

del período de lluvias de octubre de 1982 a agosto de 1983.

Una característica particular de este evento extremo fue la de presentar todas las condiciones anómalas del océano y la atmósfera por lapsos muy largos: fuerte calentamiento del mar; fuertes anomalías de vientos del suroeste; fuertes anomalías de la temperatura superficial del mar y de los vientos del oeste.

2.4.2 EL NIÑO 1997-98

El evento El Niño 1997-98 ha sido el más fuerte del siglo. Su duración aproximada desde febrero de 1997 hasta agosto de 1998 (19 meses), supera ampliamente el de 1982-83 que fue de 11 meses, lo que significó una acumulación de las precipitaciones para ese último año de más de 1.090 mm respecto al del 82 en algunas zonas. Estas precipitaciones continuas, considerables y de larga duración, tuvieron efectos devastadores sin precedentes en la historia registrada de este fenómeno en el Ecuador.

La comparación de los dos eventos extraordinarios del siglo sugiere cierta recurrencia de determinado tipo de ondas que, aleatoria o cíclicamente, podrían generar eventos similares en la medida que la fuerza y la frecuencia de dichas oscilaciones sea semejante. La aplicación de modelos predictivos durante el evento 1997-98, apoyados en esta hipótesis, mostró cierto grado de eficiencia para la predicción del evento a escala local en el mar ecuatorial.

El análisis de los parámetros oceanográficos permite validar en este evento la respuesta al forzamiento de ondas interestacionales atmosféricas como las oscilaciones Madden Julian sobre el océano en forma de pulsos de Kelvin de 60-75 días de período y que se hicieron evidentes en las fluctuaciones durante el episodio.

Durante el año 1996, anterior al evento 1997-98, los vientos alisios se observaron fortalecidos presentando un flujo normal, situación que se mantuvo hasta inicios de 1997. Para el mes de abril se dirigieron al sector comprendido entre 150 y 180° SE-S, con una intensidad entre 6 y 7 m/s. En el mes de agosto la dirección predominante continuó siendo 180° y 150° S-SE con intensidad entre 15-10 m/s. Desde el mes de septiembre se observa una disminución de los vientos en intensidad y una tendencia de giro de 180° en el sentido horario del Hemisferio Sur, lo que favoreció el flujo de vientos anómalos del Oeste, es decir, los característicos de los eventos Niño. Del análisis de los campos de anomalías de la presión atmosférica registradas en las diferentes estaciones meteorológicas de la región costera, se detectó una notoria profundización de dicha anomalía.

A fines del mes de enero de 1997 se observaron las primeras anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM), las cuales se mantuvieron hasta los primeros días del mes de abril del mismo año. A mediados del mes de marzo

la TSM sobrepasó los 28°C. A mediados de abril, nuevamente aparecieron las anomalías positivas, las cuales duraron hasta el mes de septiembre de 1998 (entre los meses de julio-1997 y junio-1998 las anomalías oscilaron alrededor de +3.5°C). Los máximos valores absolutos de TSM se registraron el mes de marzo de 1998 (29,9°C). El evento 1982-83 tuvo valores más elevados que el de 1997-98 en la temperatura de la superficie marina pero no así en los niveles del mar que fueron más significativos durante este último.

Las primeras anomalías positivas del nivel medio del mar (NMM), se observaron a finales del mes de febrero de 1997 hasta el mes de marzo de este mismo año, pero los mayores valores se registraron en los meses de julio de 1997 (+25 cm), diciembre de 1997 (+42 cm) y mayo de 1998 (+37 cm).

En lo que respecta a las anomalías de la temperatura del aire, éstas son positivas y se incrementan desde el mes de marzo de 1997 hasta llegar a un máximo en el mes de julio del mismo año con valores de hasta 5°C. El régimen de temperaturas del aire durante el período crítico (febrero de 1997 a julio de 1998) registradas en las principales estaciones meteorológicas de la región costera, indica que se mantuvieron siempre sobre los valores normales de cada mes.

Para el mes de marzo de 1997 estos valores fueron apenas ligeramente superiores a los normales (0,1°C), pero a partir de allí se incrementan progresivamente alcanzando 1°C en la mayoría de las estaciones y 2°C en Machala. En julio de ese mismo año, las anomalías positivas fluctúan entre 2,6°C y 4,7°C en Portoviejo y Machala, respectivamente. Esta tendencia se manifiesta hasta el mes de enero de 1998 en la mayoría de las estaciones del litoral ecuatoriano, empezando a disminuir desde el mes de febrero del mismo año, con anomalías de 2,3°C en Santo Domingo de los Colorados, hasta el mes de abril, para posteriormente en el mes de mayo presentarse un incremento de 2,8°C registrado en Machala. En junio y julio del mismo año, en el mencionado sector se presentan anomalías de 3,1 y 3°C, respectivamente.

El Cuadro I.2.4-2 muestra los valores de las anomalías de temperatura del aire en diferentes sitios de la costa ecuatoriana.

El fenómeno 1997-98 presentó tres pulsos de precipitación en su evolución, que por su ocurrencia temporal y su intervalo permitió que los dos últimos máximos se superpusieran al ciclo estacional sumándose las anomalías de precipitación propias del evento a las altas precipitaciones de la estación de lluvia. Esto generó que sobre la costa del Ecuador las precipitaciones fueran anómalas desde el mes de marzo de 1997 y posteriormente desde noviembre de ese mismo año hasta el mes de julio de 1998. Ello se tradujo en una estación húmeda adelantada y a la vez prolongada dos meses respecto a su período de terminación normal.

