

**OMM
UNDP**

**LA RED - IAI, Proyecto Gestión de Riesgos ENSO en América Latina
OSSO – UNIVERSIDAD DEL VALLE, COLOMBIA.**

***METEOROLOGÍA Y DESASTRES, APROXIMACIÓN AL CASO DE
COLOMBIA.***

**Andrés Velásquez¹, Cristina Rosales², Viviana Aguilar³, Fernando Ramírez⁴
Ginebra, Suiza, septiembre 2002.**

RESUMEN.

Se presenta un panorama sintético de resultados preliminares y perspectivas de investigación aplicada en la relación hidrometeorología – climas y desastres. Colombia es un estudio de caso que se propone como ejemplo para extender este tipo de iniciativas a otros países y regiones.

¹ Director Observatorio Sismológico del SurOccidente – OSSO, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
<http://osso.univalle.edu.co>, ave@osso.org.co

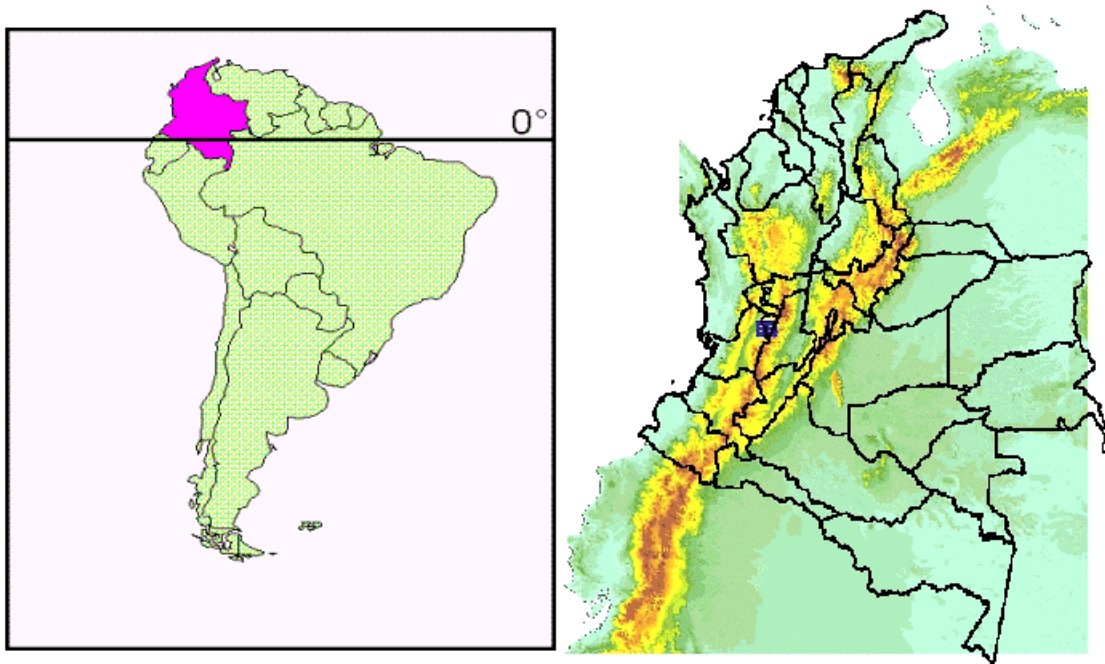
² Ing. Civil, Investigadora OSSO, Coordinadora Proyecto DesInventar – OSSO – LA RED,
www.desinventar.org.co, crosales@osso.org.co.

³ Ing. Topógrafa, Investigadora OSSO. viaguila@osso.org.co

⁴ Coordinador General LA RED. Dirección www.desenredando.org, clorito@andinet.com

INTRODUCCIÓN.

Figura 1.



Por su posición ecuatorial, localización en la porción septentrional de América del Sur, influencia directa de los océanos Atlántico y Pacífico, tres altas cordilleras, ramales de los Andes que recorren el territorio de Sur a Norte y extensas llanuras al Oriente, en Colombia hay variedad de climas que, en relación con el territorio, se expresan, de manera general, en 5 regiones naturales.

Por otro lado, a través del proyecto DesInventar (www.desinventar.org), se dispone de una extensa y detallada base de datos sobre impactos y pérdidas ocasionadas por desastres.

En la estación Málaga se registraron 12 258 mm de precipitación en 10 años (1984 – 1993), datos mínimos por frecuente saturación de pluviógrafo digital.

Ilustra cada una de las 5 regiones naturales, acompañadas de histogramas mensuales multianuales de precipitación en estaciones seleccionadas, con un periodo seco y uno húmedo. El tamaño de las barras es proporcional (comparable) en todos los casos.

En la **Región Caribe** estaciones de los aeropuertos de Riohacha y Sincelejo, con precipitaciones anuales entre 50 y menos de 1000 mm.

- **Región Andina**, estaciones Cali y Chinchiná. Precipitaciones entre 800 y 5000 mm, en este último caso en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental. El régimen es bimodal, con dos periodos secos y dos húmedos.
- **Llanos Orientales**, vertiente del río Orinoco. Estación Gaviotas. Régimen semestral con periodo húmedo y seco.
- **Amazonía**. Estación Leticia. Régimen semestral húmedo y seco.

La línea amarilla demarca el Ecuador Climático, perceptible “a simple vista”, por el cambio de vegetación entre los Llanos Orientales cubiertos de pastizales, matorrales bosques de galería y la selva amazónica. El Ecuador Climático depende los regímenes de vientos del Sudeste y Nordeste, del desplazamiento anual de la Zona de Convergencia Intertropical (ZIT), de la distancia a los océanos y de las barreras montañosas.

- En la **Región Pacífica o Chocó Biogeográfico** se incluyeron datos de diez años de la estación meteorológica digital de Bahía Málaga (C.V.C.), con un promedio anual de 12 258 mm de lluvia. La precipitación es mayor que la indicada, pues en todos los años hay datos insuficientes, incluidos días de saturación del instrumento por precipitaciones superiores a 560 mm.

POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA.

Figura 3. Es la densidad de población, concentrada en las regiones Andina y Caribe. Los reportes de desastres se concentran en ellas dos.

