

NICARAGUA

TOMO I METODOLOGÍA DE MODELACIÓN PROBABILISTA DE RIESGOS NATURALES

INFORME TÉCNICO ERN-CAPRA-T2-22

ORDENAMIENTO TERRITORIAL POR RIESGO DE TSUNAMI EN SAN JUAN DEL SUR



CEPRENAC



ISDR



Inter-American Development Bank



GFDRR



World Bank LAC
opportunities for all



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

Consortio conformado por:

Colombia

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



INGENIERIA TECNICA Y CIENTIFICA LTDA

España

Centro Internacional de Métodos Numéricos
en Ingeniería - CIMNE
Campus Nord UPC
Tel. 34-93-401-64-96
Fax 34-93-401-10-48
Barcelona



C I M N E

México

Vito Alessio Robles No. 179
Col. Hacienda de Guadalupe Chimalistac
C.P.01050 Delegación Álvaro Obregón
Tel. 55-5-616-8161
Fax 55-5-616-8162
México, D.F.



ERNA Ingenieros Consultores, S. C.

ERNA Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina
www.erna-la.com

Dirección y Coordinación de Grupos de Trabajo Técnico – Consorcio ERN América Latina

Omar Darío Cardona A.
Dirección General del Proyecto

Luis Eduardo Yamín L.
Dirección Técnica ERN (COL)

Gabriel Andrés Bernal G.
Coordinación General ERN (COL)

Mario Gustavo Ordaz S.
Dirección Técnica ERN (MEX)

Eduardo Reinoso A.
Coordinación General ERN (MEX)

Alex Horia Barbat B.
Dirección Técnica CIMNE (ESP)

Martha Liliana Carreño T.
Coordinación General CIMNE (ESP)

Especialistas y Asesores – Grupos de Trabajo

Miguel Genaro Mora C.
Especialista ERN (COL)

César Augusto Velásquez V.
Especialista ERN (COL)

Karina Santamaría D.
Especialista ERN (COL)

Mauricio Cardona O.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrés Mauricio Torres C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Diana Marcela González C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Yinsury Sodel Peña V.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrei Garzón B.
Asistente Técnico ERN (COL)

Carlos Eduardo Avelar F.
Especialista ERN (MEX)

Benjamín Huerta G.
Especialista ERN (MEX)

Mauro Pompeyo Niño L.
Especialista ERN (MEX)

Isaías Martínez A.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Edgar Osuna H.
Asistente Técnico ERN (MEX)

José Juan Hernández G.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Marco Torres
Asesor Asociado (MEX)

Johner Venicio Correa C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Mabel Cristina Marulanda F.
Especialista CIMNE(ESP)

Jairo Andrés Valcarcel T.
Especialista CIMNE(ESP)

Juan Pablo Londoño L.
Especialista CIMNE(ESP)

René Salgueiro
Especialista CIMNE(ESP)

Nieves Lantada
Especialista CIMNE(ESP)

Álvaro Martín Moreno R.
Asesor Asociado (COL)

Mario Díaz-Granados O.
Asesor Asociado (COL)

Liliana Narvaez M.
Asesor Asociado (COL)

Asesores Nacionales

Osmar E. Velasco
Guatemala

Sandra Zúñiga
Nicaragua

Alonso Brenes
Costa Rica

Banco Mundial – Gestión de Riesgo de Desastres / Región Latinoamérica y el Caribe

Francis Ghesquiere
Coordinador Regional

Oscar A. Ishizawa
Especialista

Joaquín Toro
Especialista

Fernando Ramírez C.
Especialista

Edward C. Anderson
Especialista

Stuart Gill
Especialista

Banco Interamericano de Desarrollo – Medio Ambiente / Desarrollo Rural / Desastres Naturales

Flavio Bazán
Especialista Sectorial

Cassandra T. Rogers
Especialista Sectorial

Hori Tsuneki
Consultor Interno

LIMITACIONES Y RESTRICCIONES

La aplicación que aquí se presenta es de carácter ilustrativo y presenta limitaciones y restricciones debido al nivel de resolución de la información disponible, de lo cual debe ser consciente el usuario final para efectos de poder dar un uso adecuado y consistente a los resultados obtenidos teniendo en cuenta el tipo de análisis realizado, el tipo y calidad de datos empleados, el nivel de resolución y precisión utilizado y la interpretación realizada. En consecuencia es importante señalar lo siguiente:

- Los modelos utilizados en los análisis tienen simplificaciones y supuestos para facilitar el cálculo que el usuario debe conocer debidamente. Éstas están descritas en detalle en los informes técnicos respectivos (ver referencias).
- Los análisis se han desarrollado con la mejor información disponible que presenta limitaciones en su confiabilidad y su grado actualización. Es posible que exista información mejor y más completa a la cual no se tuvo acceso.
- La información utilizada y los resultados de los análisis de amenaza, exposición y riesgo tienen una asociado un nivel de resolución según las unidades de análisis utilizadas, lo que se explica en el documento descriptivo del ejemplo.
- El uso que el usuario final le dé a la información no compromete a los autores de los estudios realizados, quienes presentan este ejemplo como lo que puede ser factible de hacer si se cuenta con información confiable con la precisión adecuada.
- Es responsabilidad del usuario comprender el tipo de modelo utilizado y sus limitaciones, la resolución y calidad de los datos, las limitaciones y suposiciones de los análisis y la interpretación realizada con el fin de darle a estos resultados un uso adecuado y consistente.
- Ni los desarrolladores del software, ni los promotores o financiadores del proyecto, ni los contratistas o subcontratistas que participaron en las aplicaciones o ejemplos de uso de los modelos asumen ninguna responsabilidad por la utilización que el usuario le dé a los resultados que aquí se presentan, por lo tanto están libres de responsabilidad por las pérdidas, daños, perjuicios o efectos que pueda derivarse por la utilización o interpretación de estos ejemplos demostrativos.

Tabla de Contenido

1	Introducción.....	1-1
2	Entorno del municipio.....	2-1
3	Antecedentes de eventos	3-1
4	Objetivos	4-1
5	Análisis de amenaza de inundación por tsunami	5-1
6	Análisis de riesgo de inundación por tsunami.....	6-1
7	Ordenamiento territorial por tsunami.....	7-1
8	Conclusiones.....	8-1
9	Referencias	9-1

1 Introducción

La planificación del ordenamiento territorial constituye una de las estrategias más importantes de las autoridades regionales para orientar el desarrollo hacia metas de sostenibilidad y seguridad. La planeación del desarrollo permite constituir un modelo de ocupación del territorio en el mediano y largo plazo, el cual establece las condiciones de organización, estructura básica y acciones necesarias para la adecuada expansión de regiones urbanas y rurales pertenecientes a una entidad territorial específica.

