

## **6. ESCENARIOS DE VULNERABILIDAD.**

Las condiciones geográficas de exposición de Tumaco y los municipios de la franja costera del Departamento de Nariño frente a la amenaza sísmica y sus fenómenos asociados - vibración, licuación y tsunami, sumadas al acelerado crecimiento demográfico de la población y urbanización (p.ej., el sobrepoblamiento de la isla de Tumaco y una progresiva ocupación de zonas de mayor exposición a los fenómenos de tsunami y licuación), permiten construir escenarios con base en un cuadro de posibles consecuencias.

Los "escenarios de riesgo", la representación - descriptiva o semicuantitativa - de los efectos probables de un futuro impacto de fenómeno, e insumo básico para el diseño de planes de contingencia y mitigación, se generaron integrando información disponible (Rudolph y Sziertes, 1911; *Herd et al.*, 1981; Ramírez, 1980, *González*, 1991; Caicedo et al, 1996; DIMAR - CCPP, 2002; Ingeominas, DIMAR, OSSO, 2002; fuentes hemerográficas y monografías municipales, etc.), con resultados de campo del proyecto: acopio y análisis de información in situ mediante formularios adaptados a la zona de estudio (Anexo 4), testimonios videograbados de personas (testigos del desastre de 1979), sectorización de Tumaco con base en regiones homogéneas por condiciones medioambientales (posición con respecto al mar, áreas de rellenos, altura del terreno, protección por islas y bajos o por vegetación) y por criterios urbanísticos y constructivos (cimentación y materiales de edificaciones, ancho de vías, densidad de vivienda por manzanas y barrios, etc.). Todo esto fue complementado con la realización de diversos talleres de socialización del proyecto en los cuales él mismo se realimentó con información de autoridades y pobladores. Además, se contó con la permanente vinculación de cuatro profesionales de tumaco, uno de ellos con conocimientos y experiencias en toda la región de estudio desde antes del terremoto y tsunami de 1979.

Para las demás cabeceras municipales y corregimientos evaluados se hicieron reconocimientos de campo, talleres con autoridades y pobladores y fotografías terrestres y aéreas.

### **6.1. EVOLUCIÓN DE LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD EN TUMACO.**

El escenario de vulnerabilidad para Tumaco está gobernado por el efecto de las vibraciones del terreno y la licuación. Para componer una primera aproximación a este escenario, es preciso recurrir a fuentes de información previas o cercanas al terremoto de 1979, que son escasas y poco precisas, y a fuentes posteriores. La información disponible, especialmente en cuanto a población, vivienda y lugar de los asentamientos urbanos en la isla Tumaco, se resume a continuación.

Según el DANE en 1973 la cabecera municipal de Tumaco tenía 6 562 viviendas y 38 742 habitantes. Según Duarte Guterman & Pachón (1986), en 1 984 la ciudad tenía 4946 viviendas en madera y 1 776 en mampostería ("material"), es decir, 6 722 construcciones y la densidad de personas por vivienda había aumentado de 5,7 en 1973 a 6,3 en 1984.

La Figura 9 muestra la sectorización de Tumaco en el "Plan de Ordenamiento y de Inversiones para el área urbana de Tumaco", realizado por Duarte Guterman & Cia. S. en C. y Pachón Aurora (1986). Con base en este mapa y los datos de número de viviendas contadas durante el censo de agosto de 1984 realizado en el marco del Plan, podemos estimar el número y tipo de viviendas que había en 1979, centrándonos en las zonas donde hubo mayores daños. Las pérdidas fueron 38 víctimas fatales, 400 personas heridas y 7 desaparecidas. Los daños, de acuerdo con datos de la Defensa Civil y del alcalde la época (Giberna y Ramírez, 1980), fueron 1 080 casas destruidas y 700 averiadas, principalmente localizadas en zonas de bajamar y en el relleno del estero que separaba las dos islas iniciales. En la Figura 10 se muestran los sectores de este estudio.