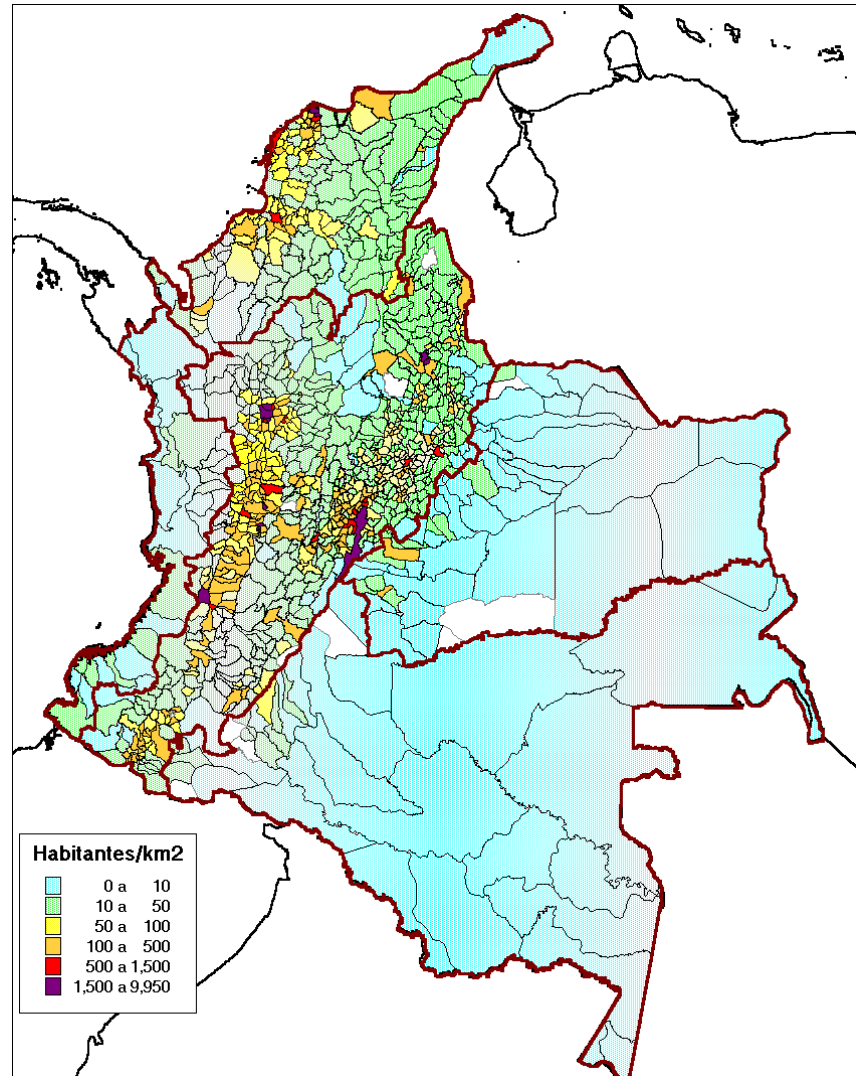
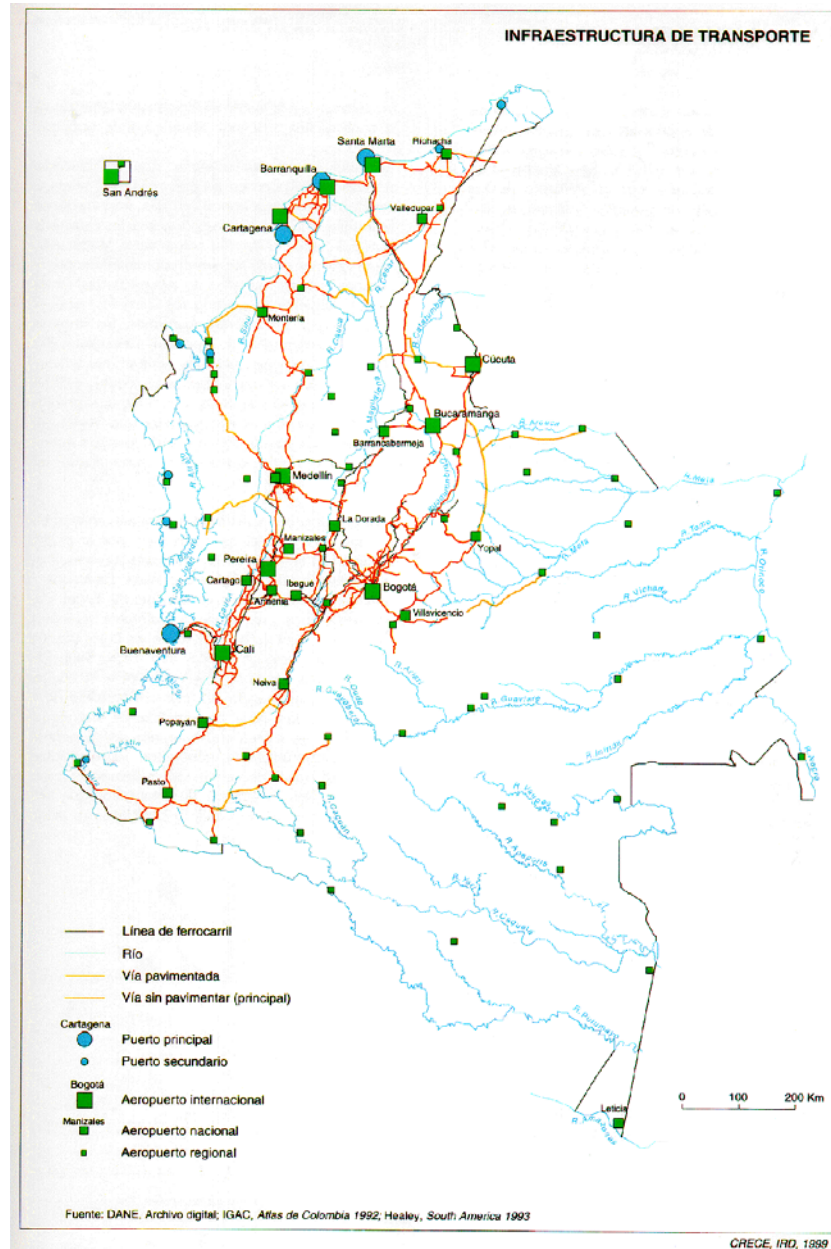
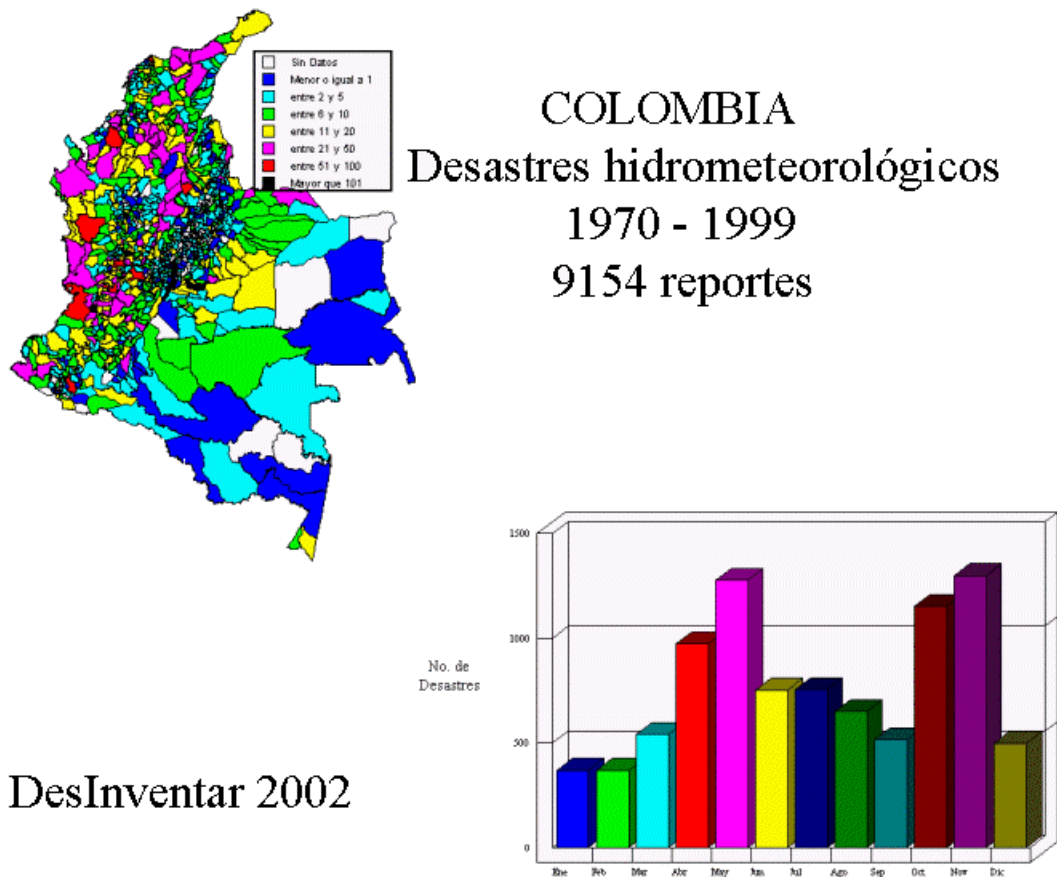


Figura 4. Acorde con lo anterior la principal infraestructura del país se localiza en las regiones Andina y Caribe.



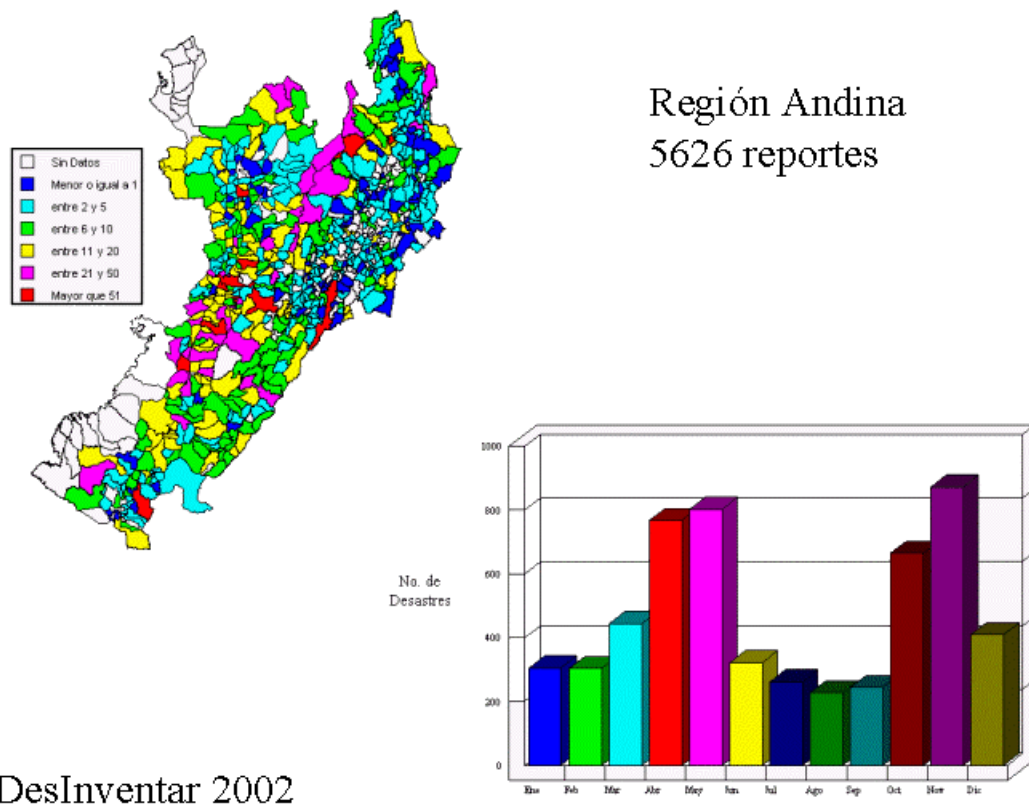
DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS O “SOCIONATURALES” EN COLOMBIA Y SUS REGIONES.

