

**Huracán Paulina**

Imagen de satélite NOAA-AVHRR, bandas 1, 2, 4, del día 7 de octubre de 1997. Proporcionada por el Instituto de Geografía de la UNAM.

## **PELIGROS DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO Y LOCALIZACIÓN DE ZONAS VULNERABLES**

### **INTRODUCCIÓN**

Oaxaca es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden causar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de consideración. Entre estos fenómenos se encuentran las lluvias, granizadas, heladas y sequías.

Las fuertes precipitaciones pluviales pueden generar intensas corrientes de agua en los ríos, flujos con sedimentos en laderas de las montañas, movimientos de masas que transportan lodo, rocas, arena, árboles, y otros objetos que pueden destruir casas, tirar puentes y romper tramos carreteros.

En Oaxaca prácticamente cada año ocurren inundaciones por desbordamiento de ríos y lluvias locales intensas, las cuales son cada vez más considerables debido a que existen modificaciones del terreno, es decir, la población se ubica en zonas aledañas a ríos y arroyos que pueden causarles posteriormente una inundación.

Las granizadas producen afectaciones en las zonas de cultivo, obstrucciones del drenaje y daños a estructuras en las zonas urbanas. Las sequías provocan fuertes pérdidas económicas a la ganadería y a la agricultura en periodos de meses o años.

El conocimiento de los principales aspectos de los fenómenos hidrometeorológicos, la aplicación de medidas de prevención y su difusión a la sociedad pueden contribuir a la reducción de los daños y pérdidas de vidas humanas.

En este capítulo se describen los principales fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en el estado de Oaxaca, sus consecuencias y las zonas de mayor vulnerabilidad en el territorio estatal.

### **2.1 Sistemas tropicales.**

#### **2.1.1. Tormentas locales violentas.**

Ciertos fenómenos meteorológicos frecuentemente son demasiados pequeños para poderlos reconocer en los mapas sinópticos corrientes, aunque sus efectos sean algunas veces localmente importantes, es muy difícil detectarlos debido a la separación de las estaciones meteorológicas de observación.

Estas tormentas se forman con aire cálido que ascendió por ser mas liviano que el aire frío que existe en sus alrededores, éstas se presentan en áreas relativamente pequeñas, generalmente en zonas urbanas.

A menudo es posible distinguir las torres que sobresalen de la parte en crecimiento de una nube convectiva. Otras veces se pueden observar masas o líneas de tormentas unidas entre sí y que se extienden sobre distancias horizontales que sobrepasan los 50 Km.

Algunas veces es posible asociar una tormenta con una cierta unidad de circulación convectiva que se llama célula. El diámetro de una célula tormentosa es del orden de 10 Km. y una célula aislada puede formarse a partir de varios Cúmulos en desarrollo.

En general, las células tienen tendencia a reunirse. Sin embargo, pueden habitualmente distinguirse por la configuración del eco de sus precipitaciones en la pantalla del radar. Por otra parte, los aviones atraviesan a menudo regiones menos turbulentas situadas en la zona que separa las células tormentosas.

Fundándose en la velocidad y en el sentido de las corrientes verticales se pueden distinguir tres periodos en la vida de una célula tormentosa.

La fase de crecimiento.

El periodo de madurez

La fase final.

Durante el crecimiento existen en toda la nube fuertes corrientes ascendentes. Aunque las observaciones por avión en el interior de la nube indican la presencia de lluvia, parece ser que estas precipitaciones quedan suspendidas por las ascensiones ya que en esta etapa no llegan al suelo.

El periodo de madurez comienza cuando las gotas de agua o las partículas de hielo caen de la base de la nube. Salvo en las regiones áridas, estas gotas y partículas alcanzan el suelo en forma de precipitación. Sus dimensiones y concentración son demasiado elevadas para que las corrientes ascendentes puedan sostenerlas.

La fricción ejercida por la caída de los hidrometeoros ayuda a cambiar ciertas partes de la nube, el movimiento ascendente en movimiento descendente. Sin embargo el movimiento ascendente persiste y frecuentemente alcanza su máxima intensidad en la parte superior de la nube, cuando comienza el periodo de madurez.

En este estado, una célula tormentosa va acompañada de fenómenos violentos en las proximidades de la superficie terrestre, en particular fuertes corrientes descendentes de aire frío, ráfagas, lluvias torrenciales, granizo y descargas eléctricas.

En la fase final, la corriente ascendente desaparece completamente. La corriente descendente abarca la totalidad de la célula y, por lo tanto, no puede producirse condensación. Esta corriente se debilita cuando cesa la formación de gotas de agua y partículas de hielo.

Las tormentas pueden producirse en diversas situaciones sinópticas. Las condiciones iniciales favorables para su formación son:

Presencia de aire húmedo en un gran espesor de la atmósfera.

Una atmósfera inestable para el aire saturado que se extiende hasta grandes altitudes.  
Un potente mecanismo que fuerce el aire a elevarse a grandes alturas.

Las tormentas pueden formarse en el interior de una masa de aire. A estas se les conoce con el nombre de tormentas de masa de aire. El mecanismo que provoca el movimiento ascendente puede ser: la ascendencia orográfica, la convección o los movimientos ascendentes extendidos.

También pueden producirse tormentas como resultado de la interacción de dos masas de aire: son las tormentas frontales. En este caso la ascendencia puede originarse por la llegada de aire frío que se desliza bajo una masa de aire cálido y húmedo, o por el paso de este aire cálido y húmedo por encima del aire frío.

El estado de Oaxaca por su orografía y su situación geográfica está propenso a sufrir los embates de estos sistemas locales, las regiones generadoras de tormentas son: la Cañada, Sierra Norte, Cuenca del Papaloapan e Istmo de Tehuantepec, pero cuando se tiene una importante afluencia de aire húmedo proveniente del Océano Pacífico, también los Valles Centrales sufren severas afectaciones por los efectos de estos sistemas.