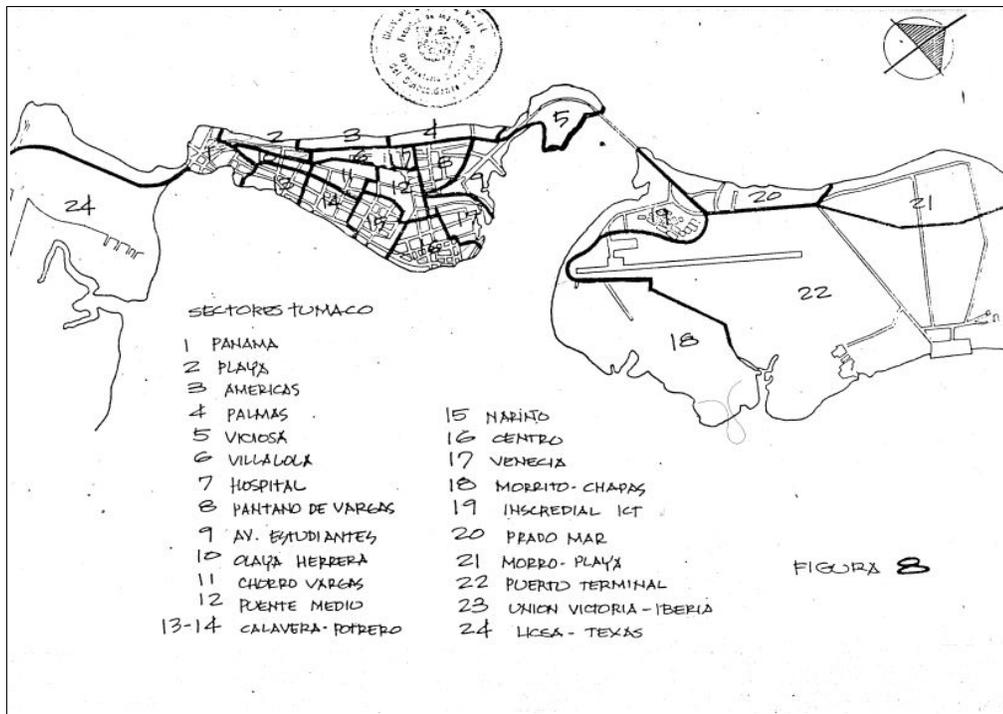


Figura 9. Sectorización de Tumaco en 1984 (Tomado de González, 1991).

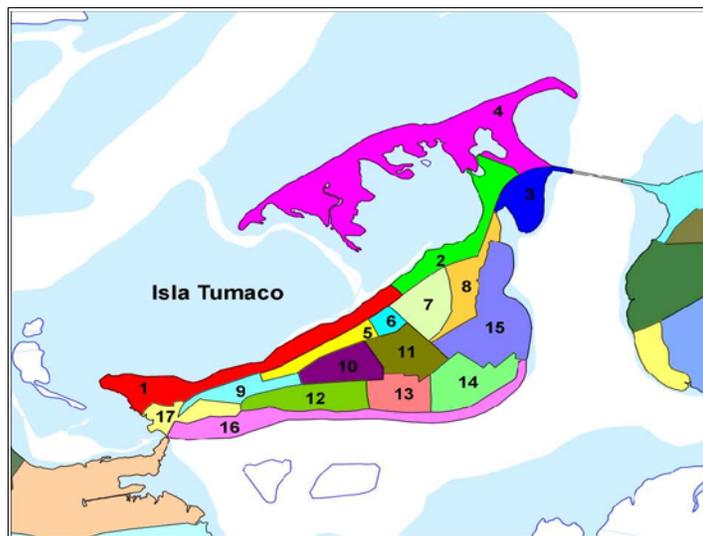


Figura 10. Sectores de la isla de Tumaco.

En la Tabla 5 se presentan los datos de número y tipo de viviendas para 1984 (Duarte y Pachón, 1986) y 2003 (OSSO, 2003), para tres zonas de Tumaco. En esta tabla la zona *Playa* corresponde a los sectores 1 y 2, equivalentes a los sectores 2, 3 y 4 de 1984 mostrados en la Figura 9. La zona *Relleno de Estero* son los sectores 9, 10 y 11, que corresponden a los sectores 9, 10, 11 y 12 de 1984; para el sector 9 de 1984, que comprende terrenos que no son de relleno, se consideró un 30 % de las edificaciones de ese año. La zona *Comercio* equivale al Sector 16 de este estudio y a los sectores 1, 13, 14, 15 y 16 de 1984; para estos sectores se consideró el 20 % de las viviendas como equivalencia del Sector 16 de este estudio (para el Sector 16 de 1984 se adoptó un valor del 30 %).