Cuadro I.2.4-2 Ecuador. Valores de las anomalías de temperatura del aire en diferentes sitios de la costa

MESES	ANOMALIAS (°C)	LOCALIDAD
Abril 97	1,2	Tachina-Esmeraldas
Mayo 97	2,0	Machala
	2,0	Tachina-Esmeraldas
Junio 97	3,1	Machala
	1,0	Tachina-Esmeraldas
Julio 97	2,6	Portoviejo
	4,7	Machala
Agosto 97	4,4	Machala
Septiembre 97	4,2	Machala
Octubre 97	4,4	Machala
Noviembre 97	3,4	Machala
Diciembre 97	2,7	Santo Domingo de los Colorados
Enero 98	2,6	Santo Domingo de los Colorados
Febrero 98	2,3	Santo Domingo de los Colorados
Marzo 98	2,0	Tachina-Esmeraldas
Abril 98	2,0	Machala
Mayo 98	2,8	Machala
Junio 98	3,1	Machala
	3,0	Machala

Fuente: INAMHI

La cantidad de precipitación registrada durante el evento 1997-98 fue determinada por INAMHI con base en 17 estaciones meteorológicas seleccionadas, para las cuales se recopiló información de precipitaciones mensuales de enero de 1997 a julio de 1998. Los valores acumulados del período mencionado superan los valores medios o normales correspondientes al período 1964-1998 con porcentajes del 148% en el sector de Machala y 316% en Ventanas (Ver Cuadro I.2.4-3). Los mayores porcentajes de variación se observaron en Guayaquil e Ingenio San Carlos, con 445% y 645% más de lo normal, respectivamente.

En lo que respecta al comportamiento temporal, durante enero de 1997 y julio de 1998, se presentaron anomalías en las precipitaciones con valores superiores a los normales ocasionando severas inundaciones. Dentro del período antes señalado se diferencian tres etapas críticas:

a) Febrero a abril de 1997

En el mes de marzo de 1997 se presentaron precipitaciones en toda la Región Litoral con valores superiores al normal de aproximadamente 250 mm, especialmente en las provincias de Los

Cuadro I.2.4-3 Ecuador. Zona costera: El Niño 1997-98. Precipitaciones acumuladas (período enero 1997 a julio 1998)

Cuenca 1	Estación Meteorológica 2	Precipitación Acumulada (19 Meses mm) 3	Precipitación Normal (1964-98) mm 4	Incremento de lluvia (%) 3/4x100
Esmeralda	La Concordia	11.596,8	3.165,0	366
Jama	Jama	3.267,7	898,0	364
Chone-Jama	Chone	4.580,7	1.186,0	386
	Junin	4.556,7	1.602,0	284
Portoviejo	Portoviejo	2.888,0	970,0	298
Guayas	Milagro	7.446,6	2.330,0	320
	Pichilingue	9.443,3	3.090,0	306
	Babahoyo	7.736,8	3.470,0	223
	Guayaquil	6.500,0	1.460,0	445
	Puerto Ila	10.078,1	3.846,0	262
	El Carmen	9.419,0	3.582,0	263
	Ventanas	14.148,6	4.485,0	316
	Ingenio San Carlos	9.276,6	1.438,0	645
Cañar	Cañar en Pto. Inca	7.257,0	1.856,0	391
Puyango	Zaruma	3.357,9	1.482,0	227
Arenillas	Machala	2.991,9	2.020,0	148

Fuente: INAMHI. Fenómeno El Niño 1997-98. Características hidrometeorológicas. Taller regional CAF 1998

Ríos y El Oro (cuencas de los ríos Guayas y Santa Rosa). La mayor precipitación en 24h00 se registró en la ciudad de Guayaquil con 154,0 mm.

b) Noviembre de 1997

En el mes de noviembre de 1997 se generalizaron las precipitaciones con fuertes intensidades en la Región Litoral. Sus máximos valores se presentaron en las zonas de la vertiente occidental de la cordillera de Los Andes: La Maná, El Corazón (cuena alta del río Guayas), Echeandía (cuena media del río Guayas), Valencia, Quevedo, Mocache, Ventanas, Pueblo Viejo, Babahoyo y Pichilingue (cuena baja del río Guayas).

También se presentaron fuertes precipitaciones que ocasionaron inundaciones en la ciudad de Esmeraldas, sector Tachina 207,6 mm (cuena del río Esmeraldas) y en la ciudad de Santa Rosa (cuena del río Santa Rosa), Santo Domingo 874,8 mm (cuena alta del río Guayas), Chone 331,7 mm, Portoviejo 157 mm (cuencas de los ríos Chone y Portoviejo), Pichilingue 1134,8 mm, Babahoyo 560,6 mm (cuena media del río Guayas), Guayaquil 549,4 mm, Milagro 551,2 mm, (cuena baja del río Guayas), Machala 390,8 mm (cuena del río Santa Rosa).

El día 23 de noviembre de 1997 se presentaron las máximas precipitaciones en 24h00, las cuales registraron valores superiores a los normales del mes en La Concordia, Santo Domingo (cuena del río Esmeraldas), Chone (cuena del río Chone), Guayaquil, Milagro (cuena baja del río Guayas) con valores superiores a los 100 mm.