### 2.1.2 Ondas Tropicales u Ondas del Este.

Estas perturbaciones se originan en la corriente de los vientos alisios o en la zona intertropical de convergencia, son evidentes áreas de lluvia intensa con vientos arrachados o bien de ligeros moderados, poseen una distorsión ondulatoria en su campo de viento. Estos fenómenos viajan al oeste de 6 a 7 grados en un día a una velocidad media de 15 Km./h, produciendo fuerte convección sobre la zona que atraviesa.

Una Onda presenta una longitud de entre 2000 a 4000 Km., con un ciclo de vida que incluye crecimiento, madurez y disipación, el cual tiene una duración que va de una a dos semanas. Detrás de la línea de una Onda existe una zona convergente de nivel bajo, y delante de la línea, en una zona divergente. Por lo tanto la actividad de los cumulonimbus tienden a ocurrir detrás de la línea, mientras que delante, el tiempo es generalmente más benigno con nubes cúmulos de poco desarrollo vertical. (Figura No. 45)

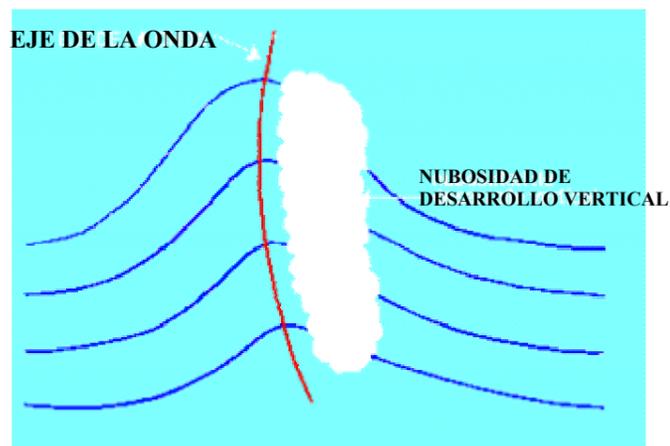


Figura No. 45.- Esquema de una onda tropical. Fuente: SMN

Las Ondas tropicales se originan en el Océano Atlántico, realizando un largo recorrido hasta el Océano Pacífico a su paso por el estado de Oaxaca provocan fuertes precipitaciones siendo las regiones del Istmo de Tehuantepec, Costa y Cuenca del Papaloapan las de mayor afectación por estos sistemas.

Una característica muy importante de estas perturbaciones, al presentarse el fenómeno de La “Niña” (1999) las Ondas se originan muy fuertes ya que la temperatura superficial del Atlántico se eleva unos cuantos grados por arriba de lo normal (27°C) y la zona intertropical de convergencia se desplaza al norte, originando fuertes precipitaciones el paso de estos sistemas sobre nuestro estado, lo que provoca severas afectaciones tales como: inundaciones, desbordamientos de ríos y deslaves de zonas montañosas.

### 2.1.3 Huracanes.

Un Huracán es una gran perturbación que se produce en regiones tropicales de la atmósfera donde las aguas del océano son relativamente cálidas (temperatura alrededor de 28° C). Se caracteriza por un gran centro de baja presión, en torno al cual el aire gira a gran velocidad abarcando una extensión de varios cientos de kilómetros. Los huracanes tienen una anatomía y una clasificación propia, que depende de la intensidad de los vientos, de la presión atmosférica y de los daños potenciales que puede causar.

Los ciclones se clasifican según la intensidad de sus vientos en:

- a) **Ciclón tropical:** Sistema formado por nubes con movimiento definido con vientos máximos sostenidos menores a 60 km/h. Está considerado un ciclón tropical en fase formativa.
- b) **Tormenta tropical:** Sistema formado por nubes con movimiento definido, cuyos vientos máximos sostenidos varían entre 61 y 120 km/h.
- c) **Huracán:** Es un ciclón tropical de intensidad máxima en donde los vientos máximos alcanzan y superan 120 km/h. Han llegado a medirse hasta 250 km/h en los vientos de los huracanes más violentos. Tienen un núcleo definido de presión en superficie muy baja, que puede ser inferior a 930 hPa.

Un huracán se forma a partir de una tormenta tropical, y es formalmente identificado como tal, asignándosele un nombre, cuando el viento cerca de la superficie supera los 120 km/h. La energía que requiere un huracán para mantener su actividad proviene de la liberación de calor que se produce en el proceso de condensación del vapor de agua que se evapora desde la superficie del océano, formando nubosidad e intensa precipitación. Cuando un huracán entra en el continente pierde rápidamente intensidad al detenerse el proceso de fuerte evaporación desde la superficie. Un huracán bien desarrollado posee un núcleo central sin nubosidad, de un diámetro entre 10 y 50 km, donde el aire desciende. Esta región se denomina el ojo del huracán. Los vientos asociados a un huracán pueden a veces exceder los 250 km/h. A diferencia de los tornados, la vida media de un huracán puede variar desde unos pocos días hasta varias semanas.

El huracán funciona como una máquina sencilla de vapor, con aire caliente y húmedo proveyendo su combustible. Cuando los rayos del sol calientan las aguas del océano, el aire húmedo se calienta, se expande y comienza a elevarse como lo hacen los globos de aire caliente. Más aire húmedo reemplaza ese aire y comienza ese mismo proceso de nuevo. La rotación de la tierra eventualmente le da movimiento en forma circular a este sistema, el que comienza a girar y desplazarse como un gigantesco trompo. Como en todo ciclón, este giro se realiza en sentido horario en el hemisferio sur y antihorario en el hemisferio norte.

La temporada de huracanes da principio cuando el ecuador climático se mueve en dirección de los polos llevando consigo altas temperaturas que calientan el aire y el agua de mar, dando lugar de esta forma al surgimiento de una zona de baja presión. Esto ocurre generalmente entre los meses de mayo a noviembre.

Uno de los estudios más recientes sobre la formación de los huracanes, señala como causa la violenta circulación de aire en ellos y la transformación de la energía calorífica liberada al condensarse el vapor de agua contenido en el aire que asciende desde la superficie en un área muy extensa. Tal condición implica el disponer de una adecuada provisión de calor latente, y de algún mecanismo que inicie y mantenga el movimiento vertical ascendente requerido para producir la condensación del vapor y con ello la liberación de ese calor latente.

