

2. MAGNITUD DEL DESASTRE

El día 22 de abril de 1991 a las 16 horas con 56 minutos hora local (21:56 GMT) el sector occidental de la Republica de Panama fue sacudido fuertemente por un movimiento sismico de magnitud $M_s = 7.4$ (segun el Servicio Geologico de los Estados Unidos). Las coordenadas del epicentro fueron determinadas por la Red Sismologica Nacional de Costa Rica (ICE-UCR) en 9:36.60' de latitud Norte y 83:10.20' de longitud Oeste.
Figura No. 1

El sismo fue sentido desde Tegucigalpa (Honduras) hasta la ciudad de Panama. Fue destructivo entre 9o15' y 10o15' de latitud norte, esencialmente en la planicie ubicada entre el pie de la Cordillera de Talamanca y el Mar Caribe. La intensidad maxima alcanzo IX en la escala Mercalli Modificada.
Figura No. 2

Once días despues, el 3 de mayo de 1991, ocurrio una replica sismica de magnitud $M_s = 6.2$ segun el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panama. El epicentro se localizo al norte de Changuinola en el Mar Caribe entre 9.5 latitud norte y 82.4 longitud oeste.
Figura No. 3

2.1 Danos a edificaciones y estructuras

2.1.1 Viviendas

Los danos, principalmente en viviendas individuales que cayeron como barajas, fueron a diferentes niveles, causando la destruccion parcial o total de estas.

El tipo de vivienda clasico en la region en estudio es de madera, montada sobre pilotes, por lo general tambien de madera, casi sin union entre el piso de la casa y los pilotes y a menudo con solo uno o dos clavos cortos por pilote.

Muchas de las casas se cayeron de sus pilotes de una forma que permite suponer una aceleracion superior a $1g$ ($g=9.8 \text{ m/s}^2$), y por lo tanto, amplificacion de la senal sismica. Estos casos de amplificacion parecen ser recurrentes historicamente, siendo los sismos del borde Pacifico en general mas fuertemente sentidos en el litoral Caribe que en la vertiente occidental de la cordillera.