Figura 5. Desastres hidrometeorológicos en Colombia.



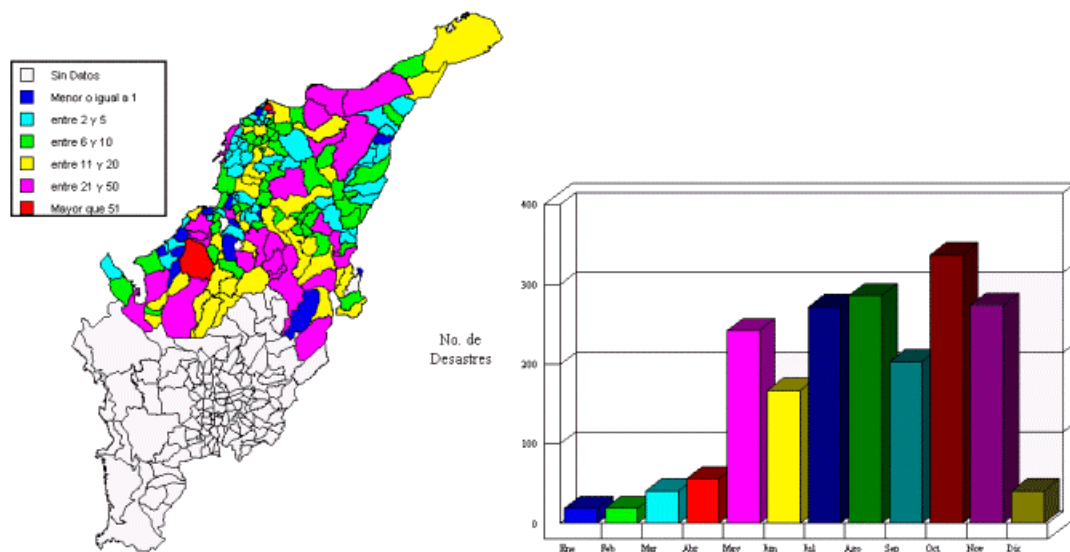
El histograma debe estar gobernado por el mayor número de eventos en la región Andina.

Figura 6. Desastres hidrometeorológicos en la región Andina.



Hay una clara correlación con el comportamiento bimodal de las lluvias en la región.

Figura 7. Desastres hidrometeorológicos en la región Caribe.

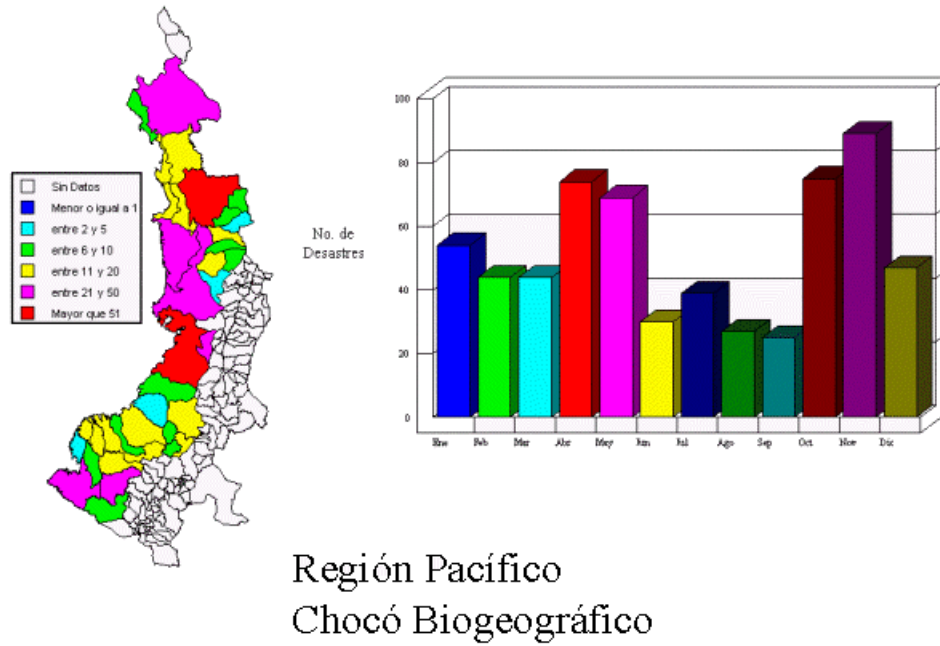


Región Caribe
1957 desastres

DesInventar 2002

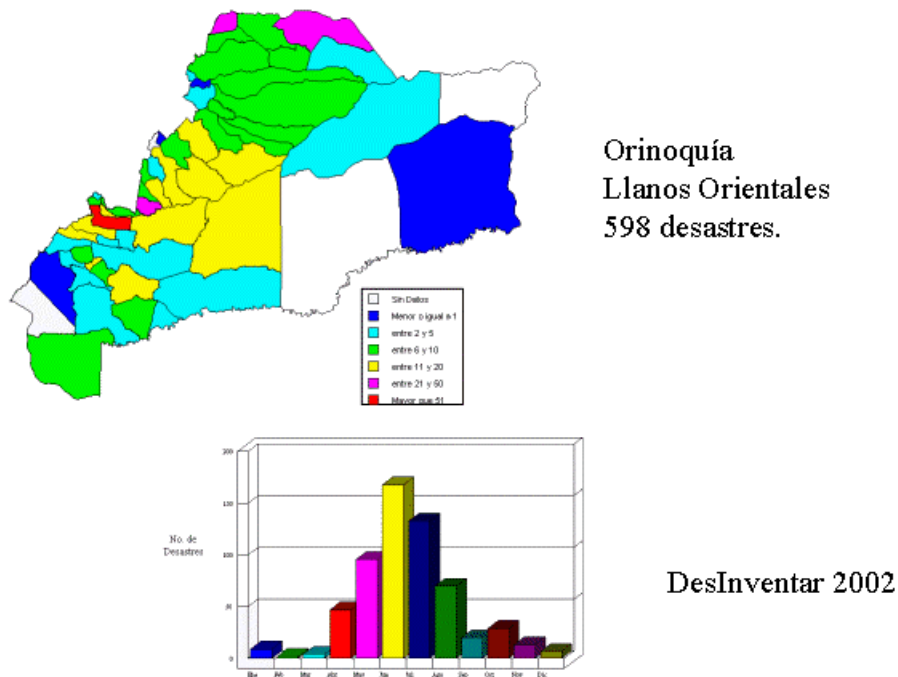
Igual que en el caso anterior, buena correlación.

Figura 8. Desastres hidrometeorológicos en la región Pacífico.



