

EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS Y DESASTRES EN COMUNIDADES RURALES Y URBANAS EN MOTOZINTLA, CHIAPAS*

EXTREME HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS AND DISASTERS IN URBAN AND RURAL COMMUNITIES IN MOTOZINTLA, CHIAPAS

Juan Manuel Sánchez-Núñez¹, María Elena Serrano Flores¹, Dora Ma. Sangermán Jarquín², Agustín Navarro Bravo², Germán Raúl Vera Alejandro¹, Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez³ y José Luis Macías Vázquez^{4§}

¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional. Distrito Federal, México. (jmsanchezn2004@yahoo.com.mx), (maese99@yahoo.com), (rveray@yahoo.com). ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. (dsangerman@yahoo.com.mx), (navarro468@yahoo.com.mx). ³Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. (jaxayacatl@gmail.com). ⁴Instituto de Geofísica. UNAM. *Campus* Morelia. [§]Autor para correspondencia: jlmv63@gmail.com.

RESUMEN

El cambio climático global en conjunto con El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), han traído consigo una serie de desajustes en los patrones de varios procesos naturales, principalmente en el ciclo hidrológico. Como una manifestación de estas alteraciones, diversos fenómenos se han agudizado: sequías prolongadas, precipitaciones torrenciales, inundaciones y humedad excesiva en el medio ambiente, entre los principales. Las afectaciones pueden presentarse a diferentes escalas tanto a nivel global como regional pero en cualquiera de estas, los impactos generalmente son negativos, tal es el caso de los fenómenos hidrometeorológicos que afectaron gran parte del sureste de México. En este trabajo se expone la problemática ecológica y social generada por el fenómeno hidrometeorológico ocurrido en la comunidad de Motozintla, Chiapas, México. Se parte de la consideración que este evento se originó debido a las alteraciones globales que se presentaron durante el año mencionado, aunado a las características de su ubicación en la región serrana del estado. Se expone un análisis de las precipitaciones presentadas en la zona, identificando los periodos de mayor intensidad, el tipo de flujos generados

ABSTRACT

Global climate change along with El Niño-Southern Oscillation (ENSO); have brought a number of mismatches in the patterns of several natural processes, mainly in the hydrological cycle. As a manifestation of these disorders, various phenomena have been intensified: prolonged droughts, torrential precipitations, flooding and excessive moisture in the environment, among the major ones. The impact may occur at different scales both global and regional level but, in any of these, the impacts are generally negative, as in the case of the hydrometeorological phenomena that affected most of the southern Mexico. This paper describes the ecological and social problems generated by the hydrometeorological phenomena occurred in the community of Motozintla, Chiapas, Mexico. Starting with the consideration that, this event was originated due to the global changes occurred during the indicated year, joint with the characteristics of its location in the mountain region of Chiapas State. An analysis of rainfall occurred in the area is presented, identifying the peak periods, the type of flows generated by the hydrometeorological event and the effects caused in the agricultural sector as well as in the urban area at the head of the Motozintla municipality.

* Recibido: enero de 2011
Aceptado: junio de 2011

por el evento hidrometeorológico y las afectaciones provocadas en el sector agropecuario así como al área urbana de la cabecera municipal de Motozintla.

INTRODUCCIÓN

Existen fenómenos de escala mundial como el cambio climático que ha provocado innumerables alteraciones atmosféricas, intensificando algunos aspectos meteorológicos como la frecuencia e intensidad de las lluvias; hoy en día, se generan depresiones tropicales que se convierten en tormentas tropicales y muchas de éstas alcanzan la categoría de huracanes, que se manifiestan en el continente con patrones de vientos y lluvias mucho más severos que en épocas anteriores. Por otro lado, existen otros procesos recurrentes como “El Niño y La Niña” que han provocado cambios en el clima como incremento en la humedad en determinadas regiones, o bien, sequías severas que ocasionan gran cantidad de incendios forestales con la consecuente pérdida de bosques (Glantz, 2007; Trenberth, 2007; Magaña, 2010).

Los cambios globales pueden ser precursores de fenómenos más locales, los que por mucho tiempo han preocupado a la comunidad científica. El peligro que representan las lluvias extremas y el posible desplazamiento de materiales de terrenos montañosos hacia las partes bajas, son el centro de atención de muchas investigaciones que se enfocan al estudio del medio ambiente. La precipitación pluvial intensa y el movimiento de masas de terreno, son eventos que se han manifestado en diferentes partes del mundo con diferente intensidad, cobrando pérdidas humanas y materiales.

En este contexto se ubica la problemática generada por efectos de los eventos hidrometeorológicos en Motozintla. A lo largo de su historia, Chiapas ha sido afectado por fenómenos naturales, provocando daños significativos a la población y al medio físico. La información obtenida a nivel regional indica que debido a precipitaciones extraordinarias y sus consecuentes inundaciones, se registraron 1 800 casas totalmente destruidas, cobró la vida de aproximadamente 407 personas y quedaron sin techo más de 8 000.

Algunos poblados prácticamente desaparecieron y por lo menos 40 mil personas quedaron damnificadas. Estos hechos han quedado asentados en la historia del estado de Chiapas,

INTRODUCTION

There are global phenomena like climate change that have caused many atmospheric changes, intensifying some meteorological aspects as frequency and intensity of rains; currently, tropical depressions are generated that become tropical storms and many of these reach the hurricanes category, which occur in the mainland with winds and rain patterns much more severe than in previous eras. On the other hand, other recurrent processes as “El Niño and La Niña” have led in certain regions, both to climate changes and increase in moisture, or severe drought caused many forest fires with the consequent loss of forest (Glantz, 1997; Trenberth, 1997; Magaña, 2004).

Global changes can be precursors to more local phenomena, which have long concerned the scientific community. The threat of extreme rainfall and the possible movement of materials mountainous terrain to the lower parts are the core of the interest of many investigations that focus on environmental studies. The intense rainfall and the movement of land masses are events that have manifested themselves in different parts of the world with different intensity, charging human and material losses.

In this context lies the problem caused by effects of hydrometeorological events in Motozintla. Throughout its history, Chiapas has been affected by natural phenomena, causing significant damage to the population and the physical environment. The information obtained at regional scale indicates that due to extraordinary rainfall and their subsequent flooding, there were 1 800 houses completely destroyed, about 407 people died and left homeless more than 8 000.

Some villages’ virtually disappeared and at least 40 000 people were left homeless. These facts have been settled in the history of Chiapas State, because it is one of the biggest events unprecedented devastating effects of recent memory in several decades. Were severely affected several coastal municipalities, the Soconusco and also the regions of La Frylesca y La Sierra.

MATERIALS AND METHODS

Located between the Pacific coast and the central depression of Chiapas (Figure 1). It is an intermountain valley in a ‘V’ shape, composed of lithological units dating from Paleozoic to Mesozoic eras, with faults and fractures that give certain

ya que se trata de uno de los eventos sin precedentes con mayores efectos devastadores de los que se tenga memoria en varias décadas atrás. Resultaron con graves afectaciones varios municipios de la Costa y Soconusco, así como la región de La Fraylesca y la Sierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región que comprende el municipio de Motozintla, se ubica entre la costa del pacífico y la parte central de Chiapas (Figura 1). Es un valle intermontano en forma de 'V', compuesto por unidades litológicas de edad Paleozoico al Mesozoico, con fallas y fracturas que le confieren ciertas características de inestabilidad en las laderas. En la zona se tienen tres microcuencas: la del Río Allende, La Mina y Xelajú Grande, cuyas corrientes fluviales se unen hasta alcanzar la cuenca del Río Grijalva que drena hacia el Golfo de México.