c) Febrero a abril de 1998

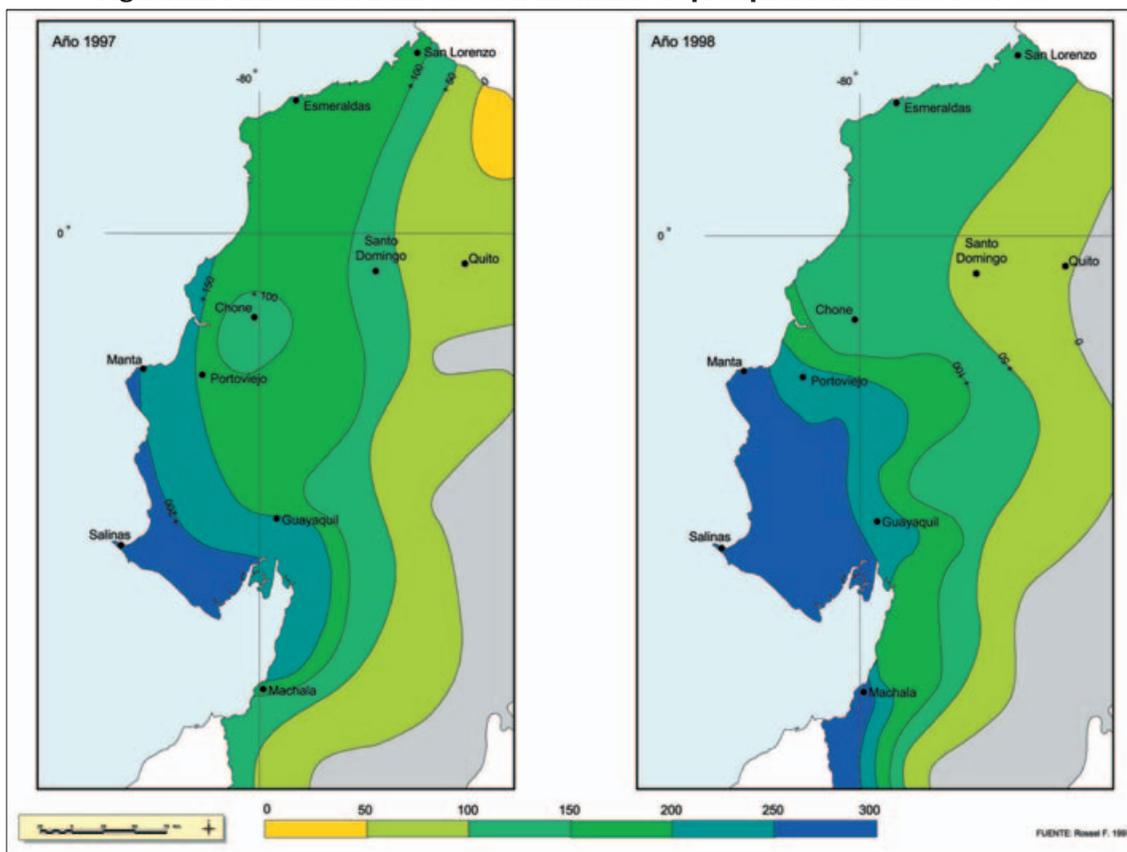
En febrero de 1998 las fuertes precipitaciones se generalizaron en la Región Litoral, pero con mayor incremento en el Centro y Sur de la Región, con récords en los sectores de: Guayaquil 795,2 mm, Milagro 834,2 mm, La Troncal 927,3 mm (cuena baja del río Guayas), Machala 700,6 mm (cuena del río Santa Rosa, Arenillas y Jubones). Las máximas en 24h00 fueron de 194,5 mm en Milagro, La Troncal 177,1 mm y Machala 150,9 mm. La mayor frecuencia de días con precipitaciones se registró en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados con 27 días.

En marzo de 1998 el incremento de fuertes precipitaciones se generalizó en la zona de influencia: las cuencas de los ríos Esmeraldas, Portoviejo, Guayas, Arenillas y Santa Rosa; se presentaron récords en: La Concordia 966,5 mm Santo Domingo 904,6 mm, Portoviejo 460,2 mm, Pichilingue 1072,7 mm, y Milagro 966,9 mm. La mayor precipitación en 24h00 se produjo el día 30 de marzo en la ciudad de Guayaquil con 153 mm.

En abril de 1998 las precipitaciones disminuyeron en general, concentrándose en un núcleo de la parte central de la cuena baja del río Guayas, con una máxima precipitación en 24h00 ocurrida el día 18 en la ciudad de Guayaquil, con 224,7 mm; en la ciudad de Bahía de Caráquez con 133,0 mm (cuena del río Chone); y, en la ciudad de Babahoyo con 120,0 mm (cuena del río Guayas).

La Figura I.2.4-2 muestra la distribución y nivel de las anomalías de precipitación durante 1997 y 1998, en la zona costera.