**Tabla 5.** Evolución de las viviendas en tres zonas de Tumaco.

Sector	1984		2003	
	Madera	Material	Madera	Material
<b>Playa</b>	717	147	739	421
<b>Relleno estero</b>	1119	313	793	2053
<b>Comercio</b>	67	62	453	224
<b>Sub-Total</b>	1903	522	1985	2698
<b>Total</b>	2425		4683	

Los datos muestran la densificación de la isla, que en las zonas analizadas casi duplicó el número de viviendas, al pasar de 2 425 en 1984 a 4 683 en la actualidad. Más importante aún, la densificación se ha hecho principalmente por aumento del número de viviendas en material. Mientras el total de viviendas en madera es similar, 1903 y 1985 para los años comparados, las de material aumentaron 5,2 veces, al pasar de 522 a 2 698. De las zonas analizadas el relleno del antiguo estero aporta el mayor crecimiento, ya que el número de viviendas se duplicó en lo que Mosquera et al. (1999), denominan *Manzanas rellenas*, con accesos (Cuchos)

muy estrechos y laberínticos. En estas manzanas el número total de viviendas en madera disminuyó, mientras que las de material aumentaron 6,6 veces.

Consecuentemente la densidad de habitantes por hectárea (h/ha) ha aumentado: de 233 hab/ha en 1985, para una superficie total terrestre y lacustre de 170 ha, a 352 h/ha en 1993 (sólo para la isla de Tumaco) y a cerca de 400 h/ha en 1998, con base en la "comprobada persistencia a la compactación" (Mosquera, et al, 1999).

Asumiendo, de acuerdo con los reportes de la época y observaciones de campo de Hj. Meyer presentadas en González (1991), que el 80 % de las 1 080 viviendas destruidas se localizaban en estas tres zonas, que los datos de 1984 (2425 viviendas) se pueden extrapolar hacia atrás, a 1979, y teniendo en cuenta que las observaciones hechas en campo dan pie a decir que el 100 % de las viviendas actuales son vulnerables por origen, deficiencias constructivas y de materiales, se puede inferir que un terremoto equivalente al de 1979 causaría la destrucción de 3746 viviendas, sólo en las tres zonas analizadas.

El número de víctimas fatales también aumentará en razón del alto porcentaje actual de viviendas en material (6,6 veces) y a las dificultades de evacuación y labores de rescate en las manzanas más densamente ocupadas y con accesos estrechos y laberínticos. Estos resultados pueden considerarse como mínimos, tanto por la extrapolación de datos de 1984 a 1979, como porque no se incluyeron valores del Sector 15 (sector de "Los Puentes") de hoy en día en el análisis.

## **6.2. ABANICO DE ESCENARIOS.**

En las actuales condiciones de poblamiento los escenarios de vulnerabilidad y riesgo dependen, también, de las características del fenómeno causante. Considerando la magnitud de terremotos históricos se pueden considerar tres tipos de escenarios que a su vez pueden ocurrir en condiciones de marea baja, media o alta.

### **6.2.1. Escenario pesimista.**

El escenario más pesimista sería generado por un terremoto extremo, como el de 1906, en condiciones de marea alta o media. Las vibraciones sísmicas por sí mismas causarían enormes daños en las construcciones actuales con colapso de un porcentaje importante de viviendas en material. Las actuales viviendas en madera también sufrirían muchos daños, por falta de amarres adecuados, ausencia de diagonales en los pilotes y deterioro, entre otras razones; la licuación abarcaría extensas áreas de bajamar, playas y barras hoy ocupadas y las olas de tsunami arrasaría la mayor parte de las poblaciones incluyendo a Tumaco, aún con sus barreras naturales como El Guano y El Bajito. Las olas se remontarían por los ríos en forma de seiches y afectarían fuertemente las cabeceras municipales costa adentro. Aunque no se conoce el período de retorno para un sismo de esta naturaleza (que podría ser de siglos), lo cierto es que en las actuales condiciones el escenario sería muy difícil, sino imposible, de manejar.