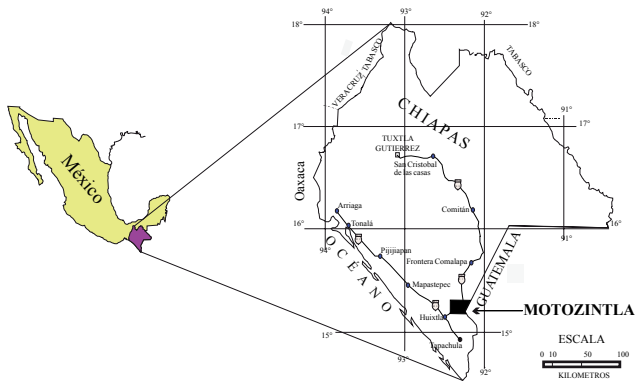


Figura 1. Localización del municipio de Motozintla de Mendoza, Chiapas, México.

Figure 1. Location Motozintla municipality of Mendoza, Chiapas, Mexico.

Motozintla abarca una extensión territorial de 603.035 km² que representa 36.79% de la superficie de la Región Sierra; 1.03% de la superficie total del estado, y 0.04% de la nacional; ocupa una superficie urbana de 142 hectáreas, colinda con los municipios de Siltepec al norte; Escuintla, Huixtla y Villa Comaltitlán al oeste; Tuzantlán y Tapachula al sur; Mazapa de Madero y El Porvenir al noroeste y al este con la República de Guatemala (Figura 2). El municipio de Motozintla tiene una población aproximada de 69 119 habitantes y en la cabecera municipal.

features of instability on the slopes. In the area there are three micro-watersheds: the Allende River, La Mina and Xelajú Grande, whose river streams unite to reach the Grijalva River basin that drains into the Gulf of Mexico.

Motozintla covers an area of 603.035 km² which represents 36.79% of the Sierra Region, 1.03% of the total area of the State and 0.04% of the national surface; occupies an urban area of 142 hectares, bordering the municipalities of Siltepec to the north, Escuintla, and Villa Comaltitlán Huixtla to the west, Tuzantlán and Tapachula to the South; Mazapa de Madero and El Porvenir in the Northwest and to the East with the Republic of Guatemala (Figure 2). The head of Motozintla municipality has a population of around 69 119 inhabitants.



Figura 2. Vista satelital de la cabecera municipal de Motozintla.
Figure 2. Satellite view of the municipal seat of Motozintla.

Climatic conditions and natural phenomena

The catastrophe occurred in Motozintla, needs to be addressed from two perspectives: global climate change and the phenomenon of "El Niño and La Niña", meaning at first, as those changes in natural systems, physical or biological whose impacts cannot be located, but in a whole way affect large areas along the Earth, and the latter ones as the main actors in the events that affected the community.

It could say that there are two types of global change: a) small but dramatic changes in systems that operate on the Earth as a whole, for example, the mixture of gases in the stratosphere or changes in levels of carbon dioxide and other gases causing the greenhouse effect; and b) increase or alteration of local dimension in natural systems, such as the loss of biodiversity due to habitat destruction, deforestation, desertification, soil aridity and changes in patterns human settlement.

Condiciones climáticas y fenómenos naturales

La caracterización de la catástrofe ocurrida en Motozintla, es necesario abordarla desde dos puntos de vista: el cambio climático global y los fenómenos de “El Niño y La Niña”, entendiendo al primero de ellos, como aquellas alteraciones en los sistemas naturales, físicos o biológicos, cuyos impactos no pueden ser localizados, sino que afectan en conjunto extensas áreas de la Tierra y a los segundos como los actores principales en los sucesos que afectaron la comunidad.

Se puede decir que existen dos modalidades de cambio global: a) pequeñas pero drásticas alteraciones en sistemas que operan en el conjunto de la Tierra; por ejemplo, la mezcla de gases de la estratosfera o los cambios en los niveles de dióxido de carbono y otros gases que provocan el efecto invernadero; y b) aumento o alteración de dimensión local en los sistemas naturales; por ejemplo, la pérdida de biodiversidad debido a la destrucción del hábitat la deforestación, la desertificación, la aridización del suelo y los cambios de los modelos de asentamiento humano.

En el primer caso, hablamos de que el cambio global es un cambio sistémico por naturaleza, ya que el cambio iniciado por acciones que se producen en cualquier parte de la Tierra, puede afectar directamente en cualquier punto del planeta. En el segundo caso, hablamos de que el cambio global es un cambio acumulativo por naturaleza, y lo consideramos global porque sus efectos se dejan sentir en toda la Tierra, aunque las causas puedan ser localizadas, como la pérdida de biodiversidad debida a la deforestación (Ludevid, 2008).

Bajo el contexto anterior, se puede decir que la vulnerabilidad de México a los cambios climáticos depende más de las características físicas de las regiones y las condiciones socioeconómicas de la población, que de la severidad de los fenómenos meteorológicos. En el Cuadro 1 se muestran los fenómenos hidrometeorológicos acontecidos en el año de 1998. Durante la temporada de ciclones tropicales que afectó la Región IV, a la que pertenece México, se presentaron 29 ciclones, 15 en el Océano Pacífico y 14 en el Océano Atlántico. En el Pacífico el número de ciclones con nombre fueron 13, mientras que en el Atlántico el número de ciclones con nombre fueron 14 (CNA, 1999).

In the first case, we say that global change is a systemic change in nature, since the change initiated by actions that occur anywhere on Earth, can directly affect anywhere on the planet. In the second case, we say that global change is a cumulative change in nature, and it is considering global because its effects are felt throughout the Earth, although the causes may be located, such as loss of biodiversity due to deforestation (Ludevid, 2008).

Under the above context, we can say that Mexico's vulnerability to climate change depends more on the physical characteristics of regions and economic conditions of the population, than the meteorological phenomena severity. Table 1 shows the hydrometeorological phenomena occurred in the year 1998. During the tropical cyclones season that hit the Region IV, which Mexico belongs, there were 29 cyclones, 15 in the Pacific and 14 in the Atlantic Ocean. In the Pacific the numbers of cyclones named were 13, while the numbers of Atlantic hurricanes were named 14 (CNA, 1999).

The Table above shows the coincidence of events occurred in September and their typological characteristics, their consequences are discussed in later sections. The Figure 3 shows the interaction between cyclones and tropical storms that combined to generate extraordinary rainfalls in this region of the Chiapas State, specifically in the Motozintla municipality. Although, historically this type of rainfalls are not the only ones that have occurred in this century, but those that have caused major damages.

Of the total number of cyclones in the Pacific, only two went to ground in the national coasts, first <Frank>, the tropical storm that hit directly Baja California Sur State, and then the hurricane <Isis>, which also entered the national territory, this latter along with tropical storm <Javier>, contributed greatly to the generation of extraordinary rainfall on the Southeastern coast of Mexico. On the other hand, the total number of Atlantic hurricanes, only one entered the continent, Hurricane <Mitch> with H5 category according to the Saffir-Simpson scale, who after generating enormous damage in the Central American countries of Honduras, Nicaragua, El Salvador and Guatemala, also entered to the national territory, despite the damage caused by it was not so great in our country. Hurricane <Earl> and the <Frances> tropical storm occurred in the Gulf of Mexico showing paths with potential risk, because approached within 500 km of national coasts (CNA, 2008).