Estas condiciones se satisfacen cuando la temperatura del agua de mar en un área específica es igual o superior a 27°C, cuando la distancia de la misma a cualquier costa o isla es superior a 400 Km., y cuando dentro de esa misma región existe convergencia asociada a cualquier perturbación, sea onda tropical, vaguada polar, línea o zona intertropical de convergencia. La inestabilidad condicional, es un estado atmosférico, que favorece la formación de un huracán en una región potencial; se ha encontrado una clara relación entre la presencia de la inestabilidad y los meses favorables para la formación de los ciclones tropicales.

Otra condición necesaria para la organización de la circulación dentro de la región en la que se producen ascensos de aire y la liberación de calor latente de vaporización, es que ocurra en una latitud superior a 5°, puesto que en una latitud inferior el efecto organizador de coriolis tiene valores muy bajos.

Es por ello que los ciclones se forman y se intensifican cuando están situados sobre océanos tropicales o subtropicales en ambos hemisferios, en donde la fuerza de rotación de la tierra es suficientemente fuerte para que se inicie el movimiento de rotación alrededor del centro de baja presión y cuyas temperaturas de agua a nivel de superficie son de 27° o más cálidas.

A los sitios donde se generan los huracanes se les conoce como “zonas ciclógenas” y existen ocho en nuestro planeta (cada zona ciclógena puede tener varias regiones matrices).

Los huracanes que afectan directa e indirectamente al territorio Oaxaqueño tienen cuatro regiones matrices o de origen y en ellas aparecen con distinto grado de intensidad, que va creciendo a medida que progresa la temporada, que se extiende iniciando la segunda quincena de Mayo hasta la primera quincena de Noviembre, con la circunstancia de que los meteoros finales son potentes, ya que no retornan por las fases iniciales de los primeros, que pasan de sistemas lluvioso a depresionarios, luego a tormentas tropicales y finalmente a huracanes, pudiendo algunos transcurrir en la primera fase, sin modificación. Por su parte, las zonas matrices van entrando en actividad sucesivamente, a la manera como se propaga un incendio, pero con la circunstancia de que todas conservan su fuego hasta el final de la estación.

**La primera zona matriz** se ubica en el Golfo de Tehuantepec y se activa generalmente durante la última semana de Mayo, marcando el inicio de la temporada de lluvias en nuestro país, los huracanes de esta zona matriz, nacen en latitud 15° N aproximadamente y por lo general los primeros viajan hacia el oeste alejándose de costas nacionales, mientras que los generados de Julio en adelante, describen una parábola paralela a la costa del

Pacífico, afectando los estados del Occidente y Noroeste y a veces llegan a penetrar en tierra, sin embargo, durante su primera rama dan lluvias torrenciales a las costas Oaxaqueñas que resultan colocadas en el semicírculo peligroso del Huracán.

**La segunda zona matriz** se localiza en la porción Suroeste del Golfo de México, en las aguas cálidas que forman la denominada “Sonda de Campeche” y entra en acción en la primera quincena de Junio en latitud próxima a los 20° N con ruta nor-noreste, afectando a los estados de Veracruz y Tamaulipas.

**La tercera zona matriz** se encuentra en la región oriental del Mar Caribe en la latitud de 13° N más o menos, y sus huracanes aparecen desde Julio y especialmente entre Agosto y Octubre. Estos huracanes presentan gran intensidad y largo recorrido, llegando algunos a cruzar la península de Yucatán, para azotar los estados de Tamaulipas y Veracruz, después de haberlo hecho con las entidades de la citada península.

Estos huracanes presentan una trayectoria parabólica bien definida y generalmente su recurva al Norte la hacen cerca de los 19° N y cinco grados mas al Norte muestran una ligera inflexión hacia el Noreste, que se hace francamente notable casi a los 30° N lo que lleva a atravesar la península de la Florida para salir al Atlántico.

**La cuarta y última zona matriz** que entra en actividad se encuentra en la región oriental del Océano Atlántico en latitud 8° a 12° N y se activa principalmente a finales de Julio, especialmente en Agosto. Los huracanes de esta zona son de mayor potencial y recorrido, generalmente se dirigen al oeste atraviesan el Mar Caribe y penetran al Golfo de México donde se comportan de manera parecida a los originados en la tercera región matriz. Cabe hacer notar la mayor frecuencia con que en estos meteoros se observa una modificación aparentemente caprichosa de su trayectoria, que les lleva a describir bucles o curvas cerradas, con momentánea pérdida de intensidad, como si la energía generadora se debilitara para recuperarse después con mayor brío, ofreciendo el aspecto de detención y cambio de rumbo, no concordante con la regla clásica, esto indudablemente se debe a la creciente transformación del anticiclón de las Azores por influjo del Otoño y la intromisión de aguas marítimas a menos temperatura. (Figura No. 46)

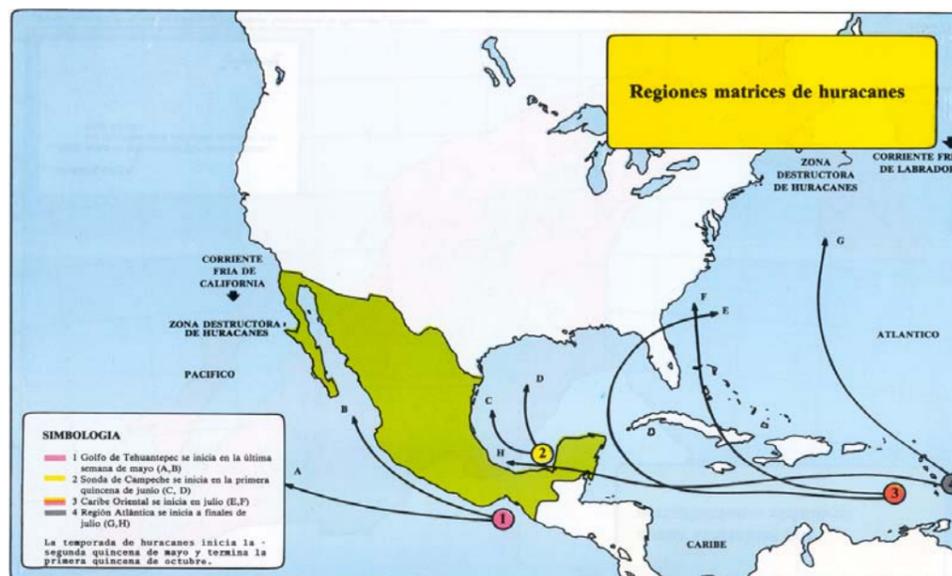


Figura No. 46.- Regiones matrices de huracanes.

