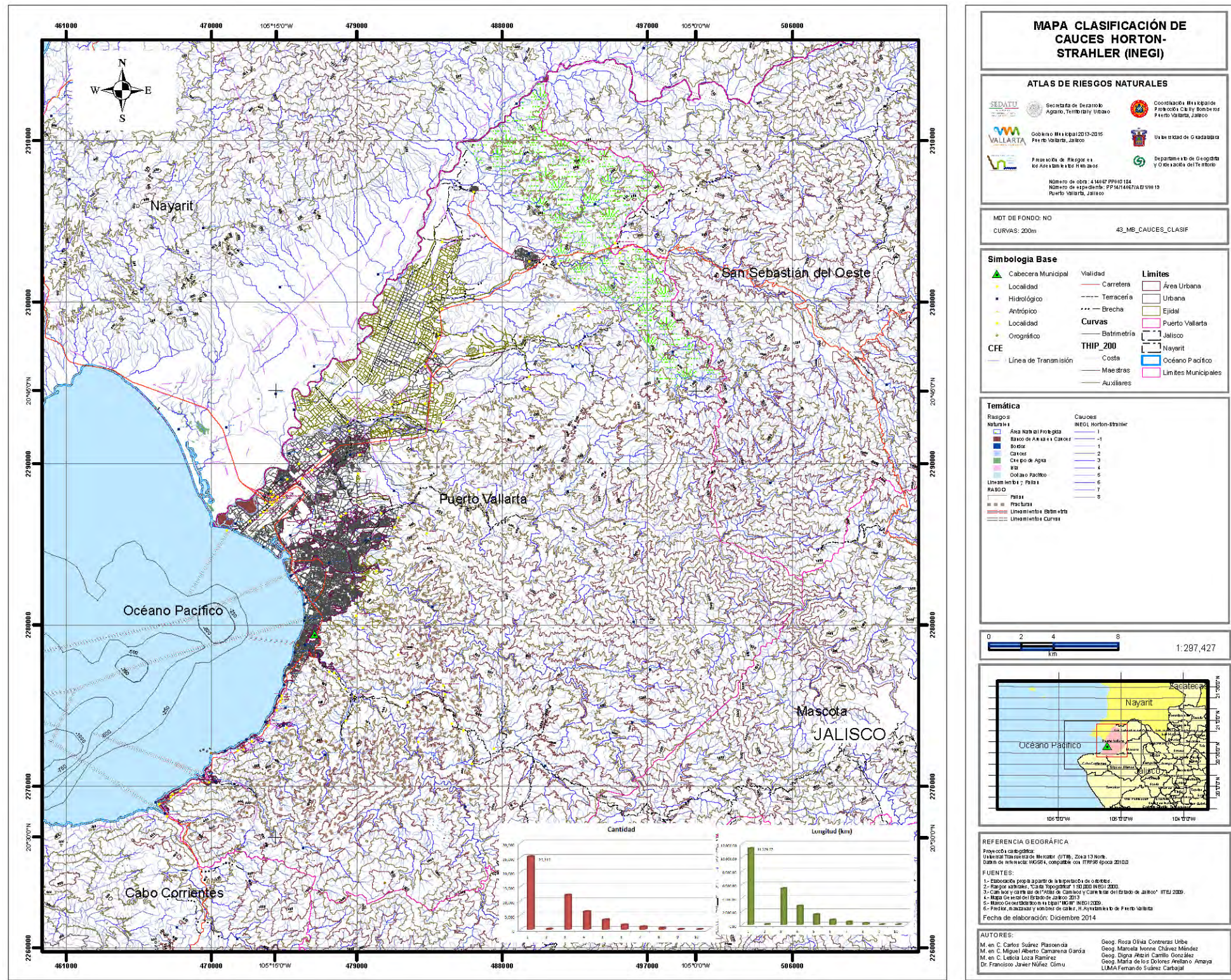


Gráfico 10

En el municipio se identificaron las siguientes corrientes y cuerpos de agua.

Municipio	Ríos	Arroyos	Cuerpos de Agua
Puerto Vallarta	Río Ameca Río Mascota Río Pitilla Vena de Santa María	Río el Cuale Río Mismaloya Río Horcones	Camarones Las Amapas Las Estacas. El Carrizo Palo María Estero El Salado Estero Boca de Tomates



Mapa 16. Mapa de clasificación (Horton-Strahler) de los cauces que drenan el municipio y la región geográfica adyacente.

MAPAS DE LAS SUBCUENCAS Y MICROCUENCAS QUE DRENAN EL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA.

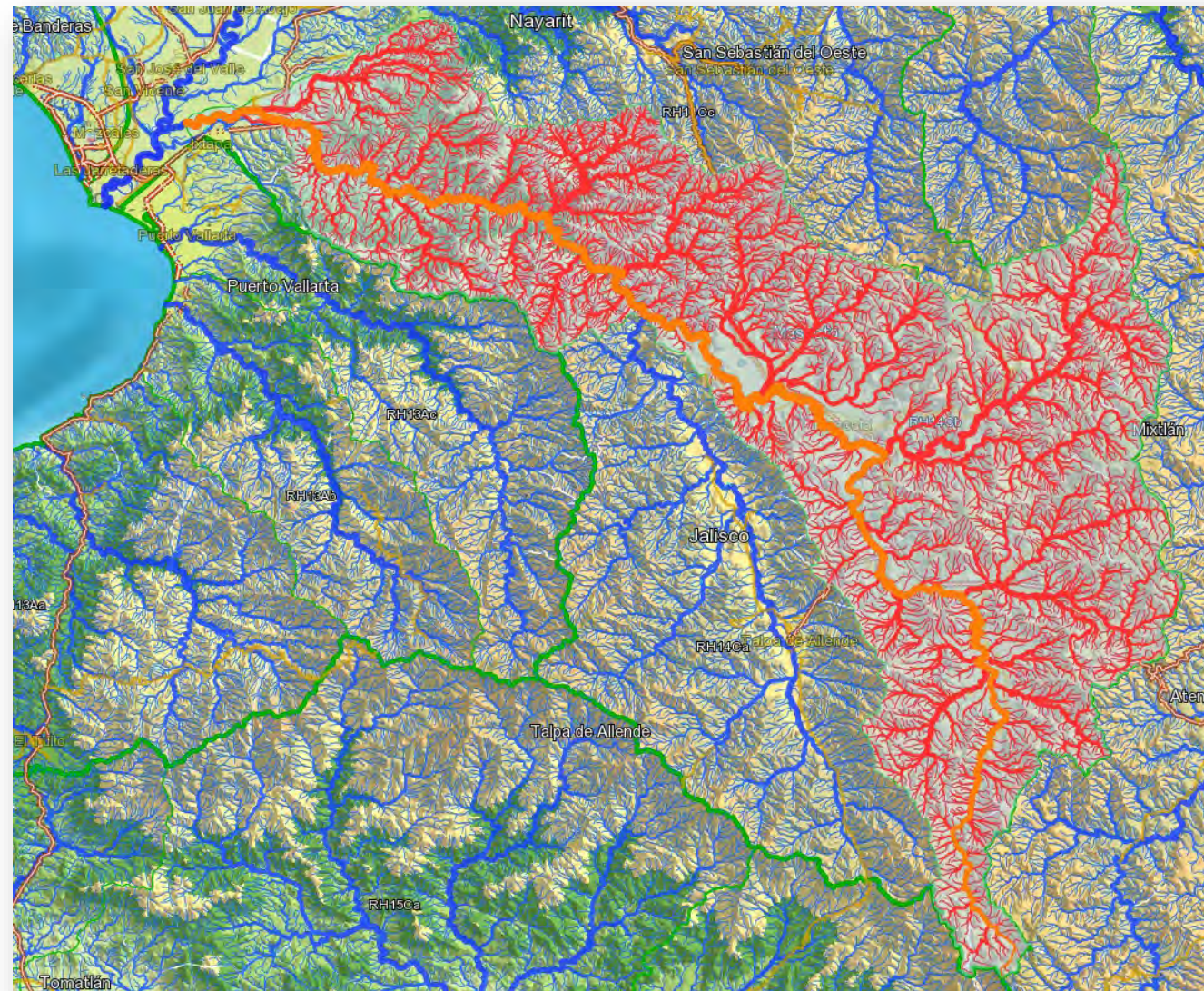


Figura 13. Subcuenca del río Mascota (RH14Cb) con una superficie de 1,155.009 km² y es capturado por el río Ameca en el sector noroeste del municipio.

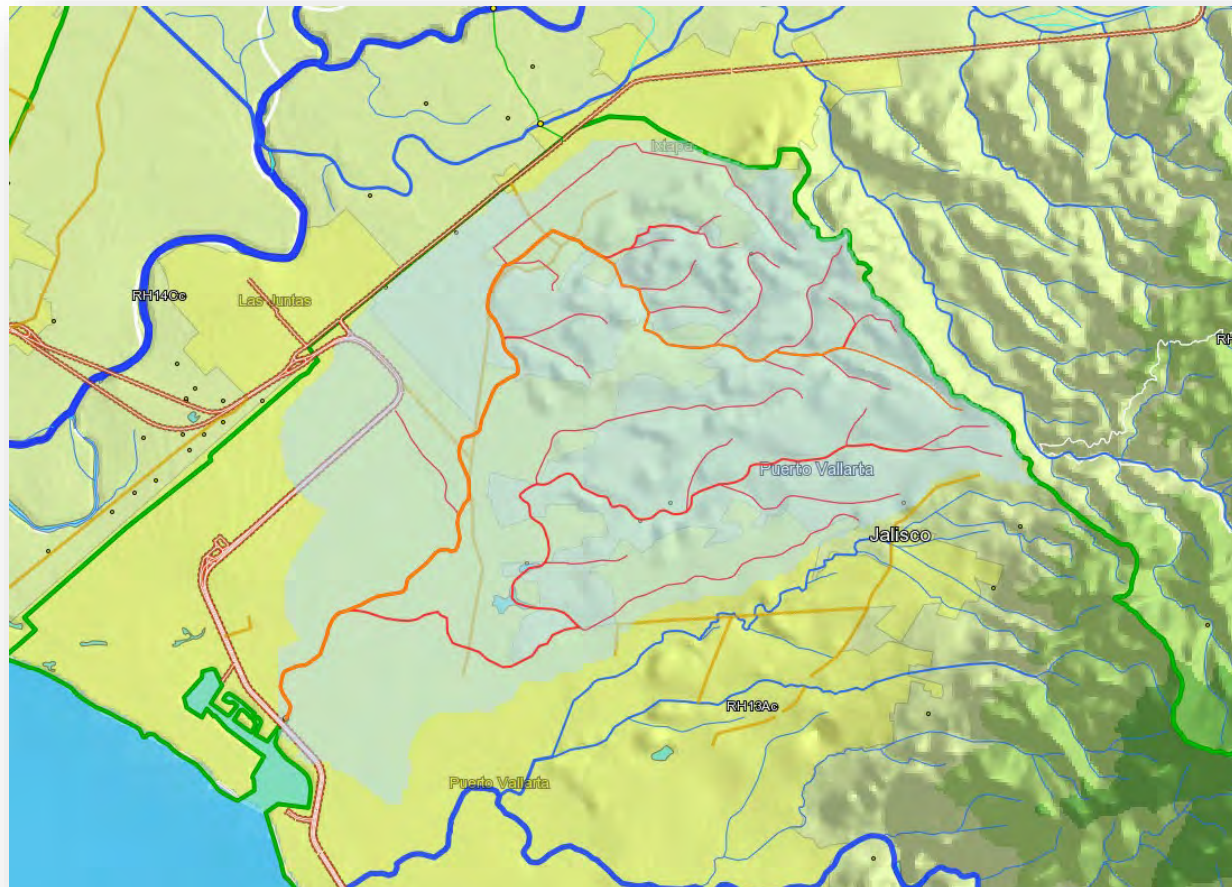


Figura 14. Microcuenca del estero El Salado con una superficie de 25.92 km² y drena en la terminal marítima de Puerto Vallarta

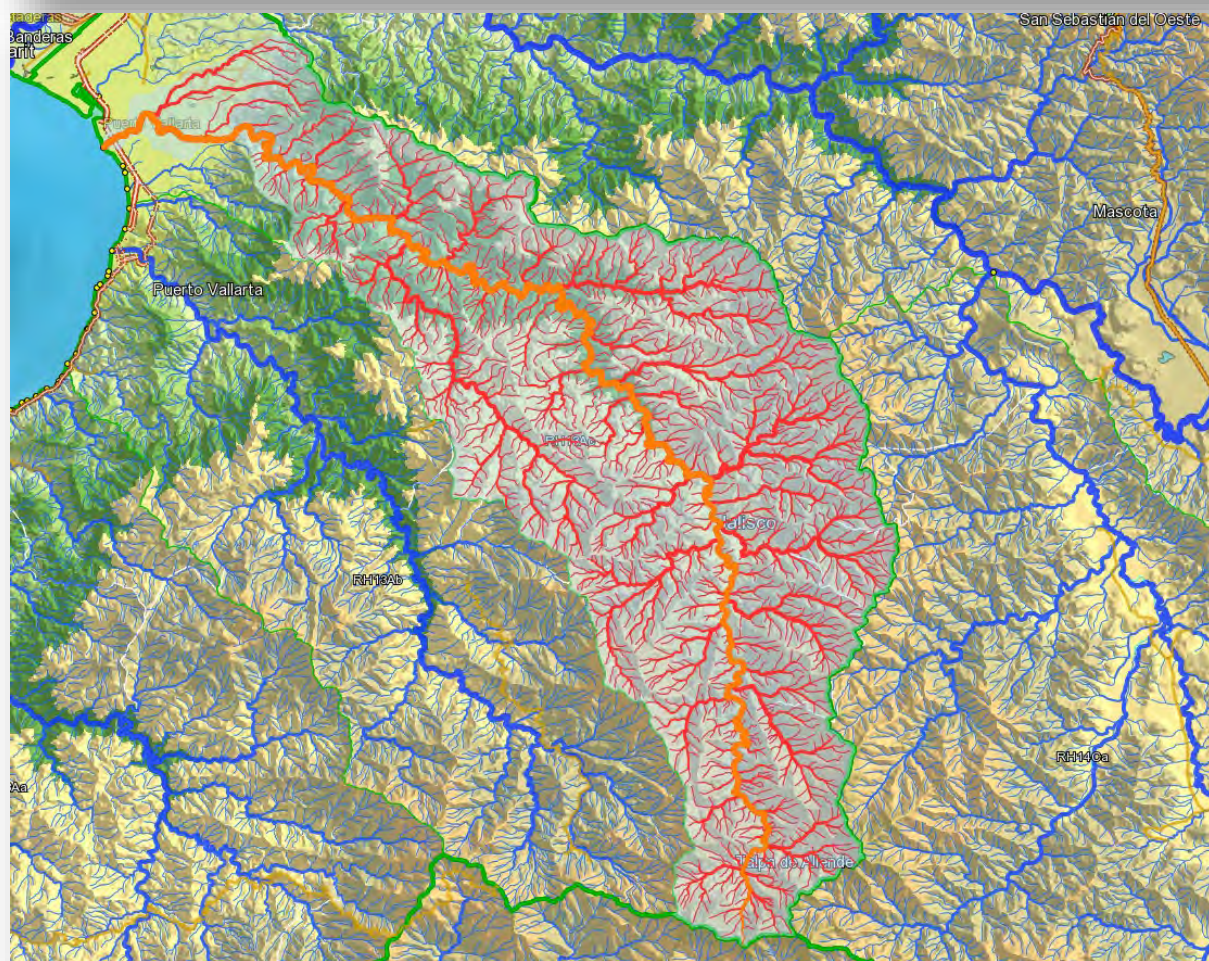


Figura 15. Subcuenca del río Pitillal (RH13CAc) con una superficie de 423.504 km² y drena hacia la Bahía de Banderas.



Figura 16. Microcuenca de la Vena de Santa Marta, con una superficie de 376.76 km² y drena en la Bahía de Banderas y tiene un orden jerárquico de tres.



Figura 17. Microcuenca del río Camarones con una superficie de 10.56 km² y drena en la Bahía de Banderas, el orden jerárquico es de cuatro.



Figura 18. Subcuena del río Cuale con una superficie de 306.077 km² y drena en la Bahía de Banderas.

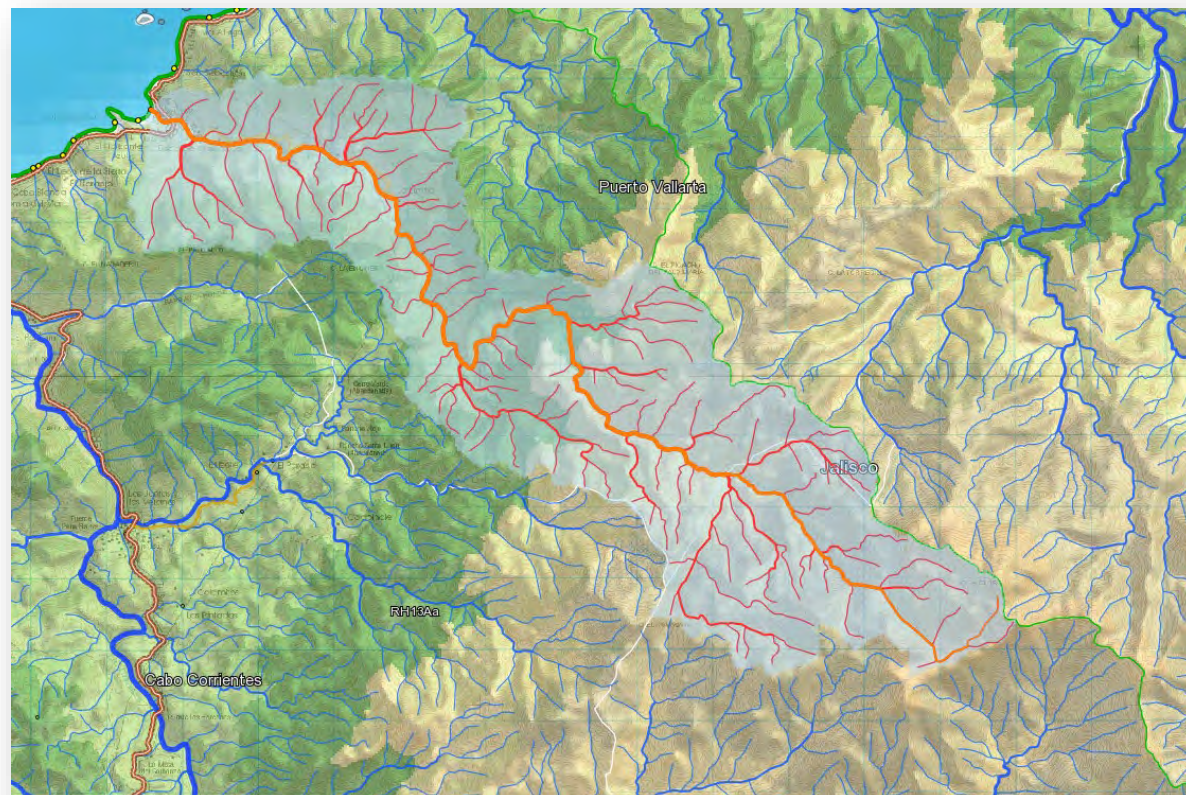


Figura 19. Subcuena del río Mismaloya con una superficie de 64.205 km² y drena en la Bahía de Banderas. Su orden jerárquico es de cuatro.



Figura 20. Microcuenca del río Horcones (RH13Aa) con una superficie de 254.74 km² y drena en la Bahía de Banderas.

Análisis Morfométrico de la Hidrología de la Subcuenca Ameca.

Esta microcuenca para el Atlas de riesgos se delimito a partir de la captura del río Mascota, y no a partir de su origen que inicia en el Bosque de la Primavera en los municipios de Tala y Zapopan, en el sector poniente del Área Metropolitana de Guadalajara.

La subcuenca es de tipo dendrítico, con un cause principal anastomosado, que presenta una gran cantidad de meandros abandonados y activos y el cual captura una gran cantidad de corrientes de temporal de primero y segundo orden.

La subcuenca en esta sección tiene una extensión de 67.9120 km², con un perímetro de 112.00 Km, y tiene una forma ovalada alargada, que termina en un amplio delta al desembocar en Bahía de Banderas. El índice de compacidad de la microcuenca es de 3.833, que nos indica una forma alargada. La densidad de drenaje promedio es de 1.04 km/km², esto es un kilómetro aproximado de arroyos por cada km² de superficie dentro de esta, lo que significa una promedio moderado. El cauce más largo de esta es el río Ameca y posee una longitud de 24.40 km y la totalidad de corrientes en la red en esta zona es de 406.17 km.

Esta subcuenca se ha desarrollado un sistema de drenaje de sexto orden y de carácter permanente en el cauce del río Ameca y de temporal en el resto de los drenes que forman esta red. Este cauce tiene una pendiente del 4.60 % hacia el suroeste, con un coeficiente de sinuosidad de 1.10 que significa casi recto, con una ligera curvatura.

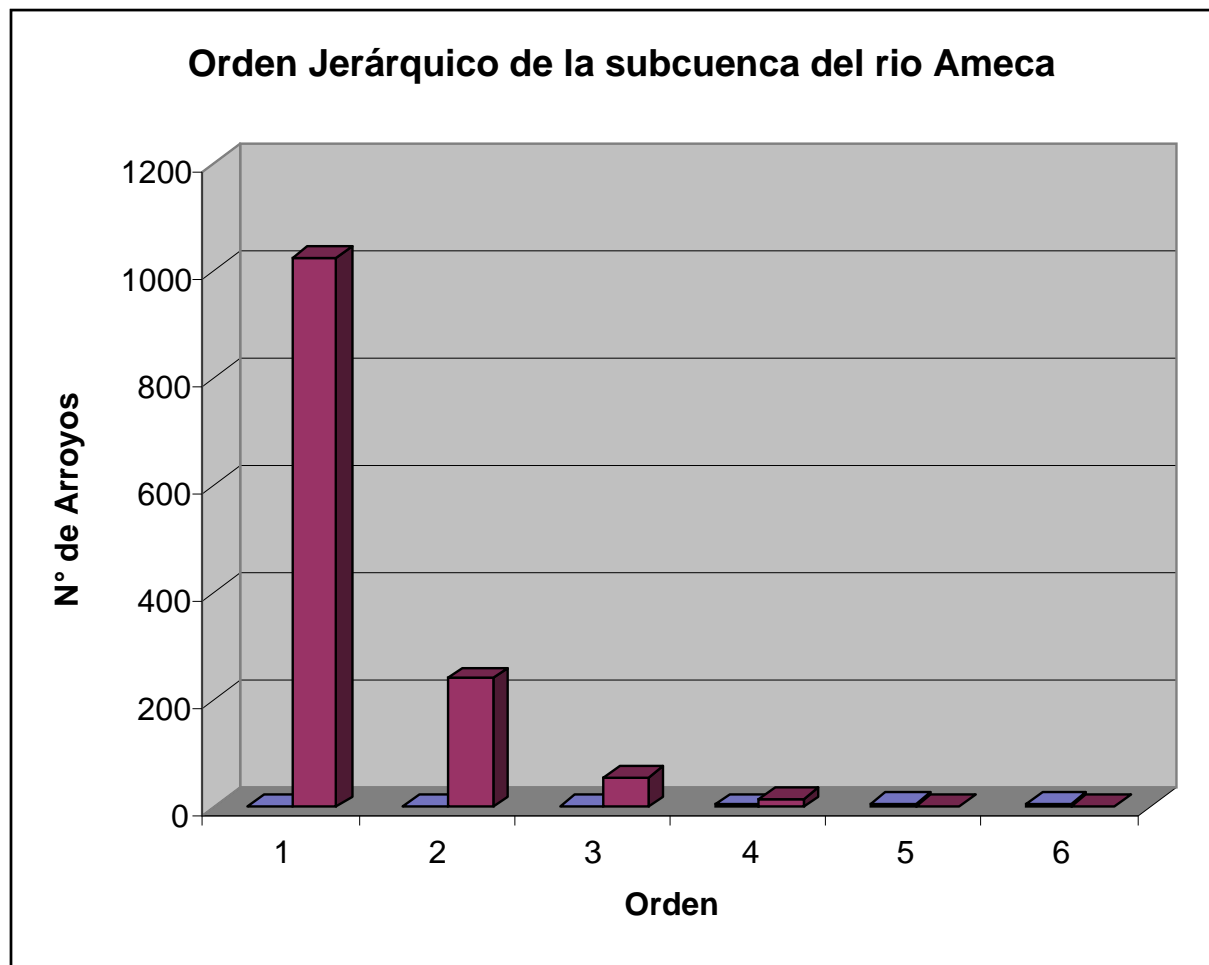


Figura 21. La jerarquización de los cauces de la microcuenca es sexto orden.

Análisis Morfométrico de la microcuenca del Estero el Salado.

Esta microcuenca se localiza en el sector centro-norte del municipio, esta microcuenca se ubica totalmente dentro del territorio municipal, y drena cuatro unidades geomorfológicas, una zona de montañas graníticas, un depósito de conglomerados y terrazas marinas elevadas, y un piedemonte bajo y planicie palustre, en esta última se ubica el estero El Salado.

La microcuenca del Salado, es de tipo detrítico, con un estero en la parte baja que captura la totalidad de los cauces de temporal de primero y segundo orden.

La cuenca tiene una extensión de 25.92 km², con un perímetro de 61.00 Km, y tiene una forma ovalada, que desemboca en la zona de Marina Vallarta. El índice de compacidad de la microcuenca es de 2.67, que nos indica una forma semicircular u ovalada. La densidad de drenaje promedio es de 1.02 km/km², esto es un kilómetro aproximado de arroyos por cada km² de superficie dentro de esta, lo que significa una promedio moderado. El cauce más largo de esta posee una longitud de 15.0115 km y la totalidad de corrientes en la red en esta zona es de 239.17 km.

Esta microcuenca se ha desarrollado un sistema de drenaje de cuarto orden y de carácter temporal en la mayor parte de esta, solo posee como cuerpo de agua permanente el estero del Salado, el cual se alimenta por aguas dulces y aguas provenientes del océano. El cauce principal tiene una pendiente del 5.20 % hacia el oeste, con un coeficiente de sinuosidad de 1.05 que significa casi recto. La totalidad de su superficie se encuentra urbanizada.

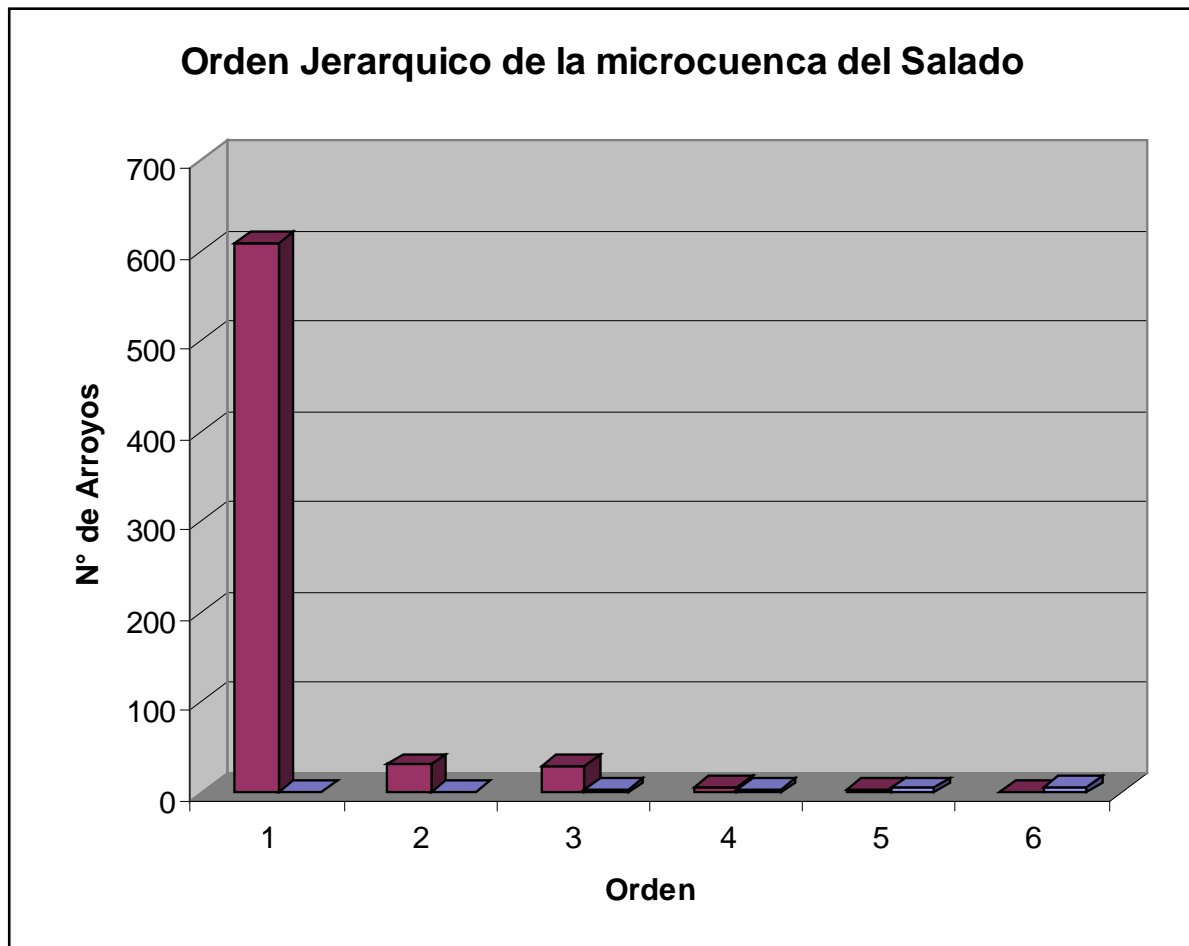


Figura 22. La jerarquización de los cauces de la microcuenca es sexto orden.

Análisis Morfométrico de la subcuenca del Río Pitillal.

Esta subcuenca se localiza en el sector centro-oriente del municipio, y se extrapola hacia el municipio de Talpa de Allende, y drena cuatro unidades geomorfológicas, una zona de montañas graníticas, un Piedemonte formado por depósitos de conglomerados y terrazas marinas elevadas, y planicie fluvial, la cual ha sido modificada por procesos de urbanización intensos en los recientes años. Para fines de este análisis se tomó como parámetros de análisis la cuenca inmediata al municipio.

La subcuenca es de tipo detrítico, con un talweg amplio en la planicie que captura la totalidad de los cauces de temporal de primero y segundo orden.

La microcuenca tiene una extensión de 423.504 km², y tiene una forma ovalada y alargada este-oeste, que desemboca directamente en Bahía de Banderas. El índice de compacidad de la microcuenca es de 3.19, que nos indica una forma ovalada alargada. La densidad de drenaje promedio es de 1.01 km/km², esto es un kilómetro aproximado de arroyos por cada km² de superficie dentro de esta, lo que significa un promedio moderado. El cauce más largo de esta posee una longitud de 14.5484 km y la totalidad de corrientes en la red inmediata es de 154.024 km.

Esta subcuenca se ha desarrollado un sistema de drenaje de sexto orden y de carácter temporal en la mayor parte de esta, solo posee como cuerpo de agua permanente el río El Pitillal, el cual presenta un flujo pequeño durante el estiaje, y que proviene de los manantiales ubicados en la zona de montaña, así como descargas no autorizadas o clandestinas en su paso por el área urbana. El cauce principal tiene una pendiente del 7.26 % hacia el Oeste, con un coeficiente de sinuosidad de 1.12 que significa casi recto. La sección distal de la microcuenca esta urbanizada, en tanto la sección media y alta de esta, se ubica en áreas naturales de montaña.

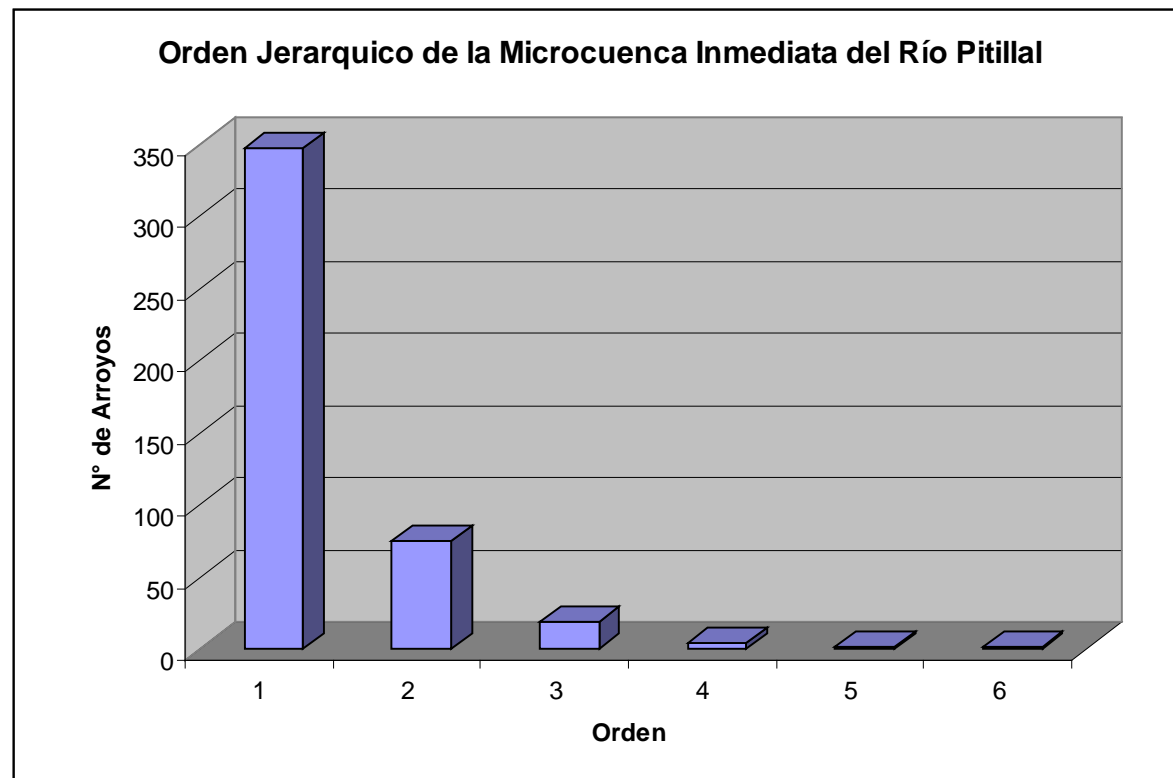


Figura 23. La jerarquización de los cauces de la microcuenca es sexto orden.

3.7. Clima

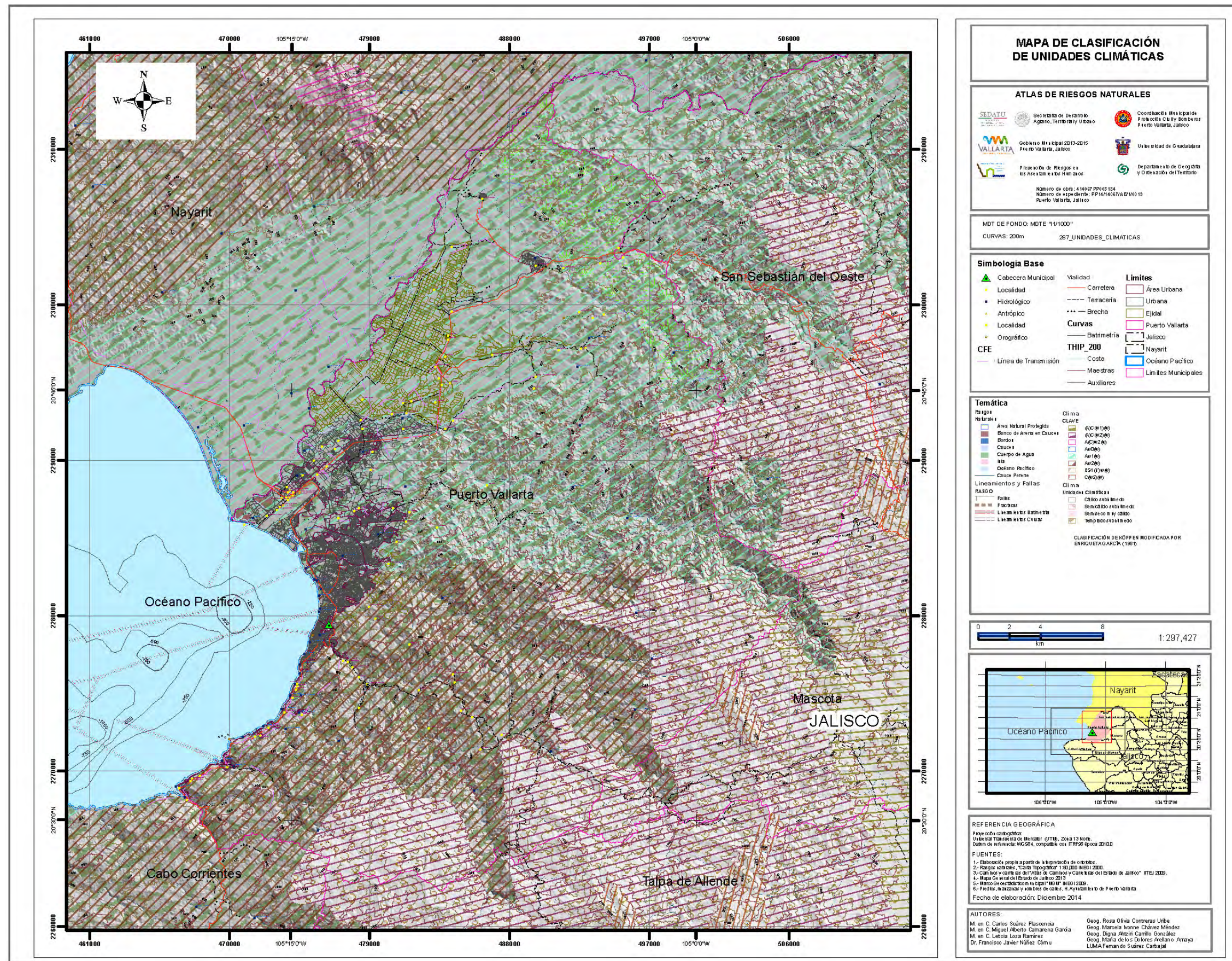
Metodología

Primero se formó una base de datos de las variables climatológicas de cuatro estaciones en la región: El Cuale, San Sebastián, La Desembocada y El Tuito que influyen en el área de estudio, la segunda etapa se calcularon los datos faltantes en las estaciones a través del método de interpolación lineal y por medio del promedio de acuerdo a la variación de la información de las variables climáticas; y la tercera etapa se presentaron los resultados en tablas y gráficos para analizar el comportamiento de las variables climáticas de la región de Puerto Vallarta, la fuente de datos se obtuvo del Servicio Meteorológico Nacional.

Para determinar el tipo de clima se analizó la precipitación y temperatura reportados por las estaciones: El Cuale cuyas (20° 35' 47" latitud norte y 105° 13' 12" longitud Oeste situada a una altitud de 20 msnm)), San Sebastián (20° 47' 00" latitud norte y 104° 50' 00" longitud Oeste y 1840 msnm), la estación de La Desembocada (20° 43' 43" latitud norte y 105° 12' 24" longitud Oeste y 250 msnm) y la estación del Tuito (20° 20' 00" latitud norte y 105° 19' 00" a una altura de 1085 msnm). Para un control adecuado de los cálculos se utilizaron 10 puntos más de la región para poder comparar las temperaturas medias, máximas y mínimas calculadas para el municipio de Puerto Vallarta; Por lo que se tomó en cuenta la media de datos de las estaciones.

Tipo de Clima.

El clima en la zona de estudio presenta muy poca o nula variación debido a la escala y las características del relieve. El clima del municipio de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García corresponde al Grupo de climas Templados C, que por su temperatura media mensual pertenece al Subgrupo de los climas Semicálidos (A) C, y la temperatura media anual es mayor de 18°C, por lo que este; forman parte de los tipos semicálidos subhúmedos con lluvias en verano, por lo tanto la clave es: AW1 (W) (i'). Según la clasificación climática utilizada por Enriqueta García se refiere a un Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (temperatura media anual mayor a 22° C y del mes más frío mayor a 18° C); subhúmedo intermedio, diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, bajo porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Cociente P/T entre 43.2 y 55.3 mm/ °C, con poca oscilación térmica (5 a 7° C). Temperaturas Mínima, Máxima y Promedio.



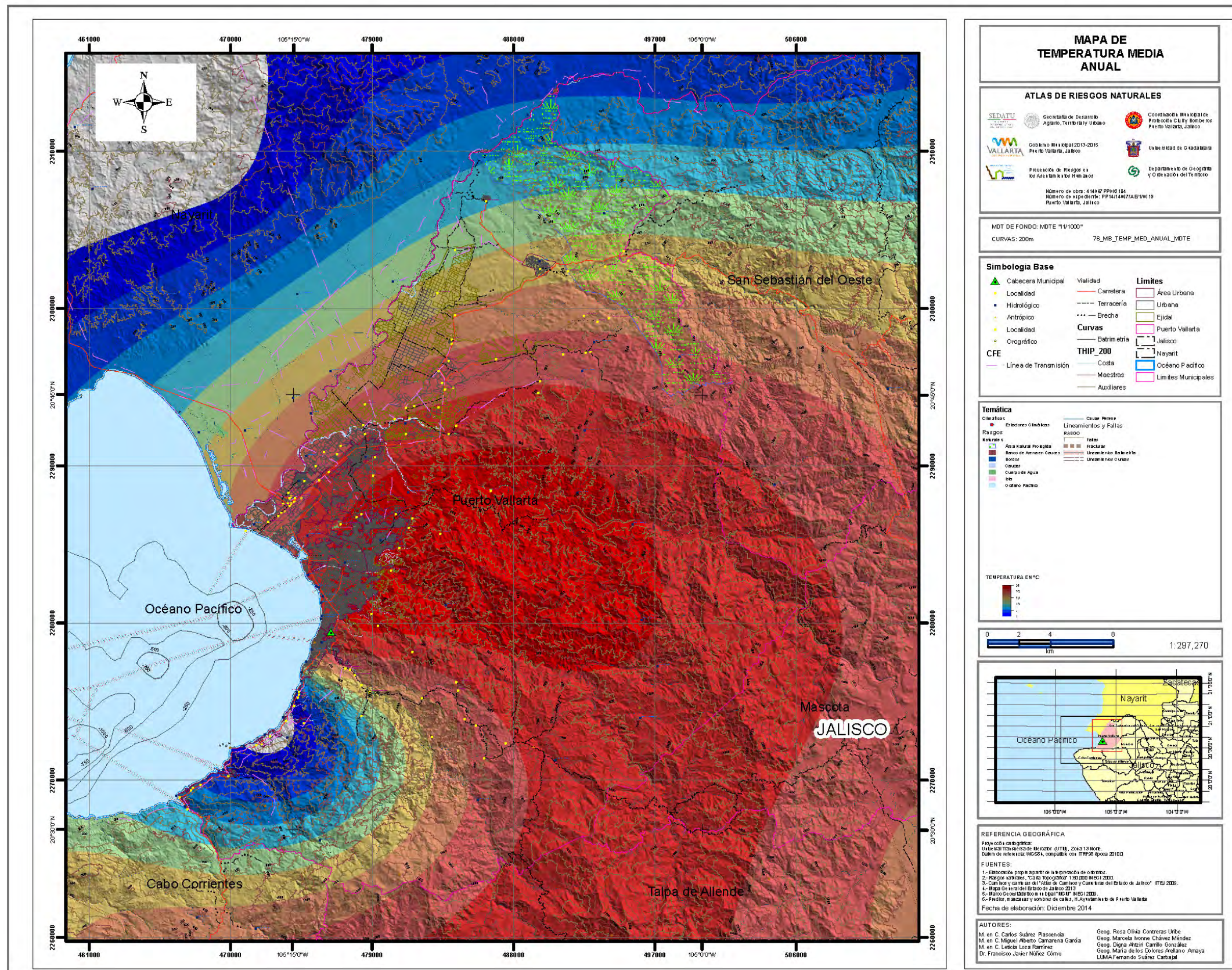
Mapa 17. Clasificación de las unidades climáticas en el municipio de Puerto Vallarta, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (1981).

Temperatura Media

La temperatura media es el promedio de lecturas de temperatura tomadas durante un período de tiempo determinado. Por lo general es el promedio entre las temperaturas máximas y mínimas. En base a las estaciones ya mencionadas más los diez puntos calculados representa la temperatura media.

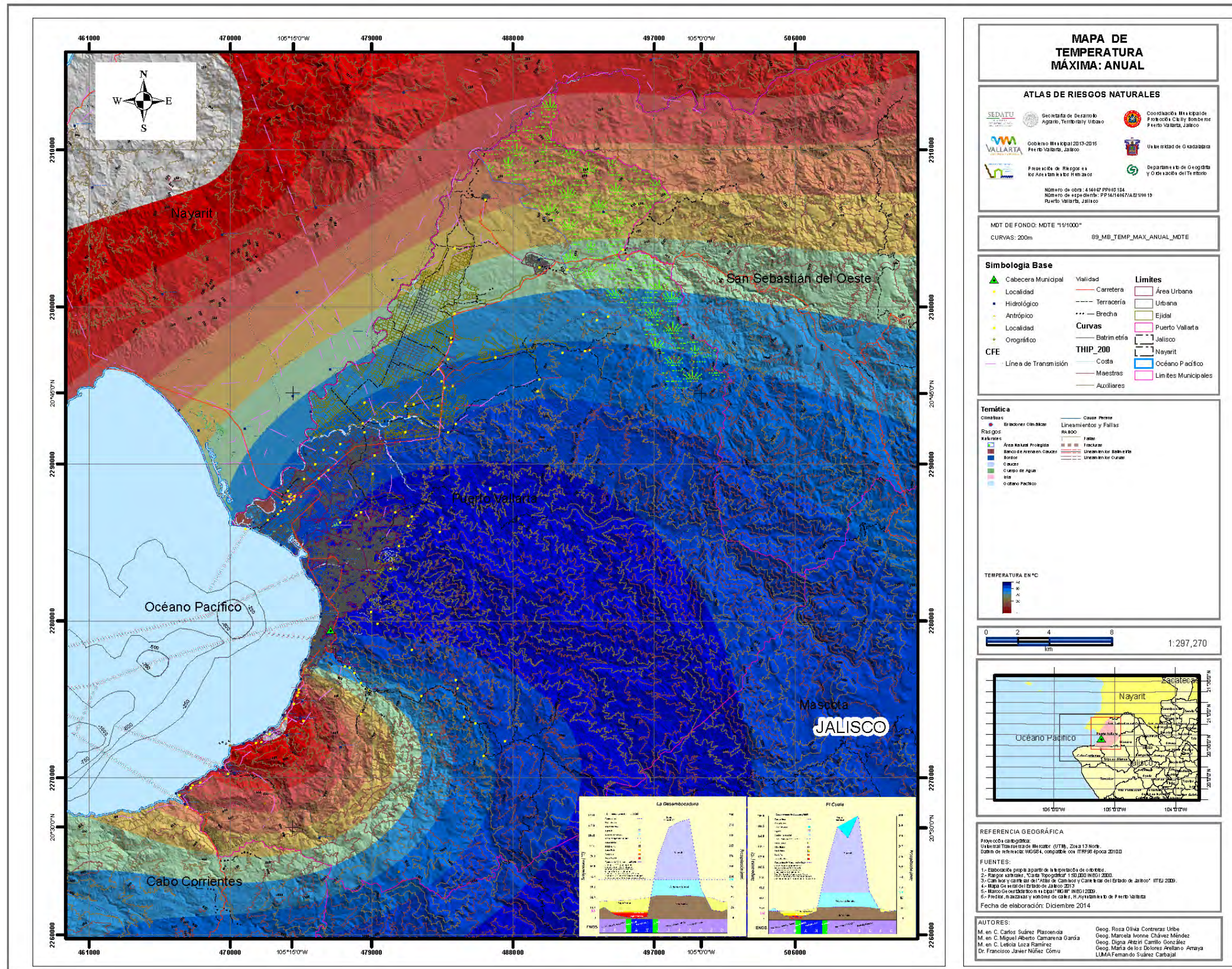
Estación Meteorológica	Coordenadas		Tem Max	Tem Min	Tem Med
	Latitud	Longitud			
El Cuale	20°35'47"	105°13'12"	22.6	16.6	28.7
La Desembocada	20°44'43"	105°12'24"	26.7	25.6	26.1
San Sebastián	20°47'00"	104°51'00"	21.5	15.0	18.9
El Tuito	20°17'00"	105°24'00"	25.6	19.7	22.4
Punto 1	20°35'01"	105°13'54"	24.29	17.79	21.69
Punto 2	20°26'19"	105°14'32"	22.96	16.46	20.36
Punto 3	20°15'22"	105°26'17"	24.75	18.25	22.15
Punto 4	20°15'48"	105°55'18"	22.25	15.65	19.55
Punto 5	20°21'35"	104°23'19"	20.9	13.4	17.3
Punto 6	20°33'37"	104°45'50"	21.54	15.04	18.94
Punto 7	21°2'28"	105°0'16"	23.62	17.12	21.02
Punto 8	20°56'16"	104°45'56"	22.55	16.05	19.95
Punto 9	20°46'27"	105°21'70"	24.92	18.42	22.32
Punto 10	21°11'20"	105°9'54"	25.18	18.67	22.57

Cuadro 11.

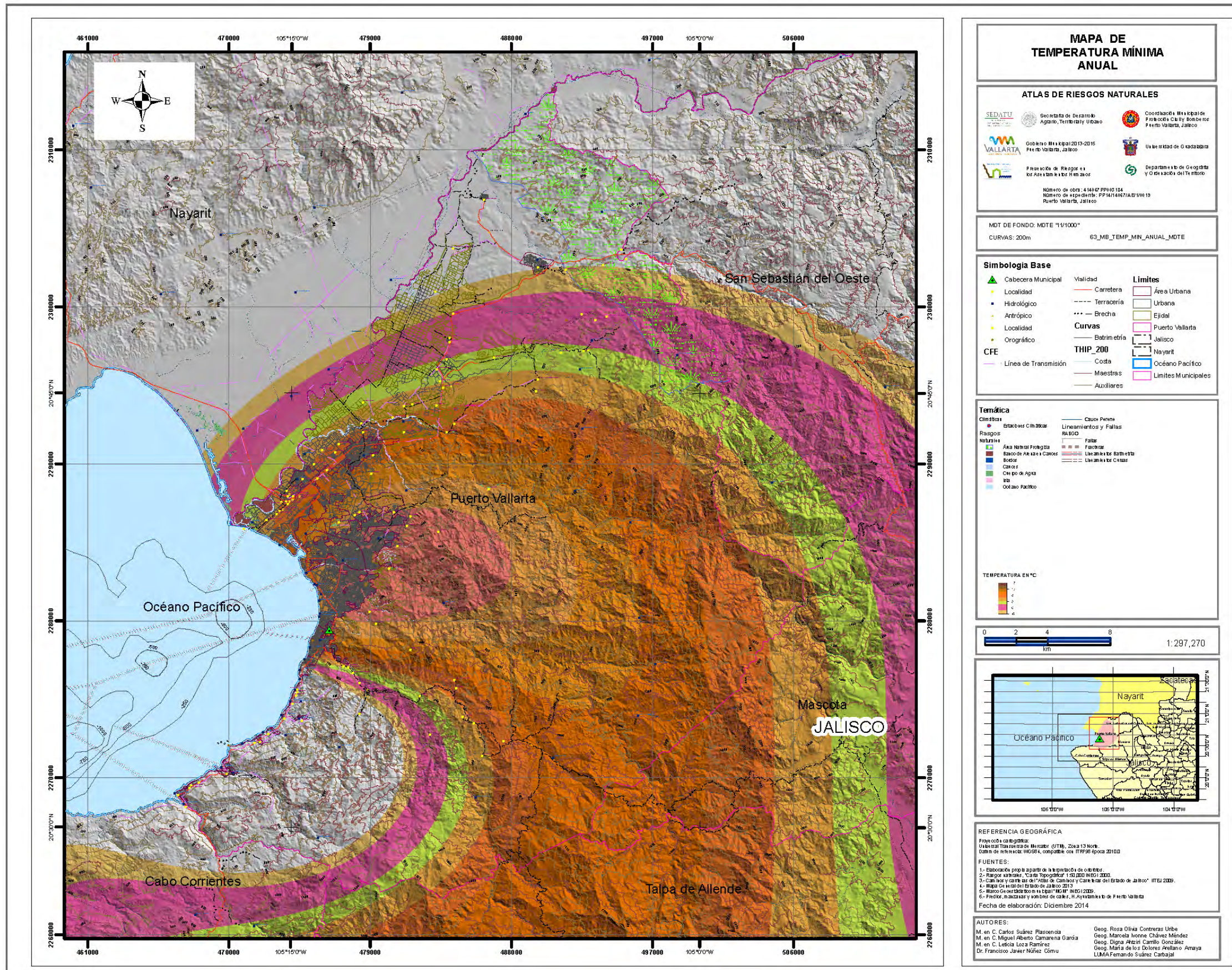


Mapa 18. Temperatura Media Anual , donde se muestra que la zona de mayor temperatura se localiza en la zona Centro- Las Juntas-Ixtapa entre 26°C en promedio, y las más bajas en el sector serrano del noreste y sur del municipio con la isoterma de 22°C.





Mapa 19. Temperatura Máxima Anual, donde se muestra que la zona de mayor temperatura se localiza en la zona de Puerto Vallarta- Las Juntas-Ixtapa con 26.5°C en promedio, y las más bajas en el sector serrano del noreste y sur del municipio con la isoterma de 23.5°C.



Mapa 20. Mapa de Temperatura Mínima Anual, donde se muestra que la zona de mínima temperatura se localiza en la zona serrana del noreste y sur del municipio con la isoterma de 18 y 19°C.

Precipitación Mínima, Máxima y Promedio.

De acuerdo a la estación Cuale reportada en las Estadísticas Climatológicas Básicas para el Estado de Jalisco (Periodo 1961-2000), la precipitación media anual es de 1564.50 mm.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM
Precipitación Media ²	41.7	10.0	7.4	9.2	34.6	206.6	360.1	315.4	409.6	117.8	25.2	26.9	1564.5
Precipitación Mínima Mensual ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5	117.0	99.5	100.1	32.0	0.0	0.0	917.2
Precipitación Máxima Mensual ³	123.5	273.0	45.0	172.7	102.5	572.3	664.0	749.0	644.8	257.5	102.4	88.0	2020.2

Cuadro 12: Precipitaciones Promedio, Mínima y Máxima mensuales.

Según la Estación Cuale la precipitación máxima en 24 horas fue de 95.6 mm y se registró el 16 de septiembre de 1974, pero en promedio la lluvia máxima en un día es de 91.1 mm en septiembre, registrándose 81.1 mm en agosto, 51.3 mm en julio, 46.3 mm en junio, 27.0 mm en enero. En el verano parte de las lluvias se asocian principalmente a los sistemas ciclónicos que afectan el Pacífico mexicano.

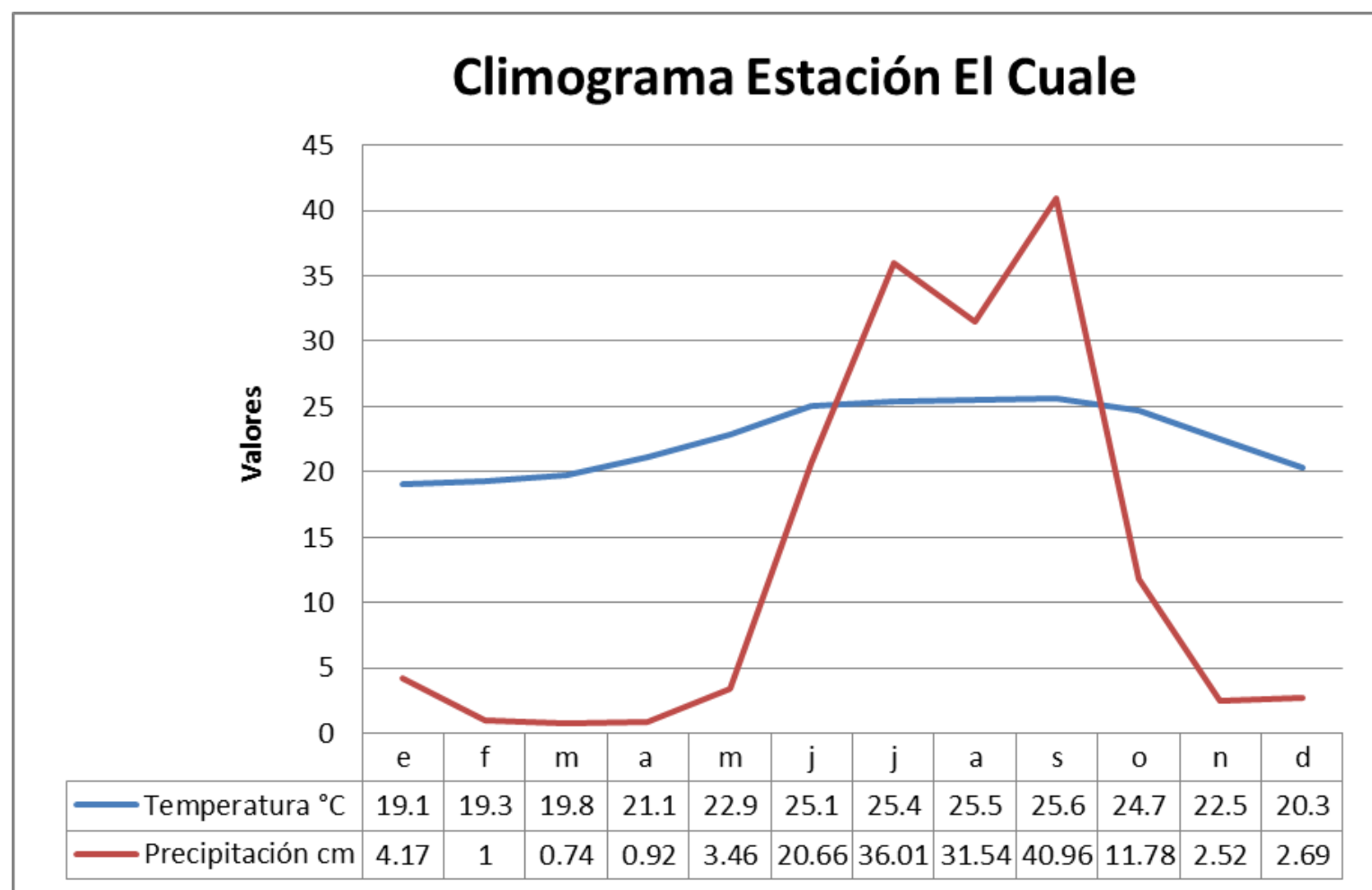
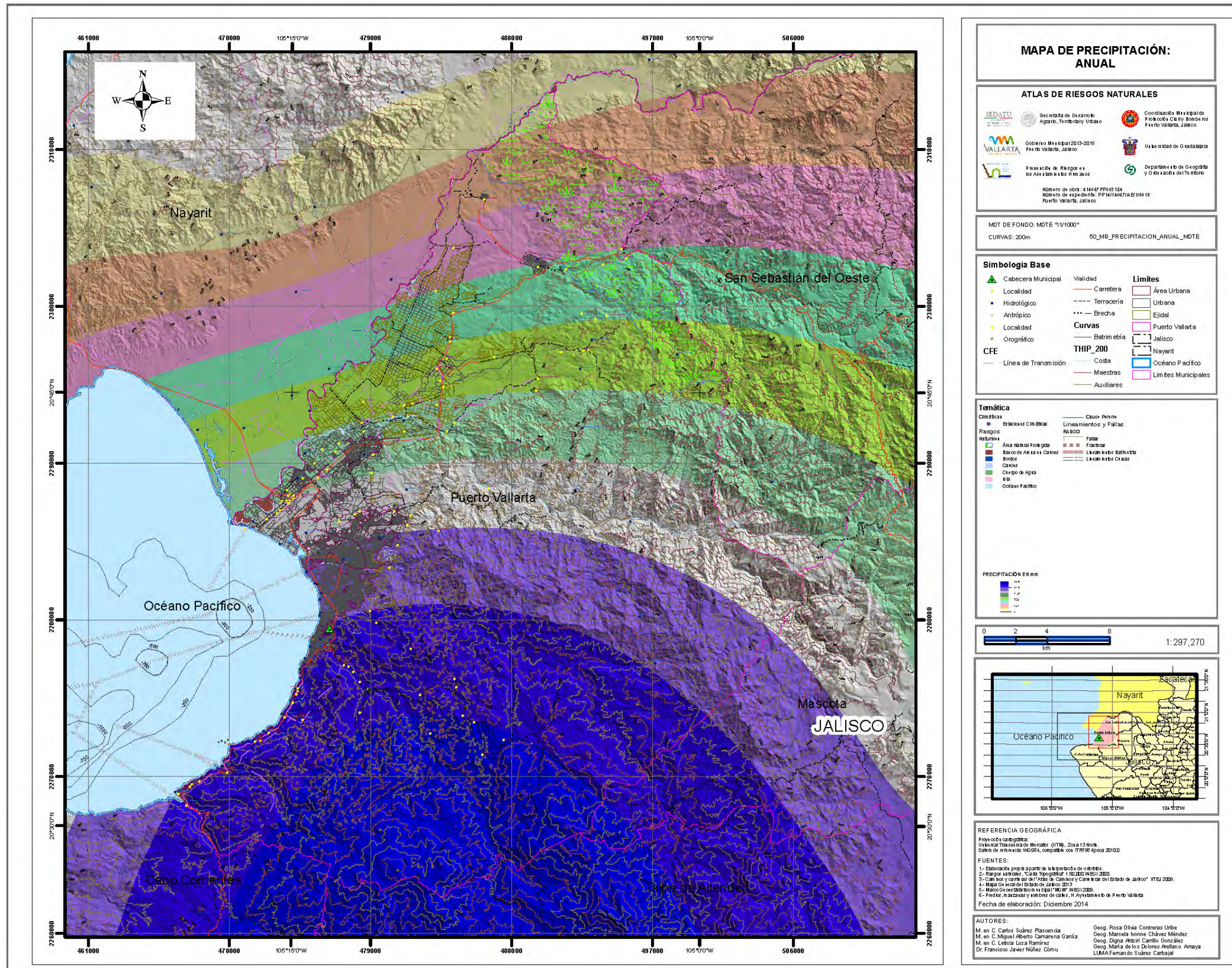


Grafico 11. Climograma de la estación el Cuale, que muestra que en el municipio, hay un período con demasiada de humedad, que inicia desde el mes de mayo y termina hasta finales de noviembre, en esta época existen escurrimientos. Por otro lado hay humedad almacenada en el suelo desde mediados de mayo hasta la última semana de enero, ello adquiere una particular importancia, pues es la que abastece a la vegetación cuando termina el período húmedo; de acuerdo al climograma esta humedad se agota de febrero a finales de abril.

² Estación Cuale tomada de las Estadísticas Climatológicas Básicas para el Estado de Jalisco (Periodo 1961-2000).

³ Boletín Meteorológico del Plan Lerma de Asistencia Técnica (Periodo 1927-1966)



Mapa 21. Mapa de la precipitación Anual, donde se muestra que la zona de menor precipitación se ubica al norte y esta aumenta hacia el sur del municipio, el promedio de precipitación en la zona urbana de Vallarta es entre 917 a 1564 mm anuales.

Vientos Dominantes.

De acuerdo a la Estación meteorológica local, los vientos dominantes del área de estudio son del SSW al NNE, con una velocidad promedio de 8.33 km/h; En el siguiente cuadro se presentan los datos mensuales de la dirección de los vientos dominantes y su velocidad en Km/h,

Mes	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Prom	NE-8	NE-8	NE-10	NE-10	NE-8	ENE-8	NE-8	NE-8	NE-8	NE-8	NE-8	NE-8

Cuadro 13. Viento promedio mensual.

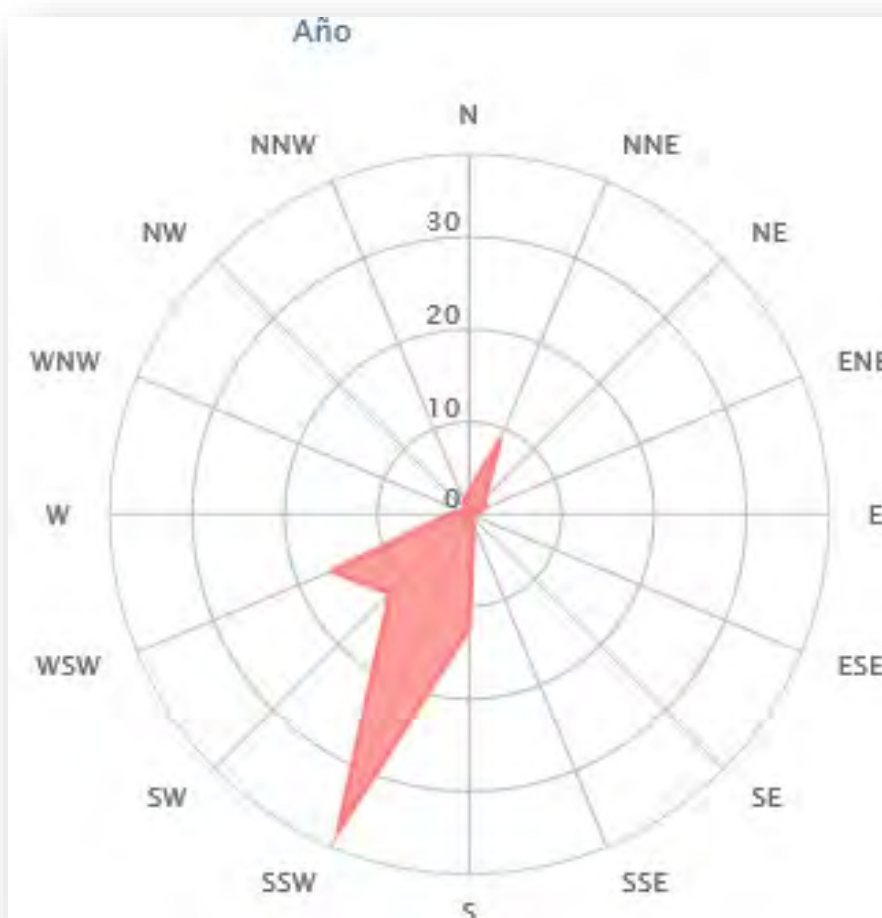


Gráfico 12. Rosa de los vientos (mensual)..

Humedad.

De acuerdo a la Estación meteorológica El Cuale, la humedad relativa registrada en el área es la siguiente,

Humedad Relativa	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
%	62.7	61.6	63.0	64.1	67.8	75.1	74.3	72.3	71.5	69.2	64.7	64.7	67.6

Cuadro 14. Humedad Relativa. Fuente: Estadísticas Climatológicas Básicas para el Estado de Jalisco (Periodo 1961-2000).

Fenómenos climatológicos regionales y locales que inciden en la zona.

Los fenómenos climatológicos que se desarrollan a nivel regional o local son tormentas severas, huracanes y trombas marinas “culebras de agua”.

Tormentas Severas:

En Puerto Vallarta en promedio se presentan 35.1 tempestades al año, pero se han registrado hasta 97 en 1937. Los meses más frecuentes a este fenómeno son julio, agosto y septiembre. Estas dejan importantes encharcamientos e inundaciones en las áreas próximas a la red fluvial que drena el municipio, afectando las áreas urbanas a su paso.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROM	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	3.7	8.6	10.8	7.6	3.6	0.4	0.1	35.1
MAX	2	0	1	1	5	17	26	25	22	22	4	2	97
AÑO	1958		1940	1952	1956	1943	1963	Vrs.	1938	1937	1938	1939	1937

Cuadro 15: Intemperismos severos de la estación Puerto Vallarta, tempestades máximas y medias (días)

Huracanes o Ciclones.

La probabilidad de ocurrencia de tormentas severas en la zona de estudio es de del 0.292 por día durante la temporada de lluvias, incrementándose ante la presencia de sistemas ciclónicos. Cabe mencionar que al menos el 60% de estas tormentas se asocia a sistemas de baja presión que afectan esta zona del Pacífico Mexicano.

Tornados, Trombas Marinas “Culebras de Agua”.

En la zona no se presentan tornados, dado que este tipo de fenómenos se asocia a varias condiciones para que se formación: Una elevada cantidad de humedad, un frente frío, vientos convergentes. El aire debe elevarse y saturarse. Continuará elevándose y, si la atmósfera es inestable, producirá una nube de tormenta. Una atmósfera inestable es aquella en la que la temperatura baja de forma rápida con la altura. La inestabilidad atmosférica también sucede cuando el aire seco se encuentra sobre una capa de aire húmedo cerca de la superficie terrestre.

La zona más propensa a este tipo de fenómenos se encuentra entre los 23° 27' y los 50° de latitud en las franjas situadas tanto al norte como al sur del Ecuador, siendo poco probable en latitudes inferiores, como lo es Puerto Vallarta.

En cambio se han presentado las trombas marinas también llamadas “culebras de agua”, estas se forman en el mar y solo duran algunos minutos (no más de 25), en algunos casos pueden representar peligro cuando llegan a la zona de la playa y pueden desplazarse algunos metros tierra adentro. No ocasionan daños extensos, pero si a nivel local ya que generan vientos que pueden superar los 200 km/hr, estas forman una espiral de baja presión que absorbe el agua y la eleva, tal y como se aprecia en la siguiente fotografía.



Figura 24. Culebra de agua en Bahía de Banderas enfrente de la costa de Puerto Vallarta, la cual ocurrió el 15 de enero del 2010 entre las 9:15 y 9:45 a.m. Fotografía de: NoticiasPV.com

3.8. Uso de suelo y vegetación ⁴

La zona de estudio se encuentra dentro de una región que se constituye una variedad florística natural que se extiende desde el centro de Sinaloa hacia el sur, a través de Nayarit, Jalisco y Colima, atravesando el litoral del Pacífico hasta Guerrero y Oaxaca.

El municipio debido a su diferencia altitudinal que va de los 0 msnm a los 1,100 msnm en las áreas de montaña al sureste y noreste, lo que provoca que exista un panorama vegetal complejo y diverso en tipos de vegetación y rico en especies. En cuanto a los usos del suelo se reconocen 11 grupos.

Selva baja caducifolia y subcaducifolia

El estrato arbóreo de esta selva baja alcanza alturas superiores a los 15m. En los escurrimientos que forman valles o pequeñas cañadas, donde se concentra mayor disponibilidad de agua, cambia la composición de especies, presentándose una comunidad con mayor número de especies arbóreas perennes y algunos árboles emergentes que llegan a alcanzar los 25-30m, constituyéndose una selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia. La selva baja espinosa es una comunidad que se mezcla con la selva baja caducifolia y comúnmente es difícil delimitarlas, además que comparten muchos elementos comunes. Algunas de estas asociaciones vegetales, como el bosque o matorral de acacias o huizachales, tulares y zonas de herbáceos ruderales, no son consideradas como tipos de vegetación formalmente, pero en la región de estudio llegan a ocupar extensiones considerables de terreno, aunque esto es consecuencia directa de la actividad humana.

La mayoría de las especies de la selva baja (75% aprox.) pierden sus hojas por un período de 5 a 7 meses al año, provocando un marcado contraste fisonómico entre la época de secas y las lluvias. En condiciones de perturbación baja o nula, la selva baja caducifolia es una comunidad densa, cuyos componentes arbóreos forman un dosel de altura uniforme, con algunos árboles emergentes aislados. Las copas de las especies del estrato dominante son convexas o planas y su anchura suele aventajar a su altura, lo que les proporciona un aspecto muy característico. Es notable que numerosas especies nunca posean hojas y flores simultáneamente, pero se producen flores únicamente durante la época de la sequía. Este tipo de vegetación se ubica en la zona noreste del municipio en la zona de la Sierra de Vallejo.

⁴ Tomado del Programa de ordenamiento metropolitano interestatal de Puerto Vallarta-Bahía de Banderas. Etapa de diagnóstico, Noviembre del 2009.

Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia

Este tipo de comunidad vegetal se desarrolla des las áreas con poca elevación hasta los 900 msnm, zona ubicada en la Sierra de Vallejo, donde existen condiciones de mayor humedad. Entre las principales características fisonómicas de la selva mediana subcaducifolia es la presencia de por lo menos dos estratos arbóreos bien definidos, uno de hasta 15m de altura y otro de 16-25m y además que solo un 50 a 70% de las especies pierden sus hojas en la época de sequía.

Esta selva presenta generalmente un estrato arbustivo emergente y en las zonas de su máximo desarrollo los árboles alcanzan una altura máxima entre los 20 y 30m. Tanto la densidad de los árboles como la cobertura es menor a la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias, sin embargo, en la época de mayor desarrollo de follaje, a mediados de la época de lluvias, la cobertura puede ser lo suficientemente densa como para disminuir fuertemente la incidencia de luz solar al nivel del suelo. En condiciones de mayor sequía ambiental, las plantas trepadoras, así como estrato herbáceo, se hallan reducidos en relación con ambientes mesófilos.

Bosque pino y encino (Quercus sp).

Los bosques de pino y encino presentan dominancia de las especies de Pinus, sobre de el encino (Quercus). Los bosques de encino pueden dividirse en dos grupos climáticos principales, los templados y los de las zonas cálidas o tropicales. En la zona de estudio encontramos este tipo de vegetación en las partes altas de la Sierra de Vallejo, entro los 800 y 1100 msnm, esto es en el sector noreste y sureste del territorio.

Bosque mesófilo de montaña⁵.

El bosque mesófilo Es un ecosistema en peligro de extención, en Puerto Vallarta tenemos la fortuna de contar con una pequeña porción de bosque mesófilo de montaña dentro de una cañada de cerca de 100 metros de profundidad, a aproximadamente 25 km al noroeste de la ciudad de Puerto Vallarta (localidad Camino a Talpa). La presencia de este tipo de bosque es evidente por la ocurrencia de la magnolia.

Sabana

Son pastizales frecuentemente acompañados de árboles espaciados. Crece en suelos que tienen problemas de drenaje y que usualmente tienen una capa arcillosa bien definida. Estos suelos se enfangan o inundan en la época de lluvias y se secan completamente en la época de estiaje produciendo con frecuencia profundas grietas en la superficie que probablemente afectan el sistema radicular de las plantas que ahí se desarrollan. Este se localiza en la zona de El Pitillal, donde la urbanización casi ha desaparecido este tipo de vegetación en el municipio.

Manglar, vegetación halófila y gipsófila.

Un componente típico de los esteros donde existe una mezcla constante de agua dulce y de agua de mar, lo que da como resultado un ambiente rico en vegetación halófila y gipsófila, en el municipio de identifican dos áreas que presentan estas características, los esteros el Salado y Boca de Tomates, en donde existe una gran cantidad de manglar blanco, ambas zonas han sido recientemente protegidas y con prácticas de conservación por el municipio, pero sufre un estado de degradación debido a la presión urbana a que son sujetas estas dos áreas naturales, que están inmersas en la zona urbana.

Vegetación de galería.

Este tipo de vegetación se desarrolla en las orillas de los cauces de la red fluvial que drena al municipio, y consiste de árboles de la especie Salix babilónica, especies de Ficus, y vegetación subacuática.

Agricultura

También considerando la transformación de los ecosistemas dentro del área rural del municipio, sobre todo en la zona del valle del rio Ameca-Mascota y en el piedemonte de la Sierra de Vallejo. Las actividades humanas han provocado cambios constantes y recurrentes en la vegetación natural, con acciones de modificar las condiciones naturales de los ecosistemas. Las zonas agrícolas del municipio en general utilizan riego, predominando los cultivos de frutales, sorgo, maíz y palmares de coco.

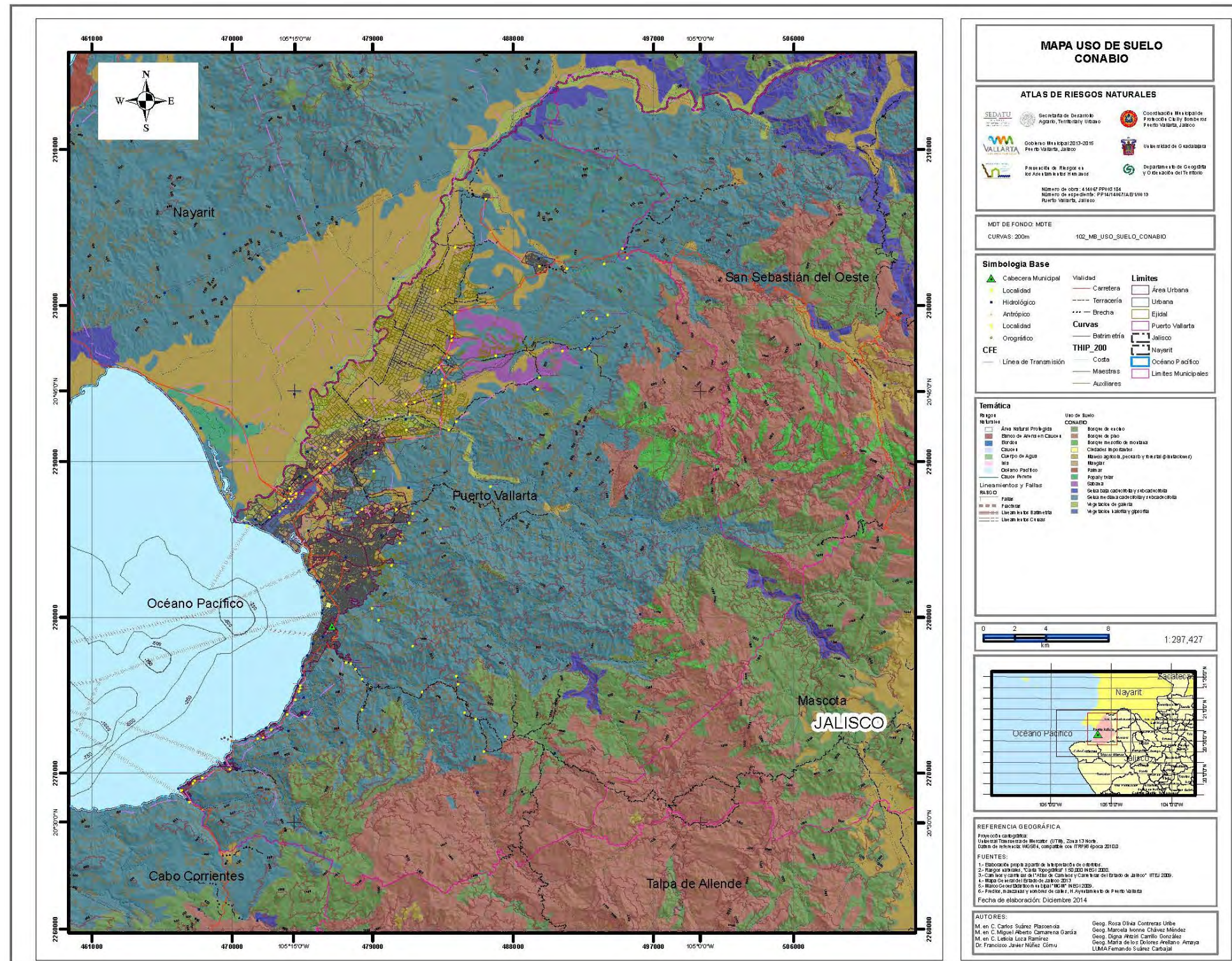
Áreas Urbanas.

Las áreas urbanas en el municipio forman un sistema de ciudades integrado por Puerto Vallarta, Las Juntas, Ixtapa y localidades rurales, siendo la principal Las Palmas en el extremo noreste del territorio. La estructura territorial se integra por:

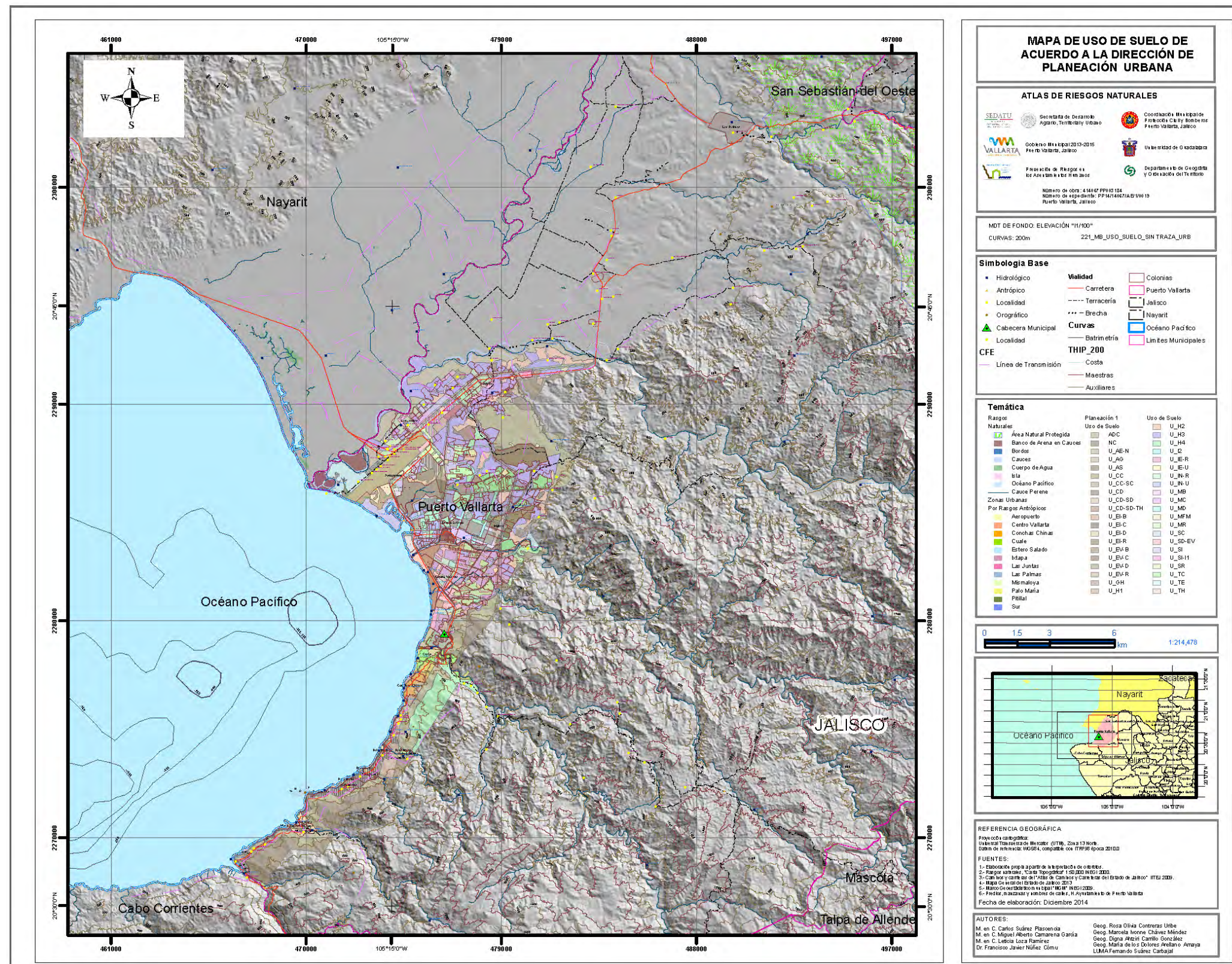
- Poblados tradicionales en los valles agrícolas: Las Juntas e Ixtapa, los cuales ya forman una conurbación con Puerto Vallarta.
- Poblados Rurales: Formados por localidades con actividades rurales como son Las Palmas y las rancherías enclavadas en la Sierra de Vallejo.

⁵ Tomado de Biovallarta en <http://www.biovallarta.com/articulo-casi-extinto>.

Asentamientos Costeros: Se forman por una mezcla de asentamientos tradicionales de vocación original pesquera, con transformaciones urbanas de tipo turístico: En este grupo esta Puerto Vallarta, que ha conurbado a Las Juntas e Ixtapa, y los asentamientos costeros hacia el sur del municipio como son Mismaloya, Boca de Tomatlán, todos ellos son asentamientos donde se mezcla una población residente muy heterogénea con la población flotante de carácter turístico que acude a la zona. Los contrastes en cuanto a situaciones urbanas así como a las actividades y bienestar de los habitantes, son más grandes aquí que en el resto del municipio.



Mapa 22. Uso del suelo elaborado con base en CONABIO, donde predomina la Selva mediana caducifolia y subcaducifolia en la zona de media montaña y la parte de las crestas se identifica un bosque de pino y Quercus SP (Encino), en la unidad de Llanura de inundación y Mesetas predomina un manejo agrícola, pecuario y plantaciones forestales y frutales, así como la zona urbanizada.



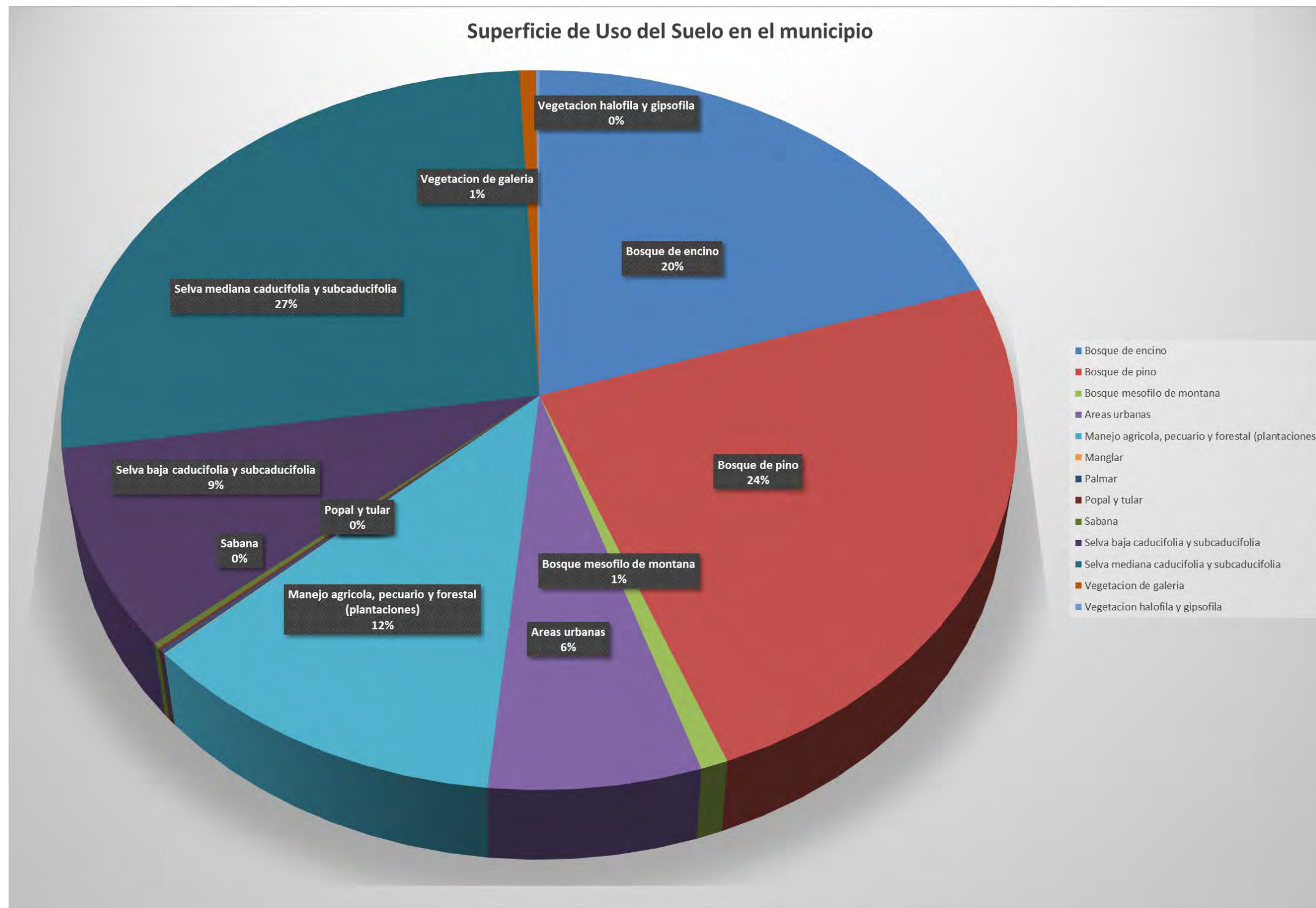
Mapa 23. Uso del suelo urbano de acuerdo a la Dirección de Planeación Urbana del municipio, La mayoría del área urbanizada se localiza en las unidades Geomorfológicas de Planicie Costera, Terraza Marina, Llanura de Inundación de los ríos Ameca, Pitilla y Mascota y al Este y Noreste en el piedemonte de la Sierra de Pendiente Abrupta y Crestas Redondeadas.

Uso del suelo	Superficie en Ha.	%
ADC	1268.10	10.73
NC	853.58	7.22
U_AE-N	7.92	0.07
U_AG	495.42	4.19
U_AS	1384.47	11.72
U_CC	26.65	0.23
U_CC-SC	21.14	0.18
U_CD	20.65	0.17
U_CD-SD	4.96	0.04
U_CD-SD-TH	26.50	0.22
U_EI-B	15.56	0.13
U_EI-C	19.98	0.17
U_EI-D	19.16	0.16
U_EI-R	379.00	3.21
U_EV-B	38.23	0.32
U_EV-C	409.43	3.46
U_EV-D	119.62	1.01
U_EV-R	184.33	1.56
U_GH	22.96	0.19
U_H1	266.84	2.26
U_H2	453.89	3.84
U_H3	2423.63	20.51
U_H4	1247.23	10.55
U_I2	1.76	0.01
U_IE-R	37.86	0.32
U_IE-U	30.39	0.26
U_IN-R	10.73	0.09
U_IN-U	18.70	0.16
U_MB	334.14	2.83
U_MC	297.72	2.52
U_MD	373.39	3.16
U_MFM	54.34	0.46
U_MR	194.37	1.64
U_SC	2.97	0.03
U_SD-EV	5.35	0.05
U_SI	91.05	0.77
U_SI-I	47.61	0.40
U_SR	13.93	0.12
U_TC	53.61	0.45
U_TE	268.96	2.28
U_TH	271.07	2.29
TOTAL	11817.15	100.00



Grafica 13. El uso de suelo urbano en Puerto Vallarta muestra que los principales son: el 19.68 km² corresponden a usos habitacionales (H), en actividades silvestres (U_AS) 13.84 km², en espacios verdes (EV) se tienen 7.57 km², turístico (T) 62.0 km², de tipo Mixto (MB, MC, MD y MR) 12.54 km².

Cuadro 16



Grafica 14. El uso de suelo en el municipio de Puerto Vallarta muestra que la selva baja subcaducifolia cubre el 27% del territorio, el bosque de pino ubicado en las partes altas tiene el 24% de la superficie, en tanto el bosque de encino el 20%, ambos ocupan la zona de montaña. Las áreas agrícolas, pecuario y de aprovechamiento forestal tienen el 12% y las zonas urbanas cubren el 6% del área de estudio. El bosque mesofilo de montaña tiene un 1%.

3.9. Áreas naturales protegidas

El municipio posee un área natural protegida (ANP) denominada como “Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego 043 Estado de Nayarit, en lo respectivo a las Subcuencas de los ríos Ameca, Atenguillo, Bolaños, Grande de Santiago, Juchipila, Atengo y Tlatenango”. Este ANP se localiza en el sector noreste del territorio municipal y cubre un área de 109 km² en el municipio de Puerto Vallarta y un perímetro de 73.4 km.

En la zona urbana se ubican dos áreas: La primera de conservación ecológica y la segunda un Parque Marino que son:

El Estero “El Salado”, se desarrolla en 168.96 ha y tienen la categoría de Zona de Conservación Ecológica con el Decreto 18431, expedido el 27 de julio del 2000. Esta zona se encuentra cubierta por selva mediana subcaducifolia con 15 especies dominantes, el manglar con tres especies, bosque espinoso con 4 especies, marisma o pastizales con seis especies y vegetación acuática y subacuática con 15 especies, así mismo se han contabilizado 96 especies de aves, 46 especies de flora, 10 especies de mamíferos y 29 especies de anfibios y reptiles.⁶

Área natural protegida Los Arcos, son cuatro formaciones rocosas que se encuentran en la Bahía de Bandera, en el municipio de Puerto Vallarta, fue declarada como Zona de refugio para la protección de la flora y la fauna marinas, en 1975 por la Secretaría de Industria y Comercio, la denominación equivale a Parque Marino. La superficie protegida es un radio de un kilómetro, esto es 314.159 hectáreas.

Distribución de las áreas con categoría de protección en el municipio

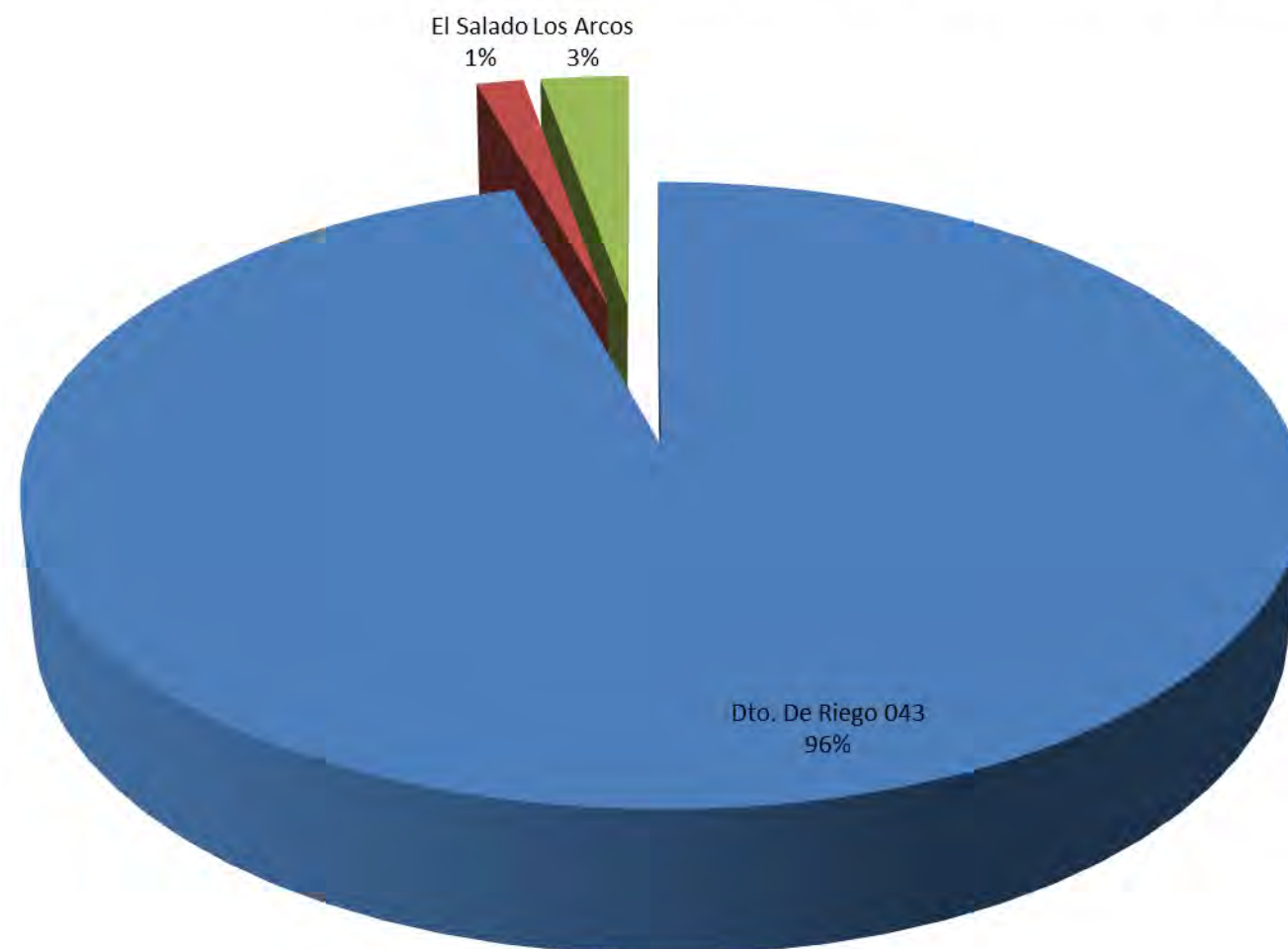
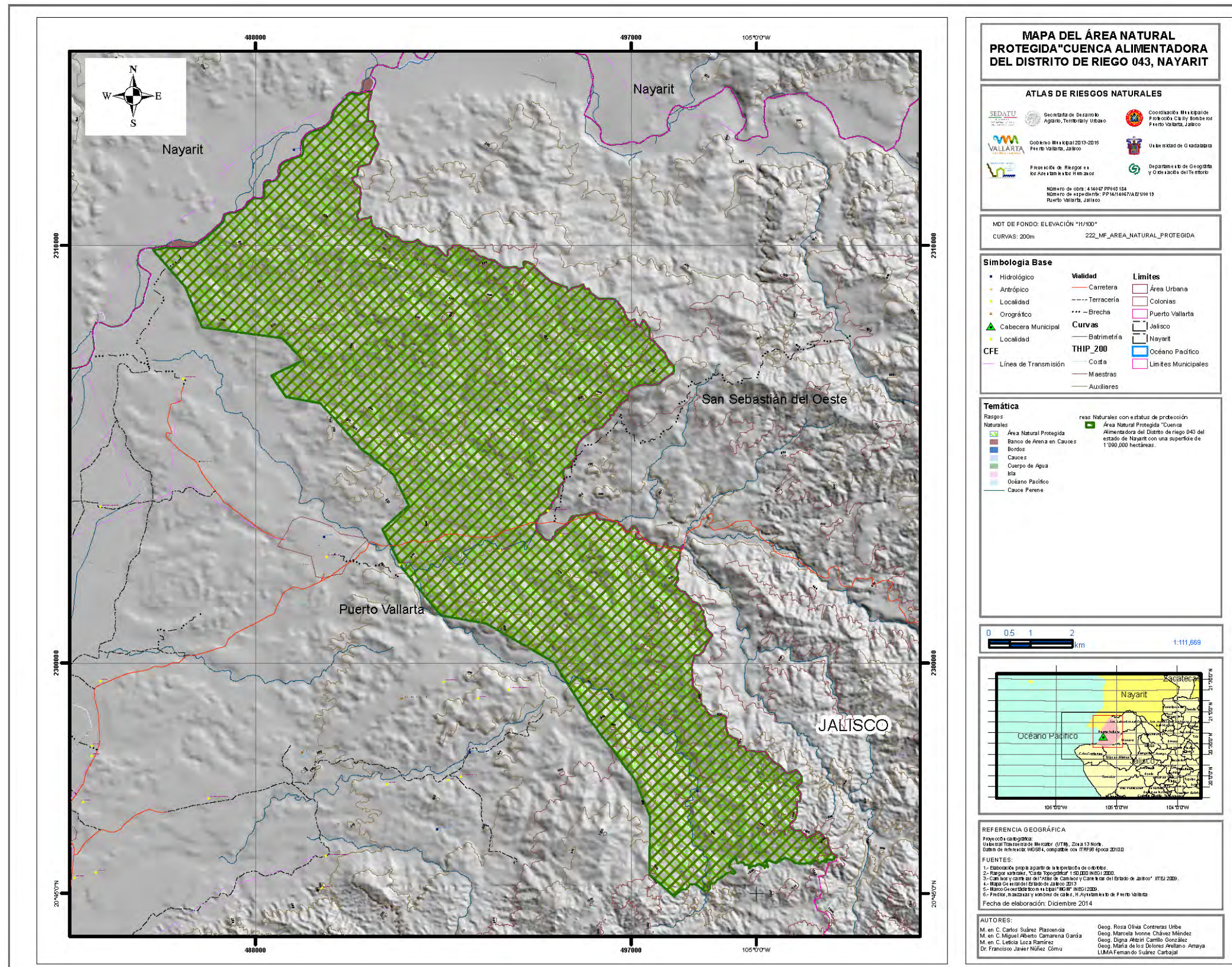


Gráfico 15. Distribución de las áreas con categoría de protección en el municipio, las cuales cubren una superficie de 11,383.119 hectáreas que representa el 10.287% de la superficie municipal.

⁶ Semades-jalisco.gob.mx./06/áreas-jalisco.htm (15 de diciembre 2006)



Mapa 24. Mapa de Áreas Naturales Protegidas en el municipio, que son tres con diferentes categorías: 1 Cuenca Alimentadora del Distrito de Riesgo 043 Estado de Nayarit, en lo respectivo a las Subcuencas de los ríos Ameza, Atenguillo, Bolaños, Grande de Santiago, Juchipila, Atengo y Tlatenango, 2. Área de Conservación Ecológica municipal del Estero del Salado y 3: Área natural protegida Los Arcos

CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, proyección de población al 2030, distribución de población, densidad de población pirámide de edades, mortalidad.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

La implementación de bancos de datos sobre estadísticas de la población nos aporta un conocimiento de la realidad en que se manifiestan las diferentes dinámicas de esta, aportando a través del estudio de las regularidades e irregularidades, la observación de la distribución, los elementos necesarios para elaborar mecanismos de acción, tanto para la implementación de planes y programas, como la elaboración de elementos puntuales para su cuidado como es el estudio de riesgos. El objetivo de este apartado es evidenciar la dinámica de la población de Puerto Vallarta analizando su estructura actual y la proyección futura.

El estado de Jalisco de acuerdo con el censo 2010 del INEGI, presenta una población de 7'350,682 habitantes, de estos 249,504 personas corresponden al municipio de Puerto Vallarta, y representa el 3.39% de la población del estado. La Zona Metropolitana de Puerto Vallarta conurba a la cabecera municipal con la localidad de Las Juntas al norte, en conjunto reportan una población de 212,077 habitantes en este mismo periodo, que es el 2.88% con respecto al total del estado y el concentra al 85% del total del municipio. Dos localidades ubicadas al noreste del municipio, Ixtapa y Las Palmas tienen 29,036 habitantes (11.64%) y 4,195 habitantes (1.68%) respectivamente y que representa en total el 98.32% de total del municipio, el restante 1.68% radican en un centenar de pequeñas rancherías con una amplia distribución geográfica.