Figura I.2.4-2 Ecuador. Zona costera: anomalías de precipitación durante 1997-98

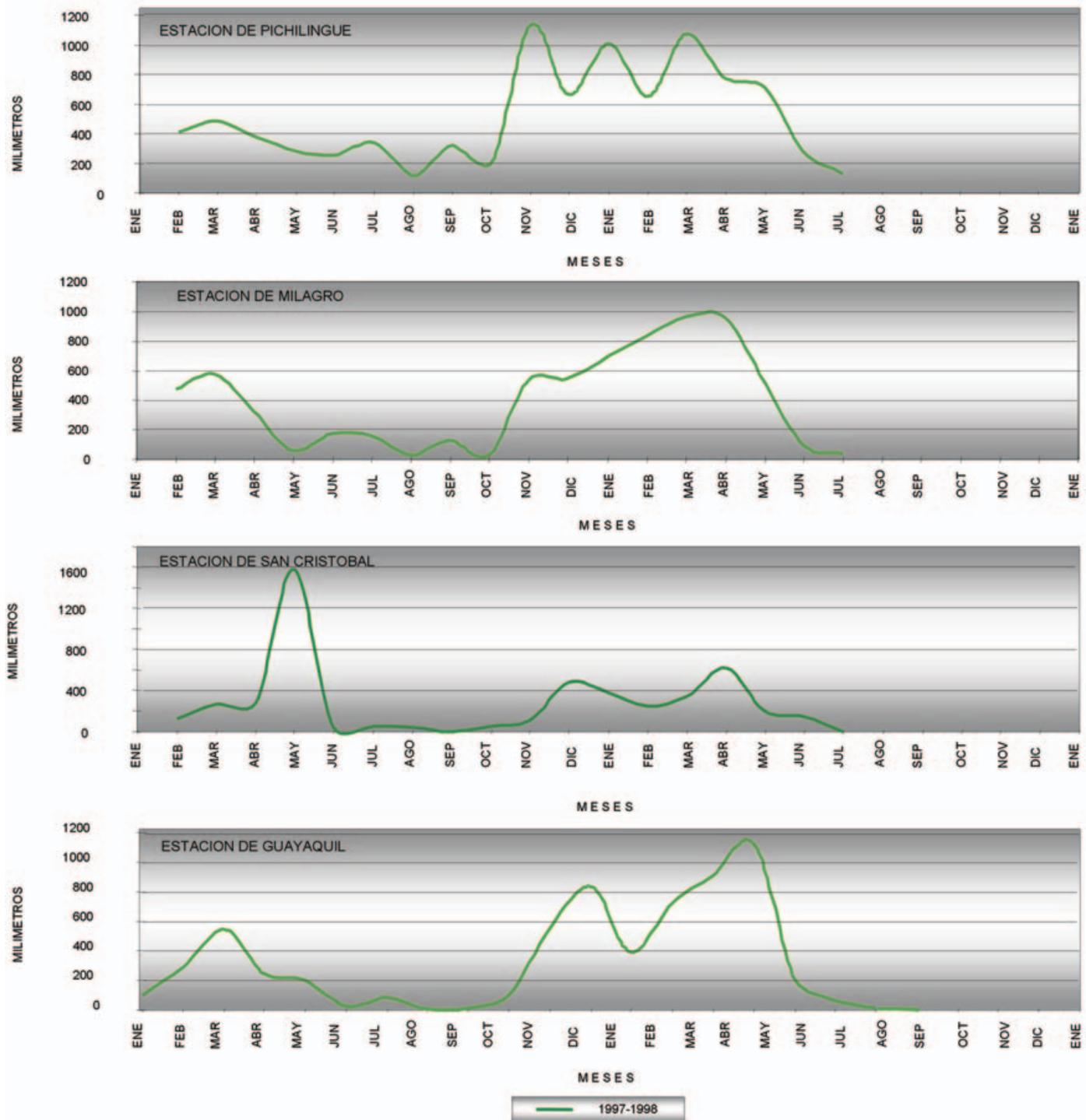


La distribución mensual de las precipitaciones desde enero de 1997 hasta junio de 1998 varió de 250 mm a 1.135 mm, que es la máxima registrada en la parte central del litoral ecuatoriano y ocurrida en el mes de noviembre de 1997, momento en el que se generalizan las precipitaciones en toda

la región. En el mes de marzo se presenta otro repunte de las precipitaciones en la región litoral y específicamente en Esmeraldas, Portoviejo, Los Ríos, Guayaquil y Machala, con valores de precipitaciones de 460 a 1.073 mm.

La Figura I.2.4-3 muestra la distribución mensual de la pre-

Figura I.2.4-3 Ecuador. Distribución mensual de la precipitación durante el evento El Niño 1997-98 en diferentes estaciones costeras



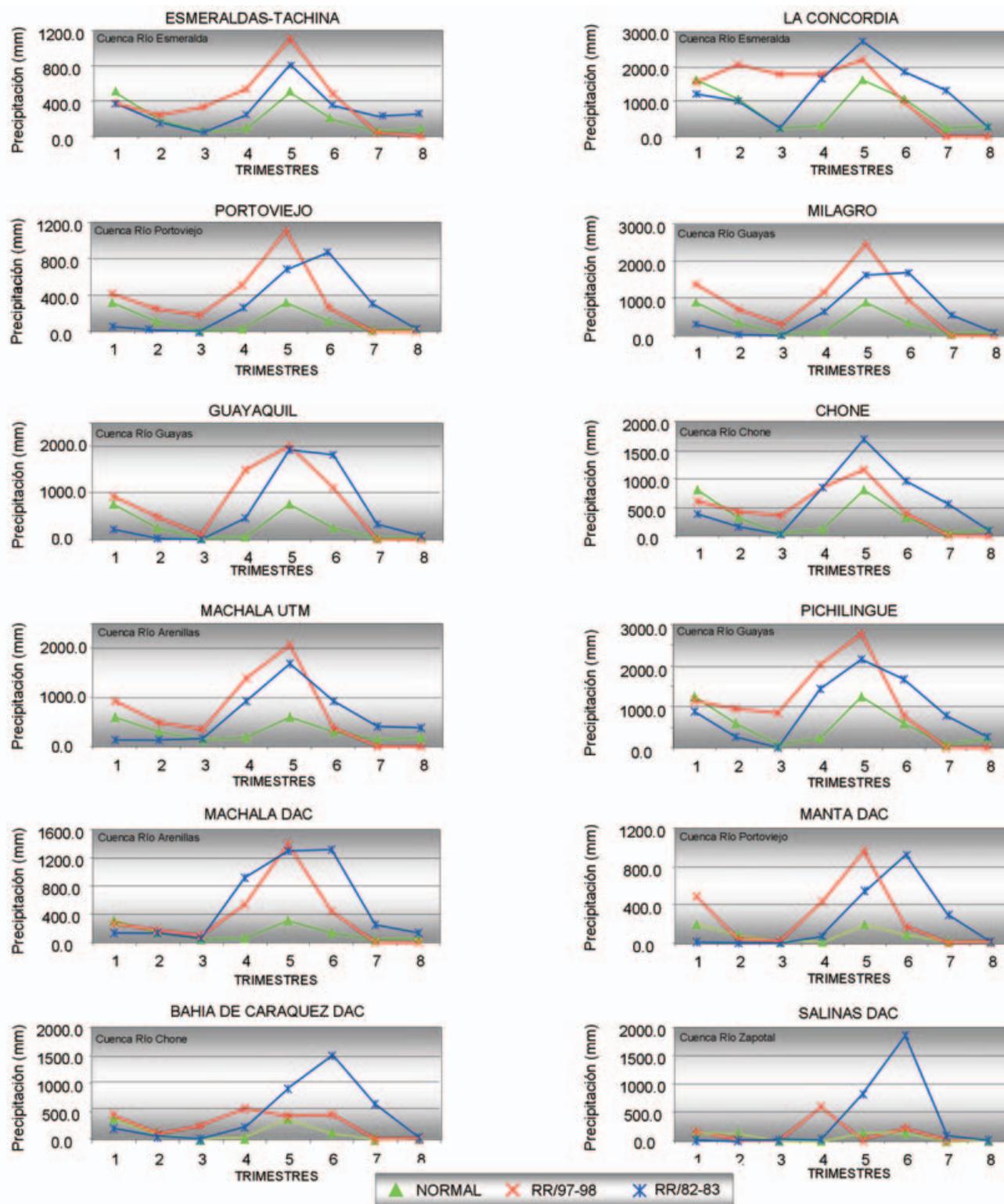
Fuente: INAMHI. Fenómeno El Niño 1997 – 1998. Evaluación meteorológica. Informe final 1998

precipitación durante el evento El Niño 1997-98 en diferentes estaciones costeras.

Adicionalmente al comportamiento mensual de las precipi-

taciones indicadas en la figura I.2.4-3, se incluyen otras estaciones con información trimestral a los fines de mostrar el comportamiento climático en diferentes zonas de la costa ecuatoriana durante 1982-83 y 1997-98 (ver Figura I.2.4-4).

Figura I.2.4-4 Ecuador. Distribución trimestral de la precipitación durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98 en diferentes estaciones costeras



FUENTE: INAMHI. Fenómeno El Niño Evaluación Meteorológica. Informe Final 1998.