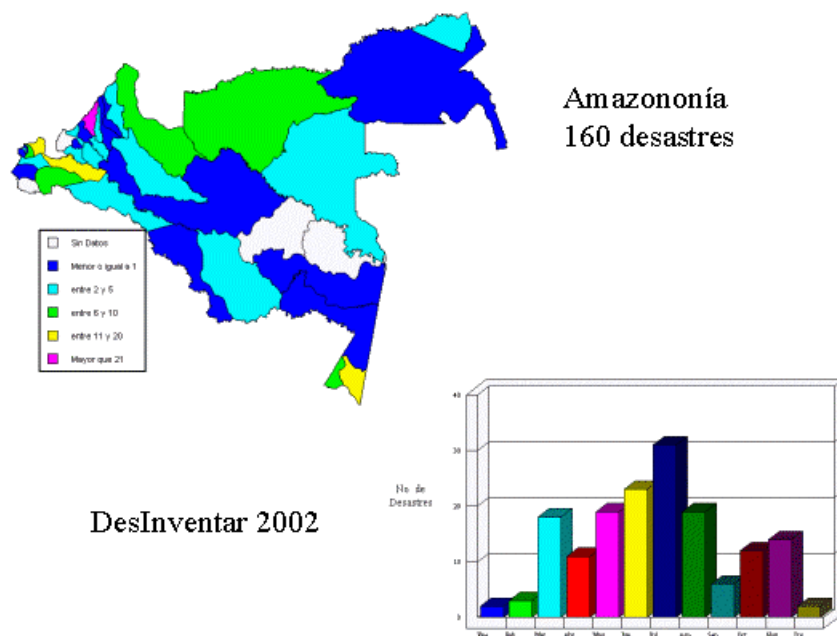
No se observa correlación. Se requiere más análisis e información meteorológica en la región. Puede haber influencia de reportes de la zona montañosa de la vertiente occidental de la Cordillera Occidental, con comportamiento andino.

Figura 9. Desastres hidrometeorológicos en la región Orinoquía.



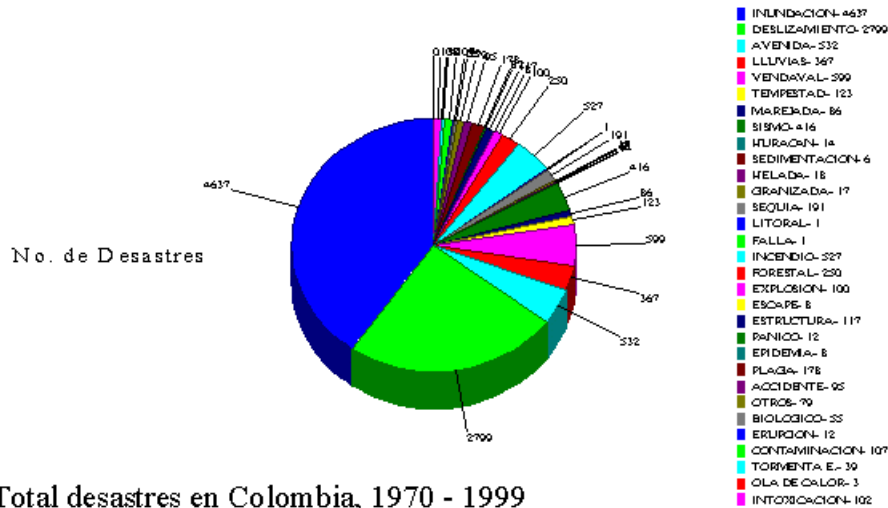
Aceptable correlación durante el pico húmedo de mitad de año

Figura 10. Desastres hidrometeorológicos en la región Amazonía.



No hay correlación con la información estudiada. Los reportes de desastres se concentran en el piedemonte amazónico, en el cual el régimen de lluvias es diferente al típicamente amazónico en Colombia, representado en la estación Leticia.

Figura 11. Total desastres en Colombia (Comparativo de todos los desastres, total 11 499 reportes).



Total desastres en Colombia, 1970 - 1999
11 499 reportes.

80 % hidrometeorológicos

DesInventar 2002

El 80 % de los desastres documentados con DesInventar están asociados a fenómenos hidrometeorológicos.

ENSO (EL NIÑO – LA NIÑA) Y LOS DESASTRES EN COLOMBIA.

Figura 12. Eventos ENSO – El Niño y La Niña – según diversas fuentes.
NOOA (2001), Poore et al (2002).

Año	EFM ⁽¹⁾	AMJ ⁽¹⁾	JAS ⁽¹⁾	OND ⁽¹⁾	Interpretación ⁽²⁾
1980	W-	N	N	N	
1981	N	N	N	N	
1982	N	W-	W	W+	
1983	W+	W	N	C-	El Niño
1984	C-	C-	N	C-	
1985	C-	C-	N	N	
1986	N	N	W-	W	
1987	W	W	W+	W	El Niño
1988	W-	N	C-	C+	
1989	C+	C-	N	N	La Niña
1990	N	N	W-	W-	
1991	W-	W-	W	W	
1992	W+	W+	W-	W-	El Niño
1993	W-	W	W	W-	El Niño
1994	N	N	W	W	
1995	W	N	N	C-	El Niño
1996	C-	N	N	N	
1997	N	W	W+	W+	
1998	W+	W	C-	C	El Niño
1999	C+	C	C-	C	La Niña
2000	C	C-	N	C-	
2001	C-	N	N		

W+ Niño muy fuerte
W Niño fuerte
W- Niño débil

C+ Niña muy fuerte
C Niña fuerte
C- Niña débil

(1) NOAA, 2001

(2) Poore et al 2001

Figura 13. Desastres por inundaciones, deslizamientos y avenidas torrenciales, en comparación con reportes ENSO entre enero de 1990 y diciembre del 2001.

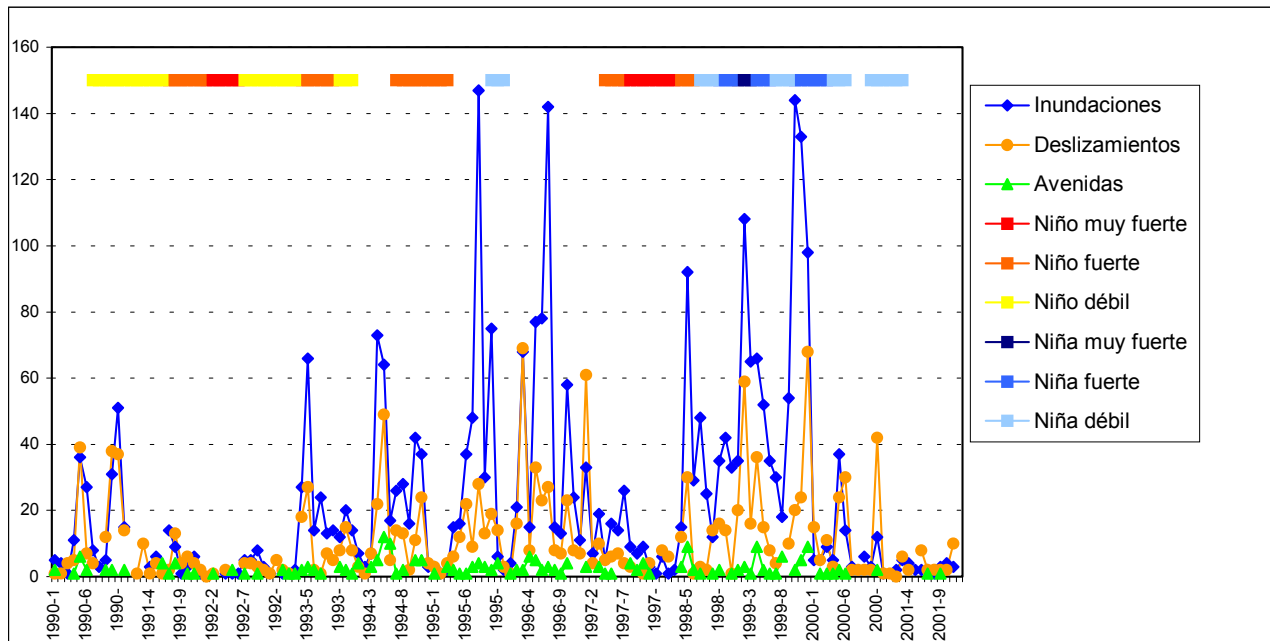
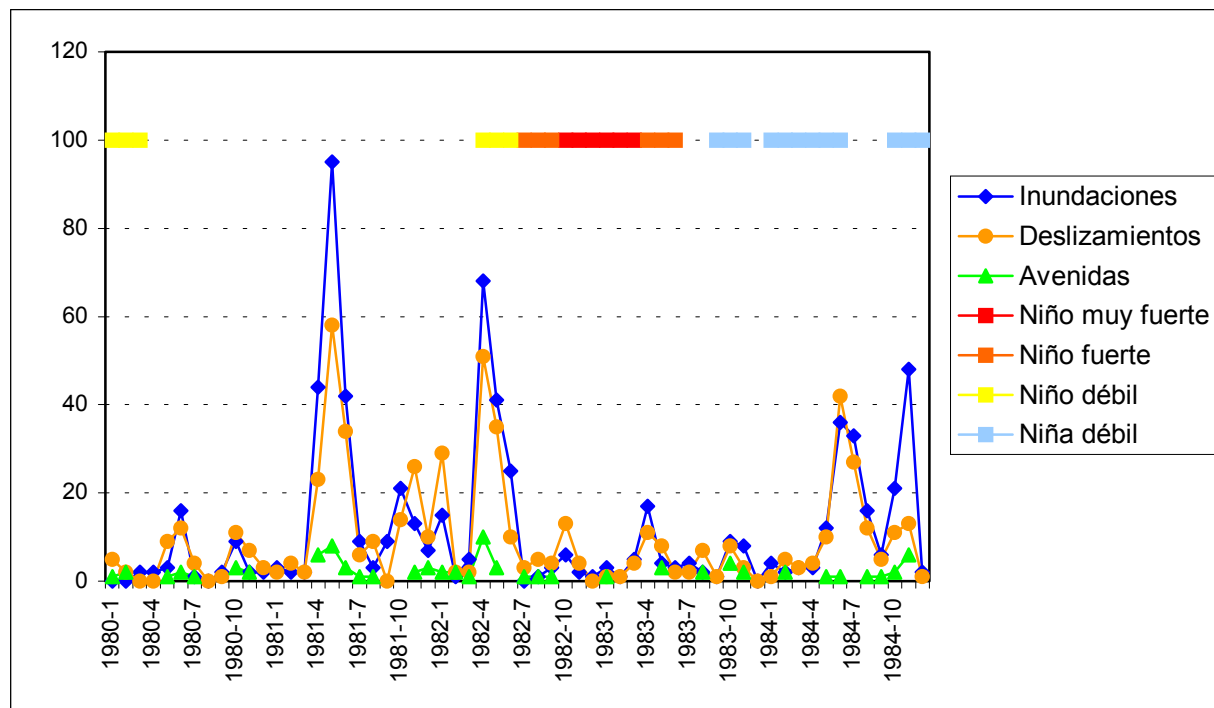