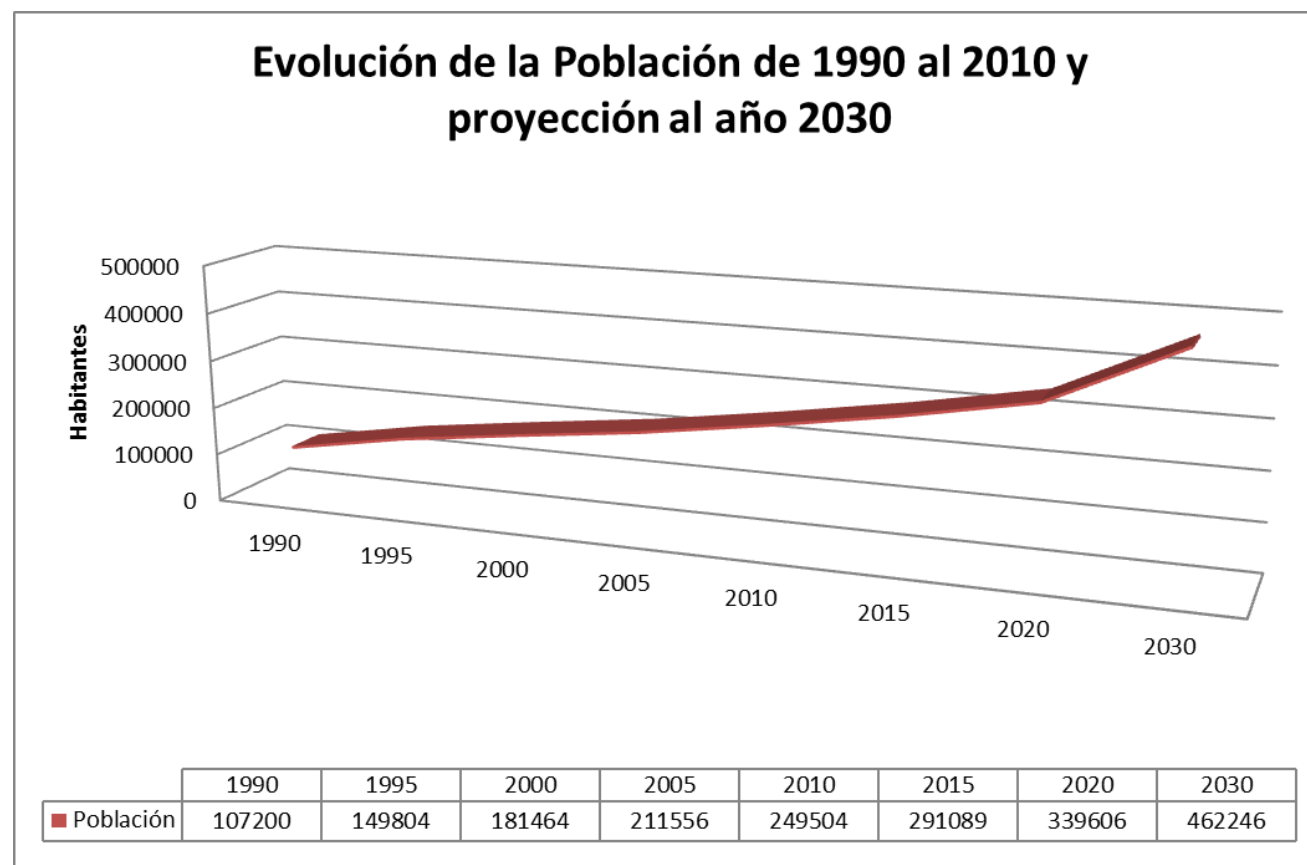
Dinámica Demográfica de Puerto Vallarta

Puerto Vallarta pertenece a la región costa norte del estado de Jalisco, junto con los municipios de Tomatlán y Cabo Corrientes, actualmente representa un polo de desarrollo turístico importante, su población ha mantenido un crecimiento constante, como se muestra en el cuadro 15. Este mismo parámetro puede observarse en la población proyectada para los años 2020 y 2030.

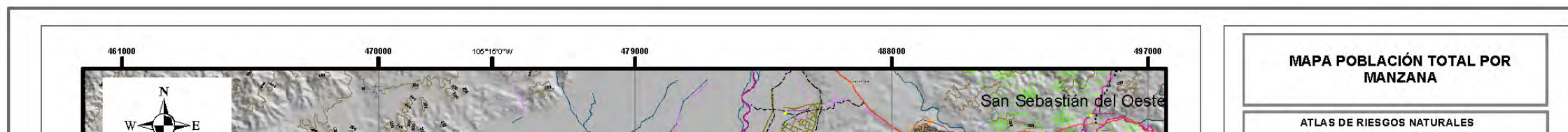
Cuadro 17. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL (1990-2010) Y PROYECCIONES A LOS AÑOS 2015, 2020 Y 2030, PUERTO VALLARTA, JALISCO.

POBLACIÓN TOTAL REPORTADA EN LOS CENSOS					PROYECCIONES			
AÑOS	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2030
POBLACIÓN	107,200	149,804	181,464	211,556	249,504	291,089	339,606	462,246

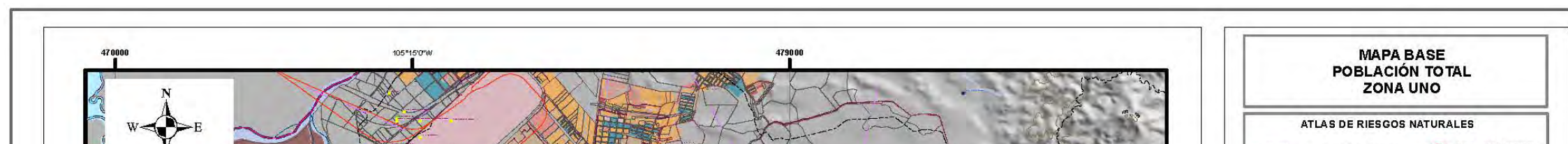
Fuente: Elaboración propia en base información INEGI, Censo de población y vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.
 Datos sin estimación, consulta interactiva de datos.



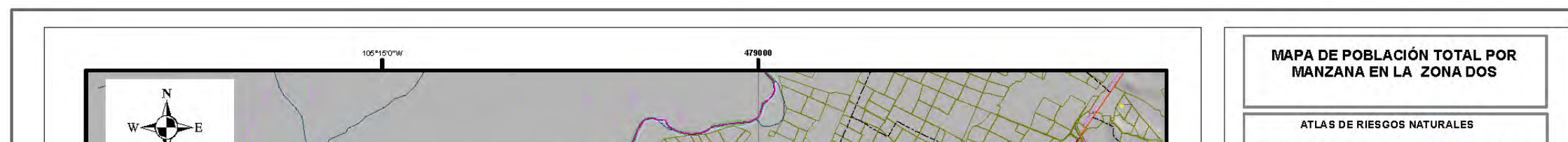
Grafica 16.



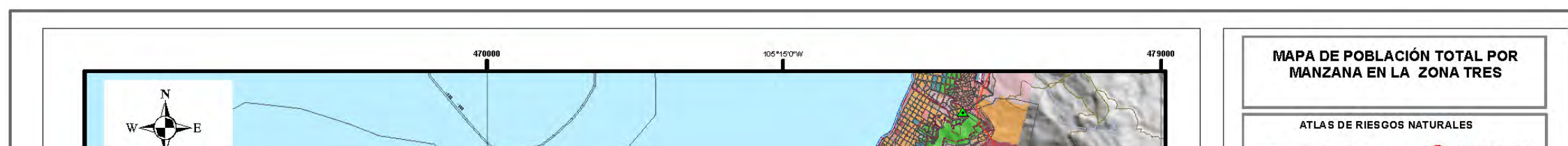
Mapa 25. Mapa de población total por manzana



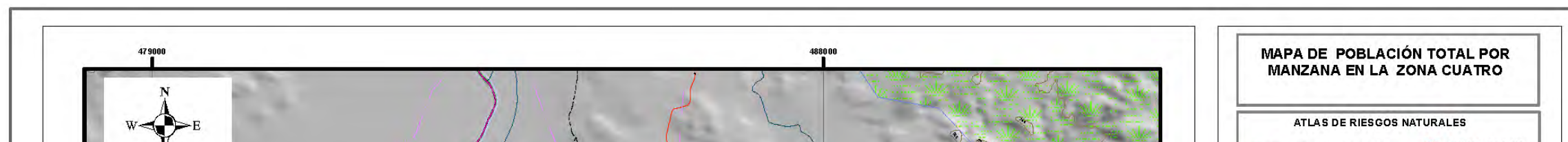
Mapa 26. Mapa de población total por manzana en la zona I



Mapa 27. Mapa de población total por manzana en la zona II



Mapa 28. Mapa de población total por manzana en la zona III



Mapa 29. Mapa de población total por manzana en la zona IV

Durante las décadas de 1990 al 2010, su población se incrementó en un 232.74%, esto es un incremento de 142,304 habitantes, siendo su ritmo de crecimiento medio anual mayor el de 1990-1995 con 6.10 (ver cuadro 16 y grafica 14.), la tasa de crecimiento más bajo lo presenta el periodo intercensal 2000- 2005 con 2.74. Para el 2005-2010 aumenta al 3.61 lo que se refleja en un aumento en su población total de 37,948 habitantes, lo que sitúa a Puerto Vallarta como uno de los municipios con mayor población y dinámica poblacional fuera de la Zona Metropolitana de Guadalajara y del estado.

El comportamiento de la Tasa de Crecimiento muestra un descenso en el periodo 2000-2005 con respecto a los de 1995-2000 y 2005-2010, esto es 1.846%, para en el siguiente lustro la tasa se vuelve a incrementar en el 0.8688%. Esta tendencia se refleja en el crecimiento de la ciudad, sobre todo en la zona norte del Pitillal, Volcanes y otras zonas donde es posible observar una urbanización progresiva que esta generando procesos de territorialización en la zona de Mesetas y en el piedemonte de la unidad de geomorfológica de montaña, este crecimiento se da sin existir aún los corredores urbanos adecuados que faciliten la comunicación y flujos de bienes y servicios con el resto de la ciudad y la región.

Cuadro 18. TASA DE CRECIMIENTO, PUERTO VALLARTA, JALISCO. (1990-2010).

Año	90-00	00 -10	90-95	95-00	00-05	05-10
T.C. %	5.44814	3.13113	6.10438	4.58737	2.74059	3.60947

Fuente: Elaboración propia en base información INEGI, Censo de población y vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.
 Datos sin estimación, consulta interactiva de datos.

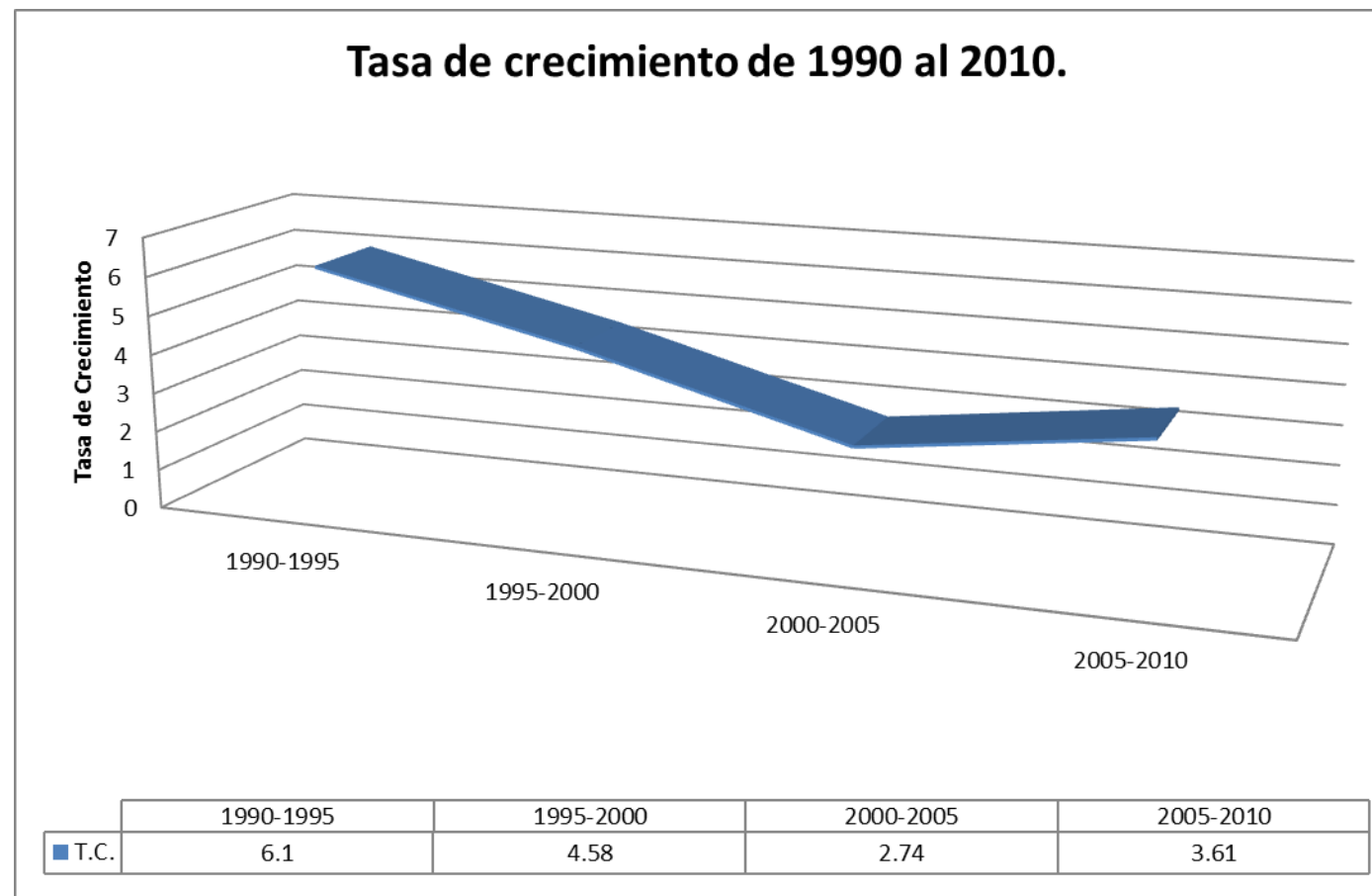


Grafico 17.

En el año 2010 el municipio tenía 104 localidades, 13 de ellas de dos viviendas y 35 de una sola, su cabecera municipal es la localidad más poblada con 203,342 habitantes para datos en tabulados básicos** (ver grafica 18.), en seguida se encuentra la localidad de Ixtapa la cual presento 29,036 pobladores, 174,306 menos que la cabecera del municipio, las Juntas mantiene 9035 habitantes, 194,307 personas menos que la localidad de Puerto Vallarta.

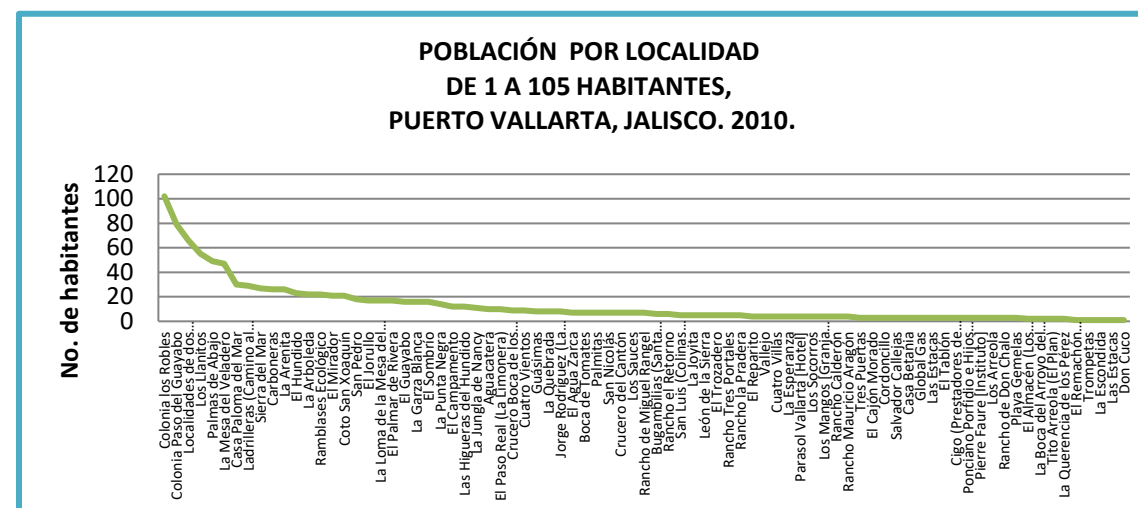
Las localidades con más de 110 habitantes a 5000 como se muestra en la gráfica 15, son 21 estas excluyen a las tres anteriores, 80 mantienen una población de 1 a 110 habitantes (ver grafica 19.).

GRAFICA 18.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 2010. Consulta: ITER 2010.

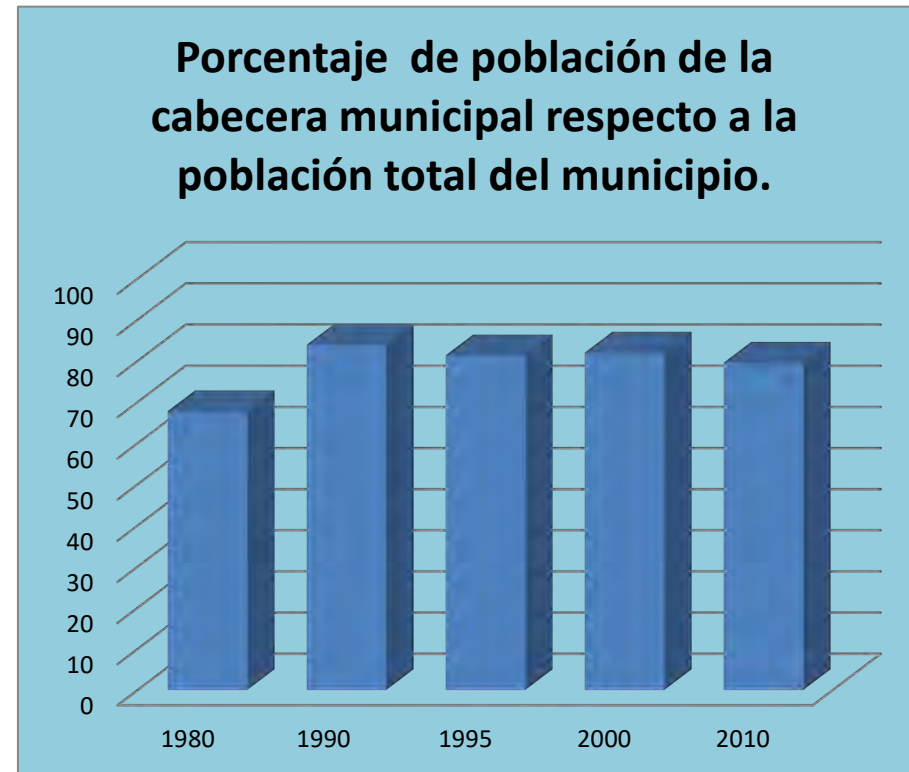
GRAFICA 19.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 2010. Consulta: ITER, 2010.

En la cabecera municipal se mantiene un incremento constante de población, el más notorio es el presentado de 1980 a 1990 (ver grafica 20), donde la población total de 38,647 personas tuvo un incremento de 54,856 habitantes, este periodo se muestra como el más importante en 20 años. Hacia el año 2000 la población contaba con un total de 151,432 representando un 81.87% del total municipal, para el año 2010 tuvo un aumento de 51,910 habitantes sumando un total de 203,342, sin embargo, la población disminuyo 2.44%, a pesar de ello la cabecera municipal sigue siendo un polo de atracción y concentración de la población, como se constatará más adelante con la aplicación de un indicador de concentración.

GRAFICA 20.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 2010.

Su densidad de población (ver Cuadro 19) en 1980 era de 43.84 habitantes por kilómetro cuadrado, para el 2010 aumento a 196.58 habitantes por kilómetro cuadrado. Mostrando una tendencia a concentrar la población de las localidades aledañas.

Cuadro 19. Densidad de población

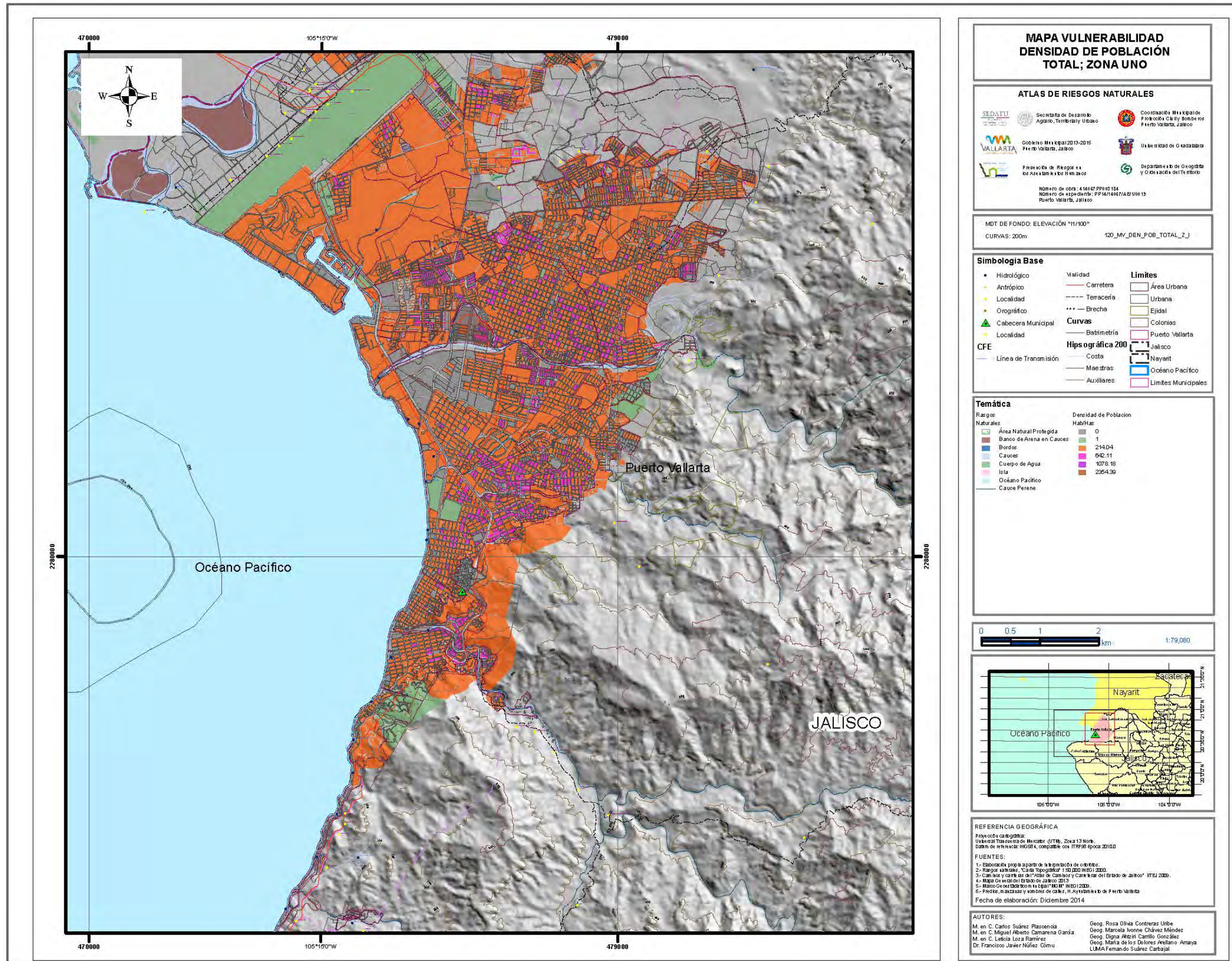
Año	Habitantes km ²
1980	43.84
1990	85.69
1995	115.22
2000	142.02
2005	169.43
2010	196.58

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

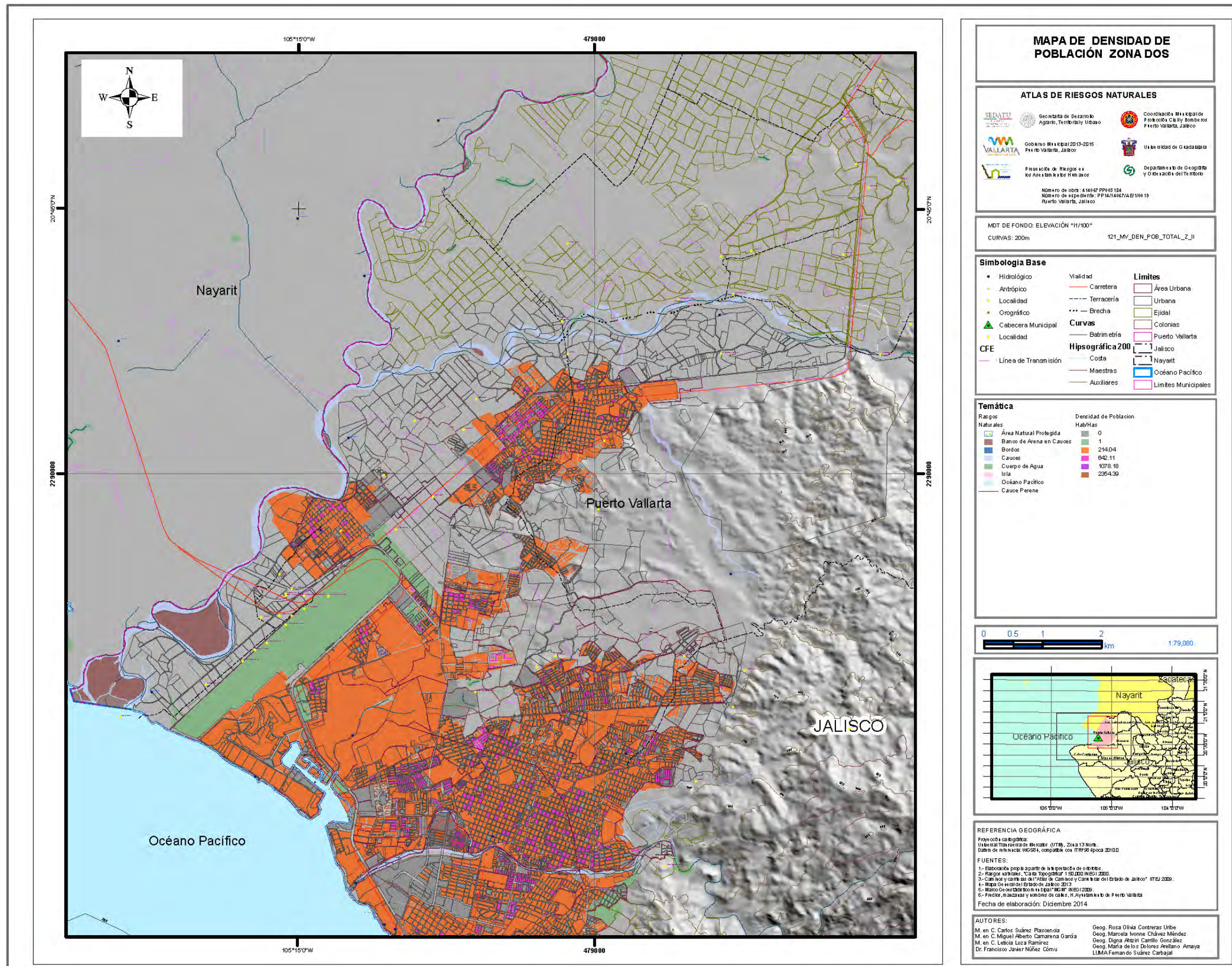
Las localidades con mayor densidad de población por hectárea en el 2010 (ver Cuadro 20), fueron la cabecera municipal 2.98 por hectárea, en Ixtapa 77 personas por hectárea y por ultimo encontramos a las palmas con 8.14 habitantes por hectárea. Cuadro 18.

	POBLACIÓN TOTAL	HECTAREAS	DENSIDAD
Puerto Vallarta-Las Juntas	212077	68197.5055	3.11
Ixtapa	29036	376	77.22
Las Palmas	4145	508.7866	8.15
		Densidad promedio	29.49

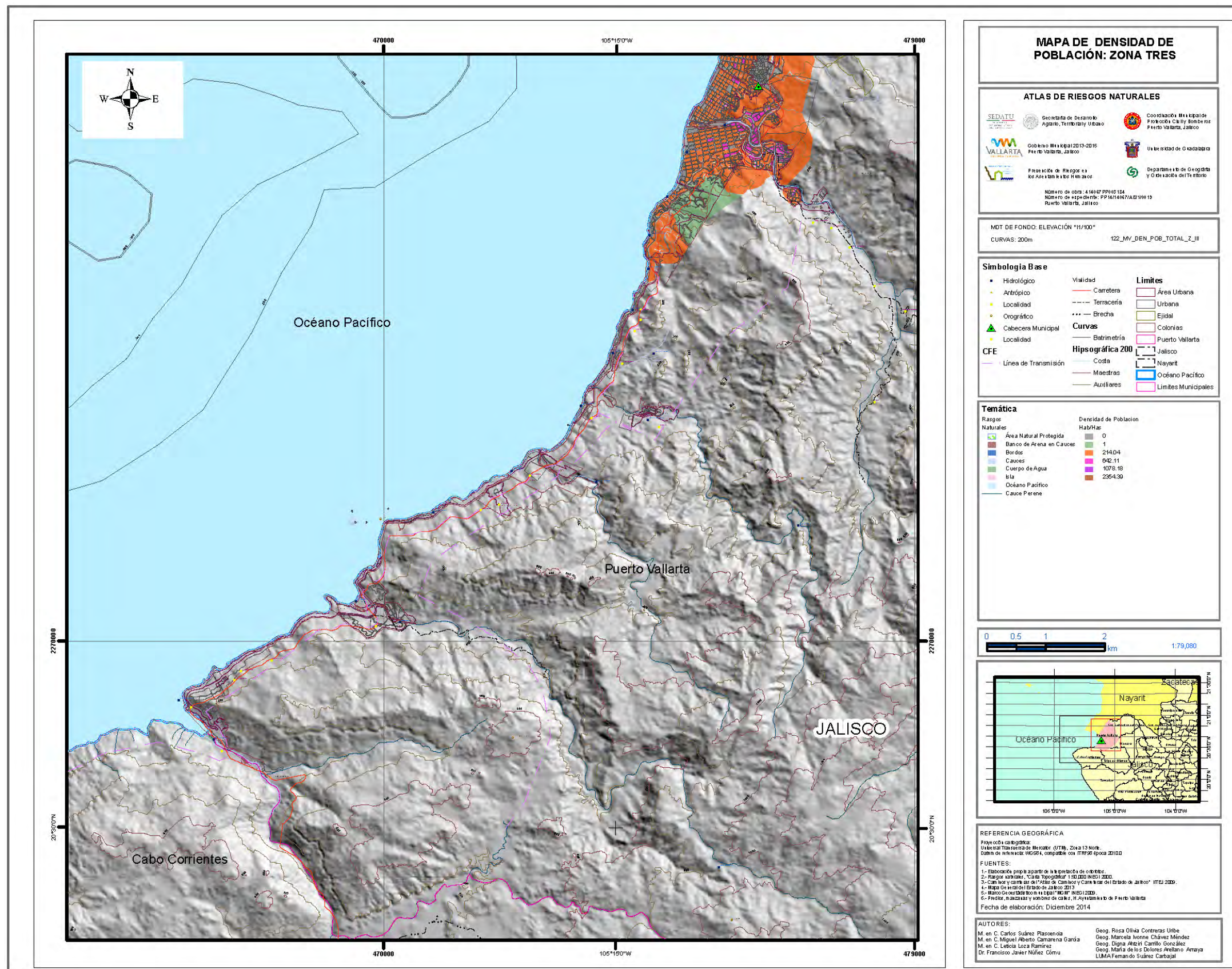
Cuadro 20. Fuente: Elaboración propia en base Censo de Población y Vivienda, 2010, INEGI



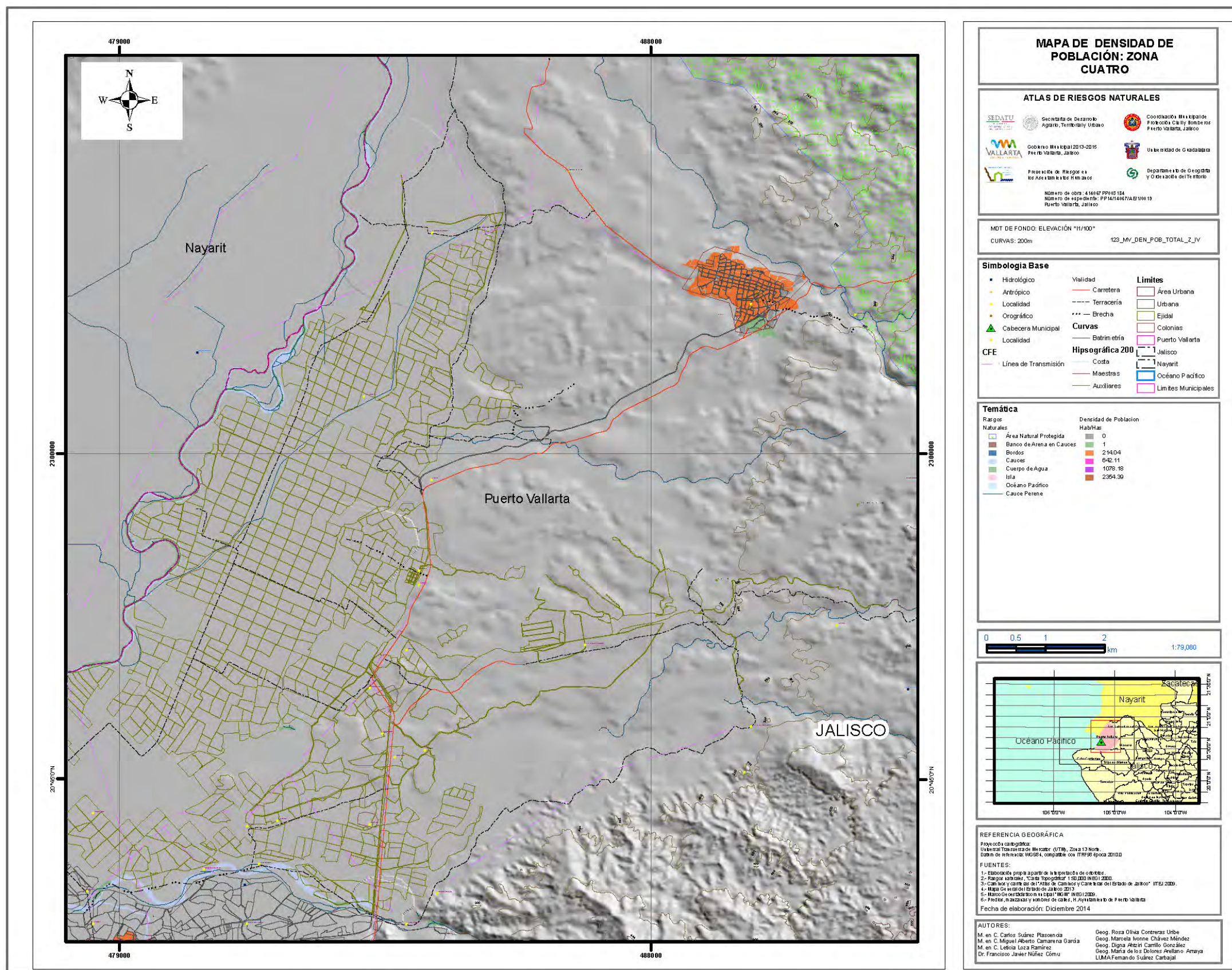
Mapa 30. Mapa de densidad de la población total por manzana en la zona I donde predomina una densidad de 214 hab/ha.



Mapa 31. Mapa de densidad de la población total por manzana en la zona II donde predomina una densidad de 214 hab/ha.



Mapa 32. Mapa de densidad de la población total por manzana en la zona III donde predomina una densidad de 214 hab/ha. Así como bajas densidades en la zona serrana sur.



Mapa 33. Mapa de densidad de la población total por manzana en la zona IV "Las Palmas" donde predomina una densidad de 214 hab/ha.

Con la aplicación de una medida de concentración o desigualdad, como es el Coeficiente de Gini, conocemos la distribución de una variable, observamos patrones de concentración y dispersión de la población en el territorio a través de datos de población y tamaño de localidad. De su aplicación se obtiene un número entre 0 y 1, en donde 0 corresponde a dispersión de la población, entre más sea cercana a 1, la concentración de la población aumentará. Para el municipio de Puerto Vallarta (cuadro 21.) se obtuvieron los siguientes resultados:

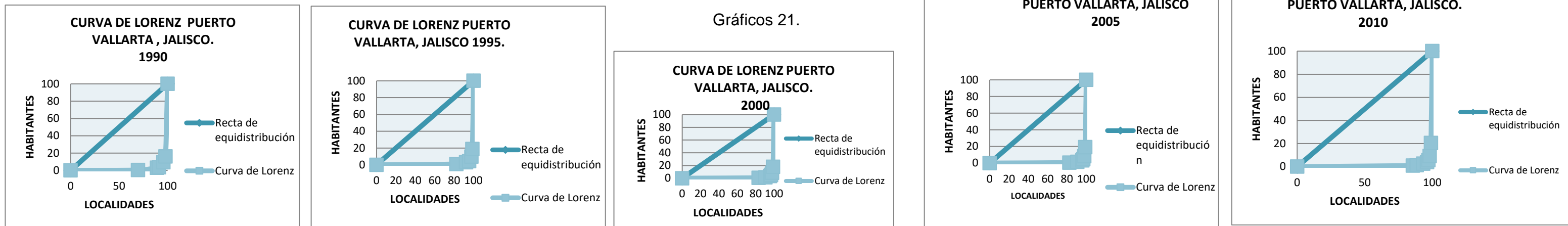
Cuadro 21.

Año	Coeficiente de Gini
1990	0.9531
1995	0.9671
2000	0.9736
2005	0.9740
2010	0.9708

Fuente: Elaboración propia en base información INEGI, Censo de población y vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.

En este caso el municipio de Puerto Vallarta refiere a valores muy cercanos 1, mostrando una distribución concentrada de la población, hacia su cabecera donde se encuentra el mayor porcentaje de ella. Motivo por el cual las condiciones de seguridad por la cercanía al océano deben de ser revisadas de forma minuciosa.

Las Curvas de Lorenz a continuación (Gráficos 21) expresan el comportamiento obtenido en el Coeficiente de forma gráfica, utilizando las frecuencias acumuladas de población y tamaño de localidad obsérvese la tendencia a unirse con el eje X y elevarse al 100% ilustrando la tendencia ya mencionada.

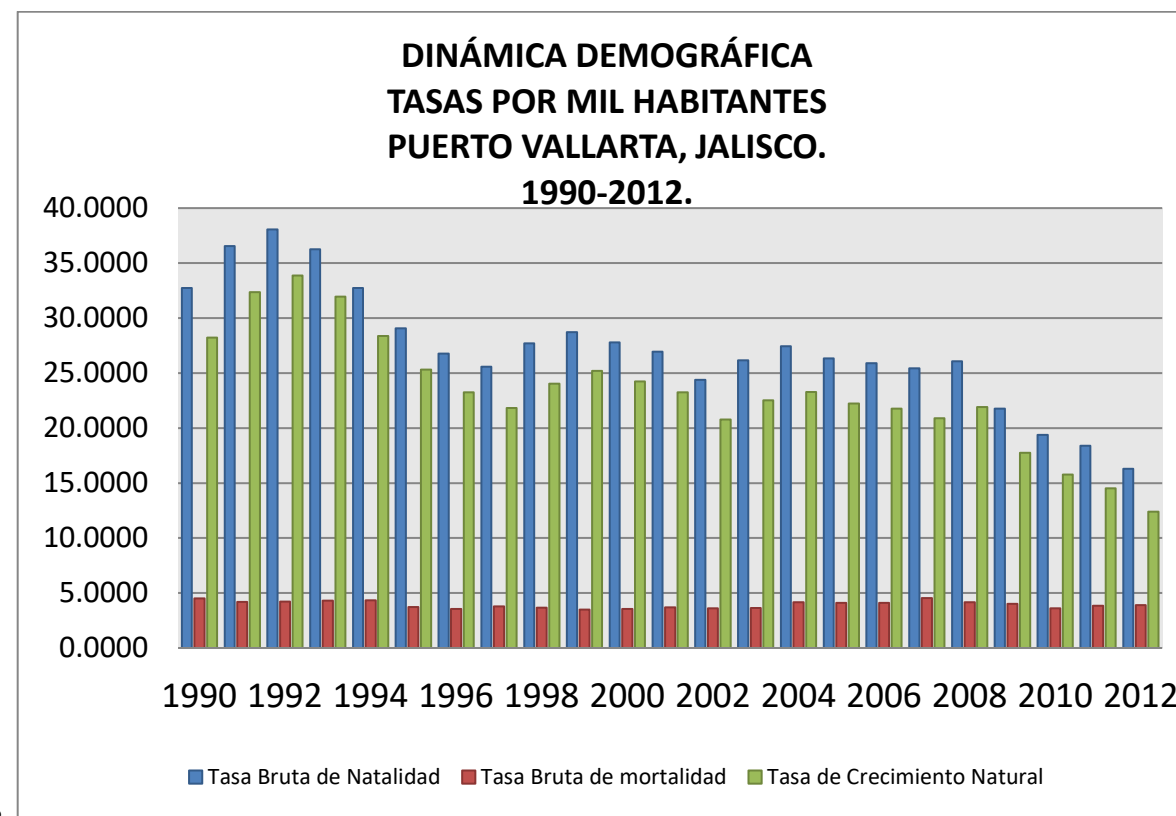


Fuente: Elaboración propia en base información INEGI. Censo general de población y vivienda; resultados definitivos. Tabulados básicos, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.

Dinámica demográfica

Las tasas de natalidad han disminuido en el municipio a partir de 1992, fecha en la cual se registró la tasa más alta de natalidad con 38 nacimientos por cada mil habitantes, la disminución ha sido paulatina siendo el dato del 2012 el que manifiesta la tasa más baja con 16.29 nacimientos por cada mil habitantes.

En la década de los noventa el año donde la tasa de mortalidad es de mayor consideración es 1994 con 4.34 defunciones por cada mil habitantes, al iniciar el 2000 se incrementa, siendo el año 2007 donde las defunciones mantienen una tasa de 4.53 muertes por cada mil habitantes, manifestándose una tendencia a disminuir en ambas tasas, más no de una forma abrupta sino paulatina, como se evidencia en la gráfica 22. Es por ello que el crecimiento natural se considera estable con tasas que fluctúan del 3 al 5 por cada mil habitantes en el periodo de 1990 al 2012.



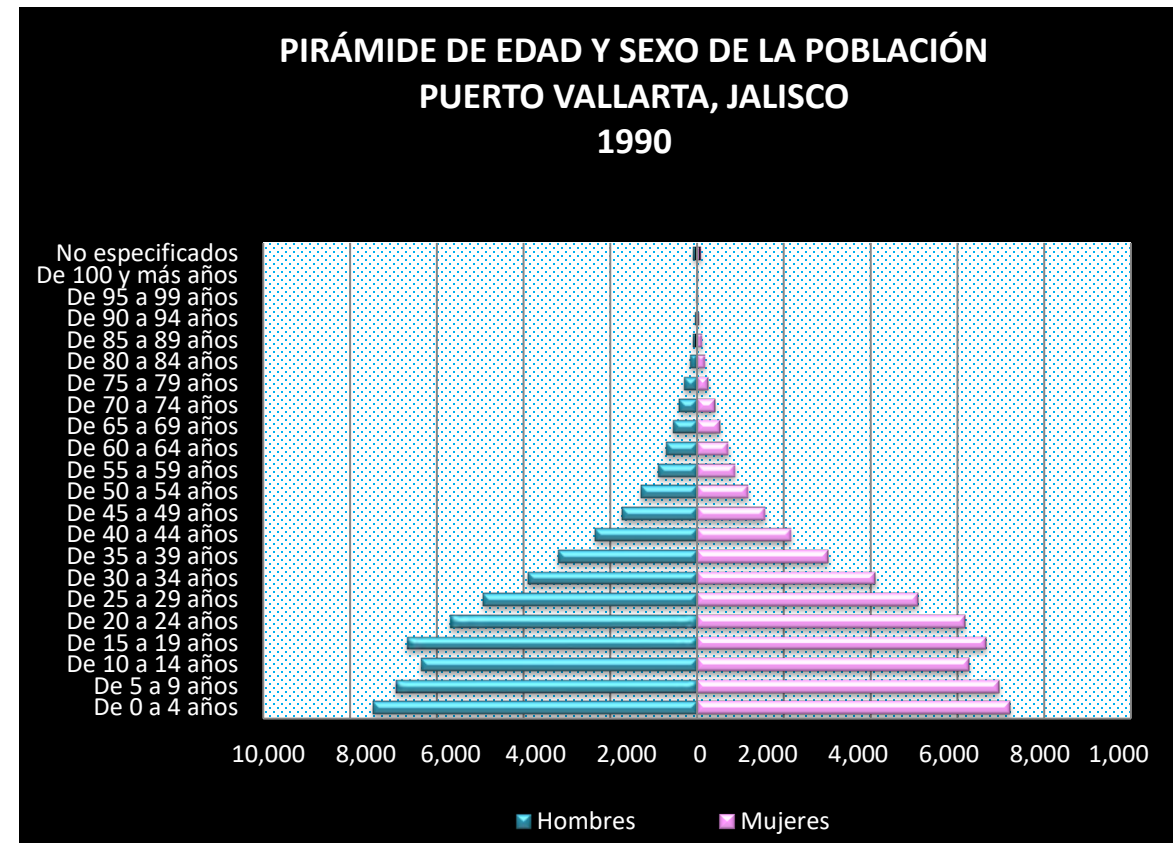
GRAFICA 22.

Fuente: Elaboración propia en base información, INEGI. *Censo de Población y Vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005, 2 010.* Página WEB www.inegi.gob.mx. México, Consulta interactiva de datos.

PIRAMIDES DE EDAD: ESTRUCTURA POR EDAD Y SEXO DE LA POBLACIÓN

La estructura de edad permite evidenciar la cantidad de niños, jóvenes adultos y adultos mayores que hay en el municipio, los cambios de edad influyen en la transición demográfica mostrando la tendencia de las sociedades actuales disminuir sus tasas de natalidad y observar el incremento de la esperanza de vida, para comprender estos cambios las pirámides de edad y sexo de la población exhibidas a continuación ilustran dichos comportamientos.

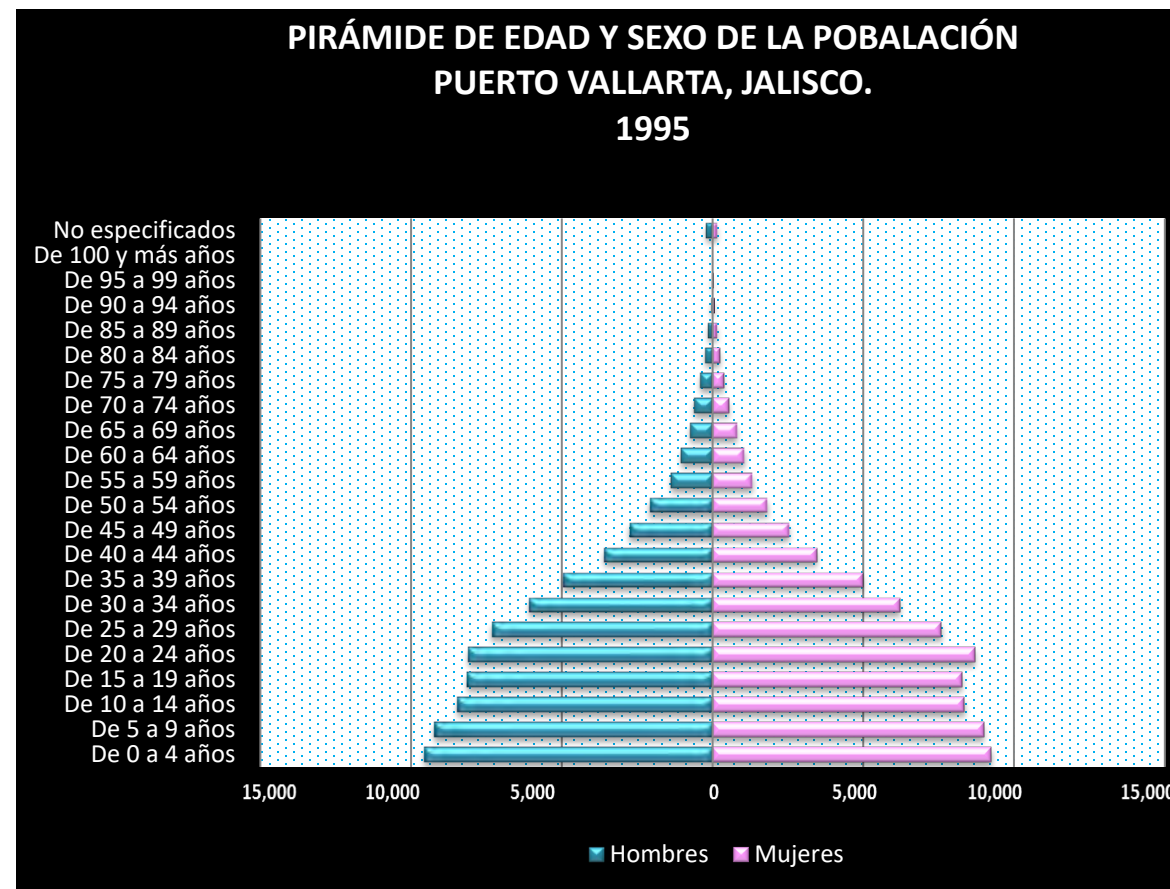
GRAFICA 23.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 1990.
Consulta de: Población total sin estimación. Por: Entidad municipio y localidad, Según: Sexo y Edad Quinquenal.

En cuestión demográfica (ver grafica 22). La década de los noventas se caracteriza por ser la de mayor difusión de las políticas de planificación familiar, dado lo anterior la proporción de niños y jóvenes disminuye, este fenómeno en el municipio de Puerto Vallarta ha sido lento, ya que en 1990 como podemos observar en la gráfica 23, la base de la pirámide es amplia, resalta una natalidad importante respecto a los otros grupos.

En el grupo de edad de 0 a 4 la cantidad de niños es 256 habitantes más que la de niñas con un total de 7213 personas, en los siguientes grupos existe una leve disminución por lo que por su forma mantiene una fuerte característica de pirámide progresiva, ancha en su base y disminuida hacia los grupos mayores de forma equilibrada.

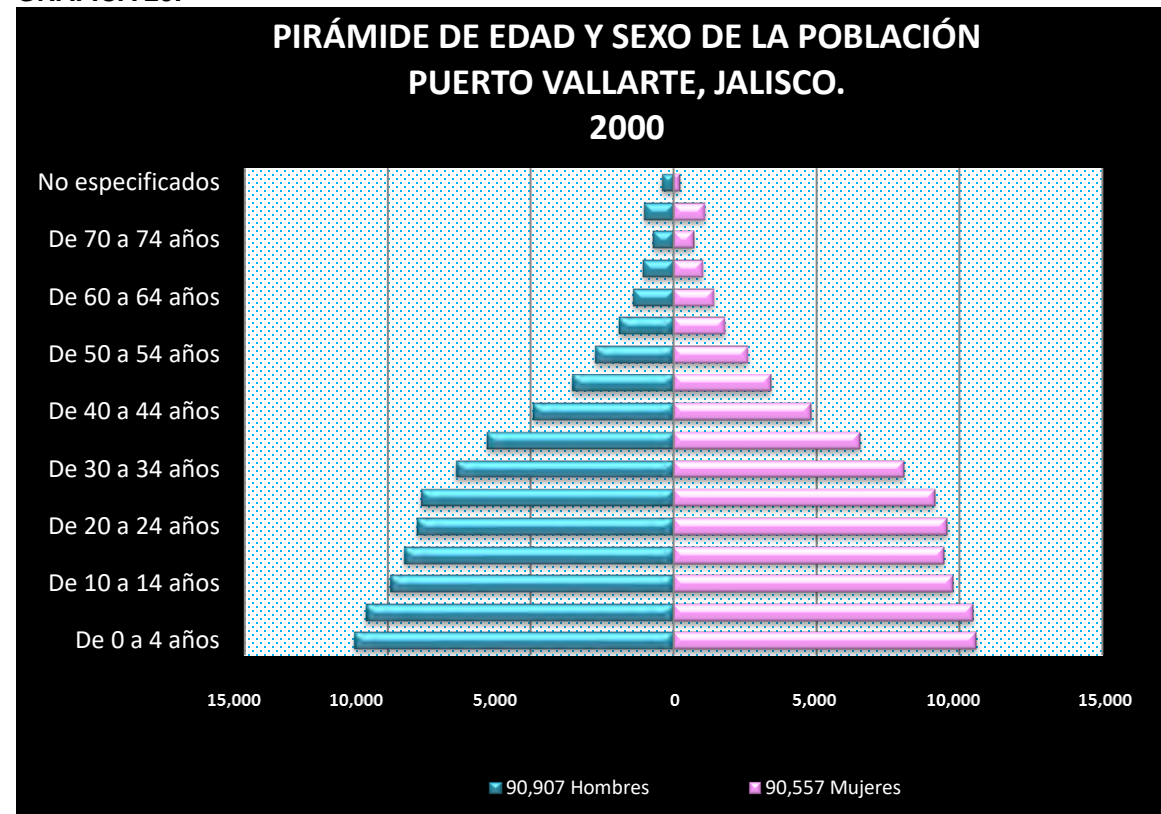


GRAFICA 24.

Fuente: elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 1990
Consulta de Población Total sin estimación por entidad, municipio y localidad, según sexo y Quinquenal.

Aunque se manifiesta el 56 % de mujeres en edad reproductiva respecto al total en 1995 es notorio el descenso de población menor en los primeros tres grupos de edad (ver gráfica 24), como también una disminución de las mujeres de esos grupos, en cambio, se percibe un ensanchamiento en el grupo de 20 a 24 años donde las mujeres son un total de 8,705 y 8,102 varones, 603 mujeres más, Sin embargo, dada la tendencia de simetría en los grupos centrales se sugiere una tendencia a cambiar de esquema en el comportamiento demográfico.

GRAFICA 25.

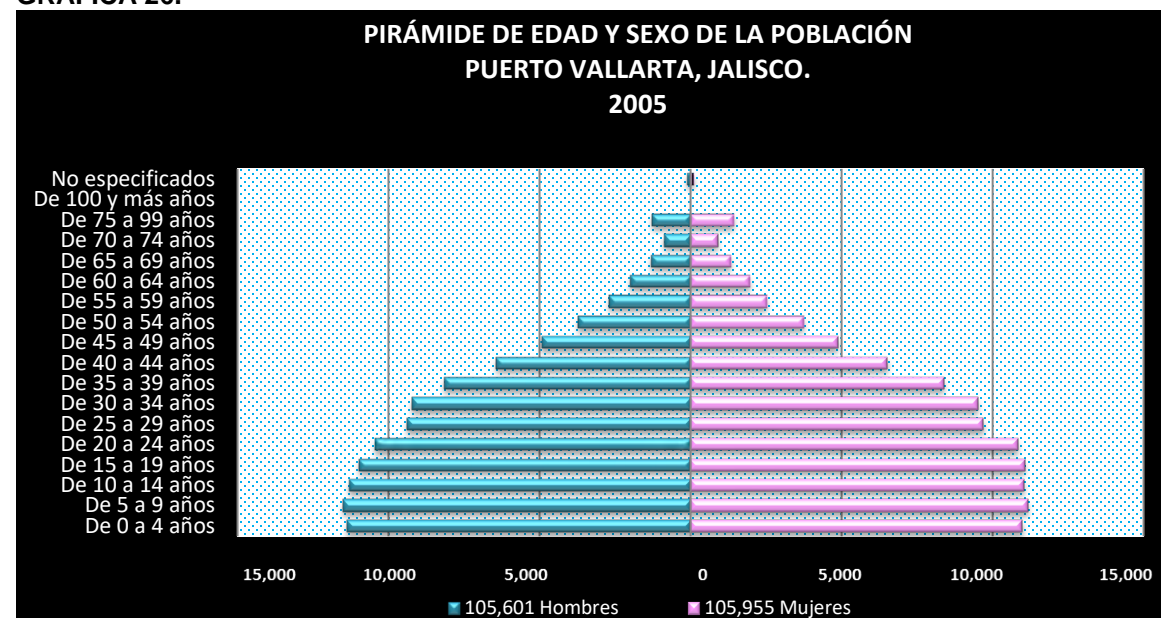


Fuente: Elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 2000.
Consulta de: Población total sin estimación. Por: Entidad municipio y localidad, Según: Sexo y Edad Quinquenal.

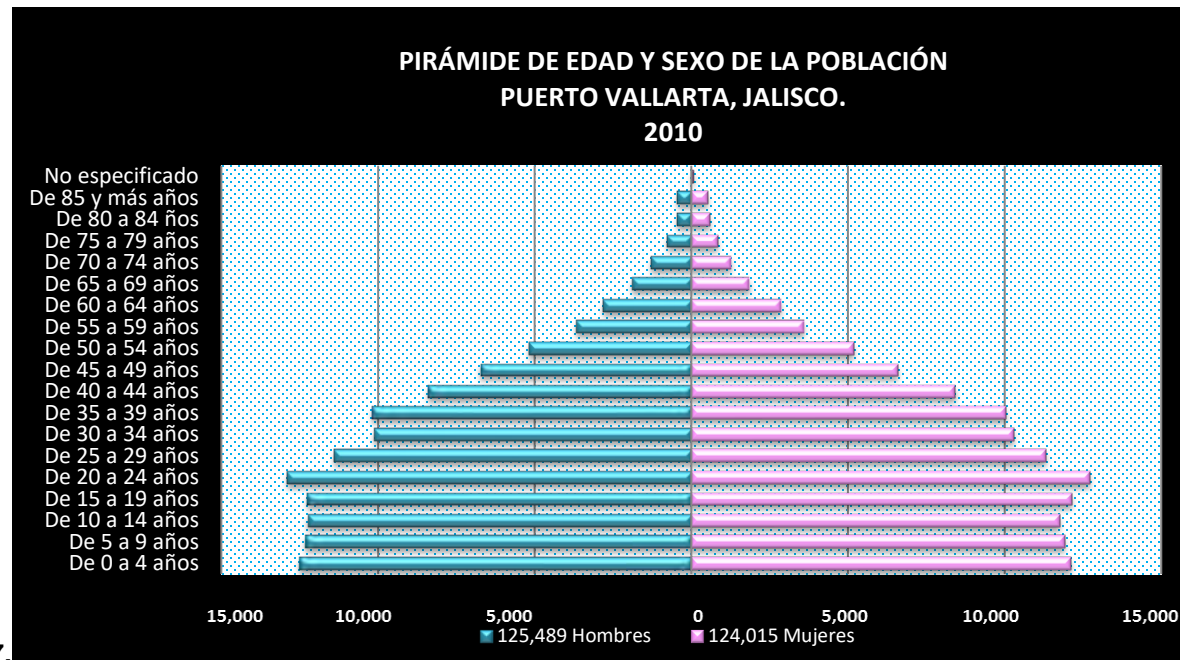
Dicha tendencia podemos constatarla en las gráficas del 2000, 2005 y 2010 donde el incremento de adultos mayores se hace patente; para el año 2000 el grupo de 60 a 65 años sumo 2,819 personas de las cuales 1,419 son hombres, llegando al último grupo de 75 y más a un total de 2,119 para el 2005 el grupo mayor fue de 100 y más años con 20 habitantes, el grupo de 75 a 99 años para ese mismo periodo es considerable 1,273 hombres y 1428 mujeres.

En el año 2010 el grupo final de adultos mayores llega a más de 85 años con una cantidad de 961, el ensanchamiento en las poblaciones de 10 a 30 años tiende a ser geométrico (ver gráficos 22, 23 y 24).

GRAFICA 26.



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo General de Población y Vivienda INEGI, 2000.
Consulta de: Población total sin estimación. Por: Entidad municipio y localidad, Según: Sexo y Edad Quinquenal.



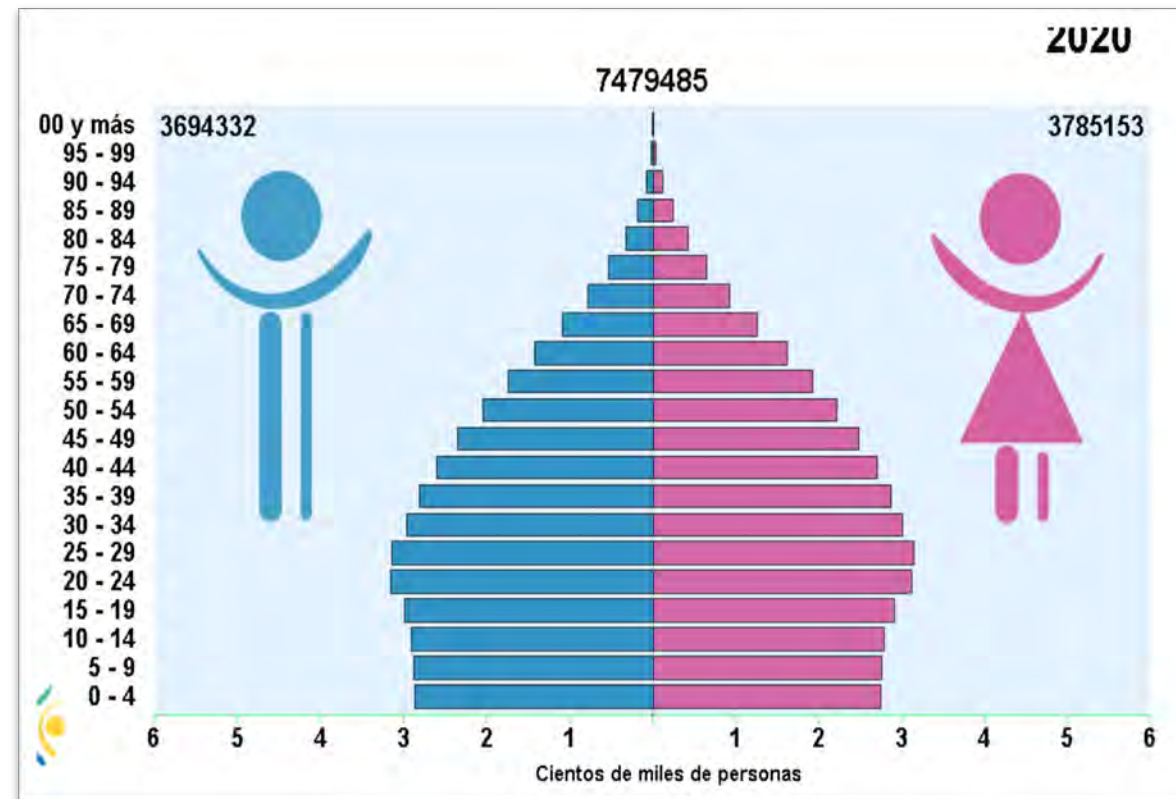
GRAFICA 27.

Por lo cual podemos interpretar que el pronóstico de la dinámica del municipio es congruente con la tendencia del Estado de Jalisco para el año 2020 y 2030.

Según proyección del consejo nacional de población (COEPO), para el 2020 Jalisco presenta una población envejecida con 8.2% de la población total con una edad de 65 años o más, como se muestra en el gráfico 27.

Por consiguiente para 2030 (ver gráfico 28) se espera una pirámide de edad y sexo de la población con una transición a la edad adulta casi concluida. Con solo un 20% de personas de menos de 15 años.

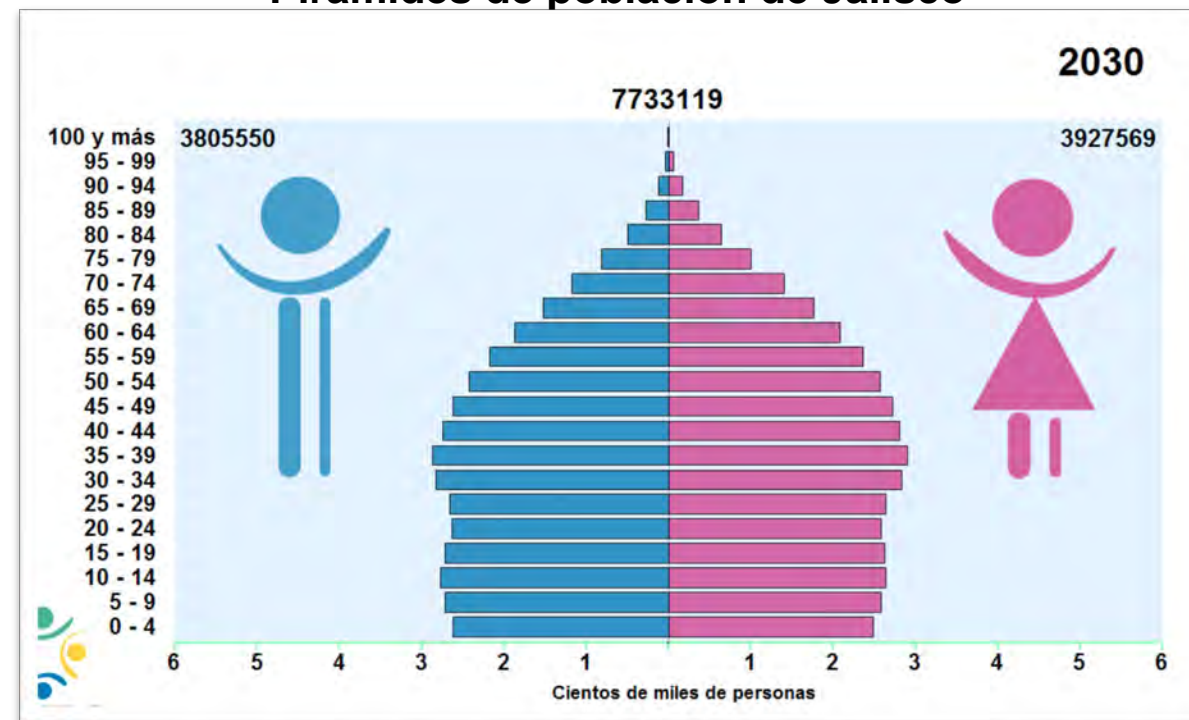
GRAFICA 28. Pirámides de población de Jalisco



Fuente: Consejo Estatal de Población
<http://coepo.jalisco.gob.mx>

GRAFICA 29.

Pirámides de población de Jalisco

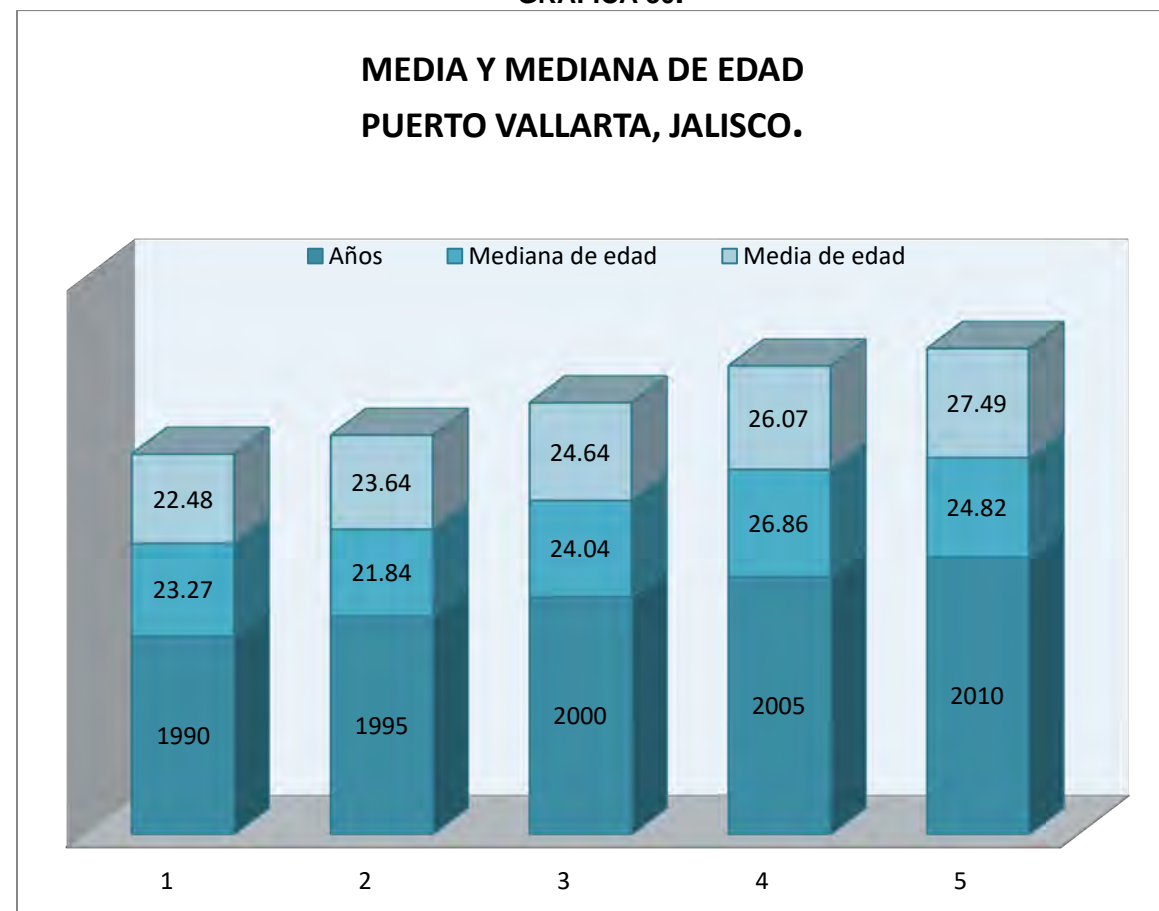


Fuente: Consejo Estatal de Población
<http://coepo.jalisco.gob.mx>

De la población total de Puerto Vallarta en el 2010 (249,504 habitantes), 124,015 son mujeres y 125,489 hombres. Ambos sexos, durante el periodo del 1990 a 2010 registran un promedio de edad de 24.86 años, dicho grupo de edad sobre pasa por decimas el rango de 15 a 24 años, clasificado como joven, no obstante su tendencia es alcanzar el grupo de edad adulta de 25 a 64 años, como se muestra en la gráfica 12 en los años 2005 y 2010.

La mediana de edad es un dato que divide a la población en dos partes iguales (grafica 29), 1995 ha manifestado la menor edad mediana con 21.84 años y la mayor fue el 2005 con una mediana de edad de 26.86.

GRAFICA 30.



Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos de Población y Vivienda, INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010.
Consulta de: Población total sin estimación Por: Entidad municipio y localidad, Según: Sexo y Edad quinquenal

4.2. Características sociales (escolaridad, hacinamiento, población con discapacidad, marginación, pobreza, equipamiento)

4.2.1. Características sociales.

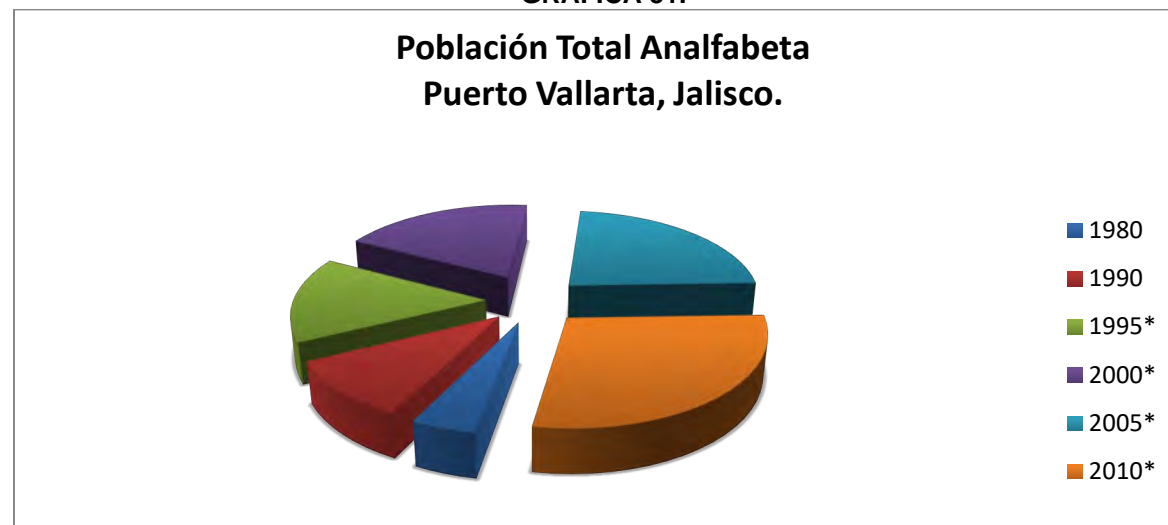
Los factores socio económicos influyen de forma directa en el grado de vulnerabilidad, en los desastres, según datos de la secretaria de gobernación de México 60% de la población damnificada por desastres naturales es pobre y vive en zonas marginadas (2014).

Nivel de Escolaridad.

Uno de los principales indicadores socioculturales de la población se manifiesta a través del nivel de instrucción, en nuestro país el saber leer y escribir se considera un derecho, el cual se ha extendido a una mayor cantidad de personas sobre todo en niños y jóvenes aún existe un fuerte rezago, siendo este problema grave en las zonas de mayor rezago económico. En el municipio de Puerto Vallarta (ver grafica 31.) se registró en 1980 una población sin estas destrezas de 27,766, las cuales se incrementaron en 1990 con 34,162 habitantes, hacia 1995 con 91,421, el 2000 es menos alentador 113,181 para el 2005 creció la población a 138,669 y el año 2010 con 170, 476 habitantes, datos que muestran un promedio para esos años de 100,573 personas.

GRAFICA 31.

**Población Total Analfabeta
Puerto Vallarta, Jalisco.**

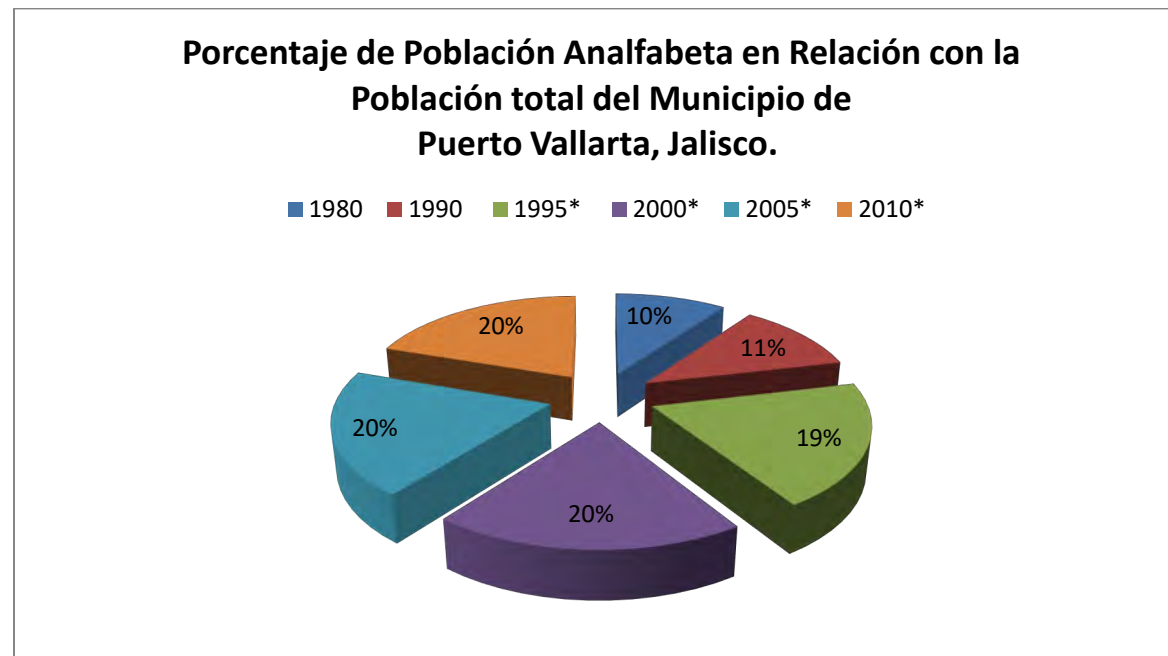


Fuente: Elaboración propia en base Censo General de Población y Vivienda, 1980, 1990,2000,2005, 2010. Página web.inegi.gob.mx
*población de 15 años que sabe leer y escribir.

La población considerada analfabeta representa un porcentaje respecto al total de la población para los años 2000, 2005 y 2010, 20% de la población respectivamente como lo muestra la gráfica 32, que exhibe un aumento del 8% de 1990 a 1995, y de 1995 a 2000 solo del 1%. Dado lo anterior se refleja un estancamiento en la cantidad de este sector de población.

GRAFICA 32.

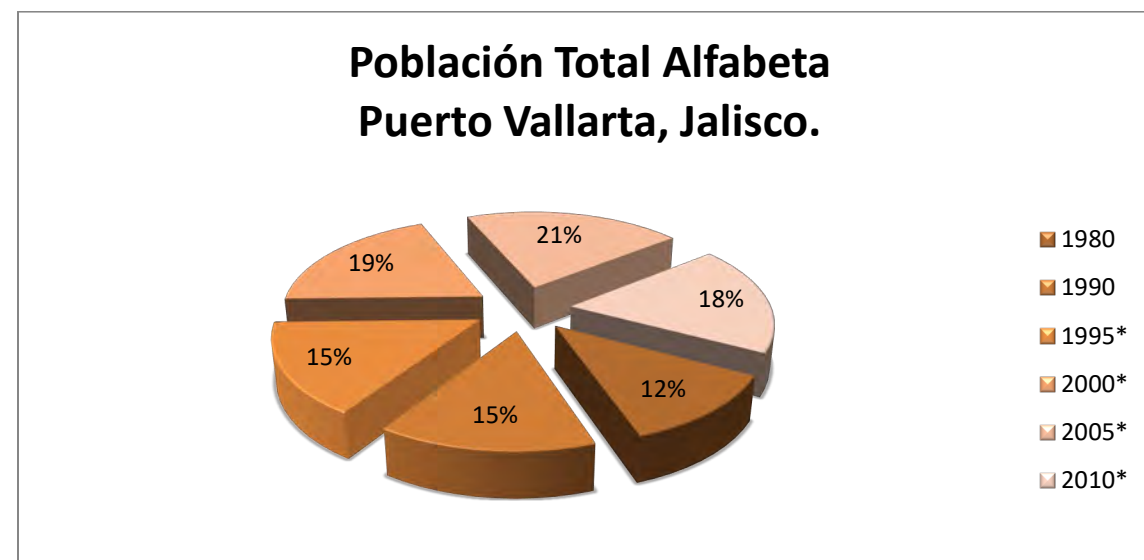
**Porcentaje de Población Analfabeta en Relación con la
Población total del Municipio de
Puerto Vallarta, Jalisco.**



Fuente: Elaboración propia en base Censo General de Población y Vivienda, 1980, 1990,2000,2005, 2010. Página web.inegi.gob.mx

La población total que sabe leer y escribir en 1980 represento un 12% al 2010, solo se incrementa el 6% de esta población en treinta años (ver grafica 33), datos del año 2000 constatan un problema importante (ver Cuadro 23) 4,722 personas en edad escolar no asisten a la escuela, siendo la población masculina de 6 a 14 años una cantidad de 866 y mujeres de este mismo grupo de edad 708, debido a lo anterior podemos evidenciar por qué no existen incrementos importantes en la población alfabeta.

GRAFICA 33.

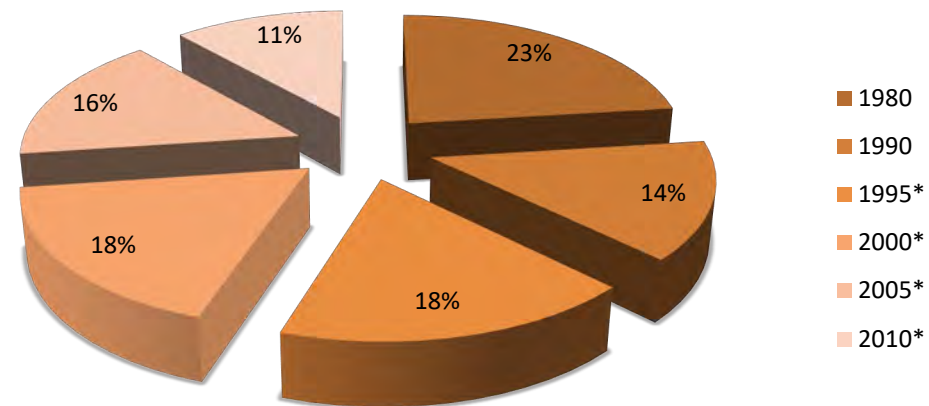


Fuente: Elaboración propia en base Censo General de Población y Vivienda, 1980, 1990,2000,2005, 2010. Página web.inegi.gob.mx
*población de 15 años y más que lee y escribe.

CUADRO 23. . POBLACIÓN POR EDAD QUE NO ASISTE A LA ESCUELA, PUERTO VALLARTA. 2000	
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	617
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	1,574
Población Masculina de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	866
Población Femenina de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	708
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	957

Fuente: Base de datos Sistema de Información Jalisco, (2014).

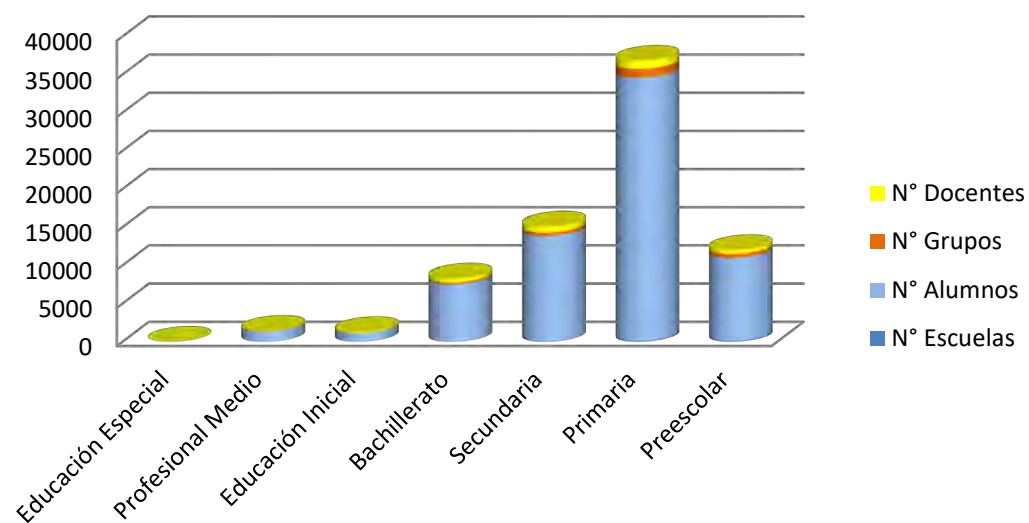
Porcentaje de Población Alfabeta en Relación con la Población Total del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.



Grafica 34. Fuente: Elaboración propia en base Censo General de Población y Vivienda, 1980, 1990,2000,2005, 2010. Página web.inegi.gob.mx *población de 15 años y más que lee y escribe

Los servicios escolares en el municipio se manifiestan en todos los niveles educativos, sin embargo no todas las localidades tienen este servicio de forma física, la educación primaria mantiene el mayor número de alumnos con 34,479 alumnos para el ciclo 2009-2010 (ver grafica 34), esto en 140 planteles, el nivel preescolar por su parte tiene 141 planteles y 10,888 estudiantes, a medida que se eleva el nivel educativo planteles y estudiantes disminuyen, teniendo para la enseñanza secundaria un total de 50 planteles con 13,850 estudiantes, en bachillerato 27 planteles con 7,548 alumnos.

TOTAL DE ESCUELAS, ALUMNOS Y PROFESORES. (2009-2010)



Grafica 35. Fuente: SEIJAL. Sistema Estatal de Información Jalisco 2011, en www.seijal.gob.mx. Se consideran los turnos ofertados por institución.

Las instituciones educativas que ofrecen educación superior, tanto públicas como privadas se han extendido en las áreas de mayor población del municipio, a pesar de ello para el 2007 (ver cuadro 24) existían carreras donde no hubo aspirantes y el mayor número de alumnos no excedió los 200.

La carrera más favorecida fue ingeniero en gestión empresarial ofertada por el Instituto Tecnológico Superior, 195 alumnos se inscribieron en 2007, turismo y administración del plan de estudios de la Universidad de Guadalajara recibieron 184 estudiantes y de la misma universidad 161 en contaduría pública.

Cuadro 24.

Instituciones Educativas del Municipio de Puerto Vallarta, 2007.		
Institución	Carrera	Alumnos
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO	MAESTRIA EN EDUCACION CON INTERVENCION EN LA PRACTICA EDUCATIVA	23
CENTRO DE ESTUDIOS UNIVERSITARIOS ARKOS	LIC. EN CONTADURIA	14
	LIC. EN MERCADOTECNIA	13
	LIC. EN CIENCIAS DE LA COMUNICACION	24
	LIC. EN DERECHO	34
	LIC. EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS TURISTICAS	18
CENTRO UNIVERSITARIO UNE	LIC. EN ADMINISTRACION	50
	LIC. EN CONTADURIA PUBLICA	15
	LIC. EN MERCADOTECNIA	0
	LIC. EN NEGOCIOS INTERNACIONALES	26
	LIC. EN DERECHO	11
INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE	ING. EN GESTION EMPRESARIAL	7
	LIC. EN ADMINISTRACION	0
	LIC. EN GASTRONOMIA	147
	ARQUITECTURA	103
	ING. EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	104
	LIC. EN INFORMATICA	7
	ING. EN ELECTROMECANICA	57
	ING. EN GESTION EMPRESARIAL	195
JUANA DE ASBAJE	LIC. EN EDUCACION PREESCOLAR	23
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	LIC. EN ENFERMERIA	56
	MAESTRIA EN ADMINISTRACION	0
	MAESTRIA EN TECNOLOGIA PARA EL APRENDIZAJE TECNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN DISEÑO GRAFICO	0
	LIC. EN DISEÑO PARA LA COMUNICACION GRAFICA	52
	ING. EN COMPUTACION	70
	ING. EN COMUNICACION MULTIMEDIA	126
	ING. CIVIL	57
	ING. EN TELEMATICA	39
	MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE NEGOCIOS	11
	MEDICO CIRUJANO Y PARTERO	70
	LIC. EN BIOLOGIA	46
	MAESTRIA EN ANALISIS TRIBUTARIO	0
	LIC. EN ADMINISTRACION	184
	MAESTRIA EN IMPUESTOS	0
	LIC. EN CONTADURIA PUBLICA	161
	MAESTRIA EN TERAPIA FAMILIAR	0
	ABOGADO	149
	MAESTRIA EN DESARROLLO SUSTENTABLE Y TURISMO	0
	LIC. EN PSICOLOGIA	133
	MAESTRIA EN CIENCIAS EN GEOFISICA	0
	DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMATICA, ECOLOGIA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y AGRICOLAS	9
	LIC. EN TURISMO	184
	DOCTORADO EN CIENCIAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE	13
	LIC. EN ARQUITECTURA	117
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE ATEMAJAC	LIC. EN NUTRICION	29
	MAESTRIA EN ADMINISTRACION	8
	MAESTRIA EN EDUCACION	1
	LIC. EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS	5
	MAESTRIA EN FINANZAS	0
	LIC. EN CONTADURIA PUBLICA	4
	MAESTRIA EN MERCADOTECNIA	10
	LIC. EN MERCADOTECNIA	14
	MAESTRIA EN LEGISLACION FISCAL	9
	LIC. EN DERECHO	17
	MAESTRIA EN VALUACION	8
	LIC. EN PSICOLOGIA	11
	LIC. EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS TURISTICAS	13
	LIC. EN INGENIERA ARQUITECTO	26
	LIC. EN INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	0

Fuente: Sistema Estatal de Información Jalisco, datos proporcionados por SEJ, Sistema de educación Jalisco.

Población con Discapacidad (Por Localidad).

La Organización Mundial de la Salud define discapacidad; a “cualquier restricción o impedimento de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para el ser humano. La discapacidad se caracteriza por excesos o insuficiencias en el desempeño de una actividad rutinaria normal, los cuales pueden ser temporales o permanentes, reversibles o surgir como consecuencia directa de la deficiencia o como una respuesta del propio individuo, sobre todo la psicológica, a deficiencias físicas, sensoriales o de otro tipo”.

Una clasificación de la organización es la siguiente;

Discapacidad física: Esta es la clasificación que cuenta con las alteraciones más frecuentes, las cuales son secuelas de poliomielitis, lesión medular (parapléjico o cuadripléjico) y amputaciones.

Discapacidad sensorial: Comprende a las personas con deficiencias visuales, a los sordos y a quienes presentan problemas en la comunicación y el lenguaje.

Discapacidad intelectual: Se caracteriza por una disminución de las funciones mentales superiores (inteligencia, lenguaje, aprendizaje, entre otros), así como de las funciones motoras. Esta discapacidad abarca toda una serie de enfermedades y trastornos, dentro de los cuales se encuentra el retraso mental, el síndrome Down y la parálisis cerebral.

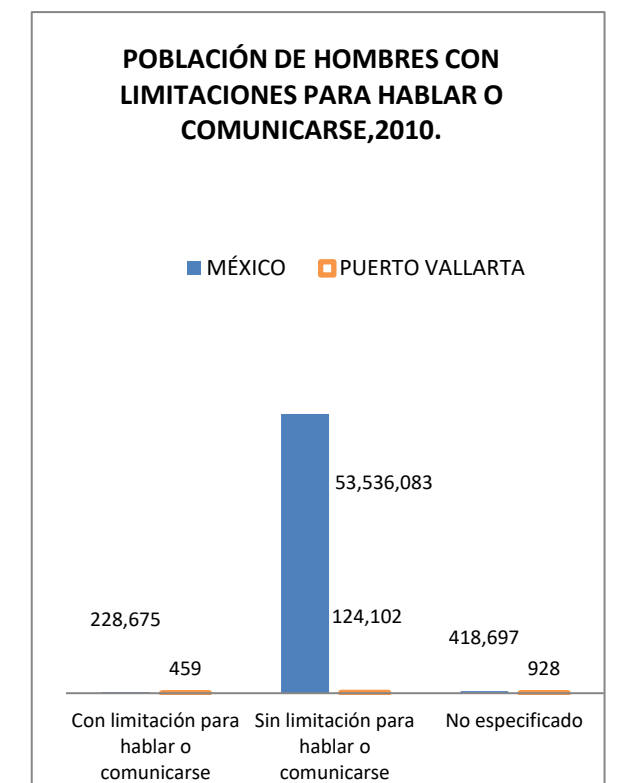
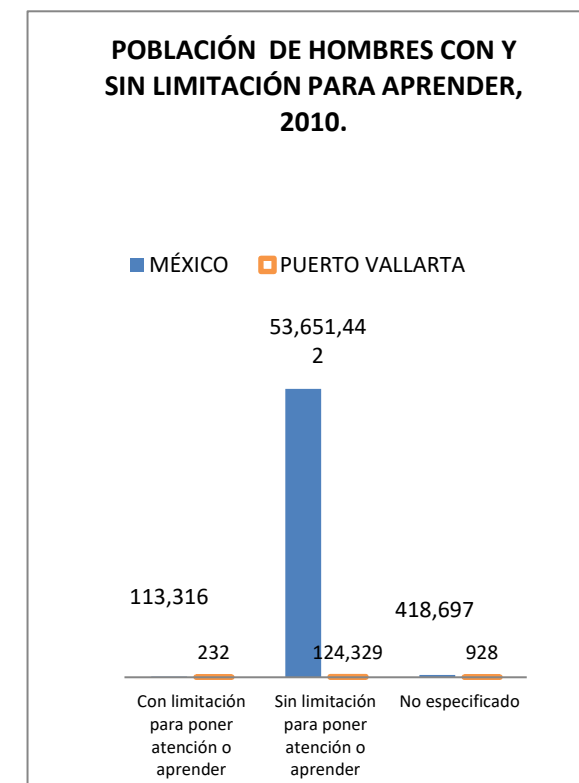
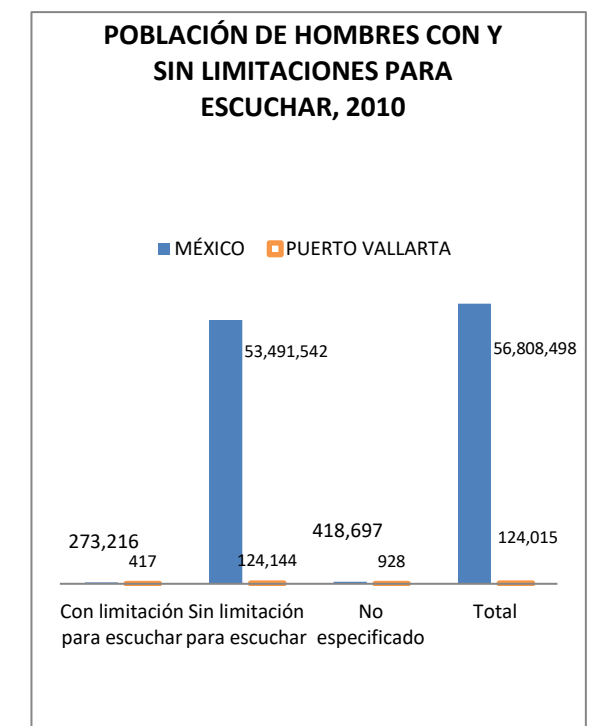
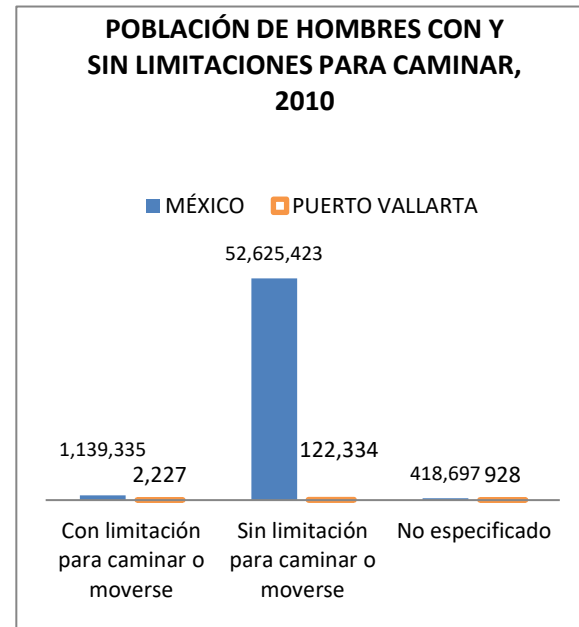
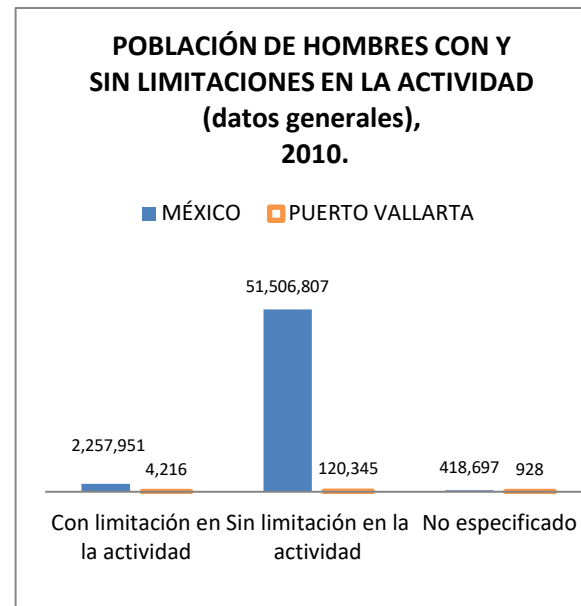
La discapacidad de forma generalizada en Puerto Vallarta (2010) afecta a un total de 4824 hombres y 4471 mujeres, tomando en cuenta la población no especificada, lo anterior representa un porcentaje respecto al total de la población del municipio 1.93% de los varones y 1.79 de mujeres, numéricamente se puede concluir que es poca la población con limitaciones esto es lo que llega a agravar el problema al ser pocas las infraestructuras de atención llegan también a ser pocas, escuelas especiales, terapeutas, hospitales especializados al respecto no se encuentran en todas las regiones, así mismo el equipamiento urbano y de las viviendas llega a ser insuficiente, nulo o improvisado, lo cual aumenta la vulnerabilidad de las personas.

En el año 2010 en México, 5 millones 739 mil 270, presentan alguna discapacidad esto representa 5.1% de la población total, del cual el 49 % son hombres y el 51 % mujeres.

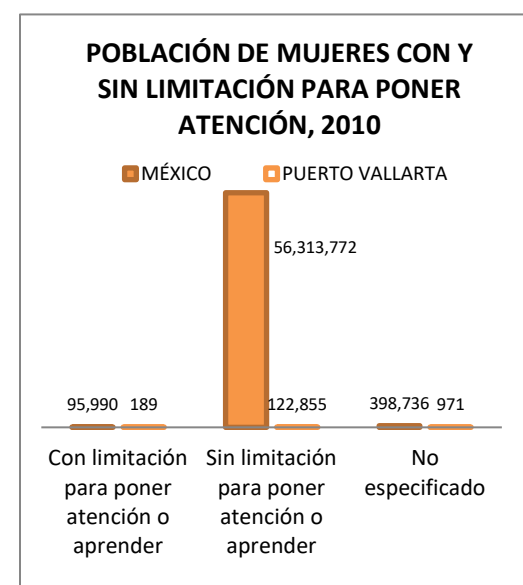
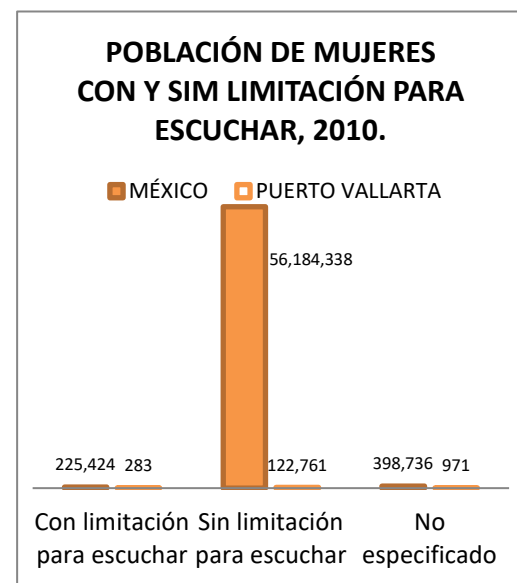
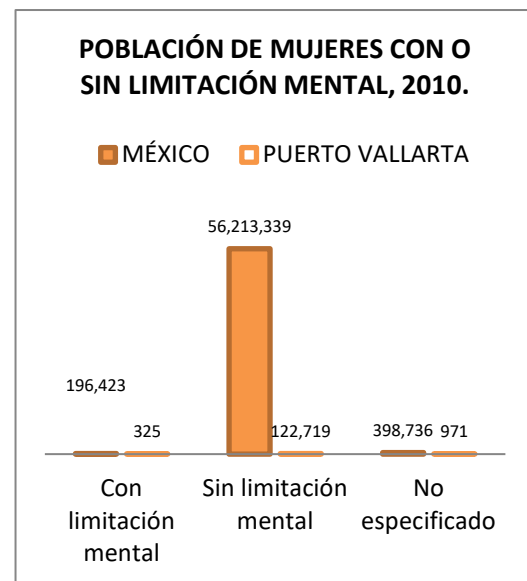
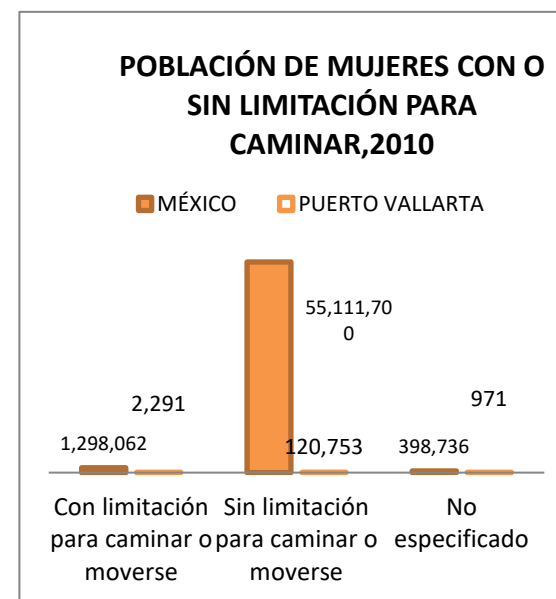
En las gráficas 36 y 37, se presenta la población de hombres con limitaciones o sin ellas a nivel nacional y municipal. Puerto Vallarta la limitación más frecuente es para caminar con un total de 2,227 hombres y 2,291 mujeres, seguida de la limitación para ver con 1,031 hombres y 1,083 mujeres.



Figura 25. Población de hombres con alguna discapacidad o sin ella, según total nacional y municipal, 2010.



Gráfica 36. Población de mujeres con alguna discapacidad o sin ella, según total nacional y municipal, 2010.



La recopilación de información muestra 144 colonias con habitantes que presentan algún tipo de limitación (ver gráfico 37), el mayor porcentaje respecto al total de la población con discapacidad lo tiene la colonia centro Ixtapa con 4.04%, 5 de diciembre 3.75% y 3.72 la colonia Tamarindos.