Cuadro 1. Resumen de la temporada de eventos hidrometeorológicos en 1998.
Table 1. Summary of meteorological events season in 1998.

Estadísticas en el Océano Pacífico				Estadísticas en el Océano Atlántico			
Nombre	Tipo	Fecha	Vientos max. (km h ⁻¹)	Nombre	Tipo	Fecha	Vientos max. (km h ⁻¹)
Aghata	TT	Jun. 11-16	100	Alex	TT	Jul. 27-Ago. 2	85
Sin nombre	DT	Jun. 19-21	55	Bonnie	H3	Ago. 19-30	185
Blas	H4	Jun. 22-30	220	Charly**	TT	Ago. 21-22	90
Celia	TT	Jul. 17-20	90	Danielle	H2	Ago. 24-Sep. 3	165
Darby	H3	Jul. 23-28	195	Earl**	H2	Ago. 31- Sep. 3	160
Estelle	H4	Jul. 29-Ago. 6	210	Frances**	TT	Sep. 8-11	100
Frank*	TT	Ago. 6-9	65	Georges**	H4	Sep. 15-29	240
Gerogete	H3	Ago. 11-16	185	Hermine**	TT	Sep. 17-20	75
Howard	H4	Ago. 20-29	240	Ivan	H1	Sep. 20-26	150
Isis*	H1	Sept. 1-3	120	Jeanene	H2	Sep. 21-30	165
Javier	TT	Sept. 7-11	85	Karl	H2	Sep. 23-27	165
Sin nombre	DT	Oct. 1-2	55	Lisa	H1	Oct. 5-9	120
Kay	H1	Oct. 12-16	120	Mitch(*)**	H5	Oct. 21-Nov. 5	285
Lester	H3	Oct. 14-26	185	Nicole	H1	No. 24-Dic. 1	140
Madeline	H1	Oct. 16-19	140				

*= entraron en tierra en México; **= entraron en tierra en EE. UU. y otros países; DT= depresión tropical; TT= tormenta tropical; H1-H5= huracán y categoría alcanzada en la escala Saffir-Simpson (Vertientes, 1999).

El cuadro anterior muestra la coincidencia de eventos ocurridos en el mes de septiembre y sus características tipológicas, las consecuencias que se produjeron, se analizan en los apartados posteriores. La Figura 3 muestra la interacción de los ciclones y tormentas tropicales, que se conjugaron para la generación de precipitaciones extraordinarias en la región del estado de Chiapas, específicamente en el municipio de Motozintla. Aunque históricamente este tipo de precipitaciones no son las únicas que se han registrado en este siglo, pero son las que han provocado mayores daños.

Del total de ciclones del Pacífico, sólo dos entraron a tierra en las costas nacionales, primero la tormenta tropical <Frank> que afectó directamente el estado Baja California Sur y luego el huracán <Isis>, que también entró a territorio nacional; este último junto con la tormenta tropical <Javier>, contribuyeron enormemente a la generación de precipitaciones extraordinarias en las costas del sureste mexicano. Por otro lado, del total de ciclones del Atlántico, sólo uno entro al continente, el huracán <Mitch> con categoría H5 en la escala Saffir-Simpson, que después de generar enormes daños en los países centroamericanos de Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala, también penetró a territorio nacional, aunque éste no afectó

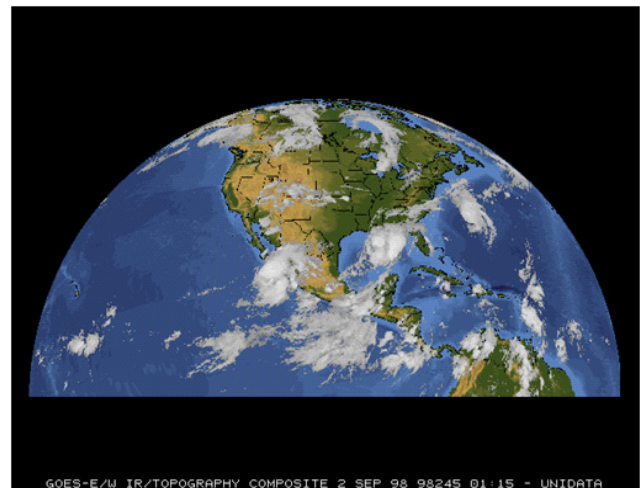


Figura 3. Fenómenos hidrometeorológicos en las costas del Océano Pacífico y las costas del Golfo de México.
Figure 3. Hydrometeorological phenomena in the Pacific Ocean coast and the Gulf of Mexico.

Hydrological conditions

The study area is located in the southeast portion of the Grijalva River basin and the Pacific slope, specifically in the hydrographic sub-basin of the River Xelajú Grande.

grandemente nuestro territorio. El huracán <Earl> y la tormenta tropical <Frances> se presentaron en el Golfo de México presentando trayectorias con riesgo potencial, debido a que se acercaron a menos de 500 km de las costas nacionales (CNA, 2010).

Condiciones hidrológicas

El área de estudio se localiza en la porción suroriental de la cuenca del Río Grijalva y la vertiente del Pacífico, de manera específica en la subcuenca hidrográfica del Río Xelajú Grande. Dos tributarios que jugaron un papel importante en las inundaciones fueron los ríos la Mina y Allende, debido que la hidrografía se desarrolla en una zona escarpada, las corrientes tributarias que se forman en la sierra son casi perpendiculares a las corrientes principales, descienden con gran velocidad y son capaces de arrastrar gran cantidad de detritos, que posteriormente son depositados en los causes localizados en áreas topográficas más bajas.

Tomando en cuenta el tipo de litología y las fuertes pendientes en el área, se tiene el desarrollo de un patrón de drenaje de tipo dendrítico de guías paralelas, que se caracteriza por tener una forma arborescente que se manifiesta en zonas con alta precipitación pluvial. Otra particularidad de este patrón de drenaje es que se desarrolla siguiendo zonas de falla, fracturamiento o de debilidad en el terreno.

Confluencia de corrientes

Las tres corrientes de aguas superficiales principales corresponden a la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta, particularmente a la cuenca del Río Grijalva-La Concordia. La primera de ellas, el Río Xelajú Grande, nace en la Sierra del Soconusco al poniente de la cabecera municipal, su cauce sigue una dirección hacia el oriente y actualmente limita al poblado de Motozintla en su porción norte, hasta su confluencia con los ríos Mina y Allende (Figura 2). Estos últimos nacen en la parte superior de la sierra, al sur de Motozintla, y siguen una dirección de flujo hacia el noreste, entre la sierra y la ciudad, limitándola en su porción sur y oriente respectivamente.

A partir del punto de intersección con el arroyo Xelajú Grande, las tres corrientes se unen para formar lo que se conoce como el Río Motozintla (Mazapa) cuyo cauce es casi este-oeste, pasando en medio del poblado de Mazapa de Madero. Los tres ríos mencionados se desbordaron

Two tributaries that played an important role in the flooding were the rivers La Mina and Allende, because the hydrography is developed in a escarpment zone, the tributary streams that are formed in the mountains (Sierra) are almost perpendicular to the main streams, down with great speed and are able to drag a large quantity of debris, which are then deposited in the riverbeds located in lower topographic areas.