Las máximas precipitaciones en 24h registradas durante el evento 1997-98 varían de 85 mm a 183 mm, ésta última registrada en el mes de diciembre de 1997 en Guayaquil. Tales valores son considerados críticos al pasar de 96 mm, por corresponder a períodos de retorno de 100 años. La cantidad de lluvias, en la mayoría de las estaciones, se produjo en lapsos inferiores a las 12h00. Las zonas con mayores precipitaciones corresponden a los sectores de Jama, Bahía de Caráquez, Chone, Calceta, Junín Tosagua, Portoviejo en la provincia de Manabí; Guayas y la Península; Milagros, Machala y el sector de Quevedo con valores que superaron los 220 mm/día. Estos niveles fueron similares a los de 1982-83 y localizados relativamente en las mismas zonas con algunas variantes, pero en el caso del evento 97-98 el período en que se presentaron fue mucho más extenso.

2.4.3 CONCLUSIONES SOBRE LOS NIÑOS EXCEPCIONALES

De lo expuesto anteriormente se concluye que las anomalías climáticas presentadas en el evento 1997-98 fueron superiores a todos los eventos El Niño ocasionados en el presente siglo y generalizadas en toda la región litoral y a algunas localidades de la sierra ecuatoriana. Igualmente se constata la persistencia de condiciones anómalas en todas las condiciones oceánicas y atmosféricas durante lapsos muy extensos. Tales condiciones, similares a las ocurridas en 1982-83, parecieran indicar que estos dos Niños corresponden a una población minoritaria de eventos cuyos totales pluviométricos son muy superiores a la media.

2.5 TENTATIVA DE EXPLICACION Y DE PREVISION NUMERICA DE LAS ANOMALIAS DE PRECIPITACION EN LA ZONA COSTERA ECUATORIANA

Los párrafos anteriores muestran que los excesos pluviométricos de las regiones costeras del Ecuador están relacionados con un calentamiento anormal del Pacífico oriental y un debilitamiento de los vientos alisios del hemisferio sur. Esta relación ha sido comprobada por las correlaciones lineales simples entre los índices pluviométricos regionales, los de TSM y los del viento del Pacífico oriental. Un análisis de las correlaciones múltiples explicativas de los índices pluviométricos estacionales y mensuales permitió diferenciar espacialmente la relación entre los totales pluviométricos, la TSM y el viento (Rossel, 1997). En base a ellos se establecieron las regiones cuyas lluvias están fuertemente relacionadas con la TSM y con el viento del Pacífico oriental, para las cuales es posible hacer previsiones de los totales. La TSM del Pacífico oriental es generalmente el parámetro más explicativo de las precipitaciones, y en base a ello los índices pluviométricos mejor explicados por la TSM son los correspondientes a la planicie del río Guayas y del sur del litoral, mientras los índices del viento permiten explicar en buena medida la varianza de las lluvias de las zonas semiáridas del suroeste.

El estudio de las correlaciones entre los índices pluviométricos de un mes determinado y los índices de lluvia, de TSM y de viento del mes anterior, permitió también establecer modelos de previsión mensuales relativamente satisfactorios para los índices pluviométricos de los meses de febrero a mayo de las zonas de la mitad sur del litoral. Los mejores índices utilizables para la predicción de esos dos meses son los índices pluviométricos de las zonas del norte del litoral. Esto probablemente puede explicarse por la migración meridional de la ZCIT, cuya influencia se hace sentir primero en las regiones del norte, durante su migración hacia el sur a principios de la estación de lluvias. Para la predicción de los meses de abril y mayo, los mejores índices utilizables son los de TSM del Pacífico oriental, esto corresponde a la muy fuerte influencia del Niño en los últimos meses de la estación de lluvia.

Los modelos anteriores no pretenden ser una base definitiva para la predicción, y por ende, para «la solución» a todos los problemas de inundación y de sequía que sufren las regiones costeras del Ecuador, ya que, por una parte, explican solamente del 50 al 75% de la varianza total de las precipitaciones observadas y, por otra, el período para el cual han sido ajustados es apenas de 26 años. Sin embargo, estos resultados permiten estimar las anomalías de precipitaciones para poder optimizar la utilización de los volúmenes de almacenamiento de las presas, tanto para la protección contra las crecidas como para el almacenamiento de agua que permitan sostener los estiajes.

A más largo plazo, las observaciones y las previsiones realizadas en el marco de los grandes programas internacionales de investigación sobre el ENSO y las variaciones climáticas del planeta permiten identificar y prever ciertas situaciones extremas. Las probabilidades de superar ciertos umbrales pluviométricos característicos (lluvia mediana, decenal seca...) varían mucho en función del comportamiento de ese fenómeno. Tomar en cuenta lo anterior debería, por tanto, permitir adoptar una política de gestión de obras (almacenamiento o utilización del agua) desde el inicio de la estación de lluvias, reduciendo los riesgos de errores en la gestión. Estas estimaciones pueden igualmente ser útiles para la planificación agrícola de grandes explotaciones, las cuales podrían orientar sus plantaciones hacia cultivos adaptados al tipo de situación (húmeda o seca) que fuese más probable y, eventualmente, extender los cultivos a regiones generalmente con falta de riego.

3. EL NIVEL DE DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO DEL FENOMENO EN ECUADOR. VULNERABILIDADES FISICAS EN EL AREA DEL CONOCIMIENTO

3.1 EL CONOCIMIENTO DE LA RELACION NIÑO-CLIMA

En Ecuador se han realizado esfuerzos importantes en la profundización del conocimiento sobre El Niño y su re-

lación con la variabilidad climática en el territorio nacional. Adicionalmente, este país participa en el programa ERFEN (Estudio Regional del Fenómeno El Niño) de nivel regional, que agrupa los países miembros participantes, las instituciones de investigación, monitoreo, análisis y predicción de la información oceanográfica-atmosférica. En el marco de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, responsable del ERFEN a nivel regional, se ha progresado significativamente en el monitoreo de las variables oceánicas y climáticas con la participación del INAMHI en representación de Ecuador. En lo que respecta al conocimiento de la relación Niño-clima de Ecuador, si bien en el marco del INSEQ se ha avanzado en la determinación de la posible influencia del evento sobre muchos sectores de la costa, la falta de información en otras áreas de esa zona así como de la Sierra ha imposibilitado establecer para ellas estas relaciones, como es el caso de la zona norte.