Población con limitación en la actividad por colonia de ocurrencia, Puerto Vallarta, Jalisco. 2010

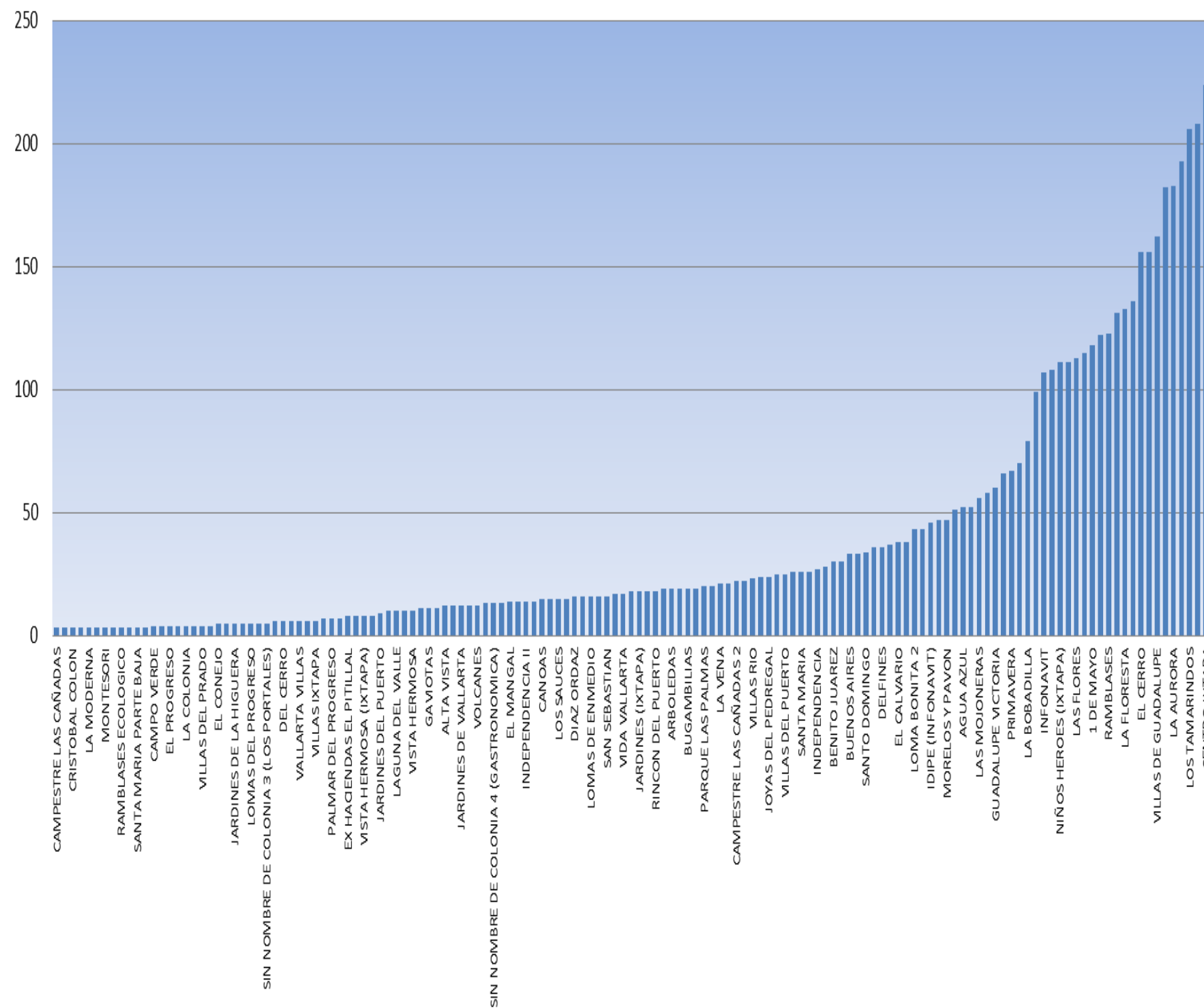


Grafico 37. Fuente: Elaborado en base información del Consejo Estatal de Población con base en INEGI; Integración Territorial por manzana, 2010.

El INEGI refiere que en 1980 surge la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM), con el fin de facilitar la recopilación de información estadística de las personas con discapacidad, para la elaboración y evaluación de políticas y programas encaminados a este grupo de la población. Y en 1983 aparece la versión en español de la CIDDM, que facilita instituir en países de habla hispana un conjunto de definiciones comunes y una terminología precisa y reconocida internacionalmente.

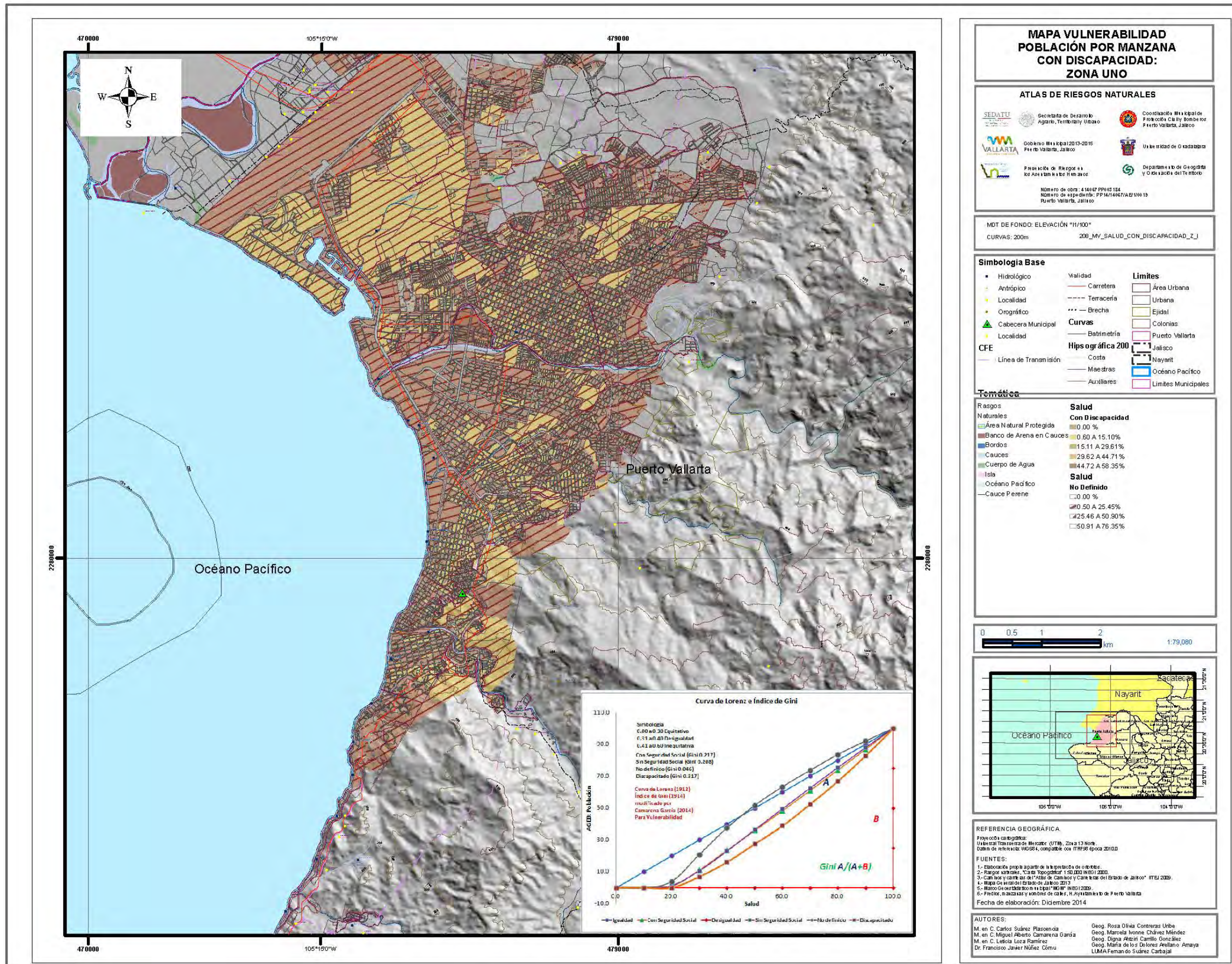
Para el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, el tema es incluido por la necesidad de contar con información detallada sobre la población con discapacidad, que sirviera de base para el estudio de la incidencia de estos problemas entre la población y a la vez proporcionara un marco de referencia para realizar estudios particulares sobre la discapacidad. Otra razón para incluirlo fue aprovechar la oportunidad que brinda el censo de recopilar datos en forma exhaustiva, y presentar información con diferentes niveles de agregación geográfica.

Término genérico que comprende las deficiencias en las estructuras y funciones del cuerpo humano, las limitaciones en la capacidad personal para llevar a cabo tareas básicas de la vida diaria y las restricciones en la participación social que experimenta el individuo al involucrarse en situaciones del entorno donde vive.

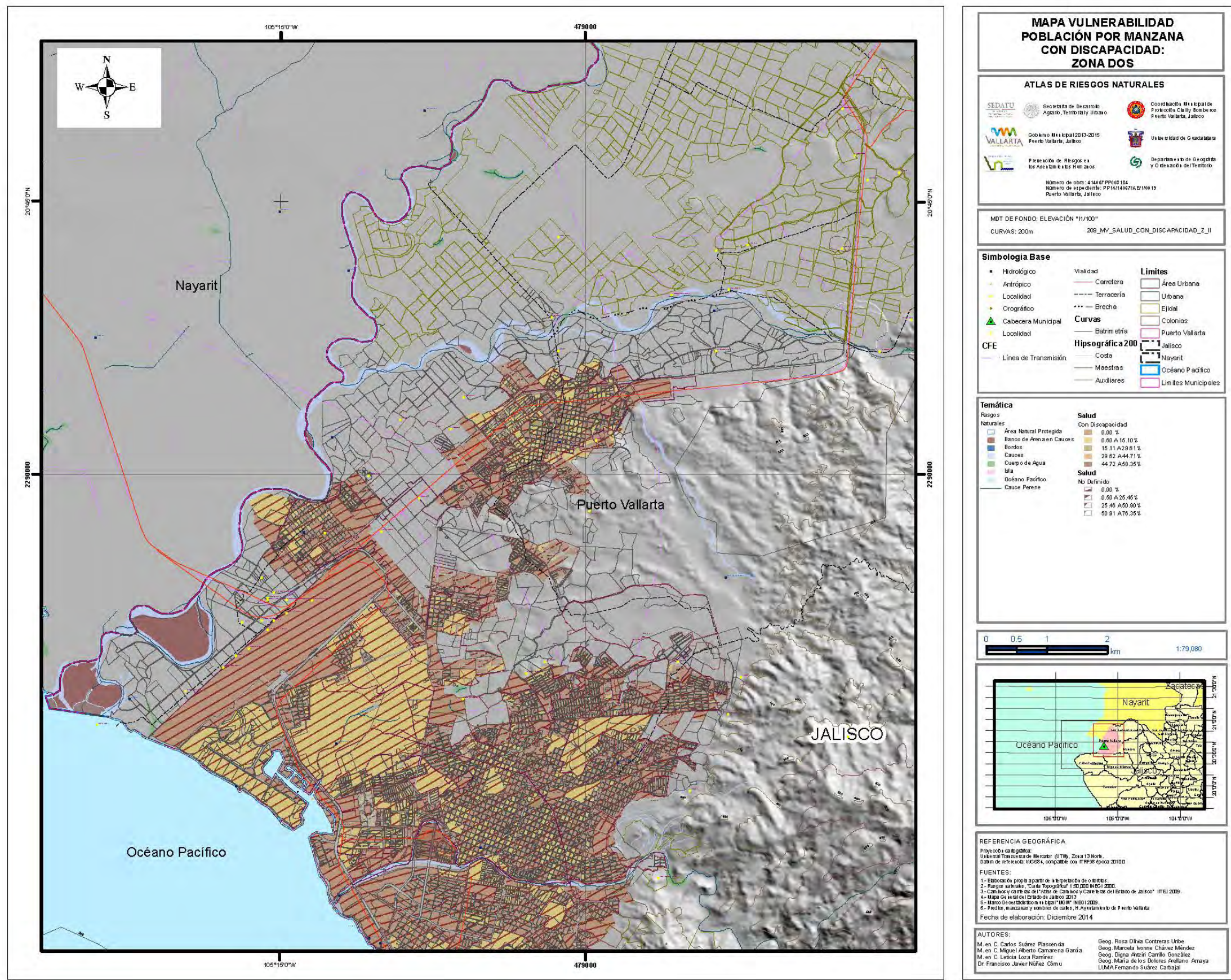
Para el análisis de la presencia de habitantes con algún tipo de incapacidad, tales como: sensoriales y de la comunicación, motrices, mentales, así como múltiples y otras.

Para el caso de Puerto Vallarta encontramos, para el 2010, que en la mayoría de las localidades se tiene menos de 500 habitantes identificados con algún tipo de incapacidad, en la localidad de Ixtapa se tiene más de esa cifra, y solo en el caso de la cabecera municipal se registran más de 5,000.

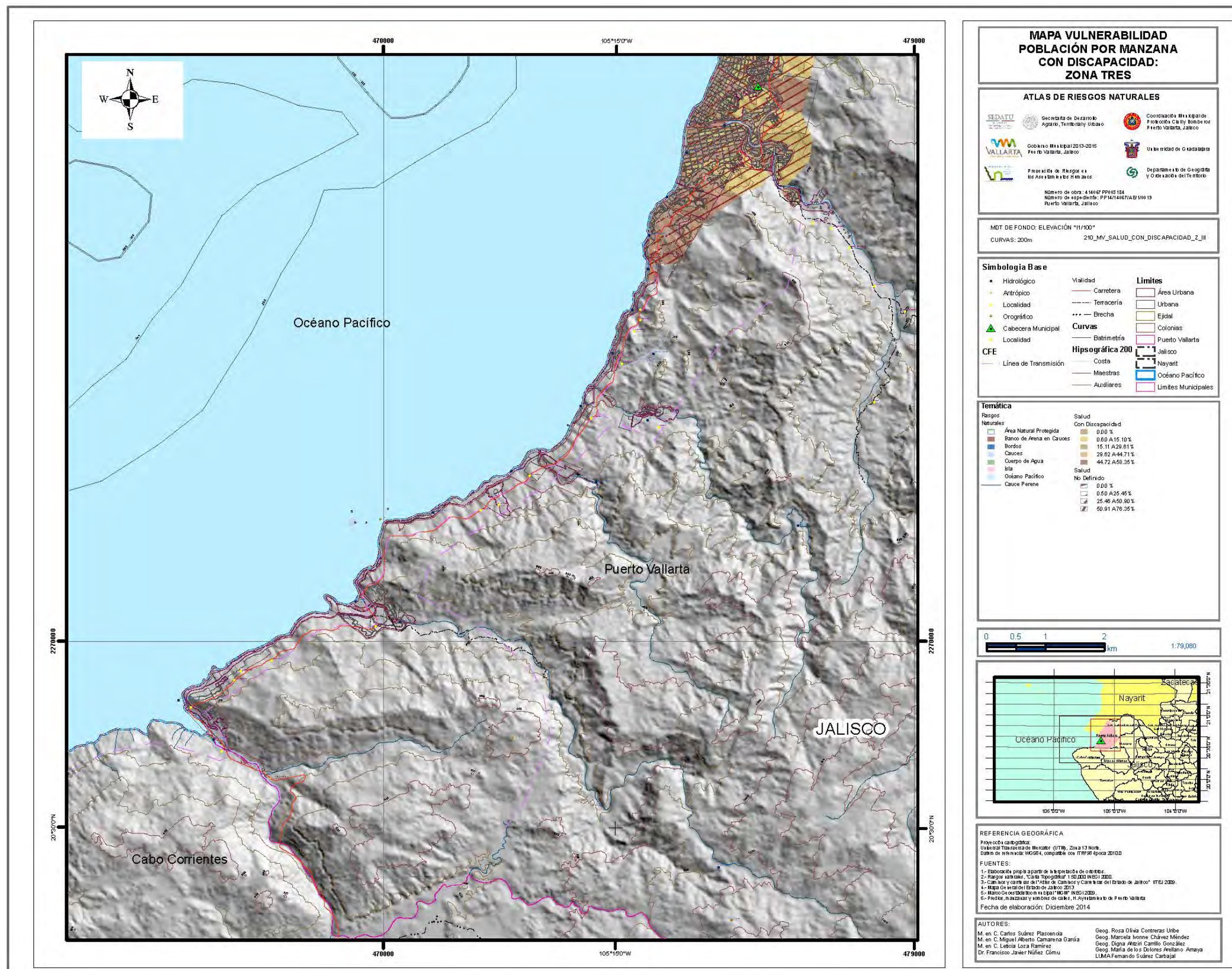
Esto nos habla de la necesidad de contar con infraestructura y mobiliario urbano, así como los servicios médicos, sanitarios, de rehabilitación, etcétera, que permita a éste sector de la población desarrollar sus actividades fácilmente. Además que debe servir para la elaboración y evaluación de políticas y programas encaminados a este grupo de la población.



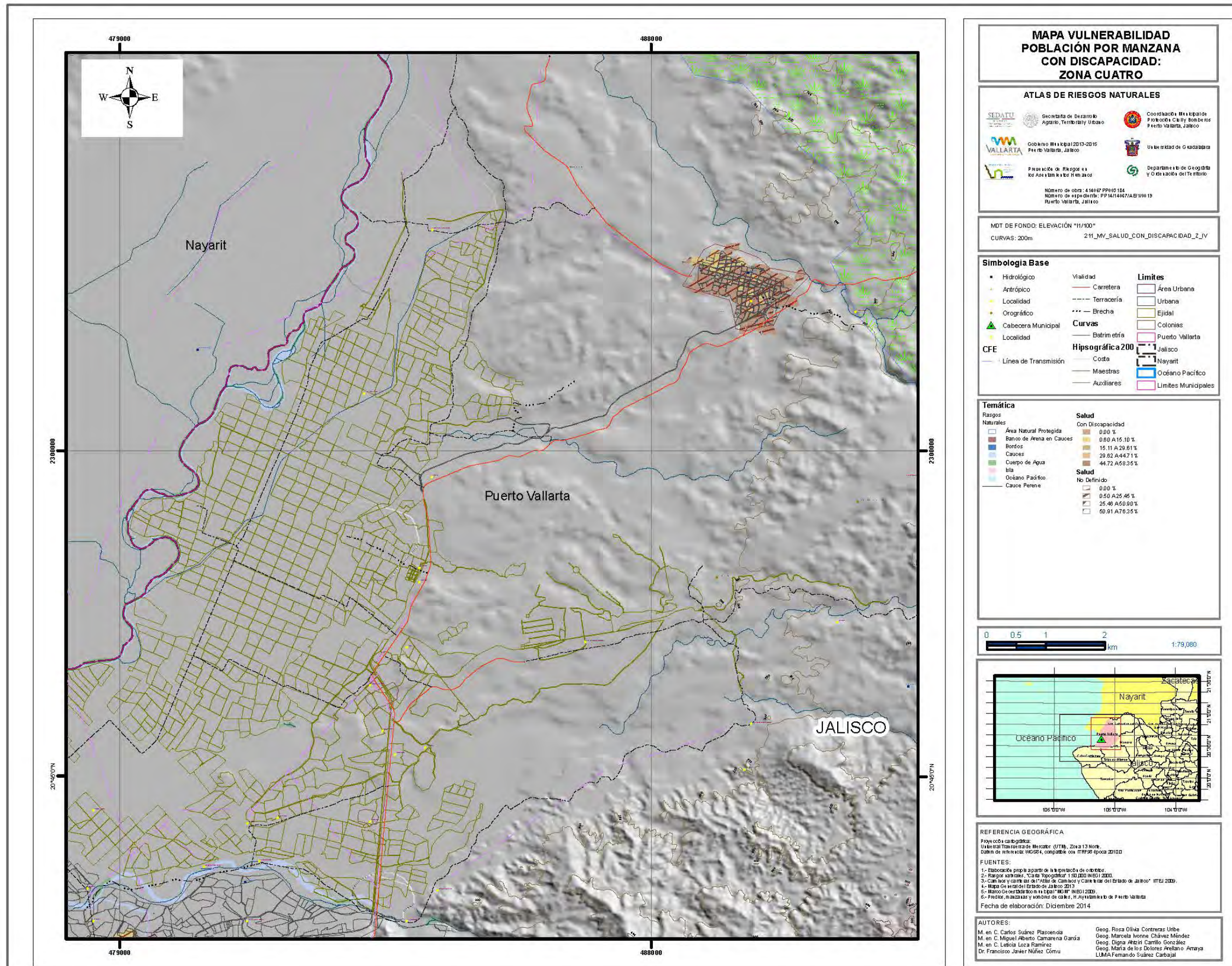
Mapa 34. Mapa de distribución de la población con discapacidad en la Zona I



Mapa 35. Mapa de distribución de la población con discapacidad en la Zona II



Mapa 36. Mapa de distribución de la población con discapacidad en la Zona III



Mapa 37. Mapa de distribución de la población con discapacidad en la Zona IV

Grupos y Lengua Indígena

Los municipios de Puerto Vallarta, Mezquitic, Zapopan, Guadalajara, Bolaños, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga y Tonalá; según datos del 2012 del Instituto Nacional de Geografía e informática (INEGI), son los municipios del estado donde vive la mayor cantidad de población de 3 años y más que hablan lengua indígena (44,192 habitantes) de los cuales en conjunto, representan 82.4 por ciento del total de hablantes.

Puerto Vallarta, por su atractivo turístico atrae personas de distintas etnias los cuales, practican diversas actividades comerciales de tipo artesanal (principalmente zapotecas, otomíes, nahuas, mazahuas y mixtecos) el municipio concentra 4.6% de los que residen en Jalisco.

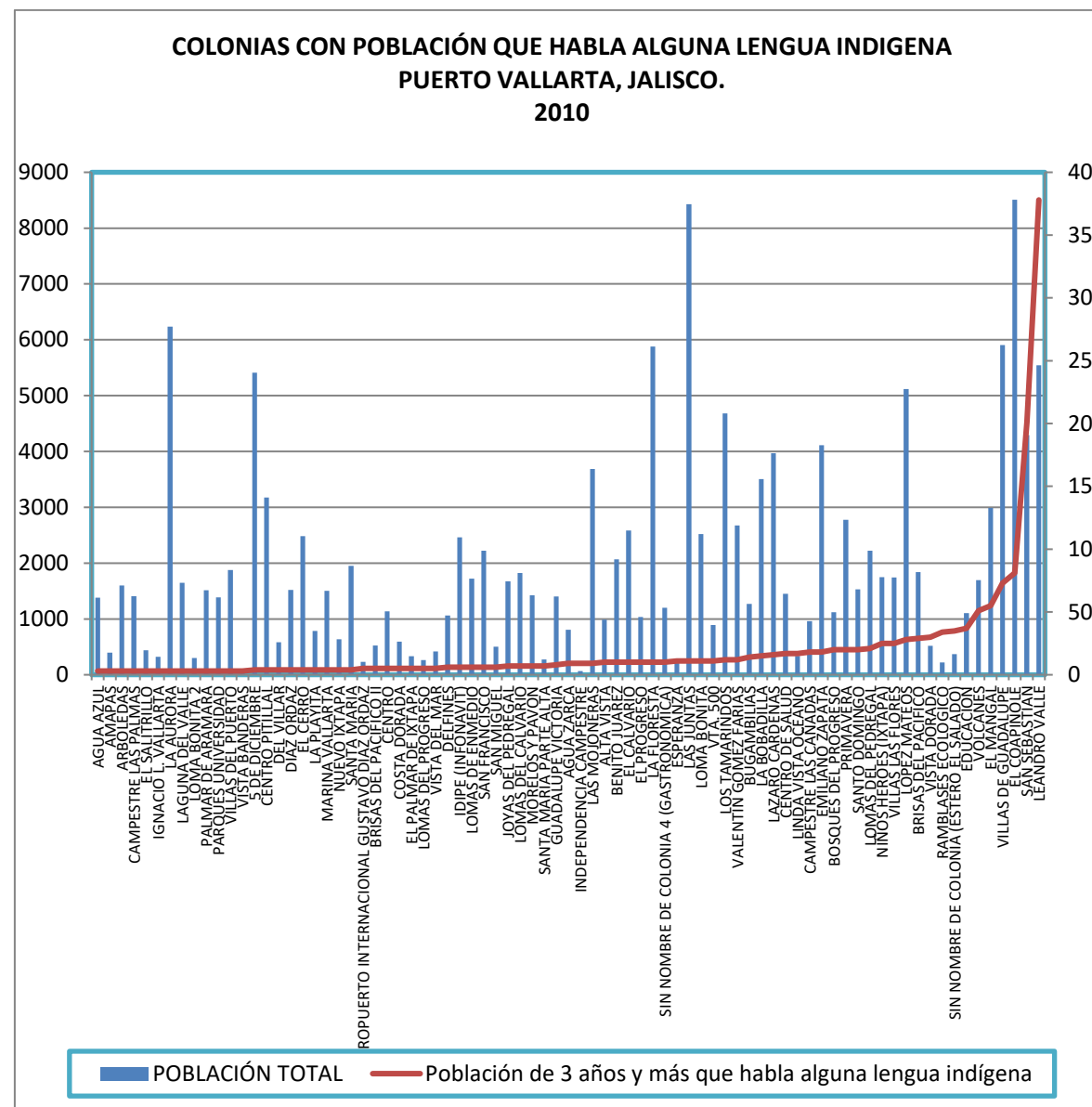
La principal lengua indígena hablada en Puerto Vallarta es el náhuatl (ver cuadro 25), al año 2005, 3,801 habitantes lo hablan, en el año 2010 se han incrementado otras lenguas sin embargo, sigue siendo la que tiene mayor representatividad.

Cuadro 25. Población Indígena (1995-2010).

Año	Población indígena
1995	1,241
2000	2,504
2005	3,801
2010	5,070

Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, Página WEB www.inegi.gob.mx. México, 1995, 2000, 2005,2010.

La información por colonia (ver grafica 38) permite observar con mayor claridad la presencia de estos, 79 colonias manifiestan población con esta característica, las más representativas por contener la mayor cantidad son; la colonia San Sebastián con 201 personas, Leandro Valle 378 y Coapinole 81 habitantes que hablan lengua indígena.



Grafica 38

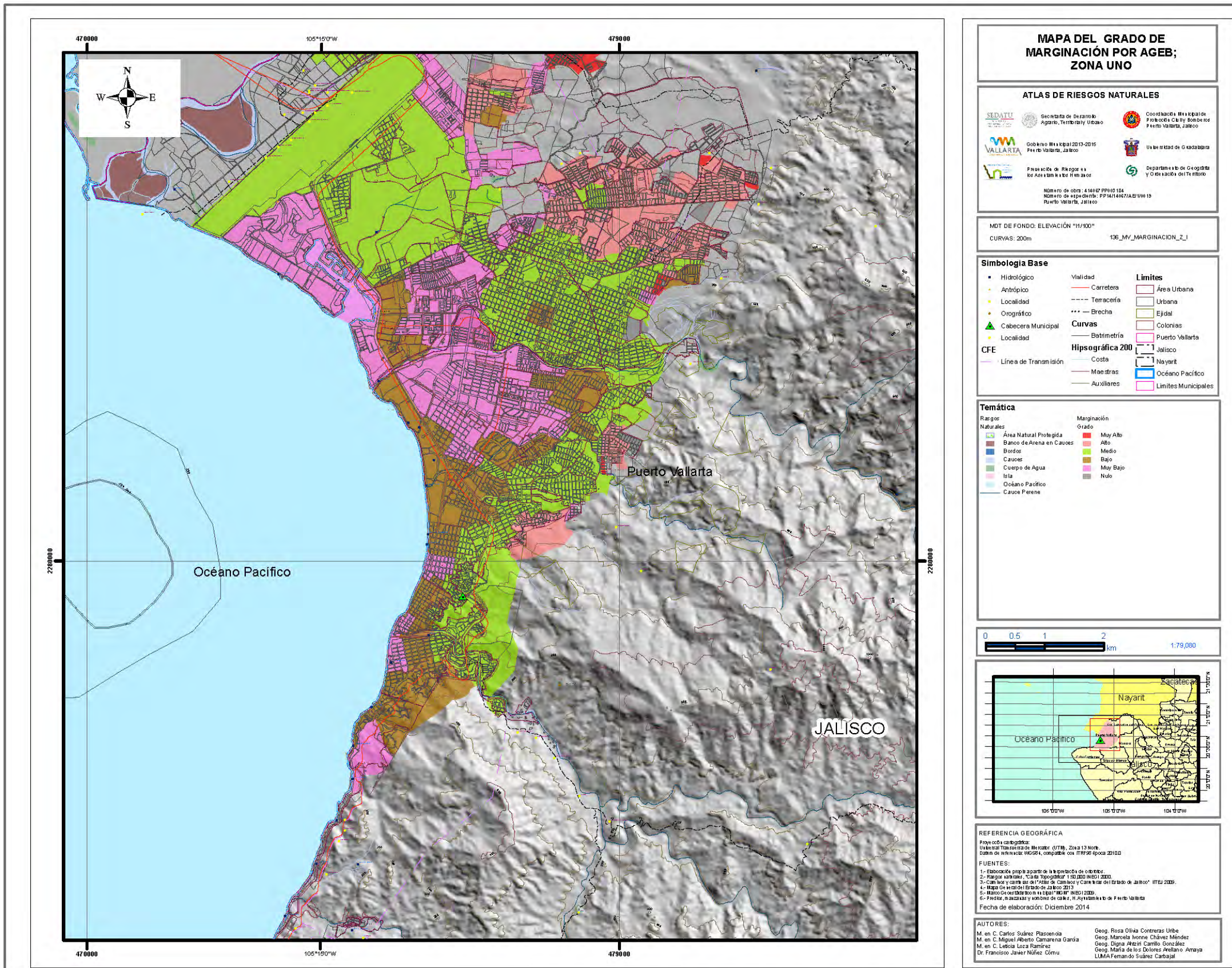
Fuente: Elaborado en base a información del Consejo Estatal de Población con base en INEGI; Integración Territorial por manzana, 2010.

Nivel de Marginación Urbana a nivel AGEB y Manzana.

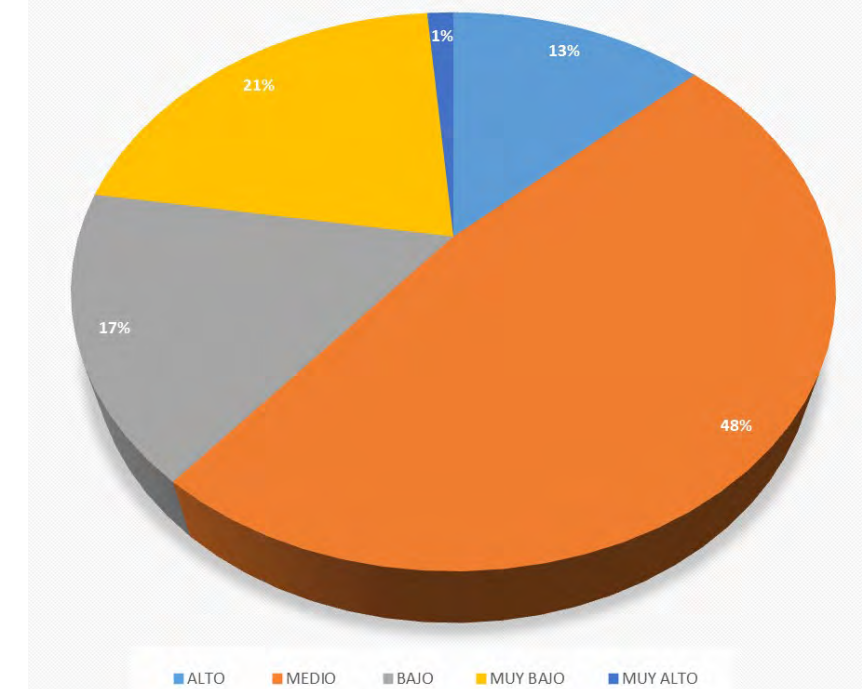
De acuerdo con el CONAPO (2010) el índice de marginación urbana en las localidades de Puerto Vallarta es el siguiente:

Cuadro 26

Grado de marginación Urbana	Muy Bajo	AGEBs	Bajo	AGEBs	Medio	AGEBs	Alto	AGEBs	Muy Alto	AGEBs
Población	42,858	31	33,856	29	97,321	64	26,487	31	2,713	6



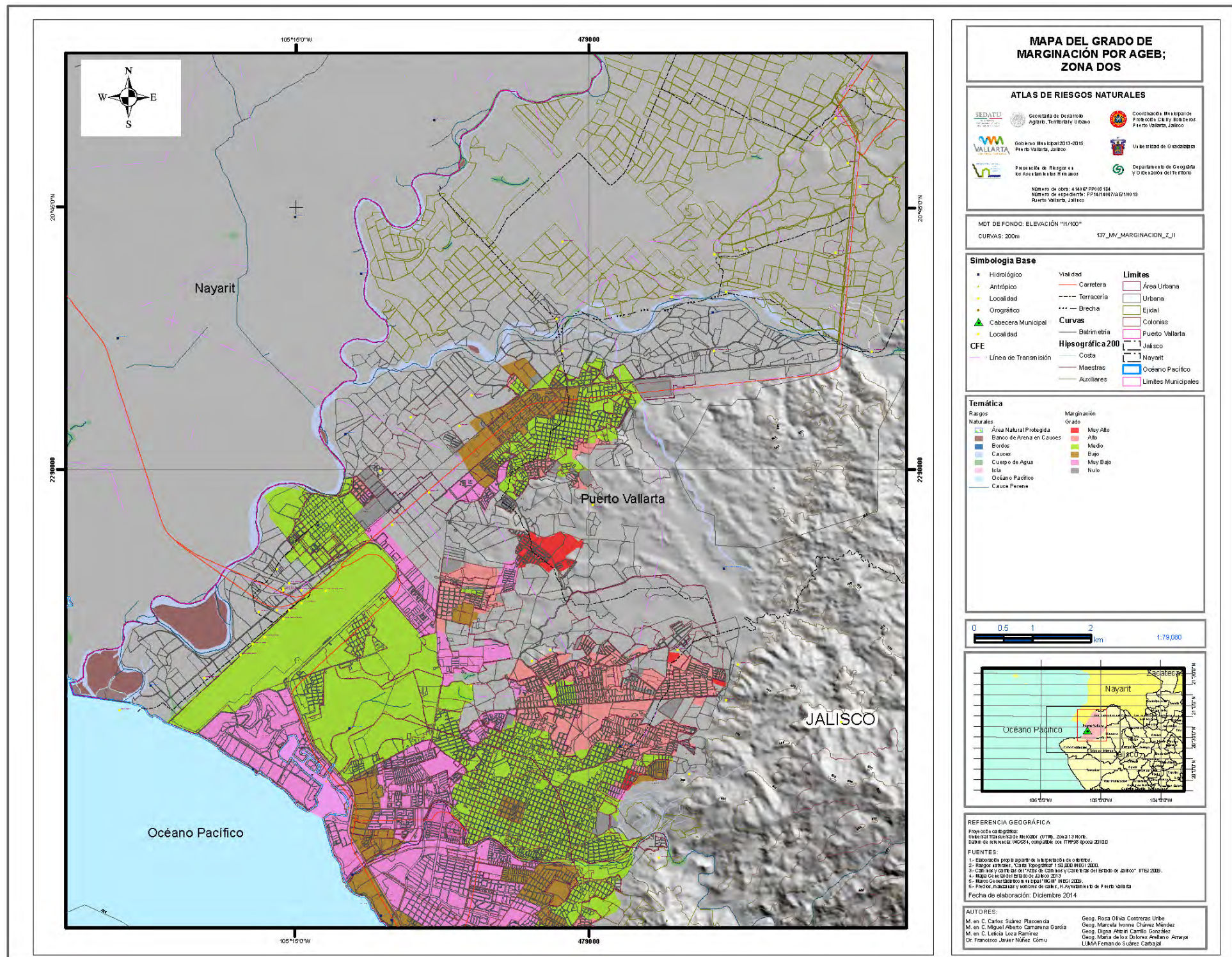
INDICE DE MARGINACIÓN URBANA EN LA LOCALIDAD DE PUERTO VALLARTA



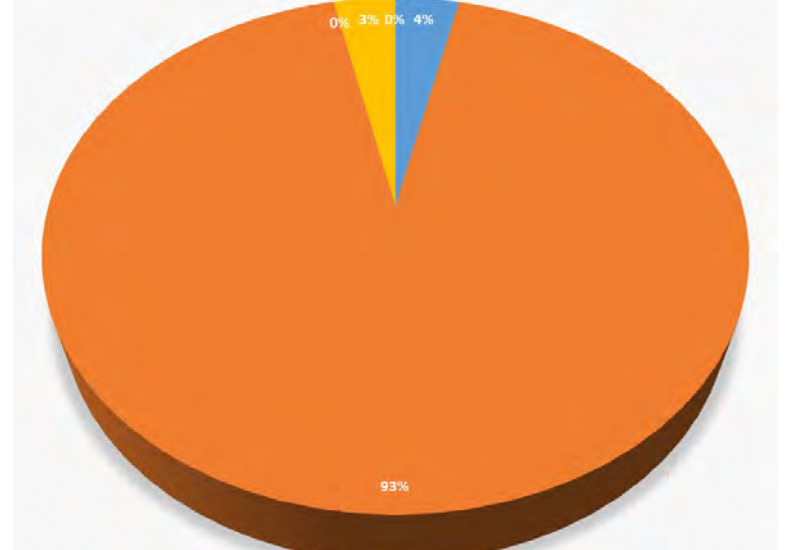
Grafica 39

Mapa 38. Porcentajes de marginación urbana en la localidad de Puerto Vallarta donde el 38% de la población presenta una marginación del nivel bajo y muy bajo, el 48% media y el 14% de alta a muy alta. Las manzanas con los valores más altos se ubican en el piedemonte de la zona montañosa oriente y corresponden a colonias con deficiente urbanización, reducidos servicios públicos y precarias condiciones económicas.

Grado de marginación Urbana	Muy Bajo	AGEBs	Bajo	AGEBs	Medio	AGEBs	Alto	AGEBs	Muy Alto	AGEBs
Las Juntas	303	1	0	0	8,245	6	312	3	0	0
Ixtapa	564	1	8,621	6	17,288	16	1,313	12	0	0

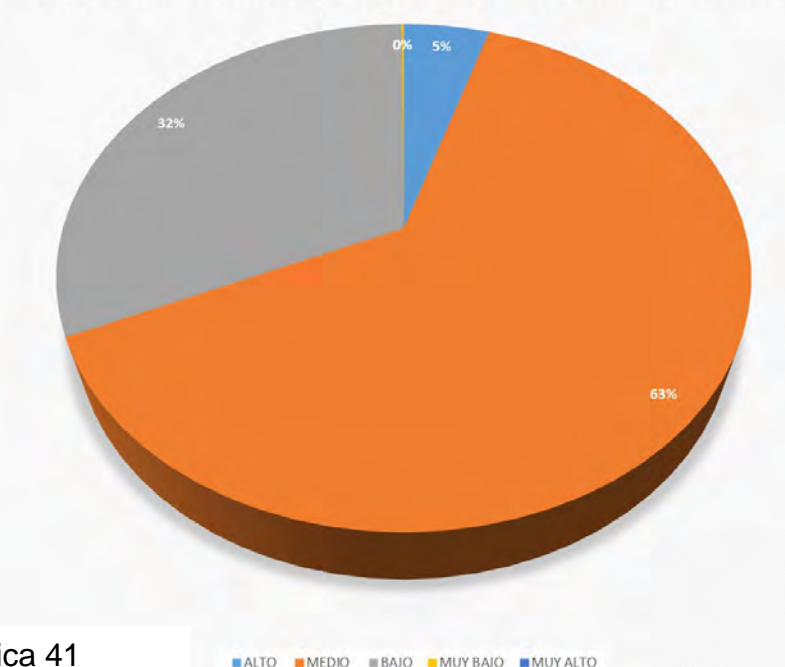


INDICE DE MARGINACIÓN URBANA EN LA LOCALIDAD DE LAS JUNTAS



Grafica 40

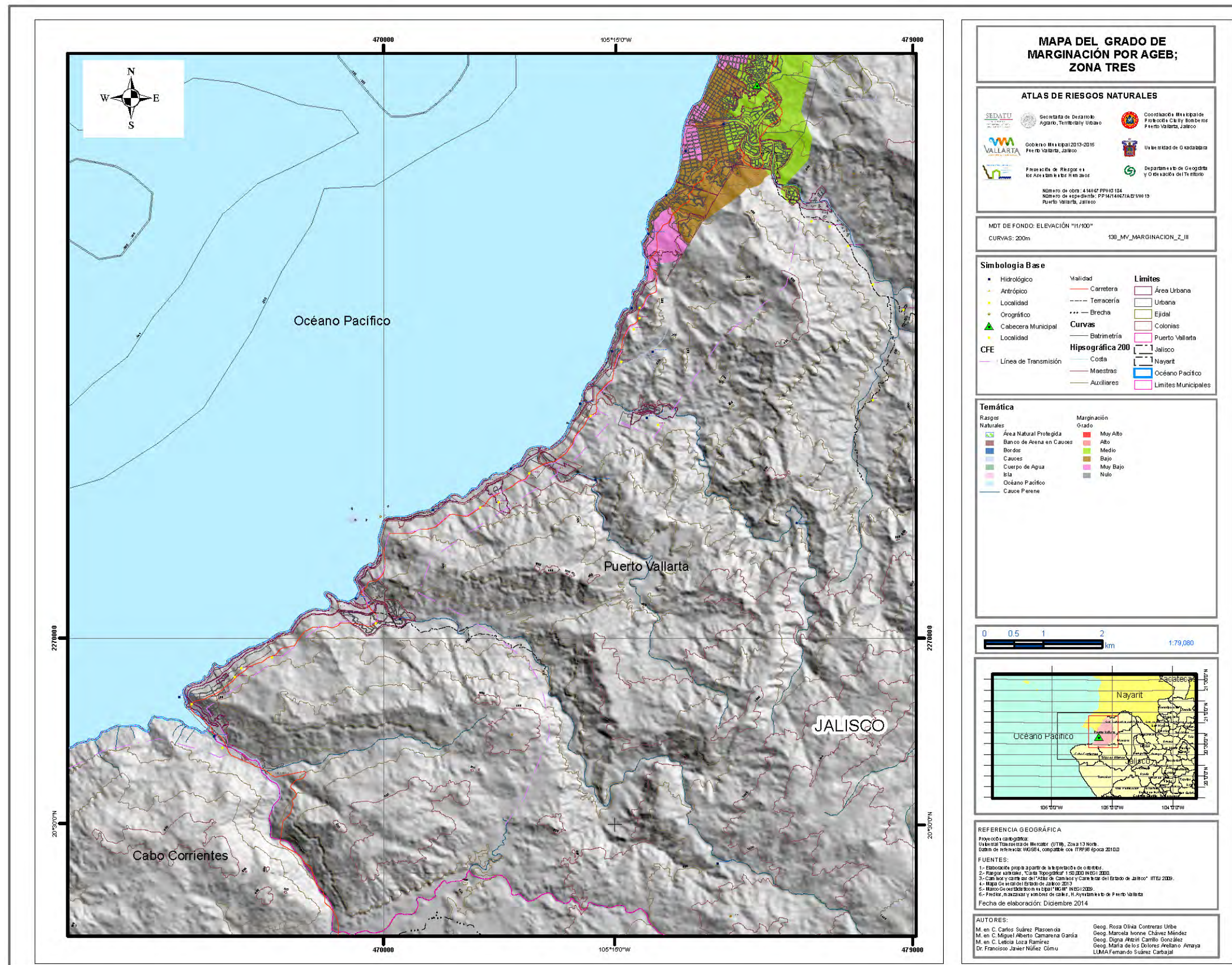
INDICE DE MARGINACIÓN URBANA EN LA LOCALIDAD DE IXTAPA



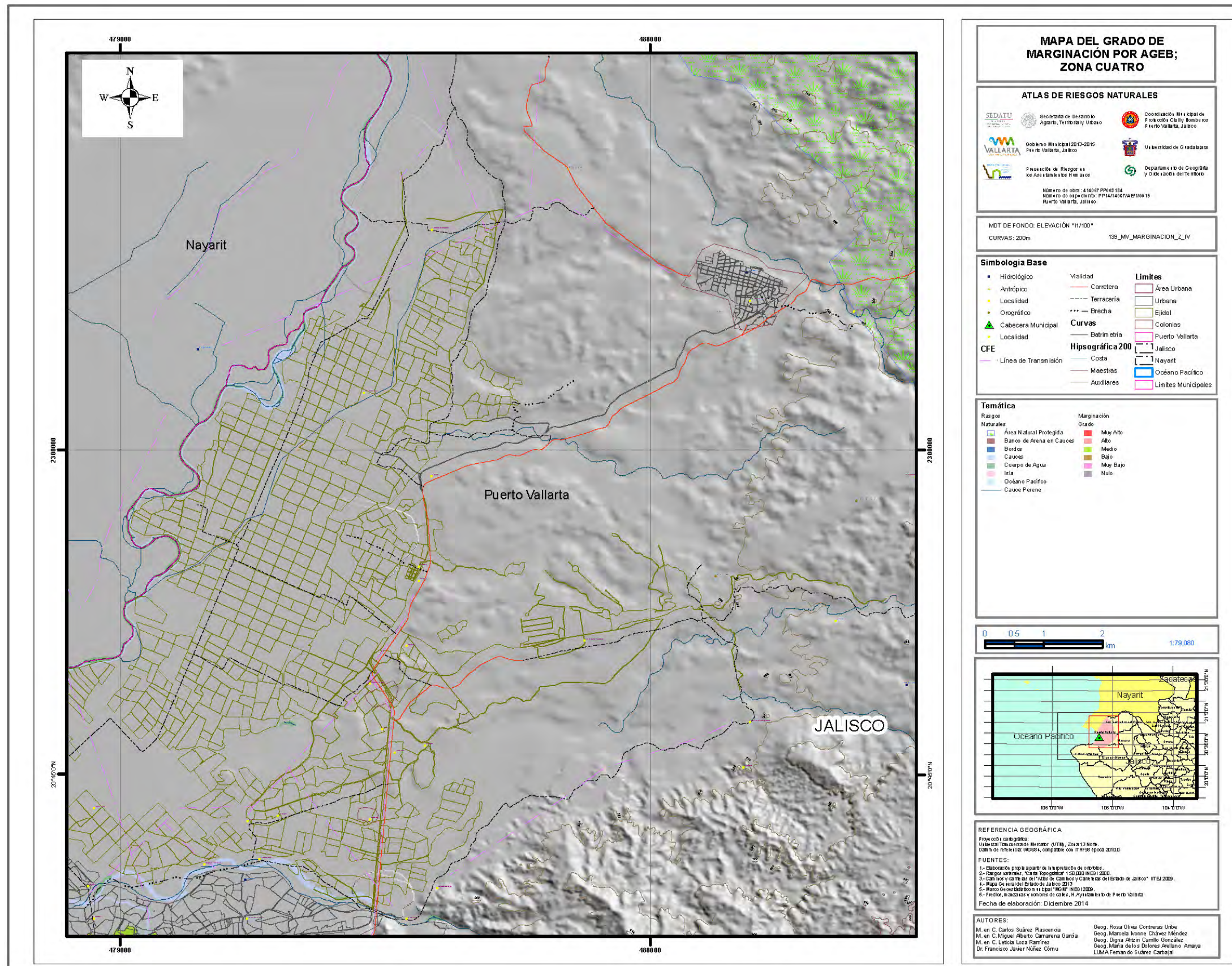
Grafica 41

Mapa 39. Porcentajes de marginación urbana en la localidad de Las Juntas al Noroeste de Puerto Vallarta donde el 3% de la población presenta una marginación de baja a muy baja, el 93% media y el 4% de alta a muy alta, las manzanas con estas características se ubican en el AGEB 1419 y 2775 ubicado en el extremo noreste de esta localidad. Ixtapa presenta una marginación media en el 63%, baja en el 32% de los AGEB's y 5% alta.





Mapa 40. Gráfico que muestra los porcentajes de marginación urbana en la zona sur de Puerto Vallarta donde se presenta una marginación baja y muy baja, el en menor proporción de tipo media y el 5%, esta zona corresponden a fraccionamientos de alta plusvalía como son Amapas y Conchas Chinas, áreas urbanizadas sobre zonas de alta pendiente.



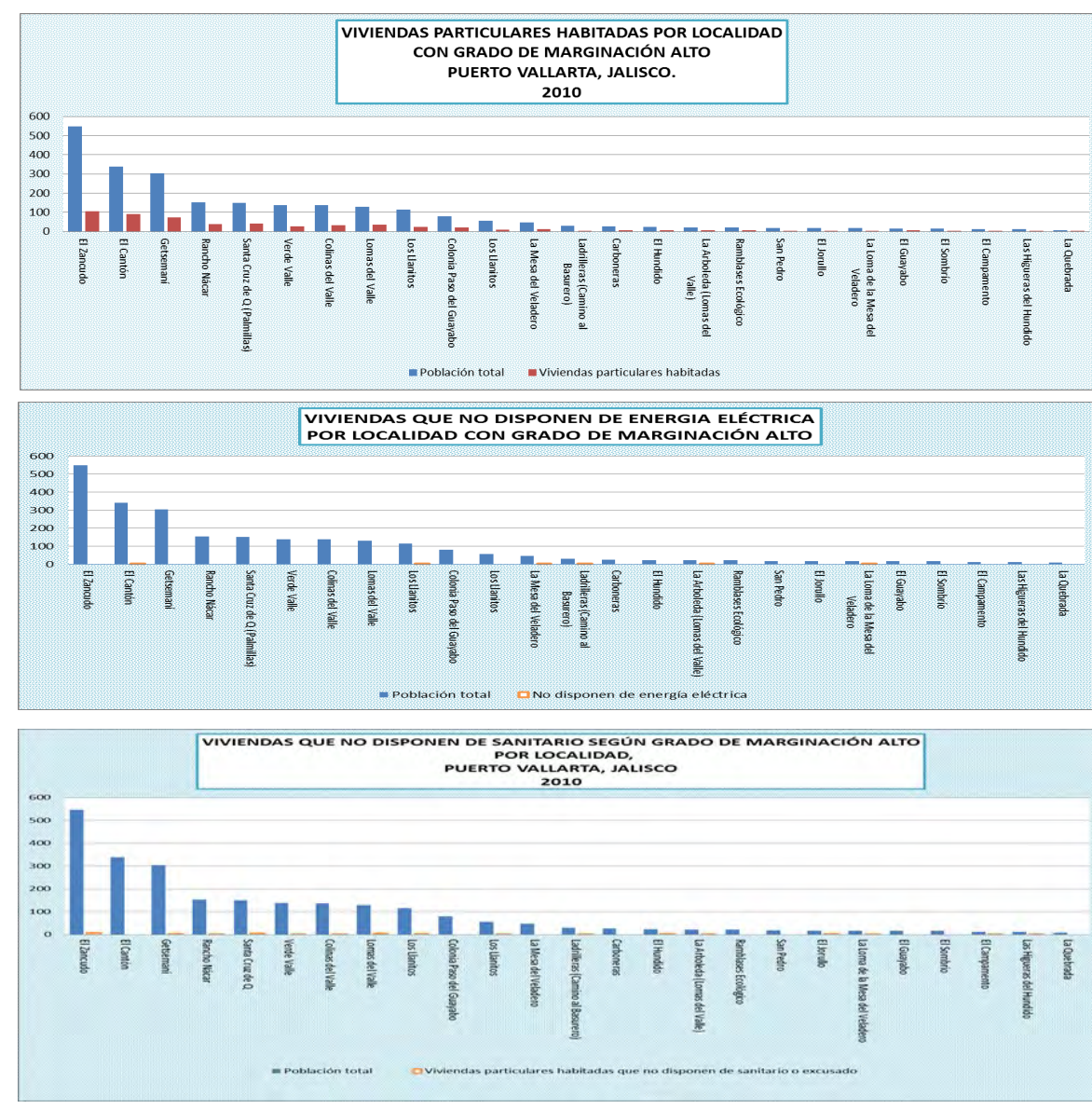
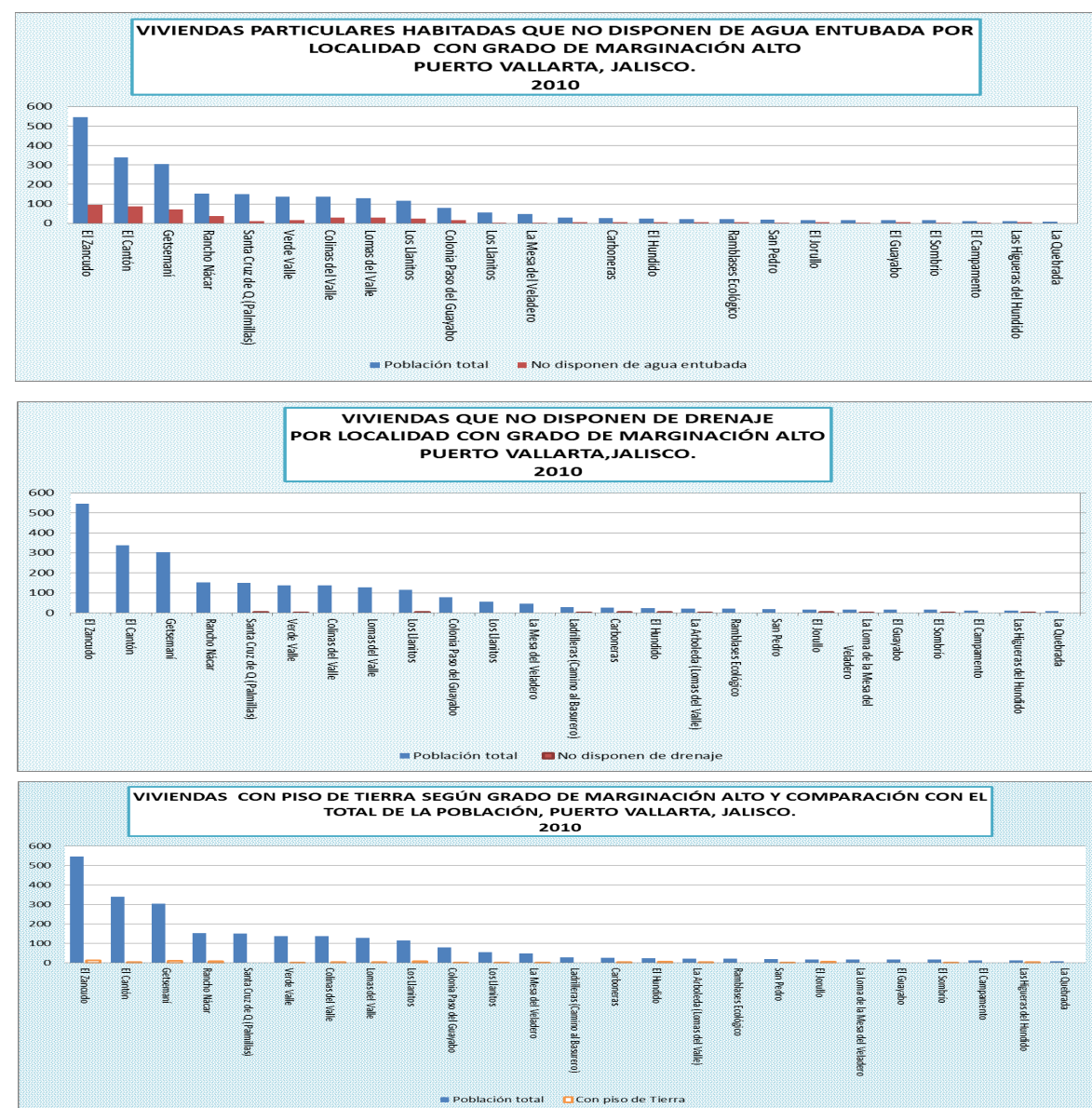
Mapa 41. Porcentajes de marginación urbana en la localidad de Las Palmas Noreste de Puerto Vallarta, que tiene un grado de marginación bajo.

Nivel de Marginación por Equipamiento en Viviendas

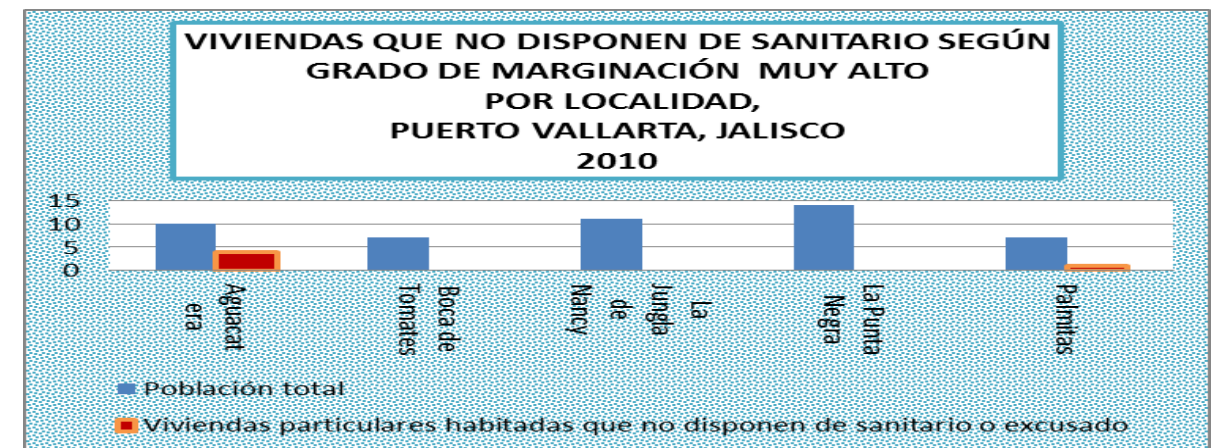
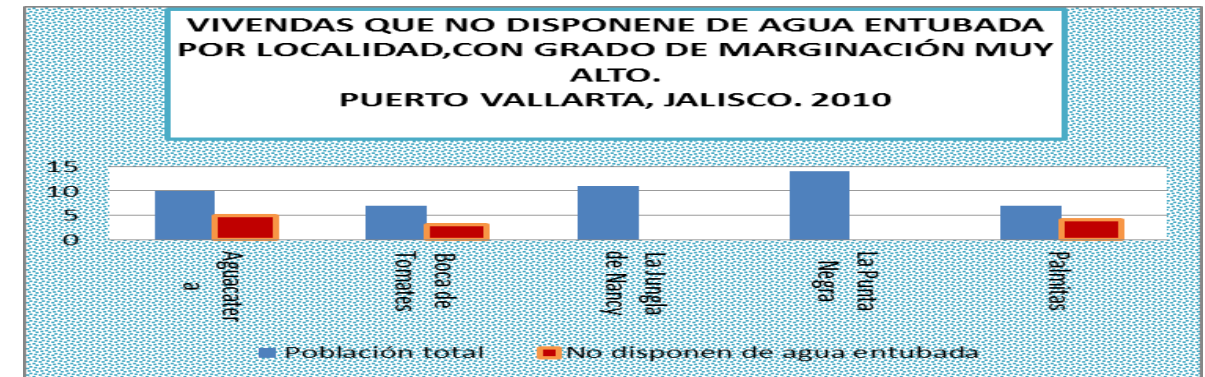
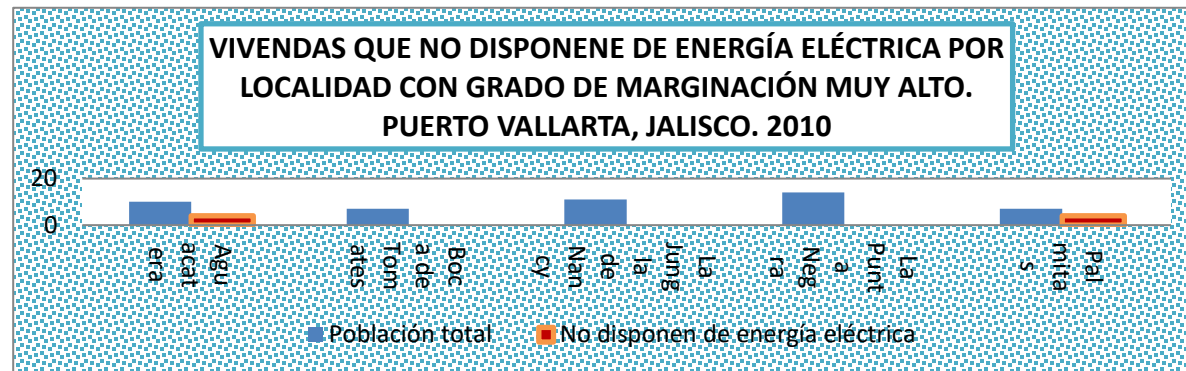
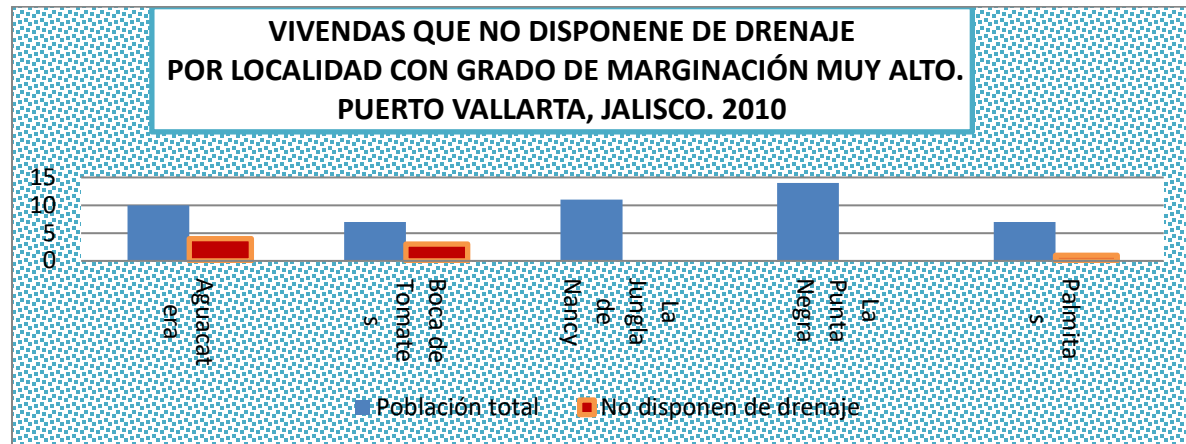
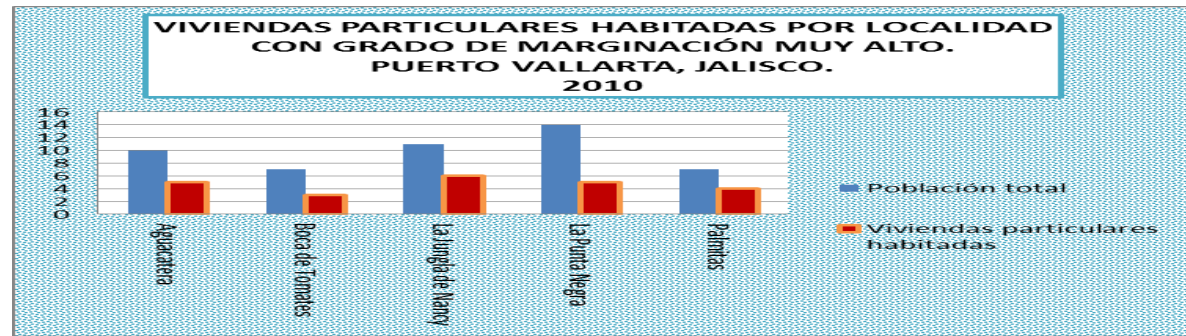
El rezago económico o pobreza no permite que la población cubra sus necesidades incluyendo las más inmediatas, el nivel económico, la falta de educación, discapacidad, hacen que las personas sean más vulnerables a injusticias, exposición a peligros naturales y problemáticas sociales, entre mayor rezago exista de estos elementos se considera más elevado el grado de marginación (ver figura 42).

Las localidades con un mayor rezago no disponen en su mayoría de servicios y se tiene la creencia de que la mayoría de estas son zonas de tipo rural (ver gráfica 43), Puerto Vallarta presenta una característica diferente localidades rurales como; La Jungla de Nancy, La punta Negra, La Garza Blanca, Sierra del Mar, mantienen un grado de marginación muy bajo, junto con las localidades urbanas como; Verde Vallarta, Las Juntas y Puerto Vallarta.

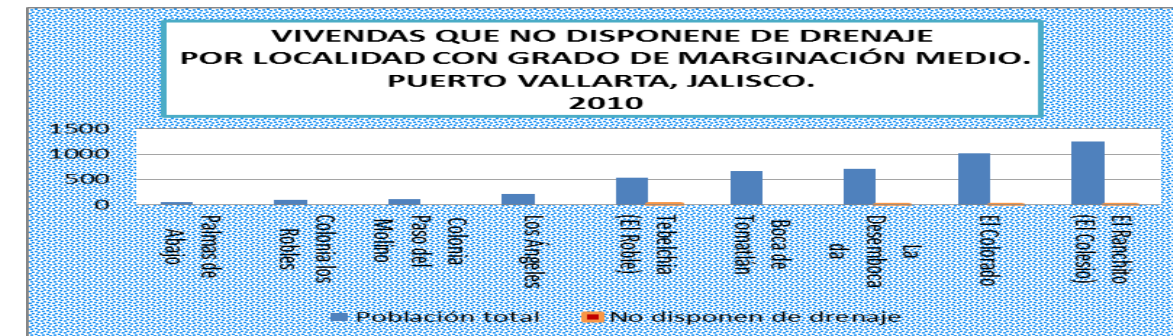
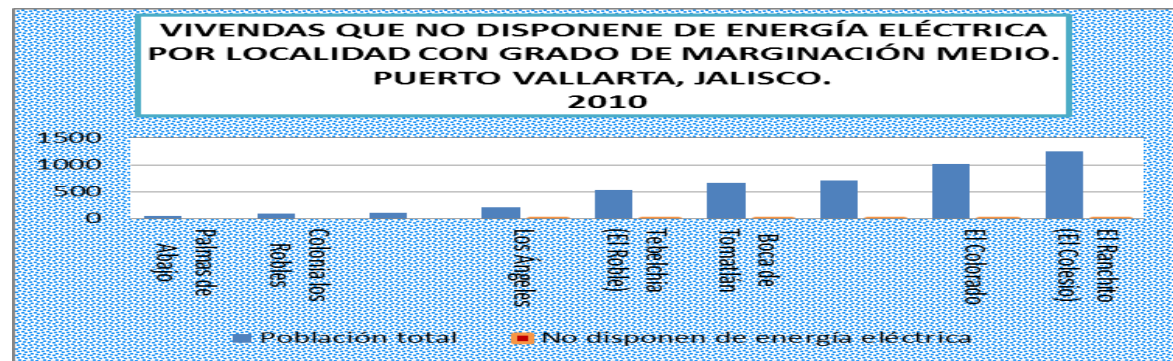
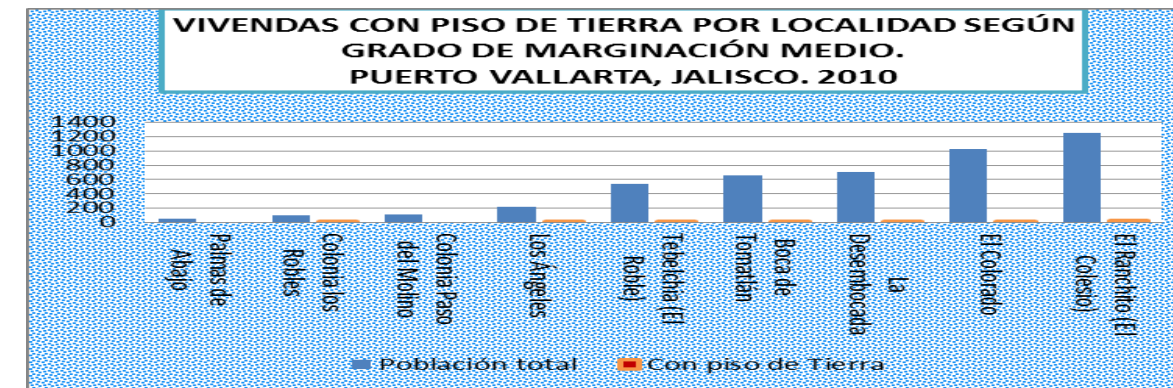
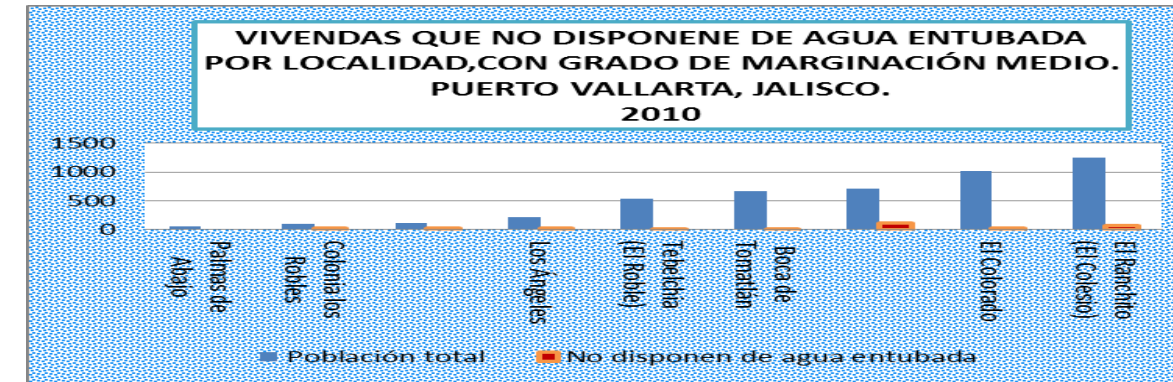
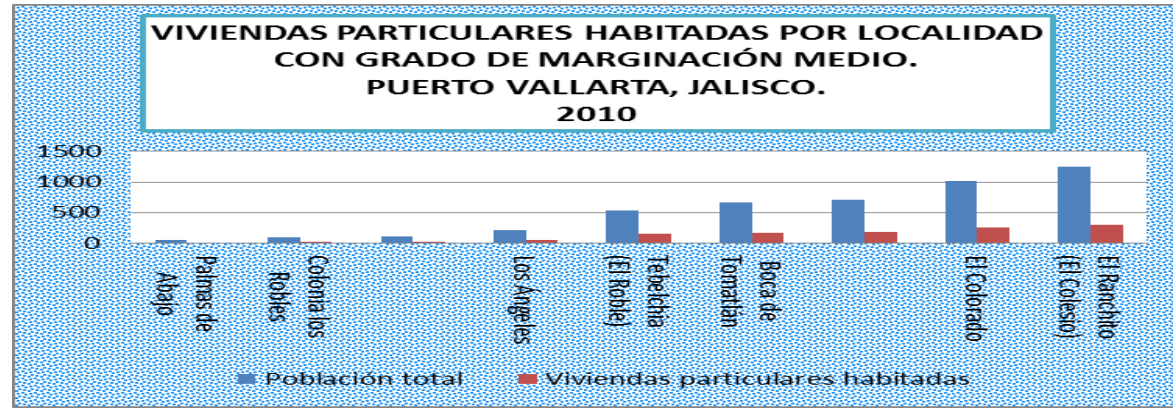
Por otra parte se encuentran las localidades con un grado de marginación alto y muy alto, como; Boca de Tomates la cual presento al 2010, 7 habitantes, tres viviendas particulares sin servicios piso de tierra y no disponen de sanitario. En esas mismas condiciones se encuentran localidades como la Aguacatera, El Campamento, Palmitas.



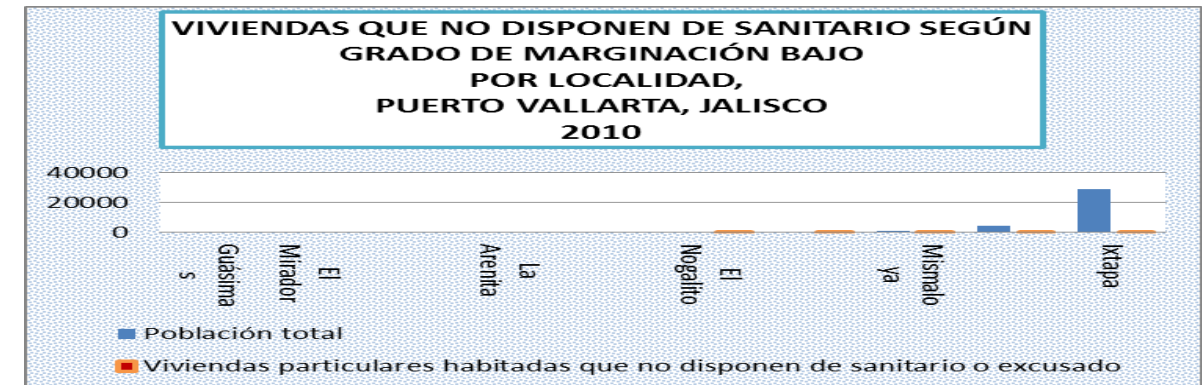
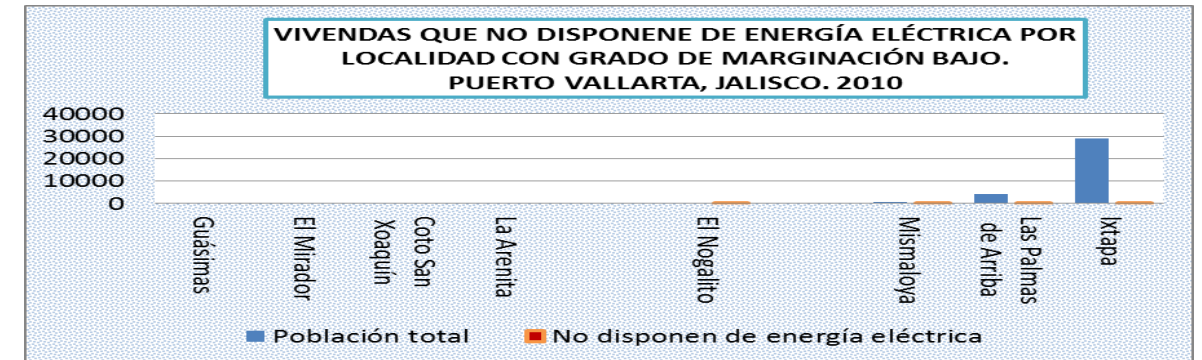
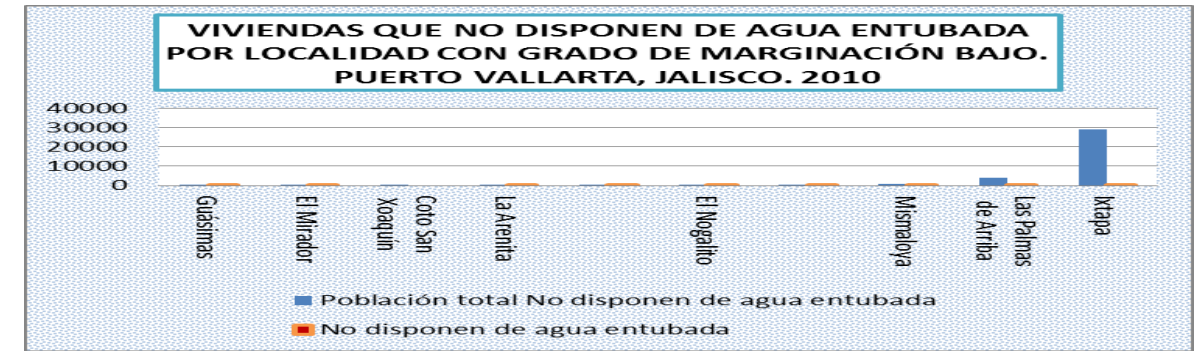
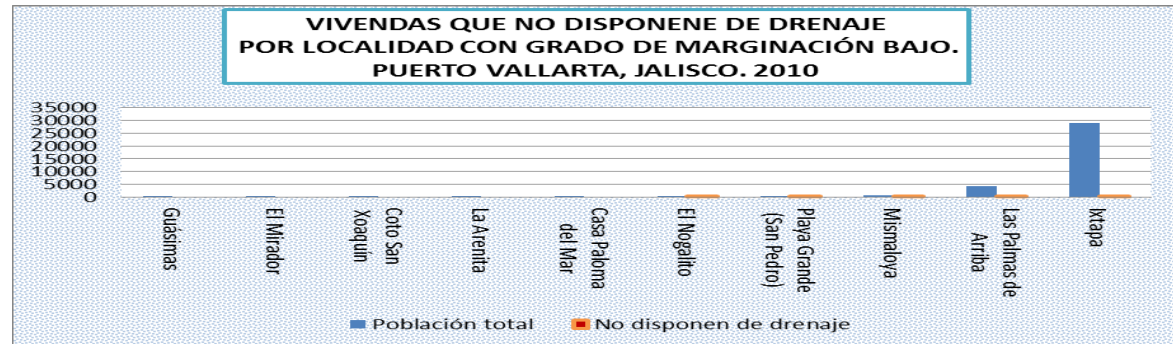
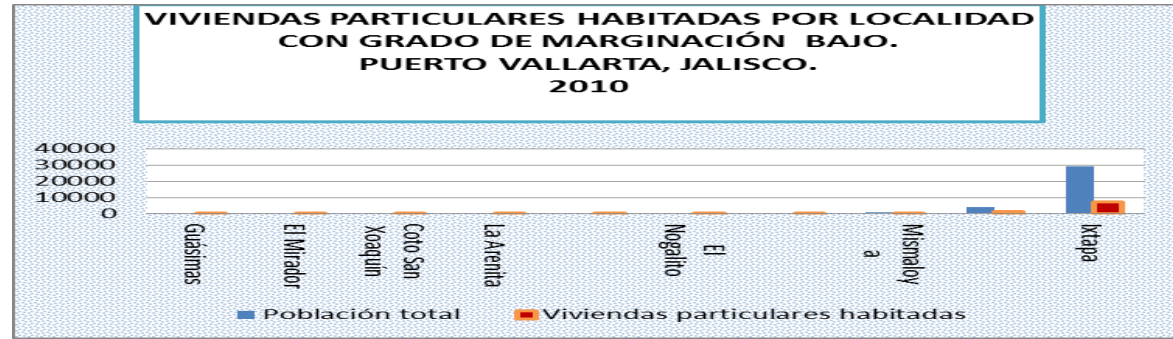
Gráfica. 42. Grado de marginación Alto según disposición de servicios por casa habitación. 2010.



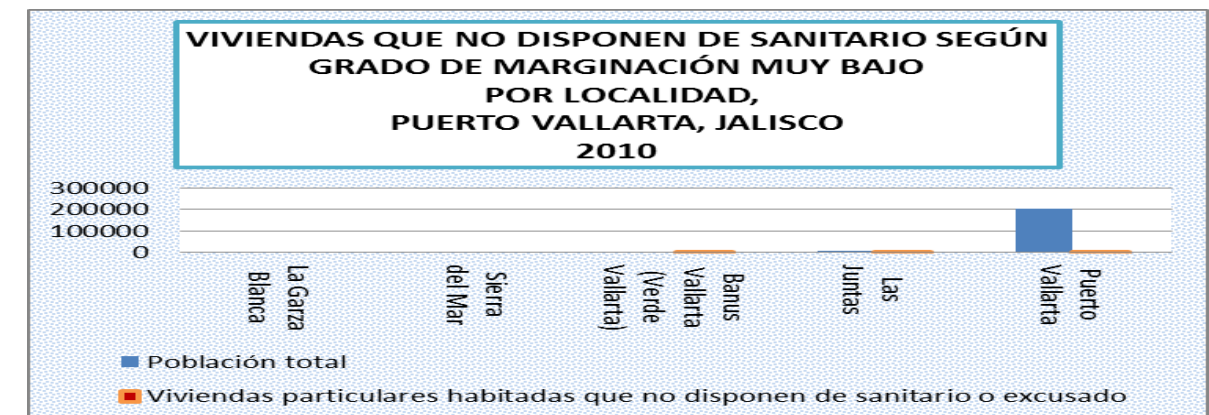
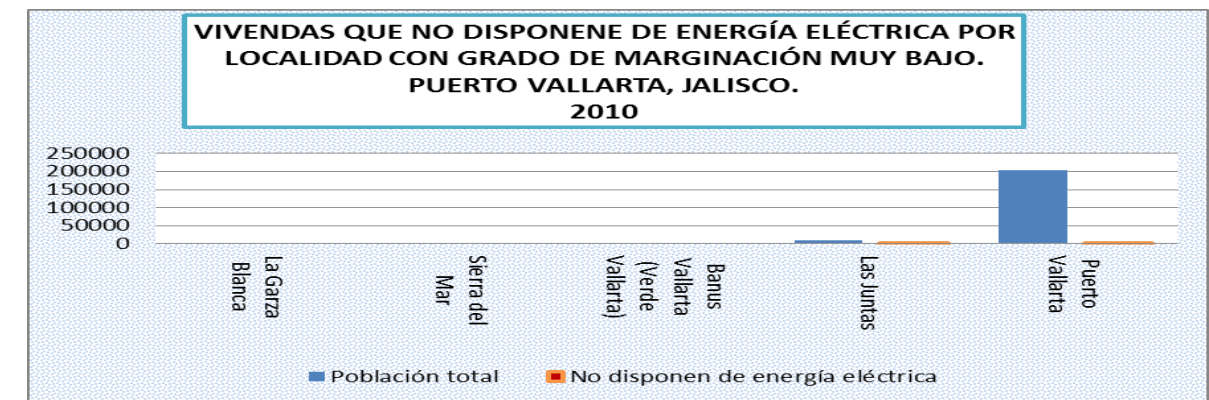
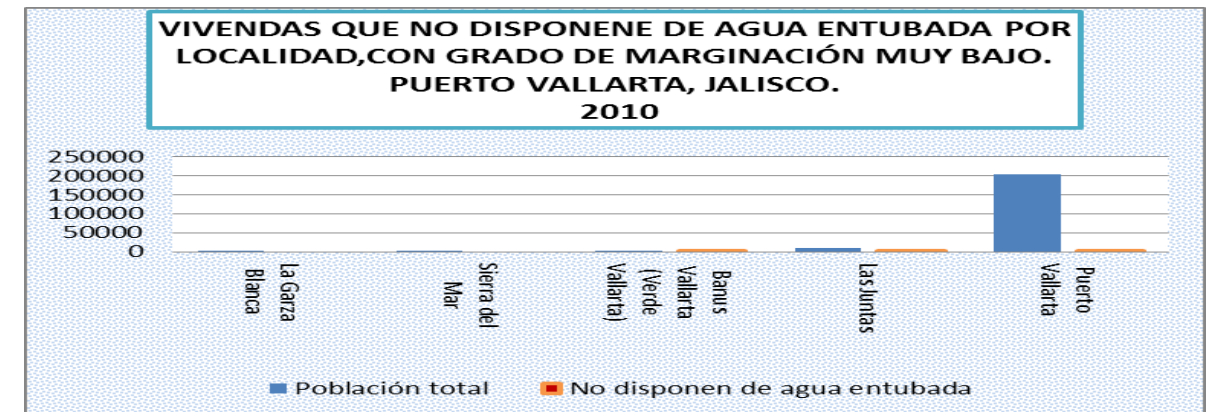
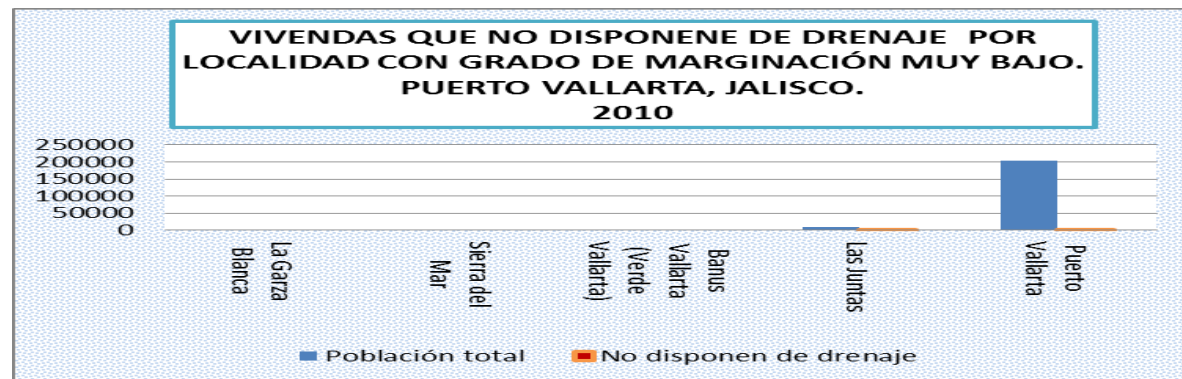
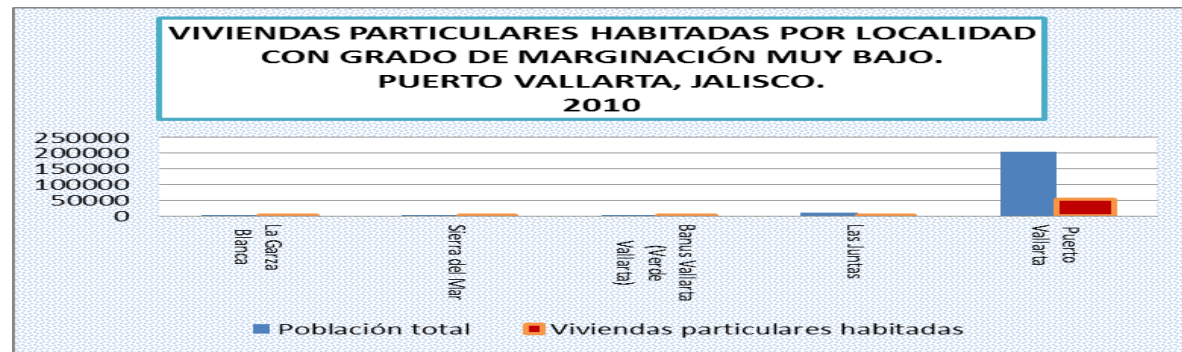
Grafica 43. Grado de Marginación Muy Alto, según disposición de servicios por casa habitación. 2010.



Grafica 44. Grado de Marginación Medio, según disposición de servicios por casa habitación. 2010



Grafica 45. Grado de Marginación Bajo, según disposición de servicios por casa habitación. 2010



Fuentes: Elaboración a partir de información de CONAPO. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. CONAPO. Índice de marginación por localidad 2010. INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, Diciembre 2012. Principales resultados por localidad (ITER). SEDESOL (2013). Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias, para el ejercicio fiscal 2013, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26/02/2013. Disponible en http://www.microrregiones.gob.mx/imagenes_diarios/documentos2013/pdzpROP.pdf

Grafica 46. Grado de Marginación clasificado como Muy Bajo, según disposición de servicios por casa habitación. 2010.

Grafica 47.



Fuentes: Elaboración en base información de CONAPO. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010.
 CONAPO. Índice de marginación por localidad 2010.
 INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, Diciembre 2012. http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2kData/catalogos/cat_localidad_AGO2014.zip
 INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER).
 SEDESOL (2013). Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias, para el ejercicio fiscal 2013, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26/02/2013. Disponible en: http://www.microrregiones.gob.mx/imagenes_diaros/documentos2013/pdzpROP.pdf
 SEDESOL (2013). Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22/01/2013. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285363&fecha=22/01/2013.

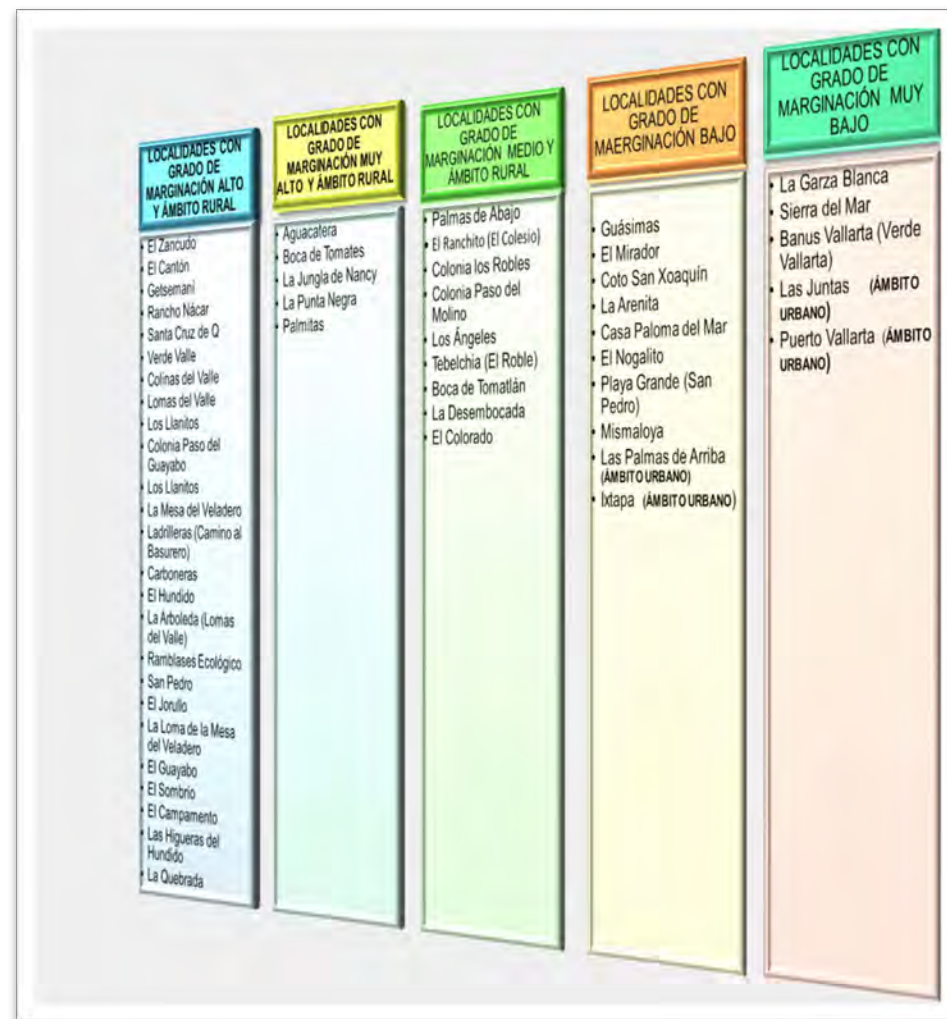


Características de las viviendas particulares

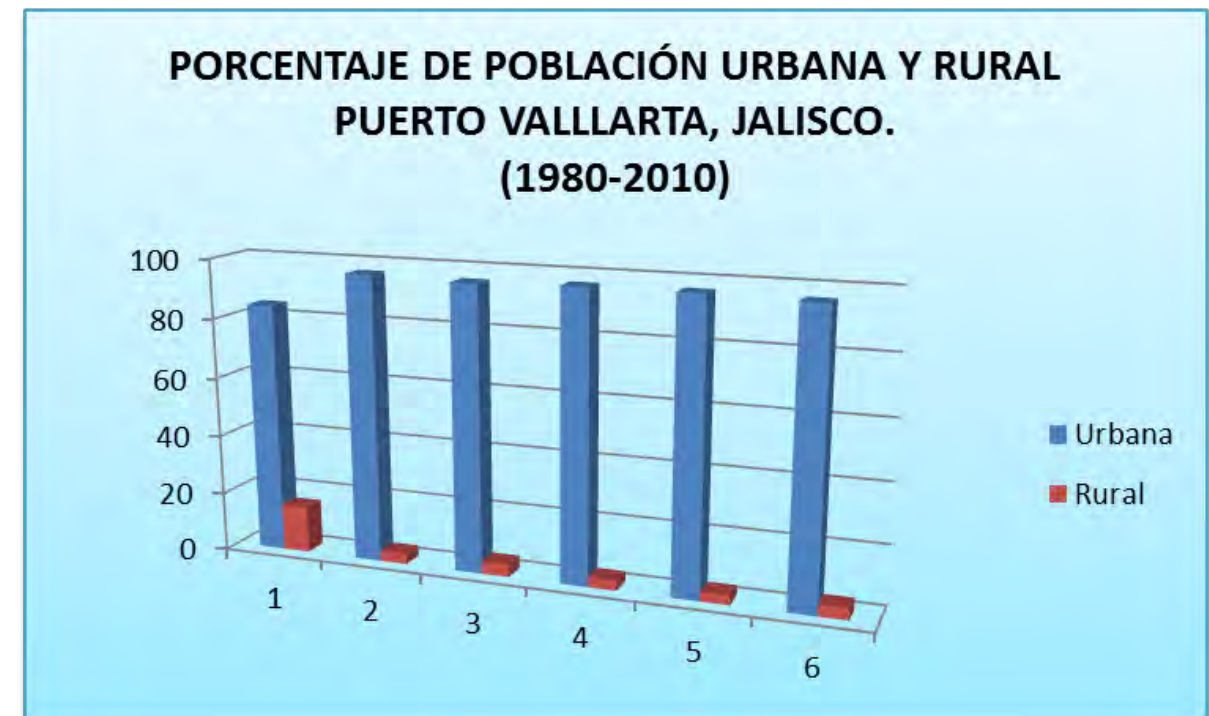
El análisis de las viviendas es importante ya que, para el Censo 2010 se considera a la vivienda como la unidad de observación ya que es el lugar donde reside habitualmente la población y a la vez, constituye una unidad de análisis por sí misma, puesto que sus características físicas influyen directamente en las condiciones de vida de las personas.

Es importante considerar que las viviendas se convierten en el objeto de la implementación de planes, programas y proyectos vinculados con los asentamientos humanos, así como el desarrollo urbano, local y territorial sustentable, como políticas públicas. Al analizar las características de las viviendas se puede obtener información estadística sobre la clase de vivienda y materiales de construcción en pisos, paredes y techos; para el caso de la variable Material en pisos, encontramos diferencias que permiten distinguir la existencia o no de recubrimiento en el piso de las viviendas.

Dicha información, además de la valoración de la calidad constructiva de las mismas, nos habla de las condiciones de salubridad de sus ocupantes, puesto que el piso de tierra proyecta un mayor riesgo para la salud de sus habitantes, en el caso de la salud de los ocupantes podemos decir que el recubrimiento constituye un elemento que permite el aislamiento y control en la transmisión de parásitos y enfermedades gastrointestinales, cutáneas y alérgicas. Así mismo, se considera que los indicadores sobre viviendas con piso de tierra, en muchos casos son utilizados para valorar las condiciones de marginación, precariedad habitacional y rezago social a nivel de localidad. Para el caso de Puerto Vallarta al realizar el análisis por localidad, encontramos que en la mayoría de las localidades se tienen registros de viviendas con piso de tierra que son menores a 100, solo en el caso de la cabecera municipal encontramos que supero las 300.



Grafica 48. Fuentes: Elaboración en base CONAPO. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010



Grafica 49. Fuente: Elaboración propia en base CONAPO, 2010.

4.3. Principales actividades económicas en la zona

Puerto Vallarta es uno de los municipios más dinámicos económicamente dado que sus principales productos los ofrece el sector servicios. Las agencias de viajes prestan toda clase de servicios turísticos. En 1990 la población ocupada dedicada a este sector (ver cuadro 24) era de 28,842 habitantes representando un porcentaje de 73.93% respecto al total de las actividades y 59,459 habitantes en el año 2000, que representa 77.89% respecto al total de las actividades por sector, en el año 2010 presento un porcentaje de 81.25 %, lo cual muestra la importancia del sector y un crecimiento constante.

El comercio local se compone de tienda de abarrotes y minisúper bastante abastecidos con artículos básicos, son los comercios de recuerdos típicos los que tienen mayor auge y en ocasiones se combinan los tipos de comercios.

Se cultiva hasta la fecha con éxito; maíz, sorgo, frijol, calabacita, chile verde, jitomate, cacahuete, ajonjolí, sandía y tabaco y frutales como aguacate, mango y plátano, en condiciones climáticas apropiadas. La cría de ganado es otra actividad que aunada a la apicultura, deja bastantes ganancias a nivel local, sin embargo, la población dedicada a este sector cada vez es menor en 1990 se encontraba una población ocupada de 5% al 2010 solo representa 1.34 % respecto al total de actividades por sector.

La industrialización (ver gráfica 27) de productos no es amplia, 15.61% con respecto al total de los sectores económico son los habitantes que dependían de esta actividad en el año 1990. Al 2000, 16.29% son las personas ocupadas en este sector y 15.20% al 2010, aun así, el municipio cuenta con una demanda internacional, prendas de vestir, recuerdos típicos, calzado de playa y muebles conforman el sector industrial.

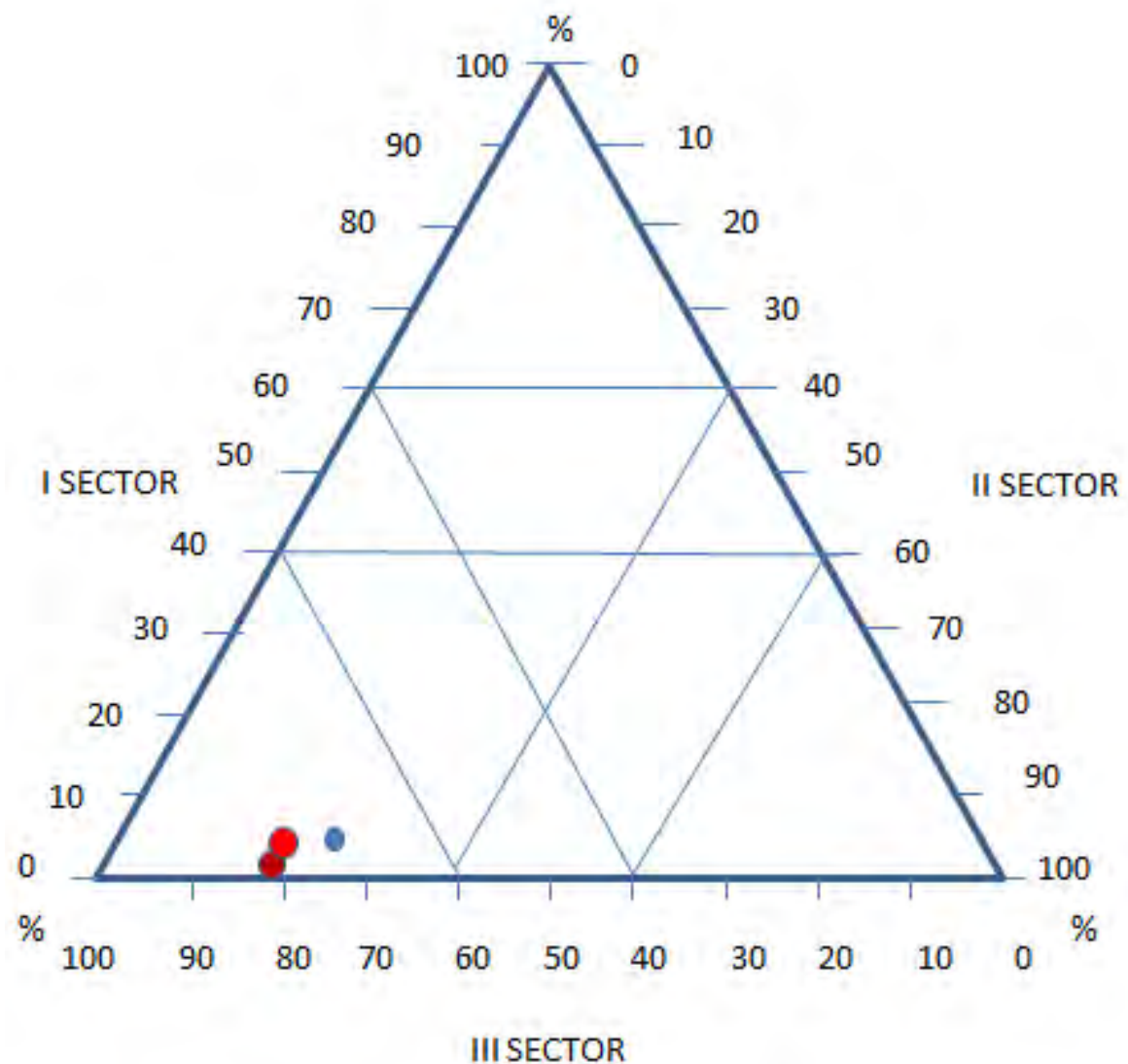
Cuadro 27.

Población ocupada por gran sector de actividad				
Puerto Vallarta, Jalisco.				
Año	I SECTOR	II SECTOR	III SECTOR	NO E.
1990	5.07588187	15.6147457	73.93867925	5.37069319
2000	2.71035016	16.2922305	77.89014501	3.10727432
2010	1.3390248	15.2074957	81.2500000	2.2000000

Fuente: Censo General de Población y Vivienda. INEGI, 1990, 2000, 2010.

4.4. Características de la población económicamente activa.

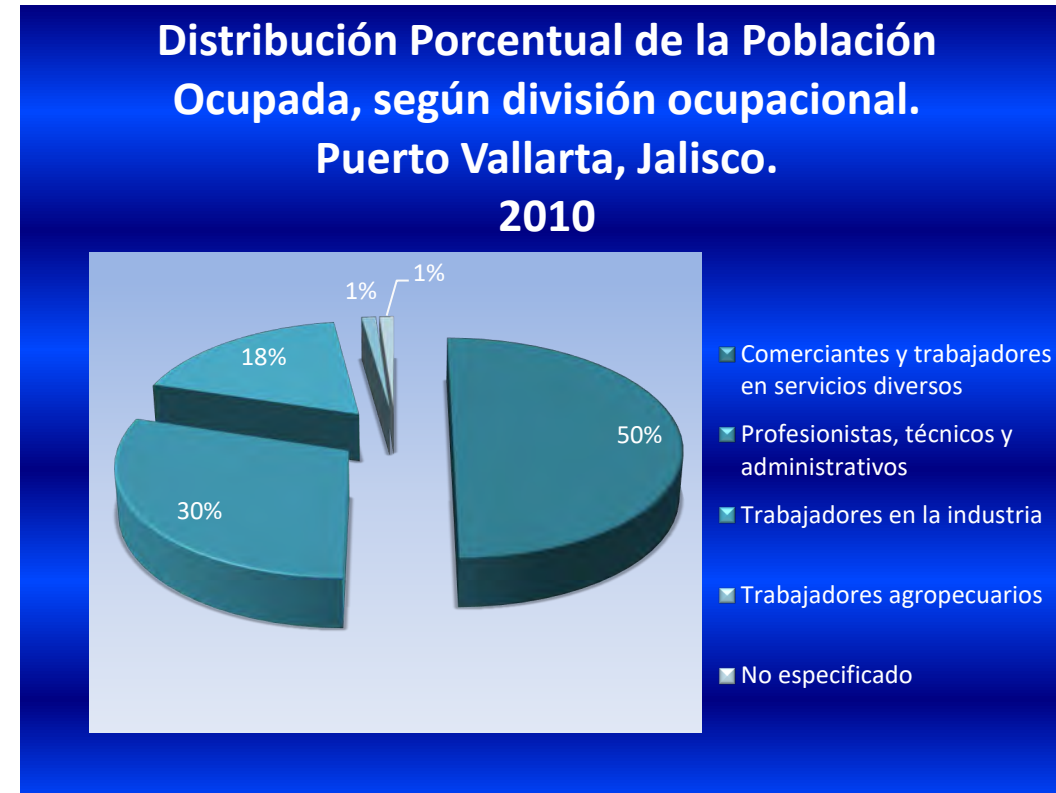
Con lo anterior podemos observar que aún se presentan otro tipo de actividades pero la tendencia del municipio es hacia el sector terciario como lo podemos observar el triángulo de Ossa, donde en los tres tiempos censales se obtuvieron tendencias hacia el sector terciario.