Taking into account the type of lithology and steep slopes in the area, there is the development of a drainage pattern of parallel guides dendritic type, characterized by having a tree structure, which manifested in areas with high rainfall. Another peculiarity of this drainage pattern is that it develops along fault zones, fracture or weakness in the field.

Confluence of streams

The three major surface water currents correspond to the Grijalva-Usumacinta Hydrologic Region, particularly to the Grijalva River basin-La Concordia. The first one, the River Xelajú Grande, rises in the Sierra del Soconusco to the west of the county seat, its course is an eastwards direction and now the town of Motozintla limited in its northern portion to its confluence with the river Mina and Allende (Figure 2). These rivers begin in the top of the mountain, south of Motozintla, and follow a flow direction to the northeast, between the mountains and the city, limited in southern and eastern portion respectively.

From the point of intersection with the Xelajú Grande stream, the three streams come together to form what is known as the River Motozintla (Mazapa) whose channel is almost east-west, through downtown of Mazapa de Madero town. The three rivers indicated overflowed in 1998 due to a significantly increase in its flow; as a consequence, the city that is surrounded almost entirely by these currents suffered severe damage.

RESULTS AND DISCUSSION

The average rainfall in the country is 777 mm, equivalent to a volume of 1 522 km³, of which 410 correspond to surface runoff. The annual water availability *per capita* is very variable throughout the country and going from 211 to 1 478 m³ per person per year in arid areas and even 14 445 to 33 285 m³ per person per year in the south of the country.

en 1998 al aumentar considerablemente su cauce; como consecuencia, la ciudad que está rodeada casi en su totalidad por dichas corrientes sufrió daños muy severos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial promedio en el país es de 777 milímetros, que equivale a un volumen de 1 522 km³, de los cuales 410 corresponden al escurrimiento superficial. La disponibilidad de agua anual per cápita es muy variable en todo el territorio nacional y va desde 211 a 1 478 m³ anuales por persona, en las zonas áridas y hasta de 14 445 a 33 285 m³ anuales por persona en el sur del país.

De manera general, se puede decir que en la región sierra, las lluvias abundantes se registran en los meses de junio a septiembre, con una precipitación promedio anual de 2 060 mm, de acuerdo con datos de la estación meteorológica ubicada en el municipio de Motozintla (07-057). En algunos años se han registrado precipitaciones del orden de 3 970 mm, que significa que tales áreas se localizan entre las zonas más lluviosas; aunque la precipitación pluvial ha mostrado tendencias de descenso o a la irregularidad; así, en 1990 y 1991 la precipitación fue de 1 900 y 1 870 mm respectivamente; en los años siguientes no se cuenta con información, aunque los habitantes opinan que la cantidad de lluvia ha sido relativamente menor y con más irregularidades en sus ciclos, salvo las registradas en el año de 1998 (SEDESOL, 2009).

Las precipitaciones registradas durante la semana del 4 al 11 de septiembre de 1998 en el estado de Chiapas, alcanzaron 450 mm, provocando escurrimientos en las partes altas de la sierra, con desprendimientos y arrastre de suelo y vegetación desde todo punto de vista inusuales, con dimensiones que dieron lugar a la formación de diques y taponamientos, obstáculos que al ser rebasados por la fuerza del agua represada, fueron arrasados y destruidos ocasionando daños que no se habían registrado en las últimas seis décadas (SEDESOL, 1998).

La serie histórica de información meteorológica incluye los registros diarios de precipitación medidos en dicha estación desde 1922 hasta 1998, con excepción de los años de 1925, 1932, 1942, 1943 y 1971 en los cuales no se tienen registros, por lo que se considera que esta serie es extensa y completa para realizar un análisis satisfactorio. Es importante señalar que en el caso de los datos de precipitación, estos corresponden a la lámina de agua precipitada durante las

In general, we can say that in the Sierra region, the main rainfall is registered during the months of June to September, with an average annual rainfall of 2 060 mm, according to data from the meteorological station located in the municipality of Motozintla (07-057). In some years there has been rainfall in the order of 3 970 mm, which means that such region are located between the wetter areas, although the rainfall has shown declining trends or irregularities, in the following years there is no information, although the inhabitants believe that, the rainfall has been relatively minor and with even more irregularities in their cycles (SEDESOL, 1999).

Rainfalls recorded during the week of September 4th to 11th, 2008 in the State of Chiapas, reached 450 mm, causing runoff in the upper parts of the mountains, with landslides and soil and vegetation drag from every point of view unusual, with dimensions that led to the formation of dykes and plugs, obstacles that where overtaken by the force of water dammed up, were razed and destroyed causing damage had not occurred in the past six decades (SEDESOL, 1998).

The historical series of meteorological information includes daily records of precipitation measured at the indicated station from 1922 to 1998, except the years 1925, 1932, 1942, 1943 and 1971 in which there are no records, so it is considered that this series is extensive and complete for a satisfactory analysis. It is important to note that in the case of rainfall data, these correspond to the sheet of rainfall occurred during the 24:00 h before the registration date and time, so data should be interpreted as the amount of rain that precipitated within 24:00 h before the reporting date.

Annual cycle of rainfall

The available data (1922-1998), in general terms indicates that the Motozintla region has a well-defined rainy season that covers from May to October, during which precipitates more than 93% of annual total, the remainder being distributed from November to April. Particularly during the rainy season there are two peaks, the first located in June and the second in September both close to 20% of annual precipitation (Figure 4).

This general trend is repeated in the analysis of total rainfall per month for decades (Figure 5 and Figure 6), except for the decade of the 70s, period with maximum activity, i. e. from

24:00 h anteriores a la fecha y hora de registro, por lo que los datos deben interpretarse como la cantidad de lluvia que precipitó dentro de las 24:00 h previas a la fecha de reporte.

Ciclo anual de lluvias

La información disponible (1922-1998), indica en términos generales que la región Motozintla presenta un periodo de lluvias muy bien definido que abarca de mayo a octubre, durante el cual se precipita más de 93% del total anual, quedando distribuido el resto de noviembre a abril. Particularmente, durante el periodo de lluvias se presentan dos máximos, el primero corresponde a junio y el segundo a septiembre, ambos cercanos a 20% de la precipitación anual (Figura 4).

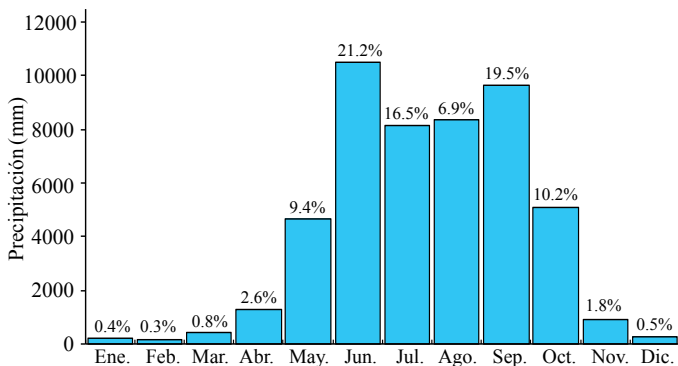


Figura 4. Precipitación total mensual absoluta y relativa registrada entre 1922 a 1998. Motozintla, Chiapas.
Figure 4. Absolute and Relative Monthly Total Precipitation recorded from 1922 to 1998. Motozintla, Chiapas.