El proceso de planeación del territorio permite incorporar criterios de reducción de riesgos, especificando condiciones sostenibles y seguras de uso y ocupación, en armonía con los objetivos ambientales, sociales y económicos de la entidad territorial correspondiente. Por tal motivo, el análisis de riesgos se posiciona como uno de los insumos fundamentales que los planificadores municipales deben incluir en la definición de los planes de desarrollo territorial. La previsión de los efectos adversos que los fenómenos naturales peligrosos pueden imponer sobre asentamientos humanos o elementos de infraestructura locales, permiten definir las zonas del territorio donde la ocupación y explotación es más segura. La inclusión de estos análisis en los procesos de ordenamiento territorial, derivan en la protección y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, y la protección económica, ambiental, social y política del municipio.

Las restricciones de ocupación de territorio resultantes de la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial, deben estar pensadas de tal manera que maximicen los beneficios obtenidos por el municipio en el largo plazo, tales como conocimiento claro y detallado de las condiciones locales de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, zonificación de las áreas urbanizadas en términos de zonas susceptibles a sufrir afectaciones importantes por efecto de fenómenos naturales, zonificación de las áreas rurales y de expansión en términos de la seguridad y sostenibilidad que pueden proveer al municipio, y en general una reglamentación clara de ocupación y uso del territorio.

El ordenamiento territorial es tal vez una de las estrategias más valiosas para orientar el desarrollo de las regiones hacia metas de sostenibilidad y seguridad. Existe un amplio consenso en que este proceso constituye una oportunidad para evitar la generación de nuevas vulnerabilidades y para la reducción del riesgo de desastre existente.

El análisis de riesgo permite la concepción de los planes de intervención de las condiciones actuales y la toma de decisiones en cuanto a la necesidad de adelantar obras de mitigación, reubicación o proyectos específicos. Igualmente proporciona la información necesaria para efectos de planeación del uso futuro de la tierra y de ordenamiento del territorio.

Estos análisis permiten establecer entonces las restricciones por riesgo en el uso del territorio, a partir de la sectorización según cuatro condiciones básicas posibles:

- *Sectores en condición de riesgo alto:* sectores donde la ocurrencia de un evento, en un corto a mediano plazo, podría ocasionar pérdidas físicas, económicas y sociales, y en donde su mitigabilidad y las acciones asociadas,

deben ser definidas por estudios detallados de riesgo. Puede requerir altas inversiones económicas para su estabilización o seguridad.

- *Sectores en condición de riesgo alto no mitigable*: sectores que por sus características de amenaza y vulnerabilidad presentan alto riesgo no-mitigable, lo que implica que está en peligro la vida y pueden presentarse pérdidas económicas o de la infraestructura existente. Implicando que estos sectores deben incluirse en proyectos de reubicación de familias en alto riesgo no-mitigable y se recomiendan la restricción a la utilización para efectos de obras permanentes o que consideren la ocupación de un alto número de personas.
- *Sectores en condición de riesgo medio*: sectores para los cuales no hay restricción; pero es importante el manejo adecuado para evitar que se generen situaciones de riesgo alto. Puede requerir la realización de algunas obras de intervención para mejorar los niveles de seguridad de la zona.
- *Sectores en condición de riesgo bajo*: sectores sin restricción alguna.

El conocimiento y entendimiento del origen y ocurrencia de los tsunamis, su distribución espacial y temporal en el territorio, su significado en términos de impacto sobre las personas y los elementos expuestos, la identificación de los procesos territoriales y sectoriales que contribuyen a la generación del riesgo, y las posibles consecuencias sociales y económicas son, entre muchos otros, aspectos que se deben resolver a través de los estudios específicos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, como base para la toma de decisión en el ordenamiento territorial.

2 Entorno del municipio

Casi dos tercios de la población mundial, aproximadamente 3.7 billones de habitantes, viven en las zonas costeras. Se estima que esta cifra se incrementará para el año 2025, hasta alcanzar 75 por ciento de la población del planeta, es decir que en ese año, 6.4 billones de personas habitarán el cinturón costero mundial. Estas regiones albergan gran parte de los ecosistemas más productivos y de mayor biodiversidad.

San Juan del Sur es uno de los principales destinos turísticos de Nicaragua, con una población cercana a los 15,000 habitantes. Las principales actividades económicas del municipio son el turismo, el sector agropecuario y el pesquero.

Como producto comerciable agrario solo se considera el sorgo, los productos como arroz, frijoles y maíz son de consumo interno principalmente, sin embargo entre los productores que son aproximadamente 4600, la mayoría dedican sus tierras a la adecuación y producción de pasto para ganadería

El área urbana de la ciudad se ubica en una bahía en la costa del Océano Pacífico, y tiene un total de 1576 edificaciones que se distribuyen como lo indica la Figura 2-1. La mayoría de las construcciones son casas de uno y dos pisos construidas en mampostería simple lo que implica que son de vulnerabilidad media a alta a las inundaciones.

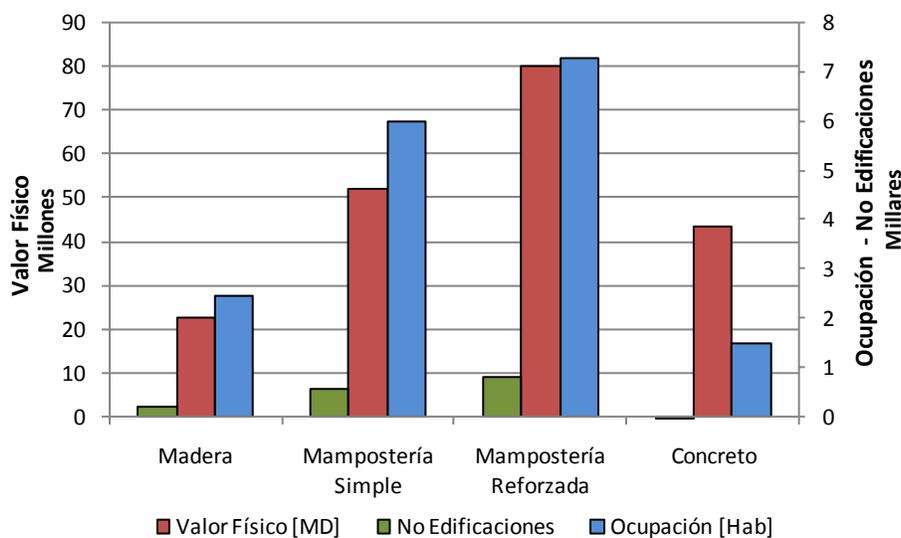


Figura 2-1. Valor físico para el municipio de San Juan del Sur, según su ocupación y el número de edificaciones dependiendo de sus sistemas constructivos.