### **6.2.2. Escenario más optimista.**

El escenario más optimista sería inducido por un terremoto como el de 1958, que produciría daños en las edificaciones actuales de concreto y ladrillo y en muchas de las viviendas en madera menos resistentes, quizás con efectos concentrados en zonas de relleno (la mayoría de los cuales se construyeron en Tumaco después de 1958). Se esperaría licuación en terrenos de bajamar, playas y orillas de ríos, pero probablemente no se generaría un tsunami destructivo.

### **6.2.3. Escenario probable.**

Atendiendo recomendaciones del Programa Nacional de prevención de tsunami en la Costa del Pacífico, se ha seleccionado un escenario intermedio entre los anteriores, inducido por un terremoto como el de 1979 en condiciones de marea media.

Este escenario, al cual no se le ha colocado hora de ocurrencia, se puede sintetizar

en los siguientes componentes:

Vibraciones fuertes en toda la costa de Nariño que impiden a los habitantes mantenerse en pie; colapso parcial o total de la mayoría de viviendas en ladrillo y concreto, principalmente en la actual isla de Tumaco, en La Playa, zonas de relleno del antiguo estero y zonas de bajamar incluida la Calle del Comercio; agrietamientos en varias de las edificaciones esenciales y colapso de algunas de ellas; colapso de pilotes de muchas viviendas de madera; inicio, poco después del comienzo de las vibraciones fuertes, de licuación de suelos en bajamar, en playas, orillas de los ríos y en rellenos; caída de postes de energía, cortocircuitos, apagón e incendios; daños severos en el sistema de acueducto, muchas roturas en la tubería matriz y desprendimiento de la barcaza de la bocatoma en el río Mira.

Los sectores más afectados son el 1 y 2 (Av. La Playa y Av. Los Estudiantes), 15 (Puentes), 9, 10 y 11 (relleno de antiguo estero) y 16 (Calle del Comercio). En estos sectores las labores de rescate se dificultan por la alta densidad de vivienda y lo estrecho e intrincado de los accesos (Cuchos). En El Morro hubo caída de muchas viviendas sobre pilotes altos en el Sector 25 (Playa Arrecha). En el Continente los daños fueron menores, pero muchas de las viviendas en terrenos de bajamar se hundieron o inclinaron. El Centro de Salud Divino Niño tuvo daños menores en la cubierta y en muros, pero quedó en servicio.

Pocos minutos después ocurre una ola de tsunami en la parte norte de la costa de Nariño que embate sobre las playas, islas y poblaciones cercanas arrasando con su impacto muchas viviendas; media hora después del sismo las olas llegan a Tumaco y, a pesar de perder fuerza y altura al chocar contra El Guano y luego contra El Bajito, agregan más destrucción en las edificaciones de los sectores frente al mar. El tsunami se propaga por esteros y ríos que inundan gran parte de El Charco y las demás cabeceras, incluyendo Bocas de Satinga e Iscuandé. La perturbación del mar prosigue durante varias horas.

La situación de Tumaco es grave, por el elevado número de víctimas fatales, de viviendas destruidas, que supera las 3 700, y los daños severos en la

infraestructura (acueducto, vías, muelles), e instalaciones esenciales.

El Aeropuerto La Florida sufrió daños menores porque previamente había sido reforzado y la pista, aunque con algunas grietas, quedó en servicio.

La clínica del Seguro Social tuvo daños menores en muros y no fue afectada en su funcionamiento. Sin embargo, el Hospital San Andrés de Tumaco tuvo daños en pasillos por caída de losas con sobrepesos de tanques de agua; el principal tanque elevado de agua colapsó y hubo daños en los edificios administrativos y en el cobertizo de ambulancias (colapso de cubierta). Muchos de los elementos no estructurales se cayeron (estanterías, tanques de oxígeno) y no se disponía de suficiente combustible para la planta eléctrica de emergencia. Así, el hospital no pudo servir completamente durante la fase de atención del desastre.