Esta tendencia general se repite en el análisis de precipitación total mensual por décadas (Figura 5 y 6), con excepción de la década de los 70's, periodo con máxima actividad, esto es de junio a septiembre con alrededor de 1 450 mm mes⁻¹ década⁻¹, lo cual se debe a un incremento en la precipitación promedio durante los meses de julio y agosto o bien a una reducción en la precipitación promedio en los meses de junio y septiembre de esta década.

Precipitación total anual

A lo largo de 72 años con registro, han precipitado un total de 49 449 mm, equivalente a un promedio de 688.3 mm año⁻¹. Sin embargo, aún cuando la precipitación total anual (60% de los años) ha estado dentro de ±25% de la media anual. Durante los últimos veinte años (1978-1998) se observan tres periodos de notable variación con respecto a dicho valor (Figura 7).

June to September with about 1 450 mm month⁻¹ decade⁻¹, which is due to an increase in precipitation during the months of July and August or to a reduction in average rainfall in June and September of this decade.

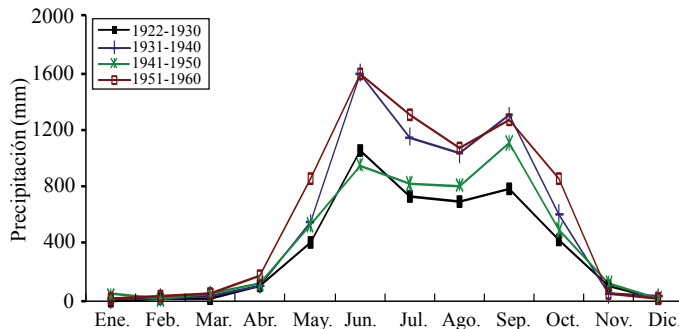


Figura 5. Precipitación total mensual por década 1922-1960. Motozintla, Chiapas.
Figure 5. Monthly total precipitation per decade 1922-1960. Motozintla, Chiapas.

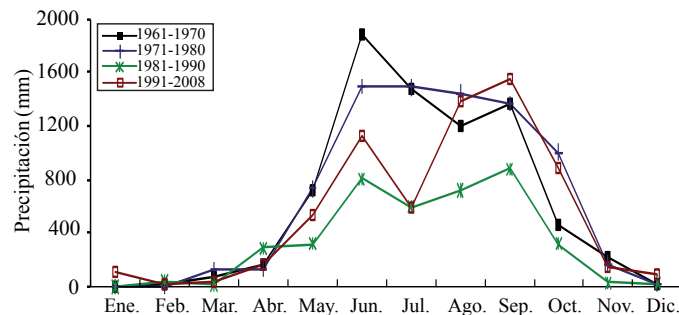


Figura 6. Precipitación total mensual por década 1961-1998. Motozintla, Chiapas.
Figure 6. Monthly total precipitation per decade 1961-1998. Motozintla, Chiapas.

Total annual rainfall

Over 72 years with registration, have precipitated a total of 49 449 mm, equivalent to an average of 688.3 mm year⁻¹. However, even if the total annual rainfall (60% of years) has been within ±25% of the annual average. During the last twenty years (1978-1998) three periods with notable variation respect the value previously indicated have been observed (Figure 7).

The first one corresponds to the period from 1978 to 1980 was a period of intense rainfall, reaching in 1978 the annual record high with 865.3 mm (170% higher than the annual average), been the same year when was registered s the highest monthly total precipitation during the month of

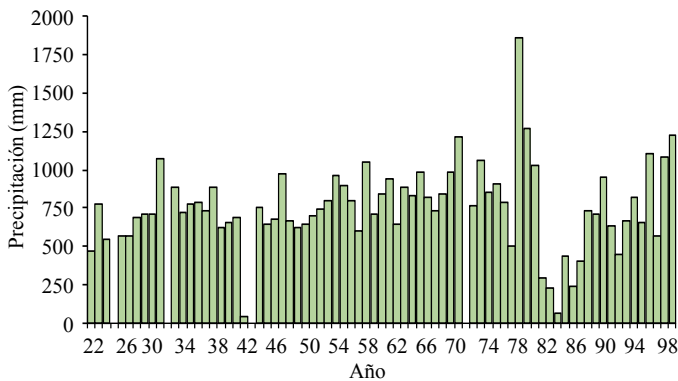


Figura 7. Precipitación total anual 1922-1998. Motozintla, Chiapas.

Figure 7. Total annual rainfall 1922-1998. Motozintla, Chiapas.

El primero de ellos corresponde al periodo de 1978 a 1980 que fue un periodo de intensa precipitación, alcanzando en 1978 el máximo histórico anual con 1 865.3 mm (superior en 170% a la media anual), siendo también este mismo año en el que se presenta la máxima precipitación total mensual durante el mes de julio con 461.9 mm. El segundo periodo importante abarca de 2001 a 2005. Corresponde a una etapa de bajas precipitaciones con un total de 1 272 mm equivalentes a menos de 280 mm por año en promedio y con un mínimo de sólo 66 mm en 1983, aún cuando este valor seguramente esta subestimado debido a la carencia de registros durante los meses de agosto, septiembre y la primera quincena de octubre.

Otro año que aparentemente quedaría incluido en este periodo fue 1986, por su baja precipitación la cual alcanza solo 405 mm; sin embargo, también es una subestimación por carecer de la información correspondiente a los meses de junio a septiembre, principal temporada de lluvias. Finalmente, el tercer periodo de interés abarca de 1995 a 1998 por sus altas precipitaciones, que alcanzaron casi 4 000 mm en total; es decir, un promedio de 1 000 mm por año o 1.5 veces el promedio anual. En particular destaca el año de 1998, correspondiente justamente al año en que se presentó el desastre en Motozintla objeto de este estudio, cuando se registraron 1 229 mm de lluvia, siendo el tercero en importancia en toda la serie histórica y sólo 3% por debajo del segundo mayor registro correspondiente al año de 1979 con 1 269 mm.

Actividad pluvial durante 1998

El año de 1998 estuvo caracterizado por muy bajas precipitaciones durante casi todo el año; por otra parte, en solo cinco días se superaron los 25 mm, con la muy notable excepción de los días 8 y 9 de septiembre, cuando la lámina

July with 461.9 mm. The second important period covering from 1981 to 1985, corresponds to a period of low rainfall with a total of 1 272 mm, equivalent to less than an average of 280 mm per year and with a minimum of only 66 mm in 1983, even if this value is probably underestimated due to lack of records for the August, September and the first half of October.

Another year that apparently would be included in this period was 1986, because of its low rainfall which reaches only 405 mm, but also is an underestimate due to lack of information for the months of June to September, main rainy season. Finally, the third period of interest spans from 1995 to 1998 for its high rainfalls, which reached almost 4 000 mm in total; i. e., an average of 1 000 mm per year or 1.5 times the annual average. In particular, highlights the year of 1998, just the year for the submission of the disaster in Motozintla, purpose of this study, when there were 1 229 mm of rain, been the third in importance in all historical series and only 3% below the second highest record for the year 1979 with 1 269 mm.

Pluvial activity in 1998

The year 1998 was characterized by very low rainfall during most of the year, on the other hand, in just five days exceeded 25 mm, with the very notable exception of 8 and 9 September, when the rain reached 175 and 130 mm respectively, which means that in just 48 hours precipitated 25% of all rainfall recorded over this year (which as mentioned was the third most important by the amount of rain since 1922), and more than 40% of historical annual average (Figure 8).