Las trayectorias de los ciclones tropicales son curvilíneas. Un 65% de los ciclones tropicales, siguen una trayectoria parabólica alrededor de los anticiclones en las latitudes medias, el resto de estos sistemas no recurvan y su movimiento es rectilíneo hacia el oeste. Al inicio la velocidad de traslación del sistema es muy lenta y se aceleran cuando se intensifican y se vuelven compactos. Cuando alcanzan la etapa de madurez, su velocidad media de travesía es de 6 a 8 m/s, y su diámetro de 600 a 800 Km. Los movimientos de estos sistemas son frecuentemente aleatorias, tanto en velocidad como en dirección.

Esto sucede porque los ciclones, no responden solamente a las corrientes atmosféricas, sino que también a los campos complejos de temperatura de agua de mar, los cuales son asociados a sistemas de movimientos a mesoescala en la superficie del agua de mar.

Los ciclones tropicales que se forman en la zona tropical revisten gran importancia para el Estado de Oaxaca ya que las cuales generan las lluvias intensas que ocasionan inundaciones pluviales y fluviales, deslaves y derrumbes. Estos sistemas tropicales que se forman en el Pacífico son más frecuentes pero también menos intensos de los que se forman en el Atlántico; debido a que normalmente son jóvenes, esto es, no han pasado mucho tiempo en el mar y por lo tanto rara vez adquieren grandes dimensiones, excepto en situaciones extraordinarias como en 1997-1998 por la influencia del fenómeno “El Niño” frente a las costas mexicanas en forma de precipitaciones que adquirieron dimensiones descomunales.

Cuando se acercan a 200 kilómetros o menos de la línea costera con precipitaciones relativamente intensas pueden persistir por más de 15 horas continuas en un área determinada y pueden provocar aumento en las corrientes de los caudales en los ríos con el consecuente riesgo de desbordamiento e inundaciones en las partes bajas, principalmente en la región costera.

La Sierra Sur es una barrera natural al flujo de aire, este obstáculo natural obliga a ascender el flujo de aire, reforzando y favoreciendo la precipitación del lado de barlovento de la Sierra Sur trayendo como consecuencia desbordamientos con efectos de inundación y derrumbes, afectando no sólo a las poblaciones costeras sino también a ciudades distantes.

El ciclón tropical constituye uno de los fenómenos más destructivos de los fenómenos naturales. Los factores meteorológicos más importantes que producen daño son:

La fuerza de los vientos del huracán proyecta o derriba objetos, imprime movimiento a las aguas de los océanos, así como ejerce fuertes presiones sobre superficies y es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad del viento.

La marea de tormenta es una elevación temporal del nivel del mar cerca de la costa, que se forma por el paso del área central del huracán, la cual es debida a los fuertes vientos que soplan hacia la tierra y a la diferencia de la presión atmosférica entre el ojo del huracán y los alrededores. Esta marea puede alcanzar una altura mayor de 6 metros. Así mismo, una pendiente suave del fondo marino puede propiciar la acumulación de agua por el viento y por tanto una marea de tempestad más alta.

Las precipitaciones intensas que acompañan a un ciclón tropical pueden causar deslaves y provocar inundaciones.

Basándose en observaciones, si un sistema ciclónico presenta las siguientes trayectorias los factores se manifiestan de la siguiente manera:

Si pasa con una trayectoria alejada a más de 250 Km. de la costa de la entidad, únicamente el factor oleaje se pone de manifiesto.

Si pasa con una trayectoria menor de 250 Km. se acentúan los factores oleaje, viento y precipitación, en menor proporción está último, principalmente en las partes altas de la sierra debido al ascenso orográfico del aire húmedo.

Si su trayectoria es cercana a la franja costera, el factor viento es el que se pone principalmente de manifiesto, precipitación y oleaje.

Si la trayectoria es sobre tierra (como lo fué en el caso de "Pauline") el factor oleaje y marea de tormenta no se manifiesta, en este caso el viento en menor proporción y el factor lluvia se manifiesta en pleno.

Si impacta de frente sobre la costa los cuatro factores de afectación se ponen de manifiesto marea de tormenta, oleaje, precipitación y viento.

La evolución de un ciclón tropical puede ser dividida en las cuatro etapas siguientes:

**Nacimiento (Depresión Tropical).**

Primero se forma una depresión atmosférica, que se caracteriza porque el viento empieza a aumentar en superficie con una velocidad máxima (media en un minuto) de 62 Km/h o menos; las nubes comienzan a organizarse y la presión desciende hasta cerca de los 1000 hPa. (Hectopascales).

**Desarrollo (Tormenta Tropical).**

La depresión tropical crece o se desarrolla y adquiere la característica de tormenta tropical, lo que significa que el viento continua aumentando a una velocidad máxima de entre 63 y 117 Km/h, inclusive las nubes se distribuyen en forma espiral y empieza a formarse en un ojo pequeño, casi siempre en forma circular, y la presión se reduce a menos de 1000 hPa.

En esta fase es cuando recibe un nombre correspondiente a una lista formulada por la Organización Meteorológica Mundial (Comité de Huracanes). Antiguamente, cada ciclón se denominaba con el nombre del santo de día en que se había formado o había sido observado. Cabe aclarar que si un ciclón ocasiona un impacto social y económico importante a un país, el nombre de este ciclón no volverá a aparecer en la lista.

**Madurez (Huracán).**

Se intensifica la tormenta tropical y adquiere la característica de Huracán, es decir, el viento alcanza el máximo de la velocidad, pudiendo llegar a 370 Km/h, y en el área nubosa se expande obteniendo su máxima extensión.