Figura 14. Desastres por inundaciones, deslizamientos y avenidas torrenciales, en comparación con reportes ENSO entre enero de 1980 y diciembre del 1984.



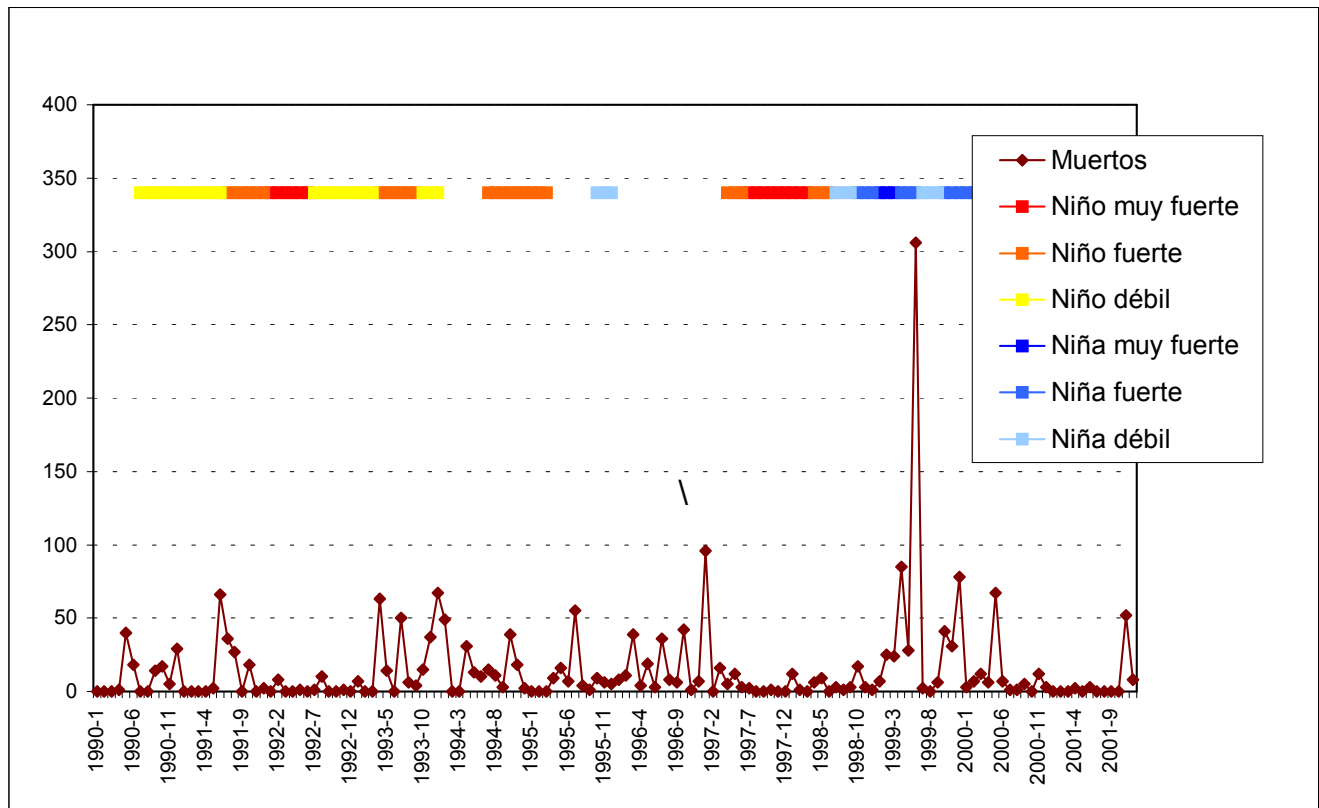
Sobre los histogramas de las figuras 13 y 14, acumulados mensuales de inundaciones, deslizamientos y avenidas, se han superpuesto los eventos cálidos (líneas amarillo, naranja y rojo) y fríos (líneas en tonos de azul), de acuerdo con la Figura 11.

Durante los eventos El Niño se observa disminución de estos tres eventos, especialmente durante los periodos febrero de 1991 a febrero de 1993 y agosto de 1997 a abril de 1998 (Figura 13); desde enero de 1980 hasta febrero de 1981 y agosto de 1982 a abril de 1984 (Figura 14).

- El periodo enero de 1980 a febrero de 1981 incluye el primer trimestre con un Niño débil y los siguientes como neutros; corresponde a un periodo de déficit de lluvias y sequías en Colombia que implicó racionamientos energéticos desde septiembre de 1980. Los otros tres, con diferencias de duración, corresponden con los eventos cálidos de 1982-1983, 1992-1993 y 1997-1998.
- En el caso El Niño 1982-1983, el déficit de reportes por deslizamientos, avenidas e inundaciones se prolonga hasta abril de 1984, lo que sugiere que las condiciones de sequía se prolongaron en el país, a pesar que durante los tres trimestres entre octubre de 1983 y abril de 1984 tuvieron características de evento frío según NOAA.
- Por último durante el fenómeno cálido 1997-1998 se presenta una buena correlación entre la duración de El Niño y el déficit de reportes de deslizamientos, inundaciones y avenidas, más aún teniendo en cuenta que la base de datos de Colombia durante el periodo incluye tanto información de la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, de bases preexistentes en DesInventar, además de los aportes del proyecto en ejecución.

A partir de enero del 2000 la base de datos sólo dispone de fuentes hemerográficas (El tiempo y El País) y está en curso la actualización con la base de datos de la DGPAD. Aún así, se observa un acusado déficit de reportes de inundaciones, avenidas y deslizamientos incluidos los trimestres octubre del 2000 a marzo del 2001 durante los cuales ocurrió un evento La Niña débil.