El edificio del Cuerpo de Bomberos colapsó y se perdieron los vehículos de extinción de incendios.

El edificio de la Policía tuvo daños en su parte interna, pero continuó en servicio. La Alcaldía tuvo daños menores, especialmente en muros.

Muchas de las escuelas públicas sufrieron graves daños estructurales por falta de confinamiento de muros, deficientes amarres de las cubiertas y deterioro y corrosión de los elementos estructurales

Los daños en el muelle pesquero e instalaciones de la Sociedad Portuaria fueron menores, incluyendo asentamientos y fisuras en algunas bodegas, pero siguen en operación.

Las barracas del Batallón de Infantería de Marina sufrieron colapso de cubiertas.

El puente de El Morro permaneció intacto, pero hubo asentamientos en sus apoyos. El Puente El Pindo sufrió asentamientos que dificultan el tránsito expedito por él. Se generó embotellamiento de tráfico y personas que se dirigían hacia el

Continente para resguardarse del tsunami.

Los tanques elevados que permanecen fuera de servicio sufrieron fracturas debido a deterioro de vigas y columnas y amenazan con desplomarse.

La Galería y el Coliseo Panamá sufrieron caída de la estructura de la cubierta y en tres de las iglesias las paredes se cayeron.

En el resto del Litoral de Nariño los daños por impacto de ola de tsunami causaron destrucción de los poblados más expuestos y fuerte inundación en los demás. De las cabeceras municipales, Mosquera resultó especialmente afectada por inundación lo que aumentó los daños ocurridos por las vibraciones sísmicas y la licuación de suelos.

La presión de la placa del Pacífico contra el Continente hizo que durante las últimas décadas el Litoral subiera, poco a poco, de nivel con respecto al mar. La liberación de las tensiones de las rocas entre estas placas, ocurrida durante el terremoto, hace que parte de la elevación del Litoral con respecto al mar empiece a descender. Instantes y días después se empieza a notar que playas, poblados, manglares y cultivos son inundados por marea alta. El Litoral de Nariño se encuentra ahora más bajo.

## **7. RECOMENDACIONES: HACIA ESCENARIOS FUTUROS CON PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.**

Durante los años previos al nuevo terremoto que afectó el Litoral del Pacífico en Colombia hubo un conjunto de actividades y acciones de prevención, concientización y acciones físicas de mitigación por potenciales efectos de vibración sísmica, licuación de suelos y tsunami, como parte del Programa Nacional de Mitigación de Riesgos, con la participación y recursos de entidades nacionales, internacionales, regionales y locales y amplia participación de las comunidades. Las diversas actividades de este Programa se convirtieron en instrumentos dinamizadores de la economía de los municipios y de la región.

El Programa Nacional de Mitigación de Riesgos aplicado en el Litoral de Nariño se derivó del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (Decreto No. 93 de 1998) y del CONPES 3146 de 2001. Las principales estrategias de este Programa fueron:

### **Estrategia científica - técnica.**

Se llevó a cabo la continuidad y el mejoramiento del modelo de tsunami; además, del tectónico regional a través del estudio de la sismicidad. Se realizó la evaluación de cambios litorales multitemporales, medidas geodésicas e interferometría que permitieron medir la subsidencia de terrenos a partir del levantamiento regional, evaluaciones in situ que ayudaron a mejorar las zonificaciones realizadas en las cabeceras municipales y estudios de estratigrafía (paleotsunami, paleosismicidad).

### **Estrategia educativa sobre los fenómenos naturales amenazantes y las formas prácticas de intervenir los riesgos.**

Se desarrolló como una estrategia de varios componentes relacionados. En primer lugar, se evaluaron y mejoraron con autoridades locales, instituciones y comunidades los Carteles Educativos "Cómo nos afectan los terremotos y lo que podemos hacer" y se publicaron masivamente, llegando a todas las comunidades urbanas y rurales. En segundo lugar se diseñaron y aplicaron contenidos curriculares sobre el medio ambiente de la región, los cuales han sido parte de la formación académica en escuelas y colegios. Además, en cada curso se realizaron maquetas de las viviendas de cada estudiante, identificando en cada caso el tipo de terreno y la exposición a tsunami. Se construyeron modelos de terrenos en cubetas de vidrio y se evaluó el comportamiento frente a vibraciones (sobre una tabla con rodachines); así, se identificaron las necesidades de reforzamiento de cada edificación.