Figura No. 1

U.S.G.S NATIONAL EARTHQUAKE INFORMATION CENTER EARTHQUAKES IN COSTA RICA AND PANAMA

22 APRIL 1991 - 02 MAY 1991

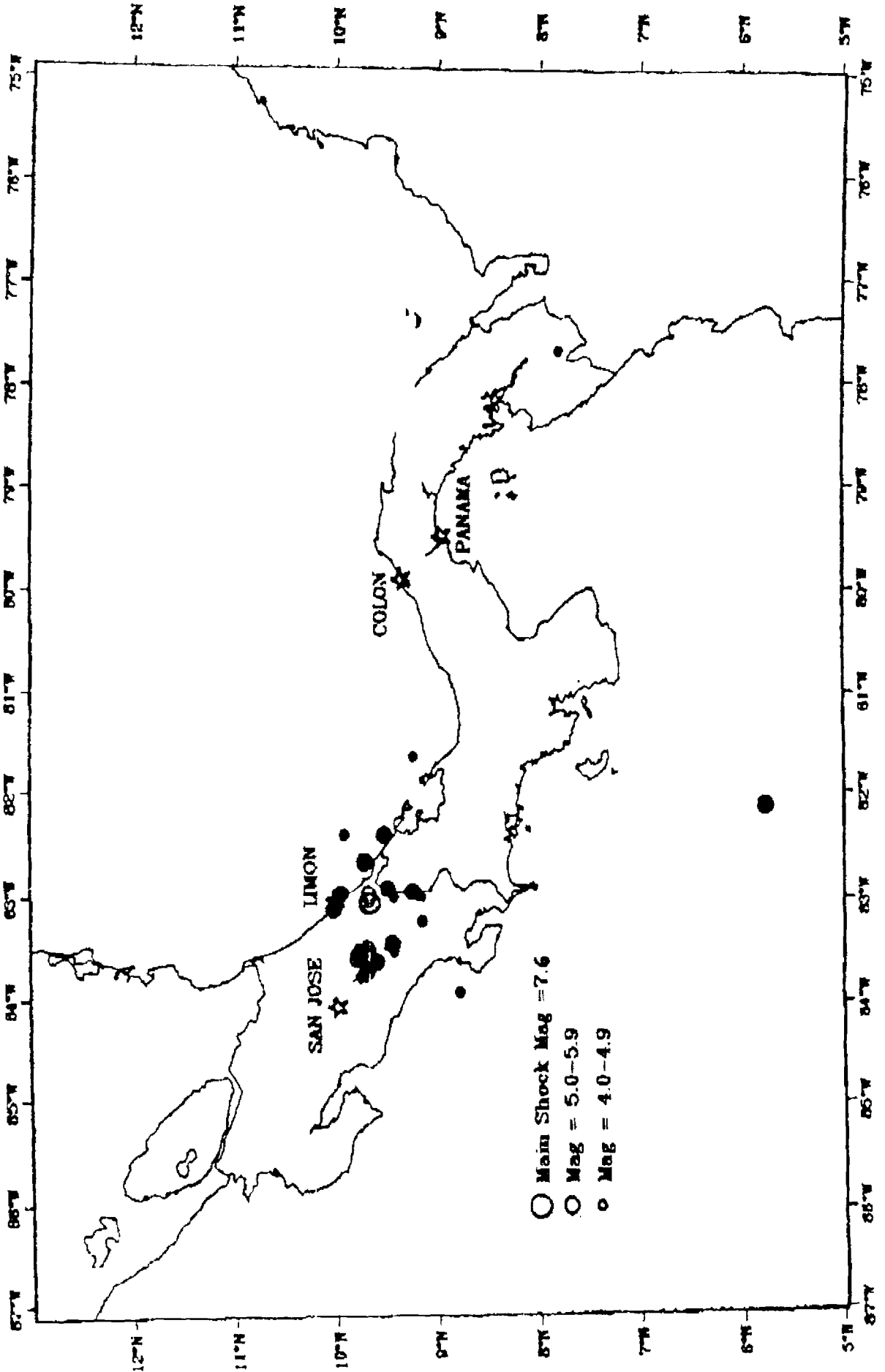


Figura No. 2

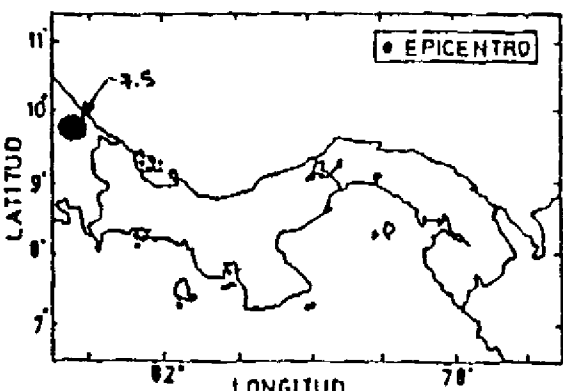
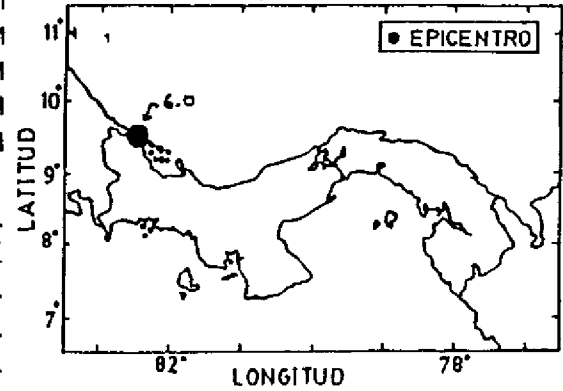
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS RED SISMOLOGICA UPA	FECHA: <u>22 abril 91</u> LOC <u>N° 1</u> INFORMA: <u>J. TORAL</u>										
HORA LOCAL: <u>4 57 50 Pm</u> GMT: <u>57 50</u> COORDENADAS: LAT: <u>9.7° N</u> LONG: <u>83.1° O</u> UBICACION: <u>Abrucoste de Bozas del Toro</u> MAGNITUD: <u>7.5</u> RICHTER PROFUNDIDAD: <u>10</u> Kms											
REPORTE POR POBLACIONES E INTENSIDAD	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. <u>Bozas del Toro</u></td> <td style="width: 50%; text-align: right;"><u>VII</u> MM</td> </tr> <tr> <td>2. <u>David</u></td> <td style="text-align: right;"><u>VI</u> MM</td> </tr> <tr> <td>3. <u>Santiago</u></td> <td style="text-align: right;"><u>V</u> MM</td> </tr> <tr> <td>4. <u>Penonome</u></td> <td style="text-align: right;"><u>IV</u> MM</td> </tr> <tr> <td>5. <u>Panamá</u></td> <td style="text-align: right;"><u>III</u> MM</td> </tr> </table>	1. <u>Bozas del Toro</u>	<u>VII</u> MM	2. <u>David</u>	<u>VI</u> MM	3. <u>Santiago</u>	<u>V</u> MM	4. <u>Penonome</u>	<u>IV</u> MM	5. <u>Panamá</u>	<u>III</u> MM
1. <u>Bozas del Toro</u>	<u>VII</u> MM										
2. <u>David</u>	<u>VI</u> MM										
3. <u>Santiago</u>	<u>V</u> MM										
4. <u>Penonome</u>	<u>IV</u> MM										
5. <u>Panamá</u>	<u>III</u> MM										
COMENTARIOS: <u>Fuerte sismo causando daños en la región occidental de Panamá. Epicentro al noroeste de Bozas del Toro. Sentido en todo el país.</u>											
IGC TEL: 63-7703 69-5744 69-5200 FAX: 63-7671											
											