La población se extiende en una superficie relativamente plana con muy poca altura sobre el nivel del mar y está limitada por una cadena de colinas pequeñas que definen el entorno de la población, dichas montañas recorren el municipio de norte a sur por montañas como son Mira Flores, Ojo de agua Carrizal, cuesta del Coyol, Cerro del Papal, Cerro del Jocote,

Miravalles, La Cuesta, Pueblo Nuevo y Fátima. Las costas marítimas son accidentales y en algunos sectores cenagosas.

Su sistema de cuencas hidrográficas se encuentra enmarcado principalmente por los ríos de San Juan del Sur, Escameca, Escamequita, La Flor, El Naranjo, Marsella y El Naranjo. Debido a su posición costera es rica en recursos naturales, que la hacen igualmente un centro turístico por excelencia. Destacándose la explotación de minas de cal, piedra cantera, yacimientos de carbón arcilloso y tierras calizas útil en la producción de cerámicas.

La infraestructura vial que comunica el municipio se San Juan del Sur con el resto del país se encuentre en relativas buenas condiciones, carretera asfaltada que se comunica con la carretera Panamericana, a unos 140 Km de Managua. Otro medio importantísimo para el municipio y que toma cada vez más fuerza, es su acceso al puerto marítimo, “donde a partir del año 2000 han llegado más de 40 barcos cruceros con más de mil turistas” (Ficha municipal, San Juan del Sur).



Figura 2-2. San Juan del Sur, vista aérea
(Fuente: <http://img13.imageshack.us/img13/6523/sanjuandelsuraarea02.jpg>)

El entorno natural de la bahía, al igual que la topografía general donde se ha desarrollado este municipio hacen prever la posibilidad que se presenten fenómenos de inundación debidos principalmente a la ocurrencia de tsunamis en el océano Pacífico.

3 Antecedentes de eventos

El municipio de San Juan del Sur hace parte de de las zonas de mayor afectación por tsunami para América central en el costado del océano pacífico, Molina y Enrique (1997) recopilaron información histórica de los tsunamis para América Central que datan desde 1539, en la tabla 3-1 se muestran los acontecimientos más destacados originados por sismo tsunami en el océano pacífico.

*Tabla 3-1.
Lista de tsunamis para el pacífico en América central entre 1539 y 1992.*

Año	Fecha	O*	Magnitud**	Región afectada
1579	Mar-16	P	---	Isla Cano, Costa Rica
1621	05-Feb	P	5.8	Panamá la Vieja
1844	05/--	P	7.5	Lago de Nicaragua (?)
1854	08-May	P	7.2	Golfo Dulce, Costa Rica
1859	Ago-26	P	6.3	Amapala/Honduras, Golfo de Fonseca
1859	12-Sep	P	7.5	Bahía de Acajutla, El Salvador
1873	Oct-14	P	V	Colon, Panamá
1884	11-May	P	---	Acandi, Colombia
1902	Ene-18	P	6.3	Ocos, Guatemala
1902	Feb-26	P	7.0	Costas de Guatemala, El Salvador
1902	Abr-19	P	7.5	Ocos, Guatemala
1904	Ene-20	P	---	Costas de Panamá?
1905	Ene-20	P	6.8	Isla de Coco, Costa Rica
1906	Ene-31	P	8.2	Ecuador, Panamá, Costa Rica
1906	--/--	P	---	Costa Pacífica de El Salvador
1913	10-Feb	P	6.7	Azuero, San Miguel, Panamá
1915	09-Jul	P	7.7	Costa de El Salvador
1916	Ene-31	P	---	Canal de Panamá
1916	May-25	P	7.5	El Salvador
1919	Jun-29	P	6.7	Corinto, Nicaragua
1919	12-Dic	P	---	El Ostial, Nicaragua
1920	12-Jun	P	---	Golfo de Fonseca, Nicaragua (?)
1926	11-May	P	7.0	Nicaragua (?)
1934	Jul-18	P	7.5	Golfo de Chiriquí, Panamá
1941	12-Jun	P	7.6	Punta Dominical, Costa Rica
1941	12-Jun	P	6.9	Golfo de Nicoya, Costa Rica
1950	10-May	P	7.9	Costas de Costa Rica, Nicaragua, El Salvador
1950	Oct-23	P	7.3	Costas de Guatemala, El Salvador

1951	08-Mar	P	6.0	Potosí, Golfo de Fonseca, Nicaragua (?)
1952	May-13	P	6.9	Puntarenas, Costa Rica
1956	Oct-24	P	7.2	San Juan del Sur, Nicaragua
1962	03-Dic	P	6.7	Armuelles, Chiriquí, Panamá
1968	Sep-25	P	6.0	Mexico, Guatemala
1976	07-Nov	P	7.0	Jaque, Darien, Panamá
1990	Mar-25	P	7.0	Puntarenas, Quepos, Costa Rica
1992	09-Ene	P	7.2	Nicaragua (172 muertos, destrucción), Costa Rica
2001	Ene-13	P	7.6	El Salvador (pequeño tsunami, costa de El Salvador)

* O: Origen del sismo tsunami generador: P - Pacífico, C - Caribe.

**Magnitud: Magnitud Richter del sismo tsunami generador (si se pone cifra romana - se trata de la Máxima Intensidad en Escala Mercalli)

(Fuente: Lista de tsunamis (maremotos) en América Central, 1539 – 1992, Molina, Enrique, (1997))

En la figura 3-1 se presentan los sitios de mayor afectación para Centro América por tsunami. Con una escala de descripción de las alturas alcanzadas por ellos, en las diferentes poblaciones que se referencian en los mapas.