La intensidad del ciclón en esta etapa de madurez se gradúa por medio de la escala internacional Saffir/Simpson. Mostrada en la siguiente tabla:

CATEGORIA	DAÑOS	VIENTOS KM/H	PRESION HPa
1	Minimos	119 a 150	Superior a 980
2	Moderados	151 a 180	965 a 979
3	Extensos	181 a 210	945 a 964
4	Extremos	211 a 250	920 a 944
5	Catastróficos	Mas de 250	Menor de 920

**Disipación (Fase final).**

La presión en el centro del sistema comienza a aumentar y los vientos decrecen paulatinamente acompañados por una debilitación del sistema. En esta etapa los ciclones que penetran a tierra a los que recurvan hacia las latitudes medias se disgregan o convierten en ciclones extratropicales.

Un factor central en el fin de un huracán es la falta de sustento energético que le proporcionan las aguas cálidas; otro es que al llegar a tierra, el rozamiento con la superficie irregular del terreno causa ensanchamiento nuboso del meteoro y provoca su detención y disipación en fuertes lluvias; otro más, es que se encuentre con una corriente fría que lo disipa.

La mayoría de los ciclones tropicales no pasan por todas las etapas antes mencionadas, o pasan tan rápidamente que se hace imposible detectar dichas etapas mediante la información sinóptica disponible.

En la figura No. 47 Se muestran los Huracanes que han afectado al estado de Oaxaca.



Figura No. 47.- Ciclones tropicales que han impactado en el estado de Oaxaca en los últimos años.

## 2.2.- Masas de Aire y Sistemas Frontales

El concepto de masa de aire fue desarrollado por un grupo de meteorólogos escandinavos en Noruega, conocida como la Escuela de Bergen, encabezados por Vilhelm Bjerknes (1862 – 1951), entre los años 1918 y 1923. En el estudio sobre la teoría del Frente Polar, plantearon que la actividad meteorológica se concentra en zonas relativamente reducidas, en las fronteras entre las masas de aire frías y calientes. Llamaron a estas zonas “*frentes*” por su analogía con los frentes de batalla de la Primera Guerra Mundial. Posteriormente se comprobó que los frentes son la principal causa del tiempo atmosférico, y se desarrollaron métodos que permiten a los meteorólogos predecir sus movimientos con una precisión considerable.

Una *masa de aire* se define como un gran cuerpo de aire cuyas propiedades físicas, sobre todo la temperatura y la humedad son aproximadamente uniformes en sentido horizontal, de dimensiones de 1000 km o más. Las regiones de contraste de temperatura, humedad, presión, viento y energía potencial, que se ubican entre dos masas de aire, se llaman *frentes* o *zonas frontales*, son muy estrechas, entre 10-50 km. Es a lo largo de estas zonas donde la energía potencial se transforma en energía cinética generando grandes tempestades viajeras llamadas *ciclones*. Las masas de aire se producen en los continentes o sobre los océanos, en tales regiones el aire adquiere las propiedades físicas de la superficie que tiene debajo. Estas regiones se llaman *fuentes de masas de aire*.

### 2.2.1 Frente Frío.

Se llama *frente* a la zona de transición entre dos masas de aire de distintas características físicas: presión, humedad, densidad, temperatura, viento, es decir, es una superficie de discontinuidad en las propiedades del aire, puesto que separa dos masas de distinta naturaleza, donde tienen lugar los fenómenos más importantes del tiempo. Normalmente la densidad del aire es diferente de una capa a la otra, razón por la cual, si estas masas no tienen igual velocidad y del mismo sentido, se introducirán como cuñas una dentro de la otra, la más densa en la más liviana, formándose un frente frío o bien si la más liviana es la más veloz, sobremontará a la más densa, deslizándose en forma ascendente a lo largo de ella y la superficie de discontinuidad que se forma entre ambas, será un frente caliente. De esta manera cuando dos masas de aire de distinto estado térmico, o bien una proveniente de regiones polares y otra de las tropicales, convergen o se encuentran debe presentarse un área o línea de separación entre las dos corrientes. Si el encuentro se produce en el continente, el límite estará fijado por líneas de discontinuidad. Si se produce en la atmósfera libre, el límite serán grandes superficies de discontinuidad, que son las que constituyen los frentes.

Un frente se caracteriza por: (a) Un cambio rápido en la dirección del viento y un doblez en las isobaras, cuyo vértice apunta en sentido de bajas a altas presiones. (b) A menudo, aunque no siempre, un frente está asociado a nubosidad extensa que produce precipitación, que tiene lugar principalmente en el lado frío del frente. (c) En casos extremos, la temperatura cerca del suelo puede estar influida fuertemente por condiciones locales, esto puede confundir los contrastes existentes a través de capas profundas de aire.

En todos los frentes las masas de aire cálidas toman un movimiento a lo largo de la superficie frontal y originan fenómenos variados de nubosidad y con frecuencia lluvias. A lo largo del frente se ve como la dirección del viento cambia, producido por un típico doblez en las isobaras que apunta desde las bajas presiones a las altas (el

doblez apunta en esa dirección, el viento se sabe que se mueve de las altas presiones a las bajas). En la figura 48, se muestra un sistema frontal en superficie, las líneas gruesas representan a los frentes y las líneas delgadas son las isobaras, las letras L y H indican centros de bajas y altas presiones respectivamente y los números sobre las isobaras son los valores de la presión atmosférica, en hPa.