Figura No.3

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS RED SISMOLOGICA UPA	FECHA: <u>03 Mayo 91</u> LOC <u>N° 2</u> INFORMA: <u>Jaime TORAL B.</u>										
HORA LOCAL: <u>10 43 40.8 pm</u> GMT: <u>03 43 40.8</u> COORDENADAS: LAT: <u>9.5° N</u> LONG: <u>82.6° O</u> UBICACION: <u>5 kms al Norte del centro de Changuinola</u> MAGNITUD: <u>6.0</u> RICHTER PROFUNDIDAD: <u>35</u> Kms											
REPORTE POR POBLACIONES E INTENSIDAD	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. <u>Changuinola</u></td> <td style="width: 50%; text-align: right;"><u>VI+</u> MM</td> </tr> <tr> <td>2. <u>Chiriquí Grande</u></td> <td style="text-align: right;"><u>V+</u> MM</td> </tr> <tr> <td>3. <u>Bozas cabecera</u></td> <td style="text-align: right;"><u>V</u> MM</td> </tr> <tr> <td>4. _____</td> <td style="text-align: right;">_____ MM</td> </tr> <tr> <td>5. _____</td> <td style="text-align: right;">_____ MM</td> </tr> </table>	1. <u>Changuinola</u>	<u>VI+</u> MM	2. <u>Chiriquí Grande</u>	<u>V+</u> MM	3. <u>Bozas cabecera</u>	<u>V</u> MM	4. _____	_____ MM	5. _____	_____ MM
1. <u>Changuinola</u>	<u>VI+</u> MM										
2. <u>Chiriquí Grande</u>	<u>V+</u> MM										
3. <u>Bozas cabecera</u>	<u>V</u> MM										
4. _____	_____ MM										
5. _____	_____ MM										
COMENTARIOS: <u>Réplica del evento del 22 de abril (Ms=7.6) en la Frontera Panamá-Costa Rica - fuerte sismo de vbra. simultáneo debajo de Changuinola a una Prof. de 35 kms.</u>											
IGC TEL: 63-7703 69-5744 69-5200 FAX: 63-7671											
											

Cuadro No. 1 Viviendas afectadas y damnificados por los terremotos del 22 de abril y del 3 de mayo de 1991 en Bocas del Toro, segun area sanitaria.

Numero de casas destruidas				
Area sanitaria	Total	Terremoto 22 abril	Terremoto 3 mayo	Damnificados
Total	1,060	1,046	14	5,544
Almirante	450	448	2	2,100
Changuinola	422	422	-	2,450
Guabito	88	88	-	490
Bocas del Toro	100	88	12	504
Chiriqui Grande	-	-	-	-

2.1.2 Centros de ensenanza

Las escuelas y centros de ensenanza se afectaron con la destruccion de 67 instalaciones docentes.

2.1.3 El Cuartel de Bomberos

Se destruyo en un 50%.

2.1.4 El Aeropuerto Manuel Nino de Changuinola

El terminal del aeropuerto se dividio en dos partes y la torre de control quedo inutilizada. La pista de aterrizaje se fracturo escalonadamente ocasionando hundimientos en su extension. Por esta razon quedo inhabilitada.

2.1.5 Otros edificios

Las instalaciones de contabilidad de la Chiriqui Land sufrieron una grieta que dejo un espacio de dos metros entre el edificio y la superficie de la tierra. Los rieles de las vias ferreas quedaron retorcidos.

La torre del campanario de la iglesia sufrio danos de consideracion torciendose.

2.1.6 Vias de comunicacion terrestre

Puentes, caminos y carreteras que comunicaban una finca con otra, se vieron colapsados obstaculizandose el acceso a los lugares poblados.