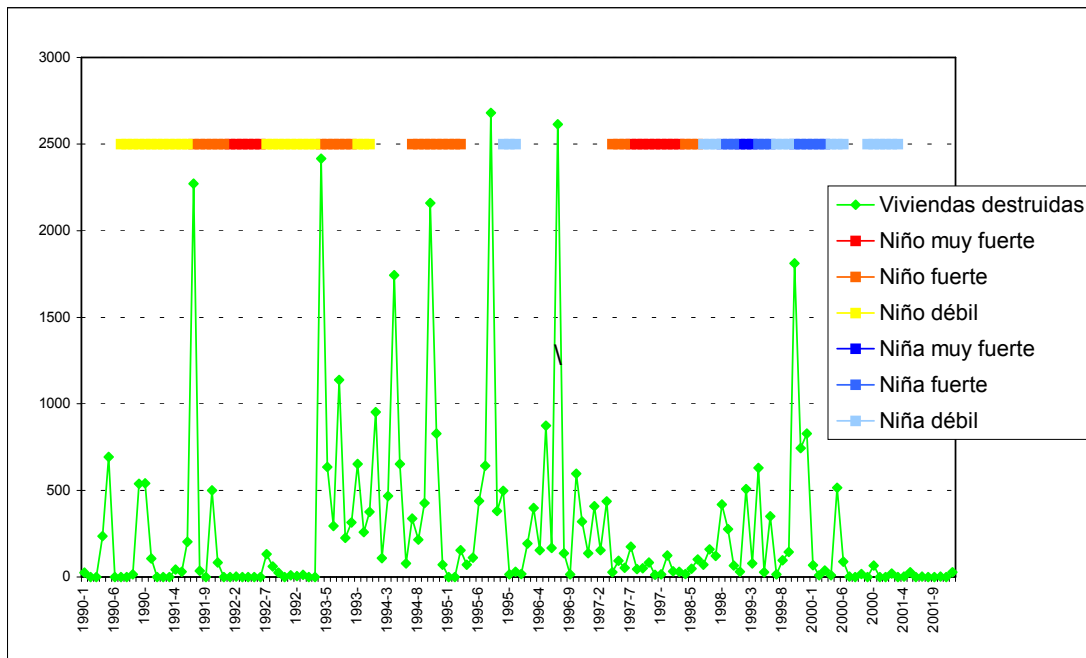
Figura 15. Relación entre de número de víctimas y ENSO, 1990 – 2001.



La disminución de la cantidad de las inundaciones, deslizamientos y avenidas reportadas debería tener una relación con una disminución de efectos y pérdidas asociadas. Se analizaron las variables más robustas de la base de datos, el número de muertos y de viviendas destruidas (Velásquez & Rosales, 2000), encontrando que, en general, durante los eventos El Niño y especialmente cuando se trata de eventos muy fuertes, la cantidad de víctimas disminuye.

Para el análisis se excluyeron las 566 víctimas de avenidas torrenciales generadas por deslizamientos masivos a raíz del terremoto del 6 de junio de 1994 en los departamentos Cauca y Huila.

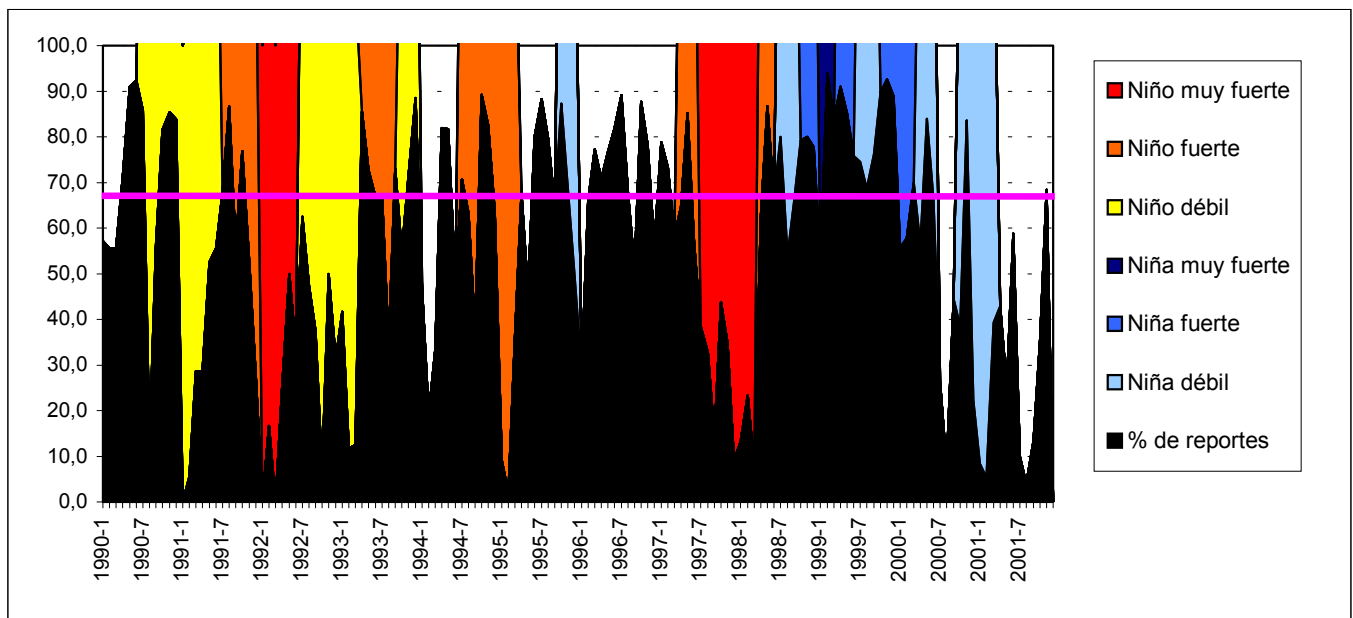
Figura 16. Relación entre número de viendas destruidas y ENSO, 1990 – 2001.



Las viviendas destruidas también disminuyen durante las fases fuertes de El Niño en todo el país. Sin embargo, durante los diferentes periodos cálidos esto es más válido para la región andina. Los picos de viviendas destruidas de julio de 1991 y abril de 1992, 2272 y 2417, respectivamente, ocurrieron en el departamento del Meta, por inundaciones de los ríos que descienden del piedemonte de la Cordillera Oriental, zonas caracterizadas por IDEAM (1997 a), como de aumento de las lluvias durante eventos El Niño. Por otro lado, el pico de octubre de 1994 (2160 viviendas destruidas), hacia la mitad de una fase El Niño moderado, se concentró en el Chocó con 1182 viviendas.

PORCENTAJE DE DESASTRES EN RELACIÓN CON ENSO.

Figura 17.



En la figuras se representa el porcentaje de inundaciones, deslizamientos, avenidas con respecto al total de desastres, para la década de 1990; se incluyen la línea de promedio de éstos reportes (68 %) y los eventos cálidos y fríos según la NOAA.

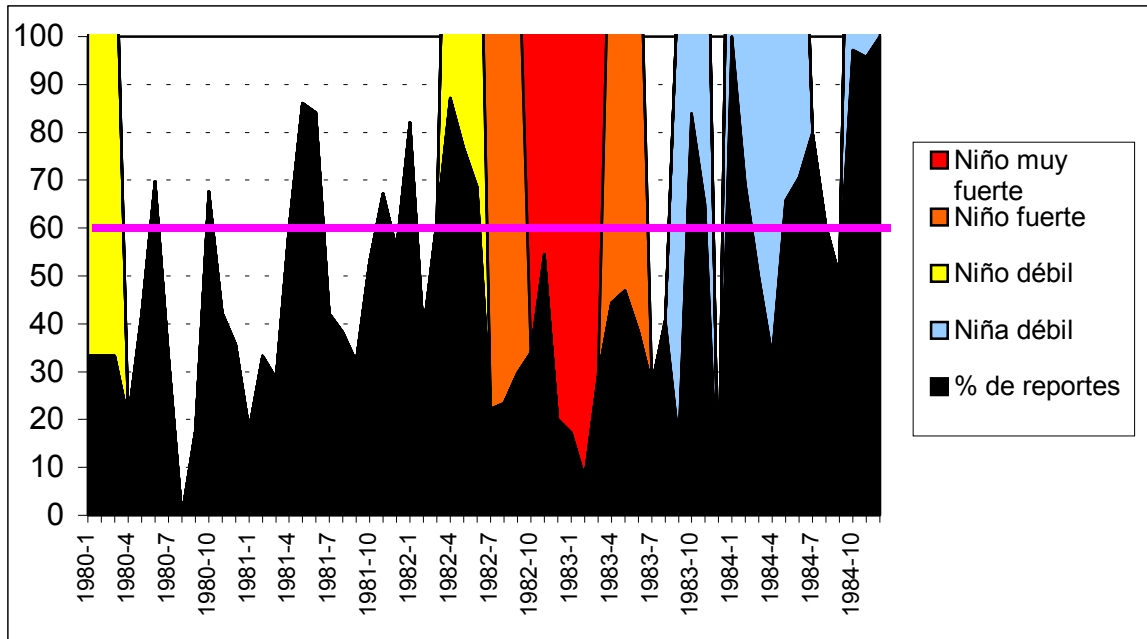
Previamente se dijo que los reportes de desastres por los tres tipos de eventos correlacionaban con los eventos El Niño, porque durante éstos había una disminución significativa de los reportes de inundaciones, deslizamientos y avenidas. Con La Niña, periodos donde se esperaba sistemáticamente aumento de la ocurrencia de desastres por los tres eventos más sensibles al aumento de precipitaciones, no hay correlación sistemática.