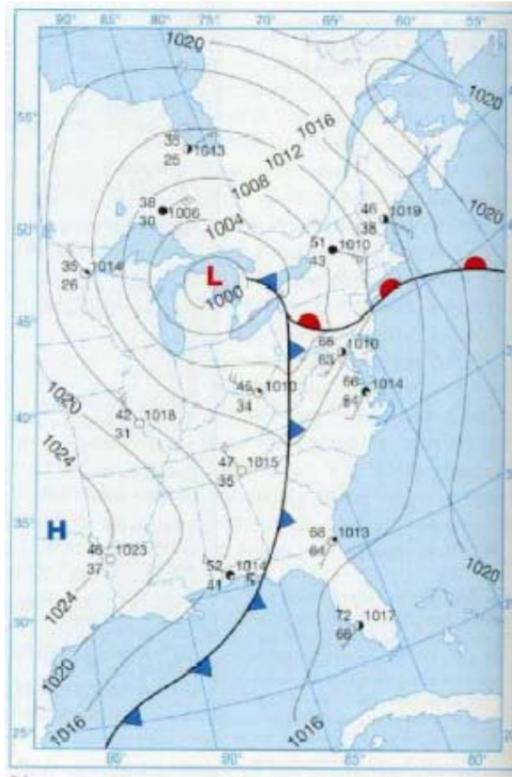
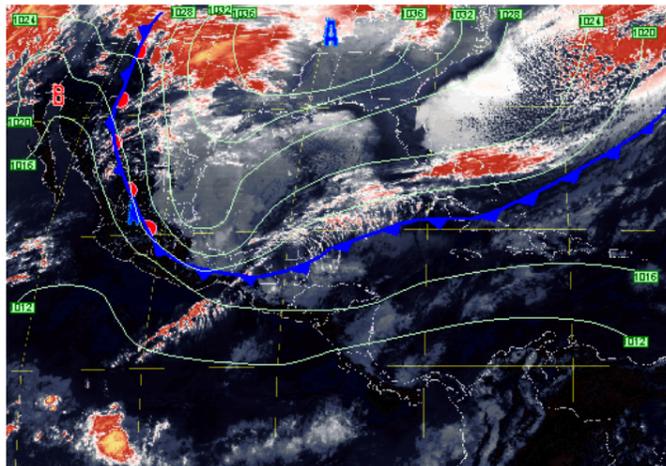


Figura No. 48 Representación de un frente frío

En un mapa meteorológico, un frente frío se representa por una línea con triángulos cuya base se apoya en la línea y su vértice se dirige en el movimiento, en ocasiones el movimiento general del frente se indica con una pequeña flecha indicando la dirección de desplazamiento.(Figura No. 49)



frente frío la cuña de aire frío avanza sobre la masa de aire cálida, la superficie frontal se encorva por el aumento del viento con la altura y en el suelo el movimiento es mas lento. Si el frente se mueve más rápido la pendiente es mayor. En la figura No.50 se muestra un esquema de un frente frío.

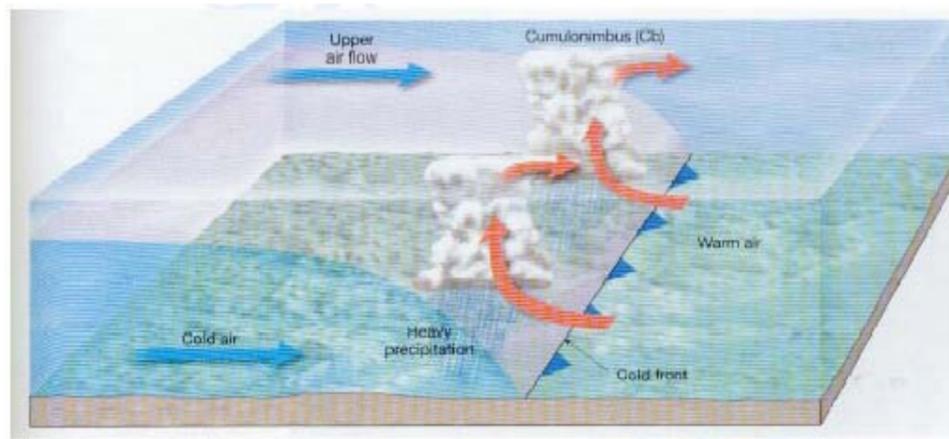


Figura No.50.- Esquema de un frente frío

En algunos puntos del frente polar, el aire frío, que es más denso, se desplaza hacia el ecuador en forma de cuña bajo el aire cálido que es obligado a elevarse. La parte del frente polar donde se produce es un frente frío y en ella el aire polar frío reemplaza al aire cálido tropical, en el caso contrario se le denomina frente caliente donde el aire cálido más ligero se desplaza hacia los polos elevándose por la pendiente formada por el aire frío.

En general, la pendiente del frente frío es más abrupta, elevándose 1 Km., por cada 75 Km. de distancia; en el caso de un frente caliente la pendiente es del orden de 1 Km. por cada 250 Km. Sin embargo, es necesario recordar que las pendientes anteriormente citadas no son más que medidas y puede suceder que la pendiente de un frente frío sea inferior a la de un frente caliente.

En un frente frío su acción en la producción de nubes y precipitaciones es más violenta cuando el aire frío reemplaza al aire cálido y húmedo. El aire puede ir acompañado de nubes cumulonimbus, turbulencia, viento arrachado, lluvias y algunas veces tormentas. En general va acompañado de una zona relativamente, estrecha, de nubes y precipitaciones, su acción es de corta duración pero violenta.

La masa de aire que acompaña a los frentes fríos, es fría y seca como se dijo anteriormente, se caracteriza por cielos despejados con ocurrencia de heladas, rocío o escarcha cuando el viento es débil o calma durante la noche.

Cuando el aire es húmedo, se pueden observar neblinas o nieblas matinales y la formación de nubes estratificadas, en ocasiones puede caer llovizna.

La presencia de una barrera montañosa influye en el movimiento de un frente de una forma en general compleja, retardando o desviando las capas más bajas de la masa de aire, sin embargo las partes superiores pueden continuar su desplazamiento alterando la formación de nubes y de precipitaciones.

Los frentes fríos arriban al territorio nacional procedentes del norte del continente, siguiendo una dirección hacia el sureste o hacia el este, afectando principalmente la parte norte del país, vertiente del Golfo de México,

Península de Yucatán, Mesa Central y Valle de México. Pero en ocasiones cuando la masa de aire es bastante intensa y el frente frío en su parte delantera es de fuerte pendiente, sus efectos se manifiestan más allá del área de influencia habitual, sobre todo cuando el aire frío se refuerza con la llegada de otra masa de aire polar, entonces la parte norte de nuestro Estado e istmo de Tehuantepec recibe esta influencia, al igual que la parte interior de la Sierra Juárez con bajas temperaturas y alguna precipitaciones ligeras.