Gráfica 50.

Así mismo se encuentra la población económicamente activa donde la población ocupada para 2010 muestra un total de 114,167, la cual participa en ocupaciones dentro del sector servicio y comercio, con un porcentaje respecto al total de ocupaciones del 50% (ver gráfica 50).

En cambio la población desocupada se encuentra en 4,940 habitantes para el mismo año, lo cual manifiesta demandas de empleo más la población económicamente activa aumento del año 2000 al 2010 un porcentaje de 4.95, para todo el municipio. Sin embargo, a nivel localidad la mayor cantidad de la población económicamente activa se concentra en las localidades de Puerto Vallarta, Ixtapa y Las Juntas (ver gráfica 51 y 52).

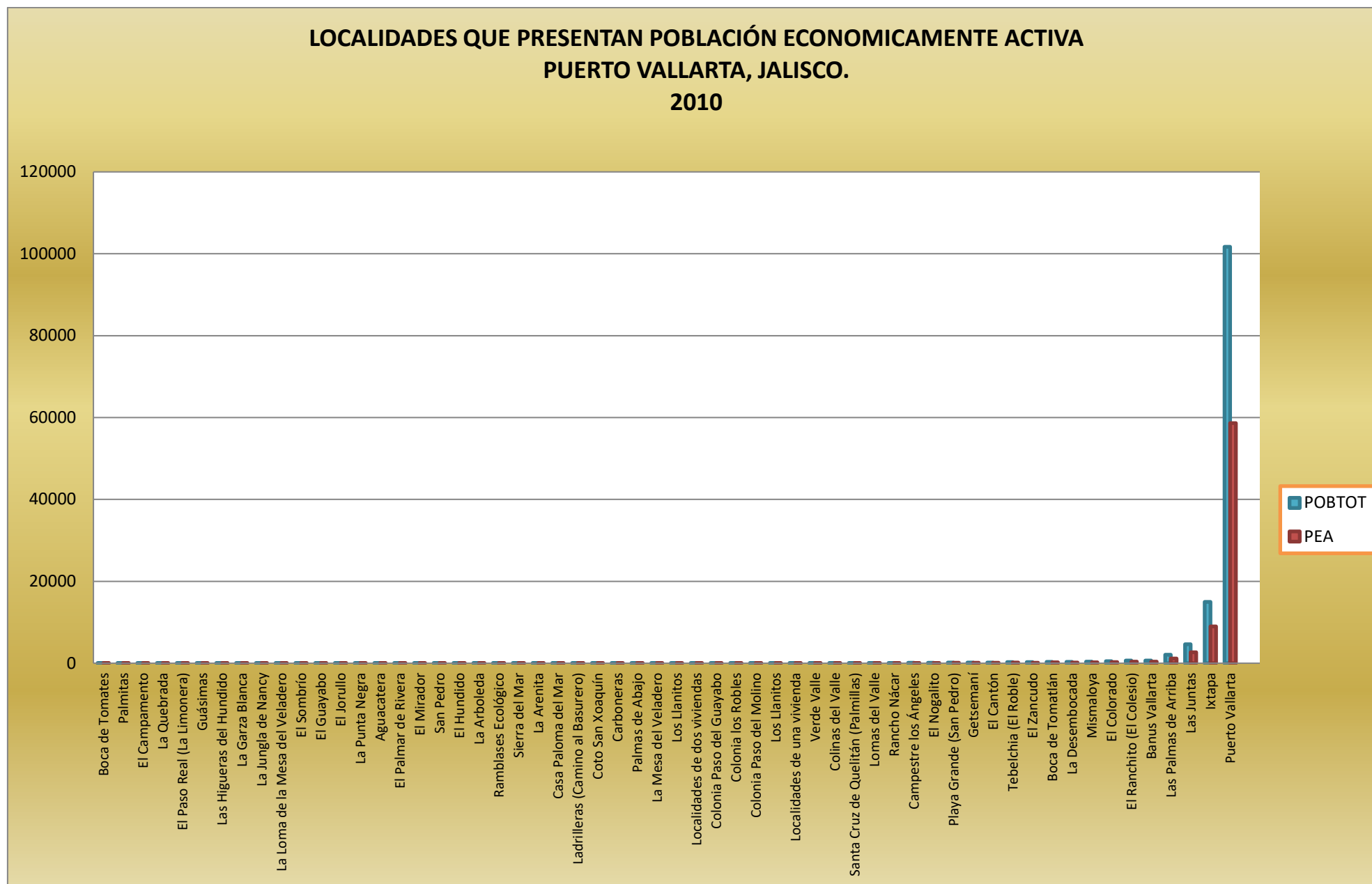


Grafica 51. Distribución porcentual de la población ocupada.

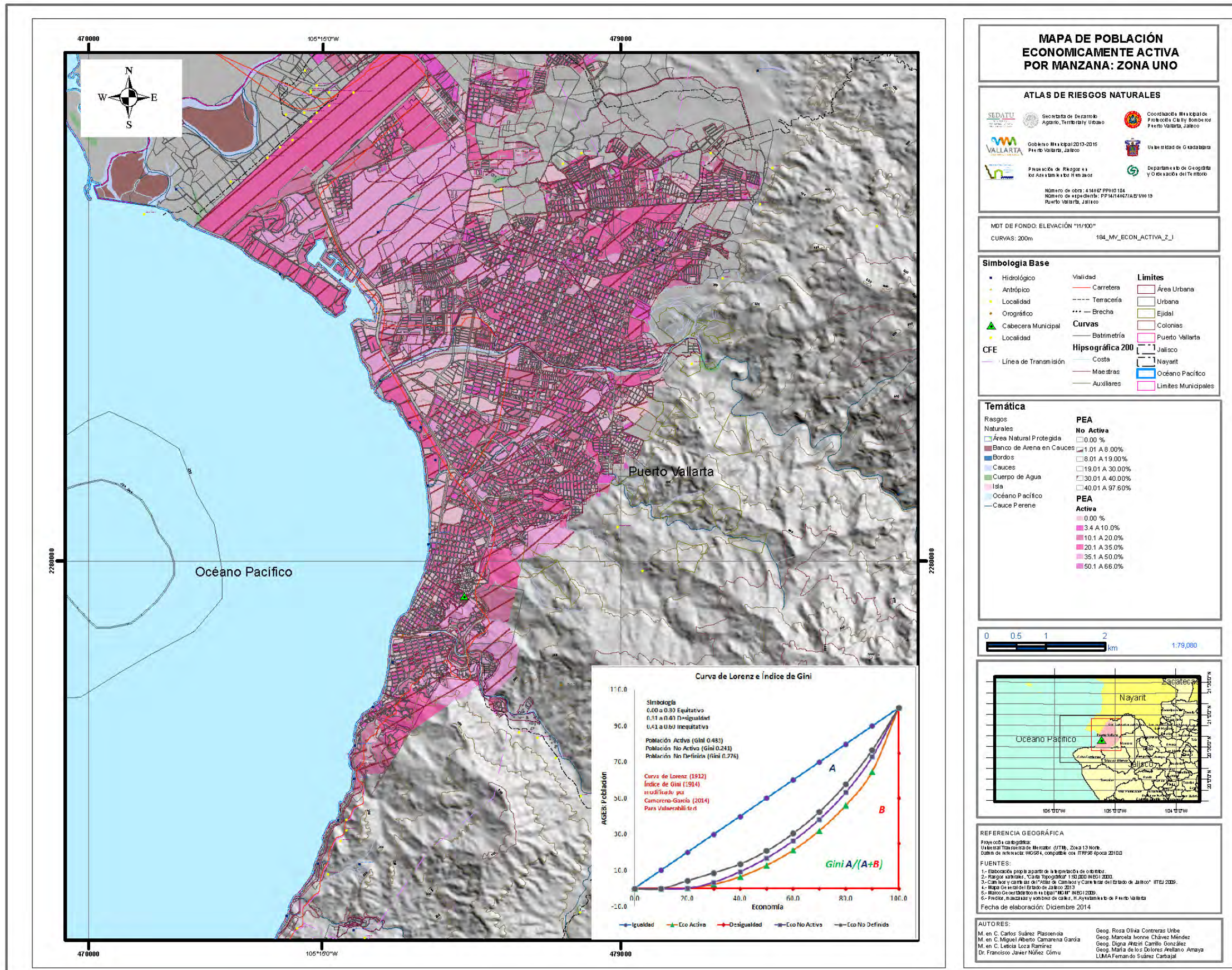
Cuadro 28. Población económicamente activa 1980-2010 y porcentaje respecto a la población total del municipio.

Año	Población Económicamente Activa	
	Personas	Porcentaje
1980	20,738	36.36
1990	39,659	35.58
2000	76,905	41.63
2010	119,107	46.58

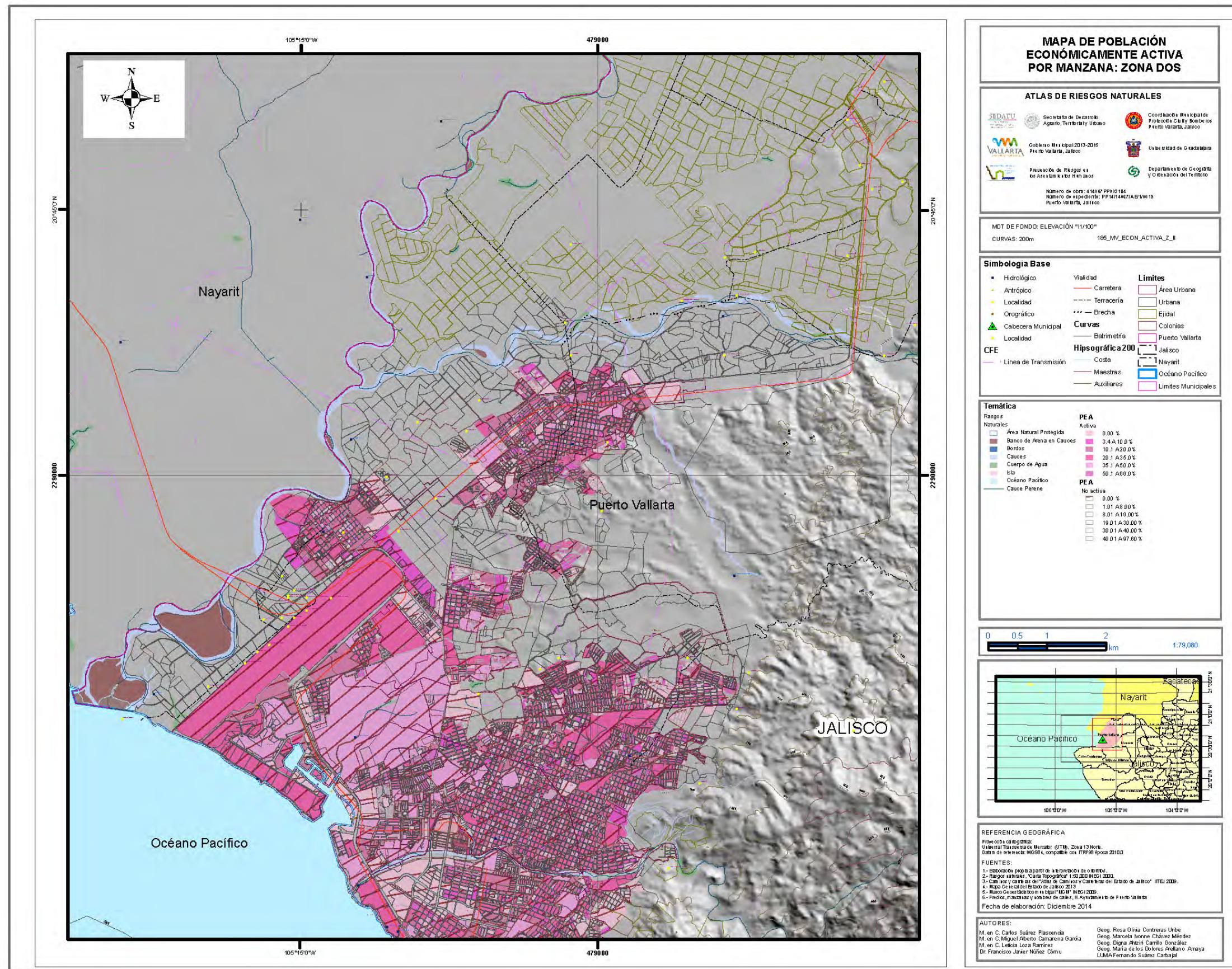
Fuente: INEGI. *X Censo General de Población y Vivienda, 1980*. Estado de Jalisco. México, 1984.
 INEGI. *Jalisco. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos*. México, 1991.
 INEGI. *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. Jalisco*. www.inegi.gob.mx. México, 2001.
 INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010*, en www.inegi.org.



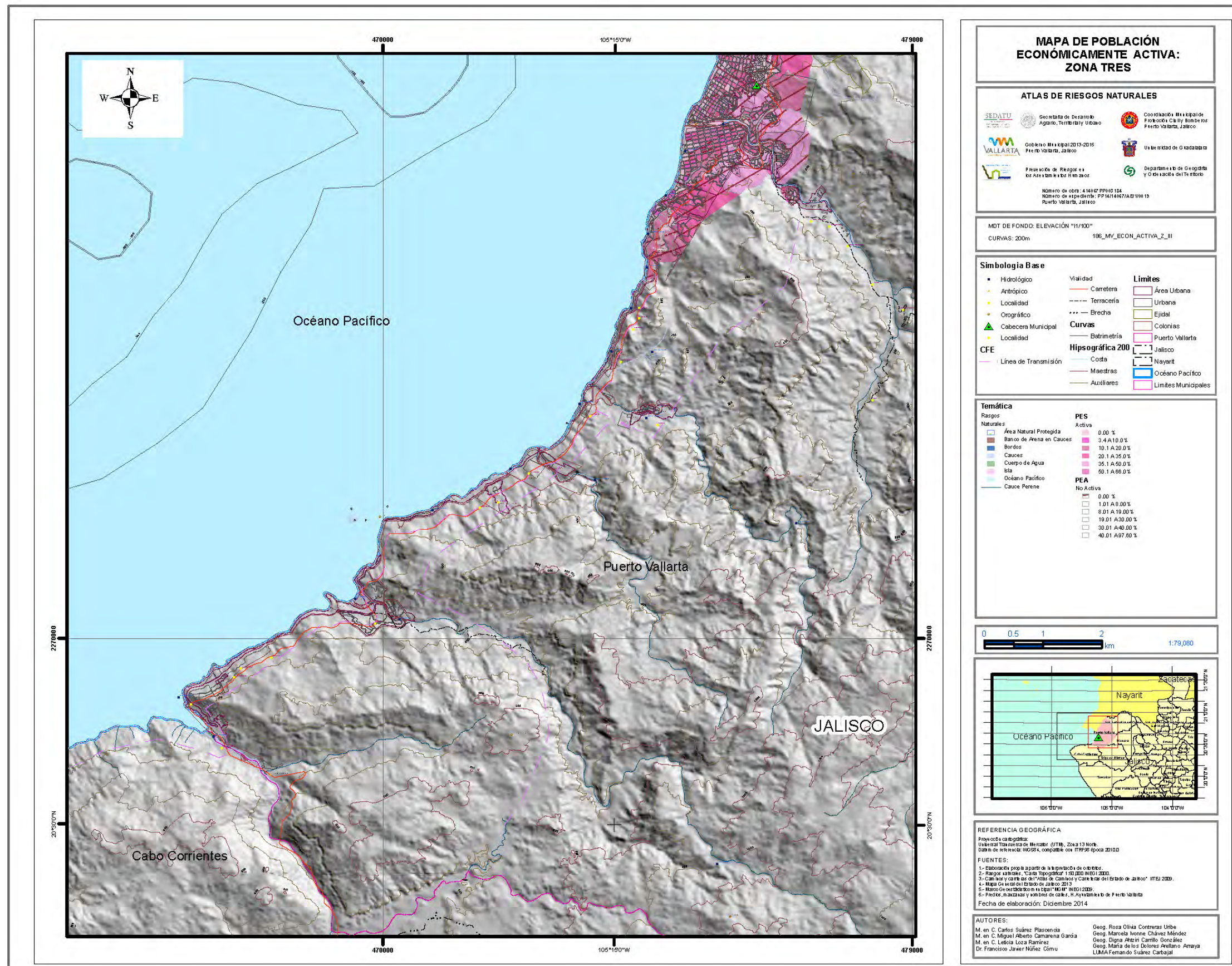
Grafica 52. Fuente: Elaboración propia en base información INEGI, 2010. Consulta ITER, 2010.



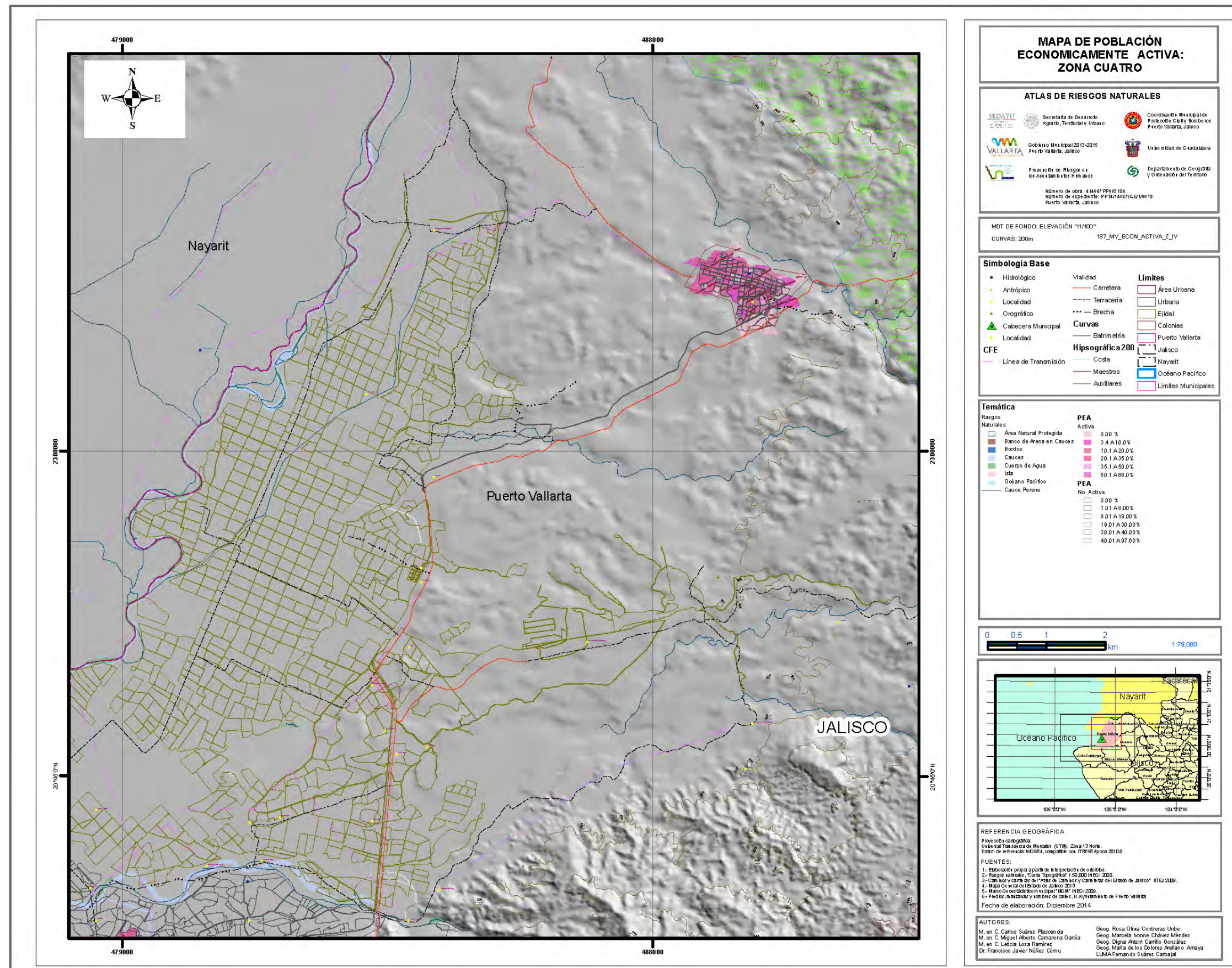
Mapa 42. Distribución de la población económicamente activa en la Zona I



Mapa 43. Distribución de la población económicamente activa en la Zona II



Mapa 44. Distribución de la población económicamente activa en la Zona III



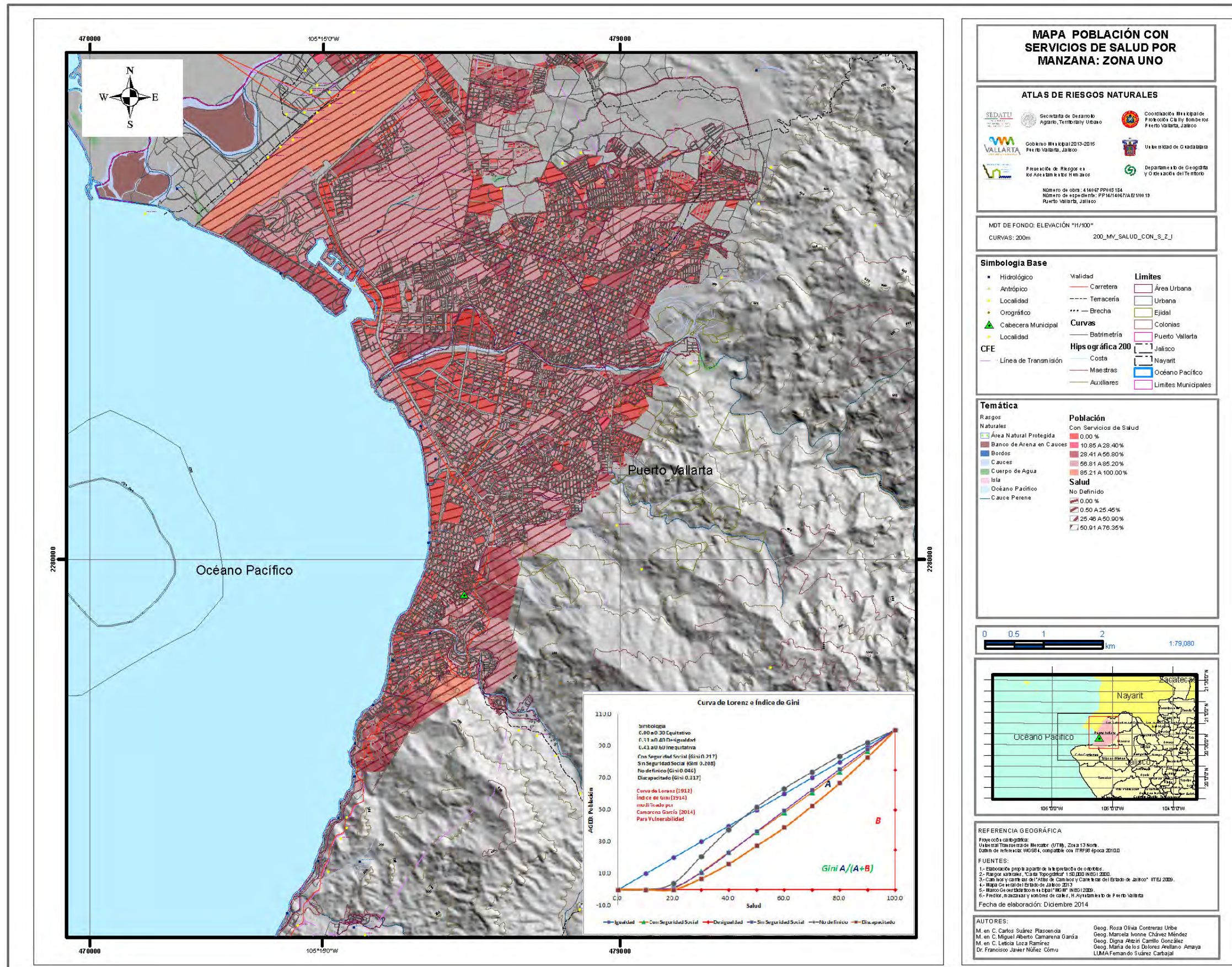
Mapa 45. Distribución de la población económicamente activa en la Zona IV

Equipamiento, Salud, Educativo, Recreativo y/o de Esparcimiento (Plazas, Centros Comerciales, Teatros, Cines, Auditorios, etc).

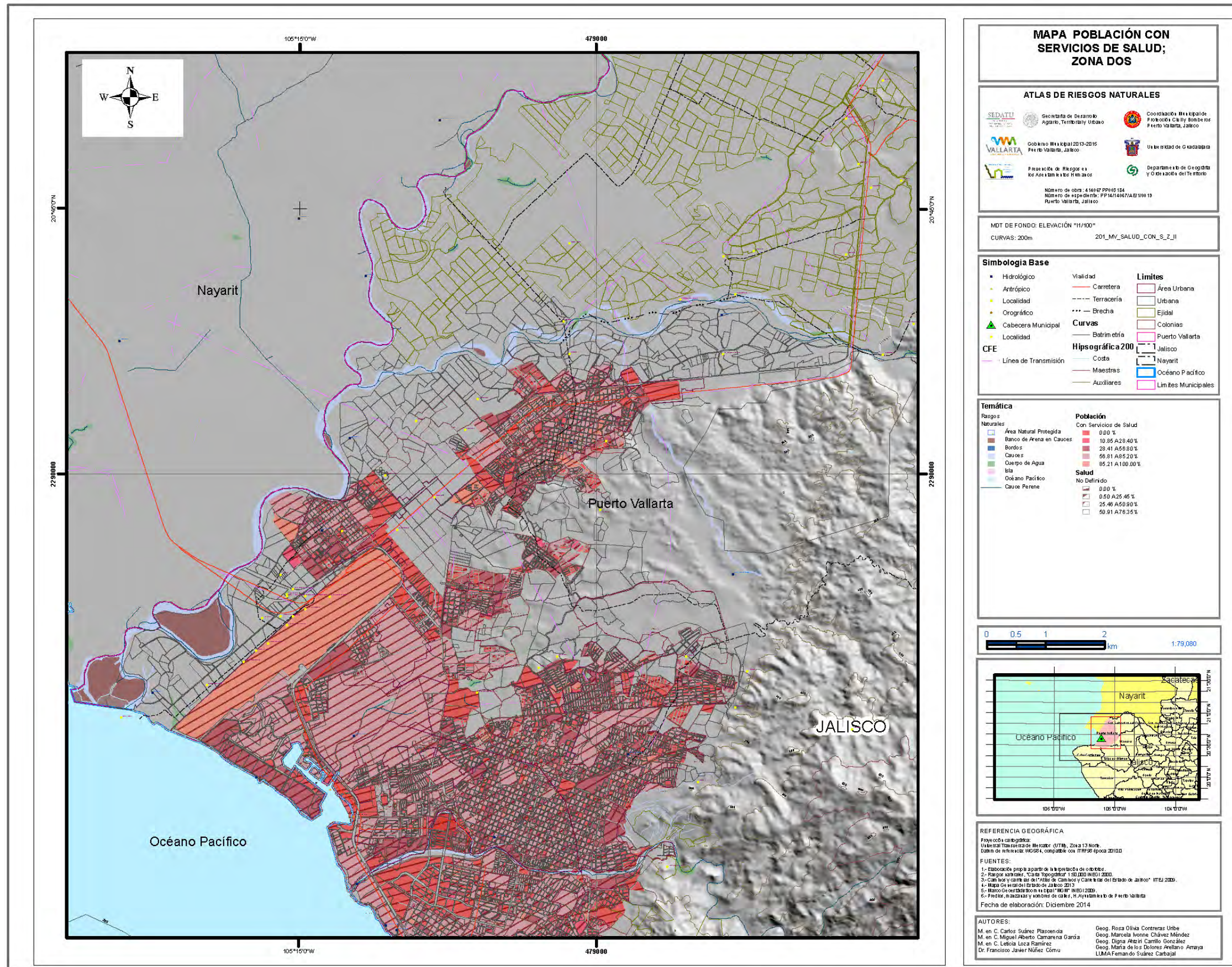
Salud

La atención a la salud en el municipio está a cargo de la Secretaría de Salud Jalisco, dos Clínicas de Servicios Médicos Municipales, un Hospital Regional, dos unidades médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), por el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), un puesto de socorro de la Cruz Roja y varias clínicas y hospitales particulares que cuentan con el equipo necesario para atender emergencias y enfermedades que no requieren de mucha especialización.

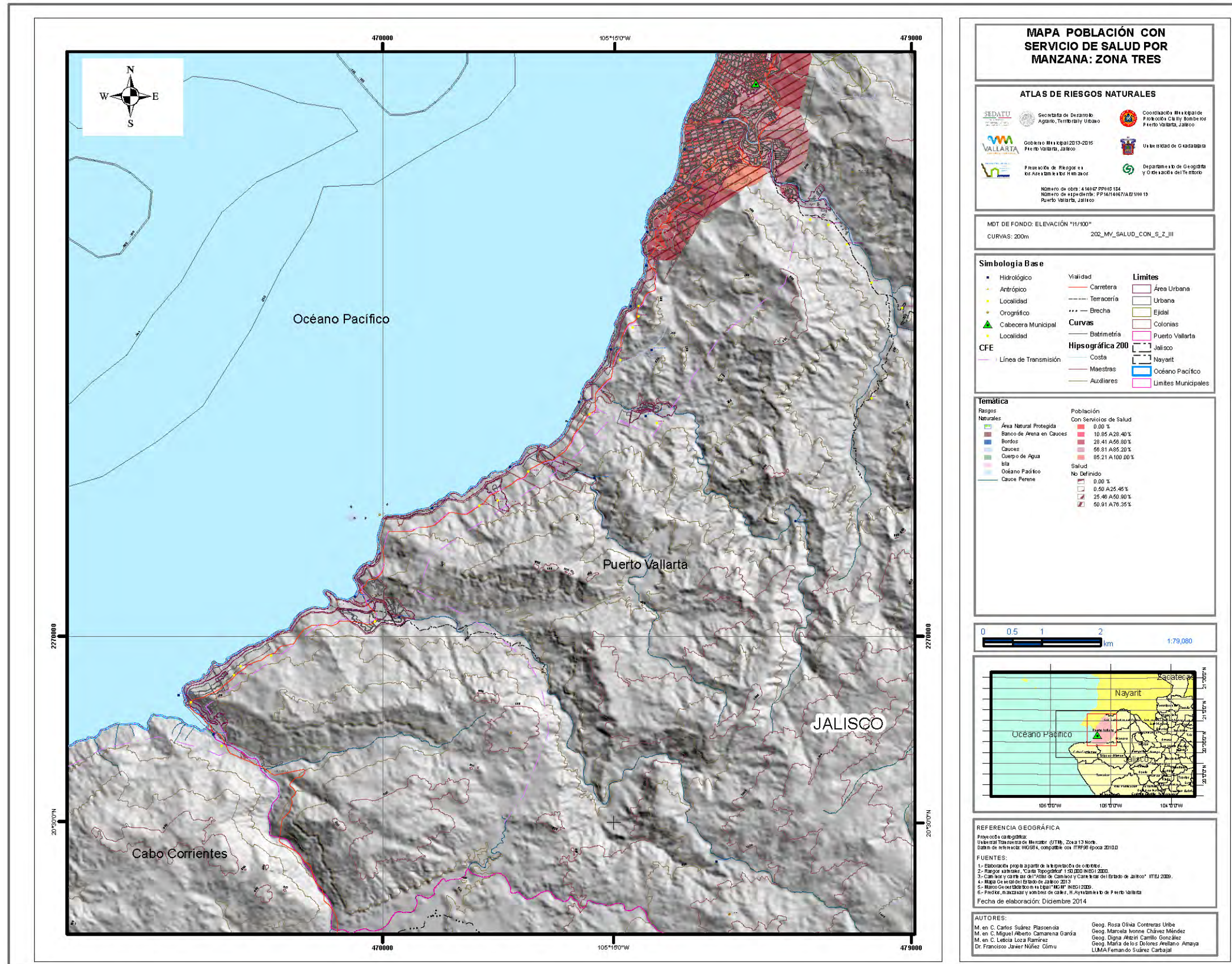
El bienestar social es atendido en sus diferentes renglones por el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF). A través de sus programas y talleres, este organismo de capacitación a las amas de casa para que puedan hacer frente a los problemas que pudieran darse dentro del seno de la familia, así como capacitación para lograr el mejoramiento personal. Cuenta con guarderías y programas de becas, reparto gratuito de desayunos escolares, de brigadas médicas, de manualidades y economía familiar y pláticas para la integración de la familia.



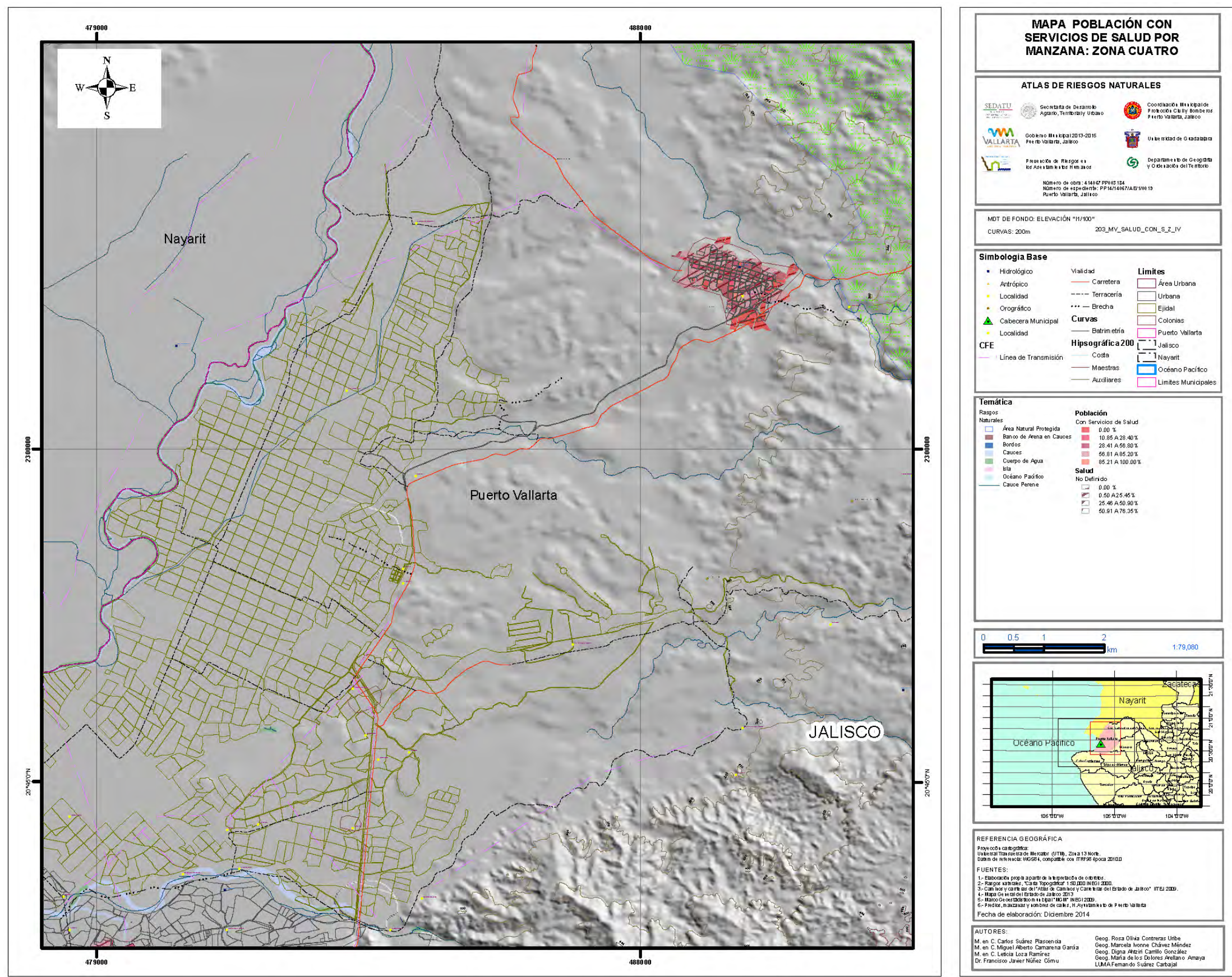
Mapa 46. Distribución de la población con servicios de salud en la Zona I, y gráfica de Lorenz e índice de Gini.



Mapa 47. Distribución de la población con servicios de salud en la Zona II.



Mapa 48. Distribución de la población con servicios de salud en la Zona III.



Mapa 49. Distribución de la población con servicios de salud en la Zona IV.



Servicios Públicos

El municipio proporciona a sus habitantes los servicios de agua potable, alcantarillado, alumbrado público, rastro, mercados, estacionamientos, cementerios, vialidad, aseo público, seguridad pública, tránsito, parques y jardines y centros deportivos.

En lo que concierne a servicios básicos el 95.9% de los habitantes disponen de agua potable; en alcantarillado la cobertura es del 94.1% y en el servicio de energía eléctrica el 98%.

Cuadro 29. Salud 2005

Unidades Médicas en Servicio*	
Consulta Externa	16
Hospitalización General	4
Hospitalización Especializada	

* De las Instituciones Públicas del Sector Salud

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico 2006, en www.coepo.jalisco.gob.mx

Cuadro 30. Población derechohabiente a servicios de salud 2005

Concepto		% con respecto al total de la población del municipio
Población derechohabiente	130,253	59.11
Población no derechohabiente	79,120	35.90

Fuente: INEGI. Jalisco. II Conteo de Población y Vivienda, 2005. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. www.inegi.gob.mx México, 2006.

Cuadro 31.

Viviendas	Número de viviendas					Porcentaje en total de viviendas				
	1990	1995	2000	2005	2010	1990	1995	2000	2005	2010
Viviendas totales	24,111	34,853	44,313	55,636	66,618*					
Con agua entubada	19,828	33,040	40,019	50,655	63,492	82.23	94.79	90.31	91.05	95.31
Con drenaje	17,439	33,423	38,626	47,081	65,318	72.32	95.89	87.17	84.62	98.05
Con energía eléctrica	21,413	33,815	42,637	52,300	66,029	88.81	97.02	96.22	94.00	99.11

* Excluye "viviendas sin información de ocupantes" y refugios.

Fuente:

INEGI. Jalisco. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. México. 1991.

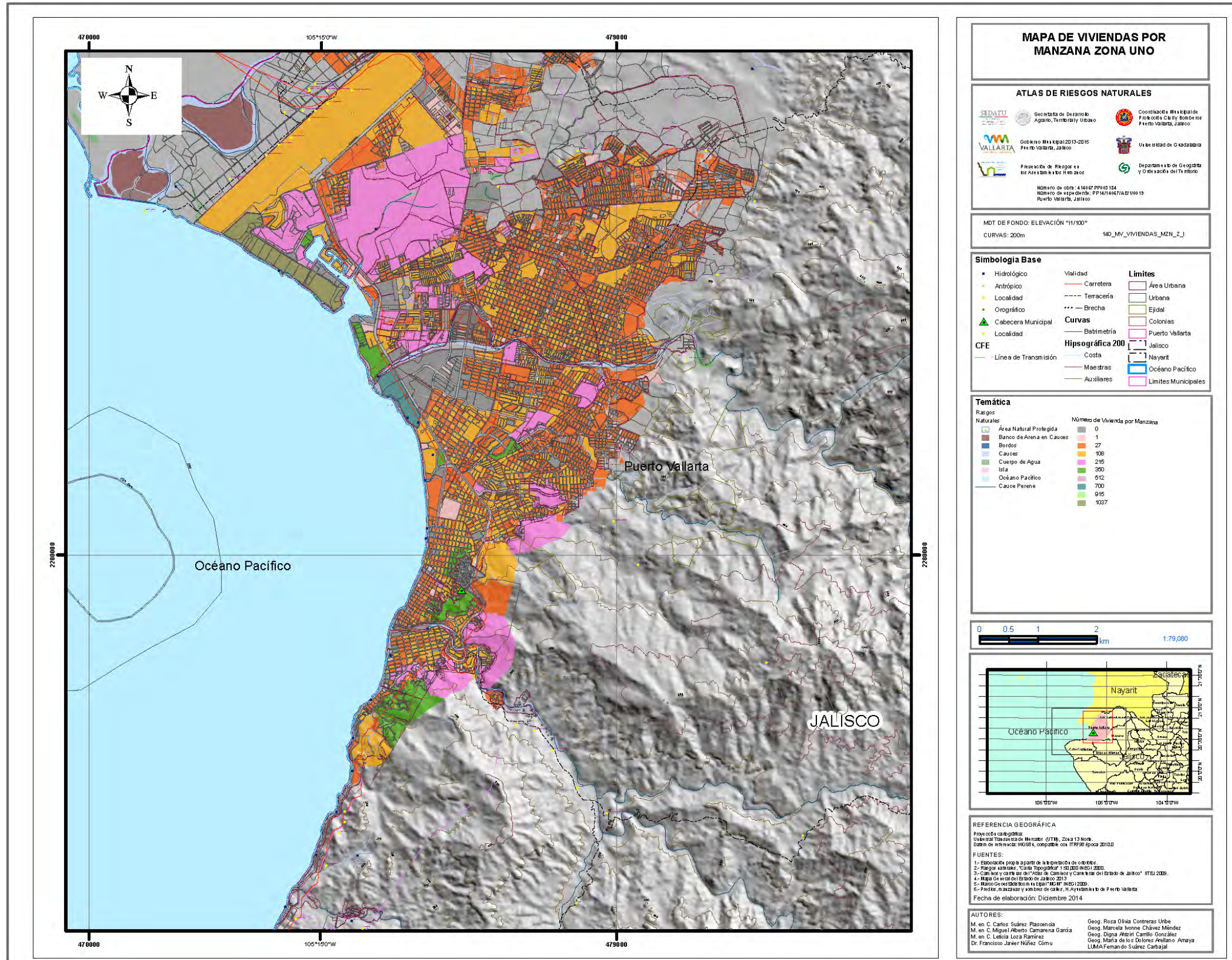
INEGI. Jalisco. Conteo de Población y Vivienda, 1995. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. México, 1996.

INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. Jalisco. www.inegi.gob.mx. México, 2001.

INEGI. Jalisco. II Conteo de Población y Vivienda, 2005. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. www.inegi.gob.mx México, 2006.

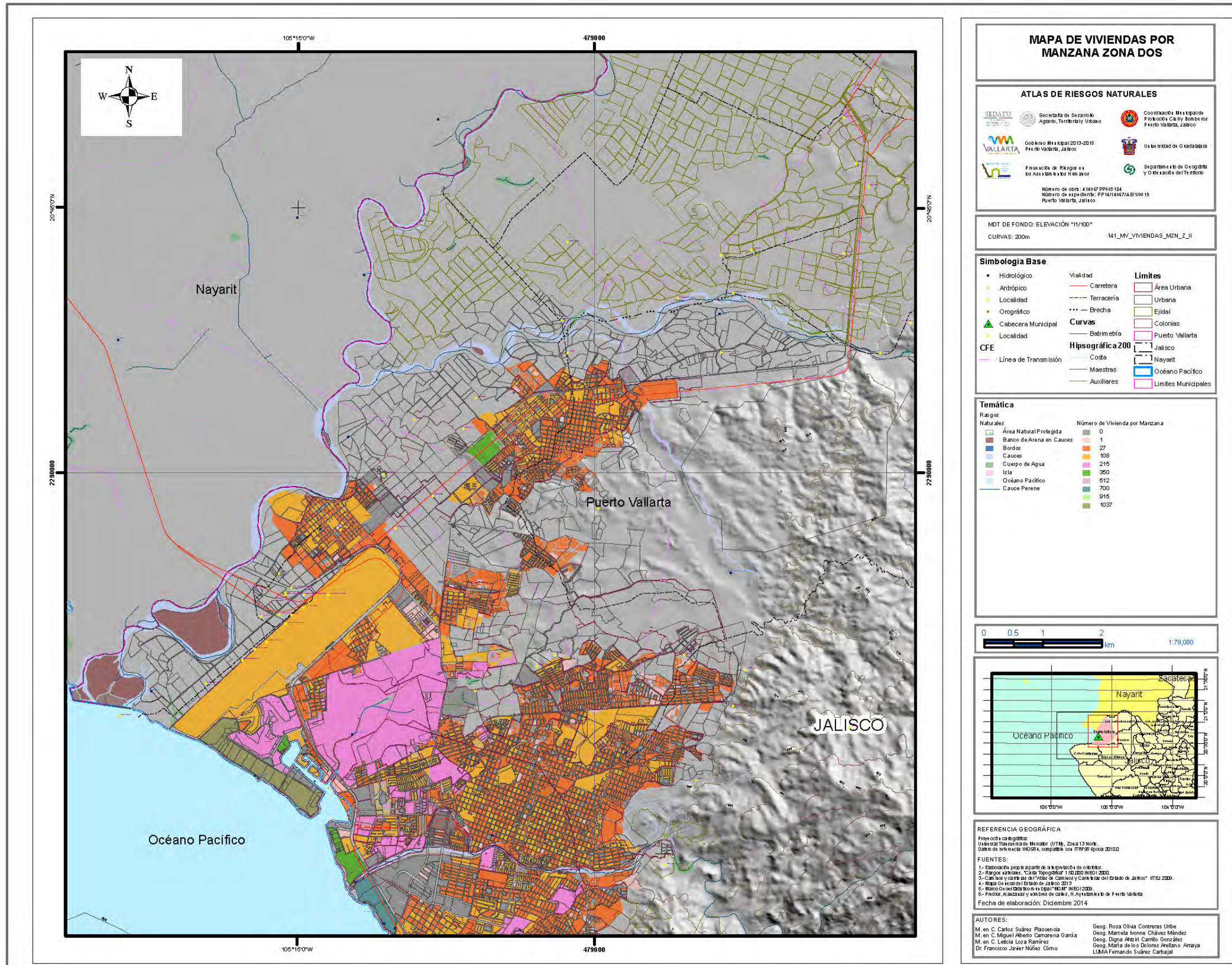
INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

La distribución de las viviendas en Puerto Vallarta, es en general de alta densidad en la zona centro y El Pitillal. En la zona centro corresponden las edificaciones más antiguas del Puerto, (antes Puerto Las Peñas), que son casas construidas entre los años de 1880 y 1950, posteriormente en 1969 se comienza a construir el puente sobre el río Ameca, lo que da inicio al desarrollo turístico del sitio, y con ello el crecimiento urbano la zona noreste de El Pitillal, los años subsecuentes el establecimiento de grandes hoteles y servicios turísticos ha favorecido el crecimiento poblacional, tal y como se explicó en el apartado correspondiente. Esto se reflejó en el incremento del número de viviendas al pasar en 20 años de 24,111 a 66,618 viviendas (2.76 veces), derivado del crecimiento de la población proveniente la mayor parte del flujo migratorio que genera el turismo. El crecimiento ha detonado la ocupación de áreas poco propicias para la edificación de viviendas, como son las zonas de piedemonte y llanuras de inundación. En los mapas 48, 49, 50, y 51 se puede observar la distribución en el 2010 de las viviendas en las áreas urbanas del municipio, así como fotografías antiguas que muestran su crecimiento y características de las viviendas previas.



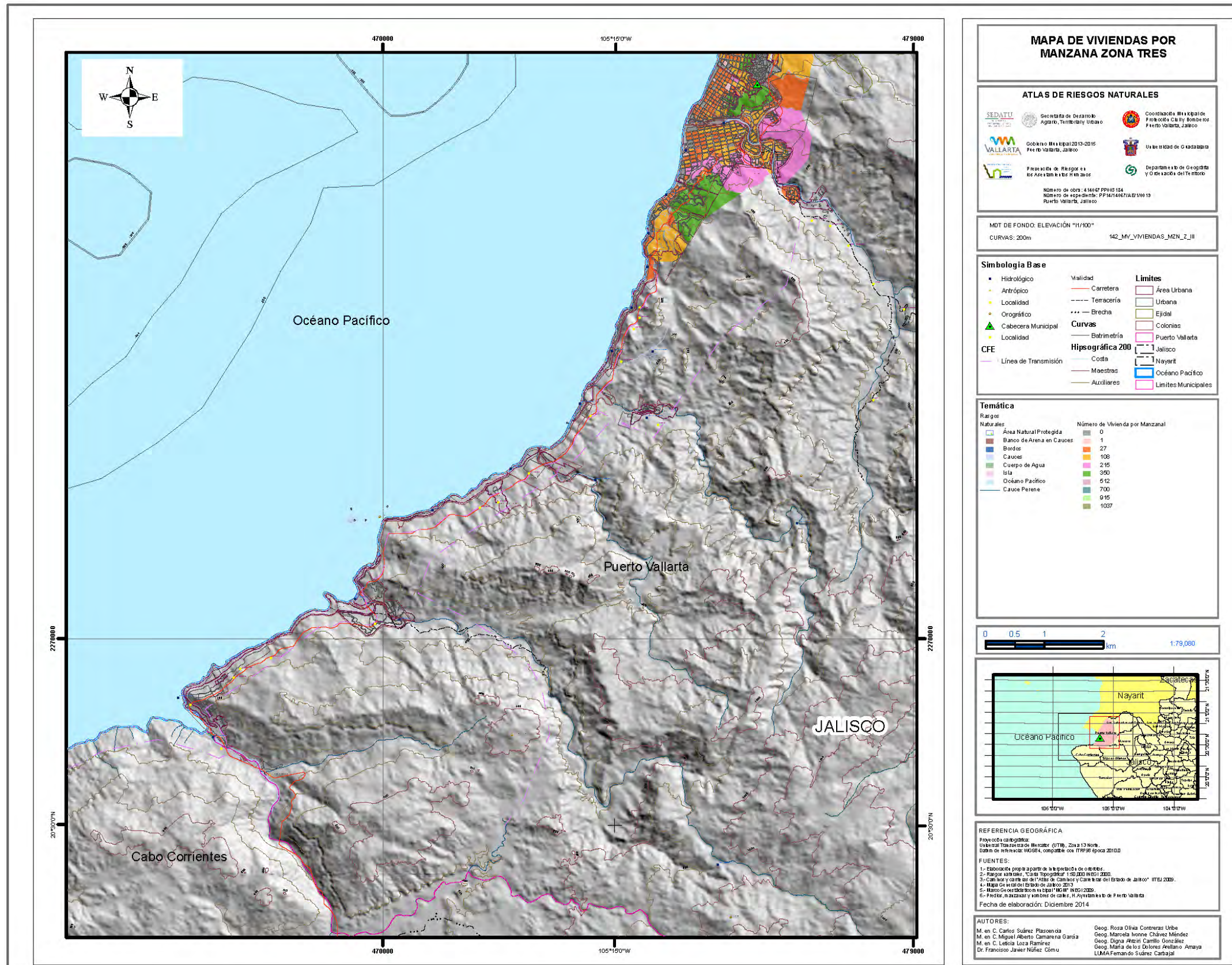
Fotografías de los años 50's, donde se observa el tipo de edificaciones en el Puerto. Tomadas de <http://www.puertovallarta.net/espanol/informacion-general/historia.php>.

Mapa 50. Distribución de total de viviendas en la Zona I, donde predomina el rango entre 27 y 108 viviendas por manzana.

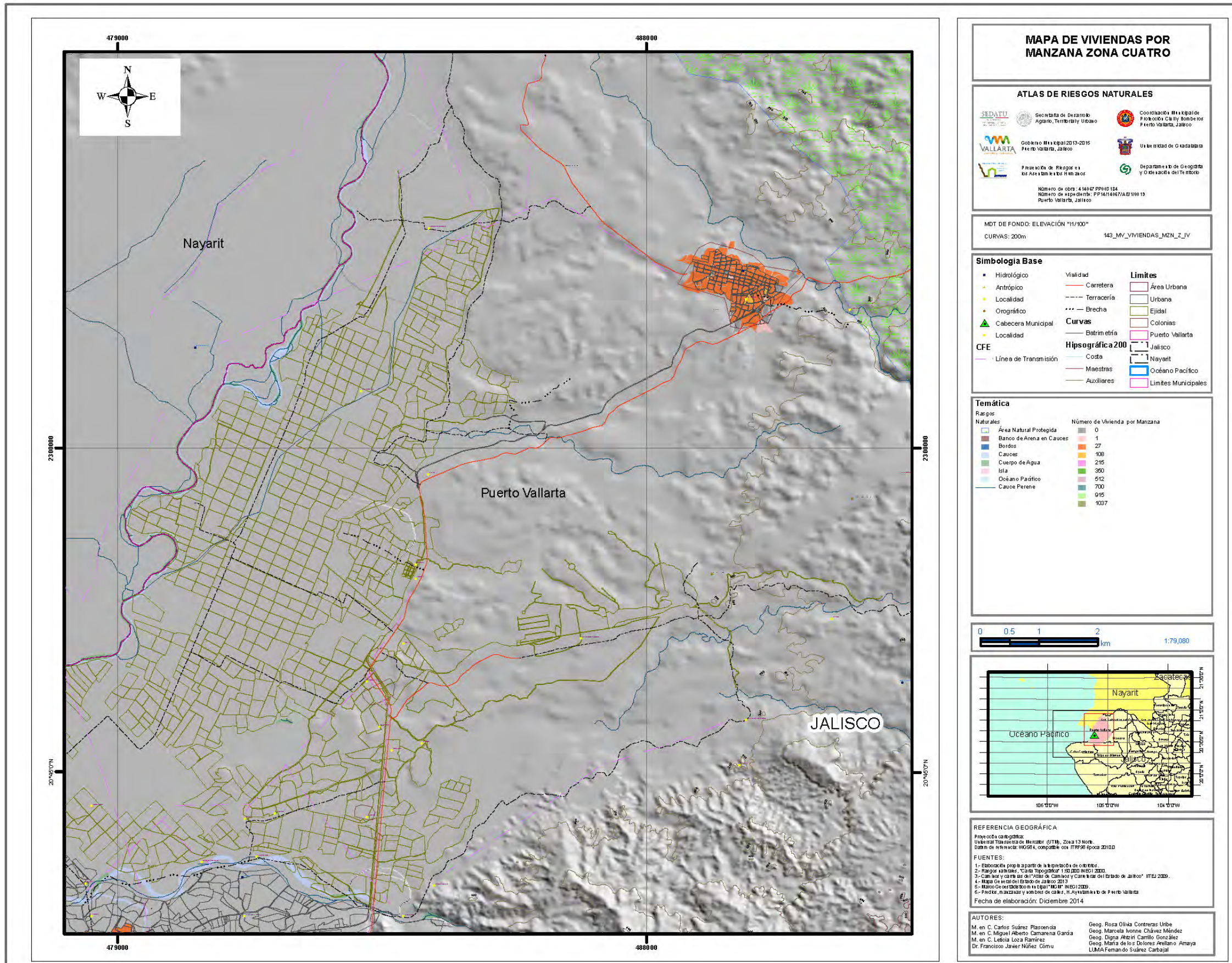


Fotografías de los años 50's, donde se observa el tipo de edificaciones en el Puerto. Tomadas de <http://www.puertovallarta.net/espanol/informacion-general/historia.php>.

Mapa 51. Distribución de total de viviendas en la Zona II Centro, donde predomina el rango entre 27 y 108 viviendas por manzana.



Mapa 52. Distribución de total de viviendas en la Zona III Amapas-Conchas Chinas, donde predomina el rango entre 27 y 108 viviendas por manzana, en esta área se han desarrollado múltiples condominios de varios niveles sobre la ladera poniente de la zona de montaña.



Mapa 53. Distribución de total de viviendas en la Zona IV Las Palmas, donde predomina el rango entre 27 viviendas por manzana.

4.5. Reserva Territorial

Las reservas territoriales del municipio oficialmente no cuenta con ellas de acuerdo al número de oficio 2300/2015 del doce de mayo del 2015, ello de acuerdo con pláticas con personal de la Dirección de Planeación Urbana, se consideran extraoficialmente áreas ubicadas en el corredor de conurbación Puerto Vallarta-Las Juntas-Ixtapa-La Desembocada, así como en el sector del Vista Vallarta Club de Golf.



Dependencia: DIRECCIÓN GENERAL DE
ECOLOGÍA Y ORDENAMIENTO
TERRITORIAL
Núm. de Oficio: 2300 / 2015
Asunto: El que se indica.

M. en C. Carlos Suárez Plascencia
Jefe de Departamento de Geografía y Ordenación Territorial
Universidad de Guadalajara
PRESENTE:

Anteponiendo un cordial saludo, en mi carácter de Director General de Ecología y Ordenamiento Territorial, por este medio me permito dar respuesta, dado que el tema solicitado es de competencia de la Dirección General a mi cargo, a su oficio DGOT/073/2015, el cual fue dirigido al Comandante Sergio Ramírez López, Director de la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Puerto Vallarta, con fecha 20 de abril del presente año, en el cual solicita lo siguiente:

“...la cartografía en donde se señalen las áreas de reserva territorial que posee el municipio de Puerto Vallarta, para el crecimiento urbano en el corto, mediano y largo plazo.”

En relación a lo anterior le informo que en el municipio de Puerto Vallarta no contamos con áreas de reserva territorial.

Sin más por el momento, aprovecho para enviarle un cordial saludo y quedo a sus órdenes para cualquier comentario a este respecto.

ATENTAMENTE
Puerto Vallarta, Jalisco, a 12 (doce) de mayo del 2015
El C. Director General de Ecología y Ordenamiento Territorial

Ing. Francisco Javier Altamirano González

C. p. Arq. Adriana Guzmán Jiménez. Jefa de Planeación y Ordenamiento Territorial. Para su conocimiento
C. p. Archivo. FJAG/GSG/AGI/*Claudia

GOBIERNO EN
MOVIMIENTO

www.puertovallarta.gob.mx
Calle Independencia No. 123
Col. Centro, Puerto Vallarta, Jalisco
Tel. 01(322) 226 8080

CAPÍTULO V. Identificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Erupciones Volcánicas.

Metodología: En este apartado se utilizó el Nivel 1.

Puerto Vallarta se localiza en la región Costa Norte del estado de Jalisco, área en el que vulcanismo es antiguo y data desde el Terciario Superior (Mioceno) hasta el Plioceno, actualmente no existe actividad volcánica activa en el municipio, por lo que de acuerdo con la Asociación Internacional de Vulcanología y Geofísica del Interior de la Tierra (IAVCEI), para que un volcán se catalogue como activo, debió haber tenido erupciones en los recientes 10,000 mil años, la figura 26 muestra en un radio de 100 km con respecto al centro del municipio de Puerto Vallarta los edificios volcánicos representativos de la región, de estos el Volcán Ceboruco ha reportado actividad en los recientes 10 ka. El resto de los volcanes en este radio tiene actividad en el Pleistoceno (2.588 ma a 11.7 ka).



Figura 26. Ubicación regional de edificios volcánicos en un radio de 100 km con respecto al centro del municipio de Puerto Vallarta. El único volcán activo es el volcán Ceboruco localizado a 64 km al noreste.

Bajo este parámetro no existe este fenómeno perturbador en el área de aplicación del Atlas de Riesgos Naturales. El único vestigio de actividad volcánica se localiza en el sector noreste, al sur de las Palmas, donde se identificó un derrame de lava basáltico antiguo que cubre 430 hectáreas, el cual fue extrudido por un cono localizado al suroeste de este cuerpo lávico. Cabe referir que el volcán se ubica a 157 msnm y la parte distal del derrame al noreste está a 274 msnm, lo que puede indicar un levantamiento que invirtió el relieve (ver figura 27).

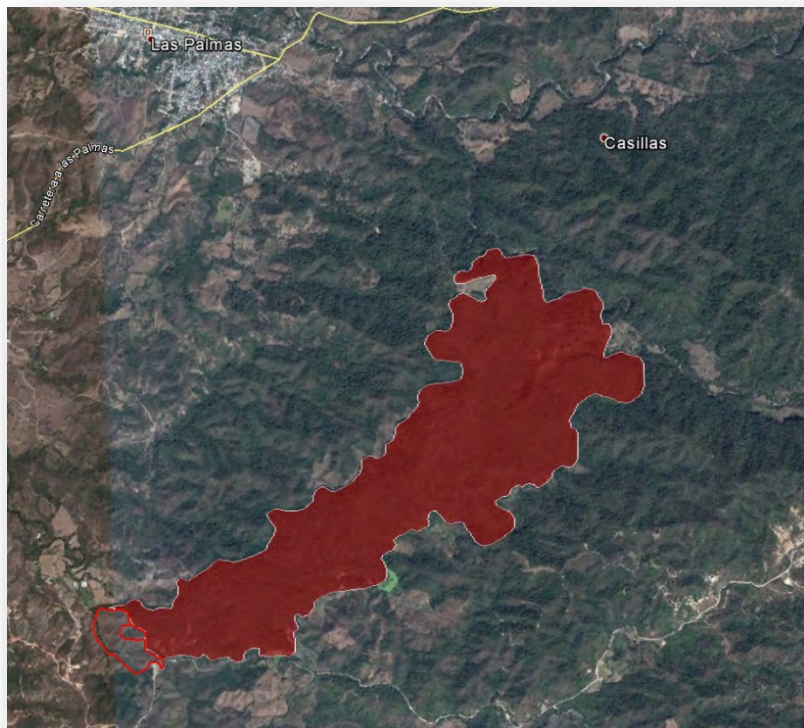


Figura 27. Zona de identificación de un derrame de lava de composición basáltica, con su cono volcánico denominado el Quelitán donde de genero la colada de lava basáltico-andesítica.

Fuente de la imagen Google Earth Pro.

A nivel regional el vulcanismo reciente se localiza al noreste a 64 km el volcán Ceboruco, el cual de acuerdo con Suárez-Plascencia (1998), su última actividad data del año de 1870, cuya duración fue de cinco años, los eventos eruptivos previos no tienen registros históricos, pero de acuerdo a la morfología joven de muchos de sus derrames y estructuras, se puede inferir una actividad continua en el pasado geológico reciente de esta estructura.

Cuadro 32: Actividad volcánica registrada en el volcán Ceboruco (fuente Suárez-Plascencia, 1998)

Fecha	Evento	VEI	Referencia	Efectos
1000-1870	Se reporta la existencia de por lo menos 8 erupciones en los últimos mil años, que indican un período de recurrencia de unos 125 años, que inicia con una erupción pliniana fechada hace 1020± 200 y 1030± 200 años. El VEI calculado por Suárez (1998) fue de 4	4	Nelson (1980, 1986) Suárez (1998)	Derrame Ceboruco y Norte, Emisión de la pómez Jala,
1870-1875	En el inicio de la actividad se escucharon ruidos subterráneos y pequeños temblores que se hicieron más frecuentes dos días después, al emitirse vapor en la Cumbre La Coronilla. El día 23 el volcán expulsó gruesas columnas de vapor, ceniza y lava del cráter localizado en el sector occidental de la Cumbre la Coronilla. De esta actividad se formó el Derrame 1870 de composición traquidacítica que fluyó por el cauce del Arroyo Los Cuates y cuya fuente se ubica en el borde NW de la caldera Interior. La longitud del derrame es 7.5 km, cubrió una superficie de 10.7 km ² y tiene un volumen estimado de 1.1 km ³ . El VEI calculado por Suárez (1998) fue de 1 .	1	Iglesias et al (1877) y Nelson (1986). Suárez (1998)	Grueso derrame de lava por el flanco SW
Actualmente	Actividad fumarólica en 9 puntos con temperaturas entre 50 y 96°C, actividad sísmica asociada a movimiento de fluidos.	-	Suárez Plascencia y Núñez Cornú, 2010.	Sin efectos

En caso de un reactivamiento del volcán Ceboruco, este no causaría daños directos a Puerto Vallarta, dado que el único producto volcánico que podría afectar es la caída de ceniza, pero los vientos dominantes de los vientos son del SW al NE, pero en caso de extrusión de derrames de lava o actividad explosiva, estos afectarían las vías de comunicación ubicadas en su base, como es la autopista Guadalajara-Tepic que transcurre por su sector norte, la carretera libre y la vía del ferrocarril Guadalajara-Tepic que pasan por el sector sur del edificio volcánico, y actualmente la autopista Jala-Las Varas que pasa por la ladera sureste del volcán. Estas vías de comunicación en caso de verse afectadas por actividad volcánica, suspendería el flujo de mercancías, servicio y turistas hacia Puerto Vallarta, lo que ocasionará pérdidas económicas importantes a este destino turístico.

Al Este del área de estudio a 38 km se localiza en Campo Volcánico de Mascota (figura 28), que se desarrolló en una fosa extensional en el sector norte del Bloque Jalisco, este campo consta de 87 conos monogenéticos que han emitido derrames de lava y tefras de composición basáltica a andesítica, los cuales cubren un área aproximada de 2,000 km² (Lange and Carmichael, 1991). El volumen extrudido es de aproximadamente 7±3 km³ en los últimos 2.4 MA, la edad fechada más reciente es de 163±13 ka (Steven E, et al, 2008).



Figura 28. Vistas del Campo Volcánico de Mascota, localizado a 38 km al oriente de Puerto Vallarta (fotografías Suárez-Plascencia, C.).

La posibilidad de reactivamiento de este Campo Volcánico es muy bajo, dado que tiene una tasa de extrusión de aproximadamente 0.003±0.001 km³/cada mil años, y el tipo lavas emitidas de composición básica e intermedia, el riesgo de afectación a Puerto Vallarta se considera muy bajo, dada la distancia existente. Pero al igual que en el volcán Ceboruco, la aparición de un nuevo cono puede obturar la carretera Mascota-Puerto Vallarta, y suspender el tráfico de personas, bienes y servicio hacia la zona de estudios y generar pérdidas económicas.

5.2. Sismos.

Metodología: En este apartado se utilizó el Nivel 1.

Peligro sísmico:

El análisis del historial sísmico del municipio de Puerto Vallarta indica que éste ha sido afectado por varios sismos de intensidad moderada, así como dos de gran intensidad en el siglo XX, ocurridos en el año de 1932, el cual ha sido el más fuerte registrado en Jalisco, con $M_s=8.2$ y con epicentro en el sector norte del municipio de Zapopán, el sismo del 9 de octubre de 1995 de $M_s=7.2$ con epicentro en el Puerto de Manzanillo y una intensa micro sismicidad en la zona, esto es sismos menores a $M_s=3.5$, los cuales han sido registrados por la Red RESJAL a cargo del CICESE de Ensenada, el SISVOC y el Departamento de Geografía de la Universidad de Puerto Vallarta, en el periodo de 1995 al 2000 y posteriormente por la red sísmica del Gobierno del Estado de Jalisco, operada por la UEPCJ y la Universidad de Puerto Vallarta hasta el 2009 y cuyos epicentros se reportan en el mapa 15.

La tectónica regional activa genera un peligro sísmico recurrente en la zona de estudio, teniéndose dos zonas sismogénicas que pueda ocasionar sismos:

- Zona de subducción en la costa de Jalisco-Colima donde interaccionan la placa oceánica de Rivera con el Bloque Jalisco.
- Fallas continentales activas debido a los esfuerzos tectónicos que genera la subducción sobre el Bloque Jalisco. En el entorno de Puerto Vallarta se han identificado zonas activas de fallas normales en la Sierra de Vallejo y en las terrazas marinas del sector noreste.

Los sismos que han generado estas áreas sismogénicas han ocasionado daños graves al municipio ocurrieron en 1568, 1577, 1806 y 1875; en sismo del año 1932 con epicentro en Manzanillo ha sido el de mayor magnitud registrado en el país en el siglo pasado ($M_s=8.2$). El área de fractura asociada a este sismo se extendió de este punto hasta Punta Mita, Nayarit; El sismo del 19 de septiembre de 1985 con M_s 7.8, el 9 de octubre de 1995, se sucede un sismo con un M_s de 7.6 y con epicentro en la misma zona que el anterior, este afecto toda la zona costera de Colima, Jalisco y Nayarit; el sismo de enero del 2003 con un M_s de 7.2, localizado en las inmediaciones del Graben del Gordo enfrente de la localidad de Armería, Colima, este evento no causó daños en la zona de estudio, no así en otros poblados cercanos, pero fue sentido por la mayor parte de la población del estado. En el cuadro 18 reportada por Núñez Cornú y Suárez Plascencia, 2006, se presenta una serie de tiempo de 441 años con los sismos registrados en la región de Jalisco-Colima y que han afectado al Puerto Vallarta.

De acuerdo a la regionalización sísmica de México elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y que se muestra en la figura 29, el municipio de Puerto Vallarta se localiza en la zona "D", que es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. (Gutiérrez, 2000).

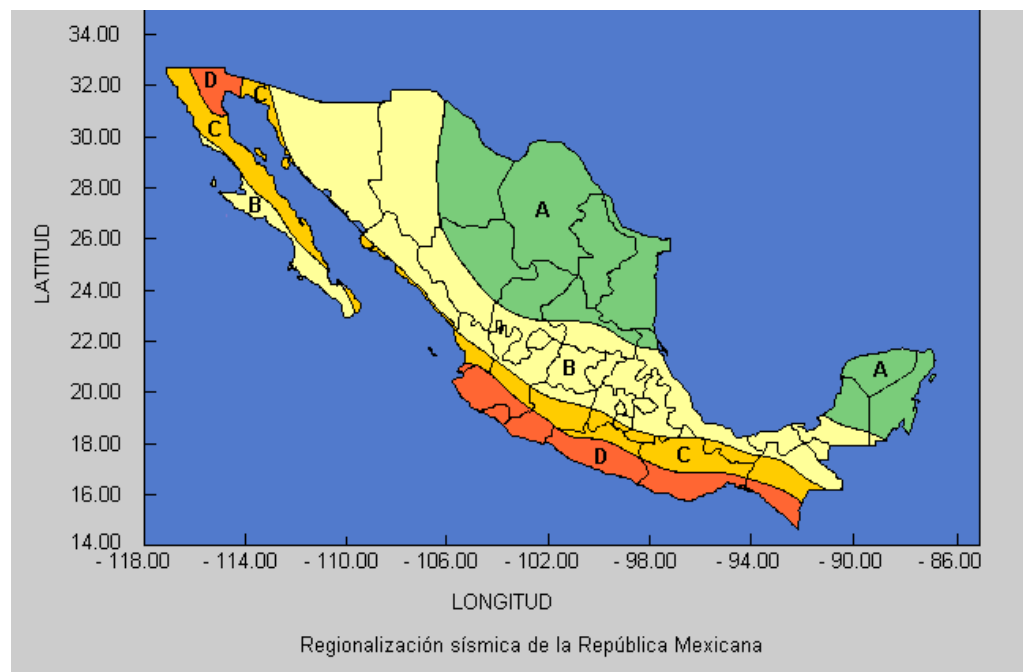


Figura 29. Mapa de las regiones sísmicas de la República Mexicana, propuesto en el Manual de Diseño de obras civiles (Diseño por Sismo) de la CFE, 2000.

Sismos Históricos que han afectado al municipio de Puerto Vallarta			
Num	Fecha	Descripción	Tipo
1	27/12/1568	(M=7.5? I=IV) Derrumbe de casas e iglesias en la rivera del Lago de Chapala a Puerto Vallarta, hubo intensa actividad sísmica en la zona comprendida entre Zapotlán y Ameca	Subducción
2	27/12/1577	(I=V) Muchos daños y muerte en Zapotlán el Grande. En Puerto Vallarta se desplomo la torre más alta del templo de San Francisco.	Subducción
3	25/03/1806	(M7.5, I=VI) Sismo al que le siguieron intensas replicas durante dos meses. Daños en Puerto Vallarta (grietas en catedral, palacio de gobierno y otras construcciones), hay informe erróneos de la caída de las torres de Catedral de Puerto Vallarta)	Subducción
4	31/05/1818	(M=7.7, I=VI) A pesar de su magnitud de 7.7 y su epicentro se localizó a uno 175 km hacia el SW de Puerto Vallarta, causa muchos daños y derrumbo las torres de Catedral y agrieto sus dos bóvedas.	Subducción
5	22/11/1837	(M=7.7, I=VI) "Temblor de "Santa Cecilia" Agrieto la fachada de catedral y otras edificaciones.	Subducción
6	11/02/1875	(M=7.5, I=VIII) Muy fuerte en San Cristóbal de la Barranca, en donde derribo la mayoría de las casas y causo alrededor de 50 muertos. En Puerto Vallarta no causo muertes, pero si fracturas en muchas casas y en los siguientes templos: Catedral, el Sagrario, La Merced, Santa Mónica, San Diego, Capilla de Jesús, Aránzazu, Mexicaltzingo, San Juan de Dios y San José de Analco, También hubo daños en el Palacio Municipal, El Liceo de Niñas El Instituto de Ciencias (actual preparatoria 1 de la U de G), es el sismo que ha afectado a Puerto Vallarta con mayor intensidad (VIII) y el epicentro se ubicó a 55 km al NW, siguieron replicas hasta septiembre del mismo año.	Falla Continental
7	09/03/1875	(M=7.4, I=VI) Sismo ocurrido en la costa de Jalisco. En Puerto Vallarta los daños fueron graves debido a los daños ocurridos en el sismo del 11/02/1875 y sus réplicas, los templos más dañados fueron La Merced, San Diego, Aránzazu, Mexicaltzingo, Analco y Loreto.	Subducción
8	28/04 a 05/11/1877	Secuencia de enjambres que afectan a Puerto Vallarta	Falla Continental
9	22/03/1878	M=6.5 (I=VI) Enjambre que causo daños en San Cristóbal y se sintió fuerte en Puerto Vallarta, hubo replicas hasta el 25 de abril. Repitiéndose un nuevo enjambre del 9 al 30 de diciembre.	Falla Continental
10	19/01/1900	(M=7.6, I=VII) Destructor el Colima, Hubo además daños en muchas poblaciones de Jalisco. En Puerto Vallarta sufrieron daños la cúpula del Sagrario, los templos de Santa María de Gracia, San Felipe, Santa Mónica, San diego, Capilla de Jesús, San Sebastián de Analco y Mezquitán.	Subducción
11	8/05/1912	Enjambre sísmico que afecto a las localidades de Puerto Vallarta y Zapopan, esta secuencia de eventos perduró por seis meses, dañando edificaciones en Puerto Vallarta y haciendo que parte de su población huyera de la ciudad. Se generaron 3 grupos de temblores desde mayo hasta agosto.	Falla continental
12	03/06/1932	(Ms=8.2, I=VII) El sismo de mayor magnitud en México en el siglo XX. Su epicentro se ubicó en la costa de Jalisco, causo fuertes daños en Puerto Vallarta. Hubo replicas fuertes (Magnitudes de 4 a 8) hasta el mes de diciembre del mismo año.	Subducción
13	09/10/1995	(Ms=7.6, I=VI) Fuerte terremoto frente las costas de Cihuatlán, se sintió en Puerto Vallarta (I=V) y provoco daños menores.	Subducción
14	22/01/2003	(Mw=7.4) Terremoto frente la costa de Armería, leves daños en Puerto Vallarta.	Subducción
15	06/10/2004	(Ms=4.3) Sismo con epicentro de la localidad de Nuevo México, Zapopan, con dos réplicas de 3.5 y 3.6.	Falla Continental
16	09/12/2009	(Ms= 3.9) Sismo al SW de Cihuatlán, cauda daños en edificios en la zona de Chapultepec en Puerto Vallarta.	Subducción

Cuadro 33: Reporte de la sismicidad ocurrida en el Estado de Jalisco en el periodo 1568-2009

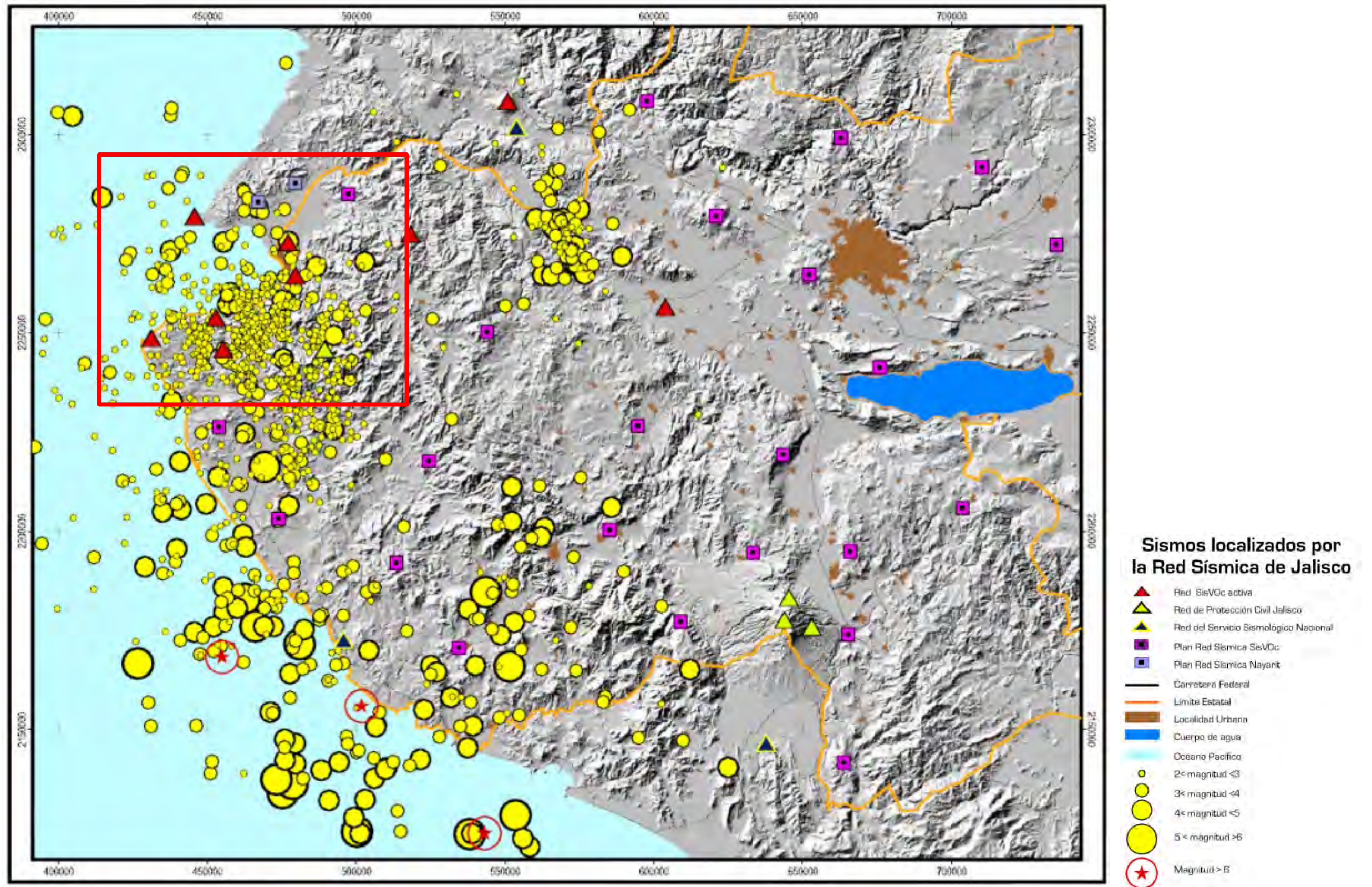


Figura 30. Sismos registrados por la red SisVoc del año 2002-2004 en el Bloque Jalisco, el recuadro rojo muestra la zona de Puerto Vallarta.

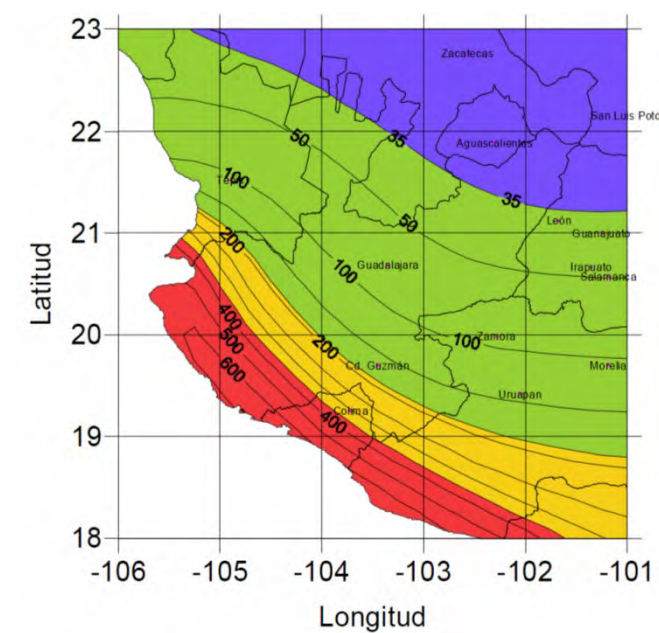
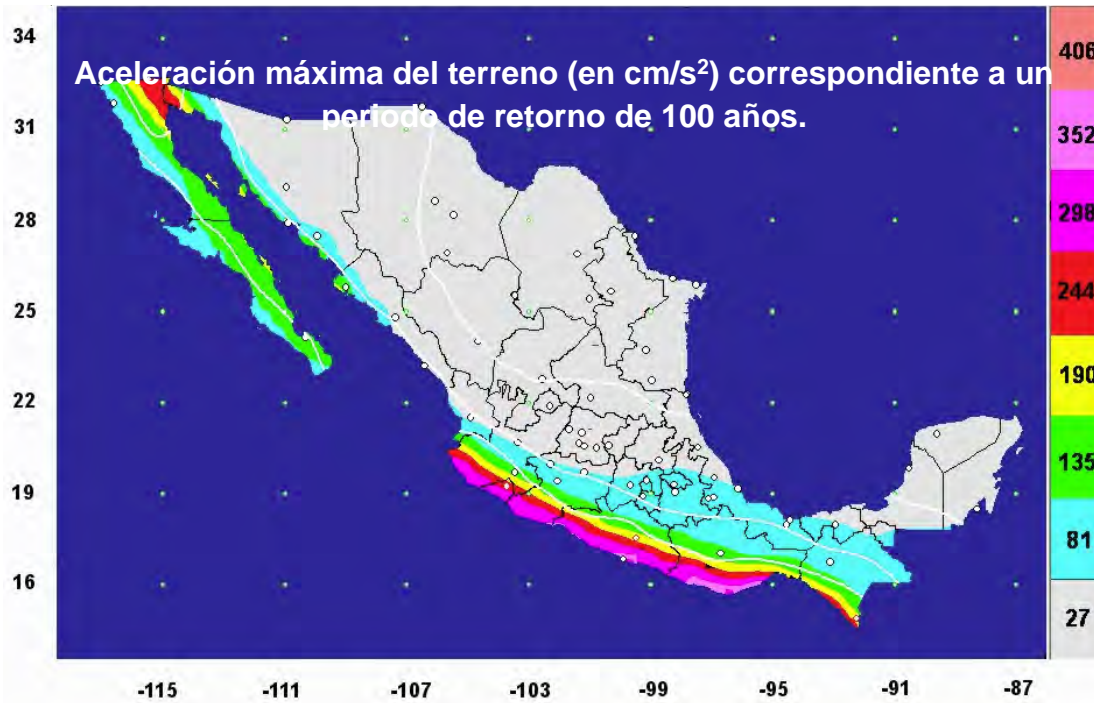
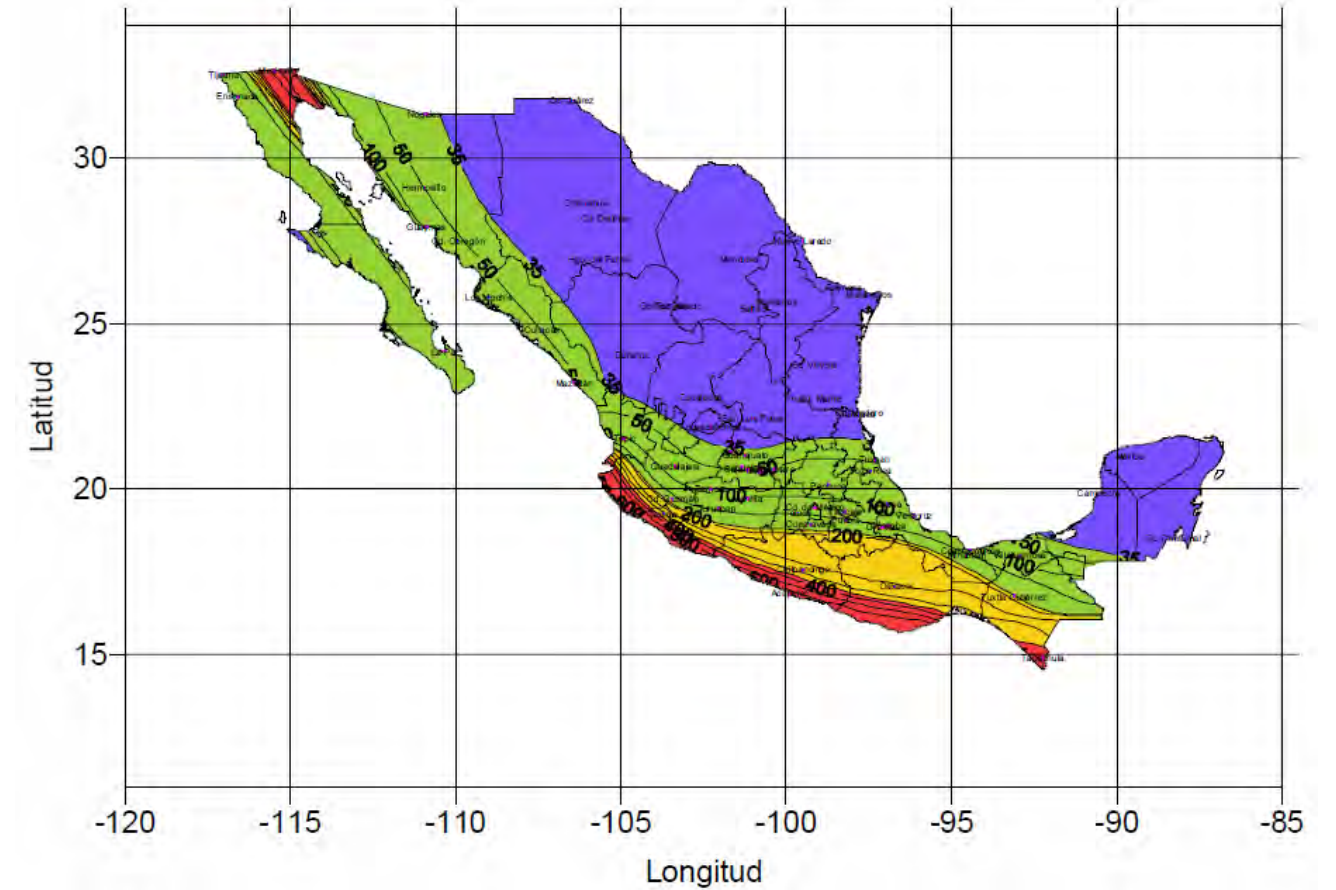
El municipio de Puerto Vallarta de acuerdo a los mapas de aceleración Máxima del Terreno y Periodo de Retorno⁷ de 10, 100 (CENAPRED, 2006 b), y 500 años por Ordaz, 2004. Para el Tr de 50 años la aceleración pico del suelo (cm/s²) es de 80 a 103 cm/s². Para el Tr de 100 años la aceleración pico del suelo (cm/s²) es de 190 a 244 cm/s². Y para el Tr de 500 años la aceleración pico del suelo (cm/s²) es de 350 a 500 cm/s².

Figura 31.

Aceleración máxima del terreno (en cm/s²) correspondiente a un periodo de retorno de 50 años.



Aceleración máxima del terreno (en cm/s²) correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.



⁷ (tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada).

Del sismo del 22 de enero del 2003 de Ms=7.6 con epicentro en Armería, Colima, el USGS cálculo el mapa de peligro sísmico para la zona occidente del México, que se presenta en la siguiente figura.

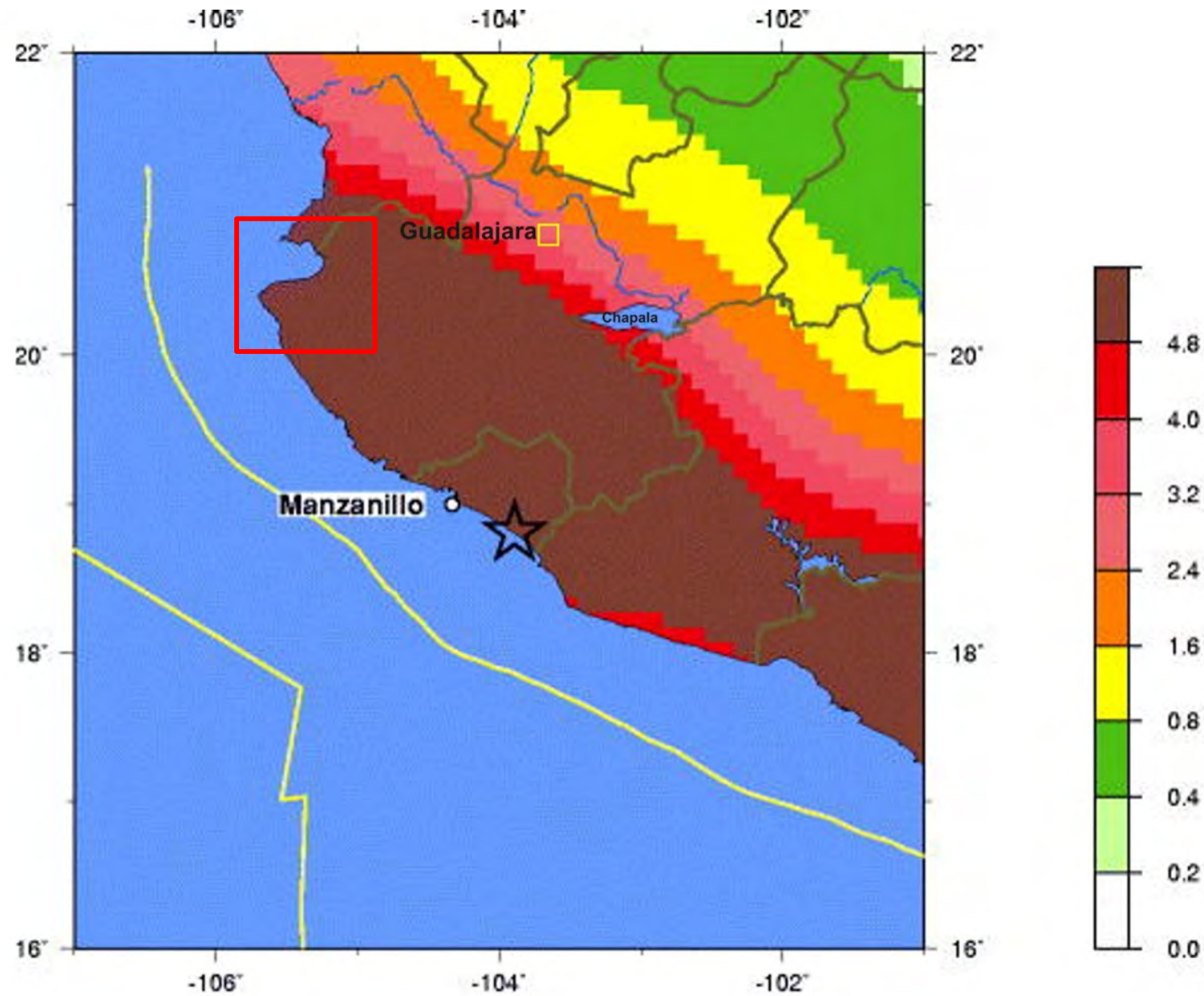


Figura 32. Mapa de peligro sísmico en la región occidente del país con base en el sismo de 22 de enero de 2003 con un Ms=7.6 en la zona de Armería, estado de Colima (estrella negra).

La aceleración pico del suelo (m/s^2) con 10% de probabilidad de excedencia en 50 años en el municipio de Puerto Vallarta (cuadro rojo) es de $4.8 m/s^2$ o $480 cm/s^2$.

Fuente: USGS National Earthquake Information Center (2003)

Región de Bahía de Banderas.

Esta región comprende todo el interior y costas de Bahía de Banderas y hasta la Trinchera en dirección Oeste. Esta zona es importante subrayar la ocurrencia de continuos enjambres sísmicos registrados en la estación el Tuito, donde en un día se registraron hasta 30 temblores. Solo algunos temblores se localizaron debido a su baja magnitud y disponer en ese momento de solo una estación en la zona de la Bahía, sin embargo en algunos periodos funcionó hasta cuatro estaciones adicionales en la región.

Los sismos registrados con tres o más estaciones se dividieron en dos subgrupos superficiales y profundos. De los primeros se localizaron 10 eventos superficiales (0-3.7 km de profundidad) con magnitudes entre 1.2 y 3.9. Diecinueve temblores fueron localizados entre una profundidad de 7.5 y 36 km (figura 24). El valor de las magnitudes de estos eventos se encuentra entre 1.5 y 4.9. Solamente aquellos eventos con una magnitud mayor de 3.0 pudieron ser registrados por la red telemétrica de Colima (RESCO). Se definieron tres zonas sismogénicas diferentes. (Figura 33).

Sismicidad de Bahía de Banderas

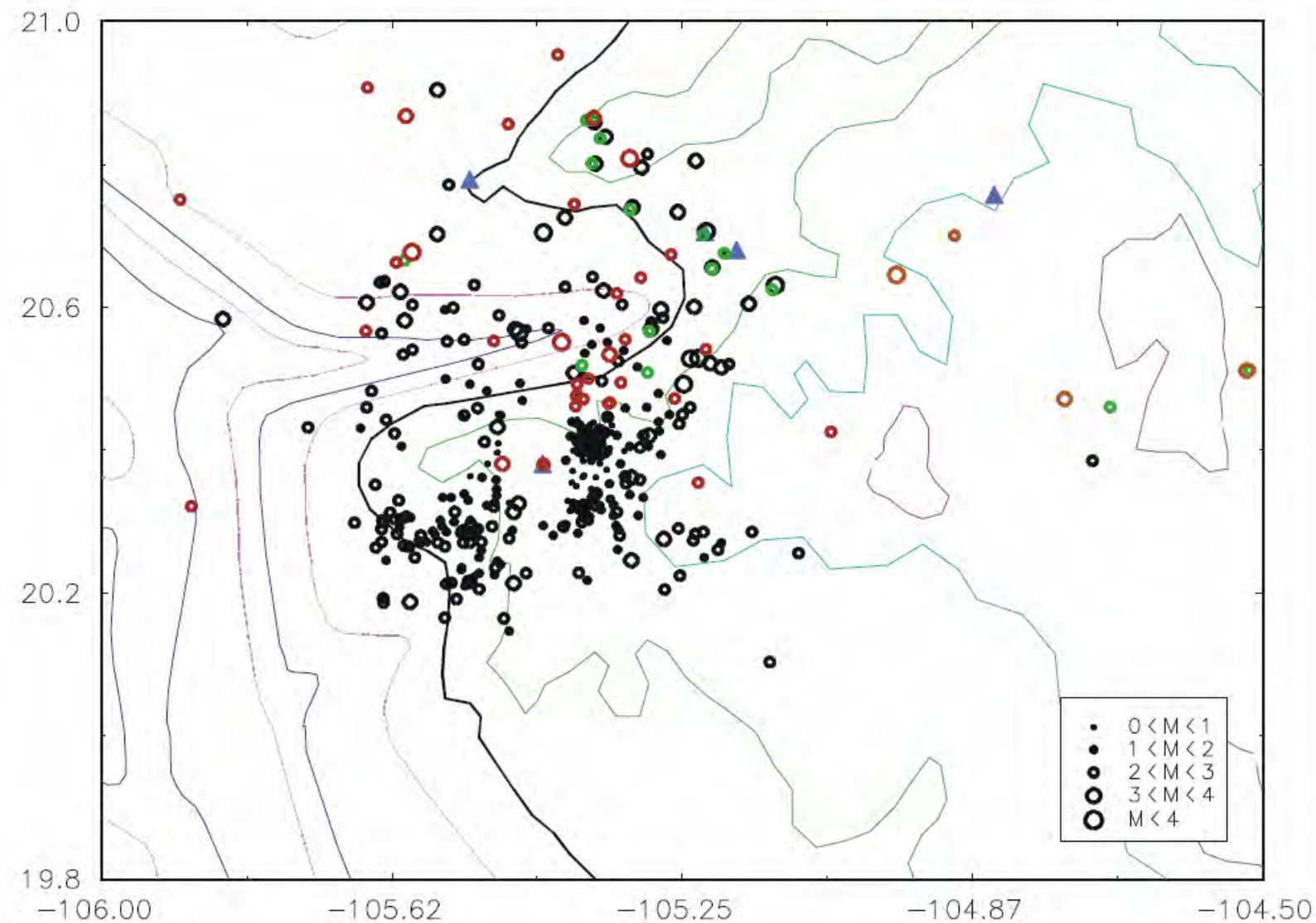


Figura 33. Carta epicentral de la sismicidad en el área de Bahía de Banderas

La zona norte de Bahía de Banderas (zona I). Lo más característico de los eventos localizados en esta zona es que en las señales que cruzan la Bahía se observa una gran dispersión de las ondas sísmicas, resultado de una región no homogénea y/o muy fracturada. Este hecho aporta más datos para la hipótesis que sugiere la existencia de una estructura tectónica importante atraviesa la Bahía en dirección E-W (Dañobeitia et al., 1997).

Centro de la Bahía (Zona II). Es la zona en donde se producen los eventos más profundos, que podría correlacionarse con la estructura tectónica comentada en el párrafo anterior, que marca el límite norte del Bloque Jalisco, “Borde de Banderas”, que hoy en día esta sin delimita y que podría prolongarse hacia el Este uniendo la zona sísmica del Centro de la Bahía con la zona de Amatlán de Cañas-Ameca. Es en esta zona en donde se ubica el cañón submarino que atraviesa la Bahía de Este a Oeste, que se ha propuesto como la prolongación marítima del graben del río Ameca (Fisher, 1961, Johnson & Harrison, 1990), Reafirmando esta hipótesis Álvarez (2001) quien realizo una campaña de ecosondeos en la parte del cañón submarino, encontrando una alta reflectancia, posiblemente debido a la composición granítica, con gran cantidad de picos y cañones que llegan hasta los 1400 m de profundidad. La falta de sedimentos en las profundidades es significativa de una zona dinámicamente activa.

Núñez-Cornu et al., 2006 identifico 3 regiones sismogénicas en la región de Bahía de Banderas (I, II, y III): La costa donde se puede producir terremotos de magnitud superior a $M_w=7.5$ en la zona de contacto entre la placa de Rivera y Norteamérica y terremotos intraplaca en la placa de Rivera.

Las regiones de Bahía de Banderas (BB) y Amatlán de Cañas-Ameca (AA) se presenta una actividad sísmica cortical capaz de producir un sismo de magnitud moderada ($M_w= 5.0-7.0$).