2.2 Danos al suelo y licuefaccion

Los depositos aluviales y deltaicos de la planicie subsidiante, ubicada entre la cordillera y el Mar Caribe, son esencialmente limosos y/o arenosos de poca cohesion.

Muchos de estos sedimentos son provenientes de crecidas sub-actuales de los rios, los cuales han sido canalizados recientemente para permitir el desarrollo de la industria bananera.

Los suelos granulares saturados sin cohesion tienden a compactar si son sometidos a vibracion. Si existe posibilidad de drenaje libre o el agua puede fluir instantaneamente, la presencia de agua en los poros no afectara significativamente el comportamiento del suelo bajo cargas criticas. En cambio, si el suelo no-cohesivo saturado esta confinado y se impide el flujo libre del agua, la compactacion del suelo granular y la consecuente reduccion del volumen de los vacios causan un aumento en la presion de poros. A consecuencia de la alta presion de poros, el material sufre una reduccion gradual de la resistencia al cizallamiento. Cuando la presion de poros iguala la sobrepresion (overburden pressure), la presion efectiva se reduce a cero, la arena pierde toda resistencia y se desarrolla un estado de licuefaccion debido a un reordenamiento granular. Las vibraciones del suelo causadas por un sismo intenso producen la condicion anterior. La presion hidrostatica aumenta, el agua contenida en los vacios del material granular es forzada a fluir hacia arriba, donde emerge en forma de volcanes o conos que eyectan lodo y arena; a su vez las altas presiones de poro y el flujo de agua ascendente producen una condicion de "arenas movedizas".

Las arcillas, por ser plasticas, son menos propensas a la licuefaccion. Sin embargo, existen arcillas sensibles en las cuales un estado de alta presion de poros debido a cargas repetidas o ciclicas causa una perdida de resistencia y grandes deformaciones, por lo que tambien en este caso se habla de licuefaccion.

Se puede considerar que la licuefaccion fue casi un fenomeno generalizado en los sedimentos de la planicie caribena durante el terremoto del 22 de abril de 1991, desde Matina (Costa Rica) hasta Changuinola (Panama). Sin embargo, su intensidad no fue homogénea, siendo más intenso en el borde del mar y en las riberas de los rios de todos los tamanos así como de sus numerosos brazos abandonados.

A lo largo de los rios, en una franja de anchura variable entre unas decenas de metros y un kilometro (y a veces más), la eyecion del material subyacente se asocio con fracturas

abiertas, desniveladas con saltos variables hasta de 1 metro, o con rupturas listricas. Tales hundimientos se dieron casi cerca de la costa de Bocas del Toro.

En la zona de Changuinola, los niveles licuables fueron de arena y tambien, en menor proporcion de limos y arcillas sensibles, llegando muchas veces a la superficie por orificios distintos, en una misma zona afectada.

Anexo No. 3

2.3 Danos a las lineas de suplementos vitales

2.3.1 El abastecimiento de agua potable

En Changuinola y Guabito no hay acueducto, lo que existe son 47 pozos artesanos profundos de 300 a 400 pies como maximo interconectados por una red de tuberias de hierro de segunda traída de Honduras que datan de los años 40. Todo el sistema de abastecimiento de agua fue diseñado y construido por la compania bananera.

Este sistema dificulta el control bacteriologico y quimico de las aguas y resulta de alto riesgo, ya que si un pozo se contaminara, contaminaria todo el sistema. Cabe senalar que inicialmente esto se diseño asi para el suministro de agua a las empacadoras de banano, por lo que no tenia un control bacteriologico. Sin embargo, se utilizaba para el abastecimiento humano.

El terremoto ocasiono la ruptura de la red de tuberias dejando fuera de servicio al sistema. Los analisis bacteriologicos del agua despues del terremoto indico contaminacion con coliformes, como era logico esperar.

Anexo No. 4

2.3.2 El abastecimiento de energia electrica

El abastecimiento de energia electrica estaba dado por cinco plantas electricas que funcionaban a base de bunker para abastecer de energia al area desde las Tablas hasta Almirante.

En la isla de Bocas del Toro existia una sola planta manejada por el Instituto de Recursos Hidraulicos y Electrificacion (IRHE).

Con el terremoto se produjo ruptura del tendido electrico cuya reparacion estuvo a cargo de la compania bananera en Changuinola.

2.4 Danos a la infraestructura de salud

Cuadro No. 2 Danos a las instalaciones de salud ocasionados por el terremoto de Bocas del Toro en 1991, segun area sanitaria.