En ocasiones los efectos de estos frentes rebasan las zonas montañosas y llegan a manifestarse hasta la franja costera con temperaturas relativamente bajas en comparación con las que se registran normalmente en esas áreas.

### **2.2.2 Los Nortes**

La atmósfera no tiene valores constantes de temperatura o densidad. Sin embargo, en algunas partes se forman masas de aire con propiedades físicas relativamente afines a las características de su región de origen. Estas masas de aire casi-homogéneas, al desplazarse modifican el estado del tiempo regional. En ocasiones, el paso de una masa de aire puede ocasionar condiciones de tiempo severo. Por ejemplo, las masas de aire polar continental que en invierno llegan a México provocan días de intenso frío. Cuando dos masas de aire de distintas características se encuentran, se dice que ocurre un frente. En general, las condiciones meteorológicas de un frente frío se caracterizan por vientos y descensos de temperatura en superficie. Cuando el aire frío encuentra una masa de aire caliente y húmeda, se produce el desarrollo de nubes que pueden provocar precipitación. Si la posición de el frente frío es tal, que el viento sopla intensamente de norte a sur sobre el Golfo de México o Centroamérica, se tiene un “Norte”.

Los Nortes ocurren preferentemente de Octubre a Mayo. Son parte de ondas de escala sinóptica de latitudes medias y están asociados con altas presiones que se originan al Este de las montañas Rocallosas en los Estados Unidos.

En la región del Istmo de Tehuantepec los Nortes generan vientos de hasta 150 Km./h, Olas de hasta 6 metros de altura sobre el Golfo de esta región y descensos de temperatura que van de 2°C a 15°C en 24 horas, nubosidad baja, y en ocasiones precipitación.

Los efectos de un Norte permanecen desde un día hasta casi dos semanas después del paso del frente, pudiendo afectar actividades portuarias, la captura de crustáceos para exportación, e incluso actividades relacionadas con la industria del petróleo. Es por ello que determinar la actividad de Nortes ha sido y es de importancia económica.

### **2.2.3 Heladas.**

La superficie terrestre se calienta por los rayos solares, estos llegan en forma de radiación de onda corta y la tierra la irradia en forma de radiación de onda larga, por lo que las temperaturas más elevadas se registran cerca del suelo.

Cuando amanece, la Tierra empieza a recibir más calor del que emite la atmósfera, por lo que aumenta considerablemente su temperatura. A lo largo del día la ganancia de calor es compensada por las pérdidas de irradiación, convección y conducción; este equilibrio se mantiene hasta después de medio día registrándose la

máxima temperatura entre las 14:00 y las 15:00 horas. Al anochecer, la superficie de la Tierra ya no recibe calor solar pero sigue cediendo el calor acumulado durante el día, por esta razón la temperatura del aire decrece, y la del suelo aún más, llegándose a un mínimo térmico en el momento de la salida del Sol, al registrar la mínima temperatura entre las 06:00 y las 07:00 horas.

En un lugar dado, la nubosidad reduce la amplitud diurna de la temperatura. Durante el día, las nubes no absorben o no difunden más que una débil parte de la radiación solar, la mayor parte de ésta radiación es reflejada hacia el espacio y no alcanza por lo tanto, la superficie de la Tierra.

Por el contrario, de noche, las nubes absorben la radiación de gran longitud de onda difundida hacia el espacio por la superficie terrestre y vuelven a enviar a esta superficie la energía calórica. Las nubes hacen el papel de una tapadera que impide que la superficie de la Tierra se enfríe.

La radiación nocturna produce un enfriamiento superficial de la Tierra, el aire situado en la proximidad del suelo se enfría y se vuelve más pesado. Si el terreno está en pendiente este aire frío desciende hacia lugares inferiores. Durante el día se produce el fenómeno inverso a causa del calentamiento de la pendiente, el aire que se encuentra en contacto con el suelo se calienta y sube a lo largo de esta pendiente; el aire más denso viene a reemplazar por debajo al aire que se eleva.

Por otro lado, un ejemplo cotidiano de condensación de aire en días muy fríos, se observa en el aire exhalado, sobre todo por la boca; de hecho siempre sacamos vapor al respirar, pero cuando la temperatura ambiente es muy baja, este se condensa inmediatamente y lo vemos salir por la boca; de manera que no estamos viendo aire ni vapor, pues ambos son invisibles, sino pequeñas gotas de agua como las que forman las nubes. Siguiendo esta observación diremos que el rocío no “cae”, lo que ocurre en realidad, es que el enfriamiento nocturno condensa el vapor de agua que estaba en el ambiente y forma gotas. Este enfriamiento puede llegar hasta el punto de congelación y entonces tenemos una helada, no se forman gotas sino cristales de hielo, que dan aspecto blanquecino en el paisaje.

Puede suceder que haya tan poca humedad en el aire, que no alcanza para formar cristales de hielo o escarcha, entonces lo que se congela es el agua interior de las hojas; esto da un aspecto negruzco al paisaje con vegetación, la gente la llama helada negra en contraste con la primera que se denomina helada blanca.

#### **Clasificación general de una helada.**

##### CRITERIOS

A) EPOCA DE OCURRENCIA	A.1) PRIMAVERALES (tardías) A.2) INVERNALES A.3) OTOÑALES (tempranas)
B) PROCESO FISICO	B.1) ADVECCION B.2) RADIACION B.3) MIXTAS B.4) EVAPORACION
C) EFECTOS VISUALES	C.1) BLANCAS C.2) NEGRAS

Los tipos de heladas según la época de ocurrencia, derivan su nombre de la estación de año en que se presentan, siendo las invernales las que menor daño provocan, dado que en esa época la mayoría de las plantas se encuentran en reposo, por lo tanto están en condiciones de soportar bajas temperaturas.

Las heladas que más daño causan a la agricultura, son las tardías y tempranas que respectivamente se presentan en primavera y verano, ya que las plantas están en épocas de intensa actividad vegetativa. Las tardías causan daños sobre la floración, foliación y fructificación de las plantas perennes, sobre la germinación de emergencia y estadios juveniles de las anuales. En cambio las heladas tempranas u otoñales pueden interrumpir bruscamente el proceso de maduración de los frutos.