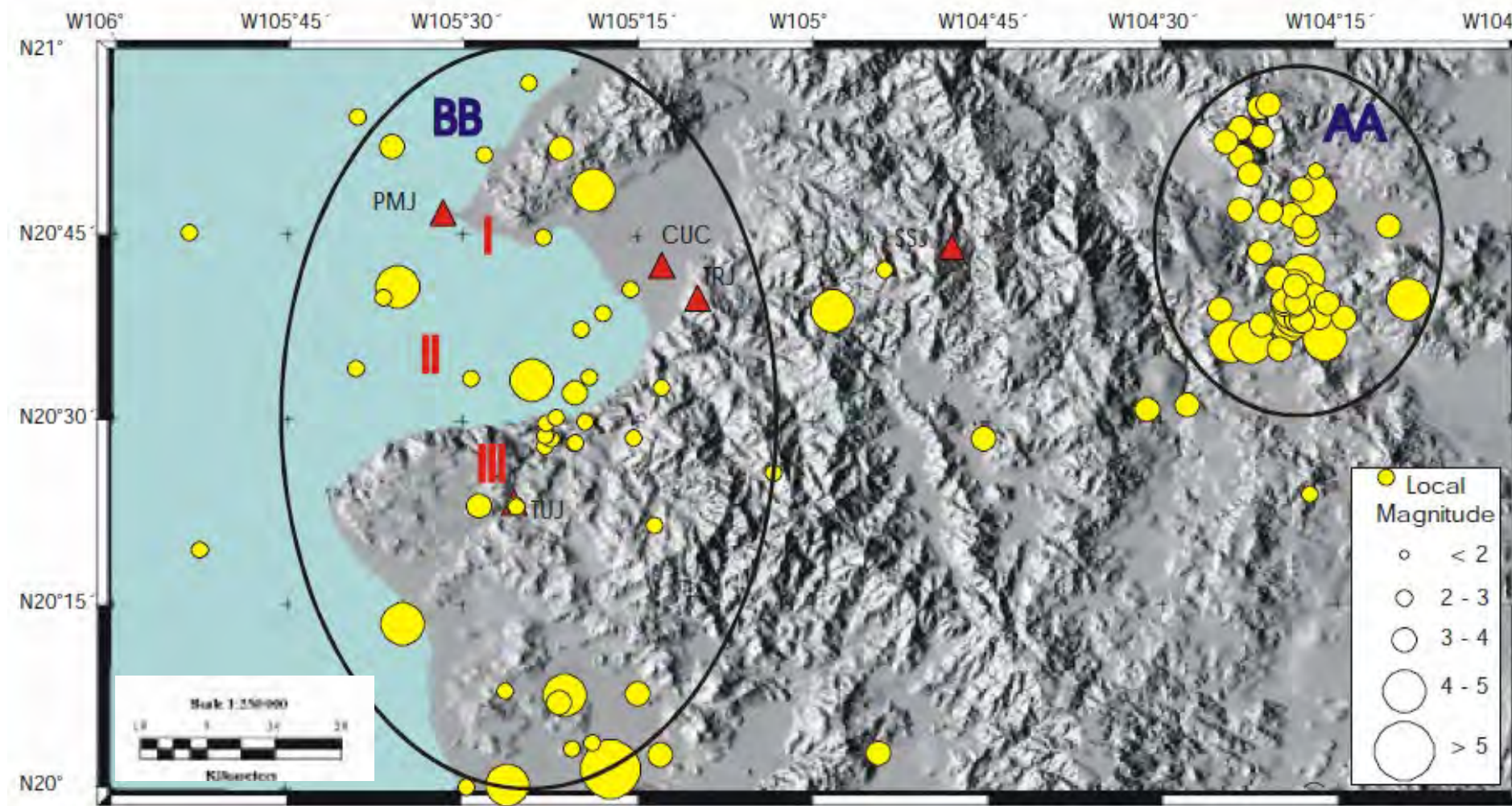
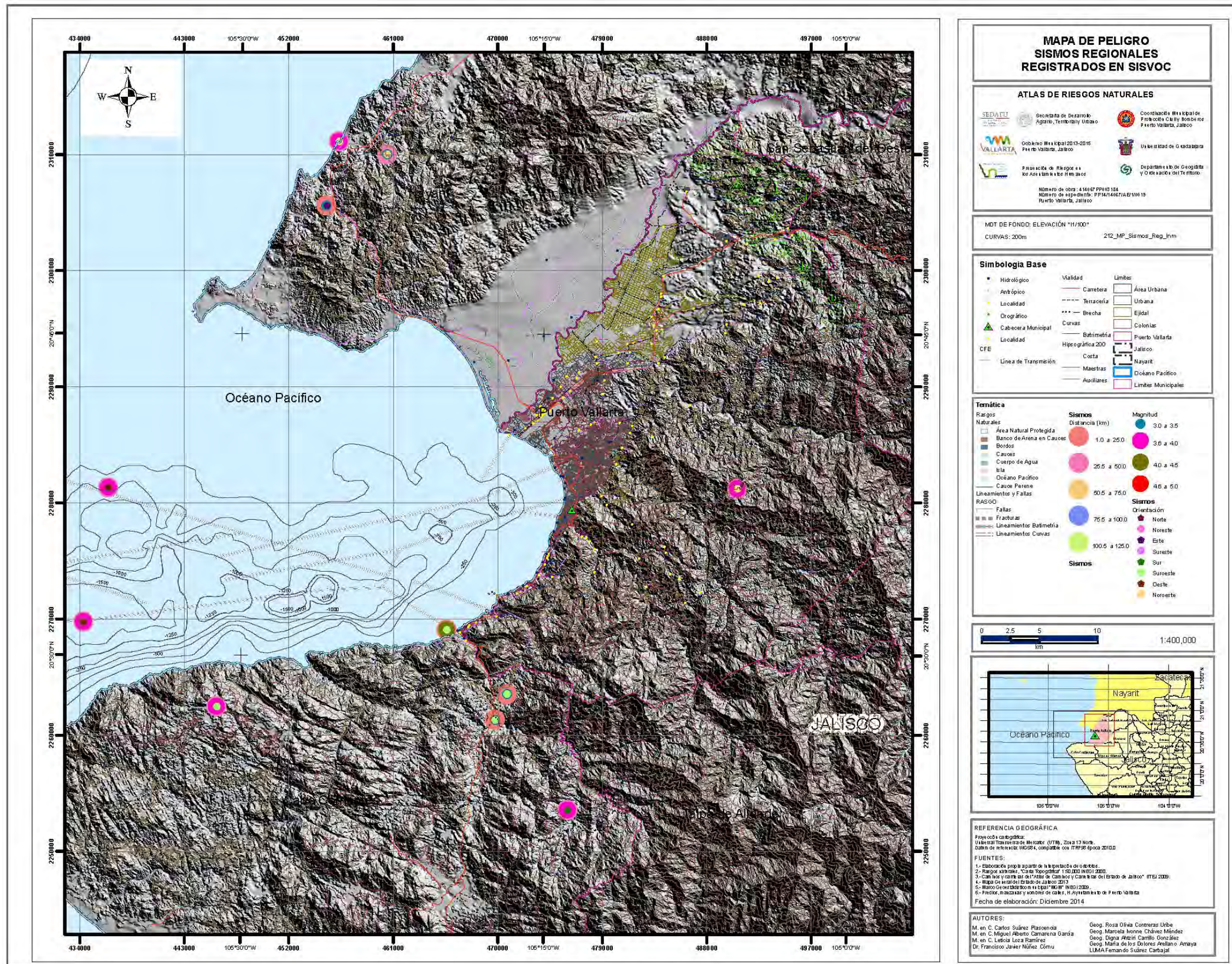


Figura 34. Regiones sismogénicas en Puerto Vallarta.
Fuente: Núñez Cornú, et al., 2006

Estos resultados de la zona refieren a una gran dispersión en las ondas sísmicas al cruzar la Bahía de norte a sur debido a una estructura tectónica que se relaciona con el “Borde de Banderas”, límite norte del Bloque Jalisco.

La zona norte de la Bahía y en especial la zona de la Cruz de Huanacastle se encuentran localizadas en un borde tectónico activo, posiblemente cerca de un punto triple, es por ello que la sismicidad es muy alta aunque la sismicidad media es de baja magnitud si se compara con otras regiones del sur del país. Los resultados mostrados indican que el sistema de fallas y fracturas en la Sierra de Vallejo al norte de la zona de estudio está activa sísmicamente, esto ha sido corroborado por los estudios de geología de la región.



Mapa 54. Epicentros de sismos asociados a morfoalineamientos en la región de Puerto Vallarta.

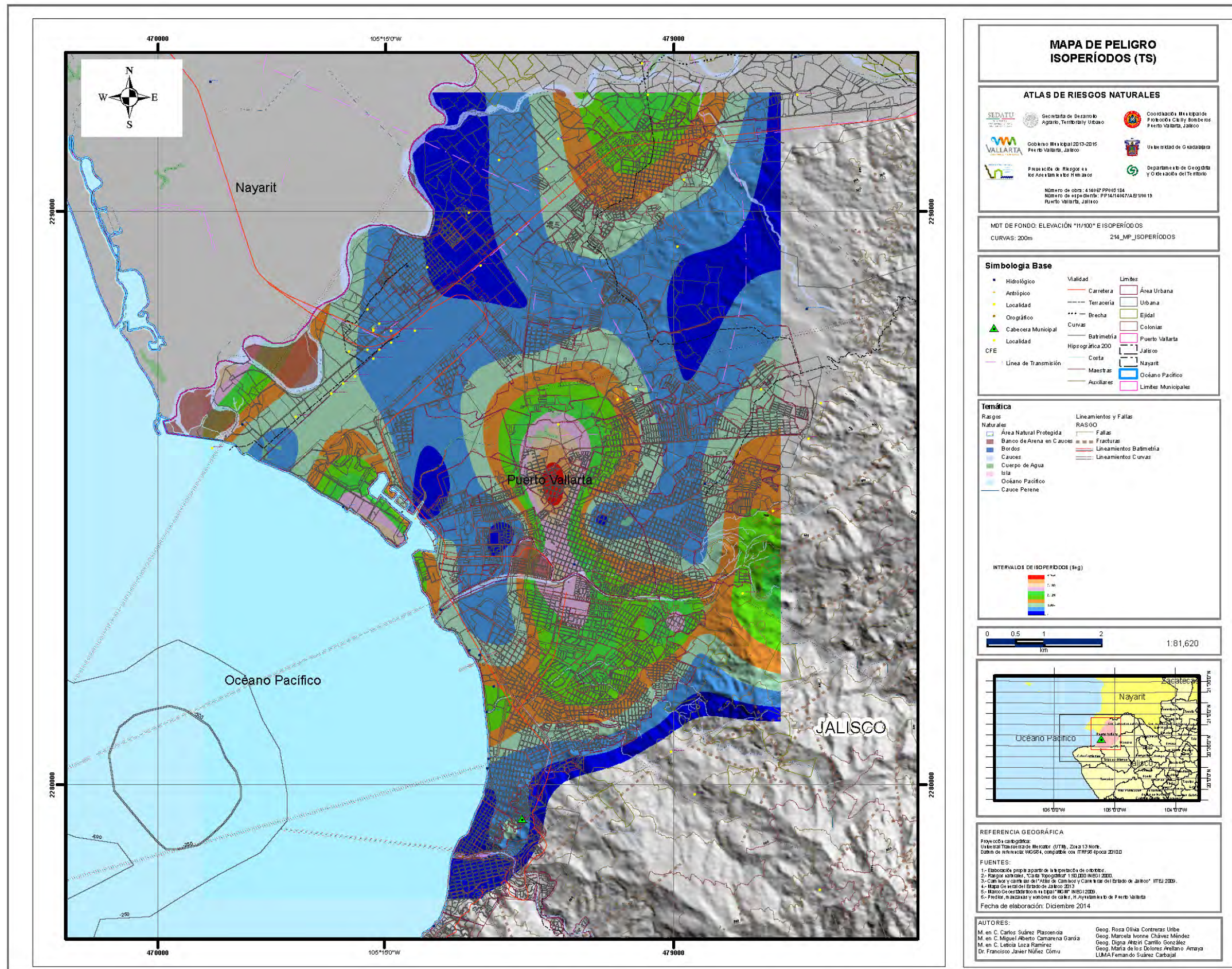
Según las leyes de atenuación, la intensidad del movimiento sísmico disminuye con la distancia del epicentro. Sin embargo, se conoce desde hace tiempo que la intensidad y, consecuentemente, la cuantía de los daños producidos por los terremotos, no solo es función de la magnitud del sismo y de la distancia epicentral, la sacudida y los efectos del terremoto varía significativamente de un sitio a otro y dependen de las condiciones geológicas del subsuelo, la topografía del terreno y el mecanismo del terremoto y su direccionalidad.

El municipio de Puerto Vallarta está inmerso en una zona con gran actividad sísmica que ha sido afectada por lo menos 16 sismos desde 1568, los diez más importantes con $M_s > 7.4$: 11/feb./1875 $M_s = 7.5$ (Singh et al, 1981) 20/ene/1900 $M_s = 7.9$, 16/may/1900 $M_s = 7.4$ (op. cit.), 3 y 18/jun/1932 $M_s = 8.2$ y 7.8 , respectivamente (op. cit.) 10/ene/1973 $M_s > 7.5$ (Eissler y McNally, 1984), 19 y 20/sep/1985 con $M_s = 8.1$ y 7.8 , respectivamente; 9/10/95 con $M_s = 5.1$ con magnitudes máximas han sido entre $M = 7.5$ en 1875 con epicentro en San Cristóbal de la Barranca y el de $M_s = 8.2$ en 1932 en las costas de Colima y Jalisco, esta actividad ubica al municipio dentro de la zona "C" de la regionalización sísmica propuesta por la Comisión Federal de Electricidad. Los tiempos de recurrencia estimados por Singh et al (1985) para terremotos como los de 1932 en la costa de Jalisco es de 77 años, y de acuerdo con Núñez-Cornú (2011) que considera que el temblor de 1995 rompió apenas con la mitad sur del área que se afectó en el sismo de 1932, la posibilidad de que ocurra un evento similar al de 1995 en un período de tiempo relativamente corto es muy alto.

La zonificación sísmica se basó en la propuesta de un Mapa de Isoperiodo, cuya construcción fue realizada por Gómez Hernández, 2011, quien adquirió datos vibración ambiental, sondeos geotécnicos, geofísicos. Los resultados son la identificación de las curvas correspondientes a los isoperiodos (T_s) construidas a partir del periodo natural de vibración, clasificándolas de 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70 y 0.80 segundos, con los que se establecieron dos T_s como límites para zonas los siguientes valores.

ZONA	CARACTERÍSTICAS	INTERVALOS DE T_s
A	Firme	< 0.40 seg
B	Intermedio	0.80-0.40 seg
C	Blando o inconsolidado	>0.80 seg

Cuadro: 34



Mapa 55. Mapa de Isoperiodos (TS), donde las zonas con suelos inconsolidados se ubican en la zona norte de El Pitillal, que se localiza en la llanura de inundación y mesetas, en tanto las zonas con suelos más firmes se localizan en las áreas de montaña.

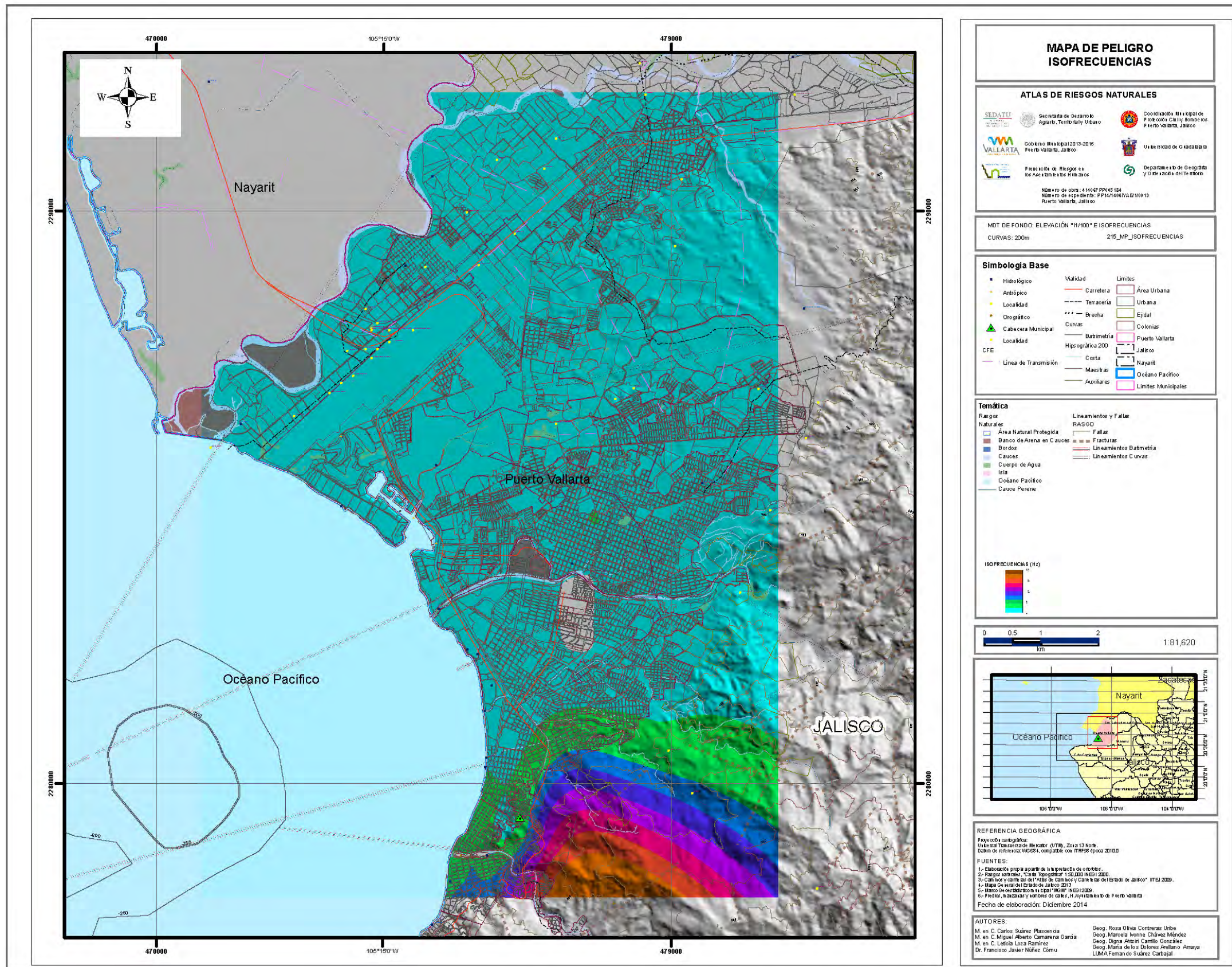


Figura 56. Mapa de Isofrecuencias muestra que la mayor parte de la zona urbana de Puerto Vallarta presenta de 0 a 2 Hz característicos de rellenos de sedimentos, en la zona del Río Cuale se presentan frecuencias de 4.0 a 10 Hz debido a que la capa de sedimentos es muy delgada y descansa a poca profundidad sobre rocas graníticas (Gómez Hernández, A. 2011)

Como se estableció en el apartado de geología, en el municipio se identifican en general cuatro litologías: al sur granitos, al centro-oriente secuencia volcano-sedimentaria, al centro y norte depósitos sedimentarios fluviales y depósitos de aluvión. Para el periodo de retorno de 50 años la aceleración pico del suelo (cm/s²) es de 80 a 103 cm/s² y el mapa de isofrecuencias e isoperiodos construidos con base en efecto de sitio establecido por Gómez Hernández, A. (2011), quien reporta las frecuencias dominantes y los periodos dominantes son:

Zona	Área de la ciudad	Frecuencias	Isoperiodos (segundos)
I	Zona de Marina Vallarta	0.2 a 0.4 HZ	0.8 a 2.7
II	Zona Costera, del recinto portuario del API hasta el centro de la ciudad	0.6 a 1.0 HZ	0.8 a 2.1
III	Zona de la UNIVA y el fraccionamiento Villas Universidad	0.4 a 0.6 HZ	0.5 a 1.4
IV	Zona del Pitillal e Ixtapa parte alta	1.0 a 2.0 Hz	0.6 a 4.2
V	Zona de la cuenca del rio Cuale	4.0 a 9.8 Hz	0.1 a 1.0

Cuadro 34

Con base en estos datos podemos dividir la ciudad de Puerto Vallarta y su zona conurbada en dos zonas donde el periodo dominante del suelo presenta valores de periodos desde 0.5 segundos y hasta 4.2 segundos (frecuencias de 2 y 0.2 Hz), y la segunda la que va de valores de periodos de 0.1 a 1.0 segundos (frecuencias de 4.0 y 9.8 Hz), entre ambos áreas se puede ubicar una zona de transición. Las dos áreas son:

Zonas	Área de la ciudad	Elementos vulnerables	Nivel de riesgo
1	La primera corresponde a materiales geológicos menos consolidados y de mayor espesor de estratos finos o sedimentos fluviales y de aluvión por lo tanto mayor posibilidad de amplificaciones relativas importantes . Está área corresponde del centro de la ciudad hacia el norte, cubriendo la zona del Pitillal, la zona del aeropuerto, el piedemonte hasta su contacto con la zona de la montaña donde se ubica la colonia Volcanes, el campo de Golf, Villas Universidad el CUC y hacia la costa toda la franja costera, donde se ubican las desembocaduras de los ríos Pitillal, del estero el Salado y del rio Ameca.	Zona Hotelera, aeropuerto, zona portuaria y sus zonas de abastecimiento de combustibles, IMSS, instalaciones municipales, CUC de la UDG, UNIVA, edificio de la unidad municipal de Protección Civil, áreas comerciales en la franja costera, gasolineras, la planta de gas L.P., distribuidoras de diésel y áreas habitacionales.	En general de Medio a Alto, Muy alto en las construcciones en la zona costera y en las desembocaduras y márgenes del rio Pitillal, Ameca y del estero El Salado. En la desembocadura del rio Pitillal de presente en el 2014 un asentamiento y deslizamiento de la playa del Hotel Hollyday Inn.
2	La segunda corresponde a suelos con menor espesor de sedimentos que descansa sobre rocas, por lo tanto menor posibilidad de amplificaciones relativas importantes y corresponde del centro de la ciudad hacia el sur donde se ubica la zona del rio Cuale, el Vallarta Viejo, Conchas Chinas y las áreas adyacentes a la carretera 200 hasta Mismaloya.	Zona hotelera antigua, mercado, áreas habitacionales que datan de 1930, catedral, la isla del río Cuale, Conchas Chinas y el área de Mismaloya.	En general Medio. Muy Alto en el fraccionamiento Conchas Chinas por estar construido en una antigua zona de deslizamiento. Muy alto en la zona de Mismaloya donde existen rocas en precario equilibrio en la zona alta de los intrusivos graníticos, lo que un movimiento telúrico puede ocasionar su caída y rodado afectando las partes bajas, tal y como ha ocurrido en las décadas pasadas. Muy alto en el área de la desembocadura del rio Mismaloya a la zona de los Arcos donde se han presentado deslizamientos de la zona de playa y en la plataforma y talud continental.

Cuadro 35

PERIODO DE RETORNO Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE TERREMOTOS EN UN INTERVALO DE TIEMPO DETERMINADO

Dado un periodo de retorno (TR) para un evento (concretamente, un terremoto), la probabilidad de ocurrencia en 1 año (P (1)) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P (1) = 1 / TR$$

La probabilidad de que ese mismo terremoto **no** ocurra en ese año (P'(1)), será:

$$P'(1) = 1 - P (1) = 1 - 1/TR$$

Para calcular la probabilidad de que ocurra dentro de un intervalo de tiempo determinado (IT), se hace a partir de la probabilidad de que no ocurra en ese intervalo temporal, de la siguiente manera:

$$P'(IT) = (P'(1)) ^ IT = (1 - 1/TR) ^ IT,$$

y por tanto, la probabilidad de que **sí** ocurra en IT, será

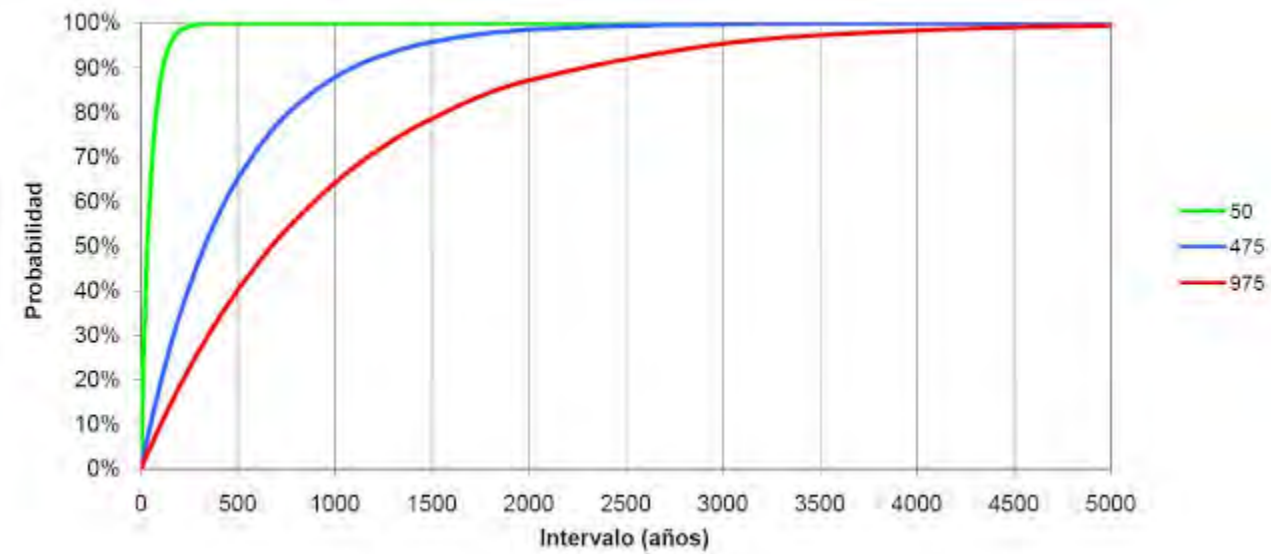
$$P(IT) = 1- P'(IT) = 1 - (1 - 1/TR) ^ IT.$$

Se ha particularizado para terremotos con los periodos de retorno y se ha calculado la probabilidad de ocurrencia en intervalos de tiempo de 1, 10, 50, 100, 475 y 975 años.

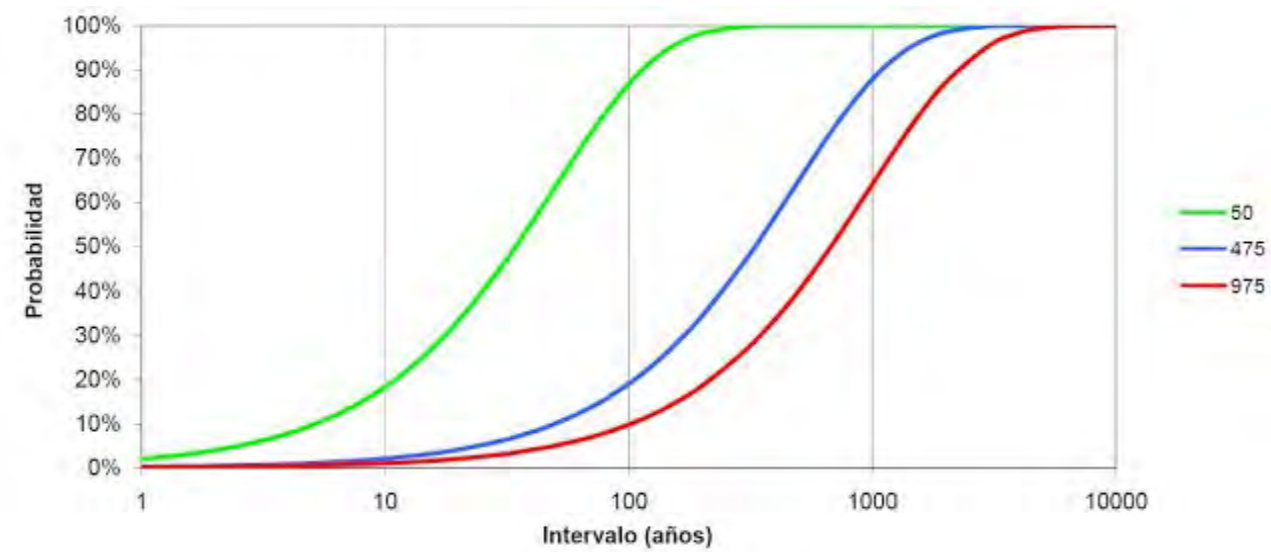
Intervalo en el que se estudia la probabilidad de ocurrencia	PERIODO DE RETORNO (TR),	
	475 años	TR = 975 años
1 año	0.21 %	0.1 %
10 años	2.09 %	1.02 %
50 años	10 %	5 %
100 años	19 %	9.75 %
475 años	63.25 %	38.58 %
975 años	87.19 %	63.23 %

Cuadro 36. Probabilidades de ocurrencia de terremotos con distinto periodo de retorno, en varios intervalos de tiempo.

En las siguientes gráficas se aprecia como un evento o terremoto nunca tiene la probabilidad del 100% de que ocurra, por muy grande que sea el intervalo de tiempo en el que se quiera calcular (incluso con IT > TR). Para alcanzar el 100%, el intervalo de tiempo debería ser infinito. Se ha hecho en escala temporal decimal y logarítmica.



Grafica 53. Probabilidades de ocurrencia de terremotos con distinto periodo de retorno, en varios intervalos de tiempo. Escala decimal.



Grafica 54. Probabilidades de ocurrencia de terremotos con distinto periodo de retorno, en varios intervalos de tiempo. Escala temporal logarítmica.

5.3. Tsunamis

Metodología: En este apartado se utilizó el Nivel 1.

Los tsunamis es uno de los peligros de origen geológico a los que está expuesta Bahía de Banderas, dado su ubicación geográfica y características tectónicas. Para estimar el peligro y el posible alcance de las olas de un tsunami se utilizaron los datos reportados por Núñez-Cornú y Suárez-Plascencia (2006) y Trejo-Gómez, et al, (2009 y 2011).

Para que se genere un tsunami es necesario que se den los siguientes factores:

- Que el epicentro del sismo tenga una magnitud >6.5 , o una gran parte de su área de ruptura este bajo el lecho marino y a una profundidad menor a 20 km (sismo superficial).
- Que ocurra en una zona de hundimiento del borde de placas tectónicas, es decir que la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre como componente lateral, y
- Que el sismo libere suficiente energía en un cierto lapso de tiempo, y que esta sea suficientemente transmitida.

De acuerdo con el CENAPRED (2001) la costa del Pacífico de México puede ser afectado por tsunamis de tipo regional que son originados a miles de kilómetros de distancia y por origen local, provocados por sismos o deslizamiento submarinos. La costa del municipio de Puerto Vallarta puede ser afectada por las dos procedencias de este fenómeno perturbador, tal y como se observa en la figura 35.

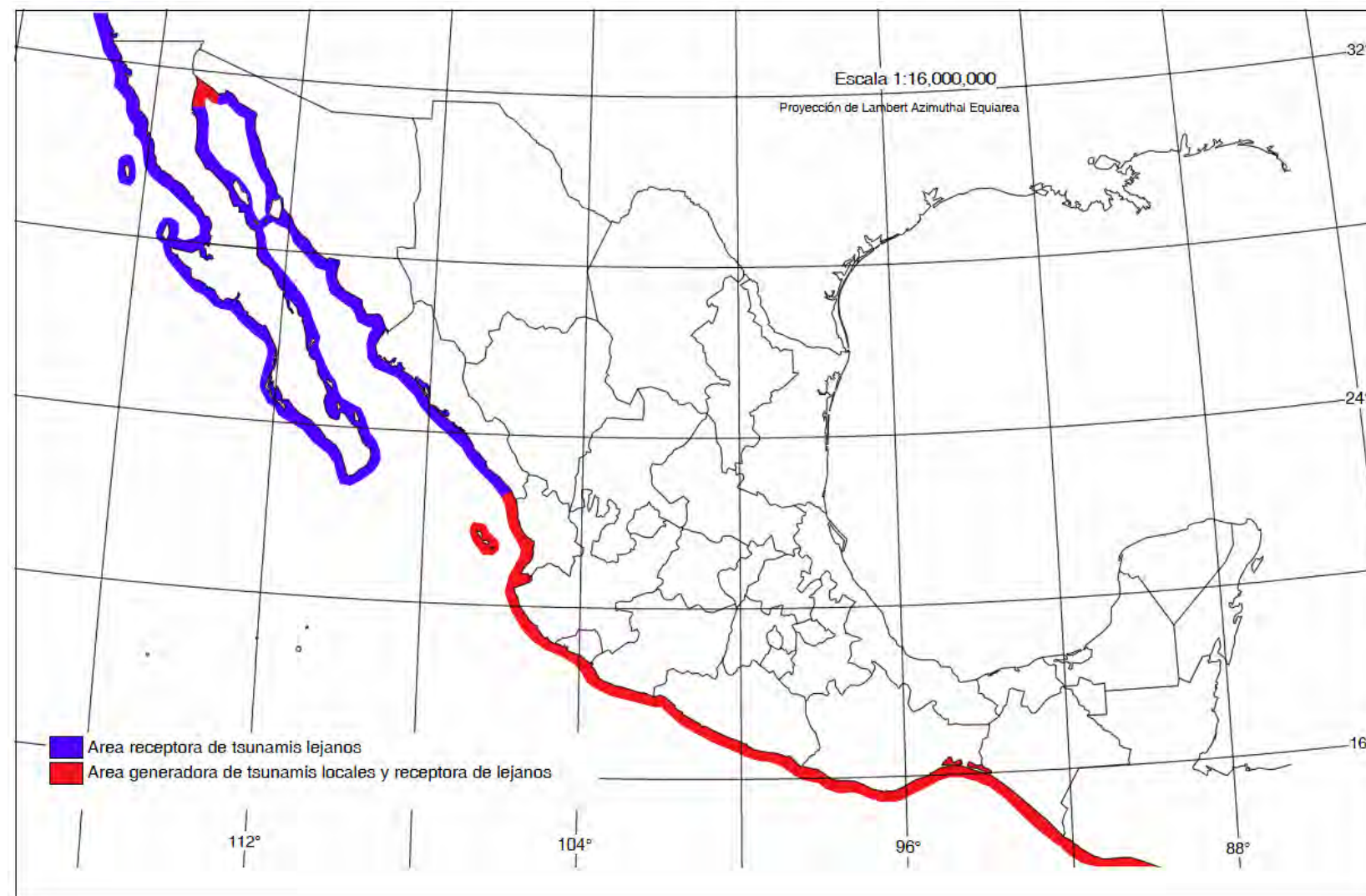


Figura 35. Costa del Pacífico mexicano es susceptible a ser afectada por tsunamis generados a nivel local (sismos o deslizamientos submarinos) y regionales. En la costa occidental del país la altura puede ser hasta de 10 m. (CENAPRED, 2001)

La costa norte del estado de Jalisco y en específico de Puerto Vallarta ha sido afectada históricamente por los siguientes tsunamis.

Cuadro 37. TSUNAMIS DE ORIGEN LOCAL A PARTIR DEL AÑO DE 1883

Fecha	Coordenadas del epicentro del sismo generador del tsunami	Región del sismo	Magnitud del sismo	Lugar de registro del tsunami	Coordenadas	Altura máxima de la ola (m)	Distancia de inundación (m)
12 de marzo de 1883 ⁶				El Cuale	20.60600 N -105.23300 W	--	--
03 de junio de 1932 ⁸	19.5 N 104.3 W	Jalisco	8.2	Puerto Vallarta	20.62200 N -105.23200 W	--	--
03 de junio de 1932 ⁵	19.5 N 104.3 W	Jalisco	8.2	Puerto Vallarta	19.99799 N -105.49465 W	10	1800
14 de septiembre de 1995 ⁹		Cihuatlán, Jalisco	7.4	Puerto Vallarta	20.62200 N -105.23200 W	--	--

TSUNAMIS DE ORIGEN LEJANO A PARTIR DE 1950

29 de noviembre de 1975 ⁵	19.4 N 155.1 W	Hawaii	7.2	Puerto Vallarta	20.62200 N -105.23200 W	0.2	--
14 de enero de 1976 ⁵	29.0 N 178.0 W	Pacífico Sur	7.3	Puerto Vallarta	20.62200 N -105.23200 W	0.1	--
11 de Marzo del 2011 ¹⁰	38.322 N 142.369 E	Japón	8.9	Puerto Vallarta	20.62200 N -105.23200 W	0.1	--

⁸ Fuente: Diagnostico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. CENAPRED, 2001.

⁹ Fuente: Tsunami Runup NOAA

¹⁰ Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos Jalisco.

Trejo-Gómez, 2011 refiere que la estimación teórica de la extensión de inundación por tsunami local en la Bahía de Banderas, generado por un sismo que ocurre en el GAP Sísmico de la costa norte de Jalisco, utilizando el modelo numérico de generación y propagación del tsunami diseñado por Ortiz (2009). Los condiciones iniciales de la fuente del sismo fueron $M_w > 7.9$, una dislocación entre de 4 y 5 m, el área de ruptura de 60 km de ancho y 140 km de largo.

Con estas condiciones la altura y tiempo de arribo de la onda se estimaron con la ecuación para un modelo de aguas someras. Se identificó en los mareogramas sintéticos y para su delimitación se utilizaron los modelos vectoriales del INEGI a escala original 1:50,000. Los resultados promedio en el mareograma sintético muestra el arribo de la primera onda en 18 minutos, la altura es diferencial de acuerdo a la geomorfología del lugar, y en la zona norte de la Bahía es de 3.25 m a 4.9 m (fig. 36 y 37).

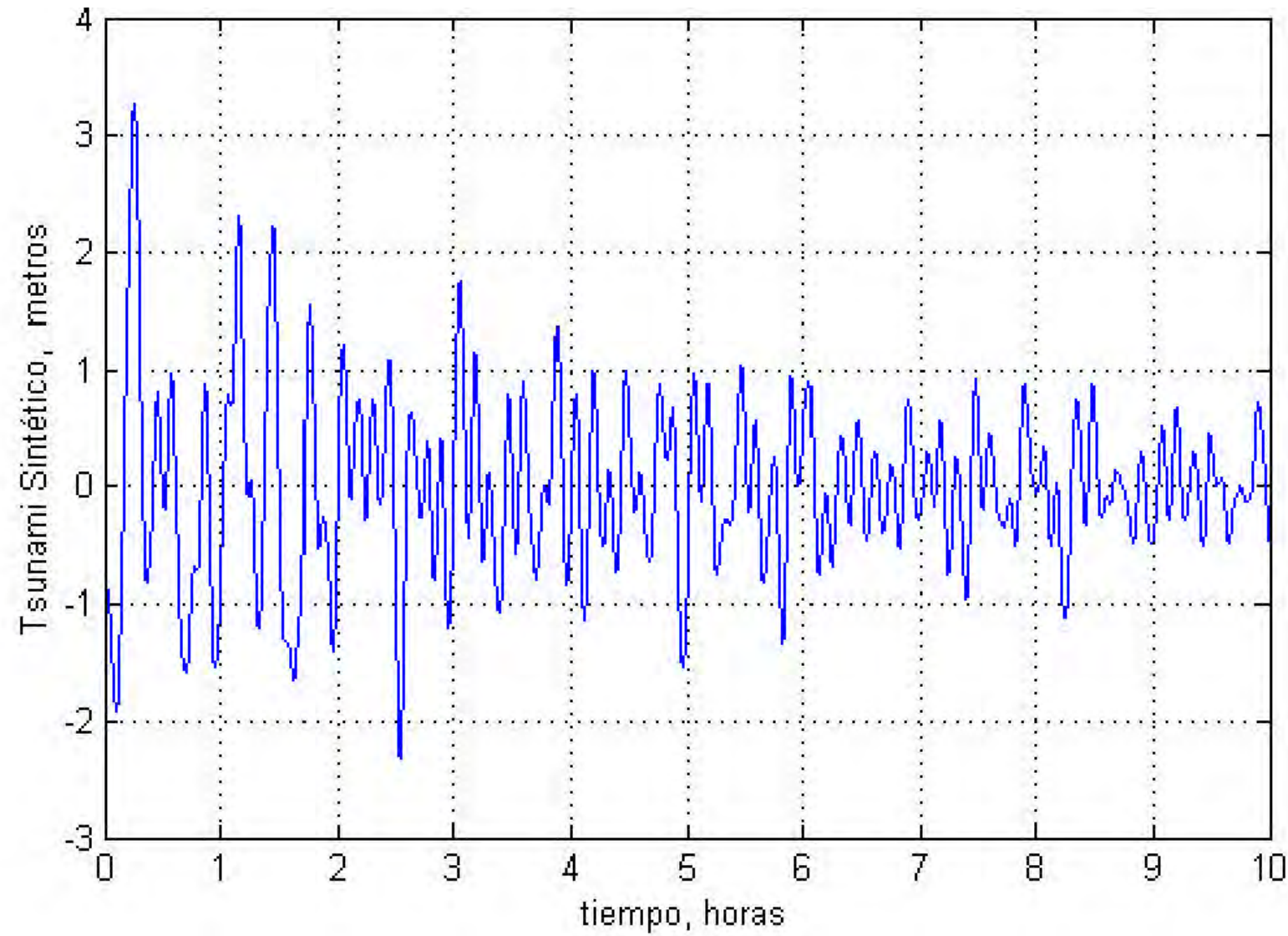


Figura 36. Tsunami teórico con un sismo de $M_w=7.9$ en la zona centro de la Bahía de Banderas.

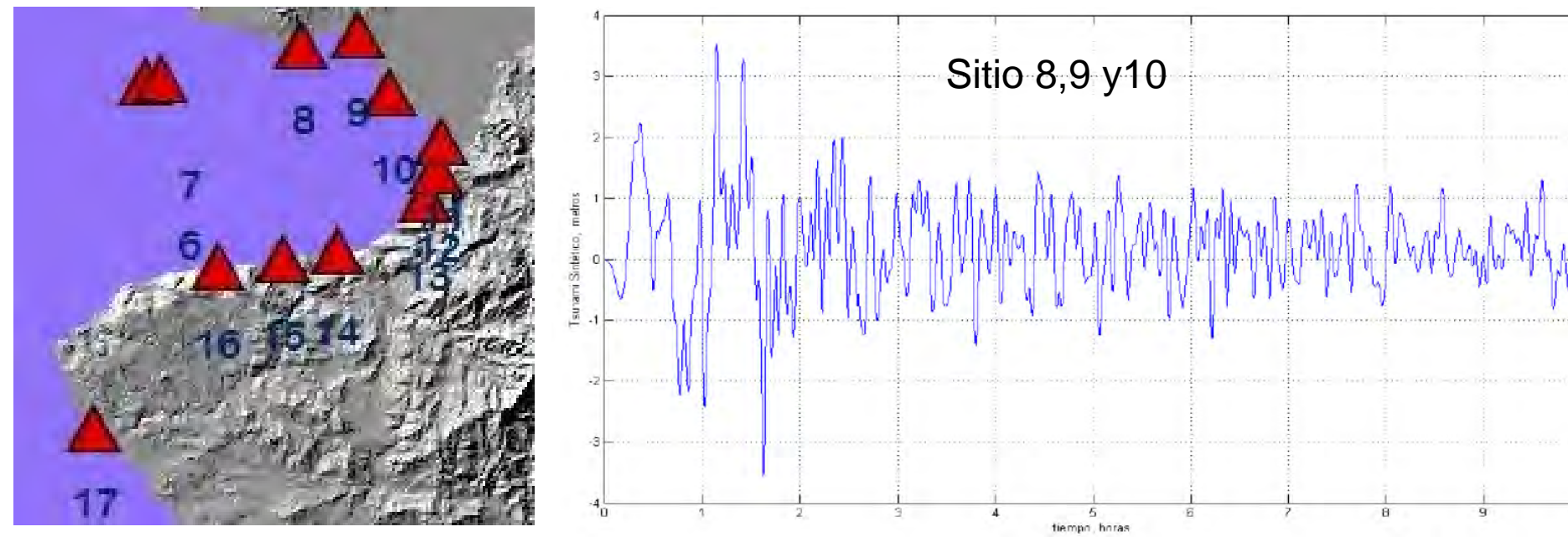


Figura 37. Tsunami teórico modelado con un sismo de $M_w=7.9$ en la zona noreste y norte de la Bahía de Banderas (Trejo-Gómez, 2011).

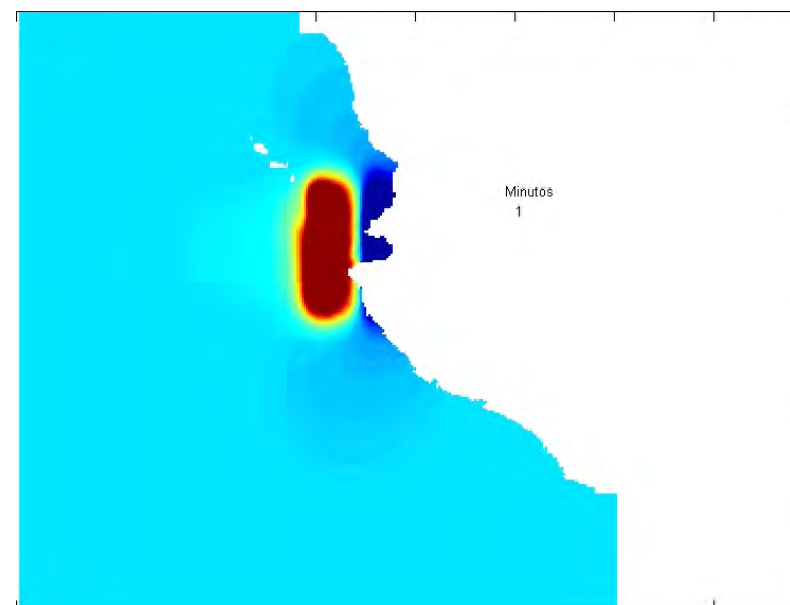
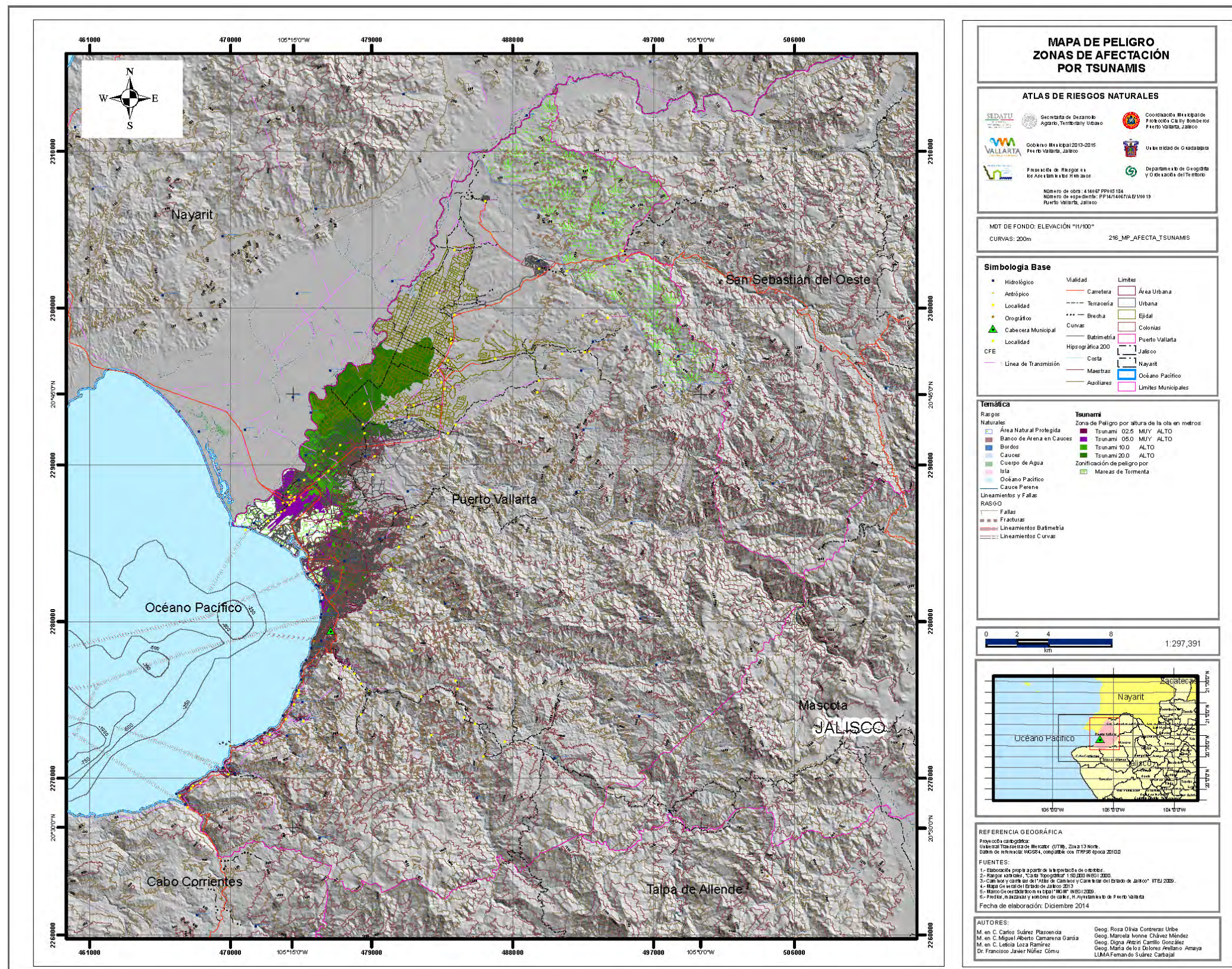


Figura 38. Tsunami teórico generado con los parámetros del sismo del 14 de septiembre de 1995 y el tsunami que afectó a Tenacatita, sismo de $M_w=8.0$, dislocación de 4 m, área de fractura de 60 x 140 de Bahía de Banderas. (Trejo-Gómez, 2011)

Los resultados muestran que la altura máxima obtenida mediante el modelado teórico es de 4.9 m máximo, altura que podría duplicarse si el tsunami entra en resonancia en el interior de la Bahía, pudiendo alcanzar los 10.00 m de altura.

El mapa 56 muestra la zona de alto riesgo (magenta) de afectación por un tsunami de 5.0 m, la zona de afectación por un tsunami con una ola de 10 m de altura se señala en color verde claro, y en verde oscuro la zona de afectación por un tsunami con altura de 20 m, estas áreas se construyeron con base en los resultados del modelado reportados por Trejo-Gómez, (2009).



Mapa 57. Mapa que muestra las zonas de afectación por tsunamis de muy alto riesgo con olas entre 5 y 20 m de altura. Las principales zonas de afectación se ubican entre la cota 0 y 10 msnm, donde se localiza la zona costera, en donde predominan las áreas hoteleras, comerciales, de servicio al turismo (restaurantes, bares) y sitios comerciales. La zona de afectación entre los 10 y los 20 m zonas de alto riesgo se localizan en las áreas cercanas a los ríos Ameca, Pitillal, El Cuale y el estero del Salado, por donde la intrusión del oleaje del tsunami penetraría por los cauces, alcanzando hasta la zona de Ixtapa. En estas zonas de afectación se localizan 357 instalaciones de equipamiento e infraestructura que se describen en el cuadro 38.

El equipamiento e infraestructura vulnerable a un evento de tsunami son 356 sitios que se describen en el siguiente cuadro.

EQUIPAMIENTO EN ZONA DE RIESGO EN PUERTO VALLARTA			
HOTELES	COORDENADAS E	COORDENADAS N	ZONA
Hotel Conchas Chinas	474504.06	2276451.12	1
Hotel Siete Mares	474583.60	2276573.89	1
Hotel Quinta Maria	474597.75	2276877.14	1
Hotel Marea Alta	474654.47	2277053.05	1
Hotel Estrella de Mar	474909.67	2277296.91	1
Hotel Encino	475377.16	2278609.36	1
Hotel Casa Peresoza	475017.52	2277436.83	1
Hotel Resort Luxury	475072.55	2277495.91	1
Hotel Casa Infinito	475089.43	2277552.02	1
Hotel Playa Sol	475113.97	2277632.40	1
Hotel Tropicana	475135.48	2277721.89	1
Hotel Beach House	475129.51	2277802.32	1
Hotel Suite Emperador	475134.17	2277856.93	1
Hotel San Marino	475155.64	2277935.78	1
Hotel Marsol	475187.79	2278002.49	1
Hotel Playa los Arcos	475187.90	2278073.80	1
Hotel Plaza Dorada	475180.38	2278152.71	1
Hotel Eloisa	475232.47	2278264.69	1
Hotel Gaviota	475232.51	2278294.28	1
Hotel Villa Vistas del Sol	475195.40	2278358.13	1
Hotel Rosita	475732.11	2279534.87	1
Hotel Playa Dorada	475754.23	2279602.78	1
Hotel Pescador Puerto Vallarta	475797.03	2279787.65	1
Hotel Portonovo Plaza	475850.91	2279770.97	1
Hotel Suites Nadia Puerto Vallarta	475828.98	2279829.88	1
Hotel El Barracuda	475857.57	2280068.30	1
Hotel Buenaventura	475860.73	2280148.31	1
Hotel Villa Premiere	475892.74	2280229.79	1
Hotel Sheraton Buganvilias	475943.12	2280800.16	1
Hotel Costa Club Punta Arena	475937.15	2281016.65	1
Hotel Suites Coral	476132.94	2281025.74	1
Hotel Costa del Sol	476196.06	2281230.68	1
Hotel Now Amber Puerto Vallarta	476039.26	2281389.12	1
Hotel Suites del Sol	476124.40	2281620.06	1
Hotel Suites Marelena	476015.42	2281557.77	1
Hotel Canto del Sol Vallarta	475779.85	2281546.67	1
Hotel Plaza Pelicanos	475752.79	2281662.24	1
Hotel Villas Vallarta	475919.32	2281705.70	1
Hotel Vallarta Sol	475979.26	2281881.52	1
Hotel Hacienda de Vallarta	475949.97	2281901.34	1
Hotel Sunset Plaza Resort	475727.75	2281822.42	1
Hotel Las Palmas	475658.94	2281912.17	1
Hotel Pelicano Puerto Vallarta	475791.97	2281965.06	1
Hotel Plaza Pelicanos	475729.20	2281992.21	1
Hotel Ambassador Suites	475544.44	2282075.75	1
Hotel Geta Wey	475720.16	2282254.52	1
Hotel Los Tules Resort	475459.89	2282229.83	1
Hotel Fiesta Americana	475336.23	2282382.73	1
Hotel Villa del Palmar	475247.30	2282567.59	1
Hotel Vallarta Real	475113.50	2282562.87	1
Hotel Friendly Hola Vallarta	475403.37	2282545.21	1
Hotel Puerta Luna	475014.26	2282737.03	1
Hotel Villa Vera Vallarta	474249.53	2284458.08	1
Hotel Raintrees Club	474033.11	2284383.39	1
Hotel Mayan Place	473824.49	2284453.70	1
Hotel Valmar Vallarta	473928.01	2284723.58	1
Hotel Melia Puerto Vallarta	473661.23	2284591.45	1
Hotel Casa Magna	473455.23	2284749.27	1
Hotel Casa Velas	473158.69	2284892.22	1
Hotel Velas Vallarta Suites	472970.25	2285020.01	1
Hotel Viw Grand	472711.43	2285170.40	1
Hotel Suits Plaza del Río	475408.69	2278609.72	1
Hotel Casa Velas	473247.29	2285284.62	1
Hotel Vallarta Aventure	473757.61	2285138.86	1
Hotel Flamingo Vallarta	474092.06	2284945.86	1
Hotel Rio Malecon	475353.04	2278719.10	1
Hotel Fishing Inn Puerto Vallarta	474292.69	2284683.03	1
Hotel Confort Inn	473937.09	2285723.29	1

ESCUELAS	COORDENADAS E	COORDENADAS N		Conalep			
Escuela educación básica	475829.00	2277994.19	3	Escuela	473766.39	2286012.48	1
Escuela Guillermo Zepeda	475308.99	2278187.77	1	Jardin de niños 138 Cipactli	474731.08	2288927.70	2
Primaria Federal Lazaro Cardenas del Rio	475231.10	2278188.33	1	Primaria 21 de Marzo Urbana 345	474333.04	2289129.76	2
Estancia Infantil Place Kids	475277.03	2283711.22	1	Universidad Vizcaya de las Americas Campus Vallarta	476527.55	2281693.52	2
Estancia Infantil Dream Land	475867.37	2284854.71	1	Escuela Primaria Manuel López Cotilla	476083.86	2281954.14	1
Jardin de niños Rosaura Zapata	475861.06	2278117.70	3	Primaria Colegio Juana de Asbaje	476046.69	2281800.62	1
Escuela educación básica	477928.15	2287946.46	3	Primaria niños Montessrel	476112.64	2282121.75	1
Escuela educación básica	476369.30	2278124.90	3	Primaria Instituto Angloamericano	475858.48	2282216.75	1
Primaria Juan Escutia				Escuela Primaria Amado Nervo	475255.98	2284514.24	1
Colegio Jean Piaget	477405.57	2290468.93	3	Escuela educación básica	476775.76	2282058.63	1
Escuela educación básica	476370.51	2278121.07	3	Preescolar y Maternal Colegio Vasco de Quiroga	475600.44	2282097.67	1
Escuela 1 de Mayo			3	Primaria Salvador Verde Resendiz	475966.77	2283759.63	1
Escuela educación básica	476585.87	2278856.99	3	Colegio Agusín Melgar	474260.12	2286118.78	1
Cecati (Centro de Capacitación para el trabajo industrial)	475468.36	2278773.17	1	Escuela educación básica	472810.12	2285840.53	1
Escuela Agustín Flores Contreras	475555.96	2278769.65	2	Escuela Ignacio López	475816.14	2283721.02	2
Primaria el Pensador Mexicano	474567.43	2288723.82	2	Colegio la Marina	475580.84	2283726.75	1
Jardin de Niños Ramon Corona	474536.80	2288700.48	2	Escuela Ameyali	477707.85	2284140.79	3
Universidad	475516.82	2278875.35	2	Estancia Infantil Chiquitines	475456.02	2283671.47	1
Colegio niños Heroes	477323.36	2281887.30	2	Estancia Infantil	475543.37	2283905.17	1
Jardin de niños Pequeños Genios	475942.83	2279365.63	1	Jardin de niños Ignacio L. Vallarta	475752.62	2279327.98	2
Jardin de niños 539 Quetzal,6821 Marzo	475935.76	2279526.53	1	Escuela Crichton Collage	477020.89	2281439.89	2
Escuela Primaria 5 de Mayo Urbana 452	475970.11	2279808.15	2	Escuela de educación especial	477301.31	2281764.58	2
Primaria 21 de Marzo Urbana 345	474942.10	2289013.53	2	Kinder Abraham Lincon	477970.28	2282315.12	3
Jardin de niños Rosario Castellanos 752A	476601.10	2279944.69	2	Primaria School Britsh American	477467.63	2282137.79	2
Escuela educación básica	476474.22	2280009.61	2	Secundaria foranea N. 24	477497.60	2282148.96	2
Jardin de niños Agazzi	476175.48	2280096.21	2	Colegio Fernandez de Lizardi	477800.66	2281548.92	3
Kinder	477118.86	2280115.50	2	Jardin de niños Padilla Zavala Turno Matutino	475515.51	2284206.64	1
Primaria Adolfo Lopez Mateos	477113.38	2280325.42	2	Escuela Primaria	475416.41	2284375.91	1
Colegio Pedro de Gante Preescolar Maternal	476596.38	2280286.43	3	Escuela educación básica	475052.68	2284501.73	1
Escuela Secundaria Técnica No 3	476579.36	2281022.33	3				
Primaria José Clemente Orozco	478121.51	2280607.95	3	Centro de Bachillerato Tecnologico Industrial y de servicios	475284.01	2284688.24	1
Jardin de niños Samuel Bernal Casillas	477764.58	2280531.37	3	Colegio Vinvent van gogh	475388.24	2284787.31	1
Escuela Club de Leones	476400.95	2280655.16	2	Colegio Leonardo Da Vinci	477224.93	2284891.19	3
Jardin de niños Americas	476593.02	2280675.96	2	Colegio Ameyali	477849.10	2282253.72	3
Jardin de niños Maestra Eva García de Joaquin	476851.36	2280772.40	2	Primaria María Helena Gonzalez Aguila	477025.80	2285307.01	3
Escuela educación básica	477064.38	2280539.47	3	Jardin de niños Carmen Palafox Ornelas	476769.45	2285174.84	3
Jardin de Justo Sierra	477205.44	2280515.56	3	Jardin de niños Pequeños Traviesos	476585.64	2285187.58	1
Preparatoria	476370.84	2281282.01	1	Preparatoria	476369.35	2281289.42	1
Escuela Secundaria Técnica No 3	476579.36	2281022.33	2	Colegio Americano	473758.61	2286013.64	1
Primaria Urbana 501, 411 Heroes de la Patria	476674.89	2281253.88	2	Escuela educación básica	474333.57	2285643.04	1
Escuela Especial 21	476891.46	2281297.44	2	Escuela educación básica	474543.03	2284713.05	1
Estancia Decroly Preescolar	476708.32	2281215.13	2	Colegio Mexico Americano	474440.96	2286347.16	1
Preescolar José Vasconcelos	476913.31	2280989.01	2	Colegio Panamericano	474505.09	2286383.95	1
Jardin de niños Cipactli	476936.27	2281235.34	2	Escuela educación básica	475002.46	2287040.31	1
				Primaria Colegio Jean Piaget	477393.94	2290448.78	1

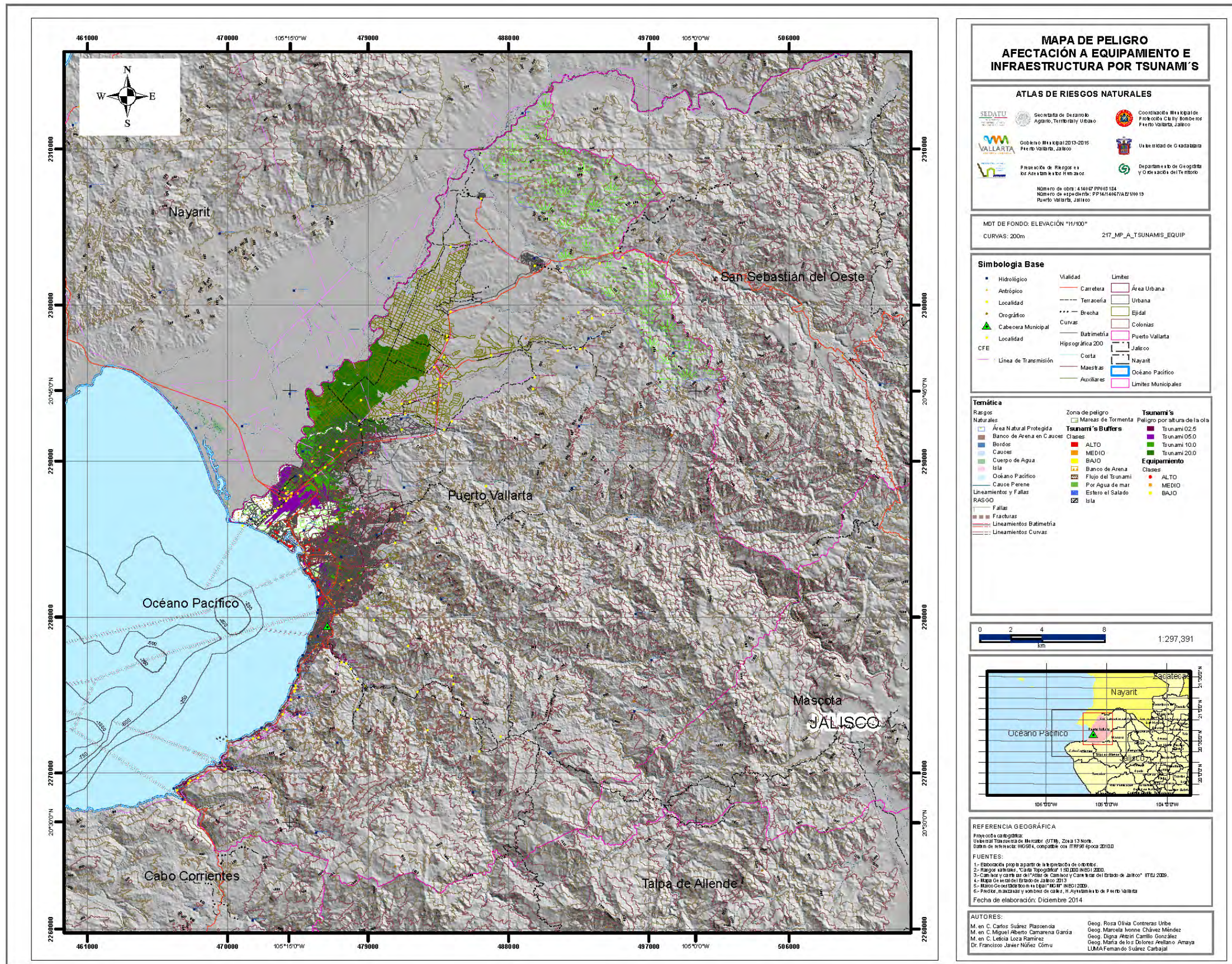
Escuela educación básica	475000.46	2287045.36	1	Escuela educación básica	478753.11	2290710.51	3
Primaria Francisco Villa	475237.87	2287144.11	3	Kinder Ciudades Hermana	477977.09	2288461.16	3
Jardin de niños Guadalupe Victoria	475181.98	2287039.99	3	Jardin de niños Rosaura Zapata	478055.90	2283544.22	3
Escuela de la Solidaridad	477659.88	2290493.69	3	Escuela Nueva Terminandola	475442.77	2290066.39	3
Jardin de niños	477679.38	2291203.78	3	Colegio Niños Heroes	477303.65	2281926.54	3
Escuela educación básica	477972.87	2290495.77	3	Escuel Ispac	478040.85	2281965.36	3
Jardin de niños el Río que Canta	476366.08	2278130.36	3	Preescolar Indira Ghandi	476474.91	2280481.76	2
Eduación Especial para niños con Simdrome de Down	477292.11	2282489.67	2	HOSPITALES	COORDENADAS E	COORDENADAS N	
Jardin de niños Gabriela Mistral	477021.53	2282474.16	2	Asistencia Médica	474948.64	2283673.19	1
Escuela educación básica	478275.73	2290258.34	3	Asistencia Médica	476212.30	2278295.12	1
Escuela educación básica	478555.85	2290906.93	3	Asistencia Médica	475885.53	2279477.39	3
Kinder	481051.89	2286186.88	3	Centro de Asistencia DIF Vallarta	478375.72	2284413.42	3
Jardin de Niños Heroues	480302.64	2285990.25	3	Asistencia Médica Albergue Vida	478560.58	2284416.35	3
Jardin de Niños Aureliana Guevara Tami	479188.52	2286412.94	3	Aiststencia Médica al Adulto Mayor	478479.89	2284331.96	3
Primaria Urbana Num 1170 Volcanes	481063.14	2286166.41	3	Hospital Médasist	475686.04	2278133.84	2
Jardin de Niños Justo Sierra	477403.13	2280708.02	3	Asistencia Médica	473991.36	2285846.91	1
Jardin de Niños Palmar del Progreso 20 de noviembre	478663.84	2286070.11	3	Sección Sanitaria XII Zona Naval	475349.50	2278827.99	2
Escuela Jardin de Niños Froebel	478555.85	2290906.93	3	Centro de Asistencia Médica	474495.12	2289230.72	2
Primaria Ignacio Zaragoza Sagun	479492.38	2286034.73	3	Asistencia Médica	475886.89	2279477.14	2
Jardin de Niño Fernando Montes de Oca	479117.38	2284866.23	3	Hospital Naval	474996.19	2284808.93	1
Jardin de niños Americas	476587.80	2280671.83	3	Cruz Roja	476823.77	2280423.59	3
Escuela educación básica	479359.76	2291115.67	3	Centro de Asistencia Médica	479155.91	2290672.06	3
Escuela educación básica	477232.67	2280770.66	3	Clinica Medica Puerto Vallarta	478815.42	2284133.43	3
Escuela educación básica	480116.08	2285173.03	3	Servico Médico de la Bahía	476052.89	2280756.79	1
Escuela educación básica	478742.42	2290720.70	3	Asistencia Médica	476522.12	2281025.48	2
Escuela educación básica	479733.28	2285352.55	3	Hospital Versalles Puerto Vallarta	476222.34	2281670.08	1
Escuela educación básica	479787.87	2285075.85	3	IMSS	475867.14	2282111.29	1
Jardin de Niños Bernal Casillas	477757.25	2280541.52	3	ISSTE	476196.34	2280346.36	1
Primaria Francisco Gonzalez Boca Negra	478025.17	2281256.76	3	Hospital Médica Vallarta	475806.22	2282258.90	1
Escuela Primaria Jose Clemente Orozco	478127.68	2280596.66	3	Unidad de Rehabilitación	475252.49	2283319.43	1
Primaria Adolfo Lopez Mateos	477128.44	2280306.60	3	Hospital San Javier Mina	474953.21	2283674.98	1
Escuela educación básica	479080.12	2290791.26	3	Sindicato del Seguro Social	475479.61	2283820.14	1
Primaria Urbana Federal Benito Juarez	476691.05	2277665.90	3	TEMPLOS	COORDENADAS E	COORDENADAS N	
Escuela educación básica	479003.68	2284267.98	3	Templo	476315.71	2281031.65	1
Kinder El Mundo de los Chiquitines	478404.02	2281094.60	3	Templo Testigos de Jehova	476419.71	2277991.66	3
Secundaria General 84 Dr Valentin Gomez Farias	476715.97	2277617.85	3	Jesuscrito de los Santos de los ultimos Dias			1
Escuela Progreso	476854.11	2277460.73	3	Iglesia Isrealita casa de Dios	478096.27	2281096.00	3
Escuela educación básica	479776.81	2285117.00	3	Parroquia de la Santa Cruz	475708.26	2278359.45	2
Preparatoria Universidad de Guadalajara	479249.14	2290981.76	3	Templo	476207.67	2281563.94	1
Primaria Ignacio Altamirano	479123.86	2284790.88	3	Parroquia de Nuestra Señora del Refugio	475879.79	2279640.56	2
Secundaria	481050.65	2286137.84	3	Templo	475855.08	2279624.13	2
Jardin de Niños Lazaro Cardenas	479582.20	2090729.41	3	Templo	476133.44	2279552.04	1
Escuela DIF	478473.75	2291063.56	3	Nuestra Señora Refugio	477071.44	2280052.53	2
Escuela educación básica	476593.72	2278863.08	3	Templo	476992.99	2287733.25	2
Primaria Ultimo Emperador Azteca	479050.78	2284263.19	3	Salon del Reino de los Testigos de Jehova	477038.89	2280499.39	2

Templo Nuestra Señora del Rosario	474395.42	2289132.67	2	Capilla	480583.67	2285091.99	3
Iglesia Apostolica de la Fe de Cristo Jesús A.R	474754.71	2288799.20	2	Templo Iglesia Cristiana Pentecostal	477700.24	2281248.15	3
Apostólico de la Fe en Cristo Jesús	476361.61	2280319.54	2	Templo	479034.66	2291475.20	3
Templo	476525.11	2280538.26	2	Templo de la Luz del Mundo	478498.68	2286147.21	3
Templo	476972.38	2280648.25	2	San Martin Caballero	479441.86	2291124.22	3
Templo	477474.31	2280839.41	2	Centro Cristiano Casa de Dios	480526.22	2285968.06	3
Centro Cristiano Nvo Amanecer Puerto Vallarta Ar	476133.59	2281072.15	2	Templo Cristo Rey	478272.94	2281470.11	3
Templo	476315.26	2281032.63	2	Templo	479126.68	2290249.86	3
Templo	476684.23	2280999.23	2	Templo	477876.24	2288312.81	3
Templo	476434.65	2281017.30	2	Salón Del Reino de los Testigos De Jehova	477119.88	2284895.80	3
Templo	476208.84	2281559.18	2	Iglesia Cristiana Bautista	477416.28	2285322.39	1
La Divina Providencia	476507.21	2281551.43	1	Templo	473144.35	2285380.02	1
Parroquia Nuestra Señora del Rosario de Talpa	476854.28	2281427.54	2	Nuestra señora del Rosario	474389.50	2289139.48	1
Asamblea de Dios	477008.65	2281307.49	2	Templo	476950.16	2287773.32	1
Plaza Genovesa	475928.25	2281760.25	1	Templo San Gabriel Arcangel	476566.30	2285120.58	1
San Felipe de Jesús	476071.08	2281947.76	1	Templo	474439.13	2286287.73	1
Iglesia Adventista del Septimo día	475983.22	2282105.54	1	Iglesia Apostolica de la Fe de Cristo Jesús A.R	474768.52	2288810.21	3
Templo	475482.31	2284358.23	1	Templo	476592.14	2285512.16	1
Templo	475070.62	2284634.75	1	Maria Reina De La Paz	473167.04	2285753.62	3
Iglesia Del Carmen	475314.59	2287101.15	1	Salón Del Reino de Dios	477999.47	2290273.99	3
Iglesia de Nuestra Señora de Lourdes	475208.41	2284577.52	1	Iglesia Casa del Rey	477808.71	2290354.84	3
Casa de Oración para las naciones	477405.99	2284997.96	3	Dives en Misericordia	477790.03	2290176.77	3
Testigos de Jehova	479624.20	2285262.45	3	Iglesia Apostolica de la Fe de Cristo	477926.68	2290359.45	3
Templo	479518.44	2290921.43	3	Grupo Luz y Esperanza	477998.41	2290146.75	3
Templo del Divino Salvador	477988.82	2286106.14	3	Principe de la Paz	478103.23	2290207.14	3
Jardin de Niños Miguel Hidalgo	476694.31	2277713.62	3	Templo	473141.32	2285369.44	1
Templo	476807.03	2278077.28	3	Grupo de Nuevo Amor y Vida			3
San Martin Caballero	479497.31	2291117.93	3	Templo Evangelico	477251.17	2281538.70	2
Capilla Nuestra Señora de Guadalupe	478581.47	2285927.40	3	Nustra Señora de Guadalupe	475552.25	2278815.58	1
Templo	481000.59	2286456.13	3	Santa Rosa de Lima			3
Templo el Divino Salvador	477982.16	2286113.30	3	Iglesia del Sagrado Corazón de Jesús	475781.16	2283748.64	1
Templo	479523.56	2286552.78	3	MERCADOS	COORDENADAS E	COORDENADAS N	
Iglesia Apostolica	477993.14	2285586.08	3	Mercado Municipal Río Cuale	475494.92	2278591.21	1
Templo Santa Cecilia	478646.08	2284528.82	3	Mercado de las Artesanias Pueblo Viejo	475629.47	2278616.80	1
Templo	476982.81	2277469.40	3	Mercado de las Artesanias Malecon II	475354.19	2278733.80	1
Capilla	480333.05	2284512.70	3	Mercado Plaza Villa Vallarta	475979.90	2281684.29	1
Templo de los Testigos de Jehova	476437.95	2278000.15	3	Mercado Genovesa	475933.70	2281757.70	1
Templo	481142.29	2286207.45	3	Mercado	476540.96	2280140.34	3
Templo	476405.32	2277940.14	3	Mercado Palmar de Aramara	475513.48	2283976.93	1
Templo	478443.50	2286378.40	3	Mercado de Ixtapa	477991.66	2290875.87	3
Iglesia Apostolica de Jesus Pentecostes	479640.77	2284389.85	3	Mercado	476109.02	2281606.62	1
Salon del Reino de los Testigos de Jehova	478757.30	2286714.42	3	DEPENDENCIAS DE GOBIERNO	COORDENADAS E	COORDENADAS N	
Templo San Felipe	478713.42	2284686.13	3	Presidencia Municipal	475517.39	2278830.94	1
Templo	480795.78	2286185.56	3	Palacio de Gobierno	475463.28	2278855.95	1
Templo	479096.78	2290919.45	3				

Ayuntamiento	476813.71	2280235.18	3
Dif La Aurora	475325.17	2284162.25	1
Palacio de Gobierno Dif La Aurora	475979.27	2284159.77	1
Secretaría del Trabajo	476410.47	2281137.18	2
GASOLINERAS Y ESTACIONES DE CARBURACIÓN DE GAS L.P. COORDENADAS E		COORDENADAS N	
Pemex	475668.28	2278132.97	3
Servicio del Edén	475825.39	2289327.88	3
Coragas S.A. de C.V. Carburación de gas L.P.	475756.14	2289279.20	3
Pemex Honduras	475923.25	2280022.92	1
Pemex	476819.49	2280415.52	3
Pemex	474880.74	2283738.71	1
Pemex	473943.37	2286134.42	2
Pemex Río Balsas	476840.16	2280340.90	2
Global Gas Planta de almacenamiento de gas L.P.	475528.78	2287698.46	3
COORDENADAS E		COORDENADAS N	
Central Camionera	475929.57	2287550.92	2
Aeropuerto	473908.53	2286431.96	1
Área Militar	475015.65	2287852.27	1
Subestación Eléctrica de la CFE Ixtapa	478649.57	2291358.30	3
Centro de Readaptación Social en Pueto Vallarta	480111.60	2291144.07	3

Sitios vulnerebles	Altura del tsunami
	0-5 m
	5-10 m
	10-20 m

Cuadro 38. Equipamiento e infraestructura vulnerable a los efectos de un tsunami, el color amarillo son los sitios afectados por una ola de 5 m, el color gris por una ola con altura de 5 a 10 m y en color verde una tsunami con olas de 10 a 20 m de altura.



Mapa 58. Mapa que muestra la ubicación de la infraestructura y equipamiento dentro de las zonas de afectación por tsunamis con olas entre 5 y 20 m de altura. En estas zonas de afectación se localizan 357 instalaciones de equipamiento e infraestructura que se describen en el cuadro 38.

5.4. Inestabilidad de laderas.

Nivel de Método 1.

Los deslizamientos de laderas son procesos geomorfológicos muy comunes en la superficie del planeta, en la Guía Básica para elaboración de los Atlas Estatales y Municipales del CENAPRED (2004), se define que los deslizamientos se asocian a zonas de alta pendiente, y que se ocasionan por el movimiento de una masa de material pétreo pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera. Por la forma de la superficie de la falla, se distinguen deslizamientos de tipo rotacional y traslacionales.

Rotacionales: Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba (forma de cuchara o concha), definiendo un movimiento rotación al de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas.

Traslacionales: Deslizamientos en los que la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas, con echado propicio al deslizamiento.

En el municipio de Puerto Vallarta se ha reportado en los recientes años una serie de procesos de remoción en masa, sobre todo en las zonas de contacto entre la Sierra de Vallejo y el piedemonte, específicamente en la colonia Volcanes y áreas adyacentes, así como en la zona de Conchas Chinas (Amapas) al sur del municipio. La causa principal ha sido la estabilización de las vertientes por procesos de urbanización, los cuales han retirado la cubierta edáfica y vegeta, para ser terraplenada y construir edificaciones de diferentes calidades y alturas en las áreas referidas.

Las siguientes fotografías muestran los efectos de estos procesos geomorfológicos de ladera, estos aún son incipientes, dado que han sido reducidos y con efectos muy localizados.



Figura 39. Fotos del deslizamiento de ladera que afectó en la primera semana de mayo del 2007 la zona del fraccionamiento El Campanario en Conchas Chinas, el cual afectó varias edificaciones en el sitio.



Figura 40. Fotos de los daños causados por el deslizamiento de ladera que afecto en la primera semana de mayo del 2007 la zona del fraccionamiento El Campanario en Conchas Chinas, donde las edificaciones afectadas tuvieron que ser demolidas en su totalidad.



Figura 41. Fotografías de Villa Tizoc en el sector norte de la zona de Conchas Chinas donde se tomaron estas fotografías muestran la dinámica de laderas que existe en esta región.

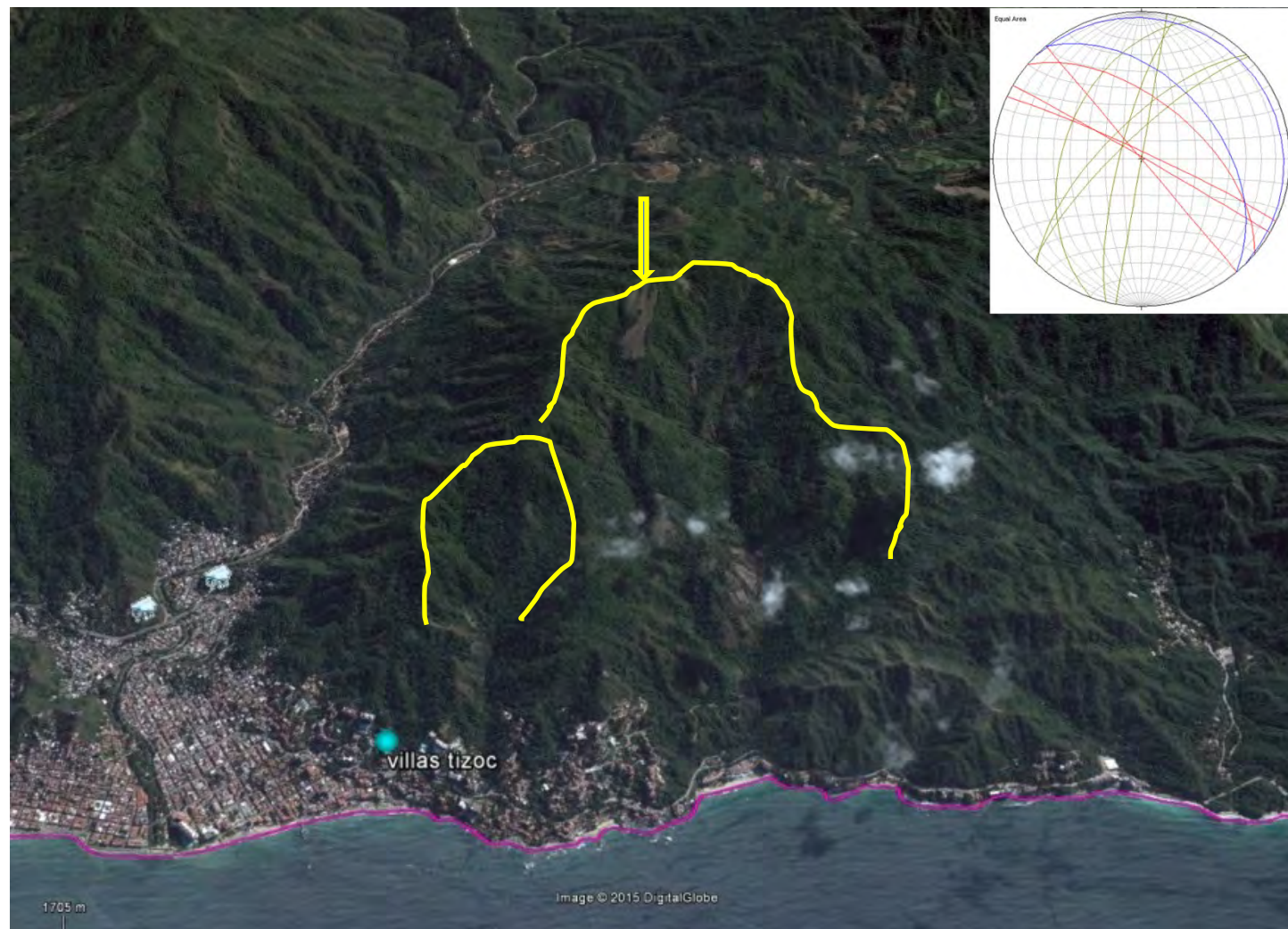


Figura 42. Zona sur de Puerto Vallarta, área en donde se ubica en si parte baja los fraccionamientos Conchas Chinas, Amapas y Villas Tizoc, en donde se han presentado en los recientes diez años una serie de procesos de ladera que han afectado las edificaciones del sitio.

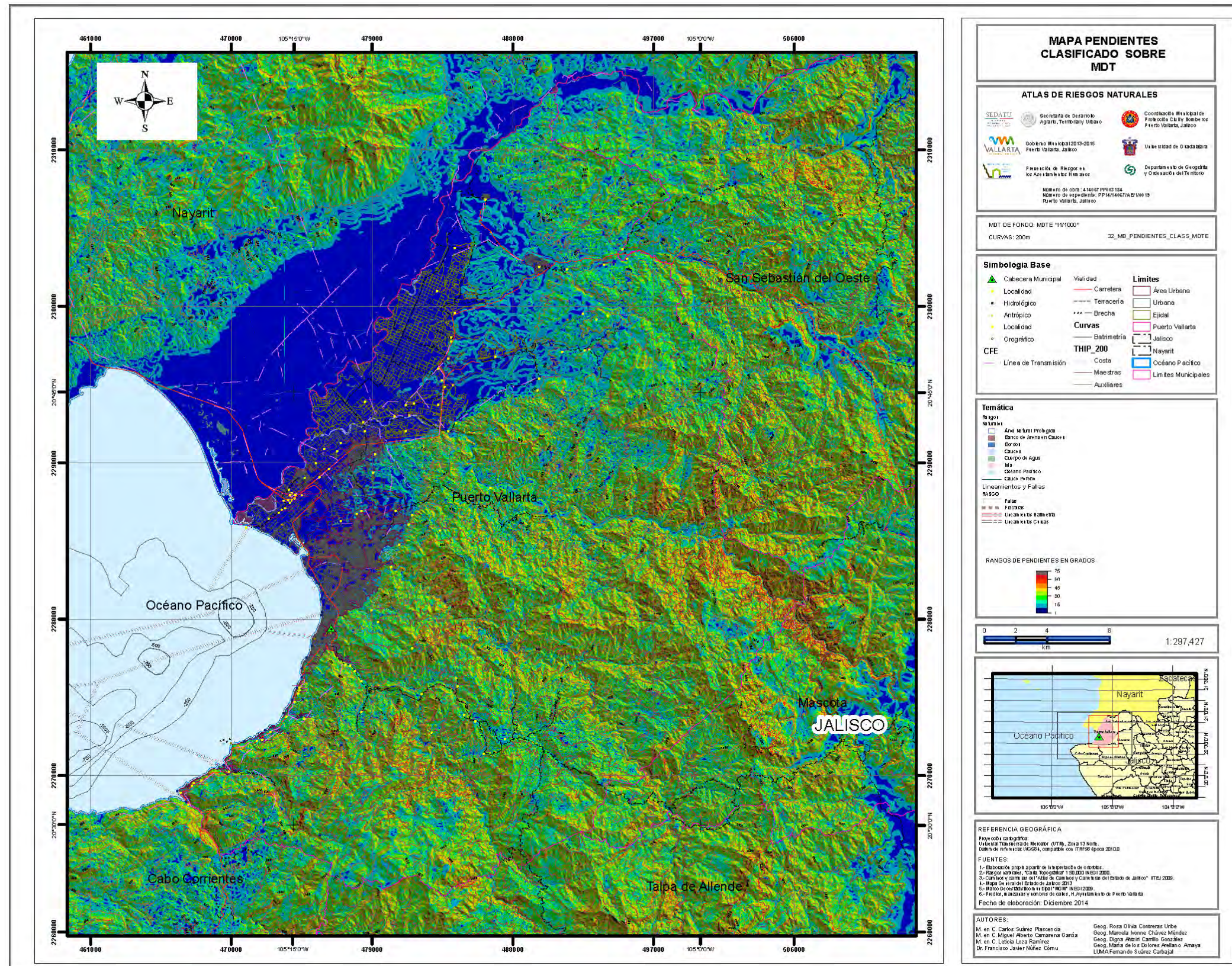
Las líneas amarillas muestran los escarpes de antiguos deslizamientos, la zona donde se una urbanizado estos fraccionamientos es en parte de los materiales movilizados, de los cuales una zona susceptible a remoción se localiza en la sección superior marcado con una flecha.

El grupo de rocas volcánicas descritas está afectado por gran número de fracturas y una falla. La mediciones estructurales revelan dos direcciones preferenciales, en tanto que la falla medida coincide con una de las direcciones principales de fracturamiento, orientada cercana a $N40^{\circ}W$.



Figura 43. Zona de cizalla donde se observa el plano de movimiento normal de la falla que afecta el afloramiento. La fotografía inferior presenta un detalle de las estrías de falla identificadas en la cizalla. Las flechas rojas indican el movimiento de los bloques.

Con base en la elaboración de los mapas morfométricos de pendientes, densidad de la disección, profundidad de la disección, unidades litológicas y estructuras, precipitación y uso del suelo, se elabora el mapa de peligro por deslizamientos, enfocado a la zona urbana y su periferia con la zona de la montaña en el sector oriente, topografía donde se determinó las zonas susceptibles a deslizamientos por pendientes críticas mayores de 30°.



Mapa 59. Mapa clasificado de pendientes, donde se definen los intervalos de inclinación para identificar las áreas susceptibles a generar procesos de remoción en masa, que son las áreas con pendientes mayores a 15°, estas áreas se identifican al sector montañoso oriente del municipio.

De acuerdo con Muñiz-Jáuregui (2012) para determinar el peligro por PRM se contemplaron diez factores en forma de capas temáticas que integran el modelo para zonificar la susceptibilidad. A continuación se describen el proceso de elaboración de cada una de ellas.

- 1) Para la capa de litología se usó el mapa de unidades litológicas (Mapa 11). A cada unidad se le otorgó un peso (Cuadro 39), a partir de la aplicando del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), teniendo como criterio su predisposición a presentar PRM.
- 2) Las laderas desprovistas de vegetación y con pendiente alta en zonas de desmonte pueden ser más susceptible a la erosión y a movimientos de remoción en masa, en especial a los flujos de detritos, identificando áreas en las zonas de montaña desprovistas de una cobertura arbórea o de matorral. La forma de evaluar estas zonas fue otorgándole a la pendiente de mayor grado de inclinación los valores más altos.
- 3) Con la capa de zonas inestables por caminos se hace énfasis en taludes y terraplenes inestables, se clasificaron los caminos según sus características, estableciendo un ancho promedio, y un área de afectación aproximada con referencia a observaciones de campo (Cuadro 40).
- 4) La identificación de fallas, fracturas y morfolineamientos (Mapa 12), Con base en el mapa de distancia a los rasgos estructurales se valoró al área más cercana con los valores más altos de susceptibilidad a la inestabilidad de ladera.
- 5) Se consideró usar la capa de radiación solar con el objetivo de determinar las zonas que pudieran concentrar mayor saturación de humedad al tener menor insolación.
- 6) Inventario de PRM y su zona de influencia es la capa que indica los sitios donde ya ocurrieron estos fenómenos, a los que se sumaron los reportados por la UMPCyB y los identificados en los recorridos de campo.
- 7) Se integró una capa de excavaciones y aprovechamientos de bancos de material debido a que en campo se apreció en estas una frecuente incidencia de PRM.
- 8) La elaboración de la capa de inestabilidad de pendientes tiene el propósito de identificar zonas potenciales a deslizamientos superficiales, que es el tipo de inestabilidad más frecuente en el municipio.
- 9) Los rasgos morfológicos donde suelen iniciar los flujos de detritos, que son las cañadas, para ello se utilizaron los mapas número 10 (Geomorfológico) y número 59 (Clasificado de Pendientes).
10. Identificación de asentamientos en áreas de pendientes susceptibles a generar PRM.

En los cuadros 39 y 40 se marcan los pesos utilizados para las unidades litológicas como a la tipología de caminos por Muñiz-Jáuregui (2012).

Unidad Litológica	Peso
Coluvial, capas rojas	0.223
Depósitos fluviales	0.176
Fluvial-aluvial	0.14
Capas rojas limo-arcillosas	0.137
Secuencia terrígena	0.091
Coluvial, andesita	0.06
Coluvial, ignimbrita	0.048
Coluvial, granito	0.041
Andesita	0.027
Capas rojas compactas	0.026
Ignimbrita	0.019
Granito	0.012
Total	1

Cuadro 39. Pesos otorgados a las unidades litológicas de acuerdo con el Proceso Analítico Jerárquico.

Tipología	Descripción	Ancho Promedio (m)	Área de Afectación (m)
Calles	Vialidades en zonas urbanas	8	10
Carretera	Carretera federal 200 de dos carriles	8	20
Libramiento	Libramiento de la ciudad cuatro carriles	15	20
Terracería	Caminos no cubiertos por asfalto o concreto	8	30
Vereda	Caminos de un solo paso	5	10

Cuadro 40. Tipología y características de caminos aplicados al modelo

Parámetro	Valor	Unidades
Gravedad	9.8	m/s ²
Densidad del agua	1000	Kg/m ³
Densidad del suelo	1200	Kg/m ³
Cohesión (límite inferior)	0.01	N/m ²
Cohesión (límite superior)	0.5	N/m ²
Ángulo de fricción del suelo (límite inferior)	20	Grados
Ángulo de fricción del suelo (Límite máximo)	45	Grados
T (transmisividad) / R (recarga) (límite inferior)	2000	Metros
T (transmisividad) / R (recarga) (límite Máximo)	3000	metros

Cuadro 41. Parámetros usados para correr el modelo de inestabilidad.

Temas	Ponderación
Inventario de deslizamiento y su zona de influencia	0.34
Inestabilidad de pendientes	0.203
Litología	0.123
Cortes en talud	0.092
Zonas inestables por caminos	0.069
Asentamientos humanos	0.053
Distancia a morfolineamientos	0.04
Áreas de desmonte	0.034
Concentración de flujos	0.031
Radiación solar	0.015
Total	1

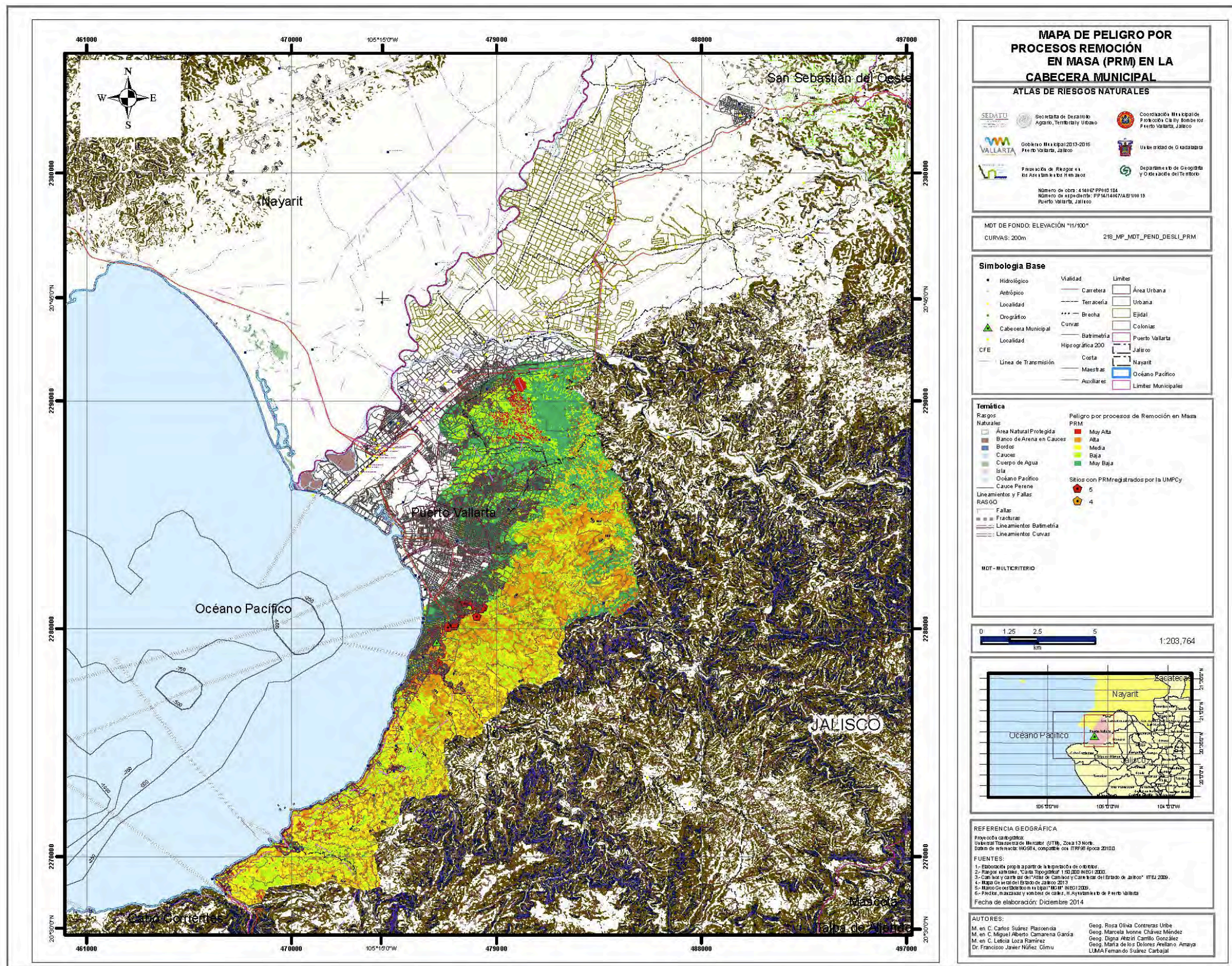
Cuadro 42. Ponderación de valores a partir del análisis de temas con el Proceso Analítico Jerárquico.

El modelo de zonificación de la susceptibilidad a procesos de remoción en masa, teniendo como referencia la traza urbana 2009, dio como resultado que, para la zona de estudio, el 68.91 % presenta susceptibilidad de mediana a muy alta, donde el 29.54 % del total del área de estudio corresponde a una superficie con una alta susceptibilidad a la ocurrencia de PRM (Cuadro 43).

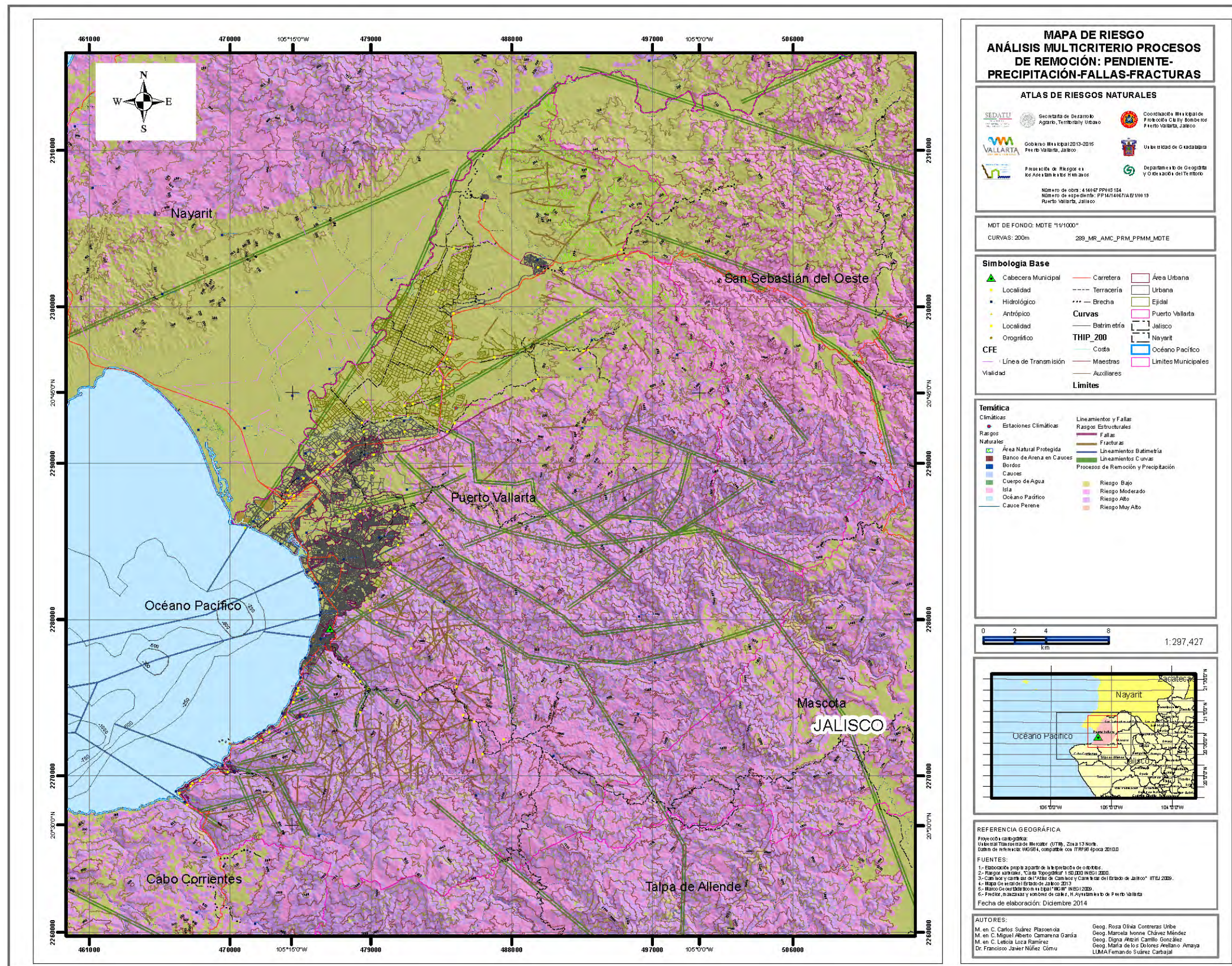
En el mapa de susceptibilidad resaltan zonas que concentran grados altos y muy altos de susceptibilidad, como es el caso de la cuenca del río Cuale, lo que indica que sus laderas son potencialmente inestables. Este dato se comprobó durante recorridos en campo donde se apreciaron numerosos PRM. Sobresalen otros dos puntos en particular, dada su importancia social y económica (Mapa 57). El primer punto corresponde al cerro de la Cruz y al cerro de la Antena de radio, los cuales resultaron con grados de susceptibilidad alta, y cerca de estos se encuentra una importante concentración urbana como es el Pueblo Antiguo, y la zona turística tradicional de Puerto Vallarta. El segundo punto con susceptibilidades altas y muy altas corresponde a Conchas Chinas, zona de condominios verticales de lujo y donde actualmente se sigue promoviendo la construcción de edificaciones similares.

Susceptibilidad	Superficie (km ²)	Superficie total (%)
Muy baja	26.426	19.42
Baja	15.888	11.67
Media	50.292	36.96
Alta	40.2	29.54
Muy alta	3.283	2.41
Total	136.089	100

Cuadro 43. Superficies resultantes del modelo de zonificación a la susceptibilidad de procesos de remoción en masa en Puerto Vallarta



Mapa 60. Mapa donde se identifican las áreas susceptibles a generar PRM en la vertiente poniente de la zona montañosa que bordea a la zona urbana de Puerto Vallarta, las áreas con rojo muestran las áreas de muy alta susceptibilidad y naranja las de alta susceptibilidad, La zona centro-sur presenta una susceptibilidad moderada a estos procesos.



Mapa 61. Mapa donde se identifican las áreas susceptibles a generar PRM en la totalidad del municipio de Puerto Vallarta y los municipios vecinos, las áreas con rosa muestran las áreas de alta y muy alta susceptibilidad a estos procesos y los cuales se localizan fundamentalmente en la zona de montaña y sus estribaciones en el sector sur.

5.4.1. Flujos de Detritos.

Los flujos de detritos se definen como flujos gravitacionales de fluidos o flujos friccionales, donde la gravedad actúa sobre un fluido generando su movimiento y a su vez este mueve los componentes sólidos, ya sea suelo, sedimentos o rocas.

Históricamente Puerto Vallarta no ha reportado este tipo de fenómenos, pero durante los recorridos de campo en la zona de piedemonte y en las gargantas de las barrancas que drenan la zona montañosa oriente, se observó una gran cantidad de material de arrastre en los talwegs de la red fluvial que drena a estas topofomas.

Las áreas identificadas con peligro se ubican en las márgenes de los arroyos, sobre todo en la microcuenca del río Cuale, donde se ubican las colonias o localidades: San Pedro, Almacenes de Vallejo, Paso del Guayabo, Paso del Molino, Las Guácimas, El Hundido, Los Llanitos, Joyas del Pedregal, La Buenos Aires, y al noreste, las colonias Playa Grande, San Esteban, Paseo de la Rivera y la Santo Domingo en Ixtapa (figura 43).