Dentro de los picos por encima de la línea del promedio de todos los datos (en color magenta en la **Figura 17**, aparecen dos periodos con persistencia de reportes por encima del promedio, uno desde junio de 1995 hasta julio de 1996 y otro desde mayo de 1998 hasta diciembre de 1999. El primero nace justo cuando se acaban dos trimestres de un evento frío y el segundo contiene los cuatro trimestres que de acuerdo con la Figura 11 duró La Niña de 1998 – 1999.

Los dos periodos son muy similares en los porcentajes de reportes de desastres por cada tipo de evento y en la distribución espacial, y se diferencian en dos aspectos:

- Distribución mensual. Para el primer periodo hay concentración de reportes en la estación seca que va de julio a agosto, mientras que en el segundo se concentran en las estaciones lluviosas.
- Total de reportes. En el segundo periodo el total de reportes 1,3 veces mayor que en el primero.

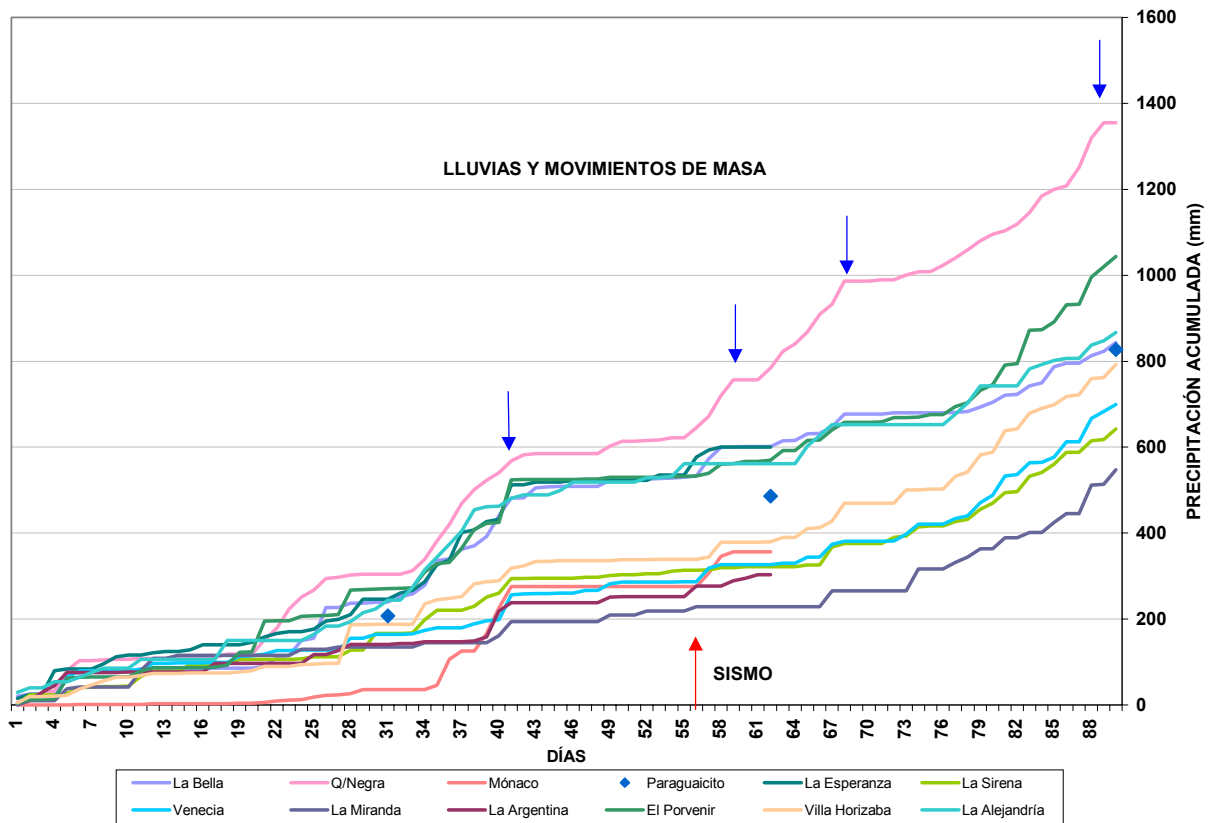
Figura 18.



El periodo 1980-1984 muestra una variabilidad mensual claramente asociada con los periodos lluviosos (marzo a mayo y septiembre a noviembre). Aunque durante la fase de El Niño muy fuerte el porcentaje de eventos siempre está por debajo del promedio, se destaca que hubo un acusado déficit de reportes en periodos Neutro y, también, durante periodos La Niña débil.

CLIMA, TERREMOTOS Y DESASTRES EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MONTAÑA.

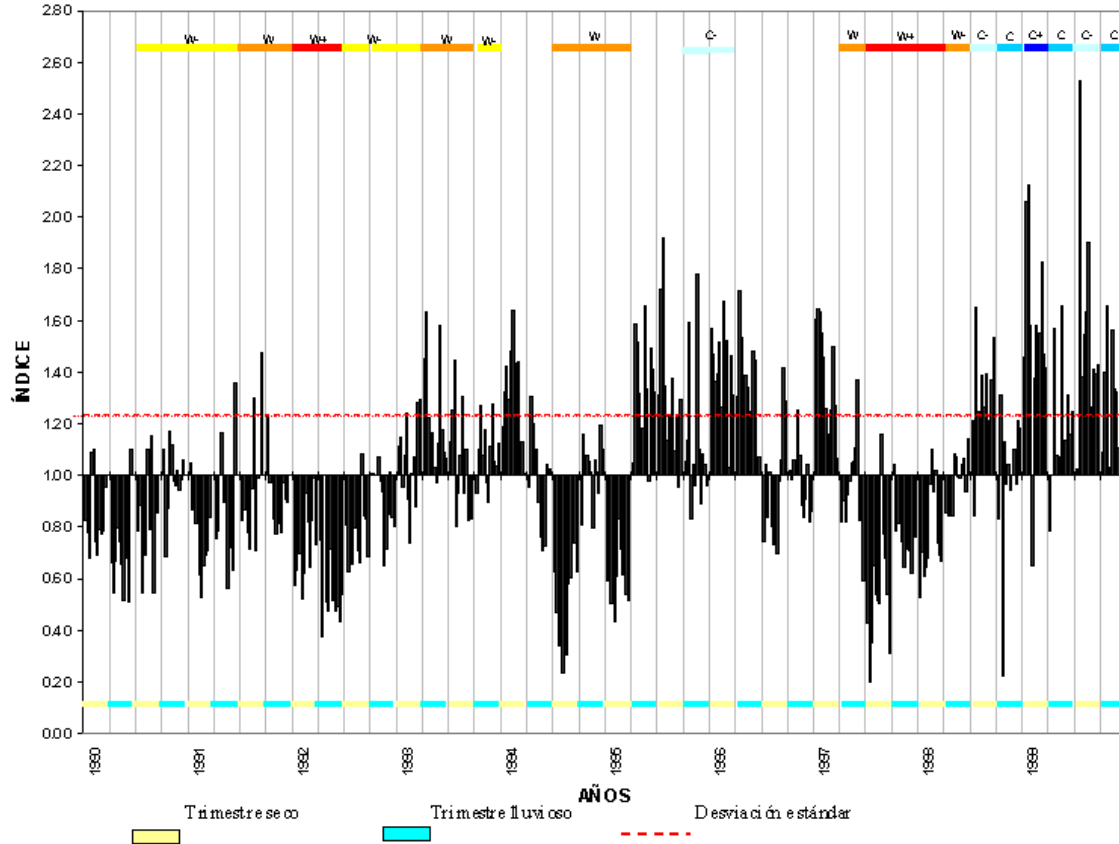
Figura 29.



Acumulado diario de lluvias en 12 estaciones del Eje Cafetero, entre diciembre 1998 y marzo de 1999. Las curvas de masas de lluvias correlacionan con movimientos de masa de las laderas pre y postsismo del 25 de enero de 1999 ($M = 5.9$, h aprox. 15 km). Se evidenció un efecto combinado de lluvias y vibraciones sísmicas que produjeron centenares a miles de movimiento de masa. Las vibraciones sísmicas encontraron suelos saturados que se deslizaron y produjeron agrietamientos en las montañas que fueron convertidos en movimientos de masa por fuertes lluvias posteriores, especialmente el 27 de febrero.