Hubo capacitación de todos los comunicadores de la región y los medios (prensa, radio, televisión), se convirtieron en agentes de divulgación y socialización de las condiciones del medio natural y de las medidas de prevención.

### **Estrategia de planificación urbanística y usos del suelo.**

Con el apoyo de autoridades ambientales locales y regionales se perfeccionaron los POT – EOT, identificando las áreas más expuestas a tsunami y licuación y las áreas de expansión. Se formularon y ejecutaron proyectos de desarrollo urbanístico en las áreas más seguras, incluyendo estrategias productivas y de empleo y adecuada infraestructura de servicios públicos y amoblamiento comunitario.

Varios de los poblados sobre el Litoral se reasentaron en esteros más seguros, protegidos por barras y bosques de manglar.

A partir de la zonificación preliminar entregada en los Carteles Educativos, en las

cabeceras municipales se evaluaron los terrenos más aptos para el desarrollo urbano y reasentaron el 50 % de las viviendas que estaban en zonas de erosión de los ríos. Las demás viviendas se retiraron de la orilla y en cada municipio se crearon empresas comunitarias de beneficio público, encargadas de protección frente a inundaciones y erosión. Parte de los recursos provinieron del Gobierno Nacional. Parte de estos recursos inicialmente estaban destinados a obras de ingeniería para controlar la erosión inducida por el canal Naranjo en el río Patianga.

Los sectores más densamente poblados de Tumaco se reordenaron urbanísticamente. En las "manzanas rellenas" de los sectores 9, 10, 11 y en el sector 15 (Puentes) los pilotes se reforzaron con diagonales en "X" y se ampliaron y mejoraron los accesos. Para ello fue necesaria todo un proceso pedagógico con amplia participación de los habitantes que al final seleccionaron modelos de reordenamiento de la ocupación con base en maquetas de las que fueron autores. Algunos grupos de familias aceptaron el ofrecimiento de la Administración Municipal de trasladarse a la zona del nuevo Tumaco, al oriente del estero Aguaclara.

### **Estrategia de reasentamiento de poblaciones más expuestas a tsunami.**

Los planes de desarrollo de todos los municipios contaron con iniciativas y recursos para fomentar el reasentamiento de poblaciones muy expuestas a tsunami. En Tumaco se recuperó todo el sector de la Avenida La Playa, que ahora es un área recreativa arborizada y un laboratorio natural de investigaciones sobre el manglar y los ciclos de vida de las especies nativas.

### **Estrategia de reforzamiento de viviendas.**

Se generaron incentivos para el reforzamiento de viviendas no expuestas a tsunami, incluyendo empresas comunitarias para la extracción selectiva de maderas y la reforestación. Todos los maestros de obra y autoconstructores participaron en talleres formativos realizados en las escuelas y colegios, con la meta de reforzar en cinco años todas las viviendas.

### **Estrategia de reforzamiento de líneas vitales.**

Todos los municipios cuentan con redes de acueducto de última generación, con tuberías flexibles y técnicamente instaladas. Todas las cabeceras municipales y poblaciones con más de 100 habitantes disponen de energía eléctrica, alcantarillado y sitios adecuados de reciclaje y disposición de residuos sólidos. Las redes eléctricas fueron reforzadas, en muchos casos anclando los postes sobre círculos de pilotes y las acometidas domiciliarias se mejoraron o cambiaron para disminuir los cortocircuitos.

El Puente El Pindo fue reforzado y ampliado, lo mismo que las vías que confluyen cerca de él en la isla Tumaco.