Pero aún en las zonas evaluadas, y donde se han direccionado conclusiones interesantes, la data disponible (en términos de duración y del número de Niños considerados) presenta limitaciones para presentar resultados más confiables.

Adicionalmente, los análisis estadísticos hasta ahora realizados no han considerado la influencia de otros parámetros importantes como la posición de la ZCIT, los vientos de altitud o las ondas ecuatoriales, lo cual exige la participación de equipos multidisciplinarios.

De acuerdo a los análisis que se desprenden de los estudios antes mencionados, así como de las discusiones interinstitucionales que se realizaron durante el presente estudio en los talleres nacionales y regionales, las principales vulnerabilidades a superar en el área del conocimiento del fenómeno en Ecuador son numerosas.

3.2 LAS VULNERABILIDADES FÍSICAS EN EL SECTOR DEL CONOCIMIENTO

3.2.1 VULNERABILIDADES EN EL MONITOREO DE LA RED OCEANOGRÁFICA Y METEOROLÓGICA

La red oceánica es insuficiente como base para la comprensión global del fenómeno

Ecuador cuenta con una red extensa de estaciones tanto en su parte oceánica como meteorológica, pero ésta es insuficiente como base para la comprensión global del fenómeno. INOCAR (Instituto Oceanográfico de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas) dispone de siete puntos localizados en los puertos correspondientes: San Lorenzo, Las Esmeraldas, Manta, La Libertad, Salinas, Puna y Puerto Bolívar. Las principales debilidades de la red se asocian a:

- Cuatro de ellas se ubican en zonas de estuarios (San Lorenzo, Esmeraldas, Puna y Puerto Bolívar), por lo que la data recoge variaciones no necesariamente de origen oceánico.
- Algunos registros han sido interrumpidos (p.e. Salinas en 1992) luego de la instalación de la estación La Libertad a finales de los años ochenta, ubicada a 10 Kms de aquella. Sin embargo, su data parece estar bien correlacionada.
- Debido a la lentitud de transmisión de los datos reales a la red de pronóstico, la capacidad de monitoreo a tiempo real resulta muy limitada para pronósticos de alerta. Tampoco se dispone de telemetría para la captación de información de las estaciones costeras.

La red meteorológica de Ecuador es insuficiente, decreciente y no automatizada

Para el momento del evento El Niño 1997-98, esta red estaba conformada por subredes pertenecientes a diferentes instituciones. El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología cuenta con 340 estaciones meteorológicas (42 completas, 73 ordinarias y 225 pluviométricas). La Dirección de Aviación Civil (DAC) tiene estaciones meteorológicas en la mayoría de los aeropuertos del país; algunas instituciones regionales con interés específico, también cuentan con aparatos de medida complementarios. Con la desaparición del Instituto Nacional de Electrificación (INECEL) en las cuencas con proyectos hidroeléctricos y del Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INERHI) que tenían estaciones útiles para irrigación, hubo una disminución de la capacidad de información debido al cierre y desmantelamiento de sus estaciones. También dispone de estaciones la Comisión de Estudios para el Desarrollo del Río Guayas (CEDEGE), ubicadas en la cuenca del Guayas, gran parte de las cuales están en la región costera. Finalmente, el país dispone de estaciones de proyectos locales, privados o públicos (Universidades, micro centrales hidroeléctricas, plantaciones bananeras y de caña de azúcar, etc.).

Sin embargo, esta extensa red presenta debilidades como las siguientes:

- No está regularmente estructurada en el territorio nacional. Existen áreas de más de 20 km que no disponen de estación, mientras que a veces se observan dos estaciones a menos de 50 m de distancia.
- Los equipos son obsoletos, muchos de ellos con más de 37 años de funcionamiento, por lo que no están automatizados para el suministro de información en tiempo real.
- La información recabada en todas las redes no está sistemáticamente centralizada en el INAMHI y/o éste recibe la información con varios años de retraso, a pesar de que

este Instituto tiene la atribución de centralizar la información por ley constituida del 25 de mayo de 1979, para su publicación en anuarios con una data mensual y anual. Ello se debe en buena medida a la falta de recursos del INAMHI y a la competencia interinstitucional. Progresos para centralizar la información se han realizado desde 1987. En el marco del Proyecto FITADE (Funcionamiento de la irrigación tradicional en Los Andes ecuatorianos, 1987-1994) de cooperación entre el INERHI e IRD, se ha creado un banco de datos hidroclimáticos mensuales de Ecuador llamado BHIME donde se han almacenado datos de información meteorológica mensual (Precipitación, temperatura, humedad relativa, vientos, nubosidad, evaporación, heliofanía y parte de información hidrométrica). Durante el proyecto INSEQ se ha completado esta base de datos para las cuencas Guayas y Paute, con información regional de INECCEL, INERHI y de la DAC así como con trabajos de campo.

■ Problemas de homogeneidad de la información. No existen protocolos interinstitucionales de medida única, utilizándose según el caso, mm o pulgadas; o pluviómetros de distintas magnitudes referenciales, lo cual dificulta la homogeneidad o conversión de la información.

■ La calidad de la información es deficiente en algunas estaciones debido a la falta de mantenimiento, la discontinuidad de las series, al desplazamiento espacial de estaciones mante-