Also, if consider the total amount of rain recorded in a more or less continuously way from August 22 until September 11, we have that in only 20 days, the rain reached 500 mm, i. e. 75% of the average annual precipitation.

Debris flow

In the hydrometeorological event occurred in Motozintla, we can identify three types of flow: water, hyperconcentrate and debris, the latter being the most important for its impact on the disaster development (Figure 9).

The debris flow is characterized by containing rock fragments of all sizes mixed with mud (fine particle of silt size and clays), which move like a torrent of mud and stones, hitting and rubbing each other. During its

de lluvia alcanzó los 175 y 130 mm respectivamente, lo que implica que en sólo 48 horas precipitó 25% de toda la lluvia registrada a lo largo de este año (que como ya se mencionó fue el tercero más importante por la cantidad de lluvia desde 1922), y más de 40% de la media anual histórica (Figura 8).

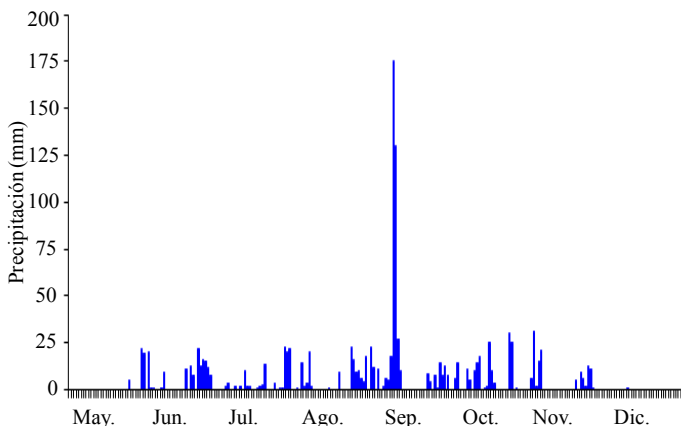


Figura 8. Precipitación diaria durante el año de 1998 en Motozintla, Chiapas.

Figure 8. Daily rainfall during the year 1998 in Motozintla, Chiapas.

Además, si se considera la cantidad total de lluvia registrada de manera más o menos continua desde el día 22 de agosto y hasta el 11 de septiembre, se tiene que en sólo 20 días la lluvia alcanzó más de 500 mm, esto es, 75% de la precipitación promedio anual.

Flujo de escombros

En el evento hidrometeorológico ocurrido en Motozintla se identificaron tres tipos de flujo: agua, hiperconcentrado y de escombros, siendo éste último el de mayor importancia por su impacto en el desarrollo del desastre (Figura 9).

El flujo de escombros se caracteriza por presentar fragmentos de roca de todos tamaños mezclados con lodo (partículas finas del tamaño del limo y las arcillas), los cuales se desplazan como un torrente de lodo y guijarros, golpeándose y friccionando entre sí. El flujo de detritos tiene la capacidad de envolver estructuras como casas, puentes, autos, etc., durante su trayectoria; cubre caminos y rellena campos de siembra con una cobertura de fragmentos de roca y material fino; hasta que se detiene como un depósito de detritos con un frente de márgenes de forma lobular (Figura 10).

trajectory, the debris flow has the ability to wrap structures like houses, bridges, cars, etc, covering roads and fill fields planted with a cover of rock fragments and fine material, until it stops like a debris tank with a front of lobular margins (Figure 10).



Figura 9. Comportamiento de los flujos de escombros emplazados en la comunidad de Motozintla y los daños provocados por el desastre de 1998.

Figure 9. Debris flow behavior accumulated in Motozintla community and damage caused by the disaster of 1998.

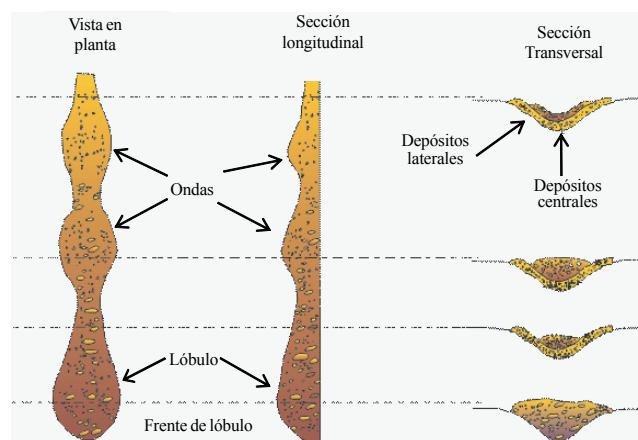


Figura 10. Morfología de un flujo de escombros. Obsérvese la forma lobular del frente y los montículos laterales. (Jakob and Hungr, 2005).

Figure 10. Morphology of a debris flow. Note the lobular shape of the front and side mounds. (Jakob and Hungr, 2005).

Another feature of debris flow is that while it dries, looks like a low quality concrete, but as it flows, it behaves like a wet concrete, capable of filling houses without tearing down their walls.

Otra característica del flujo de detritos es que mientras se deseca, aparenta ser como un concreto de baja calidad, pero mientras este fluye, se comporta como un concreto húmedo, capaz de rellenar casas sin derribar las paredes.

Afectaciones al sector agropecuario

El 57.71% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, 97.08% hombres y 2.92% mujeres. La PEA del sector primario se mantiene más o menos estable y los cultivos principales son café, maíz, frijol y papa. En el municipio se tiene ganado bovino, porcino y aves de corral pero la producción es prácticamente para el autoconsumo. La superficie agrícola asciende a 58 482 ha, de las cuales 52 181 son de temporal (89.2% del total) y 95 de riego (0.16% del total de la superficie agrícola), siendo, como arriba se indica, el café, el maíz y la papa los cultivos más importantes (Cuadro 2) (SIAP, 2006).

Cuadro 2. Volumen por tipo de cultivo.
Table 2. Volume by type of crop.

Tipo de cultivo	Volumen riego (t)	Volumen temporal (t)	Total
Maíz de grano	0	14 335.9	14 225.9
Papa	0	4 352	4 352
Café cereza	0	45 510.4	45 510.4
Plátano	557	650	1207

El maíz y la papa (cultivos anuales), el café y el plátano (perennes), a pesar de su importancia económica, han tenido un crecimiento lento debido a dos razones. La primera tiene que ver con los factores de la producción, pues prevalece la falta de asistencia técnica, la inadecuada tecnificación del campo, la falta de prácticas de conservación de agua y suelos, la reducida utilización de semillas mejoradas, insumos y equipo tradicional (Figura 11); y la segunda se debe a los problemas de comercialización que enfrentan los pequeños productores, que los obliga a vender su producción a precios bajos, ya sea en forma directa en los mercados o a los intermediarios.

Motozintla es el municipio con mayor producción de café, pero además de la problemática que se mencionó anteriormente, tiene que enfrentar la competencia internacional (sobre todo con Brasil). Por su parte, el maíz enfrenta un bajo precio en el mercado, que obliga a tener en la mayoría de los casos una producción de autoconsumo; el frijol enfrenta un precio bajo en el mercado y bajo

Repercussions on the agricultural sector

The 57.71% of the economically active population works in agriculture, being 97.08% men and 2.92% women. The EAP of the primary sector remains more or less stable and the main crops are: coffee, corn, beans and potato. The municipality has bovine cattle, pigs and poultry, but production is virtually for auto-consumption. The agricultural area reach to 58 482 ha, of which 52 181 are un-irrigated (89.2% of total) and 95 with irrigation (0.16% of total agricultural area), being, as indicated above, the coffee, corn and the potato the most important cultivated plants (Table 2) (SIAP, 2006).