ENSO Y DESASTRES EN EL VALLE DEL ALTO CAUCA.

Figura 20.



Se seleccionaron series de precipitación de doce⁵ estaciones en la región del Eje Cafetero (departamentos Valle del Cauca y Quindío), en la parte media de la cuenca del Río Cauca (Aguilar & Mendoza, 2002). Las estaciones se localizan entre los 1170 y 1700 msnm y todas ellas disponen de series completas a partir de 1993; entre 1990 y 1992 se dispone de información completa para once estaciones. A cada una de ellas se le aplicó el Índice de precipitación definido como

$$IND = P / \bar{P}$$

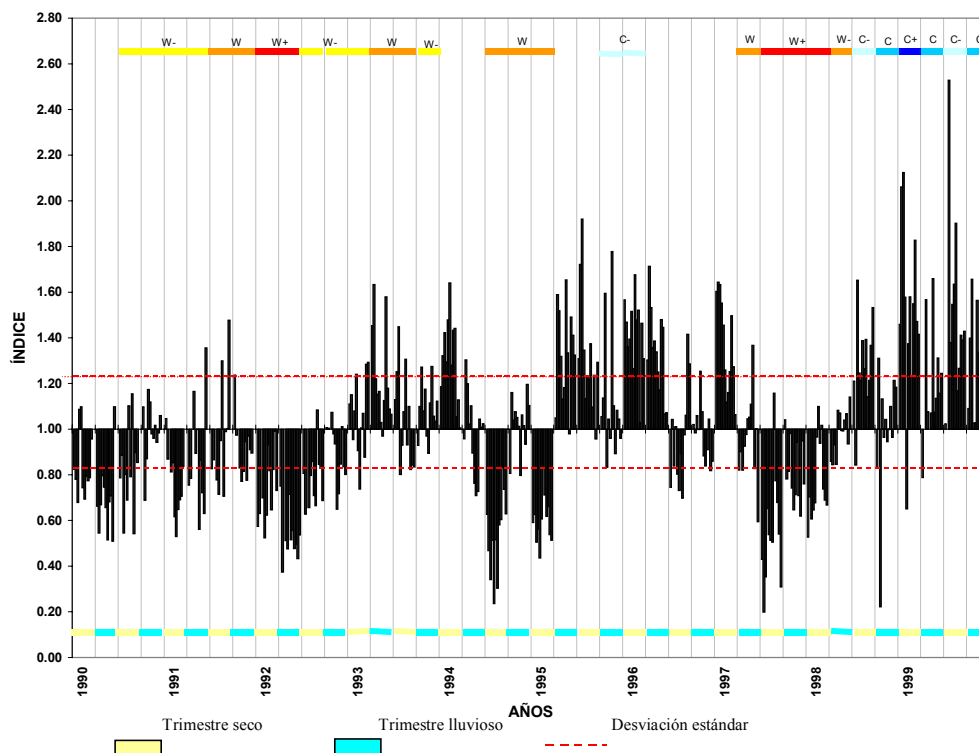
donde P es la precipitación acumulada en cada trimestre y \bar{P} es la precipitación promedio multianual para el mismo trimestre. En la Figura se muestran los valores del índice para cada estación durante cada uno de los trimestres utilizados por la NOAA (Figura 11), en comparación con cada evento ENSO según las mismas convenciones de colores de la Figura 11 y los trimestres más

⁵ Las series fueron generosamente suministradas por CENICAFÉ, Chinchiná, Caldas.

húmedos y más secos de la región del Eje Cafetero en Colombia. Debe aclararse sin embargo que estos últimos trimestres están desfasados un mes. En efecto, el primer trimestre seco en la región empieza en diciembre y no en enero, como se presenta en la figura que sólo tiene por objeto mostrar las *tendencias de la precipitación en la región*, teniendo en cuenta que el mes de desfase en periodos secos y húmedos corresponde, en cada periodo a un mes de transición: ni completamente húmedo ni completamente seco.

El Índice de precipitación de todas las estaciones, vistas en conjunto, correlaciona de manera estrecha con los periodos El Niño y La Niña durante la década, con excepción del segundo trimestre de 1993 (El Niño fuerte y periodo húmedo en la región) cuando 5 de las estaciones tienen índice positivo, es decir de exceso de lluvias, por encima de la desviación estandar, mientras que las demás se mantienen por encima del promedio, pero debajo de la desviación estandar. En contraste, durante todo el periodo cálido 1990 – 1994, los mayores déficits ocurrieron en todas las estaciones durante el segundo periodo húmedo de 1992. Durante los demás El Niño en 1994 – 1995 y 1997 – 1998, la correlación con el déficit de lluvias es muy alta, excepto por una estación que en tuvo exceso de lluvias en el segundo trimestre (húmedo) de 1997.

Figura 21. Índice del Cauca y desastres hidrometeorológicos.



Las doce estaciones seleccionadas para el análisis (Fig. 21), se localizan en la parte media del Valle del Alto Cauca. Para los departamentos Cauca, Valle del Cauca, Quindío, Risaralda y Caldas se seleccionaron los eventos meteorológicos de DesInventar, un total de 1150 registros así:

Inundaciones	444
Deslizamientos	453
Vendavales	129
Lluvias	55
Avenidas	44
Tempestades	20
Tormenta E.	3
Granizadas	2.

Estos desastres, agrupados por trimestres similares a los de la Figura 20, se superponen a ésta en la Figura 21. En primera aproximación esta correlación parece estrecha (describir). Para refinar estos resultados se deben excluir las áreas y reportes correspondientes a la vertiente Pacífico de Valle del Cauca y Cauca y del valle del Magdalena en Caldas.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, V. & Mendoza, D. **(2002)** Aproximación a un modelo de susceptibilidad a los movimientos de masa en el Eje Cafetero de Colombia. Tesis Ingeniería Topográfica, U. del Valle, Cali.

Carvajal, Y, Jiménez, H. y H. Materón **(sf)** Incidencia del fenómeno del Niño en la hidroclimatología del Valle del río Cauca. Obtenido de la red mundial en marzo del 2000 en www.unesco.org.uy/phi/libros/enso/carvajal.htm

CENICAFE **(2001)** Centro Nacional de Investigaciones del Café, Chinchiná, Caldas. Series de precipitación de 12 estaciones meteorológicas en la región del Quindio y áreas adyacentes, entre 1952 y 2001.

CRECE, DANE, IRD **(1999)** Mesclier, Évelyne – Coordinadora científica. Dinámicas socioeconómicas en el espacio colombiano. División de ediciones DANE, Bogotá, 147 p.

DGPAD **(1998a)** Plan nacional para la prevención y contingencia para el manejo de los efectos del evento del pacífico. DNPAD. 114 p. Obtenido de la red mundial en junio de 2001 en www.anticorrupcion.gov.co/mininterior/dnpad/Planniño.doc

DGPAD **(1998b)** Plan nacional para la prevención y contingencia para el manejo

de los efectos del evento del pacífico. DNPAD. 114 p. Obtenido de la red mundial en junio de 2001 en www.anticorrupcion.gov.co/mininterior/dnpad/Planniña.doc

IDEAM **(1998)** Fenómeno frío del Pacífico La Niña. Informe especial del IDEAM. 24 de agosto de 1998. Obtenido de la red mundial el 29 de junio del 2000 en www.ideam.gov.co

IDEAM **(2002)** Boletín No. 83, Condiciones e indicadores ambientales en Colombia, diciembre de 2001: Proyecciones en el corto, mediano y largo plazo. Obtenido de la red mundial en enero del 2002, en www.ideam.gov.co, 115 p.

IGAC **(1992)** Atlas de Colombia. Editolaser limitada. Bogotá. 321p.

NOOA **(2001)** Cold and Warm Episodes by Season. Climate Prediction Center. Obtenido en la red mundial en noviembre del 2001 en:

http://www.cpc.noaa.gov:80/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html

Poveda, G. M. M. Gil & N. Quinceno **(1998)** El ciclo anual de la hidrología de Colombia en relación con el ENSO y la NAO. Bulletin Institute Française d'Etudes Andines 27 (3) 721-731. Obtenido en la red mundial en junio de 1999 en <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/enso/Indice.html>

Velásquez, A & C.Rosales. **(2002)** "Gestión de riesgos de desastres ENSO en América Latina. Informe Anual , Año 2, Colombia". OSSO – Universidad del Valle, Cali. Tomado de la red mundial en septiembre de 2002. www.desinventar.org