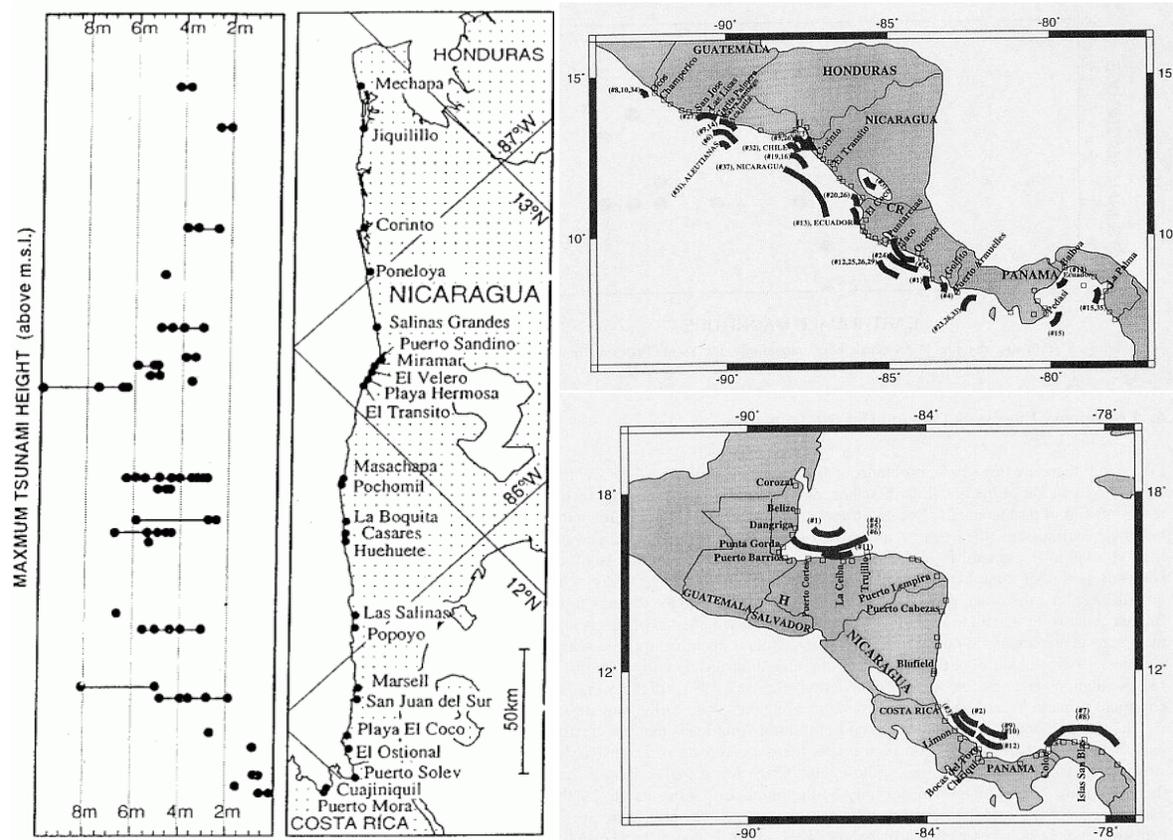


Figura 3-1. (Izq) Mapa de alturas producidas por Tsunami ocurrido en 1992. (Fuente: Satake et al. (1993). (Der) Mapa de influencia de los Tsunamis para centro América (Fuente: Molina, Enrique, (1997).

En la figura 3-1 en la parte izquierda, se muestra la influencia del tsunami de 1992 en Nicaragua, que muestra alturas de hasta 10 m de altura, con efector sociales y económicos catastróficos. En el mapa se observa muy particularmente que las alturas entre lugares muy cercanos puede variar muy significativamente, esto debido básicamente a las condiciones del perfil del mar en estos puntos, y a los frentes de olas que eventualmente pueden chocar y eliminar su potencia entre sí.

4 Objetivos

El objetivo de los análisis que se presentan adelante consiste en generar información de tipo indicativa que permitan establecer una serie de recomendaciones relacionadas con el riesgo de inundación por tsunami de la bahía de San Juan del Sur en Nicaragua. Estas recomendaciones originadas en evaluaciones analíticas deben poder facilitar la incorporación de la amenaza y el riesgo de inundación por tsunami en los procesos de planeación y ordenamiento territorial del municipio. Lo anterior corresponde a medidas no estructurales de prevención y mitigación del riesgo orientadas a la reducción del riesgo existente y a evitar la generación de nuevos riesgos en el futuro.