Area sanitaria	Instalacion	% de danos
Changuinola	Hospital Regional	70
Almirante	Hospital de area	30
Bocas del Toro	Hospital de area	30
Guabito	Policlinica	10
Las Tablas	Centro de Salud	10
La Mesa	Dispensario	100
California	Dispensario	100

Gran parte de las instalaciones de salud del Sistema Integrado fue afectado con el evento, especialmente el Hospital Regional cuya capacidad quedo inutilizada en un 70%. Pese a ello y mediante la instalacion de dos grandes carpas ubicadas en areas aledanas al hospital, se continuo atendiendo a los ninos y a los adultos en cada carpa instalada para tal efecto.

Los hospitales de Bocas del Toro y de Almirante se afectaron en un 30% y los dispensarios de La Mesa y California quedaron inutilizados.

2.5 Morbimortalidad

Se llevo un registro pormenorizado sobre los lesionados y las muertes tanto del terremoto del 22 de abril como el del 3 mayo de 1991. La relacion estadistica se detalla a continuacion:

Cuadro No. 3 Morbimortalidad a consecuencia de los terremotos del 22 de abril y del 3 de mayo 1991 en la provincia de Bocas del Toro, según área sanitaria.

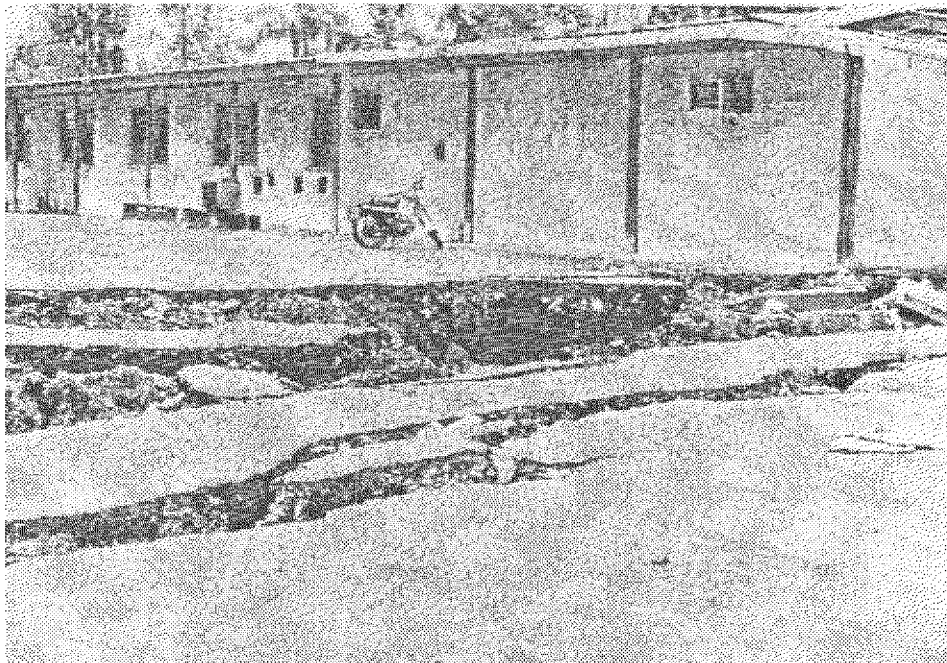
Área Sanitaria	Terremoto 22/IV/91			Terremoto 3/V/91
	Muertes	Heridos	Relación H/M	Heridos
Changuinola	11	250	23:1	33
Almirante	7	195	28:1	3
Guabito	5	38	8:1	1
B.del T.(isla)	-	76	-	-
Chiriqui Grande	-	-	-	-
Total	23	559	24:1	37

El 3 de mayo no hubo muertes, mientras que a consecuencia del terremoto del 22 de abril hubo 23 muertes y 559 heridos.

2.6 Consecuencias secundarias al terremoto

Los extensos deslizamientos ocurridos en las faldas montañosas produjeron principalmente un daño de tipo ambiental (desaparición de la selva), y los ríos que se represaron temporalmente produjeron posteriormente avalanchas de lodo en las comunidades de Las Tablas y Barranco Adentro en las inundaciones posteriores al terremoto que ocurrieron en mayo de 1991.

VISTAS DE CARRETERAS AFECTADAS POR EL
TERREMOTO EN EL AREA DE BOCAS DEL TORO
22 abril de 1991



VISTAS DE EDIFICACIONES COLAPSADAS
BOCAS DEL TORO - 22 abril 1991