En el mapa 61, las zonas con color rosa son las áreas con mayor susceptibilidad a sufrir procesos de remoción en masa, cuyo material desplazado se depositará en las laderas bajas y en los talwegs y de ahí en caso de interactuar con una crecida en los cauces, se creará un flujo de detritos que podrá afectar a las colonias referidas y a la zona hotelera, sobre todo las ubicadas en las márgenes de las desembocaduras de los arroyos y ríos.



Figura 43. La topografía accidentada en gran parte del municipio, hace que sus laderas sean susceptibles de presentar flujos de detritos, los que pueden ser ocasionados en laderas desestabilizadas, ya sea por procesos naturales o antrópicos. Las localidades y edificaciones construidas en laderas de alta pendiente, en las márgenes de los arroyos, ríos y sus desembocaduras, presentan diferentes niveles de riesgo (ver mapa 61) de ser afectados por la presencia y evolución de estos fenómenos perturbadores. Aunque cabe referir que estos no tienen reportes históricos de ocurrencia en el municipio, pero la probabilidad de que se presenten es alta, debido a la alteración de laderas como se observa en las imágenes. El periodo con mayor probabilidad de ocurrencia es de junio a octubre cuando se presenta la temporada de lluvias.

5.4.2 Caídos o Derrumbes de rocas.

A partir del análisis morfométrico del relieve del municipio de Puerto Vallarta y de los reportes históricos, el territorio presenta zonas susceptibles a este fenómeno perturbador. Las áreas afectadas son al sur la localidad de Mismaloya, la sección de la carretera costera, Conchas Chinas, Amapas, Las colonias Benito Juárez, Buenos Aires, Paso Ancho, Bugambilias, López Mateos, 5 de diciembre, El Caloso, Las Peñas y Canoas (ver Mapa 62).

Los sitios descritos han presentado de manera recurrente derrumbe de rocas provenientes de las cornisas de los cerros adyacentes. Tal es el caso de la ladera sur del Cerro San Sebastián en Mismaloya, donde se identificaron dos canales de caída, con gran cantidad de bloques heterométricos de granito, algunos antiguos y otros muy recientes, algunos han sido incorporados como elemento ornamental en varias construcciones de las casas ubicadas en la parte baja de la ladera, esto es sobre la margen norte de la calle 5 de Mayo. Las casas construidas en esta calle en su sector norte, han sido creando terraplenes, para lo cual fue necesario remover la cubierta vegetal de la selva baja subcaducifolia del sitio, lo que ha venido creando de manera paulatina la alteración de la ladera, favoreciendo antrópicamente el proceso ya existente de caída de rocas en este escarpe.



Figura 44. Fotografía muestra la existencia de los llamados “bolos” sobre los canales de caída, así como algunos de estos han sido incorporados dentro de las edificaciones.

La zona sur del municipio como lo muestran las figuras 44 a la 45, presentan continuamente caída y rodado de bloques de diferentes dimensiones, los cuales han afectado a las edificaciones asentadas en las partes bajas de la montaña. En las siguientes imágenes se muestran los efectos y daños de este proceso geológico en el cerro San Sebastián en septiembre del año 2005.



Figura 45. Las flechas indican las zonas de desprendimiento en la cima del cerro, las fracturas existentes presentaron un buzamiento (inclinación) hacia el sur de 24°, que es una pendiente inestable y muy susceptible a deslizarse nuevamente con un evento disparador, como lo es una lluvia, un sismo pequeño, una explosión o simplemente la gravedad.



Figura 46. En las siguientes fotografías se aprecian las características de las rocas inestables en la cima y ubicadas dentro del nicho del desprendimiento, su estado de equilibrio muy reducido y ubicado en una ladera de alta pendiente.

Las siguientes fotografías muestran el canal que se bifurca en el segundo tercio de la ladera en dos brazos. En estas se observan las cicatrices lineales en la vegetación a lo largo de las rutas de la caída de las rocas. La densidad de la vegetación es alta y las pendientes de ladera es de 32° y en general rectilíneas con algunas trazos cóncavos, lo que provoca que las rocas den saltos y alcancen mayor velocidad.

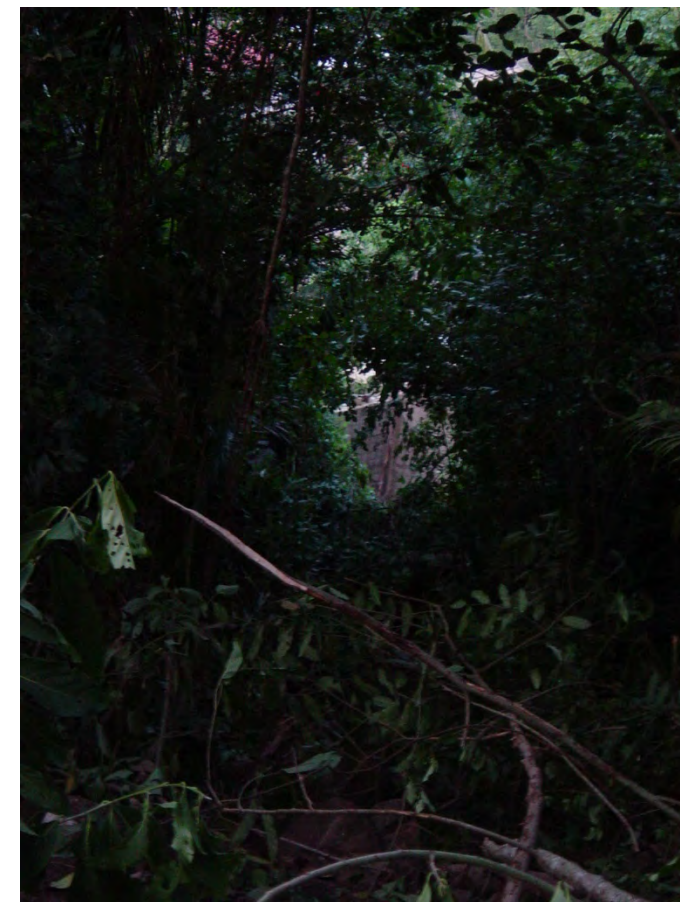
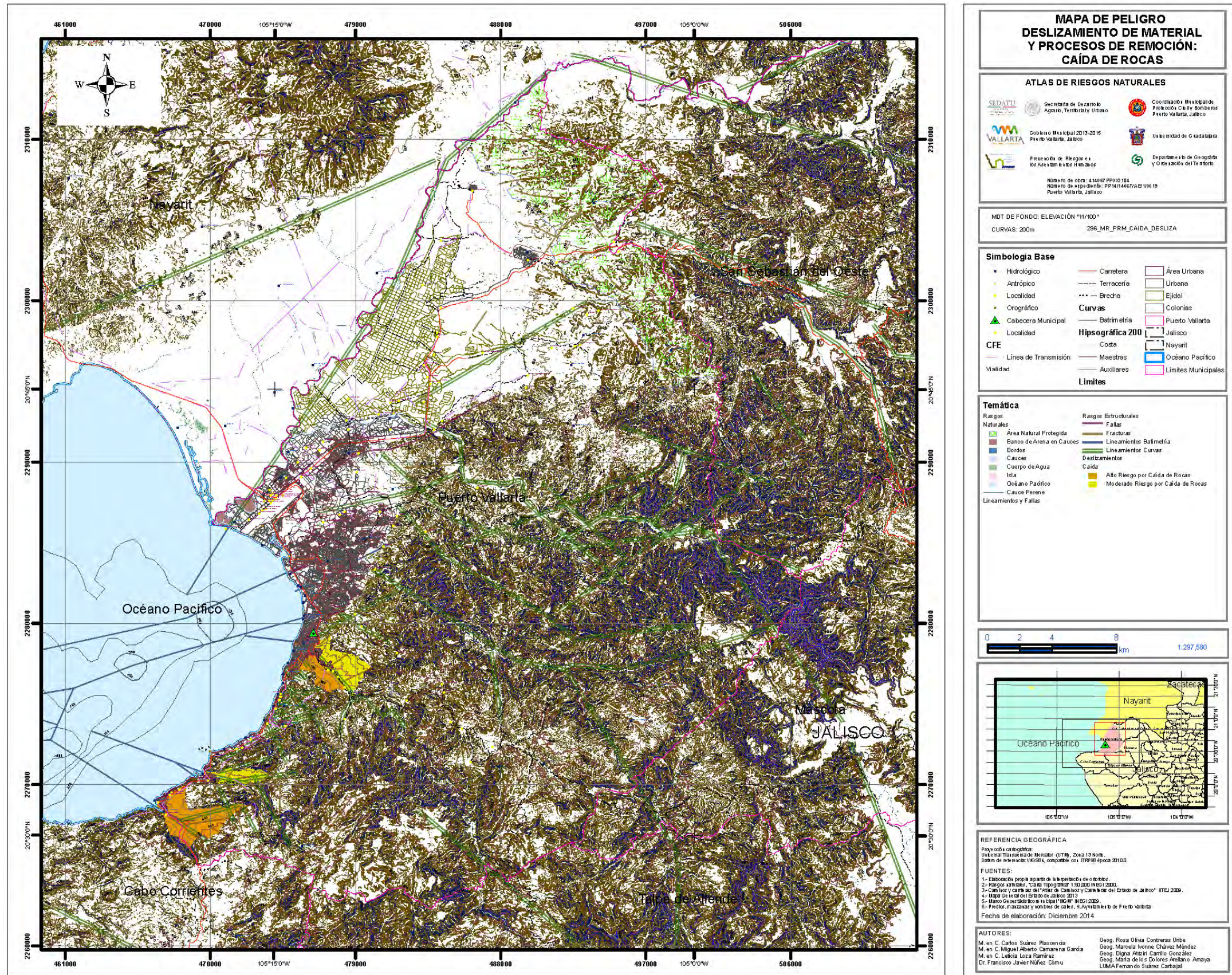


Figura 47. Canal de caída de rocas y su salida hacia las edificaciones ubicadas en el pie del cerro, lo que afecta edificaciones.



Figura 48. Efectos sobre las edificaciones de los bloques de roca caídos y rodados, los cuales dañan gravemente las estructuras de las casas, tal y como se muestra en estas seis imágenes.

Con base en las observaciones de campo se puede inferir que el proceso de caída de rocas en los sitios referidos, es un fenómeno recurrente en el tiempo reciente, dado el gran número de bolos depositados en la ladera baja de estas estructuras. Parte de estos grandes bloques han sido integrados a la arquitectura de algunas casas. La fuente de los bloques desprendidos son en general cornisas en las crestas de la montaña, formada por granitos fracturados, y con un buzamiento hacia el sur, oeste y norte, con pendientes entre 24° a 30°, que son gradientes propicios para generar deslizamientos y caída de rocas. El peligro se caída se presente tiene muchas probabilidades de ocurrencia, haciendo que las viviendas, comercios y el tránsito sobre las calles adyacentes a estas laderas presenten una alta vulnerabilidad a este proceso, tal y como se muestra en los mapas 56 y 58.



Mapa 62. Mapa donde se identifican las áreas susceptibles a generar caída de rocas en la zona urbana de Puerto Vallarta, las áreas marcadas con naranja y amarillo muestran las áreas de alto y moderado riesgo a este fenómeno, que corresponden a secciones de vertientes muy inclinadas de la zona de montaña, de la zona Centro de la ciudad hacia el sector Sur, los sitios con reportes constantes de la ocurrencia de este fenómeno son Amapas, Conchas Chinas y sobre todo la zona de la localidad de Mismaloya, así como la carretera federal 200 en la salida sur de la ciudad.



5.5. Hundimientos.

El municipio en general presenta pocos hundimientos y estos se han reportado en la topoforma Planicie Costera, donde su litología se forma por limos y arenas, con un nivel freático muy cerca de la superficie, lo que genera que las edificaciones presenten hundimientos, tal es el caso de la colonia Paseos Universidad II, donde el año pasado se reportaron 24 viviendas afectadas en las calles Paseo de las Arekas y Paseo de las Cocoteras, todas ellas de reciente construcción. En resto del municipio no presenta hasta el momento la presencia de este fenómeno perturbador.



Figura 49. El recuadro rojo señala la ubicación donde se han presentado problemas por hundimientos en el norte de Puerto Vallarta, afectándose edificaciones recientes construidas sobre suelos limo-arenosos y un nivel freático muy superficial.

Se identificaron los puntos de deslizamientos y hundimientos con base en los recorridos de campo en el municipio, así como por los reportes proporcionados por la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos, los resultados son 42 puntos de deslizamientos y uno de hundimientos en la municipalidad a diciembre del 2014. En el cuadro 41 se muestran la ubicación de los 43 puntos con mayor problemática.

	Sitio	Origen del peligro	Elementos vulnerables y o afectados
Deslizamiento y caída de rocas y material geológico	Colonia Las Palmas	Por cortes de material e inestabilidad de ladera	Calle Agustín Melgar cruce con Josefa Ortiz de Domínguez
	Colonia Las Palmas	Por deslizamiento de material y corte de ladera	Calle Ignacio Comonfort cruce con Sor Juana Inés de la Cruz
	Colonias entre El Zancudo a Las Palmas	Deslizamiento de material	Hacia la Carretera Estatal
	Colonia Centro de Salud	Por deslizamiento de material con afectación a una vivienda	Calle Jesús Meza cruce con Independencia
	Colonia Los Tubos	Deslizamiento de material con afectación a una vivienda	Calle Hidalgo con J. Encarnación.
	Colonia Centro de Salud	Erosión de suelo y caída de material por escurrimientos pluviales	Calles Ramón Corona y Morelos
	Colonia Campestre Las Cañadas	Por deslizamiento de material	Jardín de Niños Manuel de Jesús Cloutier Rincón y una vivienda calle Palomas y Halcones
	Colonia 12 de Octubre	Erosión de suelo y posible colapso de muros perimetrales por colindancia al Arroyo La Virgen.	Calle de Agosto, Escuela Primaria Ignacio Zaragoza Saguin
	Colonia Bosques del Progreso	Por deslizamiento de material.	Toda la Colonia.
	Colonia Bosques del Progreso	Por deslizamiento de material.	Vivienda calle Mangle esquina con Olmo
	Colonia Lomas del Coapinole	Erosión de suelo por colindancia a un arroyo	Calle Vietnam
	Colonia Coapinole	Deslizamiento de material y rocas	Calle 18 de Marzo cruce con Cuauhtémoc
	Colonia Playa Grande	Deslizamiento de tierra	Ladera norte de la colonia.
	Colonia Ramblases	Deslizamiento y caída de rocas y material	Ladera norte del cerro Los Ramblases.
	Colonia Ramblases Ecológico	Deslizamiento de material	Calle Puerto Salina Cruz
	Colonia Ramblases	Deslizamiento de material	Calle Puerto Santa Rosalía
	Colonia Ramblases	Caída de material	Calle Puerto Santa Rosalía
	Colonia Ramblases	Deslizamiento de material	Calle Puerto Veracruz
	Colonia Ignacio L. Vallarta	Deslizamiento de material	Gran parte de la colonia
	Colonia Lomas del Pedregal	Deslizamiento de material y caída de rocas	Calles Río Jordán y Río Grande
	Colonia Bugambilias	Deslizamiento de material y caída de rocas	Parte alta de la colonia
	Colonia La Herradura	Deslizamiento de material y caída de rocas	Calle Río Ameca
	Colonia Agua Azul Parte Baja	Deslizamiento de material y caída de muros perimetrales	Escuela Primaria Adolfo López Mateos
	Colonia Campestre las Palmas	Deslizamiento de material y caída de rocas	Calles Sonora, Aguacate y Av. Paseo de Las Palmas
	Colonia López Mateos	Deslizamiento de material	Calle Río Santiago y Río Ameca.
	Colonia López Mateos Parte Alta	Deslizamiento	Calle La Loma
	Colonia Lázaro Cárdenas	Deslizamiento de material	Calle Belice
	Colonia El Caloso	Deslizamiento de material y caída de rocas	Toda la ladera poniente del cerro, la cual ha sido alterada desde hace varios años por urbanización progresiva, lo que genera inestabilidad, con susceptibilidad de deslizamientos de material y caída y rodado de rocas, que pueden afectar a estas, el Libramiento y las urbanizaciones al poniente de esta vialidad.
	Colonia Las Peñas	Deslizamiento de material y caída de rocas	
	Colonia Benito Juárez	Deslizamiento de material y caída de rocas	
	Colonia Buenos Aires	Deslizamiento de material y caída de rocas	
	Colonia Paso Ancho	Deslizamiento de material y y caída de rocas	
	Colonia Cerro	Deslizamiento de material y y caída de rocas	Toda la colonia, sobre todo las edificaciones asentadas en el interior de la barranca.
	Colonia Alta Vista	Deslizamiento de material y y caída de rocas	Calle Rodolfo Gómez, Francisco Rodríguez y Manuel M. Diéguez.
	Almacenes de Vallejo	Deslizamiento de material	Localidades rurales ubicadas en las partes bajas de laderas inclinadas, susceptibles a caída y rodados de rocas.
	Paso del Guayabo	Deslizamiento de material	
	Paso del Molino	Deslizamiento de material	

	Las Guácimas	Deslizamiento de material	Toda la colonia susceptible a caída de rocas y de deslizamientos de material geológico.
	El Hundido	Deslizamiento de material	
	Los Llanitos	Deslizamiento de material	
	Amapas	Deslizamiento de taludes	
	Conchas Chinas	Deslizamiento de material	
	Colonia Paseos Universidad II	Hundimientos de suelo por presencia de mantos freáticos	

Cuadro 41.

5.6. Subsistencia.

Los procesos de subsidencia en el municipio, se ha presentado en la zona de litoral, con el hundimiento de dos zonas de playa: La Playa de Mismaloya el 8 de septiembre del 2001 y la Playa del Hotel Holly Day Inn el 05 de marzo del 2014 y en el año 2007.

El proceso en esta playa de acuerdo con Cupul Magaña, (2004) la repentina desaparición de la playa, ocurrida la madrugada del 8 de septiembre de 2001, la cual dejó como evidencia un escarpe de aproximadamente 2 m de alto, así como restaurantes y palapas inundadas por el océano. Este evento sucedió en pocas horas. Esta zona se ubica en el borde de un cañón submarino formado por la erosión del río Mismaloya en ingreso a la Bahía de Banderas, con una profundidad que alcanza los 100 m en corta distancia de la costa.

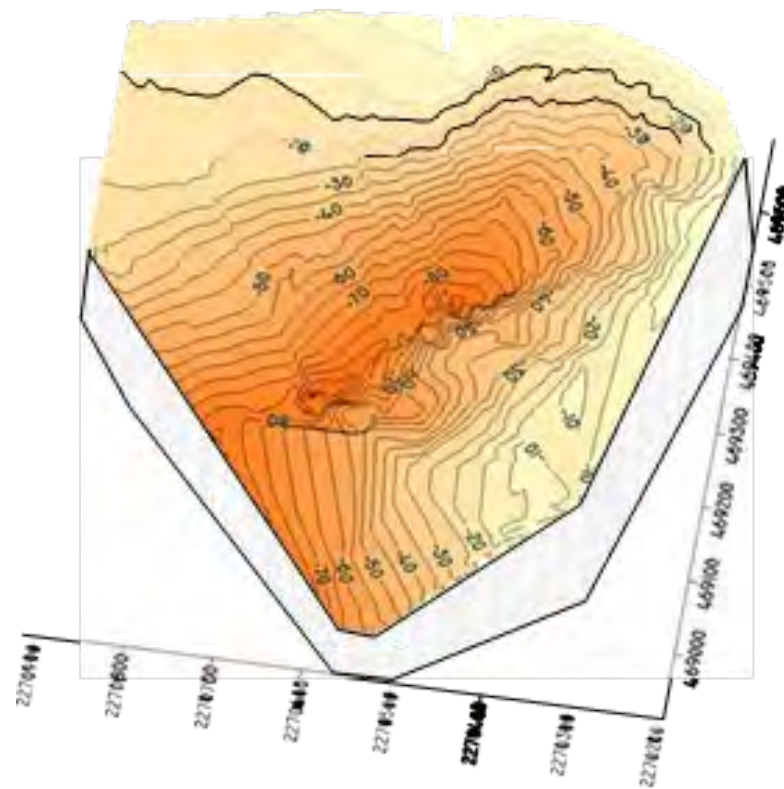


Figura 50. Batimetría de la zona de la playa de Mismaloya, (Cupul-Magaña, 2004)

El autor referido, menciona que al parecer este tipo de fenómeno ya había ocurrido en la zona alrededor de 30 años antes, según la versión de antiguos colonos de Mismaloya. La diferencia estriba en que hace 30 años no existía el desarrollo turístico del Hotel, de tal manera que la naturaleza podía reestablecer el equilibrio perdido, reclamando la arena depositada tierra arriba en el delta de Río. Sin embargo, en esta ocasión el

proceso de estabilización podría durar mucho más tiempo y causar graves daños a la estructura del hotel, ya que éste se construyó sobre la playa que formaba parte del delta natural del río mismo, evitando de esta manera el aporte de sedimentos necesarios para estabilizar el perfil. Actualmente la playa y el hotel siguen presentando graves problemas de erosión.

En conclusión, el evento erosivo de la playa de Mismaloya fue originado por un deslizamiento del material de la playa debido al peso del depósito que yacía sobre pendientes pronunciadas entre 10° y 18° , evento que se magnificó por el oleaje de tormenta del huracán Juliette. Es difícil predecir cuándo alcanzará la playa su estabilidad.



Figura 51. Vistas de la playa de bolsillo de Mismaloya que tiene una longitud aproximada de 200 m, antes del evento y posterior al evento de subsidencia, obsérvese como disminuyo la superficie del litoral.



Figura 52. Vista del escarpe formado por el evento de subsidencia, el cual afecto al Hotel, palapas e infraestructura, la última imagen muestra el estado actual de la playa.

Playa Holly Day Inn

El fenómeno descrito también ha ocurrido al menos en dos ocasiones en siete años en esta playa, localizada al sur de la desembocadura del río Pitillal, donde la subsidencia de la playa ha tenido un escarpe de 30 m de longitud aproximada. Este proceso puede deberse de acuerdo con Cupul Magaña (comunicación personal) a cambio en la pendiente submarina, la cual ya no pudo soportar el peso de los sedimentos formados por arenas y limos, otra hipótesis es la modificación de la distribución de la arena, provocada por la construcción anárquica de espigones en las playas, lo que crea un desequilibrio en el volumen depositado en las pendientes submarinas inestables.

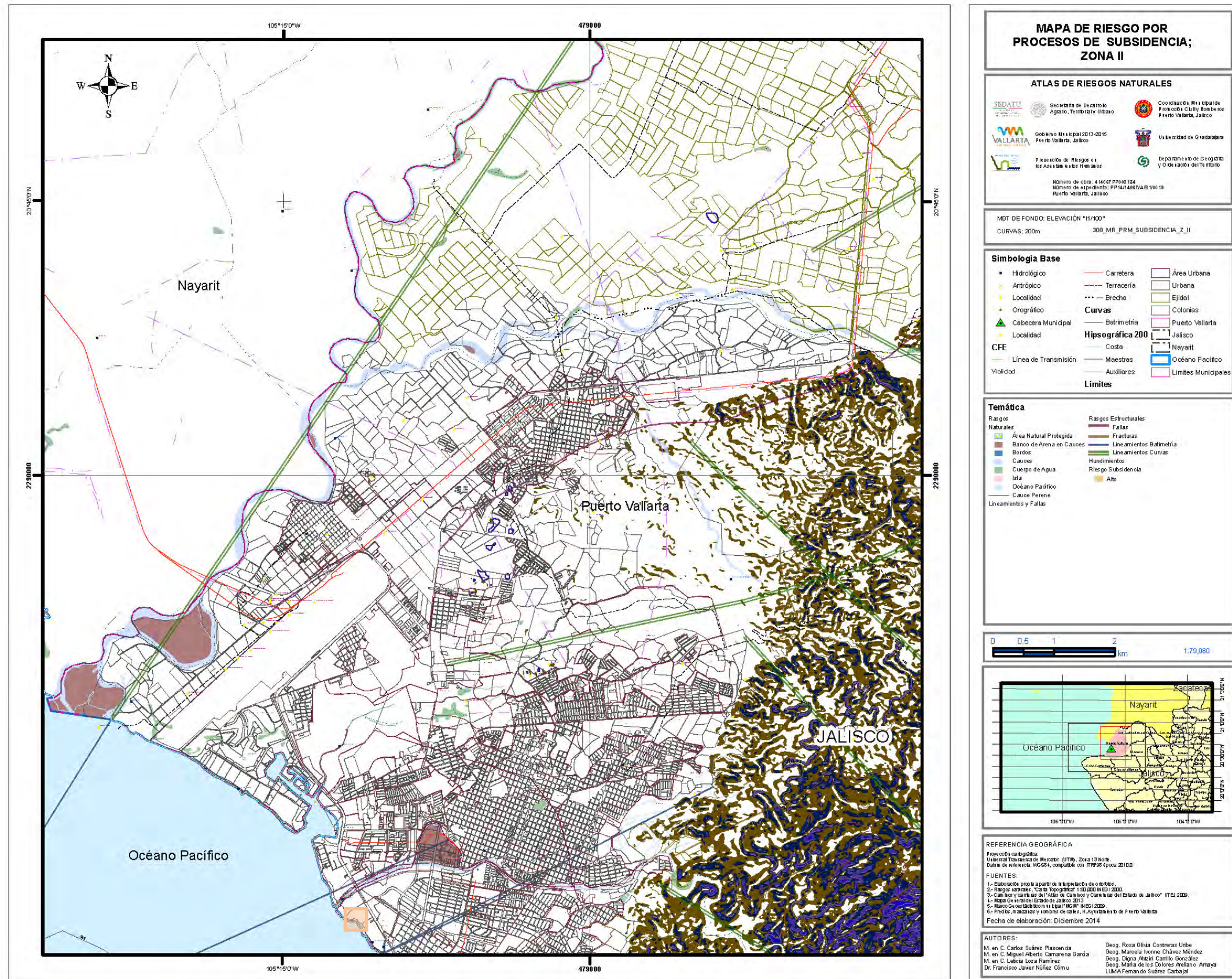
Las siguientes imágenes muestran este proceso.



Figura 53. Aspecto del escarpe de la subsidencia que sufrió la playa y como luce actualmente, donde el mar penetra al menos 20 metros en el sector sur de la playa con respecto a su zona norte.

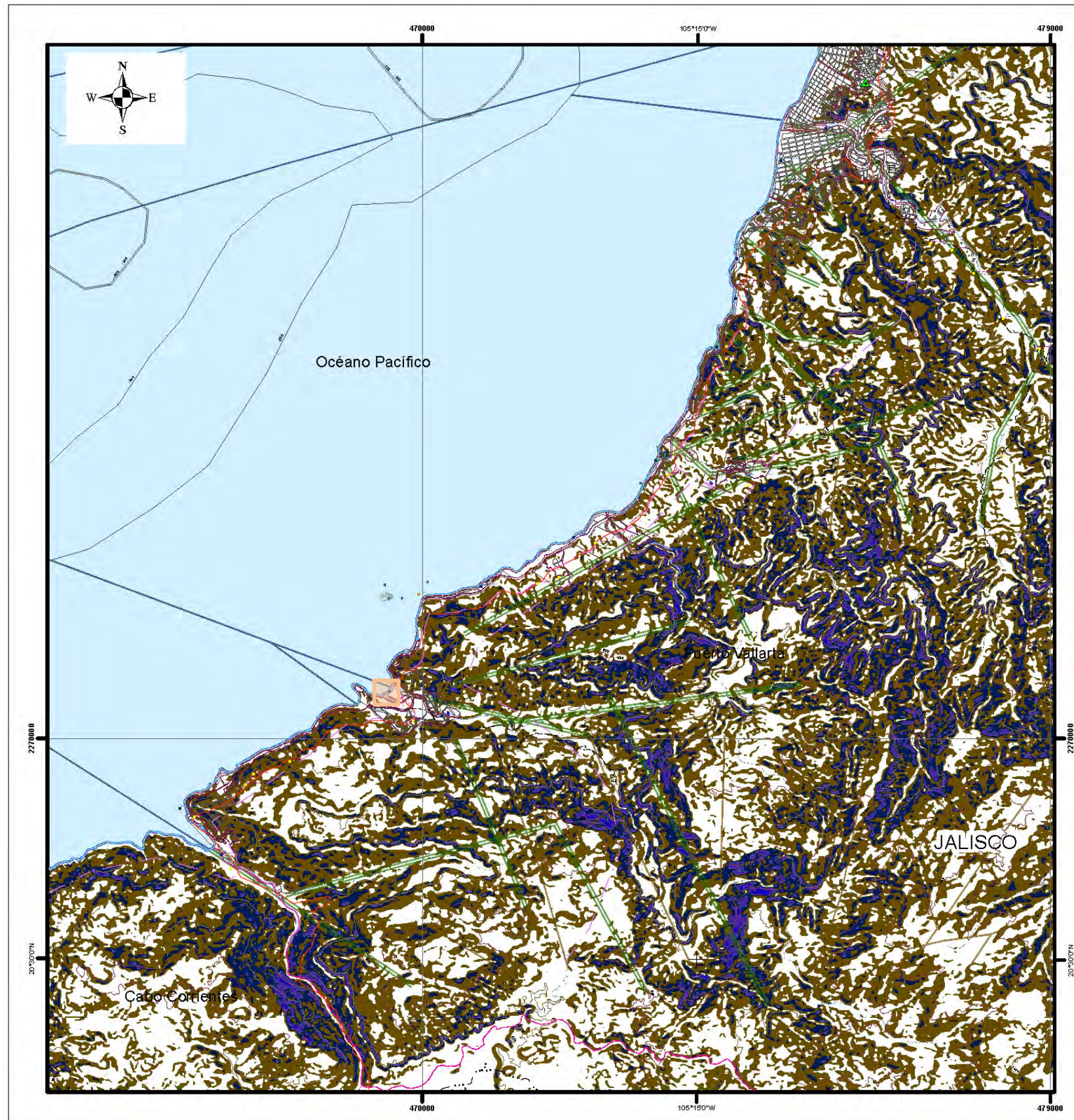
El peligro por afectación ocasionada por procesos de subsidencia en el litoral de Puerto Vallarta, no es continuo en el tiempo, dado que debe de haber un acumulado importante de arena, que permita que esta se deslice hacia el fondo marino, este tipo de fenómeno puede traer consecuencias si ocurre en un día con bañistas en la playa, porque se puede generar su arrastre hacia el mar, y provocar daños corporales, tal y como ocurrió con los buzos en la zona de Los Arcos el 30 de noviembre del 2007, los que posiblemente fueron arrastrados por un deslizamiento submarino del material acumulado en el talud continental.

Por lo que es necesario tener un reglamento y diseño en la construcción de los espigones en la playa, a fin de que estos no generen desequilibrios en la dinámica de distribución de arena en la unidad geomorfológica de playa y en el talud continental.



Mapa 63. Mapa donde se identifican las áreas que han presentado subsidencia en la zona de playa, que se localizan en la desembocadura del Rio Pitillal, donde en la playa en su sector norte y sur se han construido una serie de espigones de roca, con el objeto de construir playas para los hoteles de la zona. Esto ha creado un desequilibrio que aunado a la morfología submarina próxima a la orilla de la Bahía, ha generado procesos de erosión que ha generado el hundimiento de la playa, tal y como se observa en las fotografías de la página anterior.





MAPA DE RIESGO POR PROCESOS DE SUBSIDENCIA ZONA III

ATLAS DE RIESGOS NATURALES

Número de obra: 4164 DP 00005 184
 Número de expediente: PP14/14067VA/EP100 19
 Puerto Vallarta, Jalisco

MDT DE FONDO: ELEVACIÓN "11/100"
 CURVAS: 200m 309_MR_PRM_SUBSIDENCIA_Z_III

Simbología Base

<ul style="list-style-type: none"> Hidroológico Antropógico Localidad Orográfico Cabeecera Municipal Localidad CFE Linea de Transmisión Viabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Carretera Terracería Brecha Curvas Batimetría Hipsográfica 200 Costa Maestras Auxiliares 	<ul style="list-style-type: none"> Área Urbana Urbana Ejidal Colonias Puerto Vallarta Jalisco Nayarit Océano Pacífico Limites Municipales
---	--	--

Temática

<ul style="list-style-type: none"> Riesgos Naturales Área Natural Protegida Banco de Arena en Cauces Bordos Cauces Cuerpo de Agua Isla Océano Pacífico Cauce Perene Lineamientos y Fallas 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgos Estructurales Fallas Fracturas Lineamientos Batimetría Lineamientos Curvas Hundimientos Riesgo por Subsistencia Alto
---	---

0 0.5 1 2 km 1:79,080

REFERENCIA GEOGRÁFICA

Proyección cartográfica: UTM
 UTM Zona 13 Norte
 Datum de referencia: WGS84, compatible con ITRF96 época 2010.0

FUENTES:

- 1- Elaboración propia a partir de la información de campo.
- 2- Mapa satelital "Carta Topográfica" 1:50,000 INEGI 2000.
- 3- Cartografía y cartografía del "Atlas de Caminos y Carreteras del Estado de Jalisco" ITSE 2009.
- 4- Mapa Geográfico del Estado de Jalisco 2013.
- 5- Mapa Geográfico del Estado de Jalisco "MGI" INEGI 2009.
- 6- Predios, manzanas y nombres de calles, H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta.

Fecha de elaboración: Diciembre 2014

AUTORES:

M. en C. Carlos Suárez Plascencia	Geog. Rosa Olivia Contreras Uribe
M. en C. Miguel Alberto Camarena García	Geog. Marcela Ivonne Chávez Méndez
M. en C. Leticia Loza Ramírez	Geog. Diana Alejandra Camillo González
Dr. Francisco Javier Núñez Córnu	Geog. María de los Dolores Arellano Araya
	LIMA Fernando Suárez Carbajal

Mapa 64. Mapa donde se identifica el área que ha presentado subsidencia en la zona de playa en Mismaloya, que se localizan en la desembocadura del Rio del mismo nombre. En esta zona de litoral se construyó un hotel en que ha creado un desequilibrio en la distribución de la arena que transporta y deposita el rio en la playa, ello aunado a la morfología submarina ha generado procesos de erosión, que a la postre ha formado el hundimiento de la playa, tal y como se observa en las fotografías de la figura 51 y 52.



5.7 Agrietamientos.

El municipio no presenta este tipo de fenómeno perturbador hasta la elaboración de este Atlas. Aunque cabe establecer que la zona susceptible a este tipo de fenómenos es la Planicie Costera, dada la presencia de una litología formada por limos, arenas y en algunos sitios arcillas. Esta topografía presenta niveles freáticos cercanos a la superficie, en el caso de que pudiese ocurrir un abatimiento por sobreexplotación del acuífero, podrían generarse agrietamientos del suelo, tal y como ocurre en otros sitios del país.

5.8 Ondas cálidas y gélidas.

De acuerdo con e CENAPRED (2014), la ola de calor es un calentamiento importante del aire, o invasión de aire muy cálido, sobre una zona extensa, donde la temperatura máxima supera su umbral durante tres días consecutivos.

En el mapa nacional de peligro por onda de calor, con base en el P90, muestra que el municipio de Puerto Vallarta se le clasifico con un peligro Alto a ondas de calor, por lo que se procedió a realizar un análisis del fenómeno con base en los datos de temperaturas extremas reportados en la serie de tiempo de 86 años de las estaciones "Puerto Vallarta" (14116) y Cuale (14339).

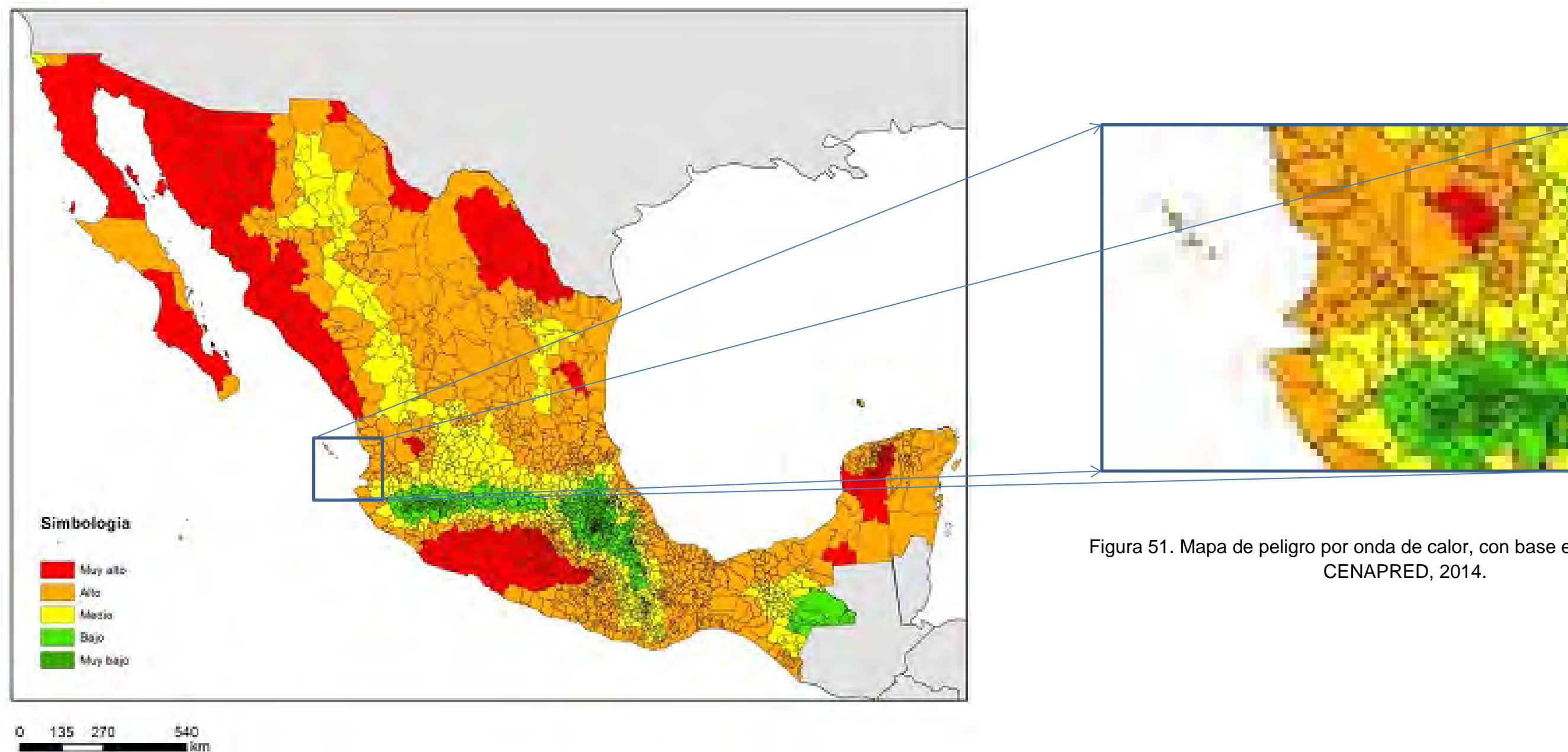


Figura 51. Mapa de peligro por onda de calor, con base en el P90. Fuente: CENAPRED, 2014.

Las olas de calor por lo tanto se definen como periodos con temperaturas elevadas, en algunos estudios utilizan las temperaturas medias o utilizan un método de percentiles (95 u 80%) para definir la frontera de estas ondas de calor. Para definir los periodos prolongados se utilizan lapsos de tiempo de 3, 4, 5, 15, 16 días continuos.

Para este análisis utilizamos las medias de las máximas mensuales del periodo comprendido de 1926 a 1988 en la estación Puerto Vallarta y en la estación Cuale de 1980 al 2012. El criterio utilizado para definir los periodos de olas de calor fue que las máximas excedieran la media por más de 3 días. Los datos y los resultados de los periodos registrados por mes y su análisis se muestran en las siguientes páginas.

P. Vallarta	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1926						1			1			
1927												
1928		1			2	2		2	2		3	3
1929	2	1	1			1	3	2	3	1		2
1930	2	2	1	3	1	2	4	3	1		1	3
1931	3	3	2	2	1	1		1			1	1
1932		1	1	2	1	1	2	2			1	1
1933			1									
1934								1	1	2	2	3
1935	3	1	3	2	1						2	2
1936	1				1	1			1	2	2	2
1937	1	3	3	2	2	2	3	1	3	2	2	2
1938	4	1	2	1	3	2	3	1	3	1	1	2
1939	1	1	1	2	2	2	2	1	2	3	1	2
1940	3	2	2	3	3	2	2	2	1	3	2	1
1941	2	2	3	4	1	2	4	2	2	2	3	5
1942	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	1	3
1943	3	3	1	3	1	4	1	2	2	3	2	1
1944	3	1		2	2	2	1	2	4	2	1	2
1945	2	2	4	1	2	1	3	3	4	1	1	1
1946	2	2	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2
1947	2	1	1	1	3	2	2	1	2	2	2	3
1948	2	1	2	1	1	2	3	1	2	2	2	2
1949	3	1	1	1	1	2	3	1				3
1950	1	3			1							
1951						1						1
1952	2	3										1
1953						1		2	1			
1954		1		1	1	2	4	1	3	1	2	2
1955	1		2	2	3	3	1	3	2		1	

1956	2		2	3	2	2	3	3	3	3	2	1
1957	1	1	3	2	2	1	2	2	3	3	3	1
1958	4	2	4	2	2	3	4	3	3	2	3	3
1959	2	1	1	2	1	4	3	2	3	2	2	1
1960	2	1	2		1	3	3	3	2	2	2	1
1961		1	2	2	3	2	5	3	3	1		1
1962	2	1		2	3	3	2	3	3	1	2	1
1963	2	2		2	4		1	3	3		1	
1964	1					1						
1965							1					1
1966												1
1967												2
1968							1	2	1		1	3
1969	2	2		1	1	1	1					
1970		1				1		1		1		
1971				1			1					
1972	1				1	1	3	1	2	3	2	2
1973	1	2										
1974												1
1975												1
1976		2			1	1	1	3				
1977	1	1			1	2	3	1	1		4	2
1978	1	2	2	2	1	3		4	2		3	3
1979	2	2	1	1	1	3	1	2	3	1	2	3
1980	2	2	2	2	1	3	4	1	3	2	3	3
1981	3	2		1	2		1	3	2			2
1982	3	2		3		2	1	3	3	1	3	2
1983	3	3			1	3	3	4	2			
1984	4	2			1	1			1			2
1985						1		2	3			
1986	1	1	1	3	1			1			1	2
1987						2	3	1	1	1	1	
1988	2	3					1	1				

Cuadro 42.

Resumen de máximas Puerto Vallarta (14116)

Periodo de datos: 1926 – 1988

Máxima extrema 46.0° (9 junio 1946)

Máxima más baja 19.0° (17 febrero 1981)

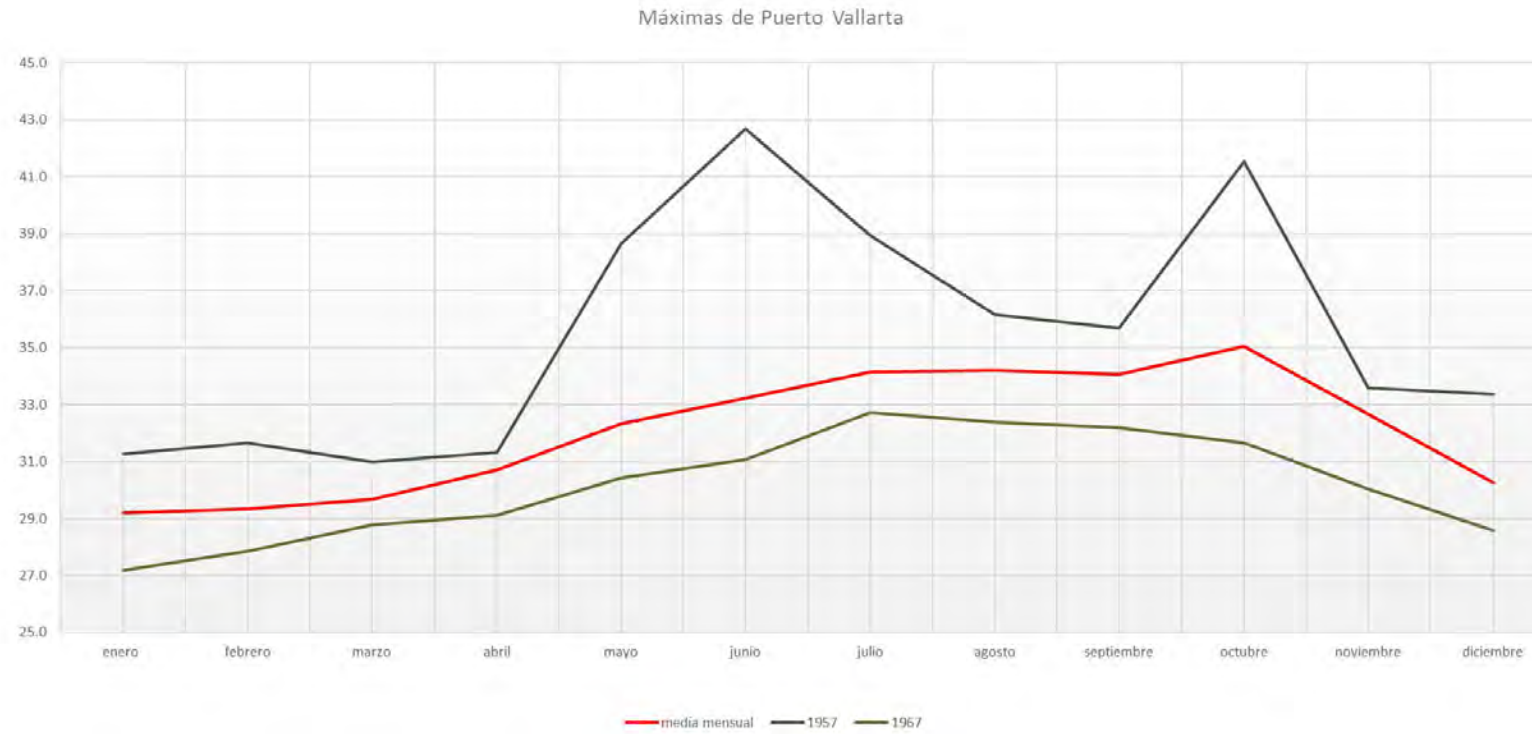
Año más cálido 1957

Año menos cálido 1967

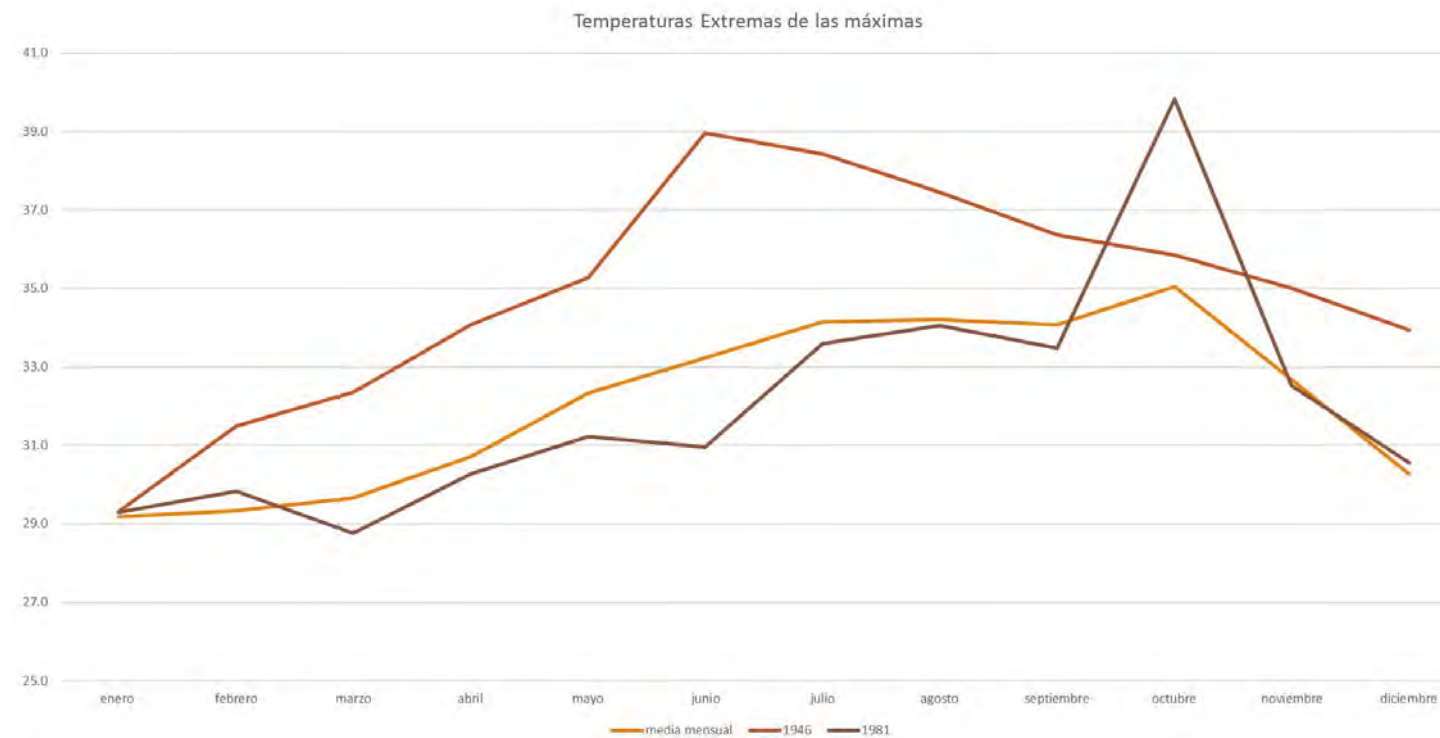
Año más regular 1930

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
media mensual	29.2	29.3	29.7	30.7	32.3	33.2	34.1	34.2	34.1	35.1	32.7	30.3

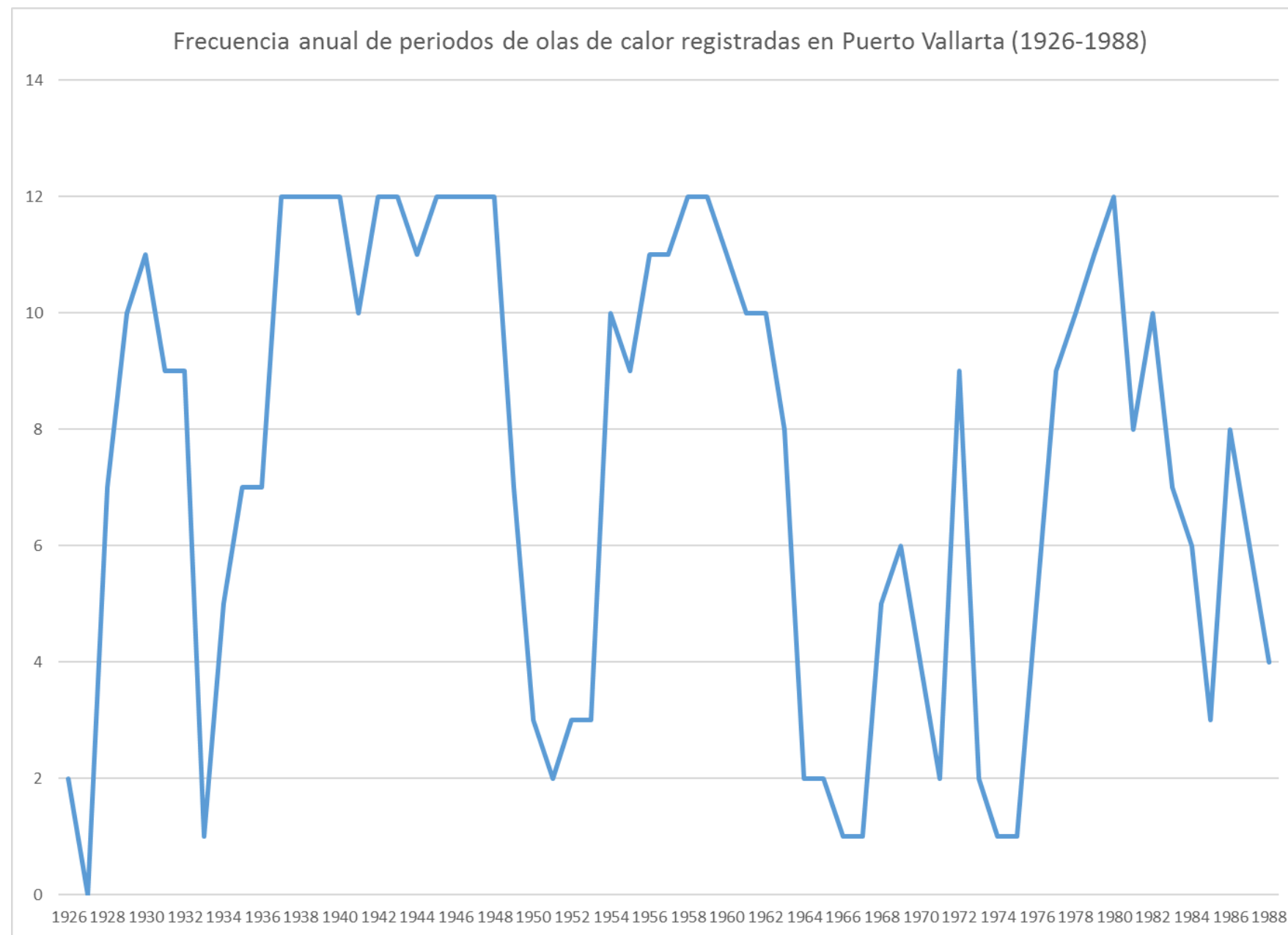
Cuadro 43. Datos mensuales 1926 – 1988, estación Puerto Vallarta (14116) de la CONAGUA



Gráfica 54. Promedio mensual en el periodo 1926-1988 y las temperaturas del año más cálido de 1957 con temperaturas de hasta 42.5°C y el menos cálido de 1967 con temperaturas de 33°C en la estación Puerto Vallarta.

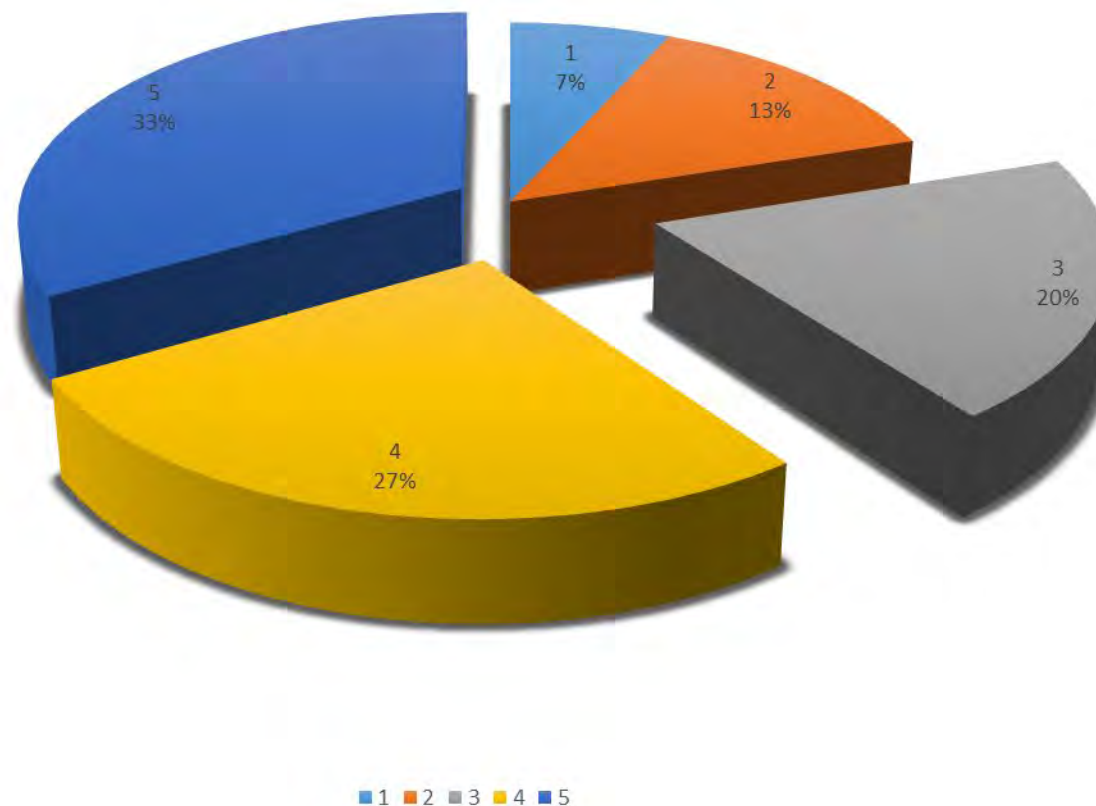


Gráfica 55. Promedio mensual en el periodo 1926-1988 y las temperaturas extremas de las máximas registradas en 1946 y 1981 en la estación Puerto Vallarta, donde se observa un pico en octubre de 1981 que alcanzó los 40°.



Gráfica 56. Frecuencia anual de periodos de las de calor registradas en 62 años en la estación Puerto Vallarta, donde se observa que el máximo ha sido de doce periodos por año y estos ocurren la mayor parte del tiempo en el verano y otoño.

Numero de periodos por mes que han presentado olas de calor



Periodos registrados por mes	N° de periodos
1	173
2	166
3	108
4	18
5	1

Gráfica 57. Frecuencia del número de periodos de olas de calor registrados por mes en 62 años en la estación Puerto Vallarta, donde se observa que el periodo mensual con un solo evento es de 173, le sigue con dos registros mensuales con 166 y solo se ha presentado un mes con 5 periodos y ocurrió en 1990.

Puerto Vallarta tiene registrada la máxima extrema de 46°C, pero no se ha sostenido por más de 24 horas, los meses con más periodos de olas de calor registrados han sido marzo y julio, que corresponden el primero al estiaje y la segunda al inicio de la temporada de lluvias. En general se presentan de 1 a 3 periodos de calor por mes que las máximas excedieran la media por más de 3 días. En el municipio la población vulnerable a estos fenómenos son los grupos de edad entre 0 y 5 años que es de 27,719 y conforma el 11% de la población total, así como el grupo de población de 65 y más que es de 14,473 que representa el 6% de la población total del municipio, tal y como se observa en la figura 58. Estos grupos de edad deberán ser considerados ante la presencia de una ola de calor que afecte el área de estudio.

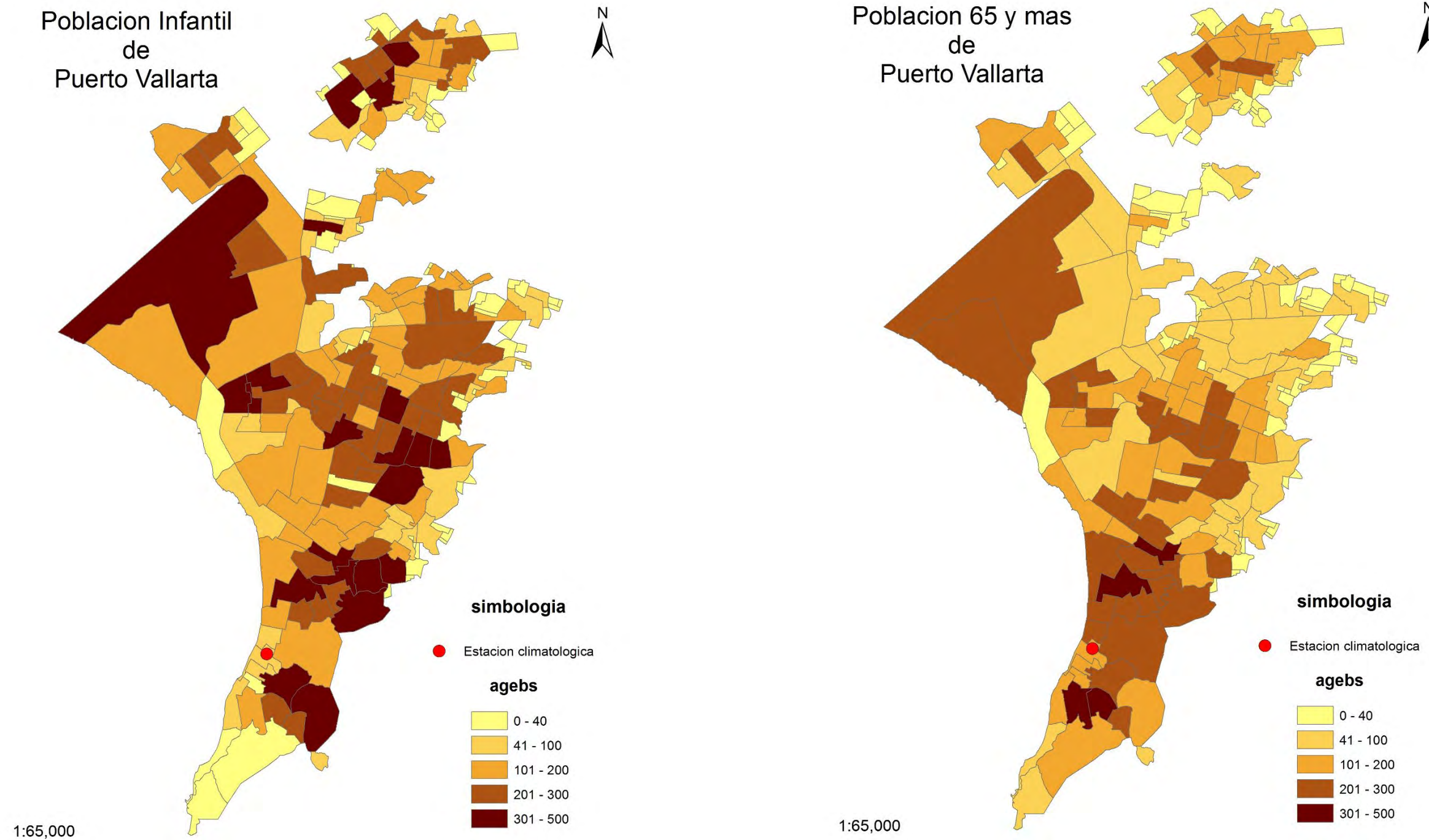


Figura 58. La Población vulnerable a las olas de calor, es la infantil de 0-5 años y la de 65 y más. La primera registro en el año 2010, 27,719 niños y que representó el 11% de la población total del municipio. En tanto la población de la tercera edad fue de 14,473, que represento el 6%.

Ondas Gélidas.

Existen varias definiciones de una helada, se puede decir que una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

El municipio de acuerdo a los registros de temperaturas, no presenta ondas gélidas, las temperaturas máxima mínima registradas es de 19°C durante febrero de 1981 invierno, con temperaturas promedio de 16°C, tal y como se muestra en los cuadros 44 y 45, de la estación Cuale, con un registro de 39 años del Boletín Meteorológico N° 4 del Plan Lerma de Asistencia Técnica.

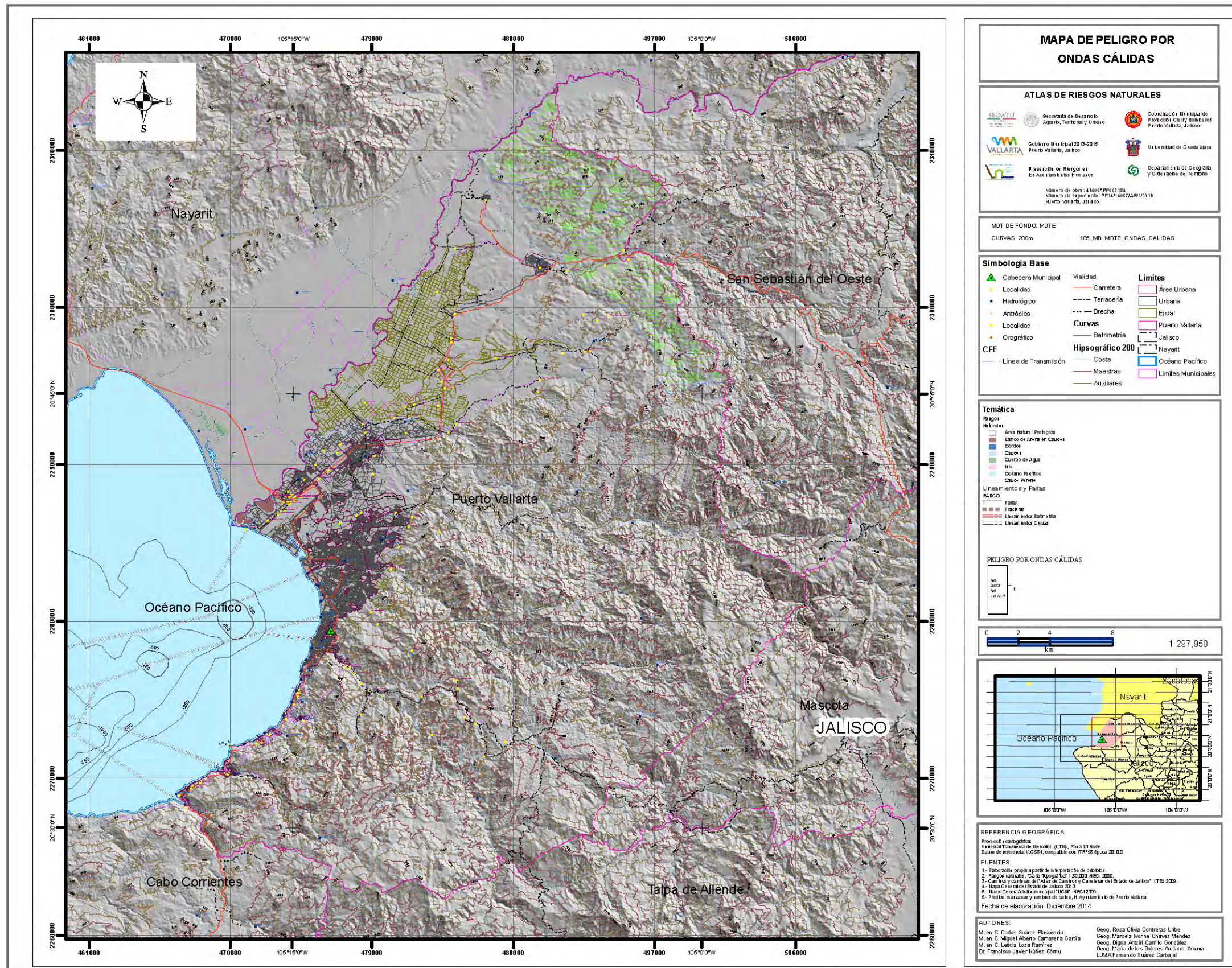
CUADRO 44: TEMPERATURA MÍNIMAS EXTREMAS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MIN	10.0	10.0	10.0	10.5	12.0	16.5	17.0	17.0	17.0	15.0	10.5	11.0	10.0

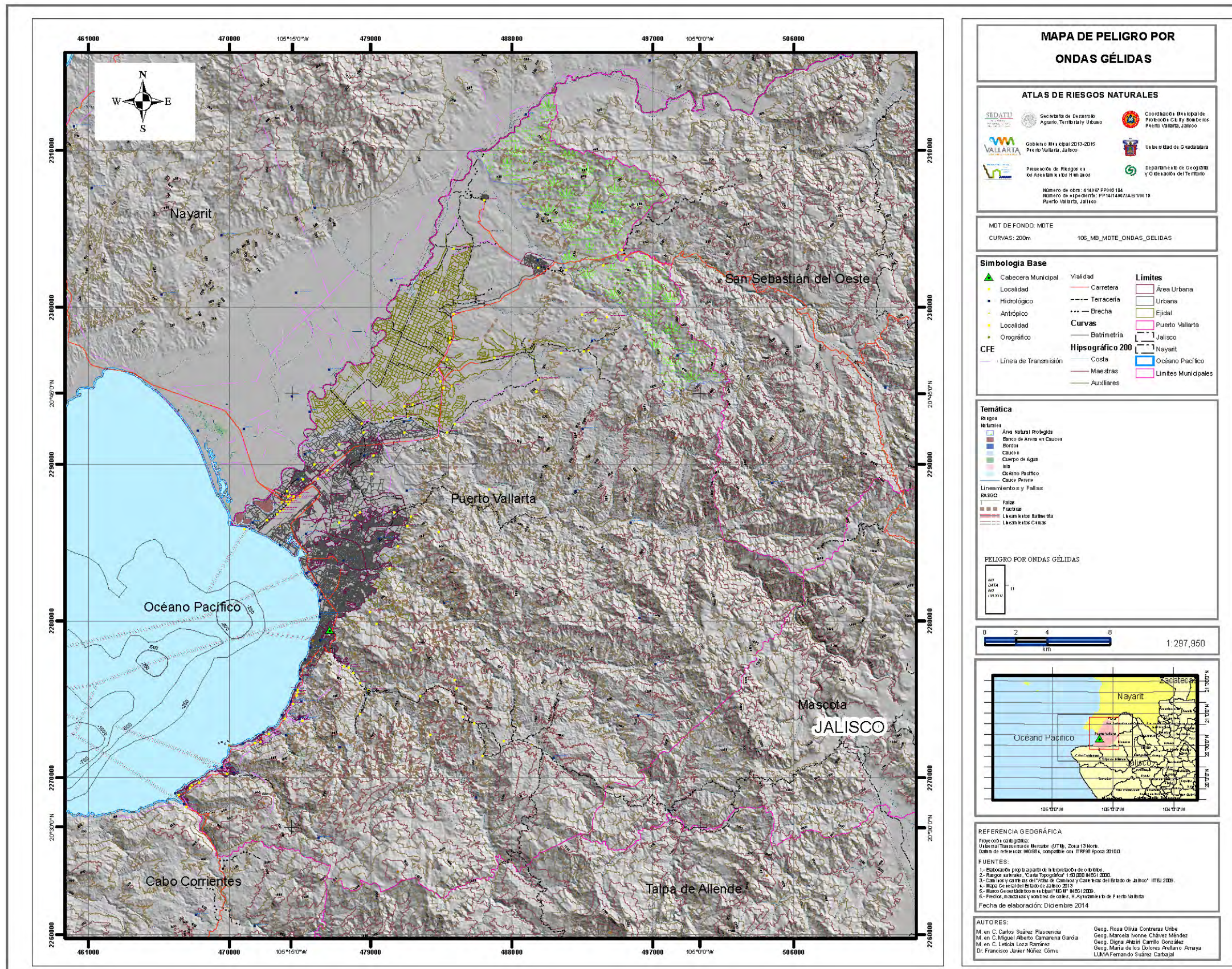
CUADRO 45: TEMPERATURAS MÍNIMAS PROMEDIO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MIN	16.0	16.3	16.5	17.6	18.3	21.2	23.2	22.9	23.2	22.2	20.1	17.6	19.6

Siguiendo el mismo criterio de análisis de las ondas de calor, que es de presentar una temperatura mínima que supere su umbral durante tres días consecutivos. En este caso y de acuerdo con los datos de la Estación El Cuale y Puerto Vallarta, en conjunto con 86 años de registros y los presentados en los cuadros 44 y 45, las mínimas extremas registradas en un solo día fueron de 10° C en enero, febrero y marzo, con ello NO se cumple la condición de tener una temperatura de 0° C y de mantenerse la temperatura mínima por 3 días, por lo que no es posible generar un mapa de peligro de ondas gélidas. El Mapa 65 se presenta SIN DATOS, dado que hasta el momento de terminar este Atlas no hay registros meteorológicos, orales o escritos de fenómenos por ondas gélidas en el municipio.



Mapa 65. Mapa de peligro por ondas cálidas para el municipio de Puerto Vallarta, con base en los datos climáticos analizados los registros de temperatura máximas que superen el umbral durante tres días consecutivos, han sido 466 en las estaciones meteorológicas de Puerto Vallarta y El Cuale, con una máxima de 36.5° C pero dado que solo son dos estaciones cercanas, los resultados no pueden ser cartografiados, por esta razón el mapa de muestra sin datos.



Mapa 66. Mapa de peligro por ondas gélidas en el municipio de Puerto Vallarta, con base en los datos climáticos analizados, no hay registros de temperatura mínimas que lleguen a los 0° C, y las temperaturas mínimas registradas de 10° C NO han superado el umbral de tres días consecutivos en las estaciones Puerto Vallarta y Cuale en un periodo de 86 años, donde la mínima promedio ha sido de 16.0° C, por lo que el peligro en esta ventana de tiempo no es cartografiable, por lo que el mapa no presenta datos de este fenómeno hidrometeorológico.

5.9 Sequías

El fenómeno de sequía de acuerdo con el IMTA, 2007, se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico. El agua deja de fluir en ríos que normalmente no se secan y los lagos y lagunas se convierten en valles áridos. La vida se complica.

Históricamente el IMTA (2007), reporta que entre 1882 y 1910 hubo un total de 39 periodos secos, aunque se desconoce su duración exacta, entre los estados afectados estuvo Jalisco. Entre los efectos que se tendrían la falta de lluvias es el desarrollo de incendios forestales en las áreas montañosas cercanas a Puerto Vallarta, como lo es la Sierra de Vallejo, en caso de sucederse traería problemas ambientales con respecto a la calidad del aire y deslizamientos de tierras.

De acuerdo con Hernández-Cerda, en Gay García (2000), el índice de severidad de sequía se calcula mediante el siguiente algoritmo:

$$I.S. = (SUMY - SUMX) / SUMX \quad \text{SUMY} < \text{SUMX}$$

Dónde: Y = Precipitación mensual registrada
X = Precipitación mensual normal (periodo 1951-2010)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Y	17.8	16.0	3.0	6.9	5.1	226.7	331.9	331.3	326.3	128.5	12.3	11.7	1417.5
X	36.9	12.0	4.1	4.1	17.8	226.8	360.6	384.0	434.3	123.2	23.4	20.4	1647.6

Cuadro 46.

SUMY= 1417.5
SUMX= 1647.6 Si SUMY - SUMX es menor de 0.0, hay sequía meteorológica

I.S.= -0.139

El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasificó en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). **En este caso es ausente la sequía** para el municipio de Puerto Vallarta.

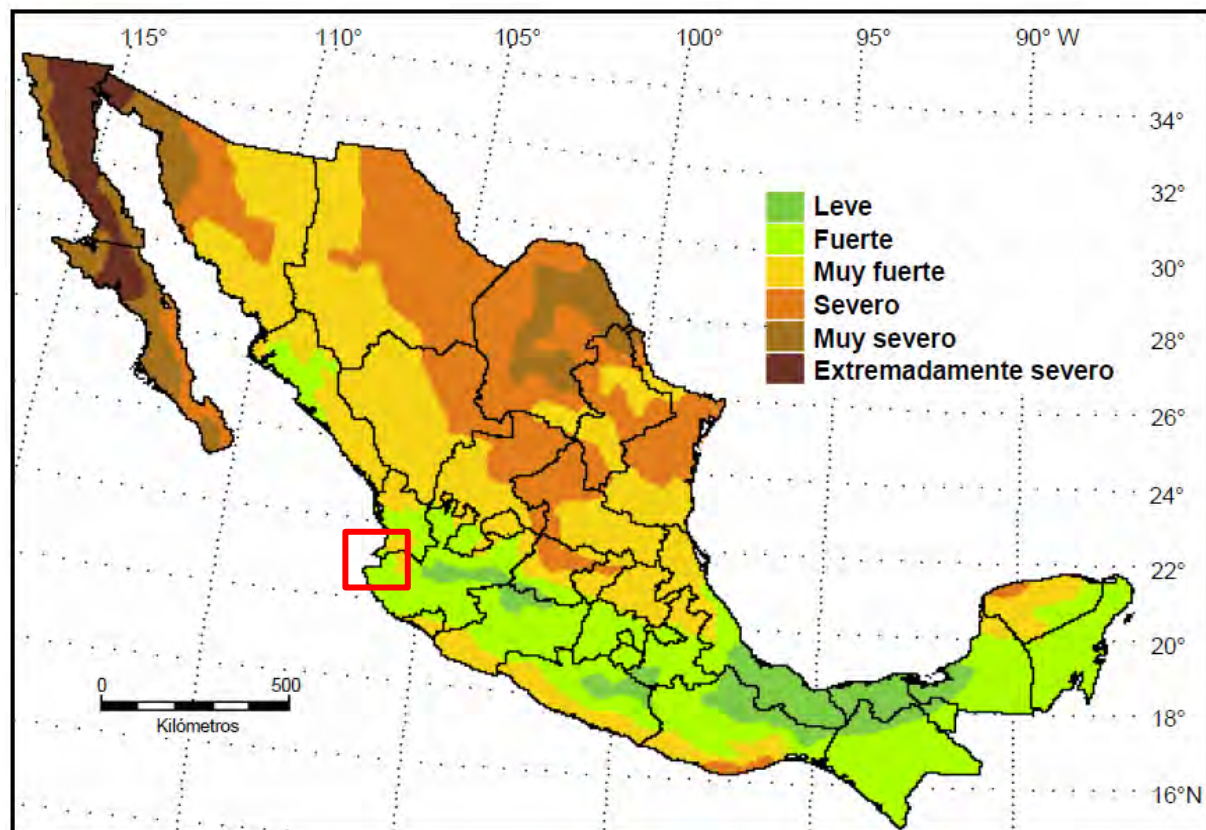


Figura 59. Los escenarios reportados para el año 2000 a nivel nacional. Muestran un grado de la sequía en Puerto Vallarta (recuadro rojo) clasificado con un índice de severidad de sequía meteorológica de tipo fuerte.

Hernández-Cerda, en Gay García (2000), prevén escenarios futuros basándose en modelos climáticos de Circulación General GFDL-R30 (*Geophysical Fluid Dynamics Laboratory*) y CCC (*Canadian Climate Center*), para simular los cambios en el equilibrio climático resultante del incremento de dos veces las concentraciones del CO₂.

Los datos de precipitación media mensual se ajustaron a los cambios planteados por los modelos GFDL-R30 y CCC para simular los efectos de un posible incremento de dos veces la concentración de CO₂. Esto se hizo al multiplicar los registros de precipitación media mensual de enero a diciembre de los treinta años estudiados por los cambios en porcentaje propuestos en condiciones de 2XCO₂.

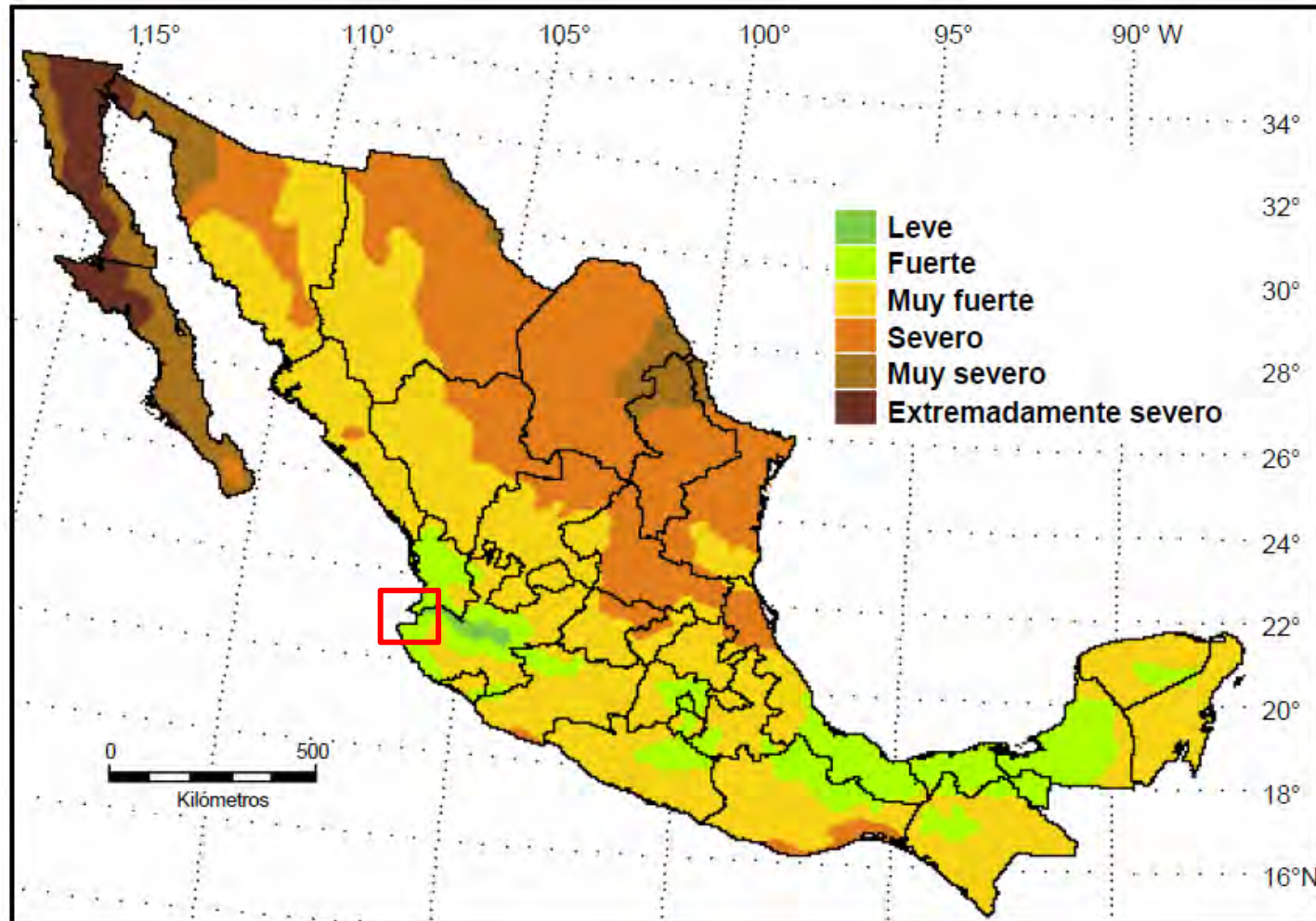


Figura 60. El índice de severidad de la sequía meteorológica en Puerto Vallarta (recuadro rojo) en el modelo CCC se clasificó como fuerte, que es semejante con el modelo anterior.

Con la aplicación del modelo GFDL-R30 esta autora no reporta cambios en el municipio de Puerto Vallarta, al continuar presentando un índice de severidad de fuerte, que es igual al calculado para los datos reportados en la figura 59.

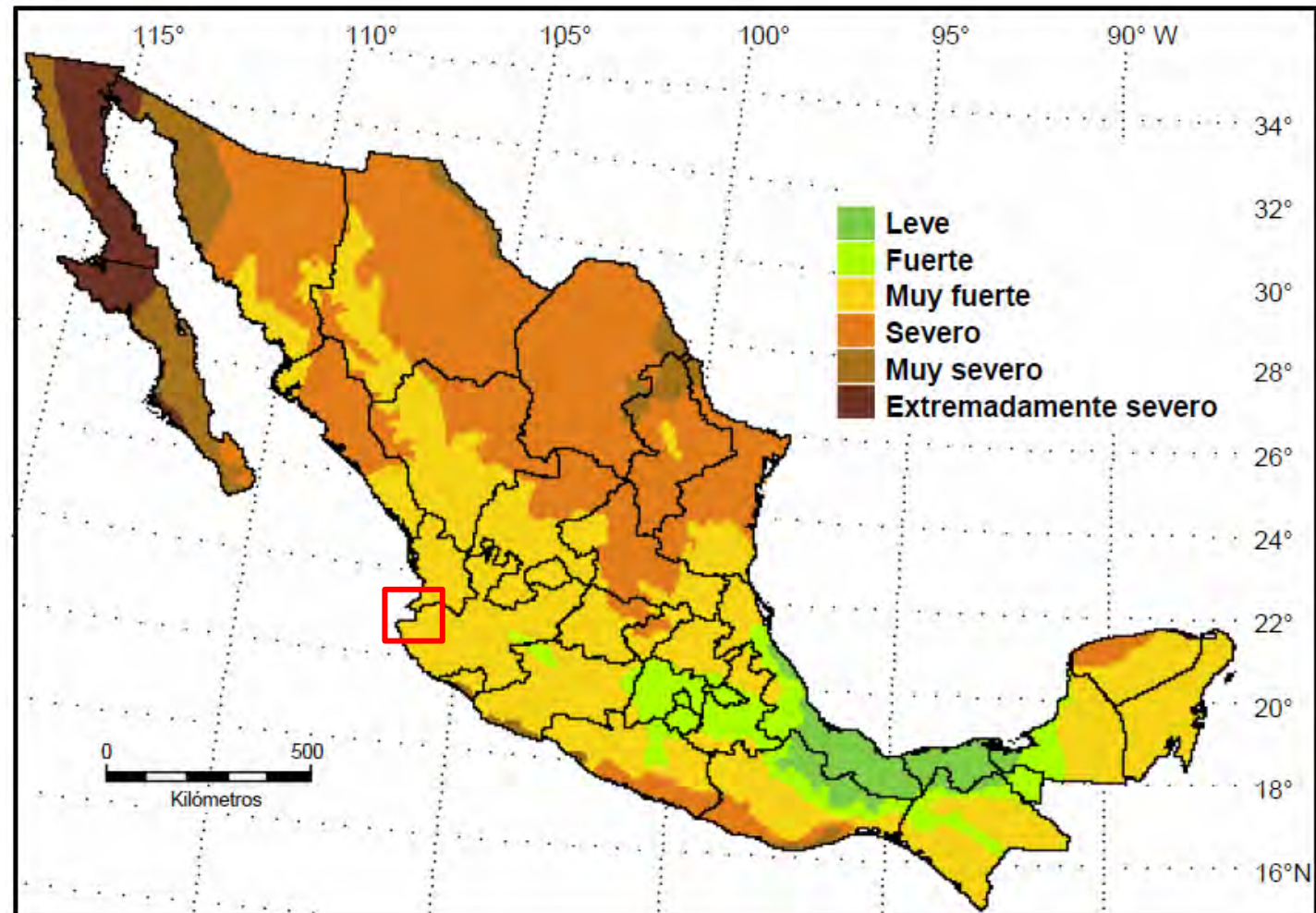
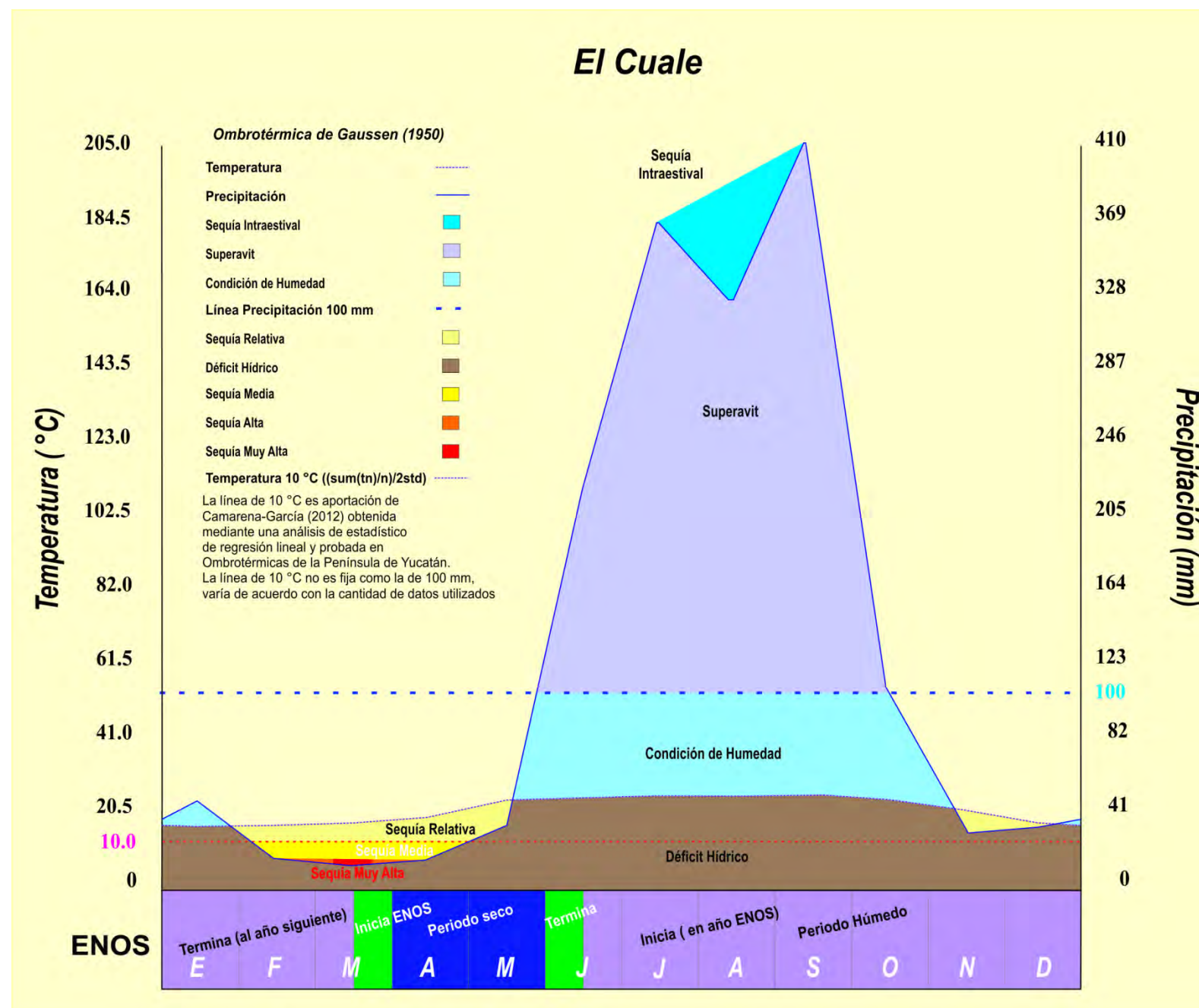


Figura 61. El índice de severidad de sequía meteorológica en Puerto Vallarta (recuadro rojo) con el modelo GFDL-R30 se eleva al siguiente nivel que es clasificado como Muy Fuerte, que de acuerdo con el cálculo efectuado en la página 188 lo identifica como Fuerte, que es un rango previo al identificado por Hernández-Cerda, en Gay García (2000).

Estos resultados son reportados una escala nacional, pero al trabajar con los datos de la estación El Cuale, con los que se elaboró un diagrama ombrotermico de Gausen que permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando 2·tm una estimación de la evapotranspiración). Para su representación, en el eje X se ponen los doce meses del año y en un doble eje Y se pone en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C). Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas. Esto es, por cada °C en temperatura se toma un par de mm en precipitación.



Grafica 55. Diagrama ombrotermico de Gausen que permite identificar el período de sequía en el municipio, el cual se registra como una sequía relativa en los meses de febrero, abril y mayo, así como en el mes de noviembre, y se registra una sequía muy alta en el mes de marzo.

Conclusiones.

Con base en los resultados expuestos y reportados por Hernández-Cerda (2000) se observa que la región de Puerto Vallarta y su región circundante se ve afectada por una sequía fuerte, que en pronósticos de 30 años se incrementa a una sequía muy fuerte, y la cual se típico como fuerte con el cálculo efectuado con los datos de precipitación del año 2011 a escala nacional.

A partir de los cálculos realizados con el método del Diagrama ombrotermico de Gaussen (1950), se determina que el nivel de sequía a nivel municipal es relativa por 16 semanas al año y muy fuerte por cuatro semanas, el resto del año existe superávit hídrico en la región, aun así se recomienda tener especial cuidado con la optimización de los recursos hídricos que abastecen a la ciudad, así como en las fuentes de suministros de alimentos, ambos elementos en caso de presentar desabasto podrían generar problemas sociales, políticos y económicos en la urbe.

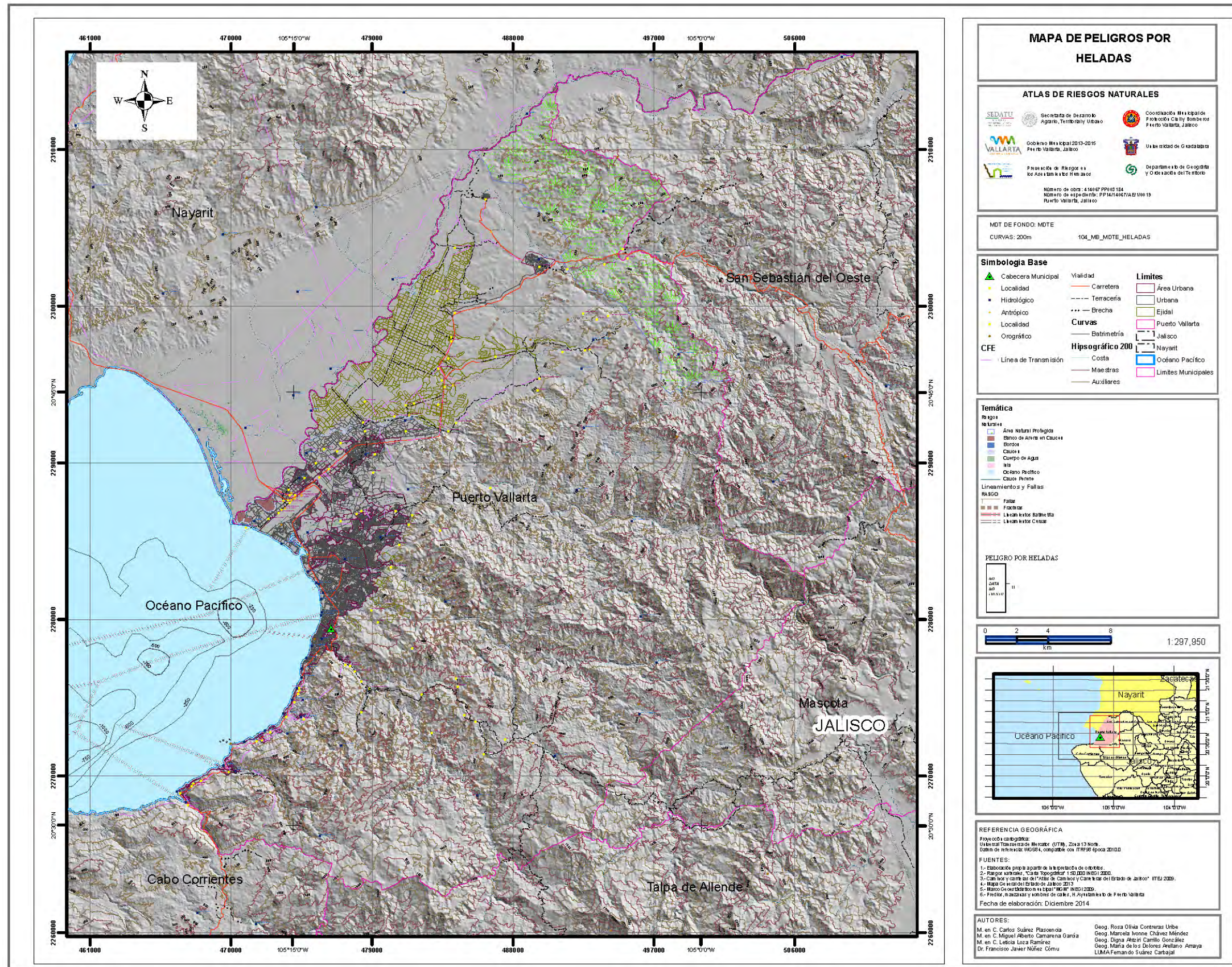
En este caso la prevención es la única manera de mitigar los efectos de la sequía, con acciones como almacenar granos básicos, hacer un uso racional del recurso agua, desazolve de presas, y hacer campañas de difusión a la población en general para fomentar conciencia de este tipo de peligro hidrometeorológico.

5.10. Heladas

Debido a las características del clima de Puerto Vallarta AW1 (W) (i'), esto es semicálido subhúmedo, el peligro por heladas es nulo, no se tiene información oral o escrita sobre la ocurrencia de este tipo de fenómenos en el municipio de Puerto Vallarta, tal y como se ha explicado en el apartado de ondas gélidas.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AÑO													

Cuadro 47



Mapa 67. El peligro por heladas para el municipio de Puerto Vallarta con base en los datos climáticos analizados, muestran que no hay registros de presencia de este fenómeno hidrometeorológico (estación Puerto Vallarta y El Cuale y las cercanas para un periodo de 86 años), por lo que el peligro en esta serie de tiempo no es registrable ni cartografiable.

5.11 Tormentas de Granizo

Como promedio se presentan 0.2 días de granizadas al año, pero se ha registrado una en diciembre de 1946 y la más reciente en la noche del 24 de julio del 2014, afectando la zona de Ixtapa, la parte alta de El Pitillal y la colonia Lázaro Cárdenas, esta granizada se derivó de una tormenta con un registro total de 66 mm en 120 minutos.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
MAX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
AÑO												1946	

CUADRO 48. INTEMPERISMOS SEVEROS DE LA ESTACIÓN EL CUALE, GRANIZO MÁXIMO Y MEDIAS (DÍAS)

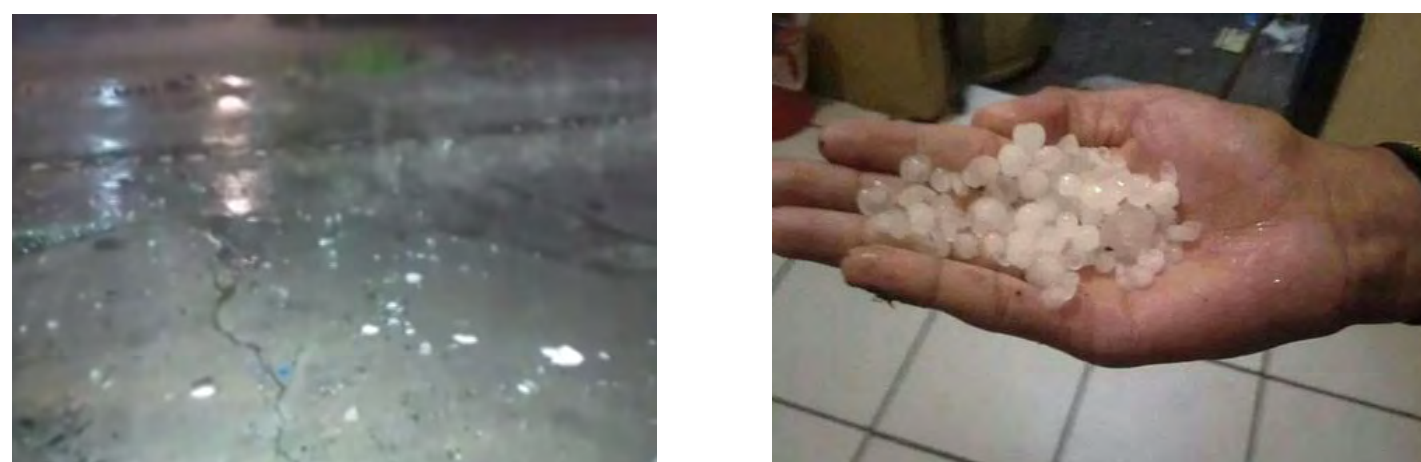
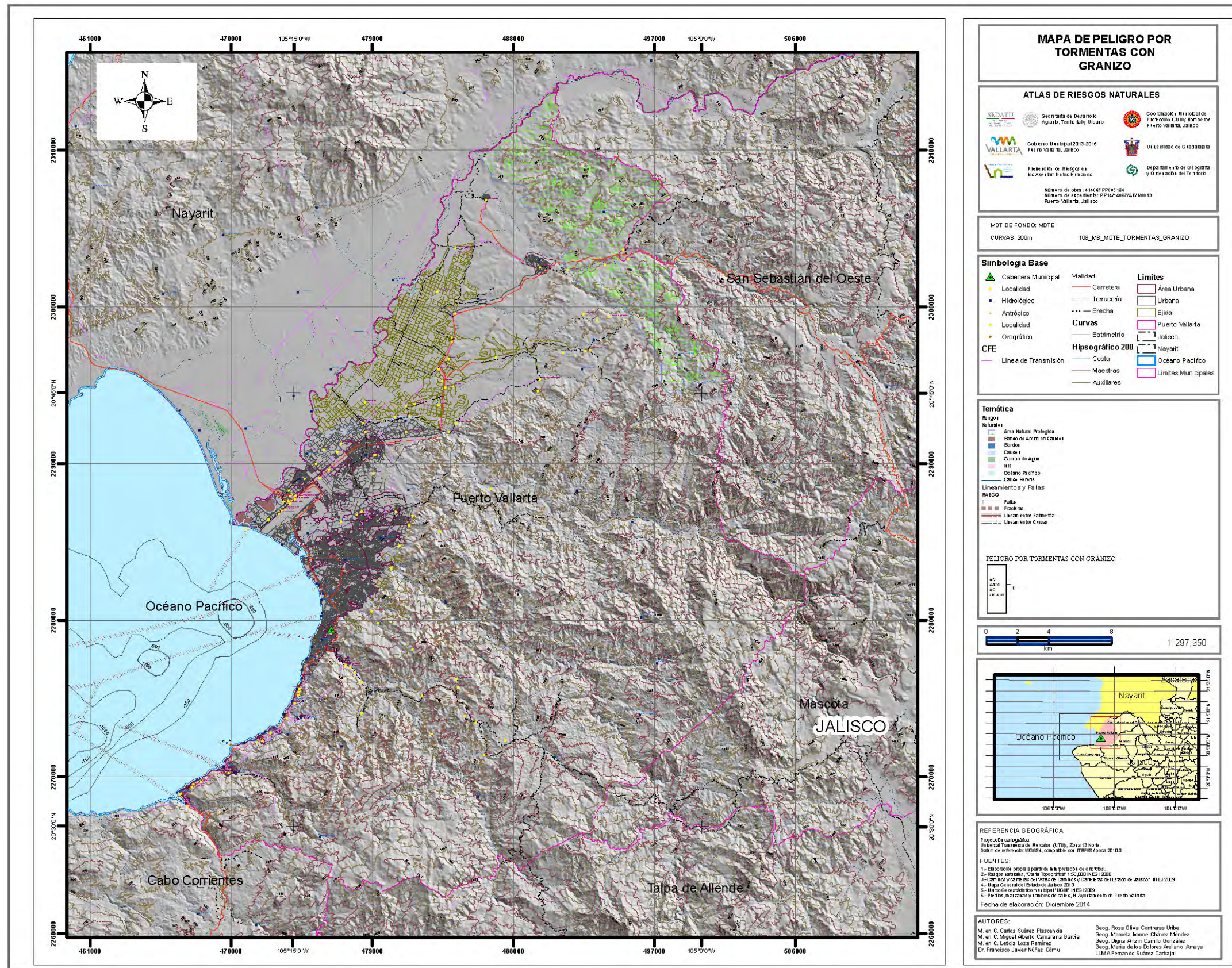


Figura 62. Fotografías del granizo que se precipito el 24 de julio del 2014 en Puerto Vallarta. Fuentes: GDL Noticias Televisa y milenio.com.