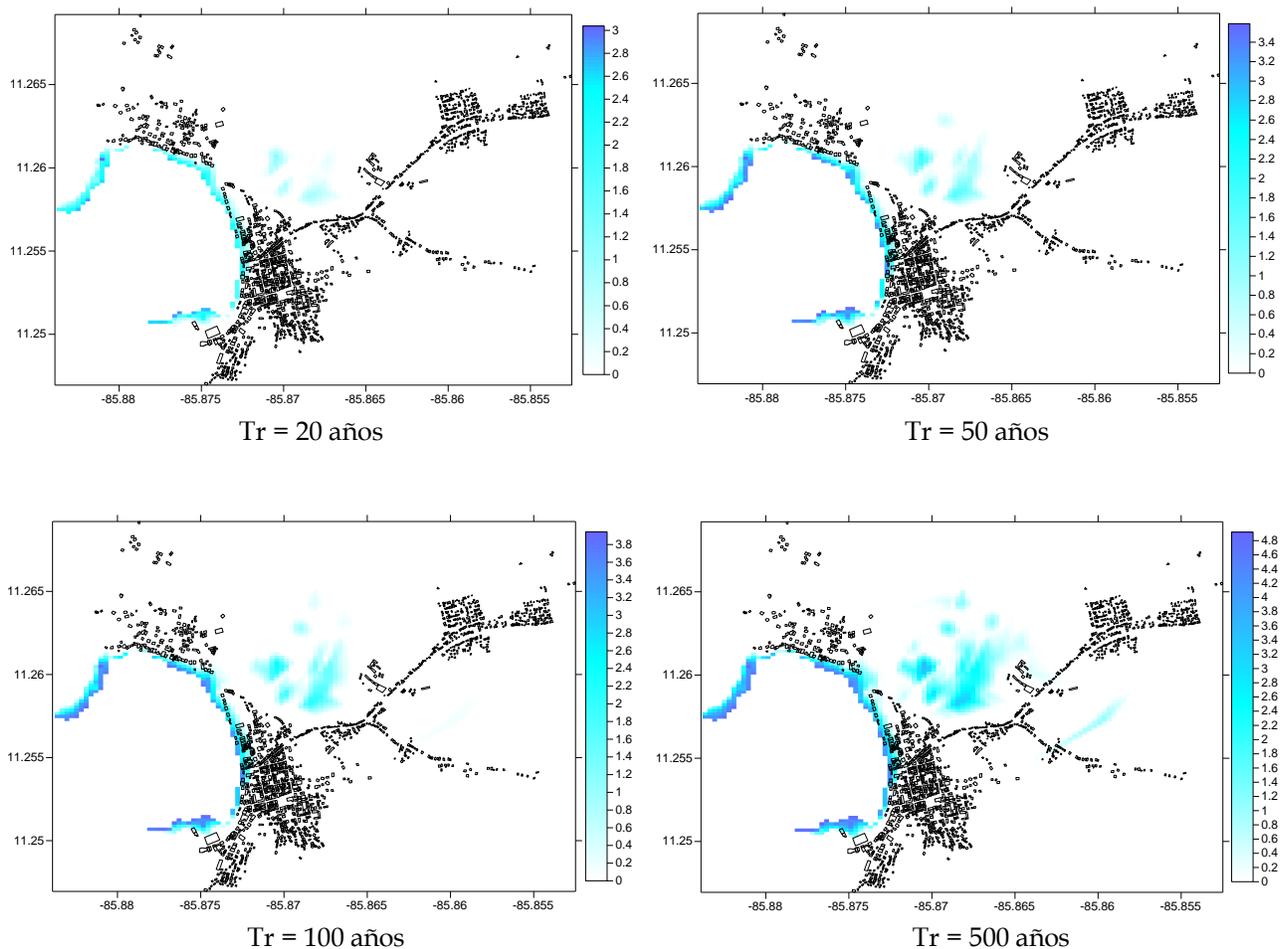
La información de amenaza de inundación debe permitir la propuesta de una zonificación de amenaza en al menos tres niveles (alto, medio y bajo) con base en lo cual se puedan establecer recomendaciones de restricciones en el uso de la tierra y tipo de construcciones que pueden ubicarse en cada una de estas zonas. Por otro lado la información de riesgos debe permitir la realización de un plan de ordenamiento del uso actual de la tierra y las construcciones que ocupan las zonas de alto, medio y bajo riesgo con base en lo cual pueden plantearse zonas de alto riesgo no mitigable en la cual las edificaciones requieren reubicación, zonas de alto riesgo donde es factible algún tipo de intervención para controlar el riesgo, zonas de riesgo medio y zonas de bajo riesgo.

Las recomendaciones que aquí se plantean son recomendaciones de tipo general con base en los resultados de la amenaza de tsunami para esta región, la cual a su vez se ha evaluado con la mejor información disponible en el momento en la zona. Dicha información es susceptible de mejorar y refinar, especialmente si con base en los resultados aquí encontrados se identifica de manera particular la necesidad de considerar estos riesgos en la planificación del uso del territorio. Naturalmente para esta incorporación sería necesario tener en cuenta una serie de consideraciones adicionales tales como las características físicas, biológicas, sociales y económicas de la región. Sin embargo, estas recomendaciones son muy valiosas para efectos de considerar las alternativas de restricciones por riesgo para efectos de planeación y ordenamiento del territorio.

5 Análisis de amenaza de inundación por tsunami

Para efectos de poder establecer una zonificación de posibles usos y restricciones del territorio es necesario generar una serie de mapas de amenaza para diferentes periodos de retorno. Los análisis presentados en el informe técnico ERN-CAPRA-T2-9 permiten establecer los mapas requeridos.

En la Figura 5-1 se presentan los mapas de amenaza por inundación por tsunami para diferentes periodos de retorno: 20 años, 50 años, 100 años, 500 años y 1000 años.



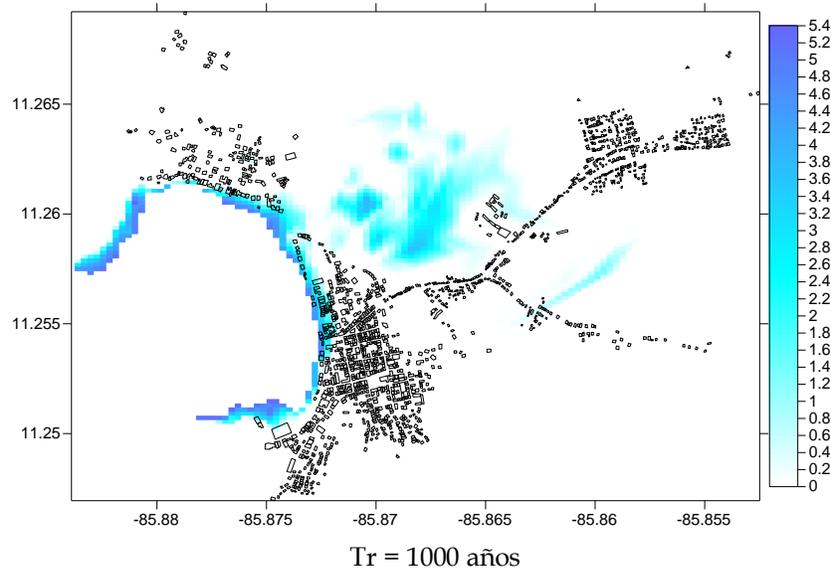


Figura 5-1 Mapas de amenaza probabilística de tsunami en metros para San Juan del Sur, para diferentes periodos de retorno, entre 20 y 1000 años.

Los mapas anteriores permiten establecer una zonificación de acuerdo con el nivel de amenaza. Para efectos del presente análisis se proponen los rangos de valores de la Tabla 5-1. Para la zonificación por amenaza de inundación.

*Tabla 5-1.
Rango de valores de periodo de retorno para zonificación de amenazas*

ZONA DE AMENAZA	PERIODO DE RETORNO (años)
ALTA	<100
MEDIA	100 a 500
BAJA	500 a 1000
NO HAY AMENAZA	> 1000

La Figura 5-2 presenta el mapa de amenaza de inundación por tsunami para el municipio de San Juan del Sur.