### **Estrategia de reforzamiento de instalaciones especiales y de uso masivo.**

En un plan de cinco años se evaluó la vulnerabilidad de hospitales, cuerpos de bomberos, escuelas y colegios y se tomaron todas las medidas para reducir su vulnerabilidad funcional, arquitectónica y estructural. Los ingenieros, arquitectos y maestros de obra de la región fueron capacitados en diseño sismorresistente y en aplicaciones prácticas y adecuadas de reforzamiento.

El terremoto, similar al de 1979 pero en marea media, produjo muchos daños en construcciones de material, pero no hubo colapsos generalizados. Los servicios de agua potable y energía se restituyeron en menos de una semana, porque los daños fueron mucho menores. Las instalaciones esenciales operaron casi normalmente y las labores de rescate fueron hechas por los mismos pobladores con la dirección de los organismos de socorro que pudieron operar. Las escuelas tampoco sufrieron daños que las dejaran inhabilitadas.

La ola de tsunami que previamente había perdido fuerza al chocar con El Guano y El Bajito inundó el antiguo sector de La Playa, pero no produjo víctimas porque

adicionalmente se disponía de la protección del parque – laboratorio natural establecido allí. Ninguna población del Litoral fue arrasada porque en las más expuestas se habían revegetado las barras con manglar. En Mosquera, por su mayor proximidad al mar y por lo ancho de la bocana, la inundación fue importante, pero sin mayores desgracias porque las viviendas ribereñas habían sido reasentadas.

En total el terremoto y tsunami causaron 50 víctimas fatales y más de 500 personas heridas, mientras que las pérdidas económicas fueron mucho menores de las que hubieran ocurrido sin las acciones de los últimos años.

## **8. BIBLIOGRAFÍA.**

**ACUAVALLE.** Planos redes de distribución Isla de Tumaco. Cali. **1994.**

**ARELLANO, J.** a. Plan de desarrollo del Municipio de Tumaco 2001 - 2004. Tumaco. **2001.**

----- b. Apuntes sobre el desarrollo urbano de Tumaco. Tumaco. **2003.**

**AIS, Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica.** Norma colombiana de Diseño y Construcción Sismorresistente, NSR – 98 ( Ley 400 de 1997). Bogotá. **1997.**

**CAICEDO, J; MARTINELLI, B; MEYER, H y REYNA, J.** Simulaciones numéricas de propagación de Tsunami para la Costa Pacífica colombiana. Publicaciones sobre Tsunami en el Pacífico colombiano. Observatorio Sismológico del Suroccidente. **1996.**

**INGEOMINAS, DIMAR y OSSO.** Mapa de potencial de licuación de suelos. **2002.**

**CEDENAR.** Plano de Sistema de distribución de redes eléctricas. San Andrés de Tumaco. Escala 1: 5 000. **1998.**

**CITCE – UNIVALLE.** Proyecto La Ciudadela Municipio de Tumaco. Informe Final. Programa para el diseño urbanístico y arquitectónico para la reubicación por alto riesgo en la ciudad de Tumaco. Corporación Colombia por Tumaco. Cali. **1994.**

**CORPONARIÑO.** Mapa de ubicación geográfica, ríos y poblaciones vecinas. **1988.**

**CVC.** Planos planta de las redes de distribución de agua tratada de las islas Tumaco y El Morro. **1984.**

**DESINVENTAR.** Base de datos inventario de desastres. Observatorio Sismológico del Suroccidente – OSSO. **2003.**

**DIMAR - CCCP.** a. Mapas de inundación por impacto de Tsunami en marea media y alta. **1998.**

\_\_\_\_\_b. Mapa de zonas intermareales del área urbana de Tumaco. **2002.**

**DUARTE GUTERMAN & PACHÓN, A.** Plan de ordenamiento y de inversiones para el área urbana de Tumaco. Situación actual y diagnóstico. Estudio financiado por el FONADE y el Banco Central Hipotecario. Volumen I. Bogotá. **1986.**

**FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL S.A.** a. Redes de distribución de agua tratada del área urbana de Tumaco. **1991.**

-----b. Planos Estación de bombeo y conducciones de agua tratada. **1992.**

**FONADE.** Mapas de sectores homogéneos de vivienda, generalidades de los servicios públicos, densidades poblacionales, zonificación por áreas de actividad y de infraestructura vial en Tumaco. **1984.**