Corn and potato (annual crops), coffee and bananas (perennial), despite its economic importance, have slow growth for two reasons. The first deals with the factors of production, since the prevailing lack of technical assistance, inadequate technological development of the field, lack of water and soils conservation practices, low use of improved seeds, inputs and traditional equipment (Figure 11), and the second is due to marketing problems faced by small producers, forcing them to sell their produce at low prices, either directly in markets or intermediaries.



Figura 11. El cultivo de maíz.
Figure 11. Maize cultivation.

Motozintla is the municipality with the highest coffee production, but beside the problems mentioned above, has to face international competition (especially with Brazil). For its part, maize faces a lower price in the market, which forces farmers to have in most cases a subsistence production, the bean faces a lower price on the market and low yield in the crop, so it is also intended own consumption, and finally, the banana is an underexploited fruit, at least in Motozintla, and more than a profitable activity is seen as a sacrifice land for coffee cultivation.

rendimiento en el cultivo, así que también se destina al autoconsumo; finalmente, el plátano es un frutal poco explotado, por lo menos en Motozintla, y más que una actividad rentable se ve como un sacrificio de tierras para el cultivo de café.

En general, la problemática que enfrenta el sector primario ha llevado a la descomposición de las unidades rurales, que se ha traducido en un mayor número de campesinos sin actividad, que emigran hacia las cabeceras municipales en busca de empleo, lo cual contribuye a agravar el problema de la mancha urbana irregular. Este desalentador panorama agrícola se empeoró por las afectaciones ocurridas al sector. Las inundaciones dejaron un saldo importante de pérdidas de cultivos y animales, la destrucción de vías de comunicación aislaron a los productores que los utilizaban para sacar sus productos.

La Secretaría de Desarrollo Social (SDS) calculó daños en al menos 3 238 hectáreas de cultivo en Motozintla. De éstas, se perdieron 1 403 ha de café, 1 391 ha de maíz, y 431 ha de frijol; además de afectarse 123 patios de secado de café y 94 tanques de fermentación. Se dañaron 8 de los 10 municipios chiapanecos de la región siete, siendo Motozintla donde hubo mayores daños como se muestra en el Cuadro 3.

Afectaciones urbanas

En Motozintla las zonas habitacionales no poseen una tipología homogénea, encontrándose muros de adobe con y sin recubrimiento; pisos de mosaicos, cemento y tierra; techos de concreto, láminas y tejas, así como dotación de infraestructura insuficiente, sobre todo en la periferia en donde la población se ha establecido sin ningún orden. En la siguiente tabla se puede advertir que la mayoría de las casas en Motozintla tienen pisos de cemento, paredes de tabique y techos de lámina de asbesto y metálica. En este sentido, no hay que olvidar que las características de las construcciones determinan el efecto final de los desastres (Cuadro 4).

Cuadro 4. Materiales de las viviendas en Motozintla.

Table 4. Housing materials in Motozintla.

Pisos		Paredes		Techos	
29.61%	67.18%	8.02% de	42.05% de	82.24% son de lámina de	1.93% de teja
de tierra	de cemento o concreto	madera	tabique	asbesto y metálica	
2.58%	0.47%	0.91% de	0.4% de otros	13.1% de losa de	0.59%
de madera mosaico y	No especificado	embarro y	materiales	concreto ²	de otros
otros recubrimientos ¹		bajareque			materiales

¹= incluye ladrillo, bloc, piedra, cantera, cemento y concreto; ²= incluye tabique, ladrillo y terrado con viguería. INEGI (2005).

In general, the problems facing by the primary sector has led to the breakdown of rural units, which resulted in a greater number of farmers without activity, which migrate to the main towns in search of employment, which aggravates the problem of irregular urban sprawl. This agricultural daunting outlook worsened by the damages occurred in this sector. The floods left an important balance of loss of crops and animals, destruction of roads isolated the producers who used them to get off their products.

The Ministry of Social Development (SDS) estimated damage in at least 3 238 hectares of crops in Motozintla. Of these, were lost 1 403 ha of coffee, 1 391 ha of maize, and 431 ha of beans, beside these, 123 coffee drying courtyards and 94 fermentation tanks were affected. 8 out of 10 municipalities of the seven region of Chiapas were damaged, being Motozintla where there was major damage as shown in Table 3.

Cuadro 3. Afectaciones al Sector Agropecuario en Motozintla, Chiapas.

Table 3. Repercussions on the agricultural sector in Motozintla, Chiapas.

Concepto	Afectaciones
Productores agrícolas (3 982 afectados)	Maíz 1 391 ha Café 1 403 ha Frijol 431.48 ha Varios 12.24 ha
Patios de secado de café	123
Tanques de fermentación de café	94
Productores pecuarios (97 afectados)	1 608 colmenas

SEDESOL (1998); CNC (2000).

Urban affectations

In Motozintla residential areas do not have a uniform type, being adobe walls with and without coating, floor tiles, cement and soil, concrete ceilings, plates and tiles, as well as inadequate provision of infrastructure, especially in the

De 1990 a 1995 la vivienda se incrementó sólo 14%. El factor a destacar en este punto, es el nivel de hacinamiento el cual ha sido de 5.9 habitantes por vivienda, mismo que se considera alto sobre todo porque son casas pequeñas (10*10 m²), y además la mayoría de estas viviendas no cuentan con la infraestructura básica necesaria. La demanda de vivienda se incrementa aun más, sobre todo cuando ocurren desastres por fenómenos naturales como Mitch (2008), la tormenta tropical Earl (1998) o Stan (2005).

Respecto al impacto de los fenómenos de 1998, se reporta que el total de personas que habitaban las zonas afectadas era de 1 200 000; los que resintieron la catástrofe fueron 688 000. De éstos, los más afectados por pérdida de seres queridos, casas, animales y cultivos fueron 282 000, casi 46% de la población. Según cifras de SEDESOL (estatal) fueron 25 000 las viviendas afectadas de alguna forma por el desastre. En el Cuadro 5 se muestran las afectaciones tenidas en el área urbana como consecuencia de este desastre.

periphery where population has been established without any order. The following Table can be noted that most of the houses in Motozintla have cement floors, brick walls and tin or asbestos roofs. In this sense, it must be remembered that the characteristics of the buildings determine the final effect of the disaster (Table 4).

From 1990 to 1995, housing increased only by 14%. The factor to be highlighted at this point is the level of overcrowding which has been of 5.9 people per dwelling, which was considered high mainly because they are small houses (10*10 m²), and also most of these houses do not have the basic infrastructure. Housing demand increases even more, especially when disaster strikes by natural phenomena such as Mitch (1998), Tropical Storm Earl (1998) or Stan (2005).

Regarding the impact of the phenomena of 1998, several reports indicated that the total number of people who lived in the affected areas was 1.2 million, and those

Cuadro 5. Afectaciones al área urbana de la cabecera municipal de Motozintla, Chiapas.

Table 5. Impact on the urban area of the locality of Motozintla, Chiapas.