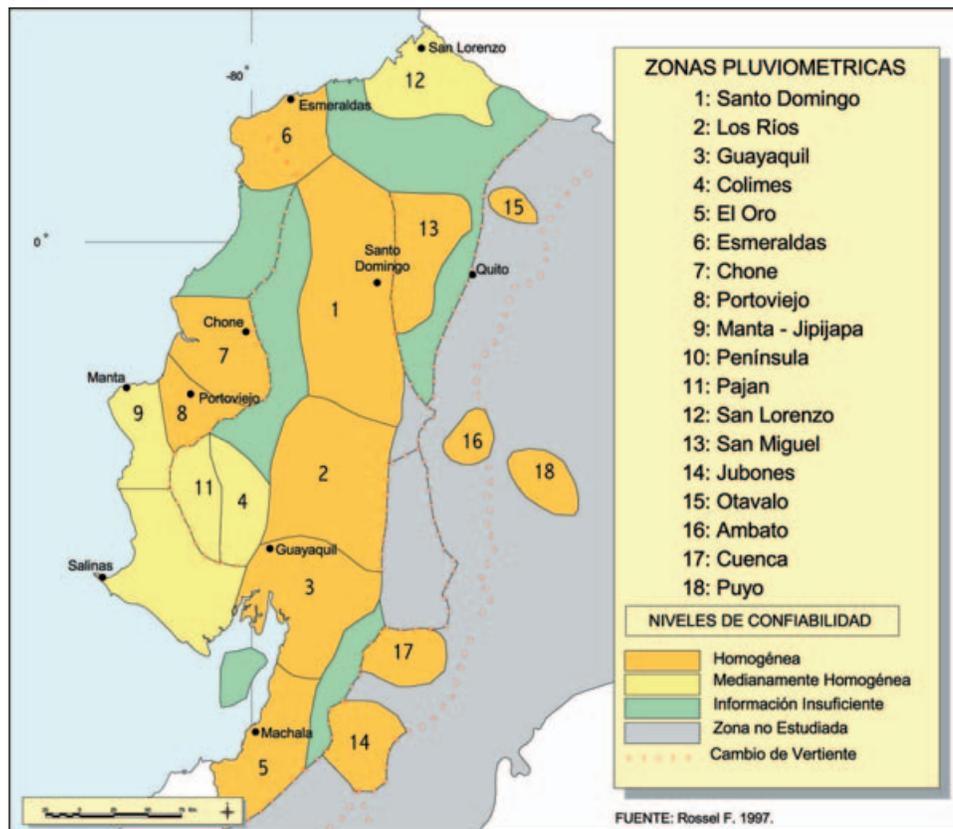
niendo la misma denominación, errores de medida por la presencia de instrumentos inadecuados para efectuar la medición, errores de transmisión, etc.

■ Escasas series cronológicas tienen duración satisfactoria. Sólo cinco estaciones con información de buena calidad cuentan con datos históricos de periodos de treinta años o más.

■ Durante el proyecto INSEQ, y en consideración a este conjunto de limitaciones de la red, se han identificado y depurado las estaciones no confiables en la zona costera, habiéndose utilizado sólo un número reducido de estaciones. En la actualidad deberán superarse los daños que ha sufrido la casi totalidad de la red como consecuencia del evento 97-98.

La Figura I.3.2-1 muestra las zonas pluviométricas identificadas durante la cooperación franco-ecuatoriana con base a la información disponible y confiable, con indicación de las que pueden calificarse como homogéneas, aquellas que cuentan con información insuficiente; y las que, contando con algunas estaciones, carecen del número suficiente como para comprobar su homogeneidad en todo el sector. La mayor información disponible se centra en la costa; algunos sectores interandinos no disponen de estaciones y la región amazónica, debido a su naturaleza boscosa e intransitable es muy deficiente en la red meteorológica.

Figura I.3.2-1 Ecuador. Nivel de confiabilidad de la información en las zonas pluviométricas de la costa



3.2.2 VULNERABILIDADES DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA Y DE LA CALIDAD DE DICHA INFORMACION

En el trabajo realizado en el estudio INSEQ fueron evaluadas las debilidades que presenta el área de conocimiento sobre el Fenómeno El Niño en Ecuador, en cuanto a la calidad de la información hidrometeorológica, los sistemas de recabación y tratamiento de información y el estado de avance en la modelización hasta 1997.

El mencionado estudio, con el tratamiento y depuración que hace a la información, contribuye a mejorar la estructuración del sistema, y sus conclusiones reportan información valiosísima sobre la comprensión de El Niño en Ecuador y su relación con la precipitación.

Por otra parte, no existe una política estable para la operación y mantenimiento de las redes hidrológicas y meteorológicas, ni metodologías que permitan la definición de parámetros hidrometeorológicos con poca información de campo.

El evento 1997-98, posterior al mencionado estudio, ha generado un daño importante a los sistemas de monitoreo y recabación de información en Ecuador. El 90% de las estaciones meteorológicas existentes principalmente en la costa, fueron afectadas o destruidas como consecuencia de las lluvias o desbordes de los ríos, lo que expresa la ausencia de consideración de los análisis de vulnerabilidad en las infraestructuras físicas de este sector.

Si bien las investigaciones sobre el desarrollo y comprensión del fenómeno continúan, se hace imperativa la rehabilitación de la red, ahora con sentido preventivo, y con una visión clara de modernización.

3.2.3 VULNERABILIDADES EN LOS ANALISIS Y PRONOSTICOS

Se ha señalado que existe un desarrollo significativo en los modelos explicativos de la anomalías pluviométricas, que relacionan la TSM del Pacífico tropical del este y en particular del bloque Niño 1+2 con la precipitación en diferentes zonas del país. Sin embargo, no ha sido posible aplicar un modelo regional único y común que explique la variación mensual de la precipitación ni la magnitud de las lluvias por zonas. Ello obedece a la complejidad de los mecanismos que generan las lluvias y a los problemas de la data existente, principalmente el reducido lapso histórico con información disponible. Tampoco se han incorporado todas las variables explicativas de la generación de lluvias en Ecuador como pueden ser: la ZCIT y los vientos alisios.

3.2.4 VULNERABILIDADES EN LOS SISTEMAS DE ALERTA

Adicionalmente a los sistemas de monitoreo, ha sido señalada como una vulnerabilidad la falta de estructuras adecuadas en los sistemas de alerta que permitan direccionar y utilizar la

información en la planificación preventiva sobre el territorio nacional. De hecho, para El Niño 1997-98 se contaba con más avances científicos sobre la comprensión del fenómeno que la que fue suministrada a la comunidad para orientar las medidas preventivas. Por otra parte, existen fallas en cuanto al suministro de información adecuada para diversos sectores de actividad (agua potable, riego, agricultura, electrificación, vialidad, etc.).

En cuanto a los sistemas de alerta temprana, no se dispone de sistemas de telecomunicaciones en tiempo real desde las estaciones hasta los centros de pronóstico ni de alertas de eventos hidroclimáticos para prevenir a la población y a los mismos usuarios.

En la parte oceánica no se dispone tampoco de un centro de alerta marítima, lo que reduce la capacidad de pronósticos sobre las variables oceanográficas. En buena medida ello tiene que ver con los niveles de resolución con que trabajan los entes científicos internacionales (por ejemplo la NOAA), los cuales no se corresponden con los requerimientos de los países afectados, para pronósticos orientados al manejo de situaciones encadenadas en la geografía nacional.