**GOBERNA, J y RAMÍREZ, J.** Terremotos colombianos. Noviembre 23 y diciembre 12 de 1979. Informe preliminar. Instituto Geofísico de los Andes. Universidad Javeriana. Bogotá. **1980.**

**GONZÁLEZ, S.** Estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica de Tumaco. Programa para la Mitigación de Riesgos en Colombia. Observatorio Sismológico del SurOccidente - OSSO. Cali, **1991.**

**HERD, D. G et., al.** The great Tumaco, Colombia earthquake of 12 december 1979. SCIENCE, Vol. 211, N°. 4481, p. 441-445. **1981.**

**INTERA.** Imágenes de satélite zona del Litoral Nariñense. **1992.**

**IDEAM.** Posibles efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno El Niño en el periodo 1997 – 1998 en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Documento inédito. Santafé de Bogotá, 71p. Julio de **1997**.

**MEYER, H.** a. Desarrollo del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami. Memorias del VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnología del Mar. Comisión colombiana de Oceanografía. Cali. **1990**.

----- b. Estado actual del conocimiento y control de riesgos causados por terremoto en la ciudad de Tumaco, Nariño. Informe presentado al proyecto Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tumaco. Asesorías Municipales Ltda. Cali. **1997**.

**MEYER, H & RODRÍGUEZ, E.** Prevención de Tsunami en Costa de Manglar – Tumaco, Colombia. Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental. Comisión Oceanográfica Intergubernamental de al UNESCO – IOC. Publicaciones sobre Tsunami en el Pacífico colombiano. Observatorio Sismológico del Suroccidente. **1997**.

**MEYER, H & VELÁSQUEZ, A.** Aproximación al riesgo por tsunami en la Costa del Pacífico en Colombia. Alcaldía del Municipio de Buenaventura. Comité para la Prevención y Atención de Desastres. Observatorio Sismológico del Suroccidente. Cali. **1992**. Publicaciones ocasionales del OSSO No. 8.

**MOSQUERA, G; APRILE GNISSET, J; GIRÓN, M; QUINTERO, A; LOAIZA, P y PEREZ, L.** Urbanismo y vivienda en las ciudades del Pacífico. El caso de Tumaco. Investigación sistemas urbanos aldeanos del Pacífico. CITCE - UNIVALLE. **1999**.

**MUNICIPIO DE TUMACO.** a. Plan de Desarrollo Municipal. Sistemas de perímetros y zonas de riesgo, plan vial urbano y zonificación del espacio público. **1992**.

-----b. Plano El Municipio en el contexto regional. Cabeceras municipales,

caseríos y carreteras. **2001.**

**RADARSAT.** Imágenes de satélite zona del Litoral Nariñense. **1997.**

**RUDOLPH, E & S. SZIRTES.** El terremoto colombiano del 31 de enero de 1906, Gerlands Beiträge zur Geophysik, Vol. XI, N° 1, Leipzig. 1911. Traducción de Hj. Meyer y Alba Paulsen de Cárdenas, Publicaciones Ocasionales del OSSO No. 1, Univalle Cali. **1991.**

**TRIANA, M.** Memoria científica sobre la formación y defenza de la isla de Tumaco, presentada al Señor Ministro de Obras Públicas (Nov. 1906). Revista de Ingeniería, pp.69-76, Bogotá. **1910.**

**UNDHA/GENEVA.** Tsunamis. Evacuación de la población y planes de uso del suelo para mitigar sus efectos. Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN). Perú. **1994.**

**VELÁSQUEZ, A.** Informe final sobre comisión al Archivo General de Indias, Sevilla, presentado al programa "Mitigación de Riesgos en Colombia" (DNPAD, UNDRO, ACDI), actividad "Estudios históricos de eventos, incluido examen del AGI, Sevilla, España. Observatorio Sismológico del Suroccidente – OSSO, Universidad del Valle, manuscrito, Cali. **1992.**

*Informe final. Proyecto Evaluación de la vulnerabilidad física por terremoto y sus fenómenos asociados en poblaciones del Litoral de Nariño.*

## **ANEXOS.**