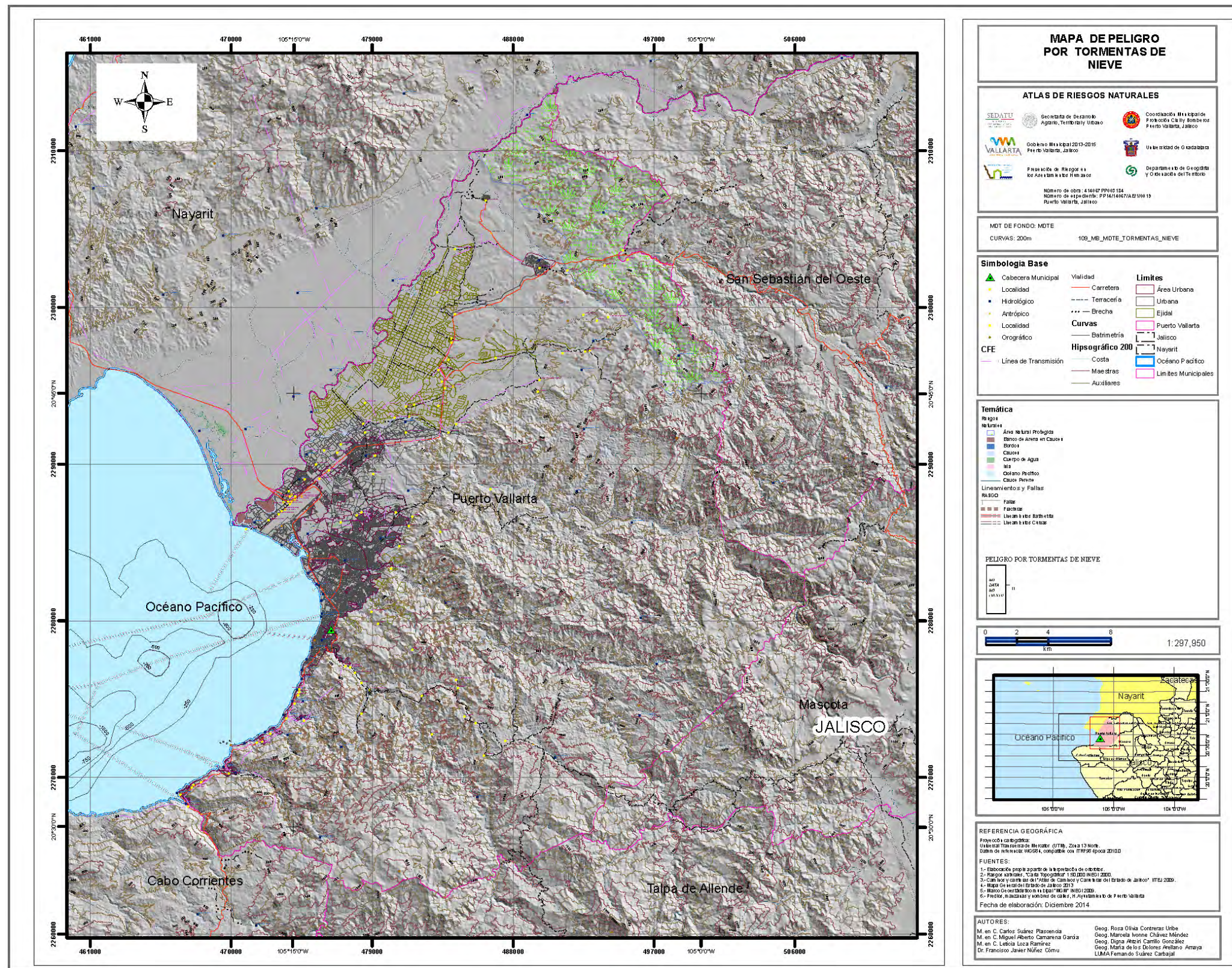
Figura 63. Imágenes tomadas de internet se descargas atmosféricas en la zona costera de Puerto Vallarta.



Mapa 68. El peligro por caída de granizo para el municipio de Puerto Vallarta, con base en los datos climáticos analizados estos muestran la presencia de este fenómeno hidrometeorológico en la estación El Cuale en el año de 1946 y en el año del 2014, por lo que el peligro en esta serie de tiempo no es cartografiable.

5.12 Tormentas de nieve

El peligro por nevadas es nulo, ya que NO se ha presentado este fenómeno perturbador en el municipio, tal y como se explicó en el apartado de ondas gélidas.



Mapa 69. El peligro por tormentas de nieve para el municipio de Puerto Vallarta con base en los datos climáticos analizados, muestran que NO hay registros de presencia de este fenómeno hidrometeorológico (estación Puerto Vallarta y Cuale para un periodo de 86 años), por lo que el peligro en esta serie de tiempo no es registrable ni cartografiable.

5.13 Tormentas Eléctricas.

La susceptibilidad a afectaciones por rayos durante el temporal de lluvias en el municipio de Puerto Vallarta se determinó con base en los datos proporcionados por la NMX-J-ANCE-2005 “Sistemas de protección contra tormentas eléctricas, especificaciones, materiales y métodos de medición”, la que en el anexo D presenta dos figuras, la primera denominado “Mapa de Isodensidad de Rayos Tierra 1983-1993,” y la segunda es el “Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra para el estado de Jalisco”. Las estaciones meteorológicas Puerto Vallarta y Cuale con 86 años de registro en conjunto, no reportan en sus datos a este fenómeno hidrometeorológico. Por lo que el análisis se basó en las dos figuras publicadas en la norma referida para determinar el peligro por tormentas eléctricas en el territorio municipal.

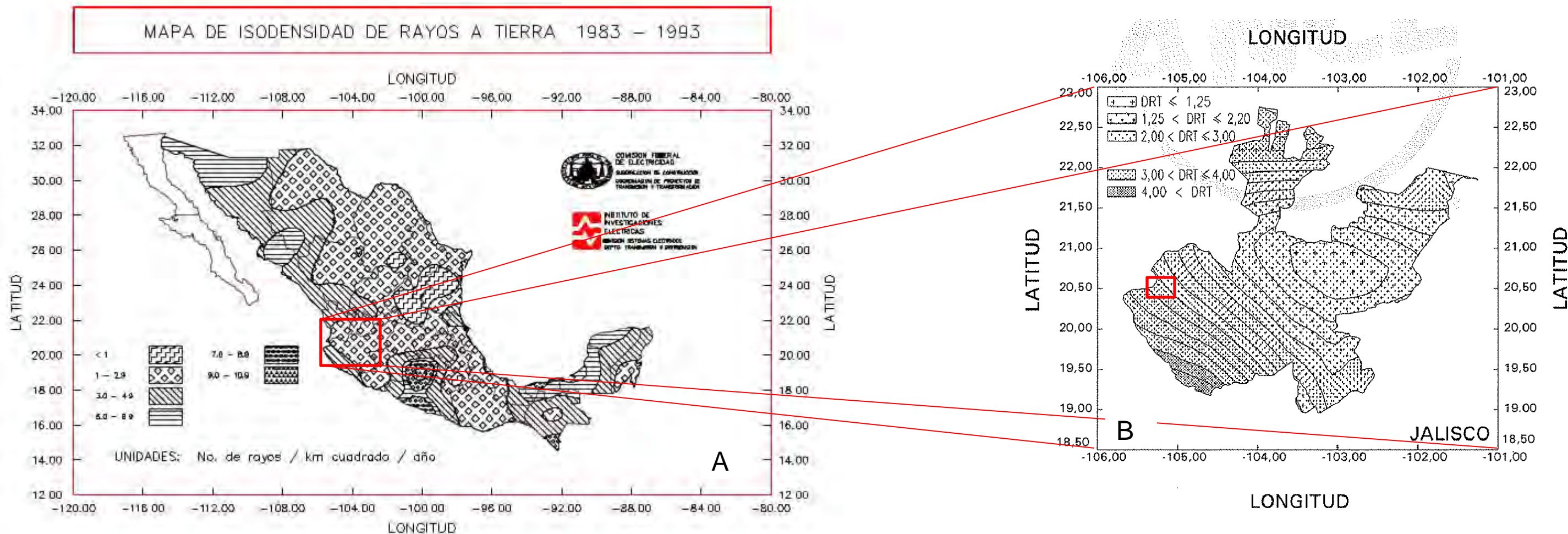


Figura 63. Figuras tomadas de la norma NMX-J-ANCE-2005 “Sistemas de protección contra tormentas eléctricas, especificaciones, materiales y métodos de medición” donde se señala la densidad de rayos a tierra (DRT). En la figura 56-A se muestra el DRT a escala nacional, mostrando que para la zona de Bahía de Banderas la densidad es de 1-2.9 DRT en promedio anual, en tanto en la figura 26-B, a una escala estatal, se muestra que la DRT es para la región donde se ubica el municipio de Puerto Vallarta de 3 < DRT < 4 en promedio anual.

En general las descargas atmosféricas en el territorio municipal y en la región de Bahía de Banderas en un alto porcentaje caen en la zona costera y en la zona de montaña. En un análisis de fotografías reportadas en la WEB, así como afectaciones a la vida humana, se observa que el común denominador son que han afectado la línea costera y en las proximidades de cuerpos de agua, tal y como se reporta en el cuadro 49.

Fecha	Efectos	Ubicación
Año de 1992	2 fallecidos y 5 heridos	Cancha de fut bol en Puerto Vallarta
15 de agosto de 2005	2 fallecidos	Hotel Palma Real Nuevo Vallarta (Alberca)
27 de septiembre de 2009	2 fallecidos e incendio de palapa	Boca de Tomates en la desembocadura del Rio Ameca. Y Hotel Mayan Palace en Jarretaderas, Nuevo Vallarta.
5 de agosto de 2014	2 fallecidos	Hotel RIU Nuevo Vallarta, en la zona de la alberca.

Cuadro 49. Reporte de afectaciones por caída de descargas atmosféricas en la Zona de bahía de Banderas (municipios de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas). Tomado de reportes de prensa local.

5.14. Ciclones Tropicales

Método Nivel 1.

En forma sencilla, un huracán es un viento muy fuerte que se origina en el mar, que gira en forma de remolino acarreado humedad en enormes cantidades, y que al tocar áreas pobladas, generalmente causa daños importantes o incluso desastres, pero así mismo el principal mecanismo para llevar agua a los valles, mesetas y planicies interiores de México; al estar en la costa, Puerto Vallarta es vulnerable a los procesos naturales originados en el mar. Esencialmente un huracán es un ciclón tropical, los ciclones tropicales constituyen una clase especial de grandes sistemas de vientos en rotación y poseen características únicas de circulación, completamente distintas de los sistemas ciclónicos típicos de latitudes medias y de los tornados de escala menor, de las trombas marinas y de los remolinos de polvo; son fuertes vientos que se trasladan girando a gran velocidad, donde la presión atmosférica disminuye en su interior y adquiere una circulación rotacional organizada en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido opuesto en el hemisferio sur. Los ciclones se forman y se intensifican cuando están situados sobre océanos tropicales o subtropicales en ambos hemisferios, en donde la fuerza de rotación de la tierra (fuerza de Coriolis) es suficientemente fuerte para que se inicie el movimiento de rotación alrededor del centro de baja presión y cuyas temperaturas de agua a nivel de la superficie son de 27° C, o más cálidas. Las regiones ciclogénicas no son estables en cuanto a su ubicación, ya que ésta obedece a la posición de los centros de máximo calentamiento marítimo, los que a su vez están influidos por las corrientes oceánicas frías (Corriente de California) y la contracorriente cálida ecuatorial (o Corriente de Costa Rica) en el Océano Pacífico.

La evolución de un ciclón tropical puede ser dividida en las cuatro etapas siguientes:

1. Nacimiento (depresión tropical). Primero se forma una depresión atmosférica, que se caracteriza porque el viento empieza a aumentar en superficie con una velocidad máxima (promedio en un minuto) de 62 km/h o menos; las nubes comienzan a organizarse y la presión desciende hasta cerca de las 1000 hpa (hectopascales).
2. Desarrollo (tormenta tropical). La depresión tropical crece o se desarrolla y adquiere la característica de tormenta tropical, lo que significa que el viento continúa aumentando a una velocidad máxima de entre 63 y 117 km/h inclusive, las nubes se distribuyen en forma de espiral y empieza a formarse un ojo pequeño, casi siempre en forma circular, y la presión se reduce a menos de 1000 hpa.
3. Madurez (huracán). Se intensifica la tormenta tropical y adquiere la característica de Huracán, es decir, el viento alcanza al máximo de la velocidad, pudiendo llegar a 370 km/h, y el área nubosa se expande obteniendo su máxima extensión entre los 500 y 900 km. de diámetro, produciendo intensas precipitaciones. El ojo del huracán cuyo diámetro varía entre 24 a 40 km, es un área de calma libre de nubes. La intensidad del ciclón en esta etapa de madurez se gradúa por medio de la escala de Saffir-Simpson.
4. Disipación (fase final). Este inmenso remolino es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que entra a tierra firme, situación ésta última en la que el ciclón pierde rápidamente su energía y empieza a disolverse debido a la fricción que causa su traslación sobre el terreno.

La escala Saffir-Simpson define y clasifica la categoría de un huracán en función de la velocidad de los vientos del mismo. La categoría 1 es la menos intensa (vientos de 119 a 153 km/h); la categoría 5 es la más intensa (vientos mayores que 250 km/h). La categoría de un huracán no está relacionada necesariamente con los daños que ocasiona. Los huracanes categorías 1 o 2 pueden causar efectos severos dependiendo de los fenómenos atmosféricos que interactúen con ellos, el tipo de región afectada y la velocidad de desplazamiento del huracán. Los huracanes de categoría 3,4, o 5 son considerados como severos.

Cuadro 50.

ESCALA Saffir-Simpson	Nudos (km/h)
Categoría 5	> 136 (250)
Súper Tifón	> 130 (240)
Categoría 4	114–135 (210–249)
Categoría 3	97–113 (178–209)
Categoría 2	83–96 (154–177)
Tifón Categoría 1	64–82 (119–153)
Tormenta Tropical	30–63 (56–118)

La escala de Saffir/Simpson (cuadro 50) clasifica los huracanes en función de la velocidad del viento generada por éstos. El cuadro 51 muestra las cinco categorías de huracanes que existen según esta clasificación:

Cuadro 51

Categoría	Rango de velocidad de los vientos (kilómetros por hora)
1	119-153
2	154-177
3	178-209
4	210-250
5	mayor que 250

Es durante la fase de desarrollo cuando recibe un nombre correspondiente a una lista formulada por la Organización Meteorológica Mundial (Comité de Huracanes). Antiguamente, cada ciclón se denominaba con el nombre del santo del día en que se había formado o había sido observado. Durante la Segunda Guerra Mundial se usó un código en orden alfabético para facilitar la rapidez de la transmisión con abreviaturas, (Abbler, Baker, Charlie, etc.); posteriormente, en 1953 el Servicio Meteorológico de los EUA adoptó el uso de nombres de mujer de esas abreviaturas en orden alfabético y en 1978, a solicitud de un movimiento feminista de los EUA, fueron también incluidos en esas listas nombres de hombre en los idiomas español, francés e inglés. Cabe aclarar que si un ciclón ocasiona un impacto social y económico importante a un país, el nombre de este ciclón no volverá aparecer en la lista, como por ejemplo Kenna, que se muestra en la figura.

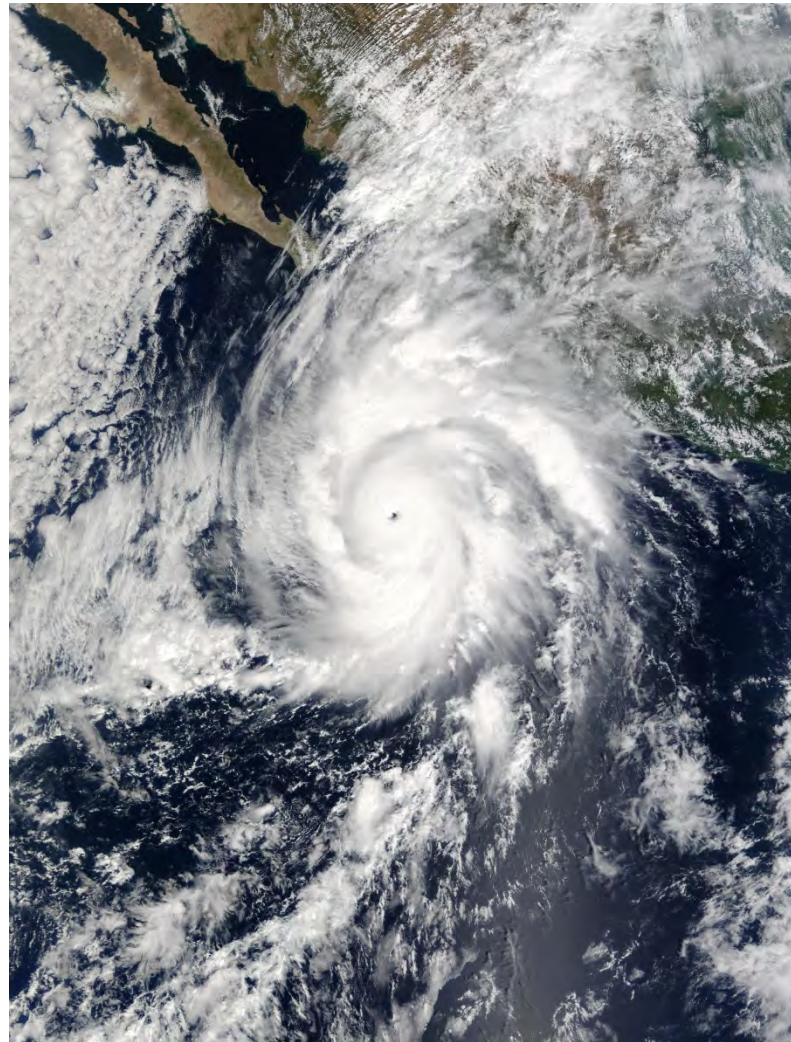


Figura 65. Huracán Kenna categoría 5, cuya trayectoria paso por el extremo poniente de Bahía de Banderas, dejando efectos de marejada ciclónica en Puerto Vallarta. Fuente: NOAA

Los principales factores de peligro asociados al paso de un ciclón tropical son:

- a. **Lluvias torrenciales** que pueden llegar a ser mayores a 250 mm al paso de un evento. Cuando el huracán se mueve tierra adentro, las lluvias generalmente se intensifican por el efecto de las montañas.
- b. **Marejada ciclónica** que puede alcanzar más de 6 m de altura, mientras mayor sea la intensidad del huracán, y menos profunda sea la costa, mayor será la marejada ciclónica. Puede afectar una longitud de 80 km a lo largo de la costa.
- c. **Los vientos** que pueden alcanzar más de 250 km/h, pueden destruir edificaciones que no fueron diseñadas y construidas para resistir las fuerzas producidas. Hay que recordar que la energía del viento es proporcional al cuadrado de su velocidad.

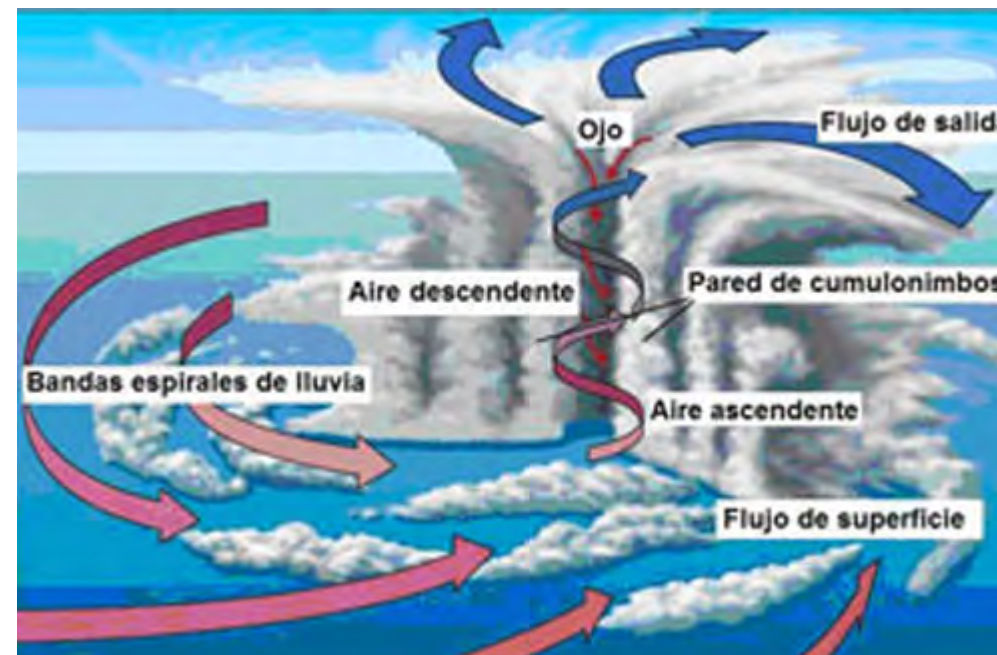


Figura 66. Estructura de un huracán y sus características. Fuente: Web

Datos Históricos de ciclones que han pasado por la zona de Puerto Vallarta.

- 24 octubre de 1925** Un Ciclón azotó el puerto lo que provocó el desbordamiento del Río Cuale y sus aguas llegaban hasta la calle Libertad causando muchos daños en los alrededores, en las montañas el ciclón ocasionó derrumbes y algunos árboles fueron arrancados de la raíz.
- 24 de octubre de 1939** El Puerto se ve amenazado por un ciclón que afecta la costa desde Manzanillo hasta Mazatlán.
- 31 de agosto de 1971** El Huracán Lily afectó las corrientes de los ríos Cuale, Pitillal, Ameca y Mascota, los cuales se desbordaron. En el área del Valle el Río Ameca causó muertes y pérdidas de cosechas y ganado.
- 1-5 de octubre de 1992** El Huracán Virgil (vientos de más de 175 km/h), debido a sus fuertes lluvias el río Ameca se desborda dejando más de 400 damnificados, el puente de la Desembocada se desplomó cortando la carretera a Las Palmas.
- 21-25 de octubre de 2002** El Huracán Kenna fue un ciclón tropical de categoría 5, el más fuerte de la temporada de huracanes en el Pacífico de 2002, que afectó a México dejando cuatro muertos y cuarenta heridos. La ciudad más afectada en el estado de Jalisco fue Puerto Vallarta, donde los daños ascendieron a unos 10 millones de dólares.
- 5-12 de octubre de 2011** El Huracán Jova fue un ciclón cuya trayectoria se inició a más de 1,000 km al Sur de la costa de Colima, tocando tierra a las 01:00 horas a 8 km al Sur de la población de La Fortuna, Jal. Como huracán de categoría II, con vientos máximos sostenidos de 160 km/h y rachas de 195 km/h.

Estadística de Huracanes.

Para esta fase del proyecto se consideraron solamente los huracanes de los últimos 7 años (2007-2013). En este período se generaron 137 ciclones tropicales de los cuales solo dos afectaron las costas de Jalisco: Kenna (2002) y Jova (2011), el primero como huracán de categoría 5 y el segundo en categoría 2; afectando las zonas del sureste del estado Jalisco, Michoacán y Manzanillo.

Los eventos (T,) cuya trayectoria se acercaron más a la Bahía de Banderas fueron:

2006	Lane	116 km de la Bahía de Banderas.
2009	Andrés	90 km al suroeste de Manzanillo, Colima.
2011	Jova	Tocó tierra a 8 km al Sur de La Fortuna, Jalisco.
2012	Bud	10 km al sur de Cabo Corrientes, Jalisco.

Ciclones que han afectado el Pacífico Oriental y a Puerto Vallarta

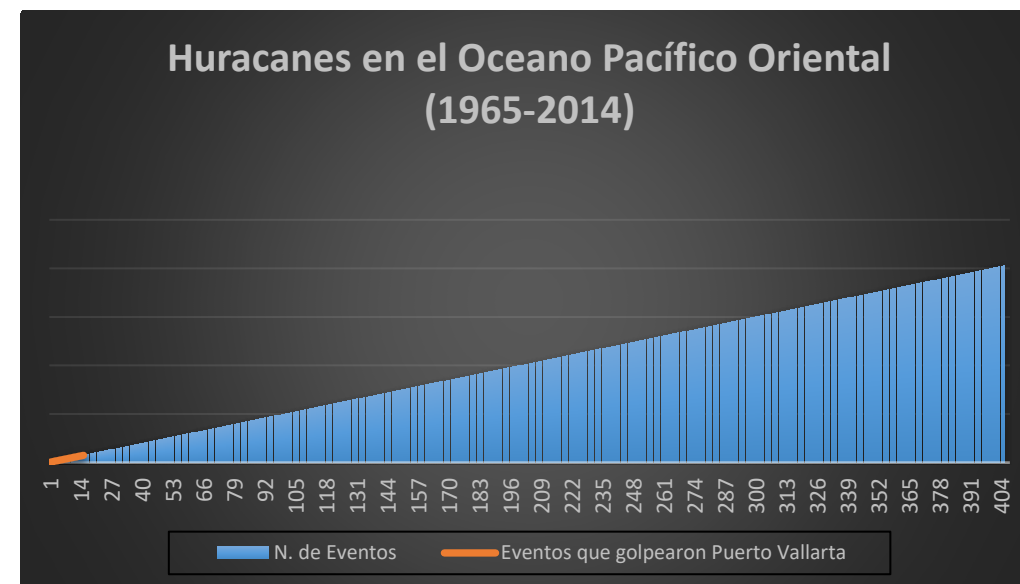


Figura 67. Numero de Huracanes en el Pacífico oriental que afectaron Bahía de Bandera. (1965-2014). Elaboración Propia.

En base al documento Tropical Cyclones of the Eastern North Pacific Basin, 1949-2006. Servicio Meteorológico Nacional. smn.cna.gob.mx.

National Oceanic and Atmospheric Administration, en <http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2002&basin=epac>.



Figura 68. Trayectoria de los huracanes cuya trayectoria ha pasado cerca de Puerto Vallarta.

Elaboración Propia en base al documento Tropical Cyclones of the Eastern North Pacific Basin, 1949-2006.

Servicio Meteorológico Nacional. smn.cna.gob.mx.

National Oceanic and Atmospheric Administration, en <http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2002&basin=epac>.

No.	Huracanes	Año	Color	categoría	hpa	distancia (km)
1	Priscila	1971		3	951	94
2	Ornele	1974		2	978	75
3	Otis	1981		1	SD	74
4	Newton	1986		1	984	100
5	Eugene	1987		2	SD	49
6	Virgil	1992		4	948	37.58
7	Calvin	1993		2	966	62.14
8	Hernan	1996		1	980	12.89
9	Madeleine	1998		1	979	142
10	Greg	1999		1	987	140
11	Kenna	2002		5	915	113.24
12	Lane	2006		3	952	120
13	Andrés	2009		1	988	210
14	Jova	2011		3	955	35.46
15	Bud	2012		3	960	60.57

Cuadro 52. Tabla descriptiva de las trayectorias de huracanes cuyas trayectorias han pasado próximas a Puerto Vallarta.

Nota: de 1965 a 1970 no se presentó ningún evento ciclónico cerca de Bahía de Banderas.

Elaboración: Propia, en base al documento Tropical Cyclones of the Eastern North Pacific Basin, 1949-2006.

Servicio Meteorológico Nacional. smn.cna.gob.mx.

National Oceanic and Atmospheric Administration, en <http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2002&basin=epac>.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo, el siguiente mapa muestra la distribución geográfica del número de tormentas tropicales y huracanes que se han desarrollado en el océano Pacífico durante el periodo de 1949 a 2000, de los cuales 15 corresponde para zona de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas, zona demarcada en el cuadro rojo de la figura 69.

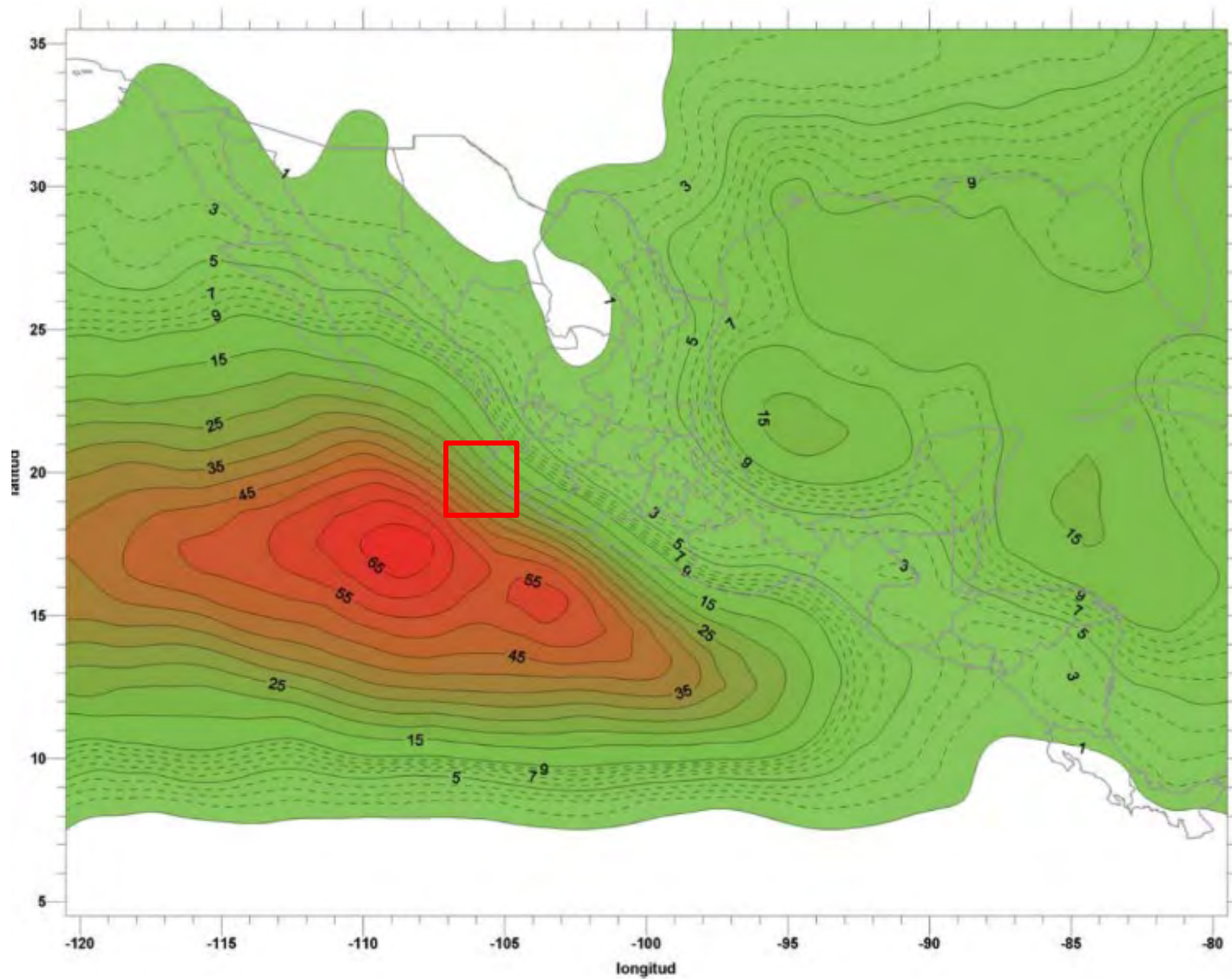


Figura 69 Distribución del número de tormentas tropicales y huracanes desarrollado entre los años de 1949-2000, la zona de Puerto Vallarta muestra 15 eventos en 51 años. (Tomado del Atlas Nacional de Riesgo, CENAPRED- IMTA. Diciembre 2002.Pag 48).

En la figura 70 se muestra la frecuencia de tormentas y huracanes ocurridos en el Océano Pacífico en el periodo 1949 a 2000 respecto de la zona de Puerto Vallarta y de Bahía de Banderas recuadro rojo, donde la frecuencia determinada por el ARN es de 0.15.

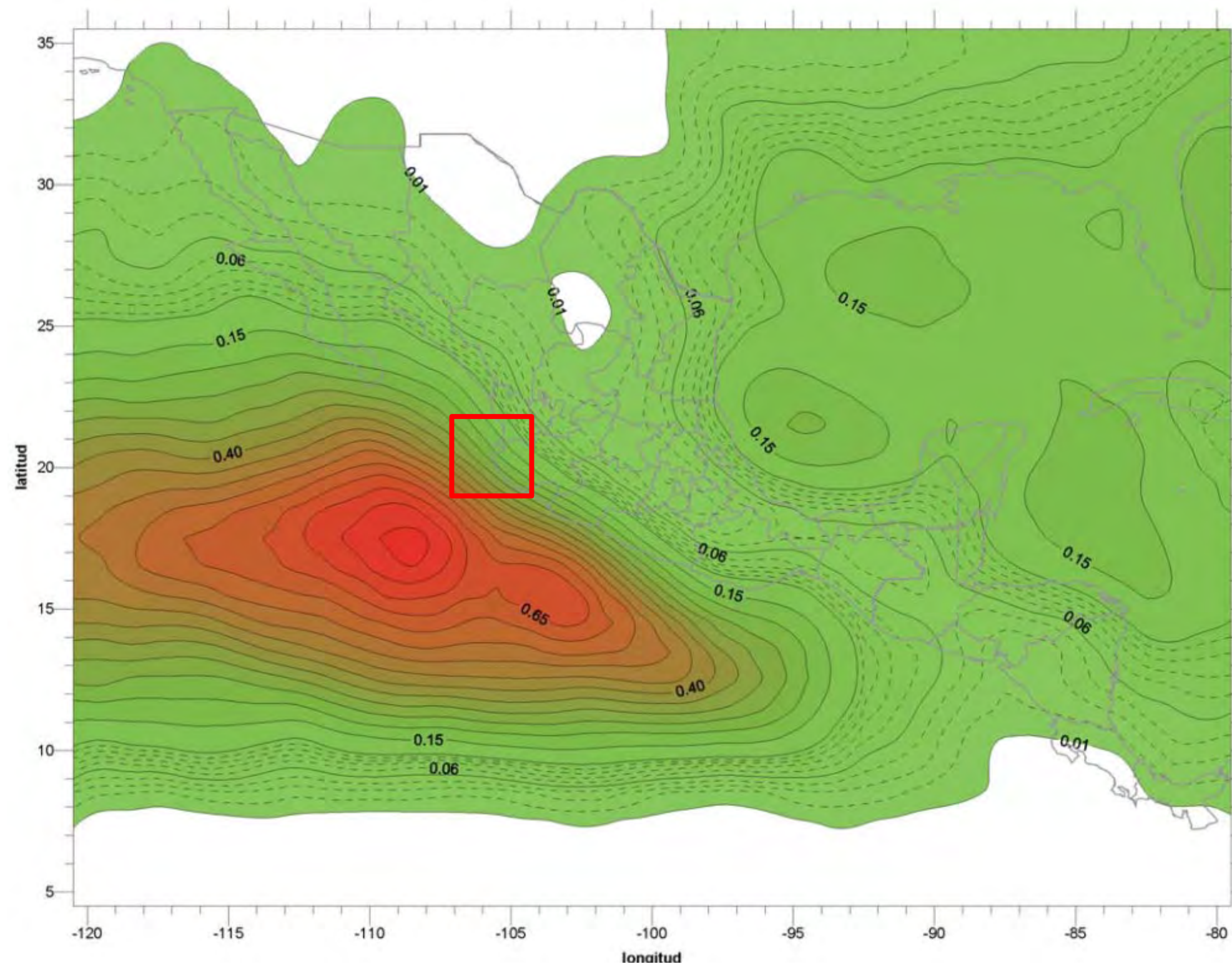


Figura 70. Frecuencia relativa de tormentas tropicales y huracanes del año de 1949 al 2000, que es de 0.15.
(Tomado del Atlas Nacional de Riesgo, CENAPRED- IMTA. Diciembre 2002.Pag 49).

Según el Atlas Nacional de Riesgo 2001, la región de Bahía de Banderas presenta una incidencia de ciclones en grado mediano; este cálculo consistió en analizar estadísticamente la incidencia de trayectorias de ciclones en una malla de 2° de latitud por 2° de longitud, a partir de la base de datos del SMN para el periodo de 1960 a 1995.

Una vez que se delimito la malla de estudio sobre la República Mexicana se trazaron las trayectorias de ciclones tropicales sobre la misma y se calculó la probabilidad de que pase un ciclón tropical en cada uno de los cuadros, con lo cual se puede contar con un criterio para definir un nivel de peligro muy alto, alto, mediano y bajo. (Tomado de Atlas Diagnostico de Peligros e identificaciones de Riesgos de Desastres en México. CENAPRED, 2001. Pág. 137).

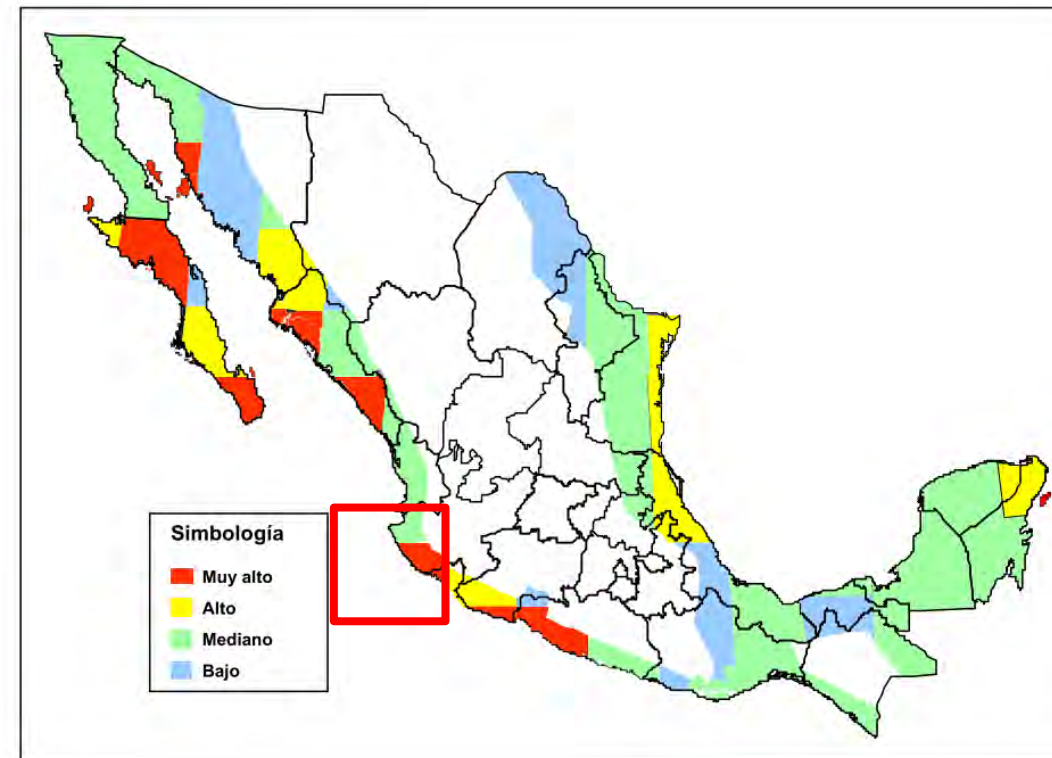


Figura 71. Mapa de peligros por incidencia de ciclones, donde el municipio de Puerto Vallarta presenta una incidencia mediana.
(Tomado de Atlas Diagnostico de Peligros e identificaciones de Riesgos de Desastres en México. CENAPRED, 2001. Pág. 137).

Periodo de Retorno para ciclones en Puerto Vallarta

El periodo de Retorno para Huracanes en Puerto Vallarta fue calculado con una muestra de 49 años; comenzando en el año de la era satelital (1965) hasta el año 2014, para obtener los resultados se utilizó la propuesta del SNIP, (1976) expresada por la siguiente función:

$$C/A = n.m / N.M$$

- Dónde: n... cantidad de casos en el círculo de radio = 100km
- m... número de casos de cada categoría (en orden descendente)
- N... cantidad total de casos en el área (Pacífico Oriental)
- M... cantidad de años de la serie

Para el cálculo se procesaron por medio de () los Huracanes que cruzaron por la región geográfica comprendida entre los () y se clasificaron en cinco categorías de intensidad (Saffir-Simpson) (m), acumulativos, después se seleccionaron los huracanes que pasaron en un radio de 100 km de la Bahía de Banderas (n). Esta muestra estadística comprende un periodo de 49 años (M) desde 1965 hasta 2014.

En el siguiente cuadro muestra los cálculos realizados.

Categoría 5	$C/A = n \cdot m / N \cdot M$	$15 \cdot 9 / 405 \cdot 49$	135/19845	0.006	167 años
Categoría 4	$C/A = n \cdot m / N \cdot M$	$15 \cdot 109 / 405 \cdot 49$	1635/19845	0.08	13 años
Categoría 3	$C/A = n \cdot m / N \cdot M$	$15 \cdot 175 / 405 \cdot 49$	2625/19845	0.13	8 años
Categoría 2	$C/A = n \cdot m / N \cdot M$	$15 \cdot 247 / 405 \cdot 49$	3705/19845	0.18	6 años
Categoría 1	$C/A = n \cdot m / N \cdot M$	$15 \cdot 405 / 405 \cdot 49$	6075/19845	0.3	3 años

Cuadro 53. Periodo de Retorno de los Huracanes para distintas intensidades (Saffir-Simpson).

Elaboración: Propia.

En base al documento Tropical Cyclones of the Eastern North Pacific Basin, 1949-2006.

Servicio Meteorológico Nacional. smn.cna.gob.mx.

National Oceanic and Atmospheric Administration, en <http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2002&basin=epac>.

Donde el procedimiento arroja que el territorio de Puerto Vallarta puede verse afectado por un Huracán categoría 1 cada tres años y que para un huracán categoría 4 pase por Bahía de Banderas es de cada trece años; por lo que es coherente este resultado con el mostrado en la figura de la página anterior, donde Puerto Vallarta presenta una incidencia de grado medio.



Grafica 56. Grafico que muestra el periodo de retronó de huracanes calculado para Puerto Vallarta, Jalisco
Elaboración: Propia.

Con base en los resultados del análisis de trayectorias, distribución, frecuencias, periodos de retorno de huracanes y tormentas tropicales en el municipio costero de Puerto Vallarta, se encuentra expuesto a este agente perturbador de origen hidrometeorológico, donde la frecuencia relativa es de 0.15 al año con una incidencia media, el resultado del cálculo del periodo de retorno muestra que este municipio puede ser afectado cada tres años por un huracán de categoría 1, de categoría 2 cada 6 años, de categoría 3 cada 8 años, de categoría 4 cada 13 años y de categoría 5 cada 167 años.

Los efectos de los huracanes que han afectado al territorio del municipio han sido en la línea de costa por efectos de la marea ciclónica y la marea de tormenta, generando daños al equipamiento, edificaciones e infraestructura, siendo el más reciente el huracán Kenna en octubre del 2002, tal y como se vio en apartados anteriores.

El área de alto riesgo es la superficie que se localiza la línea de costa y los 5 msnm, que cubre gran parte de la zona urbana de Puerto Vallarta, sobre todo el área costera, el estero El Salado, la zona del aeropuerto, El Pitillal y Las Juntas. Donde se identifican como elementos vulnerables la zona hotelera con sus servicios a turistas, sobresaliendo las edificaciones ubicadas en las desembocaduras de los ríos Cuale, Pitillal y Boca de Tomatlán, así como áreas habitacionales del Pitillal y Las Juntas, áreas que se señalan en el mapa de inundaciones.

Si bien, los huracanes y tormentas tropicales tienen una incidencia media de afectar directamente la línea de costa, no así las intensas precipitaciones que dejan en la zona de montaña, que cubre gran parte del municipio en su sector poniente, las cuales precipitan importantes volúmenes de lluvia, que son canalizados por la densa red hidrológica que drena el municipio a través de sus 7 ríos, 5 arroyos que desembocan en Bahía de Banderas. Estos cauces en su parte media y distal de las microcuencas incrementan notablemente su nivel algunas decenas de minutos después de haber llovido en la montaña, generando inundaciones por su desbordamiento que afectan la zona urbana, y la línea de costa, generando daños cíclicamente.

El crecimiento urbano de Puerto Vallarta ha sido sin orden y anárquico, lo que ha provocado la alteración de la red fluvial original, donde los cauces han desaparecido, y en mejor de las casos canalizados, pero sin un diseño adecuado, lo que ha favorecido la problemática de las inundaciones, que se agravan con precipitaciones intensas derivadas de huracanes o tormentas tropicales. Estos efectos pueden ser exponenciales, dado que pueden favorecer el desarrollo de deslizamientos de tierras que pueden afectar las áreas urbanas adyacentes a las laderas inestables por pendiente, por litología y por cambio de uso de suelo, sobre todo en la zona de la colonia Volcanes, El Caloso, La Buenos Aires, El Romance, Los Ramblaces, Getzemani y las márgenes del río Pitillal, El Cuale y Ameca.



Figura 72. Crecida del río Ameca sobre el puente de la carretera Puerto Vallarta-Tepic, que comunica a Puerto Vallarta con Nuevo Vallarta.

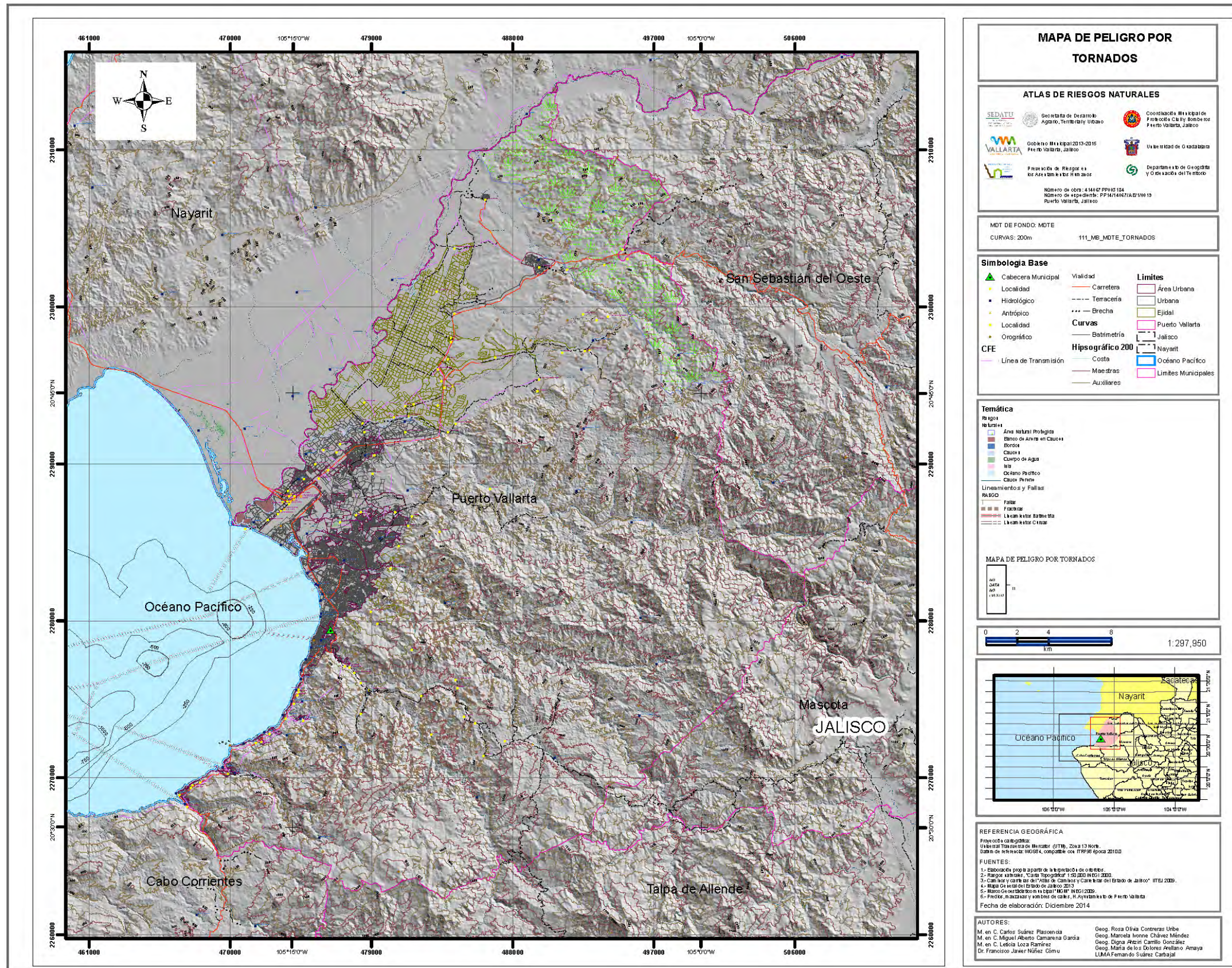
(Imagen tomada de nayaritenlinea.mx)

5.15. Tornados

Debido a las características del clima de Puerto Vallarta AW1 (W) (i'), esto es semicálido subhúmedo, el peligro por heladas es nulo y al tipo de relieve montañosos con una franja angosta de Planicie Costera, los fenómenos meteorológicos denominados tornados no se han presentado en el municipio de Puerto Vallarta. Otro tipo de fenómenos similares son las llamadas "Trombas Marinas" también llamadas "Culebras de Agua", estas se forman en el mar y solo duran algunos minutos (no más de 25), en algunos casos pueden representar peligro cuando llegan a la zona de la playa y pueden desplazarse algunos metros tierra adentro. No ocasionan daños extensos, pero si a nivel del sitio que tocan en tierra, ya que generan vientos que pueden superar los 200 km/hr. Estas forman una espiral de baja presión que absorbe el agua y la eleva, tal y como se aprecia en la siguientes fotografías de la figura 73.



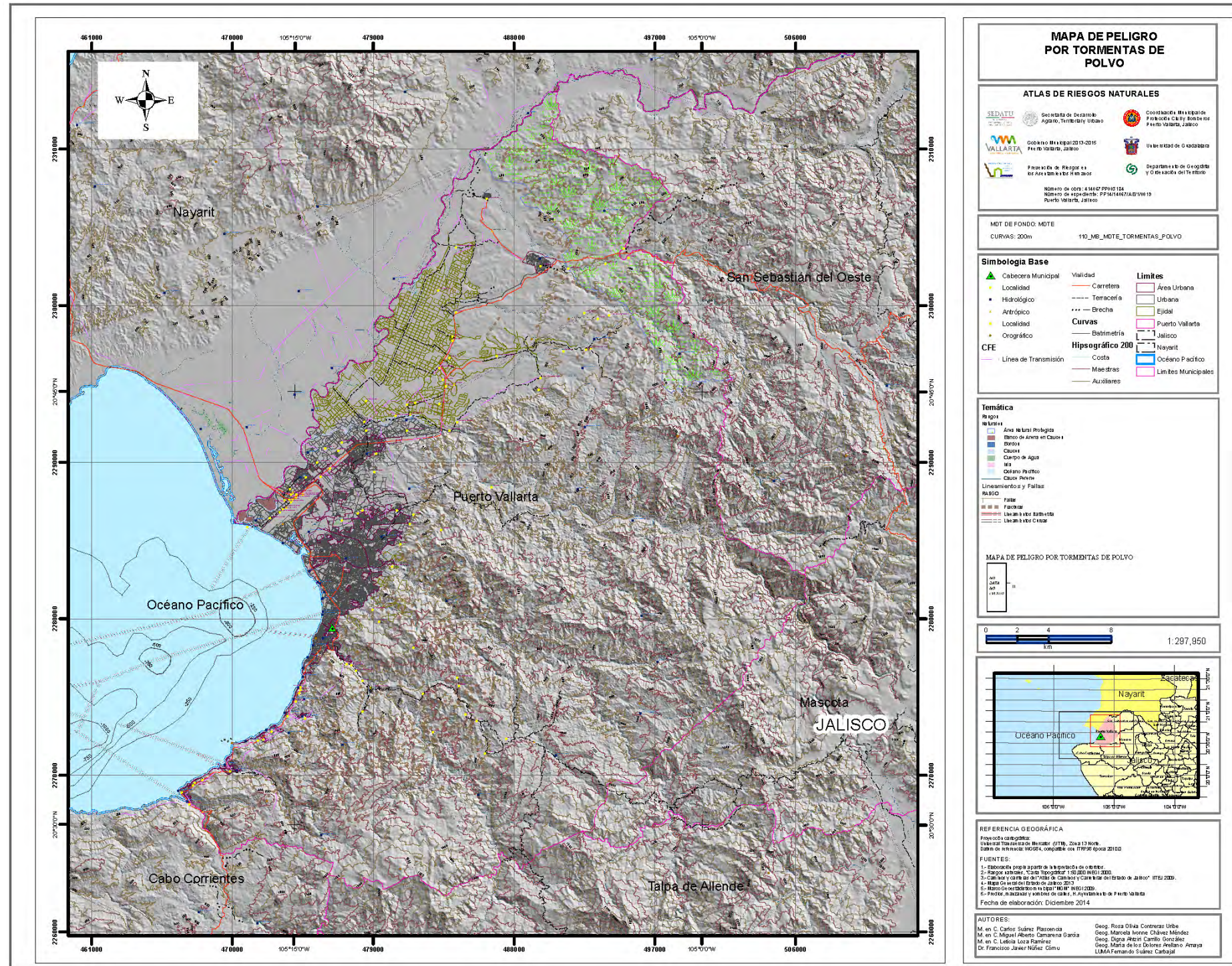
Figura 73. Fotografías de tornados de agua que se han registrado en Puerto Vallarta. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=twMZ86INzII>



Mapa 70. El peligro por tornados en el municipio de Puerto Vallarta, es de Nulo a Muy Bajo, este último rango es generado por la presencia de las llamadas Culebras de Agua, las cuales se desarrollan en el interior de la Bahía de Banderas y ocasionalmente pueden afectar la línea de costa.

5.16. Tormentas de Polvo

De acuerdo con las características climáticas de la zona que tiene una relación directa con el desarrollo de la cubierta vegetal de la región que es de tipo selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia, manglar, bosque mesófilo de montaña y bosque de querqus-pino, lo que ocasiona que este tipo de fenómeno no se genere en el municipio. Las tormentas de polvo, consiste en el desplazamiento masivo de arena y finos por acción del viento. Este fenómeno suele producirse en distintas regiones de América, Asia y África, las que han sido sujetas a una prolongada sequía. Las tormentas de arenas se desarrollan cuando hay vientos intensos en una región de suelo arcilloso-limo-arenoso lo que provoca el desplazamiento de grandes cantidades de polvo, que terminan depositándose sobre otro suelo, estas tormentas provocan dificultades en la ganadería y la agricultura



Mapa 71. Las tormentas de polvo no se desarrollan en el territorio municipal de Puerto Vallarta.

5.17. Lluvias extremas

En la Estación Cuale de Puerto Vallarta, en promedio se presentan 35.1 tempestades al año, pero se han registrado hasta 97 en 1937. Los meses más frecuentes a este fenómeno son julio, agosto y septiembre, este tipo de fenómeno meteorológico genera inundaciones en el Puerto, tal y como se analiza en los siguientes puntos.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROM	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	3.7	8.6	10.8	7.6	3.6	0.4	0.1	35.1
MAX	2	0	1	1	5	17	26	25	22	22	4	2	97
AÑO	1958		1940	1952	1956	1943	1963	Vrs.	1938	1937	1938	1939	1937

CUADRO 53: INTEMPERISMOS SEVEROS DE LA ESTACIÓN EL CUALE, TEMPESTADES MÁXIMAS Y MEDIAS (DÍAS)

5.18. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

Método Nivel 1.

Las inundaciones que afectan al municipio y su área urbana manifiestan una temporalidad anual, y se originan por dos factores: intensas precipitaciones pluviales en el verano, lo que ocasiona el crecimiento de los ríos y arroyos que drenan el municipio y el segundo factor que tiene una mayor temporalidad que son las inundaciones costeras derivadas por fenómenos como marea ciclónica, marea de tormenta y mar de fondo o de leva.

5.18.1. Marea de ciclónica, Marea de Tormenta y Mar de Fondo.

Tres fenómenos perturbadores derivados de tormentas en el océano, son la marea ciclónica, la marea de tormenta y el mar de fondo.

De acuerdo con el Hurricane Research División de la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) definen a estos fenómenos perturbadores como:

La marejada ciclónica es el aumento anormal del agua en la costa del mar o de un lago, producida por los vientos fuertes de un ciclón que ha llegado a tierra y por la baja presión de la tormenta.

La marea de tormenta es el aumento anormal del nivel del agua, causado por la marejada ciclónica y la marea astronómica.

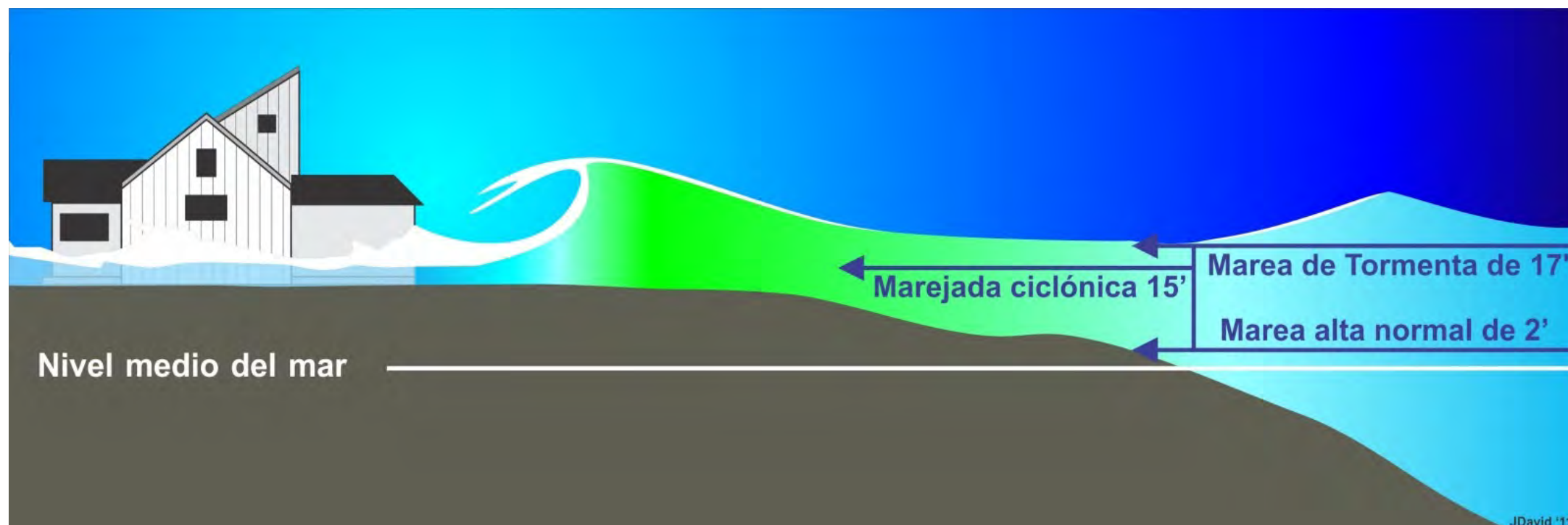


Figura 74. Diagrama de cómo se origina el fenómeno de la marejada ciclónica

La marejada ciclónica ocurre por causas independientes al flujo de aguas que causa la marea usual. Por ejemplo, en algunos lugares como la Bahía de Fundy en Canadá, las mareas pueden rápidamente causar un levantamiento o reducción significativa del nivel del mar (por ejemplo más de un metro de profundidad de agua) cada día, que es independiente de las condiciones meteorológicas.

Sin embargo, puede ocurrir que coincida la llegada de un ciclón a la costa con la marea alta, y que la combinación de ambos efectos, la marea alta y la marejada ciclónica, amplifiquen los posibles daños costeros.

La inundación por la marejada ciclónica se refiere a la altura de la marejada ciclónica que esta sobre el nivel del suelo. En el modelo SLOSH (por sus siglas en inglés), esto se calcula al restar el promedio de la elevación de cada celda (por las siglas en inglés para "grid cell") con el nivel del mar calculado por el modelo en referencia a un nivel vertical.

MAREJADA CICLONICA

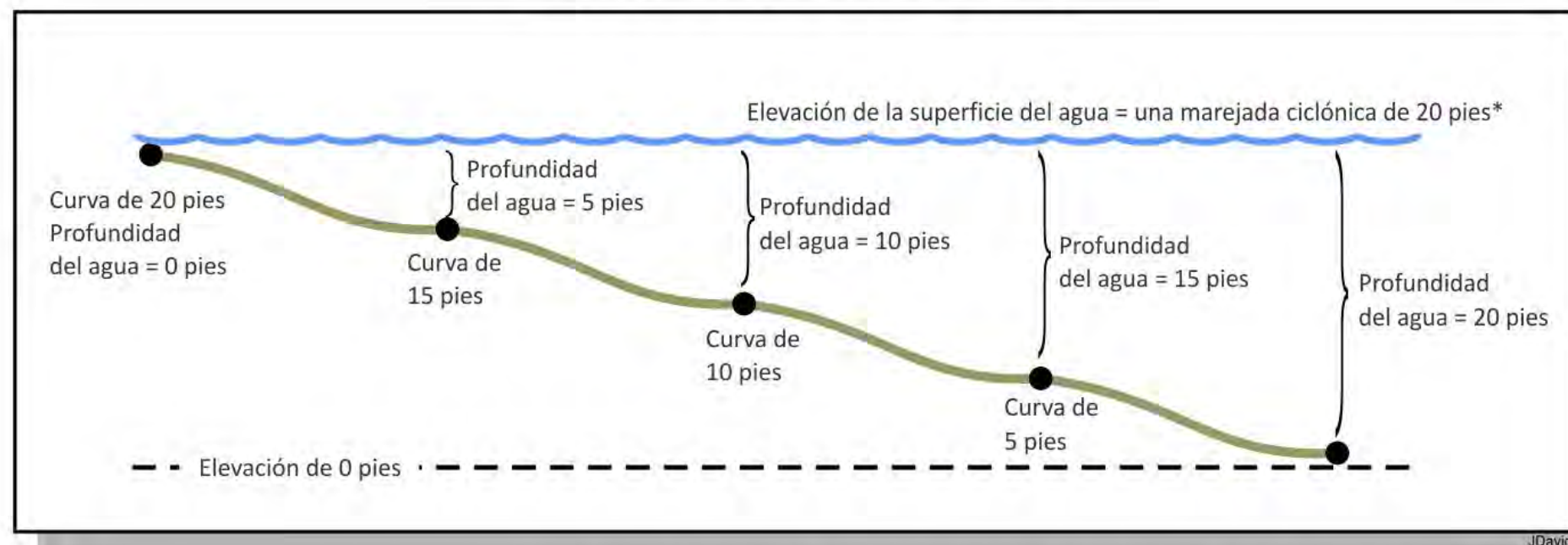
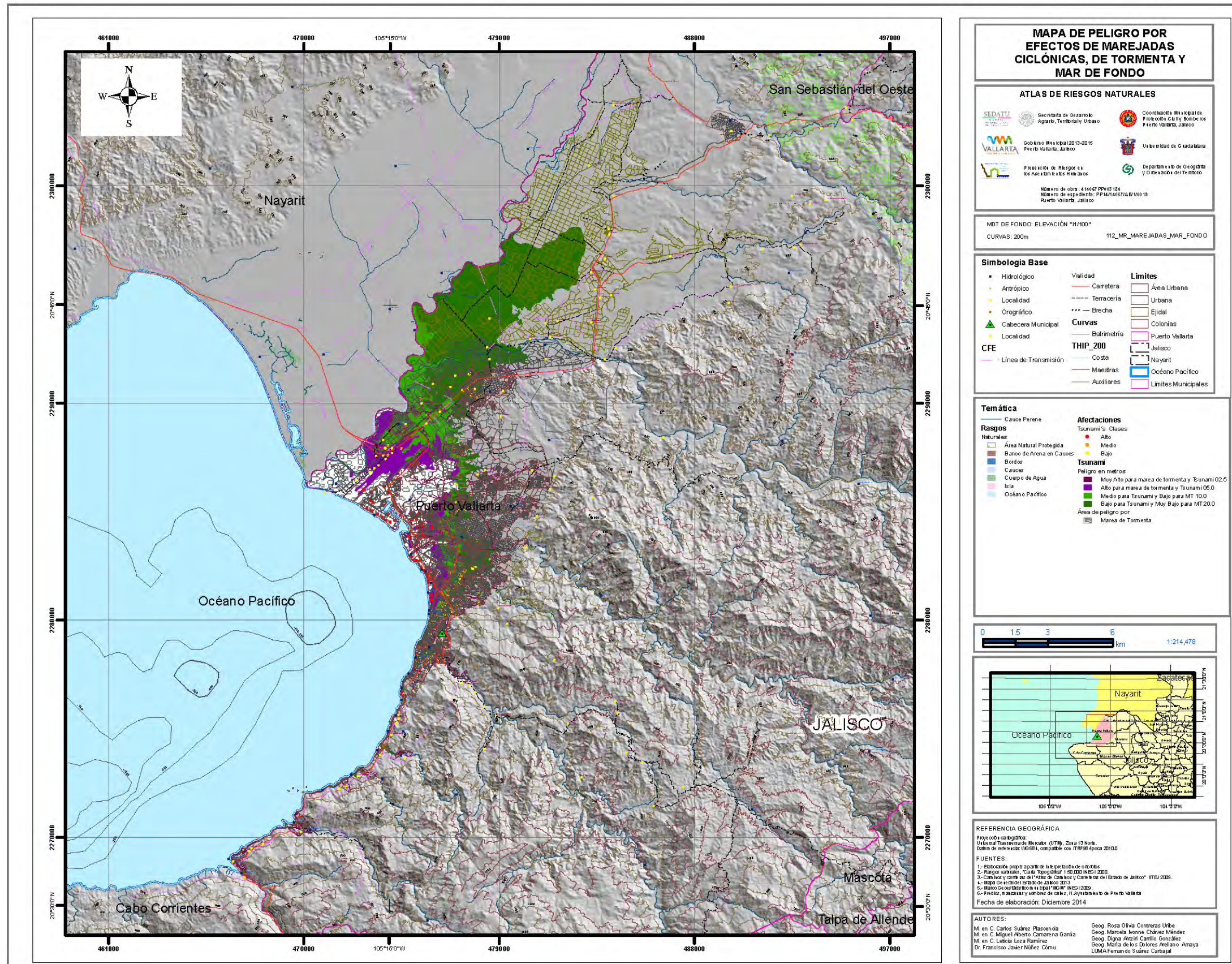


Figura 75.

*Esto solamente representa la marejada ciclónica. Es posible que haya olas por encima de la superficie
Centro de Servicios Costeros de la NOAA, Entrenamiento de Hacer Mapas de Inundaciones Costeras/El Programa de COMET

La línea costera de Puerto Vallarta ha sido afectada en el pasado por varios eventos de marea ciclónica, siendo el más notable el del huracán Kenna el 25 de octubre del 2002, donde este meteoro causa daños materiales por varios millones de pesos a la zona hotelera, en las siguientes fotografías se observan parte de estos efectos.



Mapa 72. El peligro por efectos de marejadas ciclónicas, tormentas y mar de fondo en la planicie costera del municipio de Puerto Vallarta, la zona de alto peligro se establece en la cota 2.5 m SNMM, y la zona de Alto peligro es hasta la cota 5.0 m SNMM, en estas áreas se localiza la infraestructura y equipamiento turístico del Puerto.



Figura 68. Imágenes que muestran los efectos del huracán Kenna el 25 de octubre del 2002, que daño gravemente la zona costera donde se ubica el área hotelera y comercial en el puerto.

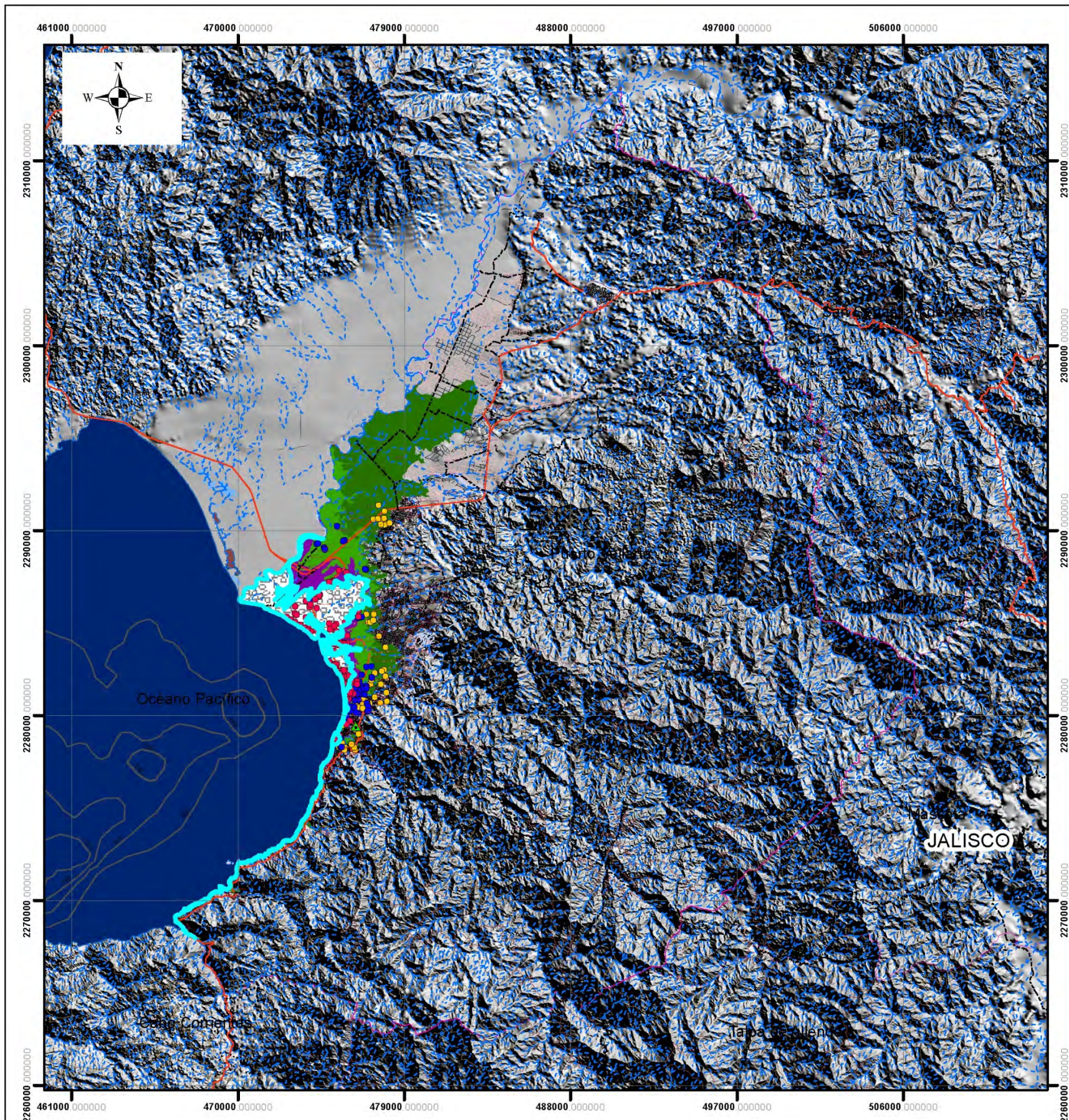
Imágenes obtenidas de iit.app.jalisco.gob.mx.

El mar de fondo o mar de leva es el movimiento de las olas (también llamado oleaje o sistema de olas) que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar a lugares muy alejados. También recibe el nombre de "mar de fondo" o "mar tendida".

El fenómeno conocido como mar de leva, consiste en el aumento anormal de la altura del oleaje, aumento que es ocasionado por el efecto de fricción entre la superficie del mar y el viento, el cual es intensificado con el paso de sistemas atmosféricos de mal tiempo (bajas presiones) que empujan las aguas oceánicas hacia la costa causando oleaje fuerte.

Las olas del mar de fondo se caracterizan por su período regular y sus crestas suaves. La longitud de la onda es muy superior a su altura, presentando crestas redondeadas que no rompen nunca en alta mar. La altura de las olas es sensiblemente igual y su perfil tiende hacia la forma sinusoidal. El tamaño de las olas formadas depende de la velocidad y el tiempo que persista la misma velocidad de viento. (<http://codaste.blogspot.mx/2007/03/marejada-y-mar-de-leva.html>)

Este tipo de fenómenos afectan las costas del Pacífico Mexicano, generando daños debido por el fuerte oleaje que afecta las construcciones en la zona costera, para el caso de Puerto Vallarta, históricamente estos efectos se han sentido dentro de la cota de 0 msnm a 2.5 msnm, el siguiente mapa muestra esta zona.



MAPA DE RIESGO POR EFECTOS DE MAREJADAS CICLÓNICAS, DE TORMENTA Y MAR DE FONDO

ATLAS DE RIESGOS NATURALES.

Gobierno Municipal 2013-2015
 Puerto Vallarta, Jalisco

Universidad de Guadalajara
 Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

Número de obra: 414067PP003104
 Número de expediente: PP14/14067/AE/10019
 Puerto Vallarta, Jalisco

MDT DE FONDO: ELEVACIÓN
CURVAS: 500 M

Simbología

▲ Cabecera Municipal	Rasgos
INFRAESTRUCTURA	■ Banco de Arena en Cauces
— Carretera	■ Bordos
--- Terracería	■ Cauces
... Brecha	■ Cuerpo de Agua
RASGO	■ Isla
— Batimetría	■ Área Natural Protegida
— Costa	■ Océano Pacífico
— Auxiliares	Afectaciones por Tsunami's
— Maestras	Equipamiento
Cauces	● 1
--- Intermitente	● 2
--- Perene	● 3
Tsunami	■ Peligro en metros
□ Urbana	■ Tsunami 02.5
□ Ejidal	■ Tsunami 05.0
□ Área Urbana	■ Tsunami 10.0
□ Colonias	■ Tsunami 20.0
□ Límite Político Administrativo	■ Mareas de Tormenta
■ Puerto Vallarta	
• Topónimos	
• Vialidad Uno	
• Localidad	

0 1.5 3 6 9 12
KM

REFERENCIA GEOGRÁFICA

Proyección cartográfica:
 Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 13 Norte.
 Datum de referencia: WGS84, compatible con ITRF98 época 2010.0

FUENTES:

- 1- Elaboración propia a partir de interpretación de ortofotos.
- 2- Riesgos naturales: "Carta Topográfica" 1:50,000 INEGI 2000
- 3- Caminos y carreteras del "Atlas de Caminos y Carreteras del Estado de Jalisco" ITEJ 2009.
- 4- Mapa General del Estado de Jalisco 2013
- 5- Marco Geoestadístico municipal "MOE" INEGI 2009
- 6- Predios, manzanas y nombres de calles, H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta

Fecha de elaboración: Diciembre 2014

AUTORES:

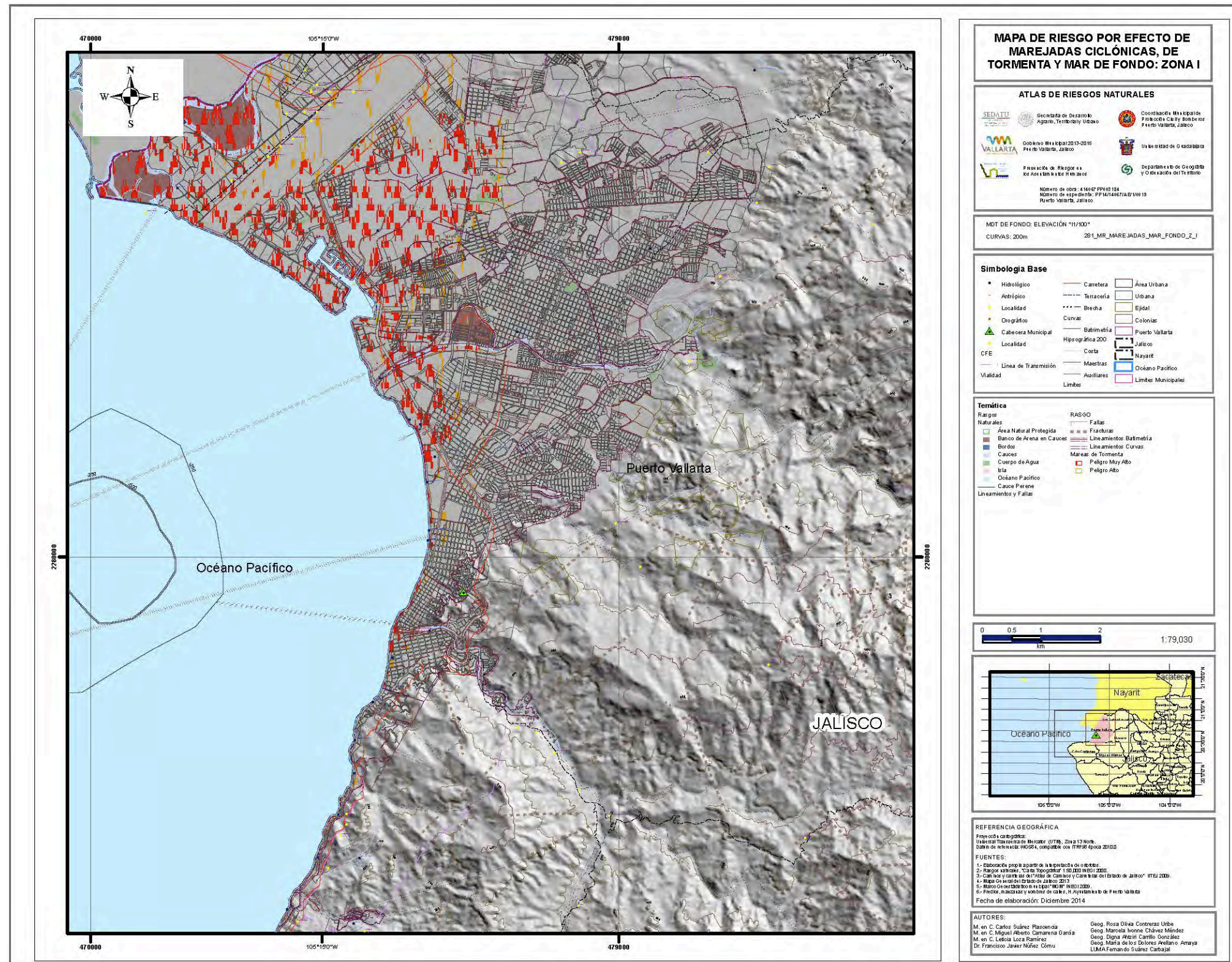
M. en C. Carlos Suárez Plascencia	Geog. Rosa Olivia Contreras Uribe
M. en C. Miguel Alberto Camarena García	Geog. Marcela Ivonne Chávez Méndez
M. en C. Leticia Rosas Ramírez	Geog. Digna Antzeri Carrillo González
Dr. Francisco Javier Nuñez Cómula	Geog. María de los Dolores Arellano Amaya
	LUMA Fernando Suárez Carbajal

Mapa 73. Mapa que muestra las zonas de afectación por fenómenos de marea ciclónica, marea de tormenta y mar de fondo, que se localiza entre la línea de costa y los 2.50 msnm. En esta área predominan las áreas hoteleras, comerciales, de servicio al turismo (restaurantes, bares) y sitios comerciales.

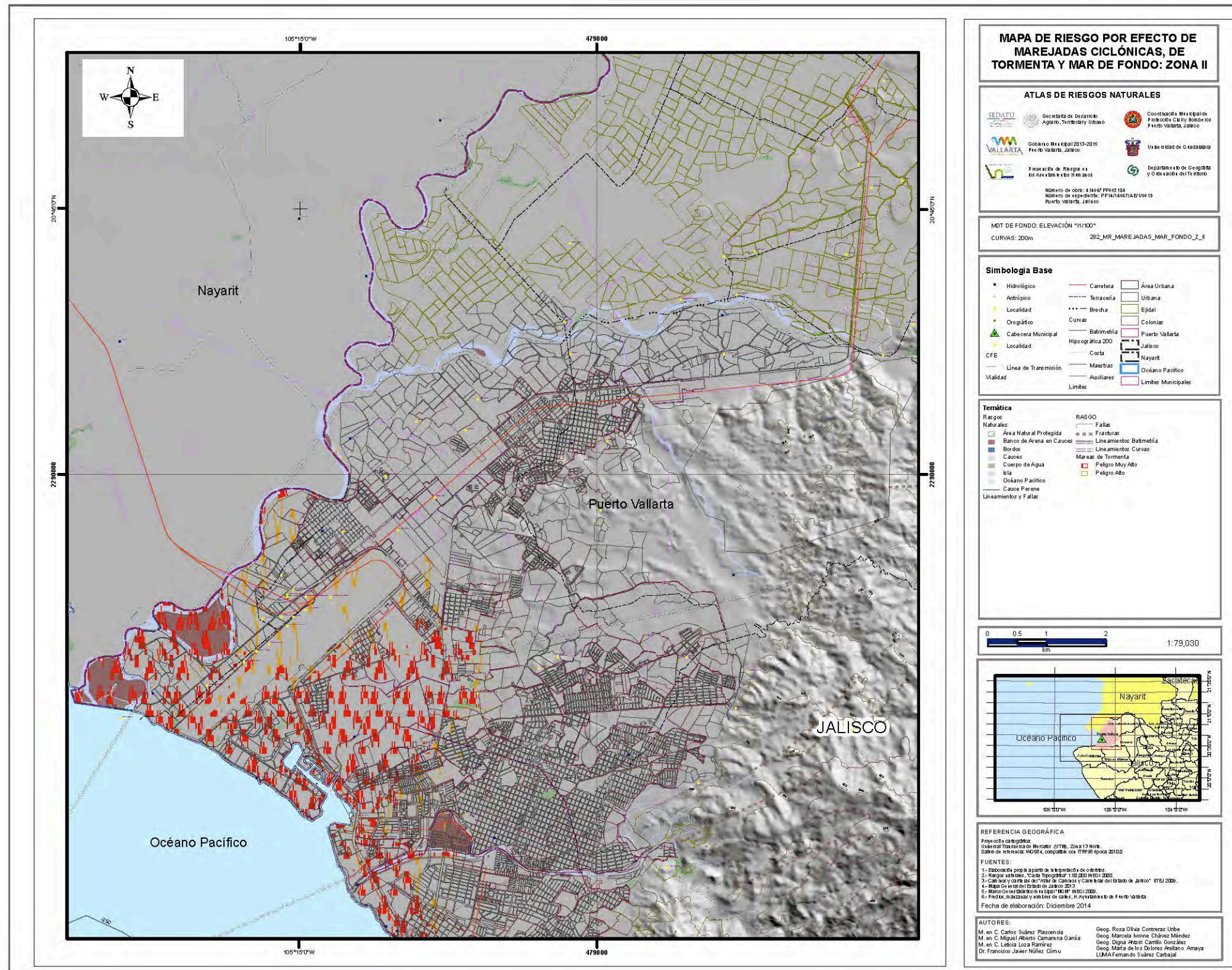
La zona de afectación está marcada por la línea azul y en ella se localizan en las desembocaduras de los ríos Ameca, Pitillal, El Cuale y el estero del Salado, por donde la intrusión del oleaje puede penetrar por los cauces, alcanzando hasta la zona del Pitillal y Las Juntas, así como la zona centro de Puerto Vallarta..

Las instalaciones de equipamiento e infraestructura que pueden ser afectadas son 153 y se describen en el cuadro 38.

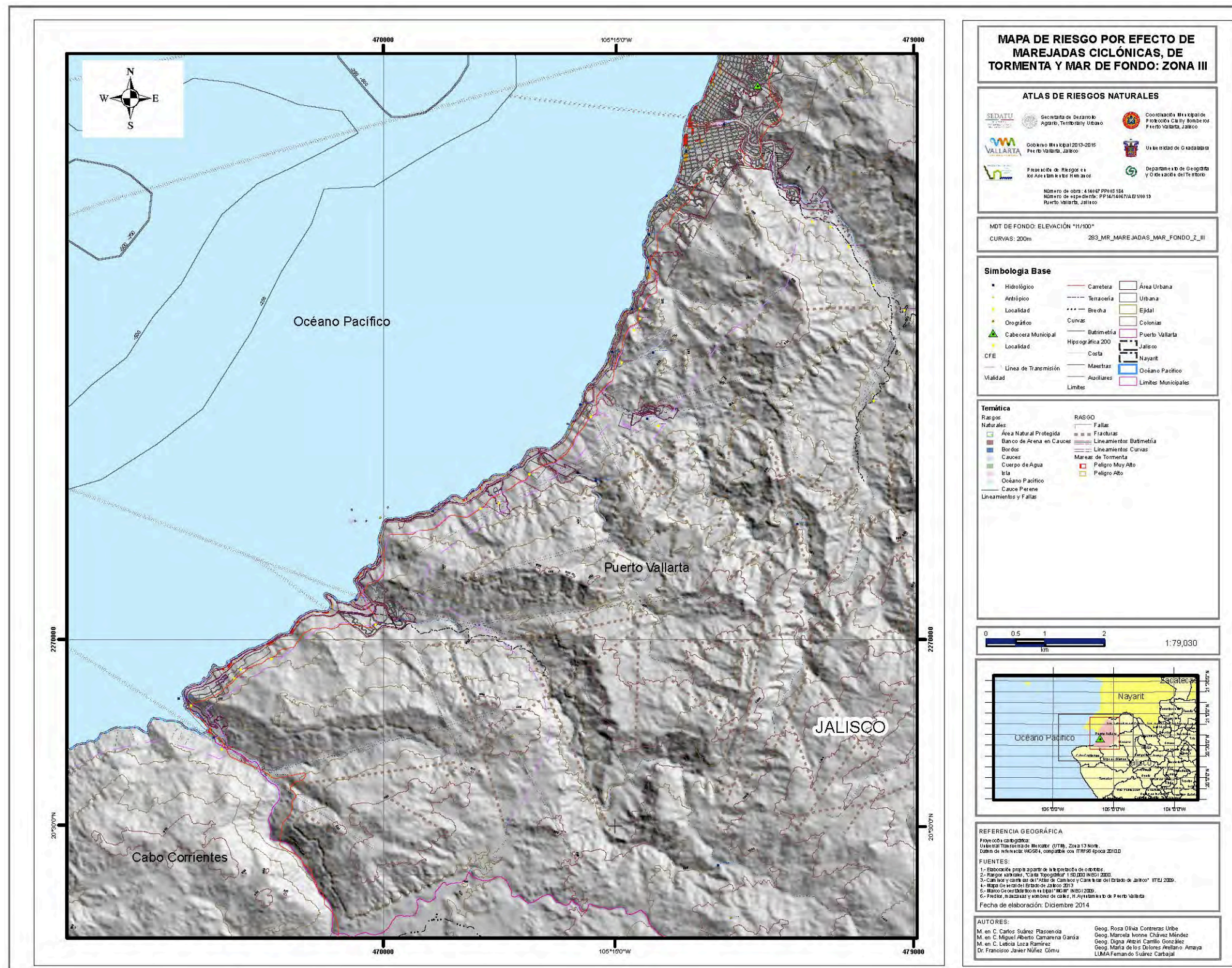




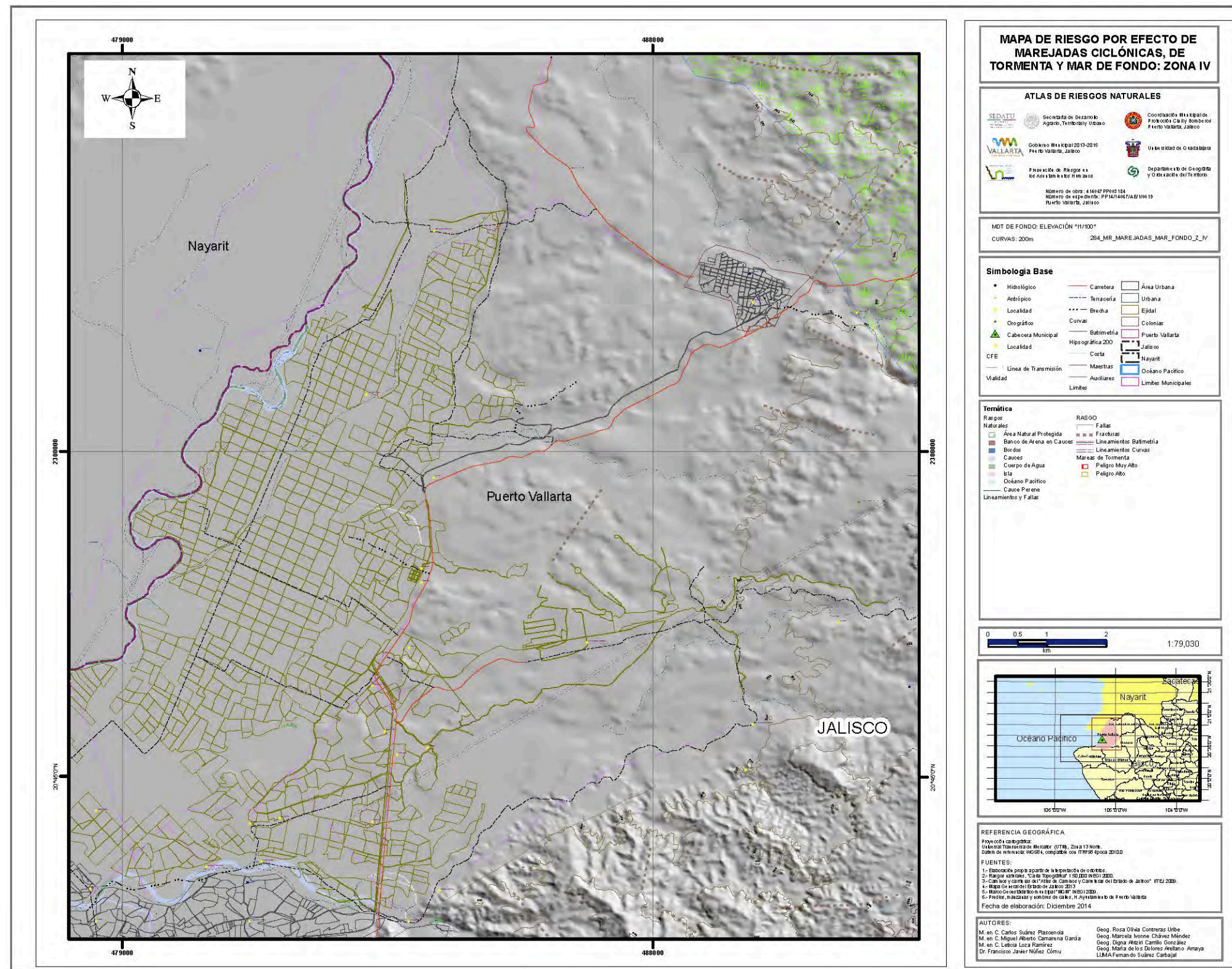
Mapa 74. Mapa que muestra las zonas de afectación por marea ciclónica, marea de tormenta y mar de fondo, que se localiza entre la línea de costa y los 2.50 msnm. En esta área predominan el equipamiento aeroportuario, las áreas hoteleras, la marina, usos comerciales, de servicio al turismo (restaurantes, bares), que serían vulnerables a estos fenómenos.



Mapa 75. Mapa a escala más detallada que muestra las zonas de afectación y vulnerable por fenómenos de marea ciclónica, marea de tormenta y mar de fondo, que se localiza entre la línea de costa y los 2.50 msnm. En esta área predominan el equipamiento aeroportuario, las áreas hoteleras, la marina, usos comerciales, de servicio al turismo (restaurantes, bares).



Mapa 76. Mapa que muestra las zonas de afectación por fenómenos en el sector sur por marea ciclónica, marea de tormenta y mar de fondo, que se localiza entre la línea de costa y los 2.50 msnm. En esta área predominan las áreas hoteleras, usos comerciales, de servicio al turismo (restaurantes, bares), morfológicamente la línea de costa está más protegida por la presencia de escarpes y pequeños acantilados que protegen las edificaciones construidas en esta área costera.



Mapa 77. Mapa que muestra la zona Ixtapa, donde no existe afectación por fenómenos de marea ciclónica, marea de tormenta y mar de fondo.

5.18.2. Periodo de Retorno para lluvias severas.

En las siguientes páginas se muestra el cálculo de los periodos de retorno (Tr), tomando como base las precipitaciones máximas anuales en 24 hr y los resultados de los análisis estadísticos de la serie de datos de la estación El Cuale.

En el cuadro 54 se señalan las fechas de ocurrencia de las precipitaciones máximas anuales en 24 hr de la estación El Cuale, la que se utiliza por ser la que tiene la mayor serie de datos, que es de 33 años, así como su semejanza con la zona de estudio en sus características morfológicas, cercanía a la costa y urbanización.

Cuadro 54

Fecha de ocurrencia	hp max. 24 hrs. mm.	Fecha de ocurrencia	hp max. 24 hrs. mm.
30-Jul-60	57.2	03-Jun-78	57.8
23-Jul-61	68.4	03-Ago-79	37.2
22-Oct-62	59.1	16-Ago-80	93.3
01-Jul-63	54.7	21-Jun-81	65.0
22-Ago-64	56.5	02-Ago-82	27.6
26-Jul-65	58.6	10-Sep-83	39.6
04-Ago-66	42.9	06-Jul-84	54.1
17-Jul-67	59.5	08-Ago-85	77.5
10-Oct-68	47.9	04-Sep-86	50.7
13-Jul-69	38.8	30-Jun-87	75.0
18-Jul-70	80.0	07-Sep-88	65.7
17-Sep-71	58.2	26-Jul-89	56.2
09-Sep-72	53.0	05-Jul-90	40.0
17-Ago-73	92.0	26-Jun-91	45.3
16-Sep-74	95.6	03-Ago-92	59.6
25-Ago-75	54.1	02-Jul-93	69.2
16-Jul-76	75.0	08-Ago-94	56.5
23-Jun-77	67.6		

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SERIE DE DATOS

Proyecto : Atlas de Riesgos Naturales de Puerto Vallarta 2014.
 Municipio : Puerto Vallarta Estado: Jalisco Estación: El Cuale
 Año inicial: 1961 Año final: 1993 Datos: N número de datos: 33
 Precipitaciones Máximas Anuales en 24 hrs. (mm)

Año	Prec.	Año	Prec.	Año	Prec.
1961	100.0	1976	151.50	1991	118.50
1962	103.50	1977	82.00	1992	124.00
1963	69.00	1978	241.50	1993	200.50
1964	97.00	1979	120.00		
1965	144.00	1980	150.20		
1966	145.00	1981	135.50		
1967	131.50	1982	115.50		
1968	84.00	1983	181.00		
1969	106.00	1984	157.50		
1970	155.00	1985	130.80		
1971	192.00	1986	108.50		
1972	152.00	1987	108.00		
1973	200.00	1988	95.00		
1974	116.00	1989	188.00		
1975	90.00	1990	86.50		

***** RESULTADOS *****

Media P = 132.7121
 Varianza S2 = 1650.1470
 Desviación Típica S = 40.6220
 Coeficiente de Sesgo = 0.1297
 Coeficiente de Variación = 0.3061
 Valor de Gama = 10.6733
 Corr. Int. Fijo de obs. = 1.1300
 Factor por A. De Cuenca = 0.9356

Cuadro 55

TR AÑOS	GUMBELL SIMPLE	NASH MINIMOS 2	NORMAL	LOG NORMAL	PEARSON III	LOG PEARSON III	GAMA IN COMPLETA
2	133.72	133.86	140.31	134.17	139.38	133.45	136.05
5	177.08	176.32	176.48	172.62	176.14	172.37	174.7
10	205.79	204.44	195.37	196.91	195.92	197.81	191.68
20	233.33	231.41	210.96	219.51	210.25	218.57	217.79
50	268.98	266.32	228.53	248.09	231.47	253.37	233.31
100	295.69	292.48	240.30	269.29	244.31	277.06	259.16
500	357.42	352.94	264.00	317.66	270.71	332.98	288.84
1000	383.96	378.93	273.45	339.28	281.00	357.70	311.12
10000	472.09	465.24	309.96	437.55	312.06	444.06	0.00

Análisis probabilístico de la precipitación máxima en 24 hr

A fin de efectuar el presente estudio, realizamos un análisis probabilístico de la precipitación máxima en 24 hr en la estación El Cuale, tomando ya en cuenta el promedio de la precipitación media de la cuenca, adoptando como buenos los resultados de los modelos de distribución de probabilidad de Gumbel simple, corregidos por intervalo fijo de observación.

A continuación se presentan los fundamentos de dicho método.

Método de Gumbel.

$$y = Y - S_y / (n \cdot \ln(T/T - 1))$$

T periodo de retorno asignado al evento para el cual se desea obtener la precipitación.

y = precipitación máxima relacionada con T, en mm.

Y = media de las precipitaciones máximas

S_y = desviación estándar de las precipitaciones máximas registradas

On Y_n = parámetros función del tamaño de la muestra n

En la tabla siguiente, se indican los resúmenes obtenidos por el método.

Cuadro 56. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA ASOCIADA A VARIOS PERIODOS DE RETORNO

PERIODO DE RETORNO TR, en Años	(24 Hr) mm.
2	123.7
5	153.35
10	175.79
20	198.22
50	227.88
100	250.31

Los periodos de retorno seleccionados, obedecieron a la norma establecida por la Subdirección General de Administración del Agua (Enero, 1992), recomendados para demarcación de Zona Federal, los Tr de 5 y 100 años corresponden a la avenida máxima ordinaria y a la avenida máxima extraordinaria respectivamente.

Cuadro 57. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS Y PERIODOS DE RETORNO

NUMERO DE ORDEN	AÑO	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HRS. (mm.)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PROB. DE EXCEDENCIA %
1	1978	241.5	34.00	1.84
2	1983	200.5	17.00	3.89
3	1973	200.5	11.33	3.81
4	1971	192.0	8.50	11.78
5	1989	188.0	6.80	14.74
6	1983	181.0	5.67	17.65
7	1984	157.5	4.86	21.59
8	1970	155.0	4.25	27.53
9	1972	132.0	3.78	28.47
10	1976	151.5	3.40	29.41
11	1980	150.2	3.09	32.35
12	1968	145.0	2.83	35.29
13	1965	144.0	2.62	38.24
14	1981	135.5	2.43	42.18
15	1967	131.5	2.27	44.12
16	1985	130.8	2.13	47.06

NUMERO DE ORDEN	AÑO	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HRS. (mm.)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PROB. DE EXCEDENCIA %
17	1992	124.0	2.00	50.00
18	1979	120.0	1.89	52.94
19	1991	118.5	1.79	55.88
20	1974	116.0	1.70	58.82
21	1982	115.5	1.62	61.76
22	1986	108.5	1.55	64.71
23	1987	108.0	1.48	67.65
24	1969	106.0	1.42	70.59
25	1962	103.5	1.36	73.53
26	1961	100.0	1.31	76.47
27	1964	97.0	1.26	79.41
28	1988	95.0	1.21	82.35
29	1975	90.0	1.17	85.29
30	1990	86.5	1.13	88.24
31	1968	84.0	1.10	91.18
32	1977	82.0	1.06	94.12
33	1963	69.0	1.03	97.06

Análisis Probabilístico de la Precipitación Máxima en 24 horas.

******* PARAMETROS *******

Media	PM	=	132.7121
Desviación Estándar	DP	=	40.622
Coeficiente de Sesgo	CS	=	.7634371
Coeficiente de Variación	CV	=	.3060911
Valor de Gama		=	10.6733
Corr. Inter. Fijo de Observación		=	1.1300
Factor por Área de Cuenca		=	.9236458
Factor de POG /PEG		=	.8584749

FUNCION DE DISTRIBUCIÓN	PERIODOS DE RETORNO				
	1.05	2	5	10	20
NASH	74.16	126.61	166.77	193.37	218.88
GUMBLE SIMPLE	114.98	138.3	171.45	196.54	221.62
NORMAL	65.9	132.71	166.9	184.77	199.53
LOG NORMAL	77.57	126.9	163.25	186.22	207.61
LOG PEARSON III	78.57	126.22	163.05	187.09	210.00
PEARSON III	75.79	127.59	164.54	186.95	207.12
HAZEN	77.39	126.54	163.5	0.00	209.57
GAMMA INCOMPLETA	85.21	129.35	167.26	188.39	208.42
ADOPTADO CORREGIDO	103.02	123.92	153.62	176.1	198.57

Cuadro 57

FUNCION DE DISTRIBUCIÓN	PERIODOS DE RETORNO				
	50	100	500	1000	10000
NASH	251.9	276.64	333.82	358.4	440.04
GUMBLE SIMPLE	254.77	279.86	338.09	363.18	446.5
NORMAL	216.14	227.21	249.63	258.24	283.7
LOG NORMAL	234.63	254.58	300.28	319.96	385.95
LOG PEARSON III	239.65	262.03	314.91	338.34	420.05
PEARSON III	231.67	249.15	287.31	302.99	352.81
HAZEN	0.00	259.21	0.00	328.35	400.5
GAMMA INCOMPLETA	0.00	245.8	0.00	293.86	0.00
ADOPTADO CORREGIDO	228.28	250.75	302.94	325.41	400.06

Cuadro 58.