4. LA RESPUESTA DEL SECTOR DEL CONOCIMIENTO Y LAS ACCIONES FISICAS PARA ENFRENTAR EL EVENTO 1997-98

Al igual que en el resto de sectores relevantes, las instituciones responsables del conocimiento climático y oceanográfico, tuvieron una importante participación durante el episodio El Niño 1997-98 en las diferentes fases de gestión que fueron pautadas para enfrentar el evento.

En lo que respecta a la climatología y meteorología, en julio de 1997 el INAMHI elaboró un plan de Monitoreo y alerta Hidrometeorológica del Fenómeno El Niño para la región de la costa, el cual fue incorporado en el Plan de Contingencia Nacional.

Desde el punto de vista de las acciones para reducir las vulnerabilidades más relevantes que presentaba el sistema, la etapa previa a la manifestación climática del fenómeno se orientó a la rehabilitación de la red hidrometeorológica de ese sector costero con el fin de lograr una mayor confiabilidad de la información y disponer de los parámetros que permitiesen evaluar los índices del evento. Las acciones permitieron rehabilitar y/o mantener 57 estaciones de la región litoral (27 en la Provincia de Manabí; 10 en Guayas; 9 en el Oro; 4 en Esmeraldas; 3 en Los Ríos; 2 en Pichincha; 1 en Cotopaxi y en Bolívar.).

Durante la contingencia se mantuvo una vigilancia y monitoreo permanente de los parámetros meteorológicos e hidrológicos y se emitieron pronósticos y avisos para contribuir en la prevención de los efectos naturales adversos en las zonas afectadas.

Desde el inicio del evento El Niño en Marzo de 1997 hasta septiembre de 1998, el INAMHI, por medio de su Centro Nacional de Análisis y Pronóstico, entregó a la Dirección Nacional de Defensa Civil y demás usuarios gubernamentales y medios de comunicación en general, 500 boletines de predicciones meteorológicas a nivel diario con validez de 24 horas por localidades y una perspectiva por regiones para 48 horas; igualmente emitió numerosos Boletines Especiales de Alerta de condiciones meteorológicas adversas relacionadas con la incidencia del evento cálido en la Región de la Costa, y mantuvo una página web con información actualizada del evento El Niño y las perspectivas futuras.

La etapa post evento se orientó a la recopilación de la información en el campo y al análisis de la misma, habiéndose avanzado en el análisis de la temperatura del aire y su variabilidad con Fenómenos Niño, así como en las anomalías océano-atmosféricas. Se persigue continuar con el monitoreo de los parámetros mencionados con el objeto de mantener una capacidad para emitir las alertas correspondientes orientados a mitigar los efectos adversos de eventos futuros.

5. LECCIONES APRENDIDAS Y PRINCIPALES POLITICAS PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO DEL FENOMENO Y REDUCIR LAS VULNERABILIDADES

Varias lecciones han quedado relacionadas con el conocimiento y las predicciones del Fenómeno El Niño en Ecuador que servirán necesariamente de marco para las actuaciones futuras.

Una de las más importantes lecciones en el área del conocimiento es que a pesar de que Ecuador cuenta con un desarrollo interesante sobre el conocimiento de la relación entre el Fenómeno El Niño y las variaciones climáticas que se desprenden de éste, se hace un escaso uso de los avances en esta materia, lo que queda evidenciado en la orientación que se dio a la población y a las instituciones para las actuaciones preventivas y de emergencia las cuales se basaron sólo en consideraciones de El Niño 1982-83 y no de todos los Niños analizados, para los cuales se contaba con información relevante previamente modelada. Ello induce a fortalecer el papel que debe jugar el sector del conocimiento en la formulación de escenarios sobre la probabilidad de ocurrencia de las amenazas según la intensidad de los eventos y la focalización esperada de los mismos.

Por otra parte, algunas experiencias de actuaciones que redujeron vulnerabilidades físicas en algunas cuencas, como fue

el caso de las obras de canalización, trasvase y otras en la cuenca de Guayas que permitieron a la ciudad de Babahoyo quedar incólume por vez primera ante eventos pluviométricos, evidencian la rentabilidad de focalizar las intervenciones en la reducción de vulnerabilidades físicas en los eslabones aguas arriba de la cadena de efectos socioeconómicos. Si bien la experiencia de 1982-83 no fue base para una política nacional, las actuaciones aisladas que se implementaron a raíz de ellas permiten arribar a conclusiones fundamentales sobre este particular. Por el contrario, la falta de actuación para reducir tales vulnerabilidades, condujeron a la repetición de situaciones desastrosas inclusive ampliadas, respecto al evento de ese año.

Una tercera lección de gran relevancia para el futuro de las investigaciones y trabajos en el área del conocimiento es la convicción de que Ecuador debe ser una base operacional para las investigaciones permanentes sobre El Niño y sus previsiones, tomando en cuenta que allí se expresa en su máxima expresión la variedad y fuerza de los impactos del fenómeno y que ya se tiene un avance importante en recabación de efectos de distinta naturaleza.

Estas grandes conclusiones así como las vulnerabilidades identificadas para el sector del conocimiento permitieron arribar en este estudio a un conjunto de políticas orientadas a reducir los efectos negativos de carácter físico que se observaron en este sector. Las más relevantes fueron:

- a) Modernizar y complementar la red de monitoreo y alerta relacionada con los parámetros climáticos.
- b) Fortalecer el sistema hidrometeorológico nacional con una visión de integración regional, a los fines de contribuir al mejoramiento del conocimiento del fenómeno y de sus relaciones climáticas en este ámbito territorial.
- c) Atender los requerimientos de los diferentes sectores con información pertinente para cada uno de ellos y en la oportunidad requerida para su manejo.
- d) Establecer metodologías para la operación, con la implementación de modelos que permitan la definición de parámetros hidrometeorológicos con poca información de campo.
- e) Fortalecer las investigaciones que contribuyan a mejorar el conocimiento del fenómeno.
- f) Incorporar los análisis de vulnerabilidad y riesgos para el tratamiento de las infraestructuras del propio sector del conocimiento (redes de distintos tipos, edificaciones, etc.).