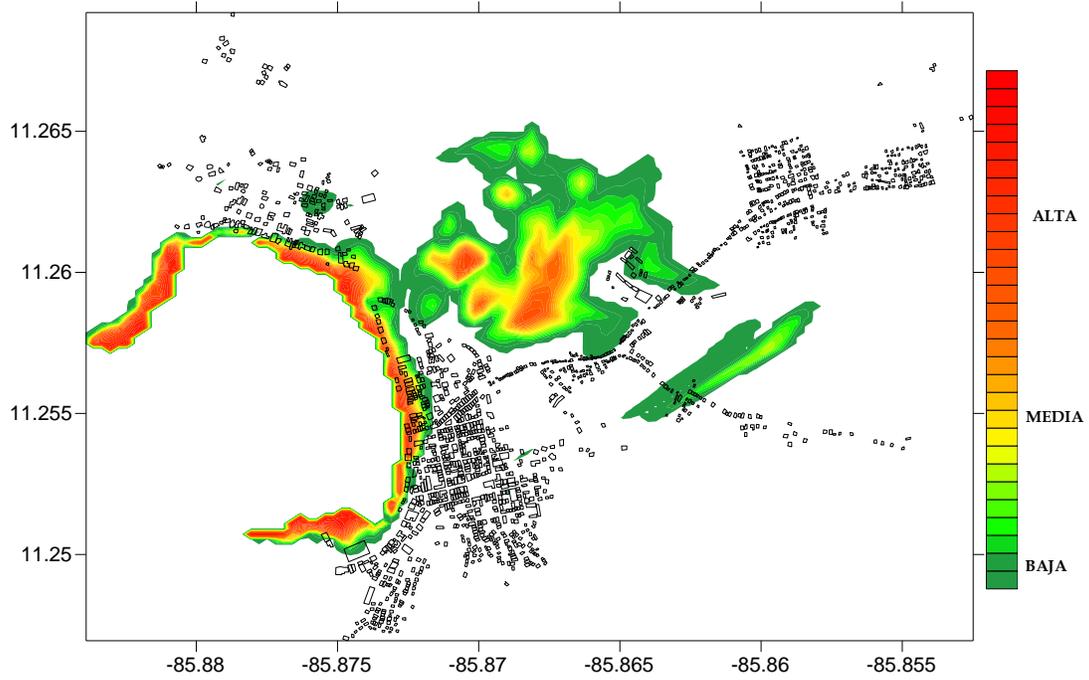
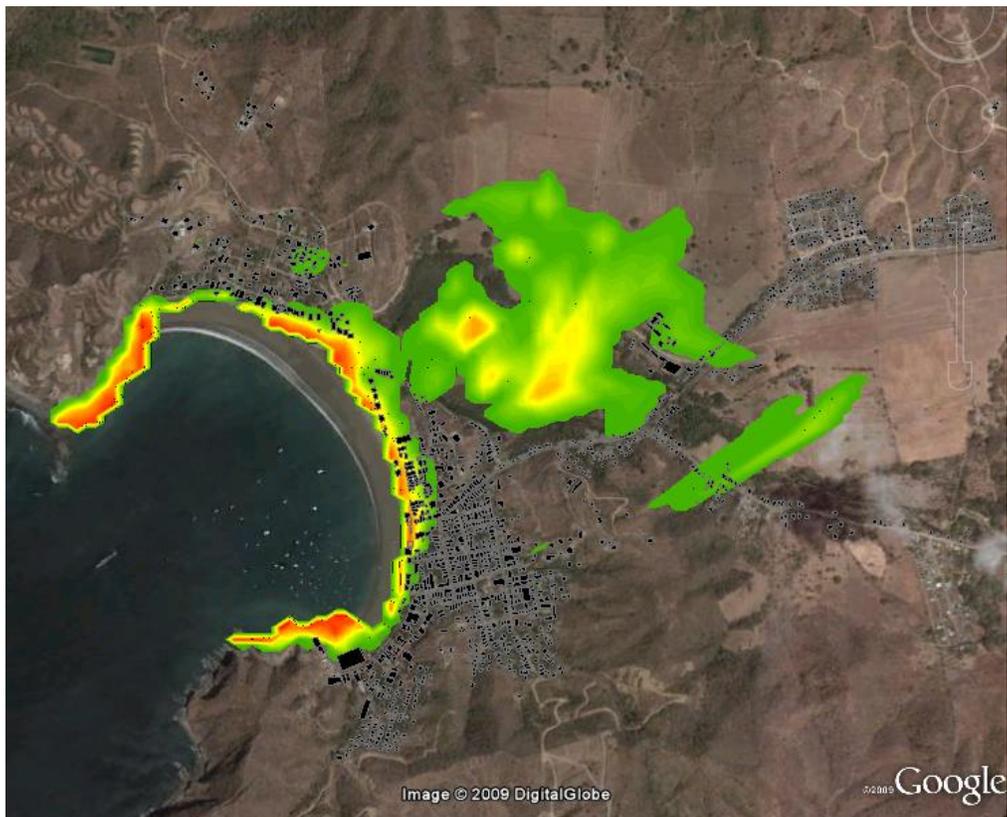


Figura 5-2. Mapa de amenaza de inundación por tsunami para San Juan del Sur



6 Análisis de riesgo de inundación por tsunami

El análisis de riesgo tal como se contextualiza en las metodologías propuestas (ver Informe ERN-CAPRA-T1-6) permite establecer la posible incidencia en las construcciones existentes de la amenaza planteada anteriormente. Las evaluaciones de riesgo por inundación debido a tsunami se presentan en detalle en el informe técnico ERN-CAPRA-T2-9.

El riesgo puede cuantificarse de manera adecuada mediante la pérdida anual esperada el cual sirve como indicador de severidad. Valores altos de este parámetro implican una alta recurrencia esperada de eventos con afectación a cada uno de los predios analizados.

La Tabla 6-1 y la Figura 6-1 se resumen los resultados del análisis de riesgo en términos de pérdida anual esperada, PAE (también conocida como prima pura de riesgo). En la Figura 6-1 se presentan ampliaciones de escala en las zonas donde aparecen construcciones con mayor PAE.