Márgenes del Río Xelajú Grande		Márgenes del Río Allende (Tixcum)	
Barrio	Casas dañadas	Barrio	Casas dañadas
Fco. Sarabia	45	Las Canoas	133
Miguel Hidalgo	36	San Antonio	137
Fovissste	0	San Caralampio	117
Los Laureles	14	E. Zapata	77
El Molino	5	Preparatoria	86
Rivera Hidalgo	31	El Mojón	3
Xelajú Chico	53	Subtotal	553
La Unión	13	Márgenes del Río La Mina (Caquero)	
Frambooyanes	32	Barrio	Casas dañadas
El Naranja	36	Tejería	40
Campo (invasores)	30	San Lucas	23
Reforma 1ª Sección	25	Reforma Centro	31
Reforma 2ª Sección	33	Subtotal	94
Subtotal	353		

CONCLUSIONES

Existe una nueva perspectiva que ha surgido para el estudio de los desastres provocados por fenómenos naturales, esto es: el principio de la construcción social del riesgo. Recientemente los desastres están siendo considerados como fenómenos de origen social y no ya como simple efecto

who resented the catastrophe were 688 000. Of these, the most affected by loss of loved ones, homes, livestock and crops were 282 000, nearly 46% of the population. According to the information published by the Chiapas Ministry of Social Development were: 25 000 homes were affected in some way by the disaster. The Table 5 shows the damages taken in urban areas as a result of this disaster.

de los fenómenos naturales. Es decir, las implicaciones de esta perspectiva sólo pueden percibirse, si se considera que la vida humana es una interacción de diversos órdenes: político, económico, cultural, religioso e histórico. Por tanto, podemos establecer que “los desastres son nuestros, no de la naturaleza”. Se asume pues la relación dialéctica entre el quehacer de la vida humana y la estructura del medio natural.

Es un hecho que los riesgos naturales son fenómenos integrantes del ambiente, la magnitud de los daños que producen es directamente proporcional a las decisiones tomadas durante el proceso de desarrollo de los asentamientos humanos, uso de suelo y en general del aprovechamiento de los recursos. Si bien es cierto que el fenómeno presentado en 1998 tiene que ver con los desórdenes climáticos que se vienen presentando a nivel mundial, habría que reconocer que no puede atribuírsele al fenómeno conocido como “El Niño”, la dimensión de la catástrofe ocurrida en el área de estudio, aunque si haya influido en la intensificación de las lluvias tradicionales de septiembre. Las causas se deben también a un cúmulo de errores humanos.

Por otro lado, habría que hacer notar que las condiciones ecológicas, que presenta la sierra la hacen una zona susceptible de sufrir catástrofes ambientales, especialmente en Motozintla, que presenta casi 90% de deforestación. No se puede exonerar de responsabilidad a quienes permitieron esas acciones de deforestación, como son autoridades, líderes, empresas madereras o la misma población. Es un hecho que el estado actual de la sierra motozintleca, se debe principalmente a la falta de cultura ecológica de los gobernantes, que no han tenido la visión e intención de conformar equipos de trabajo con personas capacitadas, que fomenten una cultura de conservación de los recursos naturales o bien iniciar procesos de recuperación del conocimiento tradicional de manejo forestal o generar procesos de manejo integral de los recursos, que permitan combinar acciones de conservación con la generación de recursos económicos para la población.

LITERATURA CITADA

- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2008. Revista de comunicación interna vertientes. México. 4(36):185-197.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1999. Revista de comunicación interna vertientes. México. 5(39):289-306.

CONCLUSIONS

There is a new perspective that has emerged for the study of disasters caused by natural phenomena, i. e. the principle of the social construction of risk. Recently, disasters are being considered as phenomena of social origin and not as mere effects of natural phenomena. That is, the implications of this perspective can only be seen if one considers that human life is an interaction of different kinds: political, economic, cultural, religious and historical. Therefore, we can establish that “disasters are ours, not nature’s”. It is assumed the dialectical relationship between the work of human life and the structure of the natural environment.

It is a fact that, natural hazards are members of environmental phenomena; the magnitude of the damage produced is directly proportional to the decisions made or not during the process of development of human settlements, land use and general use of resources. While it is true that the phenomenon presented in 1998 is related to climatic disturbances have been presented worldwide, we should recognize that not be attributed to the phenomenon known as “El Niño”, the dimension of the catastrophe in the area study, although it has influenced by the intensification of the rainfall normally occurred during September, the causes are also due to an accumulation of human errors.

On the other hand, should be noted that the particular ecological conditions in the region of study make it susceptible to environmental disasters, especially in Motozintla, which has almost 90% of deforestation. Unable to hold harmless those who allowed these acts of deforestation, such as the authorities, leaders, logging companies or the same population. It is a fact that, the current situation in the sierra motozintleca, is mainly due to the lack of ecological culture of the governmental authorities, who have not had the vision necessary to build teams with trained people, to foster a culture related with the natural resources conservation or initiatives leading to recover the traditional knowledge of forest management or to generate integrated management of resources that combine conservation actions by generating economic resources for the population.

End of the English version



- Confederación Nacional Campesina (CNC). 2010. Consejo Regional del Café. Diagnóstico Regional Motozintla. 2000-2010. 48 p.

- Fondo Nacional de Apoyo a Empresas Sociales (FONAES). 1998. Acta de cierre de apoyo a damnificados en el municipio de Motozintla, Chiapas, México.
- Glantz, H. M. 2007. Por qué preocuparse por El Niño. Environmental and Societal Impact. Group National Center for Atmospheric Research Boulder. Colorado, USA. 25(42):1140-1152.
- GECH. 1998. Gobierno del Estado de Chiapas, Secretaría de Agricultura y Ganadería Delegación Regional VII- Sierra Motozintla, Chiapas. Propuesta de reactivación agropecuaria de la región VII-Sierra. SAG, SEDESOL.
- Instituto Nacional Indigenista-Secretaría de Desarrollo Social (INI-SEDESOL). 2009. Programa emergente de vivienda "Nuevo Milenio". Centro Coordinador Mame-Mochó-Cakchiquel, Mazapa de Madero, México. 585 p.
- Jakob, M. and Hungr, O. 2005. Debris Flow Hazards and Related Phenomena: Springer-Praxis, Heidelberg. 739 pp.
- Trenberth, K. I. 2007. El Sistema de El Niño-Oscilación Sur. Centro Nacional para Investigaciones Científicas Boulder. Colorado, EUA. 28(3)221-230.
- Trenberth, K. 1997. Dos ENOS y las variaciones antropogénicas del clima. National Center For Atmospheric Research Boulder. Colorado, USA. 285 pp.
- Ludevid, A. M. 2008. El cambio global en el medio ambiente. Introducción a sus causas internas. Editorial Alfaomega Marcombo. México. 48 p.
- Magaña, R. V. 2010. Los impactos del niño en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación. México. 229 p.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 1999. Diagnóstico Región VII Sierra.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) INPROVICH. 1998. Reporte de avance de verificación de daños en viviendas por el fenómeno meteorológico en la zona rural y cabecera municipal de Motozintla, Chiapas. México. 425 pp.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 1998. Propuesta de reactivación agropecuaria de la región VII-Sierra. 145 pp.
- Reyes, Z. L. E. 2005. Género y desastres humanitarios en Revista de la Universidad Cristóbal Colón. Tercera época, Año III. Núm. 20. 2(1)28-35.