Distribución Adoptada: GUMBEL

***** RESULTADOS DE LOS PERIODOS DE RETORNO *****

TIEMPO EN HORAS	PARA PERIODOS DE RETORNO EN AÑOS DE:				
	1.05	2	5	10	20
***** PRECIPITACIÓN DURACION EN mm. *****					
1.00	59.647	71.746	88.943	101.958	114.968
2.00	67.172	80.797	100.163	114.821	129.471
3.00	72.006	86.612	107.372	123.084	138.789
4.00	75.646	90.990	112.799	129.305	145.804
5.00	78.595	94.537	117.197	134.347	151.489
6.00	81.090	97.538	120.917	138.612	156.298
12.00	91.320	109.843	136.172	156.098	176.015
24.00	102.840	123.700	153.350	175.790	198.220
36.00	110.241	132.603	164.387	188.442	212.486
48.00	115.814	139.305	172.696	197.966	223.226

TIEMPO EN HORAS	PARA PERIODOS DE RETORNO EN AÑOS DE:				
	50	100	500	1000	10000
***** PRECIPITACIÓN DURACION EN mm. *****					
1.00	132.170	145.180	175.392	188.407	231.629
2.00	148.844	163.495	197.518	212.175	260.849
3.00	159.556	175.261	211.734	227.446	279.623
4.00	167.621	184.120	22.436	238.942	293.756
5.00	174.156	191.299	231.108	248.258	305.209
6.00	179.685	197.371	238.444	256.138	314.898
12.00	202.353	222.270	268.525	288.451	354.623
24.00	227.880	250.310	302.400	324.840	399.360
36.00	244.280	268.325	324.164	348.219	428.102
48.00	256.628	281.887	340.549	365.819	449.741

Cuadro 59.

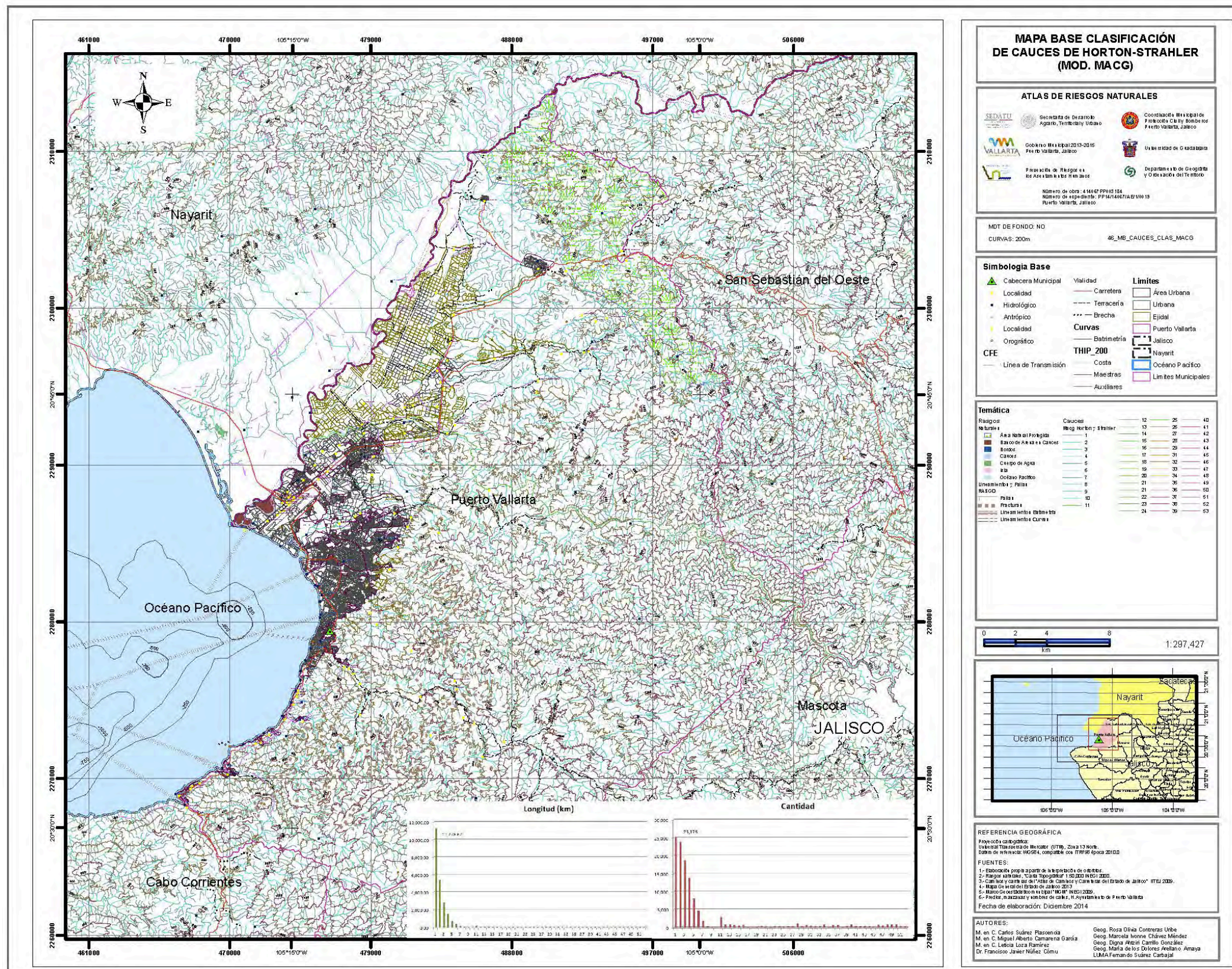
5.18.3. Inundaciones históricas.

Geomorfológicamente el municipio de Puerto Vallarta, muestra una zona de montaña, un piedemonte, planicie de inundación fluvial de los ríos Ameca, Pitillal y El Cuale y la planicie costera. Estas geoforrmas son drenadas por 9 microcuencas (ver cuadro 10) que manifiestan una dinámica hidrológica en cada una de las cinco zonas en que se dividen y que son de acuerdo con Horton (1948) y Stradhler (1952) en las siguientes secciones:

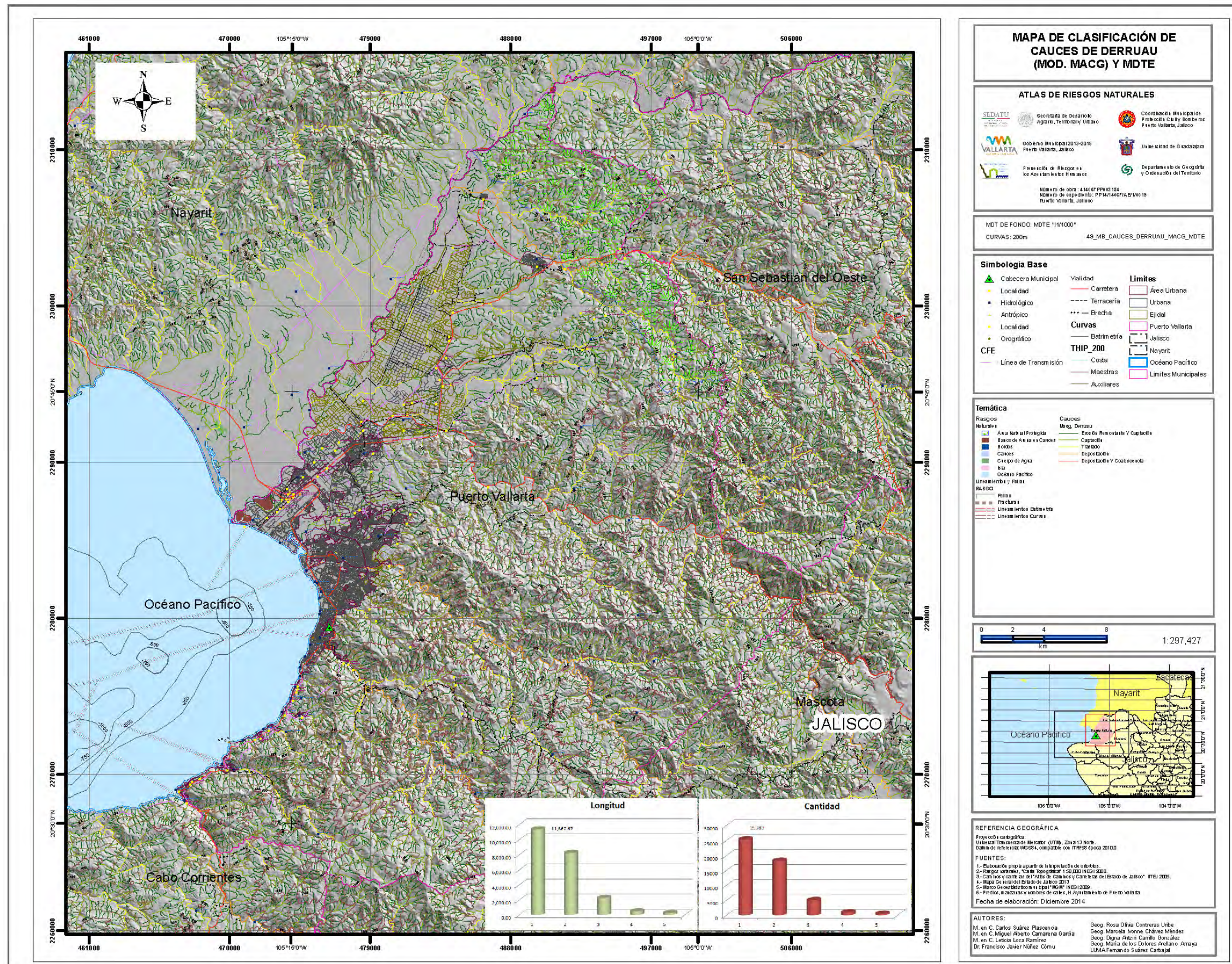
Superior Proximal Media, Distal Coalescencia.

Las secciones superior y proximal se ubican en la zona montañosa con pendientes superiores a 30°, con alta densidad y profundidad de la disección, con predominio de ordenes jerárquicos de la red fluvial de 1 a 3, esto hace que la dinámica hidrológica sea predominantemente erosiva y de transporte de agua y sólidos,

Las secciones media se ubica en la zona de piedemonte con pendientes entre 12° y 30° y son áreas donde predomina el transporte sobre la erosión, con órdenes jerárquicos entre 3 a 5. Finalmente las secciones distal y de coalescencia, se localizan en la zonas de baja pendiente menores a 12° y en estas áreas predominan los procesos de anastomosamiento de las corrientes fluviales, así como predominio de depósito de sólidos y la coalescencia con el océano o con las corrientes principales que drenan el municipio y que son los ríos Ameca, Mascota, Pitillal, Cuale y Horcones.



Mapa 78. Clasificación de cauces de acuerdo a la metodología de Horton-Strahler, en este se observa como un alto porcentaje de la red fluvial drenan hacia la planicie costera, haciendo coalescencia en los ríos Ameca, Pitillal, Cuale y en la Bahía de Banderas, generando peligro de inundaciones en las áreas adyacentes a los cauces, parte de este peligro es consecuencia de la alteración de los cauces provocada por la urbanización progresiva de que ha sido objeto el territorio en las pasadas cinco décadas.



Mapa 79. Clasificación de cauces de acuerdo a la metodología de Derruau modificada por Camarena-García.

La zona urbana en el municipio es atravesada por la mayor parte de la sección distal y coalescencia de la red fluvial, y la cual ha sido progresivamente alterada y modificada desde que inicio el crecimiento de Puerto Vallarta en el año de 1940, en las siguientes imágenes se muestra como se ha alterado la red al comparar fotografías de 1940 y con imágenes de Google Earth



Figura 77. Comparación de las imágenes de 1940 y del 2015 de Google Earth, donde se observa la alteración del arroyo de temporal anastomosado que hace coalescencia en la Bahía de Banderas (recuadro rojo), obsérvese que el Hotel Sheraton se ubica en un antiguo estero, así como el trazo del Boulevard Francisco Medina Ascencio.



Figura 78. Desembocadura del río El Cuale, donde se observa como el cauce del río ha sido reducido en su talweg y urbanizado en su trayecto y en su delta de desembocadura (polígono amarillo), el cual fue ocupado por construcciones, lo que ha reducido la superficie de la playa por reducción del flujo de arena proveniente de este río. Otro punto es que la isla no existía en 1940 (flecha negra), En las elevaciones próximas también han sido urbanizadas.

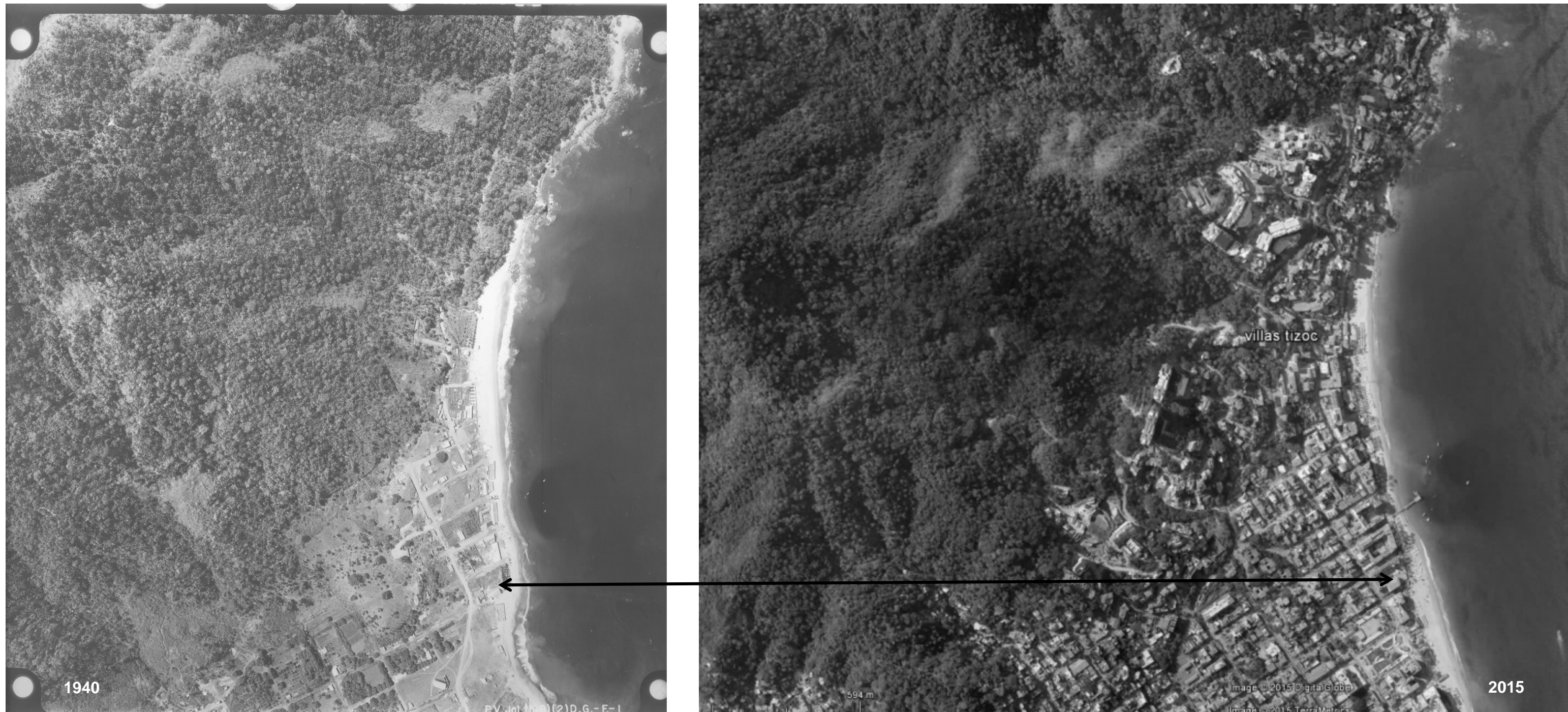


Figura 79. Zona de Conchas China y Villas Tizoc, la cual ha sido totalmente urbanizada la zona de piedemonte y parte de la zona de montaña, donde la red fluvial que drena esta geofoma ha sido alterada para la edificación unifamiliar y plurifamiliar como instalaciones hoteleras y servicios al turismo.



Figura 80. Zona del estero El Salado, donde la presión urbana ha ido construyendo edificaciones esta zona hidrológicamente baja, afectando su dinámica hidrológica y generando nuevas zonas de inundación en su periferia. Estas urbanizaciones pueden ser afectadas por hundimientos dado que se asientan sobre un suelo formado por arcillas, limos y arenas, con un nivel freático muy cercano a la superficie, Estas características en caso de un sismo también puede generar licuefacción y afectarlas.



Figura 81. Zona del Aeropuerto Internacional, donde se observa el cambio total del paisaje del año 1940. La fotografía de 2015 se aprecia vestigios de la red fluvial que drena hacia el Estero El Salado. En la esquina superior (recuadro amarillo) se aprecia la Marina Vallarta que no existía en 1940 y que fue excavada y dragada para su construcción y operación, en tanto la colonia Villa Las Flores se edificó sobre el sector noroeste del Estero..



Figura 82. Zona de inundación del río Pitillal próximo a su cruce con el Boulevard Francisco Medina Ascencio, donde es a simple vista se aprecia la modificación total del cauce y su urbanización progresiva a lo largo de 75 años, la que ha ocupado todo la planicie fluvial.



Figura 83. Desembocadura del río Pitillal, la cual ha sido modificada totalmente con la construcción de edificaciones en sus márgenes. Se puede observar el amplio delta que existía en 1940 y como ahora es más reducido y más convexo, en el cual se han construido grandes hoteles, edificaciones para uso compartido y apartamentos, edificados sobre depósitos de arena en el litoral. Obsérvese la reducción de la superficie de la playa en la imagen del 2015. La zona marcada con el recuadro amarillo es donde ocurrió en el 2014 un hundimiento de playa en el área del Hotel Hollyday Inn (ver figura 53).

Se identificaron sitios problemáticos por inundación con base en los recorridos de campo en el municipio, así como por los reportes proporcionados por la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos, los resultados son 248 puntos de inundación en la municipalidad a diciembre del 2014, (ver Mapas 68 y 69). En el siguiente cuadro 60 se muestran la ubicación de los 144 puntos con mayor problemática.

Desbordamiento de cauces	Sitio	Origen de la inundación	Elementos vulnerables y o afectados
	Colonia Las Palmas	Rio Ameca	202 hectáreas de cultivos afectadas.
	Colonia Tebelechia	Rio Ameca	Zona urbana
	Colonia El Zancudo	Arroyo	Puente vehicular en su cruce con la Carretera Estatal N° 544.
	Colonia la Desembocada	Arroyo Santa Cruz de Quelitán	Arroyo Santa Cruz de Quelitán en su cruce con la Carretera Estatal N° 544.
	El Aguacate, El Encanto, Girasol y Valle Encantado, en el camino a Santa Cruz de Quelitán	Arroyo Santa Cruz de Quelitán	Afectación a los asentamientos referidos.
	Puente La Desembocada	Rio Mascota	Riesgo de colapso por la crecida del Río Mascota
	Colonia la Desembocada	Rio Mascota	Sector de la localidad ubicada en la margen derecha del Río Mascota.
	Colonia el Ranchito	Arroyo Santa Cruz de Quelitán	Arroyo Santa Cruz Quelitán en su cruce con el camino a Santa Cruz.
	Colonia Las Flores	Arroyo Santo Domingo	Sección de la colonia adyacente al A. Sto. Domingo.
	Colonia Santo Domingo	Escurremientos laminares hacia el arroyo Santo Domingo.	Arrastres de sólidos por calles de pendiente mayor a 6° que son Santo Domingo, Los Mangos y Guamúchil.
	Colonia Getsemaní	Rio Ameca y arroyo Santo Domingo	Toda la Colonia.
	Colonia Niños Héroes Ixtapa,	Arroyo Santo Domingo	Afectaciones por el desbordamiento del Arroyo Santo Domingo.
	Colonia La Esperanza	Arroyo Ixtapa	Sitio ubicado entre el Arroyo Ixtapa en el camino al Río Ameca y Carretera Estatal N° 544.
	Colonia La Vía,	Arroyo Ixtapa	Camino al Río Ameca y Carretera Estatal N° 544.
	Colonia Nuevo Ixtapa	Canal pluvial a cielo abierto	Sección de la colonia adyacente al canal pluvial.
	Colonia Los Tubos.	Arroyo	Sitio entre las calle Álvaro Obregón y Pedro Moreno.
	Colonia Banus	Arroyo Ixtapa	Arroyo Ixtapa cruce con la Av. Industria.
	Colonia Verde Vallarta	Arroyo Ixtapa	Sección adyacente al arroyo Ixtapa.
	Colonia Los Tamarindos.	Obstrucción de bocas de tormenta.	Cruce de las calles Gaviota y pelicano
	Colonia Idipe	Arroyo	Cruce del arroyo con la calle Guillermo Prieto.
	Colonia La Mina II	Escurremientos laminares hacia el arroyo.	Cruce de las calles Estaño con Aguacate.
	Colonia Primero de Mayo	Escurremientos laminares hacia el arroyo.	Calle Aguacate.
	Colonia 24 de Febrero	Escurremientos laminares hacia el arroyo.	Calle Gaviota y Michoacán
	Centro Universitario de la U de G.	Arroyo y canal pluvial	Instalaciones del CUC-UdeG.
	Colonia Las Juntas	Rio Ameca	Toda la localidad.
	Colonia Crucero Las Juntas	Canal pluvial Las Juntas	Calle Morelos y Joaquín Amaro.
	Colonia Ampliación San José	Escurremientos pluviales.	Entre las calles Aquiles Serdán y Joaquín Amaro.
	Colonia Villas Las Juntas	Escurremientos pluviales.	Calle Pascual Ortiz Rubio y calle Joaquín Amaro.
	Colonia Las Mojoneras	Canal Pluvial	Ave. Guadalajara y calle Tamaulipas.
	Colonia Ampliación Mojoneras	Canal pluvial	Entre las calles Chiapas y Quintana Roo.
	Colonia Las Mojoneras parte alta	Afloramiento de manto freático	Calle Oaxaca N° 185.
	Colonia Campestre Las Cañadas	Arroyo El Zarco	Calle de los Patos
	Colonia Cero del Refugio	Arroyo El Zarco	Calle Valle de los Prados y Valle San Fernando.

Desbordamiento de cauces	Sitio	Origen de la inundación	Elementos vulnerables y o afectados
	Colonia Villas del Mar	Canal pluvial	Sección de la colonia adyacente
	Colonia Valle Dorado	Canal pluvial	Avenida Guadalajara
	Colonia Villas del Prado	Canal pluvial	Entre las calles Chiapas y Quintana Roo.
	Colona Parque Las Palmas	Inundación pluvial	Avenida Las Palmas y calle Palma Areka
	Colonia Villa de las Flores	Inundación Pluvial	Av. Fco. Medina Ascencio zona del estero El Salado
	Colonia Villas Las Flores	Inundación Pluvial	Calle Paseo de las Flores hasta Estero el Salado.
	Colonia Guadalupe Victoria	Inundación Pluvial	Toda la Colonia.
	Colonia Ampliación Guadalupe Victoria.	Inundación Pluvial	Cruce de la calle Valentín Gómez Farías y la calle Manuel Ramos Arizpe.
	Colonia Volcanes	Arroyo la Virgen	Zona adyacente al arroyo la Virgen.
	Colonia ampliación Volcanes	Arroyo La Virgen.	Calle Himalaya y Paseo de Cortés.
	Colonia 12 de Octubre	Arroyo La Virgen	Zona adyacente al arroyo la Virgen.
	Colonia Bosques del Progreso	Inundación pluvial	Entre calle Yuca y San Jacinto.
	Colonia Magisterio	Arroyo Los Poetas	Calles adyacentes al arroyo Los Poetas.
	Colonia Copa del Rey	Arroyo Los Poetas	Calles adyacentes al arroyo Los Poetas
	Colonia del Villar	Arroyo Los Poetas	Calles adyacentes al arroyo Los Poetas
	Colonia Laguna del Valle	Arroyo Los Poetas	Calles adyacentes al arroyo Los Poetas
	Colonia Lomas del Progreso	Arroyo La Virgen	Calles adyacentes al arroyo La Virgen.
	Colonia Progreso	Arroyo La Virgen	Calles adyacentes al arroyo La Virgen.
	Colonia Palmar del Progreso	Arroyo La Virgen	Calles adyacentes al arroyo La Virgen.
	Colonia Salitrillo	Arroyo La Virgen	Calles adyacentes al arroyo La Virgen.
	Colonia 9 de Octubre	Arroyo La Virgen	Calles adyacentes al arroyo La Virgen.
	Colonia Joyas del Pedregal	Arroyo el Contentillo	Calles adyacentes al arroyo el Contentillo.
	Colonia Brisas del Pacífico	Arroyo el Contentillo	Calles adyacentes al arroyo el Contentillo.
	Colonia Brisas del Pacífico	Arroyo el Contentillo	Calle Alemania y su cruce con el arroyo el Contentillo.
	Colonia Brisas del Pacífico	Arroyo el Contentillo	Calle Suiza y su cruce con la calle Dinamarca.
	Colonia Brisas del Pacífico	Arroyo el Contentillo	Calle Federación entre Polonia y Hungría con su cruce con el arroyo el Contentillo.
	Colonia Brisas del Pacífico	Arroyo el Contentillo	Calle Italia e Inglaterra con su cruce con el arroyo el Contentillo.
	Colonia Brisas del Pacífico	Arroyo el Contentillo	Calle Indonesia y Suiza con su cruce con el arroyo La Virgen.
	Colonia Joyas del Pedregal	Inundación Pluvial	Calle Ópalo entre Amatista y Coral
	Colonia San Miguel	Arroyo el Contentillo	Calle Diamante y su cruce con el arroyo el Contentillo.
	Colonia Lomas del Capinole	Canal Pluvial	Calle 24 de Junio en su cruce con Alemania.
	Colonia Lomas del Capinole	Arroyo el Sombrío	Calle Cartagena esq. Ramón Corona hasta calle 1" de Junio y Japón.
	Colonia Lomas del Capinole	Arroyo el Sombrío	Calle Vietnam cruce con la calle Federalismo, peligro por colapso de una sección del puente e inundación por desbordamiento del arroyo.
	Colonia Lomas del Calvario	Arroyo el Contentillo	Calles adyacentes al arroyo el Contentillo.
	Colonia Lomas de Enmedio	Arroyo el Contentillo	Calle Ecuador y Eutiquio González.
	Colonia Lomas de Enmedio	Canal Pluvial	Calles adyacentes al canal pluvial..
	Colonia Lomas de Enmedio	Arroyo La Virgen	Calle Islandia y su sección adyacente al arroyo.
	Colonia Lomas de Enmedio	Arroyo La Virgen	Calle Los Poetas en su cruce al arroyo.

Desbordamiento de cauces	Sitio	Origen de la inundación	Elementos vulnerables y o afectados
	Colonia La Floresta	Arroyo La Virgen	Calle Jalisco y Privada Jalisco.
	Colonia La Floresta	Arroyo La Virgen	Calle Jacarandas y calle Azucena
	Colonia La Floresta	Arroyo La Virgen	Calles Clavel, Gladiola, Sinaloa, Violeta, Lirio, Obelisco, todas adyacentes al arroyo La Virgen.
	Colonia Loma Bonita	Arroyo La Virgen	Calle Aldama y 18 de Marzo con el cruce con el arroyo.
	Colonia Loma Bonita	Arroyo el Contentillo	Calle Aldama esquina 24 de Junio y el cruce con el arroyo.
	Colonia Educación.	Inundación Pluvial	Calle Mangle y Alcatraz.
	Colonia Educación	Inundación por cercanía con el estero El Salado	Área adyacente al estero el Salado.
	Colonia Vallarta 500	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del arroyo Pitillal.
	Colonia Educación	Inundación Pluvial	Avenida Politécnico y su cruce con el Boulevard Francisco Medina Ascencio.
	Fraccionamiento Las Moras	Inundación Pluvial	Calle Arrecifes de Coral y Prisciliano Sánchez.
	Colonia Aramara	Inundación Pluvial	Toda la colonia por ubicarse en una zona de baja pendiente topográfica.
	Colonia Vallarta 750	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del arroyo Pitillal.
	Coto La Joya	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del arroyo Pitillal.
	Fraccionamiento Doctores	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del arroyo Pitillal.
	Fraccionamiento Tabachines	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del arroyo Pitillal.
	Condominio La Marina	Inundación Pluvial	Calle Manuel Montessori y Blv. Francisco Medina.
	Fraccionamiento Montessori	Inundación Pluvial	Gran parte de la colonia por baja pendiente topográfica.
	Condomio Costa del Sol.	Inundación Pluvial	Calle Manantial en la colonia Aramara.
	Colonia Pitillal en su zona centro.	Inundación Pluvial	Estacionamiento de la Plaza Pitillal.
	Colonia Leandro Valle	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del río Pitillal.
	Colonia Villas del Río	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del río Pitillal.
	Colonia Jardines de la Higuera	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del río Pitillal.
	Fraccionamiento Primavera de Vallarta	Antiguo cauce del río Pitillal	Área que ocupa el antiguo cauce del río Pitillal.
	Colonia El Calvario	Arroyo el Contentillo	Calles adyacentes al arroyo Contentillo.
	Colonia el Calvario	Corriente Pluvial	Calle 10 de mayo y Durango.
	Colonia San Esteban	Río Pitillal	Desde la calle 20 de Noviembre a la calle Revolución.
	Colonia Villa de Guadalupe	Afluente del río Pitillal	Desde la calle 20 de Noviembre a la calle Revolución.
	Colonia Villa de Guadalupe	Arroyo Urbanizado	Calle 20 de Noviembre entre España y Cuba
	Colonia Villa de Guadalupe	Arroyo Urbanizado	Desde la calle 24 de febrero a la calle Alemania.
	Colonia Villa de Guadalupe	Afluente del río Pitillal	De la calle Bolivia, Lázaro Cárdenas hasta la Av. Revolución.
	Colonia Villa de Guadalupe	Río Pitillal	De la calle 20 de Noviembre a la calle Lázaro Cárdenas, por desbordamiento del río Pitillal.
	Colonia La Playita	Corriente Pluvial	De la calle 5 de Septiembre, Francia hasta calle Portugal.
	Colonia Villa de Guadalupe	Río Pitillal	De las calles 5 de Mayo, Italia y Suiza, por desbordamiento del río Pitillal.
	Colonia el Mangal	Corriente Pluvial	De las calles Suiza, 16 de Septiembre y 12 de Octubre.

Desbordamiento de cauces	Sitio	Origen de la inundación	Elementos vulnerables y o afectados
	Colonia el Mangal	Rio Pitillal	De las calles 12 de Octubre entre Japón y China.
	Colonia San Esteban	Corriente Fluvial	De las calles Insurgentes y 24 de Febrero.
	Colonia San Esteban	Rio Pitillal	Camino a Playa Grande.
	Colonia Fluvial Vallarta	Zona de baja pendiente del rio Pitillal	Parte de la cuenca distal del rio Pitillal.
	Colonia Díaz Ordaz	Zona de afectación por mareas ciclónica, marea de tormenta o tsunamis.	Se ubica dentro de la cota entre 0 msnm y los 2.5 msnm.
	Colonia Valentín Gómez Farías	Arroyo Seco parte canalizado y con desembocadura en el mar.	Desde las calles Paseo del Marlin y Pez Vela de la Colonia Gaviotas hasta la calle Gómez Farías de la Colonia Valentín Gómez Farías.
	Colonia Garza Blanca	Rio Pitillal	Zona la margen der rio Pitillal, desde el Andador Gaviota al Andador Pavo Real.
	Colonia Ex Haciendas El Pitillal	Rio Pitillal	Zona la margen der rio Pitillal, desde la privada Coral a la Avenida Francisco Villa.
	Colonia Los Sauces y la Colonia Jardines Vallarta	Zona de baja pendiente.	Desde la Avenida Francisco Villa, desde su cruce con Avenida Jesús González Gallo en la Colonia Los Sauces hasta Avenida Los Tules en la Colonia Jardines de Vallarta.
	Colonia los Sauces	Zona de baja pendiente	Avenida Las Torres.
	Colonia Independencia	Rio Pitillal	Toda la colonia por ubicarse dentro de la zona de inundación histórica del rio Pitillal.
	Colonia La Moderna	Arroyo	Calles adyacentes al arroyo.
	Colonia Ojo de Agua	Arroyo Seco	Calles adyacentes al arroyo.
	Colonia Las Torres	Arroyo Seco	Calles adyacentes al arroyo.
	Fraccionamiento Los Delfines	Arroyo Seco	Calles adyacentes al arroyo.
	Colonia Lindavista Océano	Arroyo y escurrimientos laminares	Toda la colonia.
	Colonia Santa María parte Alta.	Arroyo y escurrimientos laminares	Calle Coral y Capri.
	Colonia Santa María parte Alta.	Canal Pluvial que desemboca en el rio Pitillal y escurrimientos laminares	Calle Coral y Avenida Garza Blanca en donde se ubica un canal pluvial.
	Colonia Santa María parte Alta.	Arroyo y escurrimientos laminares	Calle Nalao y Mesa del Mar.
	Colonia del Mar	Arroyo de los Perfumes afluente del arroyo Seco.	Calle Prolongación Tampico y Santa María
	Colonia Santa María	Escurrimientos laminares desde el cerro.	Calle Bello Horizonte y Costa Oroí.
	Colonia Los Ramblases Ecológico	Escurrimientos laminares desde el cerro.	Calle Zihuatanejo.
	Colonia Ramblases parte alta	Escurrimientos laminares desde el cerro.	Calle Tenacatita y Topolobampo.
	Colonia Jardines	Escurrimientos laminares desde el cerro.	Calle Azalea esquina con Orquidea.
	Colonia del Mar	Escurrimientos laminares desde el cerro.	Calle Coral entre las calles Tampico e Hidalgo,
	Colonia del Mar	Escurrimientos laminares desde el cerro.	Calle Coral y Arenita.
	Colonia Barrio Santa María	Canal Pluvial	Avenida Las Palmas. Entre las calle Sinaloa y El Libramiento.
	Colonia Bugambileas	Arroyo Camarones	Las calles adyacentes al arroyo Camarones que tiene coalescencia con el canal pluvial del Libramiento.
	Colonia Adolfo López Mateos	Arroyo Camarones	Calles adyacentes al arroyo Camarones.
	Colonia el Caloso	Rio Cuale y arroyo el Caloso que hace coalescencia con el primero.	Calles adyacentes a la margen del rio El Cuale y del arroyo El Caloso
	Colonia Las Canoas	Rio Cuale	Calles adyacentes a la margen del rio El Cuale.
	Colonia Remance	Rio Cuale	Calles adyacentes a la margen del rio El Cuale.

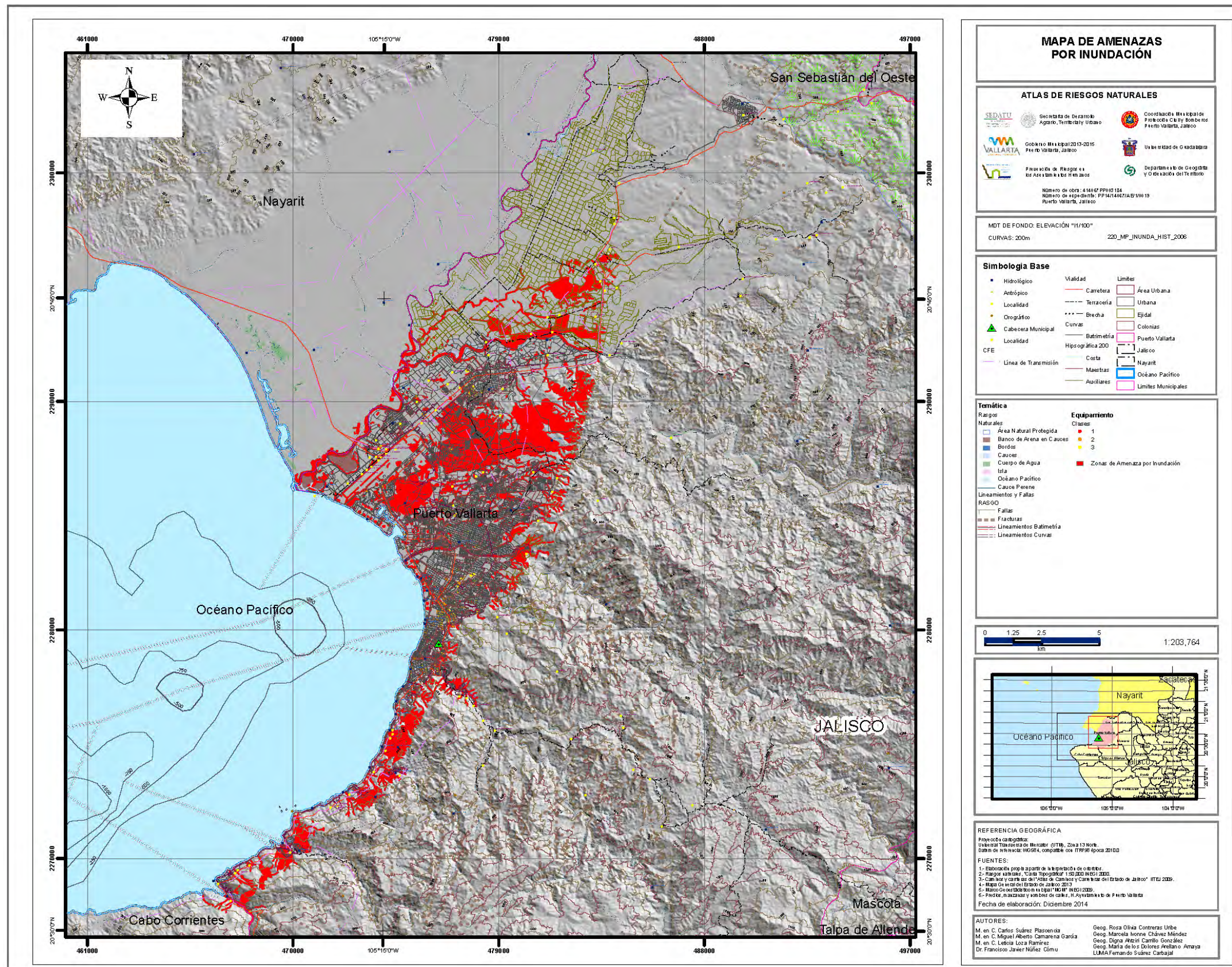
Desbordamiento de cauces	Sitio	Origen de la inundación	Elementos vulnerables y o afectados
	Colonia Buenos Aires	Rio Cuale	Calles adyacentes al rio Cuale urbanizadas sobre terrazas fluviales a poca altura del talweg.
	Colonia Paso Ancho	Rio Cuale	Calles adyacentes al rio Cuale urbanizadas sobre terrazas fluviales a poca altura del talweg.
	Colonia alta Vista	Arroyo el Cafeto.	Calles adyacentes al talweg del arroyo en la ladera del cerro. Las rejillas del drenaje pluvial son saturadas constantemente por arrastres de sólidos, lo que forma inundaciones, sobre todo en la calle Pulpito.
	Localidad Paso del Molino	Rio Cuale	Toda la localidad.
	Localidad San Pedro	Arroyo el Nogal	Toda la localidad.
	Localidad El Nogalito	Arroyo El Nogalito	Todo la localidad.
	Colonia Amapas en Boca de Tomatlán	Arroyo Amapas	Calle Gardenias.
	Playa de Conchas Chinas	Litoral	Vulnerable a efectos de marea de tormenta, marea ciclónica y mar de fondo.
	Playa Boca de Tomatlán al camino Real	Litoral	Vulnerable a efectos de marea de tormenta, marea ciclónica y mar de fondo.
	Playa de Muertos	Litoral	Vulnerable a efectos de marea de tormenta, marea ciclónica y mar de fondo.
	Playa Camarones	Litoral	Vulnerable a efectos de marea de tormenta, marea ciclónica y mar de fondo.
	Playa de la zona hotelera norte	Litoral	Vulnerable a efectos de marea de tormenta, marea ciclónica y mar de fondo.
	Playa del Malecón	Litoral	Vulnerable a efectos de marea de tormenta, marea ciclónica y mar de fondo.

Cuadro 60.

La urbanización progresiva de Puerto Vallarta, tanto de la cabecera municipal como por las localidades rurales que la integran, han alterado y modificado los cursos de arroyos y ríos en su sección media, distal y coalescencia, con ello se han generado zonas de riesgo a inundaciones y encharcamientos, que se presentan con una temporalidad anual. La identificación de los puntos anteriores permite establecer que los ríos Ameca, Pitillal y el Cuale presentan un factor de peligro creciente en cada temporal, como en lluvias atípicas, dado los grandes volúmenes de agua que fluyen por ellos hacia el mar.

La urbanización incontrolada de asentamientos regulares como irregulares cercanos o dentro de sus cauces en las planicies fluviales provoca el incremento de las zonas de riesgo con respecto a las reportadas en el Atlas realizado en el año 2006. El piedemonte de la montaña y la planicie costera son drenados por al menos 15 arroyos, que al llegar a la zona urbana son canalizados y encausados hacia el mar. Algunos de estos canales presentan el su trayecto ángulos de 90°, lo que reduce drásticamente el flujo de agua, si se le adiciona la presencia de materiales sólidos y basura en su arrastre, ello provoca obstrucciones que generan inundaciones y encharcamientos, tal es el caso del arroyo Camarones, Seco, El Contentillo, La Virgen, Los Poetas y Santo Domingo, entre otros.

En los mapas 80 y 81 se muestran las zonas de inundación identificados con base en criterios de: pendientes bajas, inundaciones históricas y ubicación en campo de puntos problemáticos reportados por la UMPCyB de Puerto Vallarta. Se utilizaron estos criterios ya que la elaboración de un modelo hidráulico para determinar zonas susceptibles a inundaciones (HEC-RAS, Rubicon, Sobek y otros) requiere de tener topografía detallada de los cauces y su entorno (mínimo curvas de nivel cada 0.50 m) , información que para la elaboración de este Atlas no se tuvo acceso, dado que no existe en el municipio y CONAGUA tampoco la tiene, por lo que se tendría que realizar un levantamiento para este fin, e incorporar los resultados posteriormente al documento y al Atlas Digital.



Mapa 80. Zonas de inundación registradas hasta el año 2006, las que se marcan con achurado rojo. Estas zonas corresponden a zonas bajas de la Planicie Costera, a la zona de los cauces de inundación de los ríos, la zona del Estero de El Salado y la zona de Ixtapa.

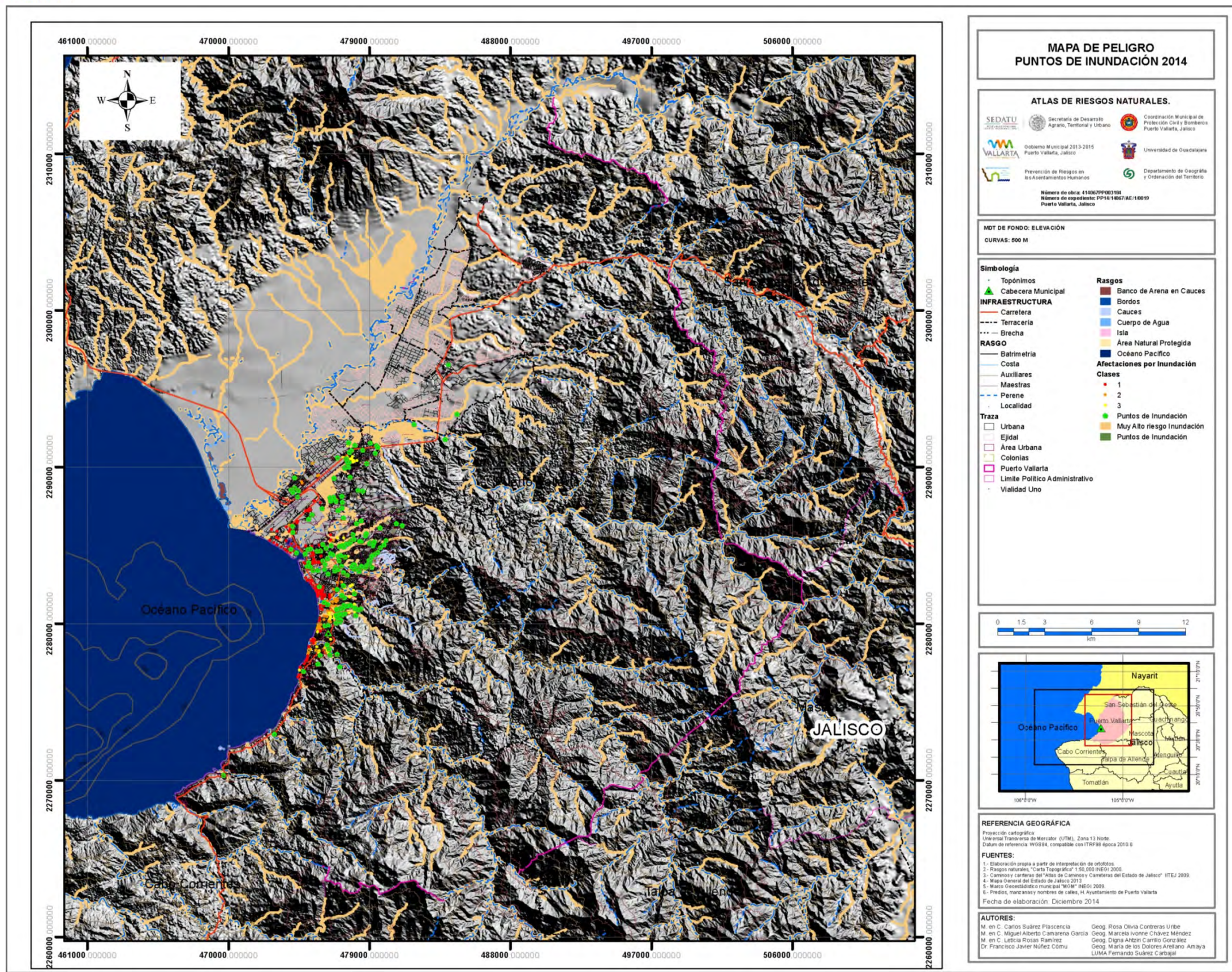
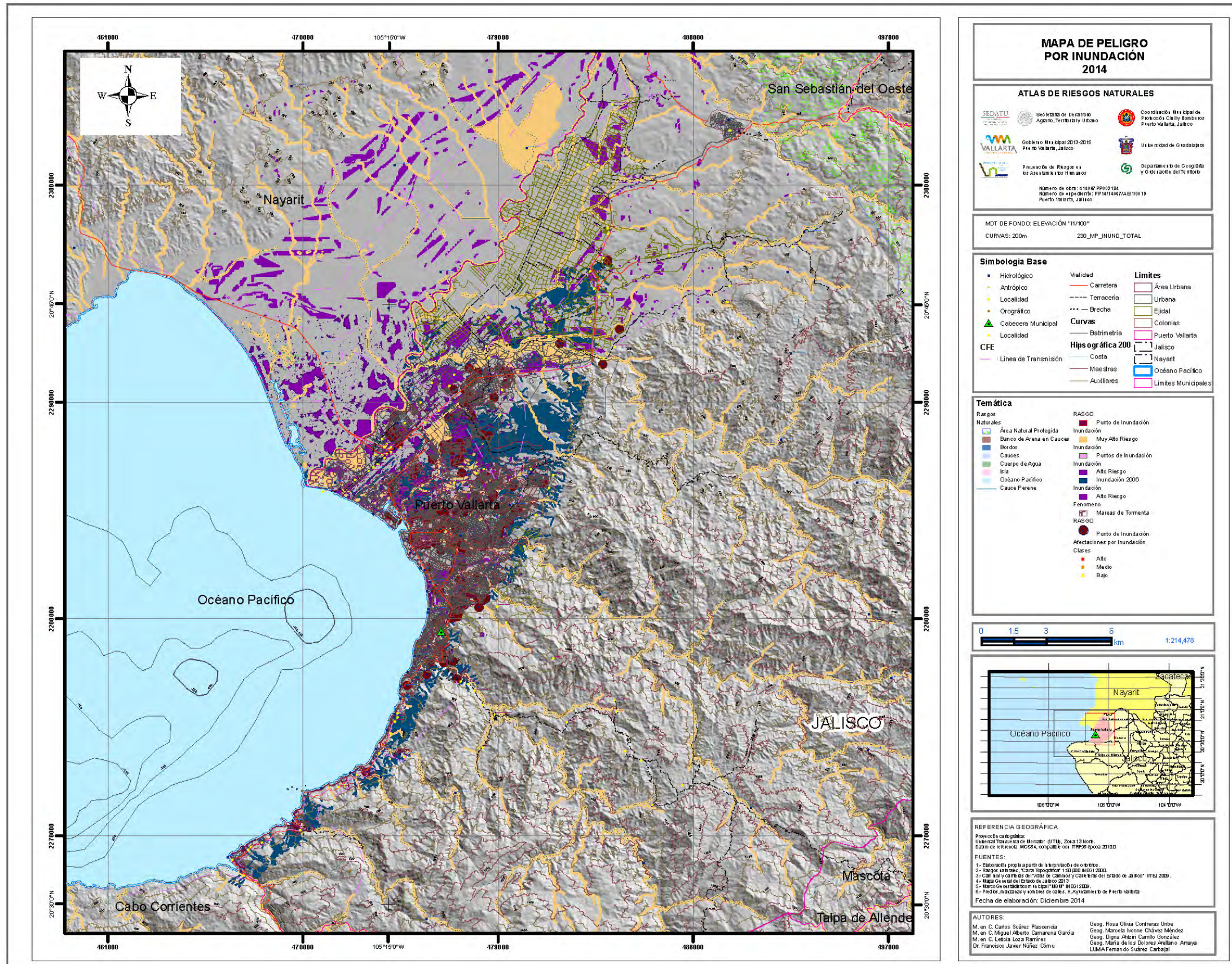
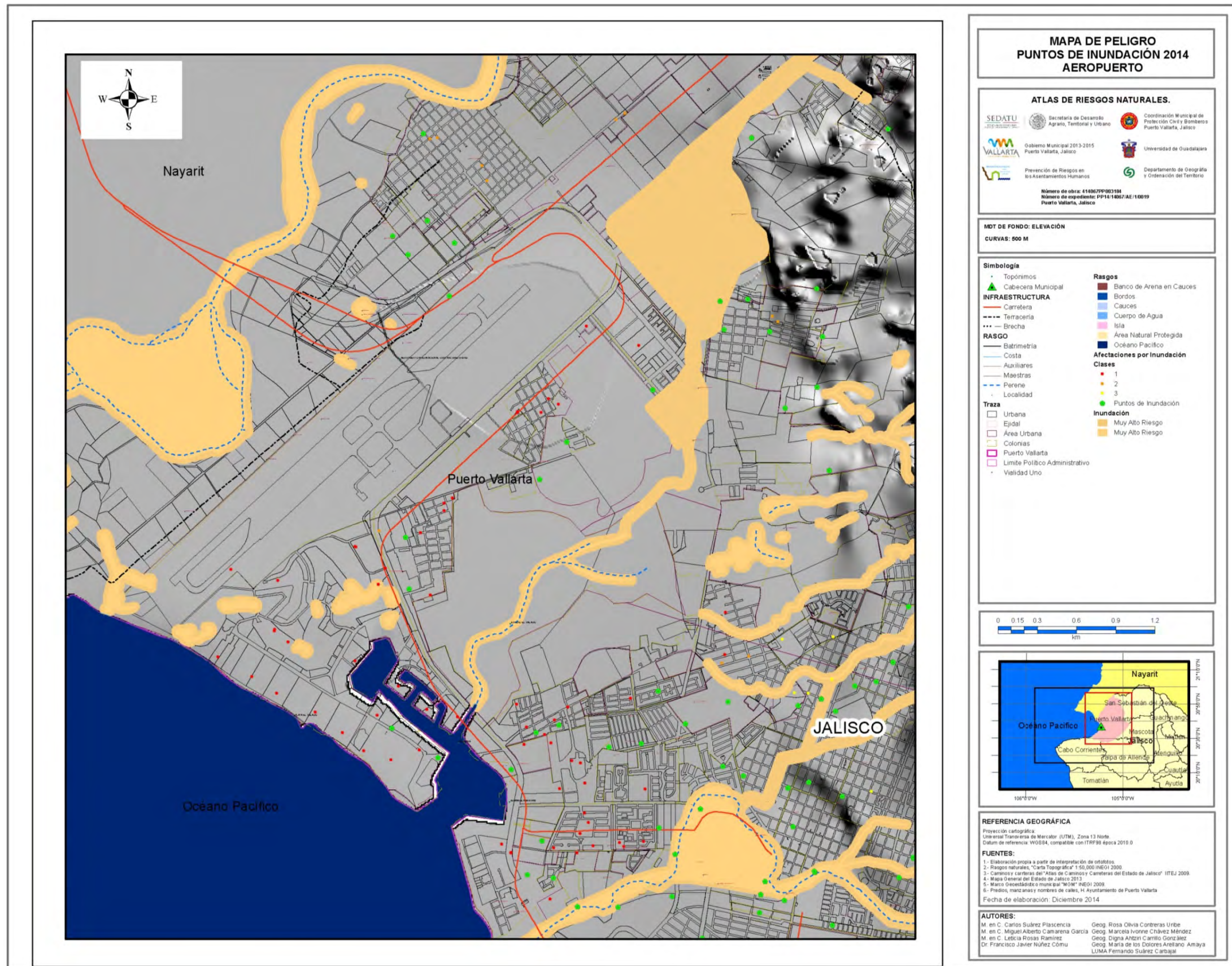


Figura 109.

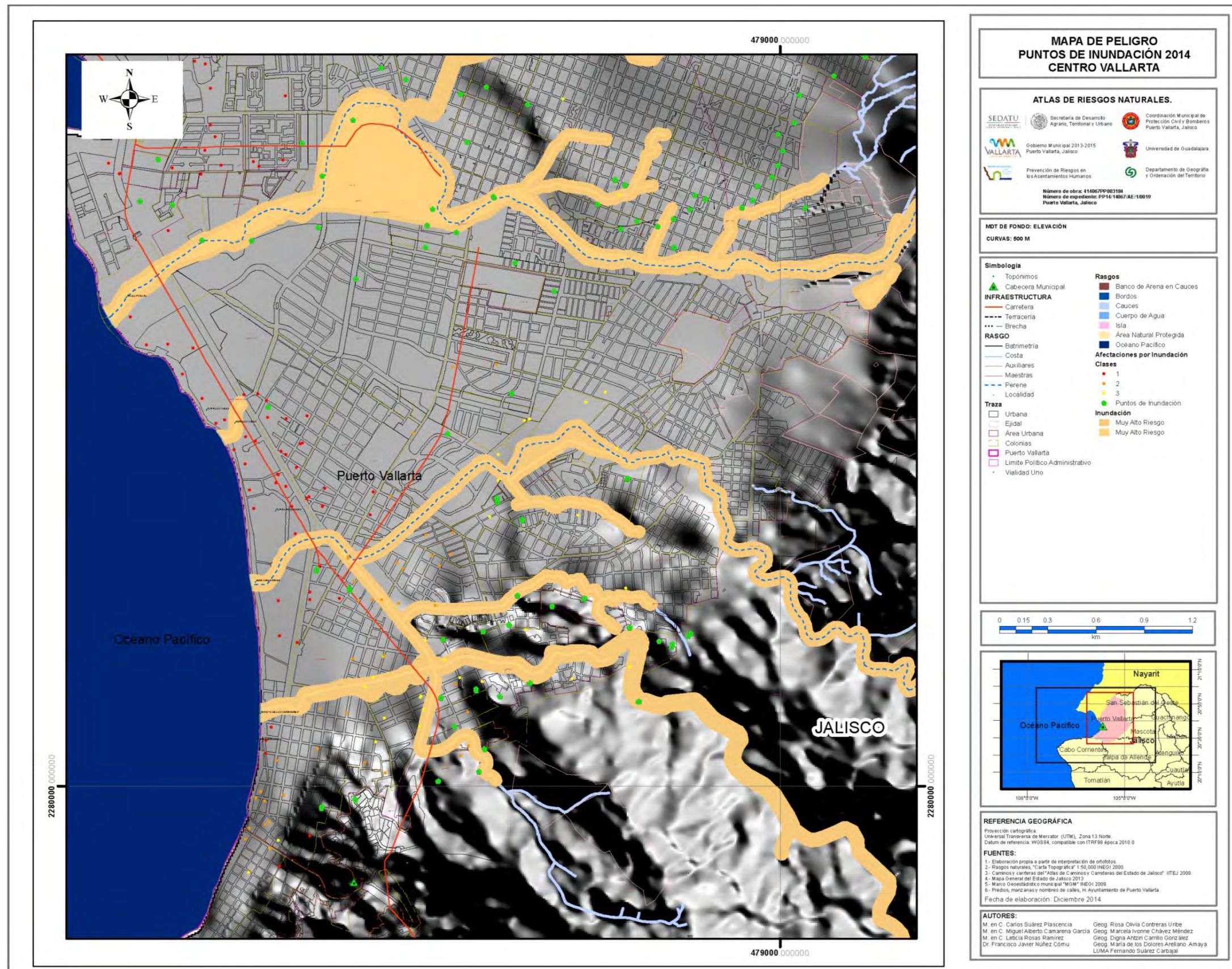
Mapa 81. Puntos de inundación registradas hasta el año 2014, estos corresponden a zonas bajas de la Planicie Costera, a la zona de los cauces de inundación de los ríos, la zona del Estero de El Salado y la zona de Ixtapa.



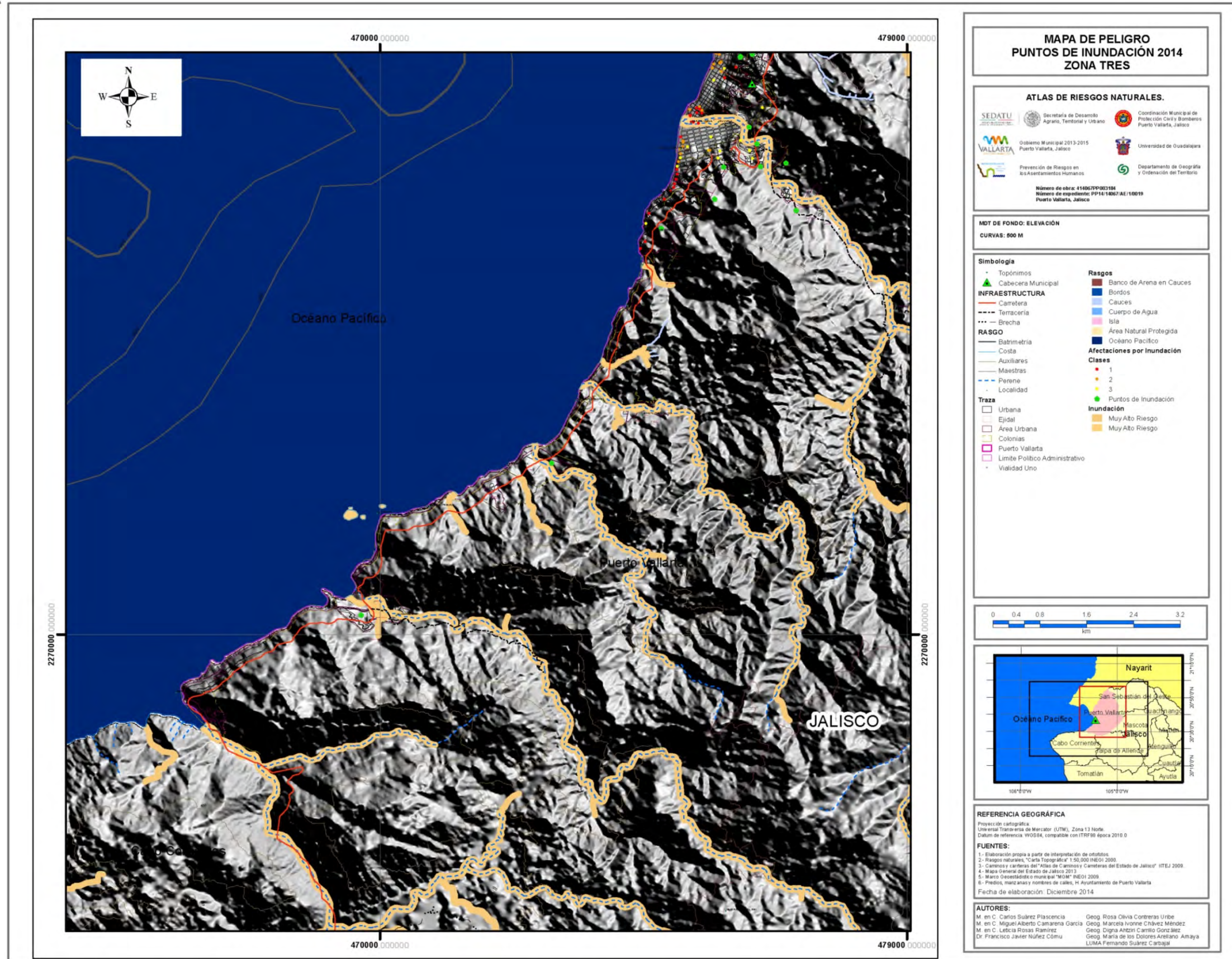
Mapa 82. Áreas de inundación registradas hasta el año 2014, estos corresponden a zonas bajas de la Planicie Costera, a la zona de los cauces de inundación de los ríos Ameca, Mascota, Pitillal, El Cuale y Horcones, la zona del Estero de El Salado y la zona de Ixtapa.



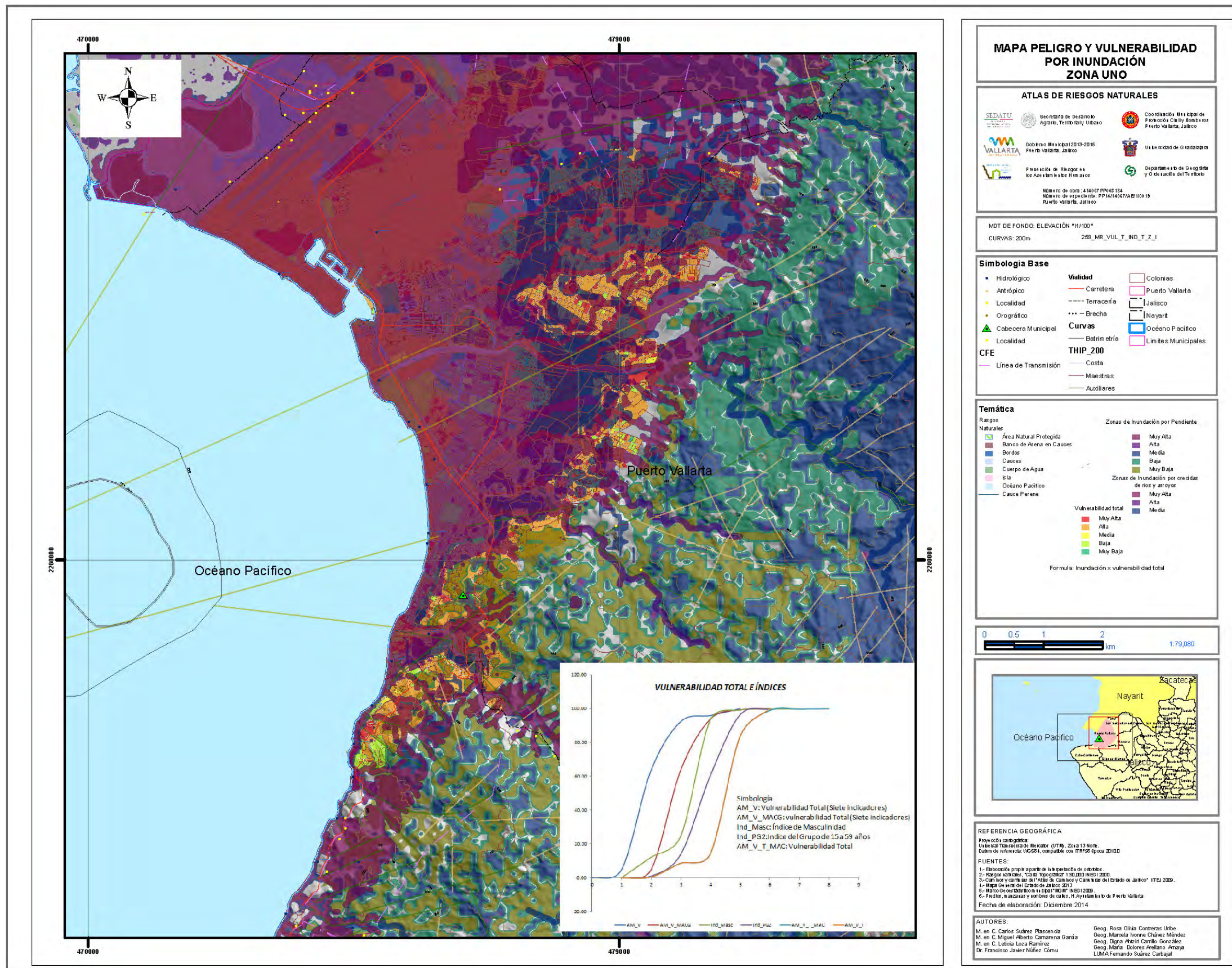
Mapa 83. Zonas de inundación en la zona norte de Puerto Vallarta, donde se localiza el río Ameca, el río Pitillal y el estero del Salado, así como arroyos de temporal, los que han sido modificados y alterados por la urbanización progresiva de la mancha urbana.



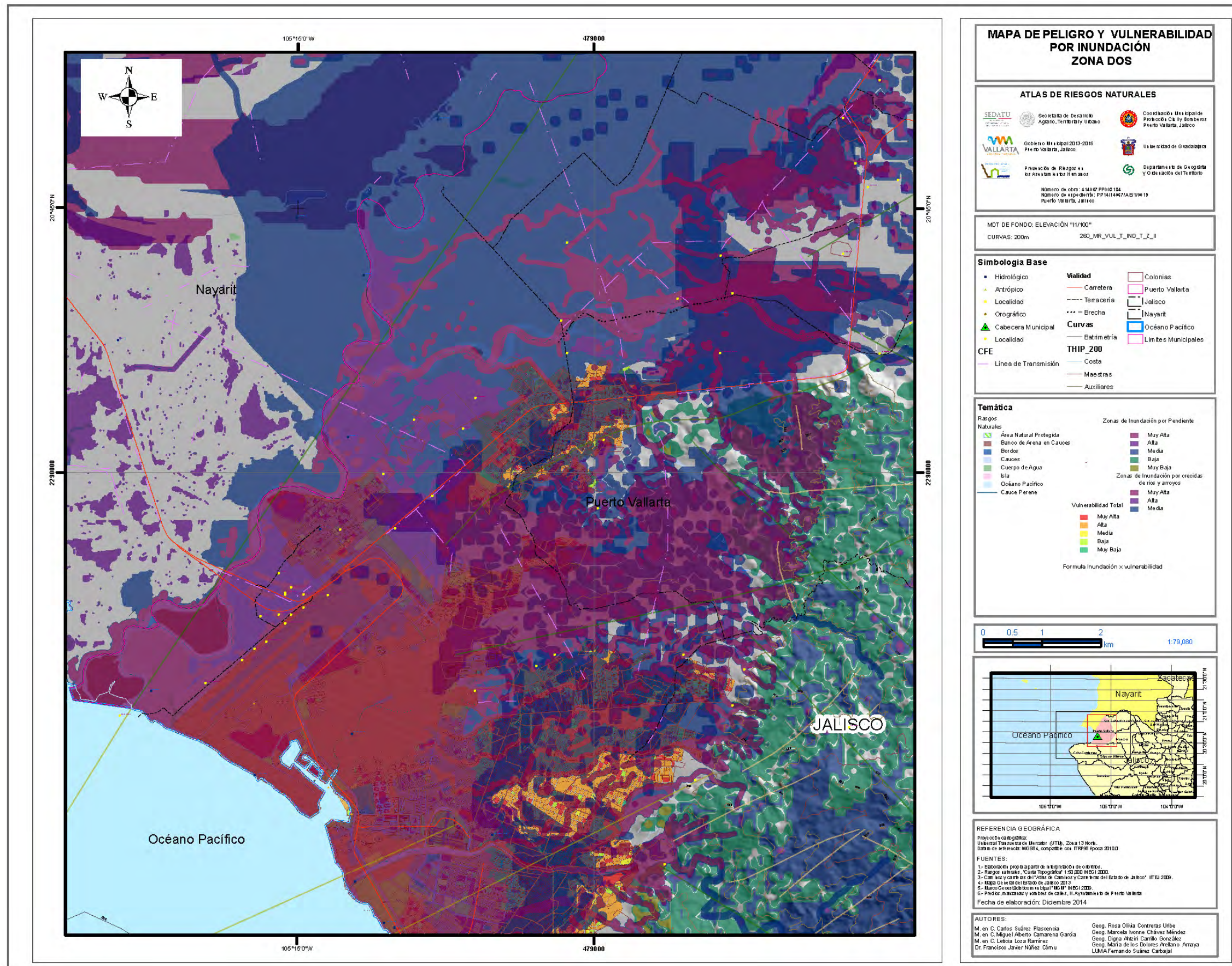
Mapa 84. Zonas de inundación en la zona centro de Puerto Vallarta, donde se localiza el río Pitillal y el arroyo Camarones, el río Cuale, así como arroyos de temporal, los que han sido modificados y alterados por la urbanización progresiva de la mancha urbana.



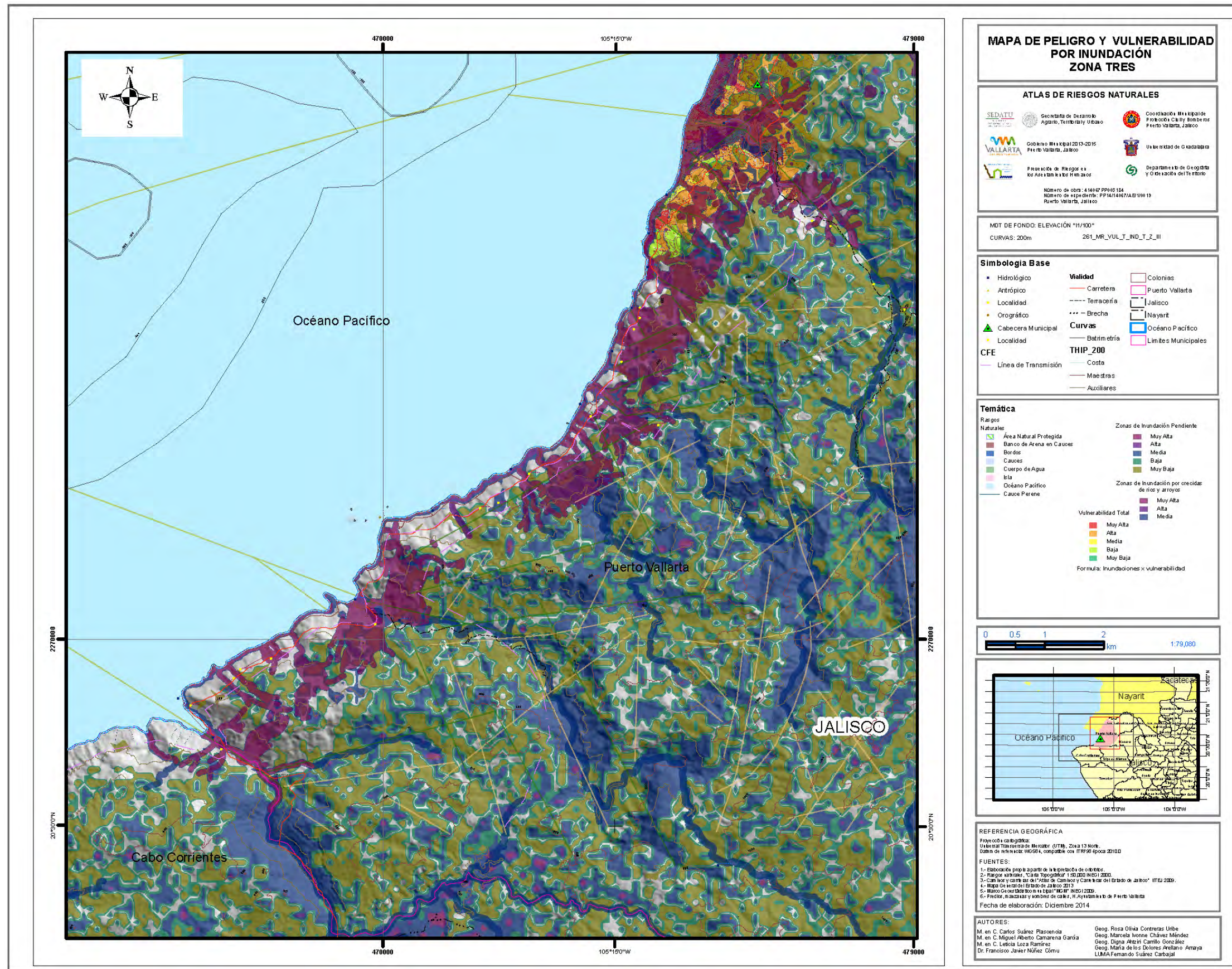
Mapa 85. Zonas de inundación en la zona sur de Puerto Vallarta, donde se localiza el río Cuale y el río Horcones, así como arroyos de temporal, los que han sido modificados y alterados por la urbanización progresiva de la mancha urbana, que en esta zona han sido zonas habitacionales de alta plusvalía como son Conchas Chinas, y áreas hoteleras que han modificado sobre todo las desembocaduras en la zona de coalescencia con el océano.



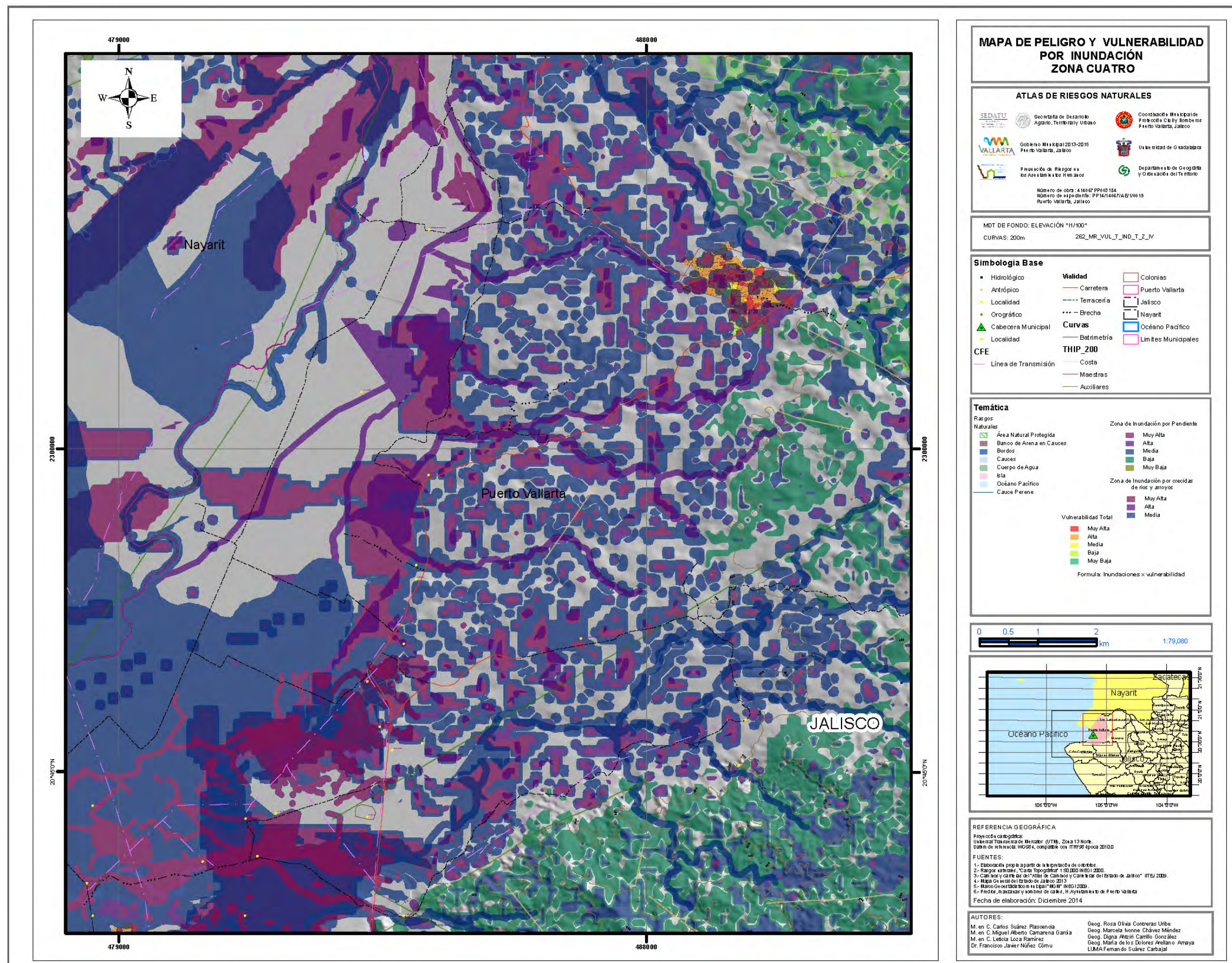
Mapa 86. Mapa de Peligro y vulnerabilidad a Inundaciones en la Zona Uno, donde la zona d mayor riesgo se encuentra en las márgenes de los ríos que atraviesan el Puerto hacia su desembocadura en la Bahía de Banderas, que son el Ameca, Pitillal, El Cuale, Vena de Santa María, Tamarindos y la zona del Estero El Salado.



Mapa 87. Mapa de Peligro y vulnerabilidad a Inundaciones en la Zona Dos, donde la zona de mayor riesgo se encuentra en las márgenes de los ríos Ameca, Mascota, Santo Domingo y el Estero El Salado.



Mapa 88. Mapa de Peligro y vulnerabilidad a Inundaciones en la Zona Tres, donde la zona de mayor riesgo se encuentra en la vertiente oeste del área de montaña y en la zona de los ríos Cuale y Mismaloya.



Mapa 89. Mapa de Peligro y vulnerabilidad a Inundaciones en la Zona Cuatro, donde la zona de mayor riesgo se encuentra en la vertiente noroeste del área de terrazas y en la zona de los arroyos que la drenan.

5.19 Vulnerabilidad.

La Vulnerabilidad se define en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Municipales de Riesgos (CENAPRED, 1ª edición, noviembre 2006, SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN), como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador.

La metodología divide la vulnerabilidad en dos grandes vertientes:

Vulnerabilidad Física: se expresa como una probabilidad de daño de un sistema expuesto y es normal expresarla a través de una función matemática o matriz de vulnerabilidad con valores entre cero y uno.

Vulnerabilidad Social que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

El territorio municipal presenta zonas que de acuerdo a datos de salud, educación, vivienda, población, empleos e ingresos, marginación e índice de bienestar, identifican áreas que son susceptibles a ser afectadas por fenómenos perturbadores de origen natural y que no cuentan con capacidad adecuada de resiliencia para enfrentar dichos eventos, lo que los hace vulnerables.

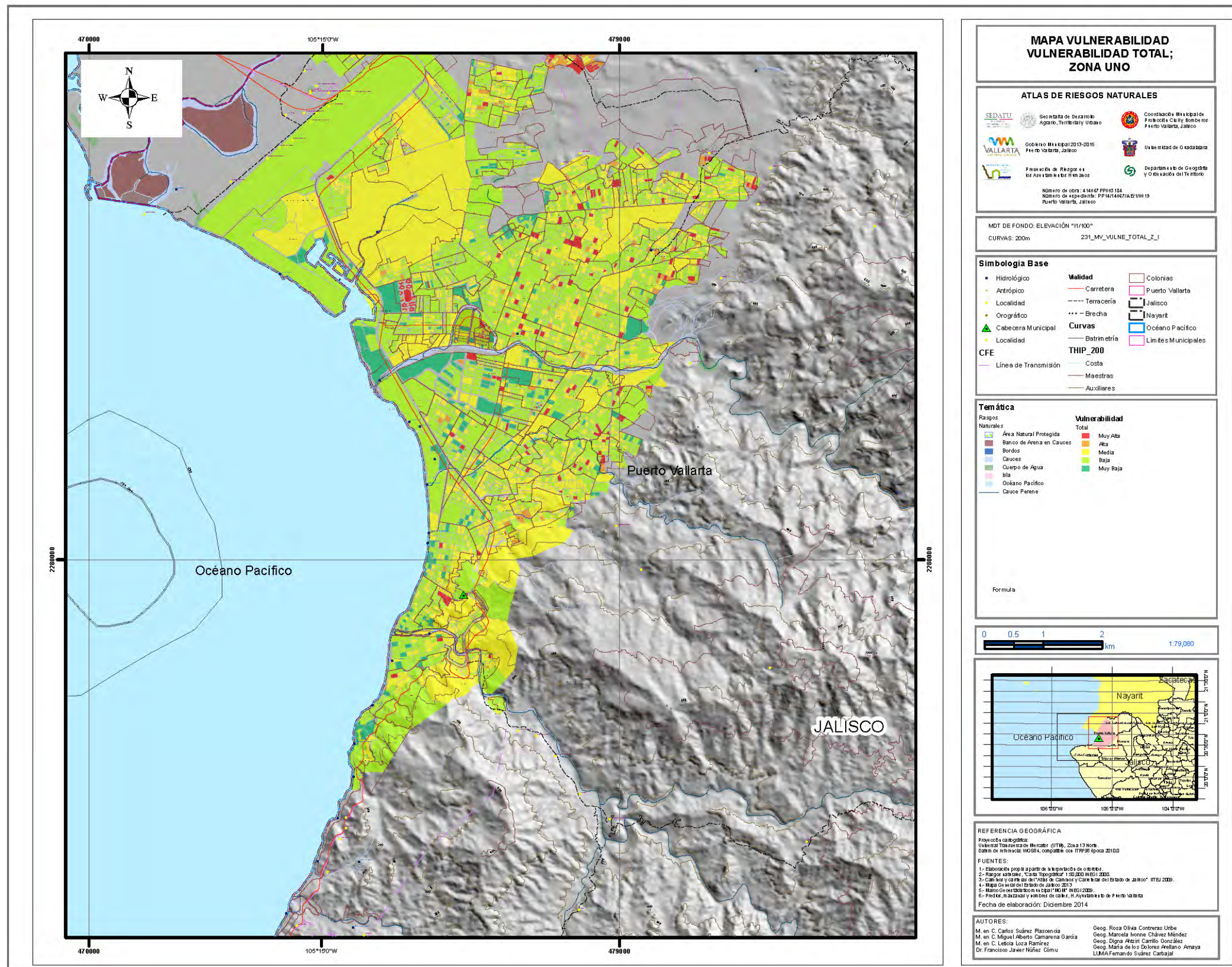
La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

Por lo que se define como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población”.

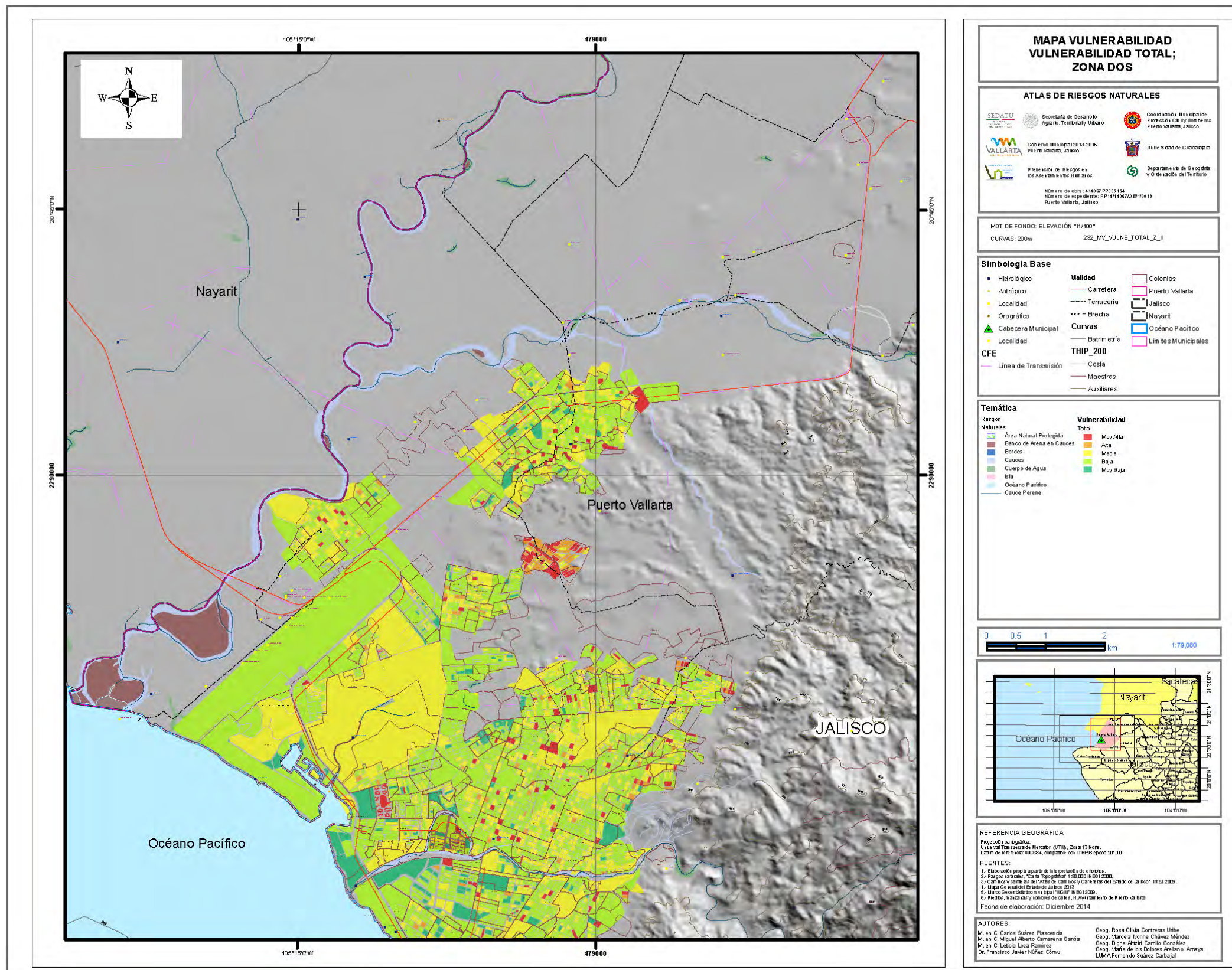
La construcción del mapa de vulnerabilidad involucró 7 variables a nivel manzana, con datos proporcionados por el INEGI y el CONEVAL:

1. Grupo de edad vulnerable que son los de 0 a 14 años y de mayores de 65 años.
2. Grupo de población con discapacidad.
3. Calidad de la vivienda. (Si cuentan con red de drenaje y agua potable)
4. Salud.
5. Población Económicamente Activa
6. Educación
7. Densidad de la población
8. Índice de masculinidad.
9. Índice de bienestar.
10. Índice de marginación

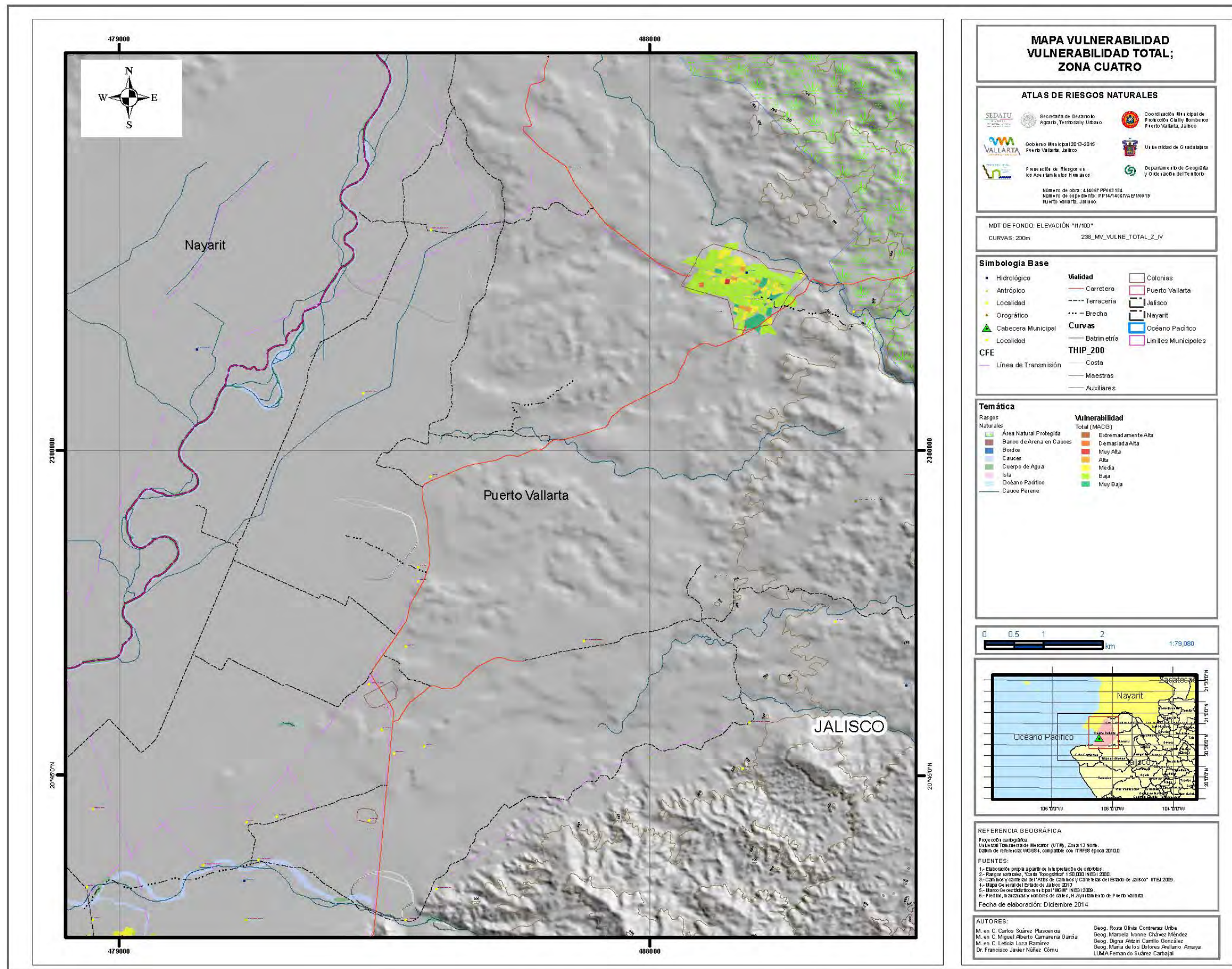
Con ellos se construyeron los siguientes mapas, el que se clasificó el nivel de vulnerabilidad en muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Donde predominan los niveles de bajo a medio. Posteriormente se aplicó una encuesta a las autoridades de Protección Civil y del municipio a fin de obtener la capacidad de respuesta en caso de un desastre, esta fue diseñada por el CENAPRED, 2006. Posteriormente se entrevistó a pobladores de 10 localidades que tuvieran más de 500 habitantes, a fin de obtener la percepción local del peligro. Para lo que se usó la cedula de percepción local, CENAPRED, 2006, de esta cédula se aplicaron siete reactivos. Los resultados se les dio un rango de Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.



Mapa 90. Identificación del grado de vulnerabilidad total en la Zona I, que se integra por Puerto Vallarta y Las Juntas. La jerarquización presenta un alto porcentaje de Baja y Media vulnerabilidad. Las Colonias: La Aurora, Educación y Primavera al sur del Estero del Salado fueron clasificadas con un rango de Alta y Muy Alta, así como algunas manzanas de la zona del Pitillal, Los Volcanes, Lomas de San Nicolás, Palma Real, Lomas de En medio, El Caloso y Conchas Chinas.



Mapa 91. Identificación del grado de vulnerabilidad total en la Zona Dos, que se integra por Ixtapa, Las Mojoneras y Campo Verde. La jerarquización presenta un alto porcentaje de Baja y Media vulnerabilidad en Ixtapa y Las Mojoneras. La colonia Campestre Cañada presenta rangos de Alta y Muy Alta, así como algunas manzanas de la zona de la Colonia Santo Domingo en Ixtapa.



Mapa 92. Identificación del grado de vulnerabilidad total en la Zona Cuatro, que se integra por Las Palmas y que presenta un alto porcentaje de Muy Baja y Baja vulnerabilidad.

CAPÍTULO VI. Obras de Mitigación

Propuesta de obras de mitigación

PROPUESTAS DE OBRAS Y ACCIONES				
FENÓMENOS/RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA	OBSERVACIONES
Geológicos				
Deslizamientos de taludes	Conchas Chinas-Amapas	Remoción en Masa por urbanización	Estabilización de laderas con obras de ingeniería y reforestación.	
	Laderas de los cerros en el sector oriente de Puerto Vallarta	Reforestación y obras de control de erosión	Estabilización de laderas con obras de ingeniería y reforestación.	
	Centro Ixtapa	Deslaves	Colector Pluvial y muro de contención	Ubicado en calle Morelos entre Ramón Corona en Ixtapa
	Tebelchia	Deslaves	Estabilización de Taludes y construcción de lavaderos Pluviales	Zona norte de Tebelchia colindante con el río san Sebastián
Hidrometeorológicos				
Inundaciones	Av. Carboneras y calle Pirulí	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Calle Rosa e Industria	Inundaciones	Calle y Colector	
	Calle Arboledas	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Paseo de las Palmas	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Las Mojoneras	Inundaciones	Canal Pluvial	
	IDEPE Ixtapa	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Villas las Juntas	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Arroyo Coapinole	Inundaciones	Obras en arroyo y muros de contención	
	Arroyo El Contentillo	Inundaciones	Obras en arroyo y muros de contención	
	Calle Inés Meza	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Calle Jalisco	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Colonia Las Cañadas	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Colonia Prados de la Higuera	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Colonia San Javier	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Montessori	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Calle Torres	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Carretera a Las Palmas	Inundaciones	Bocas de tormenta	
	Arroyo El Contentillo en Quimixto	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Las Juntas a Villa Las Juntas	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Calle 24 de Febrero	Inundaciones	Canaleta Pluvial	
	Colonia Jardines del Puerto	Inundaciones	Cárcamo	
	Avenida Federación	Inundaciones	Colector Pluvial	
En la zona de la Bodega de GEUSA Carretera a Las Palmas	Inundaciones	Colector Pluvial		
Las Mojoneras en la Ave. Guadalajara hasta la calle Durango	Inundaciones	Colector Pluvial		

	Colonia Simón Andrade	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Carretera federal 200	Inundaciones	Paso de agua pluvial	
	Parcela 128 en el ejido de Las Juntas y la carretera 200	Inundaciones	Canal Pluvial	
	Avenida México	Inundaciones	Colector Pluvial	
	Fraccionamiento los Lagos hasta el Estero el Salado	Inundaciones	Reencauzamiento de canal	Negociar cruce de canal con parcela 100 ejido Coapinole y construcción de puente vehicular sobre Av. Los Poetas.
	Fraccionamiento Real Ixtapa (BANUS)	Inundaciones	Revestimiento de canal afluente río Mascota	Negociar paso pluvial de escurrimiento con parcelas 488, 484, 481, 500, 501, 520, 519, 518, 517, 516, 514, 509, 675, 508, 532, 533, 541, 530, 539, 525, 504, 491, 502 y 490
	Villa las Juntas	Inundaciones	Colector pluvial	Inicia en Parcela 121 del ejido las Juntas, sobre las calles Aquiles Serdán, Pascual Ortiz Rubio, conectando con la calle Rubí hasta conectar con el canal a cielo abierto en calle Venustiano Carranza.
	Carretera federal 200 entre calle Pino Suarez	Inundaciones	Cajón Hidráulico y colector pluvial con boca de tormenta	
	Col. Palma Cuata	Inundaciones	Revestimiento de canal afluente río Mascota	Negociar paso pluvial de escurrimiento con parcelas 298, 344, 342, 293, 292, 336, 269, 268, 335, 333, 334, 390, 391, 2.91, 290, 265, 289, 288, 264 y 256
	Medanos y Tamarindos	Inundaciones	Obra Hidráulica de canal	Negociar apertura de canal con lotes 1 manzana 447, lote 1 y 2 Manzana 293, lote 1 manzana. 274, lote 1 manzana 315, lote 1 y 2 manzana 240, lote 1 y 4 manzana 251, lote 1 manzana 652, lote 3 Manzana 613, lote 9, 23, 6, 4, 3, 19, 18 y 17 manzana 612.
	Arboledas	Inundaciones	Revestimiento de canal arroyo el Contentillo	Apertura y ampliación de canal con muros de concreto en calle Arboledas tramo calle primavera hasta Av. México
	Volcanes	Inundaciones	Colector pluvial y pavimentación de calle	sobre calle Cáucaso entre camino carboneras hasta arroyo la Virgen.
	Las Juntas (Home Depot)	Inundaciones	Colector pluvial y reconstrucción	Negociar paso de colector sobre propiedades lote 15 manzana 613, lotes 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y
	Las Juntas (Retorno)	Inundaciones	Colector Pluvial	017 manzana 119 y sobre carretera federal 200 hasta Av. Las Palmas del fraccionamiento Parque las Palmas.
	Col. Paraíso en Ixtapa.	Inundaciones	Reencauzamiento de canal arroyo Santo Domingo	Negociar con parcelas para reencauzar el escurrimiento arroyo santo domingo hasta el río Ameca, parcelas del ejido de Ixtapa números 374, 372, 371, 370, 369, 368, 313, 312, 311, 283, 282, 281 y 280.
	Nuevo Ixtapa	Inundaciones	Reencauzamiento de canal IDIPE	Negociar con parceleros apertura de canal parcelas del ejido de Ixtapa números 358, 357, 360, 356, 303, 355, 419 y lote 1.
	Campestre las Cañadas	Inundaciones	Revestimiento de canal arroyo el zarco	Revestimiento de canal en concreto hidráulico entre parcela del ejido las juntas números 23, 8, parcelas ejido Ixtapa números 643, 641, 639, 638, 625, 622 y 612, hasta la Av. México
Ampliación Mojoneras	Inundaciones	Colector pluvial calle	Ubicado en calle Chiapas entre calle Quintana Roo hasta Av.	

		Chiapas	Paseo de las Flores (en Proyecto), y negociar con parcelas del ejido Coapinole números 36, 37 y 42
Villas las Flores	Inundaciones	Revestimiento de escurrimiento pluvial	Ubicado entre Av. Paseo de las Flores hasta calle Obelisco negociar con propietarios
Villas las Flores	Inundaciones	Colector pluvial	Colector pluvial demasías agua pluvial de terrenos de combustibles aeropuerto sobre parcela ejido las Juntas número 250 hasta el Estero del Salado
El Calvario	Inundaciones	Obra de drenaje	Ubicado en calle 10 de Mayo entre calle Genaro Padilla y Abasolo
Fluvial Vallarta	Inundaciones	Obra drenaje menor (puente alcantarilla)	Ubicado entre calle Arboledas hasta Av. México y Nuevo Cauce de río Pitillal
Zona Hotelera Norte	Inundaciones	Ampliación y Revestimiento de antiguo cauce río Pitillal y construcción de pasos pluviales	Construcción de Colector Pluvial sobre Boulevard Francisco Medina Ascencio entre Av. Prisciliano Sánchez hasta Libramiento Luis Donald Colosio sobre cuerpos Laterales.
Col. Las Torres	Inundaciones	Revestimiento en concreto hidráulico y reencauzamiento arroyo Seco	Ubicado entre av. Tampico hasta av. Paseo del Marlin
Parques Universidad	Inundaciones	Reencauzamiento de escurrimiento pluvial en concreto hidráulico.	Tramo ubicado entre fraccionamiento Parque las Palmas y Av. México hasta el estero del salado intersectándose con la Av. Paseo de las Flores.
Col. San Esteban	Inundaciones	Revestimiento en concreto hidráulico arroyo la Posta	Tramo ubicado a la altura de la calle Francisco. I. Madero hasta río Pitillal
Tebelchia	Inundaciones		Tramo ubicado entre calle Leona Vicario hasta arroyo ubicado en el ingreso a Tebelchia.
Calle Orquídea y Gladiola Col. La Floresta	Inundaciones	Colector Pluvial	Se inunda cada lluvia por falta de un encausamiento
Calle Rio Ameca y Rio Colorado	Inundaciones	Estabilizacion de Ladera	
Marea de tormenta y /o marejadas ciclónicas		Inundaciones	Adecuación futura del malecón, con elevación de su actual nivel.
	Línea costera	Erosión de Playas	Estudio de situación actual de los espigones y erosión de playa. Estudio de cada espigón, debido a que alguno de ellos han sido colocados sin estudio, lo que provocan erosión de playa y acumulación de arena en otros sitios lo que genera deslizamientos en diferentes puntos de la zona del litoral hacia el fondo de la Bahía. Compra de un ecosonda y una lancha para su operación.
Obras Civiles	Las Juntas	Protección	Construcción de Bordos de Protección sobre río Ameca lado sur Tamo correspondiente desde delta del río Ameca y Mascota, hasta la desembocadura del río Ameca.
	Av. Las Américas 565 esquina con calle Belice		Construcción de la tercera etapa de la base central de la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos. Construcción de las sub estaciones el Zancudo,

			Coapinole, Conchas Chinas, Gaviotas, Las Juntas, 12 de octubre, que sería una subestacion por delegación en el municipio.	
Software	Base de la UMPCyB en la Av. Las Américas 565 esquina con calle Belice	Software ArcGis	Adquisición de software ArcGis 10.3 para el manejo del Atlas de Riesgos 2014	
Hardware	Base de la UMPCyB en la Av. Las Américas 565 esquina con calle Belice	Compra de una Workstation con dos DD de 2 Tb c/u y 32 Gigas de RAM	Adquisición de Workstation para el manejo del Atlas de Riesgos 2014	
Equipo de monitoreo	Municipio	Compra de estaciones meteorológicas	Adquisición de estaciones meteorológicas automáticas para la adquisición de datos climatológicos.	Tener una mejor serie de tiempo de datos meteorológicos y monitoreo de fenómenos atmosféricos en tiempo real.
Equipo GPS	Municipio	Compra de GPS geodésicos	Adquisición de estaciones GPS para la adquisición de datos topográficos de precisión.	Tener y adquirir datos X,Y,Z del terreno de alta precisión, a fin de establecer control de deformación, erosión y deslizamientos de tierras.

Cuadro 61