*Tabla 6-1.
Análisis del riesgo en términos de pérdida anual esperada PAE, y su pérdida para distintos periodos de retorno.*

Sistema	Valor Expuesto		Pérdida Anual Esperada		Pérdida Tr100 años		Pérdida Tr500 años	
	[USD]	[%]	[Mill. USD]	[‰]	[USD]	[%]	[USD]	[%]
Comercial	18.818.140	9,50%	47.005	2,50 ‰	364.875	1,94%	538.272	2,86%
Industrial	32.591.080	16,44%	5	0,00 ‰	535	0,00%	789	0,00%
Institución	47.680.800	24,06%	97	0,00 ‰	33.447	0,07%	49.341	0,10%
Residencial	99.095.260	50,00%	88.552	0,89 ‰	1.246.421	1,26%	1.838.748	1,86%
Totales	198.185.280	100%	135.659	0,68 ‰	1.645.277	0,83%	2.427.149	1,22%

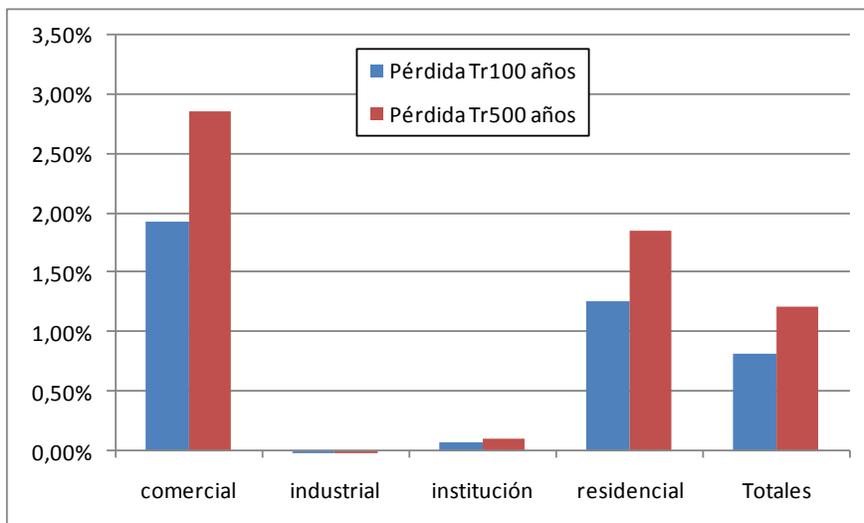


Figura 6-1. Pérdida en porcentaje para distintos periodos de retorno, según al sistema a que pertenece.

La zonificación del riesgo se realiza con base en las categorías de riesgo que presenta la Tabla 6-2.

Tabla 6-2.
Categorías de riesgo

ZONA DE RIESGO	PERDIDA ANUAL ESPERADA, PAE (al millar)	Comentarios
ALTA NO MITIGABLE	> 1.0	Peligro a la vida y altas pérdidas económicas esperadas. Requiere reubicación y reclasificación del uso de la tierra
ALTA	0.5 - 1.0	Se recomienda estudio detallado de riesgo para valorar posible obras de intervención. Podría requerir altas inversiones económicas y eventualmente reubicación
MEDIA	0.25 - 0.5	Es importante el manejo adecuado para evitar que se generen situaciones de riesgo alto. Puede requerir la realización de algunas obras de intervención para mejorar los niveles de seguridad de la zona.
BAJA	0.1 - 0.25	Se recomiendan planes y campañas informativas y de conocimiento. Incluir en zonas de eventuales alarmas
SIN RIESGO	< 0.1	No requiere medida alguna

Con base en la clasificación propuesta se genera el mapa de zonificación por riesgo de inundación por tsunami que se presenta en la Figura 6-2.

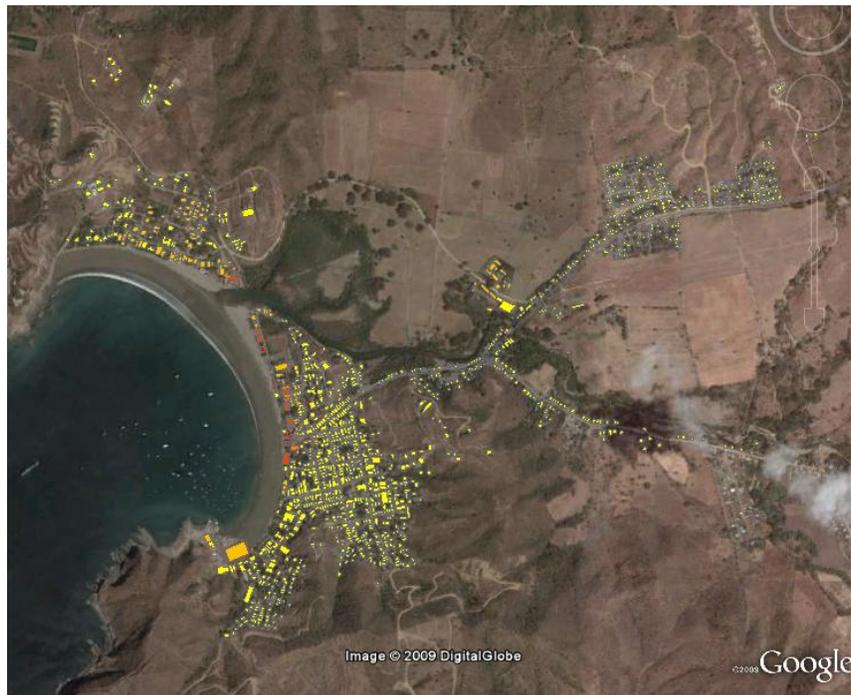


Figura 6-2. Mapa de zonificación del riesgo de inundación por tsunami para San Juan del Sur

7 Ordenamiento territorial por tsunami

Las políticas de ordenamiento territorial para el uso y ocupación de la franja costera expuesta a tsunamis deben considerar la necesidad de ubicar algunas actividades costeras y pesarlo con el riesgo a las personas y bienes al ocurrir un tsunami.

Para la ocupación de la franja costera se debe priorizar las diferentes actividades para lo cual se establece la siguiente clasificación de tipos de construcciones:

TIPO	DESCRIPCIÓN
I	Construcciones típicas de instalaciones costeras para el desarrollo de las regiones tales como puertos, astilleros, marinas para embarcaciones turísticas, playas habilitadas para recreación, instalaciones para el cultivo de especies marinas, entre otros
II	Construcciones de baja ocupación, bajo impacto ante inundaciones y fácil y rápida recuperación en caso de inundación, tales como empacadoras de pescado y mariscos, plantas de tratamiento de aguas residuales, tanques sépticos, estacionamientos para automóviles, parques de recreación, tierras de cultivo, zonas de diversión y recreación y otros
III	Construcciones de baja ocupación y bajo impacto a las inundaciones o que por su diseño sean de bajo riesgo. Incluyen edificaciones residenciales de baja densidad y bajo impacto (primer piso libre), bodegas de almacenamiento de productos no susceptibles de daño, instalaciones industriales de bajo impacto.
IV	Hoteles, restaurantes, edificaciones religiosas, sitios de reunión, escuelas, hospitales, teatros, cines, mercados, centros comerciales, cárceles, conjuntos habitacionales de alta densidad, oficinas públicas, zonas comerciales, zonas industriales, instalaciones de servicios públicos incluyendo plantas de generación y distribución de energía, centrales de comunicación, edificaciones indispensables y de atención a la comunidad, entre otros.

Para fines de un ordenamiento territorial adecuado en San Juan de Sur se identifican tres tipos de zonas de amenaza para dar recomendaciones generales sobre algunas de las actividades que deberían desarrollarse.

Zona I – Amenaza Alta: Elevaciones de 0 a 4 metros que comprenden la zona de playa, la desembocadura del río y algunas zonas bajas al interior en la margen derecha del río y todas sus zonas de inundación propias de sus cambios de nivel . En estas zonas el peligro de tsunami es alto y puede alcanzar alturas de inundación promedio de hasta 6.8 metros por ello solo se recomienda construcciones de Tipo I.

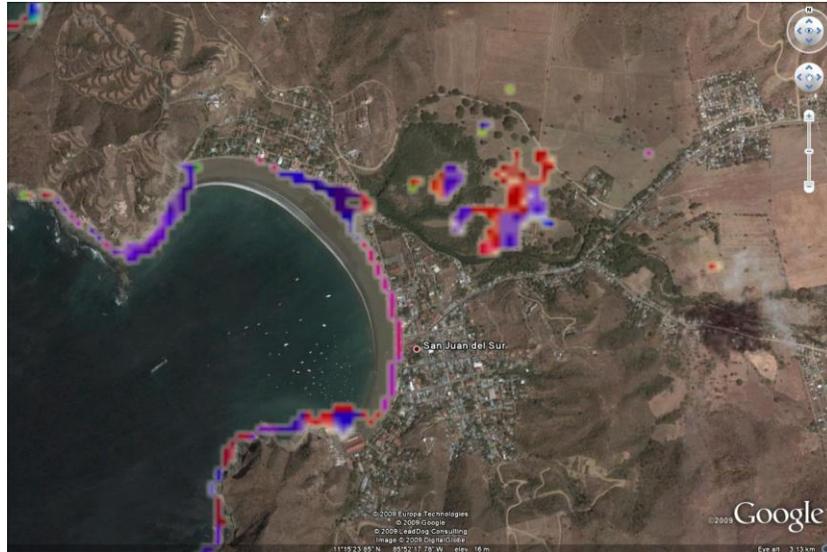


Figura 7-1. Elevaciones por debajo de 4 metros en San Juan del Sur (Fuente: Google Earth)

Zona II – Amenaza Media: Elevaciones de 4 a 7 metros que comprenden zonas bajas al interior. En estas zonas el peligro de tsunami es medio y puede alcanzar alturas de inundación promedio de hasta 2.8 metros por lo que solo se recomienda construcciones de Tipo I y II.



Figura 7-2. Elevaciones entre los 4 y 7 metros en San Juan del Sur (Fuente: Google Earth)

Zona III-Amenaza Baja: elevaciones de 7 a 10 metros que comprenden zonas altas. En estas zonas el peligro de tsunami es bajo por lo que solo se esperaría eventualmente algunas

inundaciones de menos de un metro por ello se recomienda únicamente construcciones de Tipo I, II y III.

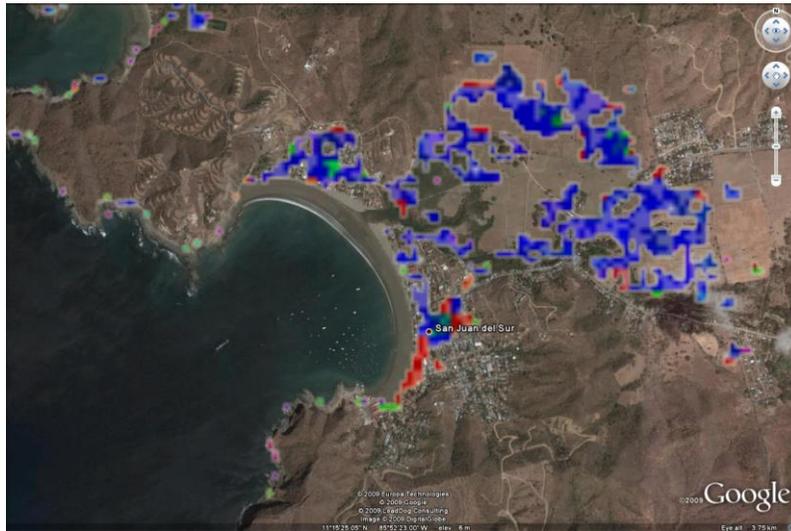


Figura 7-3. Elevaciones por arriba de 7 metros en San Juan del Sur (Fuente: Google Earth)

En ninguna de las zonas de amenaza I (Alta), II (Media) o III (Baja) debe permitirse la construcción de edificaciones del Tipo IV.

8 Conclusiones

El ordenamiento territorial es un amplio y complejo proceso multidimensional de intervención del territorio que busca inducir formas de uso y ocupación consecuentes con escenarios proyectados y deseables de desarrollo territorial. La incorporación de criterios de reducción de riesgo de desastre puede entenderse como la definición y adopción de un conjunto de medidas regulatorias y programáticas acordes con el alcance, metodología, estructura, cronograma e instrumentos de gestión que se utilizan en cada proceso de ordenamiento en particular.

Los resultados presentados son una herramienta valiosa para el conocimiento de las zonas de mayor peligro y las construcciones recomendadas en esas zonas. El proceso completo de ordenamiento territorial debe considerar diferentes aspectos como características físicas, biológicas, sociales y económicas de la región.

9 Referencias

- [1]. **INETER. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.**
www.ineter.gob.ni/
- [2]. **Banco Mundial, ONU/EIRD, CEPREDENAC.** 2009 Evaluación Probabilística de Riesgos para Centro América. ERN Consultores
- [3]. **PREDECAN, Lima 2009.** Desarrollo de un estudio sobre metodologías de evaluación de Riesgos de desastres para la planificación territorial en la subregión andina. Guía técnica para la interpretación y aplicación de análisis de amenazas y riesgo para propósitos de planificación y gestión territorial
- [4]. **Sommer, Marcos,** “TSUNAMIS-COSTA”, Manejo Integrado de la Zona Costera.