El período comprendido entre la última helada tardía y la primera helada temprana recibe el nombre de “Período Libre de Heladas” es en el mes de Diciembre cuando se presenta la primera, y en un lapso que comprende Enero y Febrero la última, siendo Enero el mes de máxima ocurrencia.

Se distinguen dos grupos de factores que influyen en la ocurrencia de las heladas, los macrometeorológicos y los micrometeorológicos. Los primeros, determinan el proceso del tiempo que generan las heladas y contribuyen a definir la época de ocurrencia, la extensión del fenómeno y el tipo de helada, según el proceso físico que la origina. Los segundos, de carácter local, influyen en la intensidad y duración de la helada y por lo tanto, en la magnitud de los daños.

DICHOS FACTORES SON:

1.- FACTORES MACROMETEOROLOGICOS

BALANCE CALORICO REGIONAL DE LA RADIACION  
CIRCULACION REGIONAL DE LA ATMOSFERA

2.- FACTORES MICROMETEOROLOGICOS

VIENTO  
NUBOSIDAD  
HUMEDAD ATMOSFERICA  
CONDICIONES FISICAS DEL SUELO  
TOPOGRAFIA DEL TERRENO  
ORIENTACION DEL TERRENO

### 2.3 Zonas de riesgo en el estado de Oaxaca.

#### 2.3.1 Zonas de alto riesgo por inundación.

La entidad cuenta con 186 Municipios, los cuales son considerados de alto riesgo, ya que en los últimos años se han presentado inundaciones los cuales se enlistan a continuación los Municipios de alto riesgo y su localización en el plano estatal.

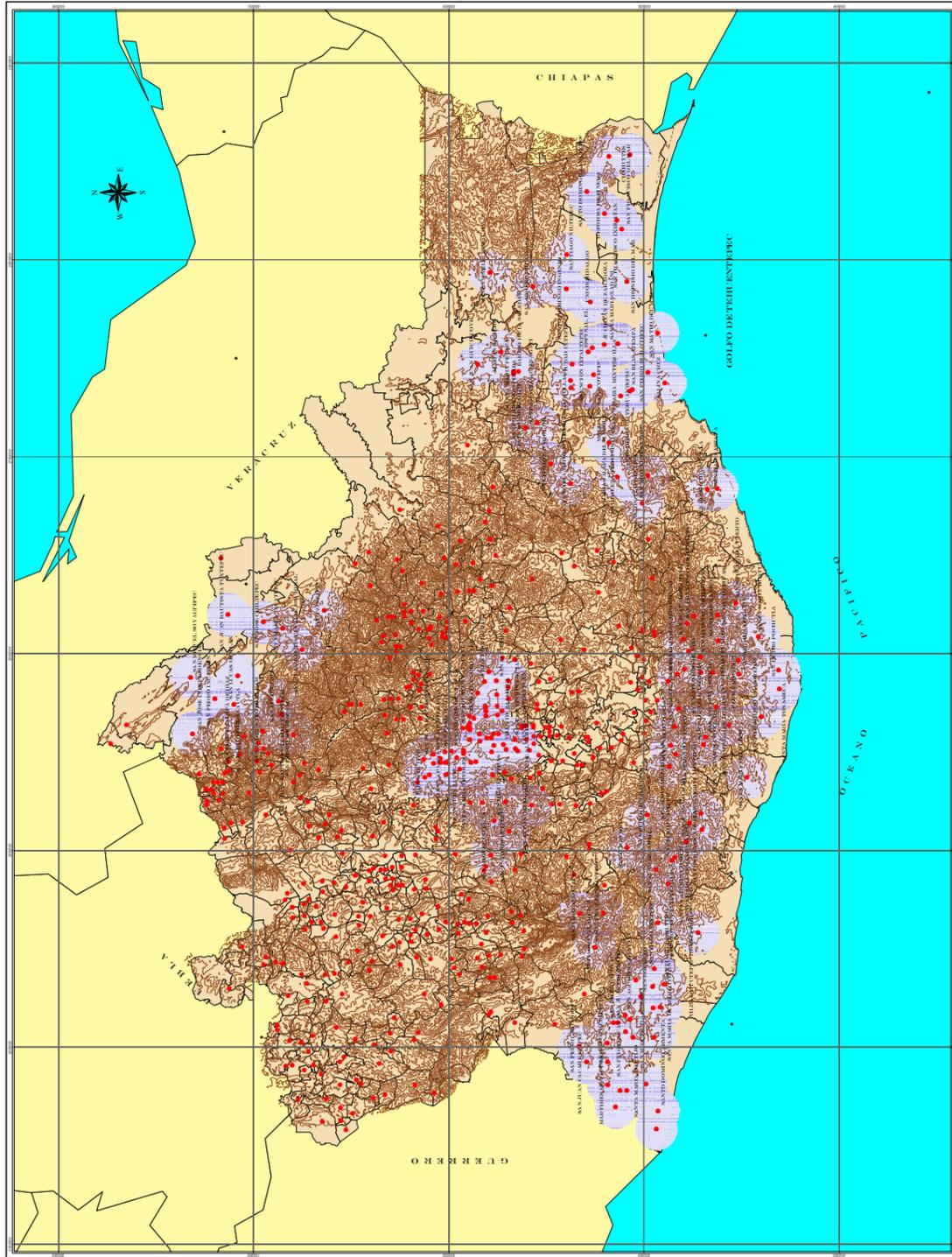
CLAVE	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	DISTRITO
116	SAN BARTOLOME AYAUTLA	18.03	-96.67	0650	TEOTITLAN
098	SAN ANDRES TEOTILALPAM	17.95	-96.65	1450	CUICATLAN
182	SAN JUAN BAUTISTA TLACOATZINTEPEC	17.87	-96.58	0560	CUICATLAN
326	SAN PEDRO SOCHIAPAM	17.82	-96.67	1220	CUICATLAN
009	AYOTZINTEPEC	17.67	-96.13	0100	TUXTEPEC
134	SAN FELIPE JALAPA DE DIAZ	18.07	-96.53	0140	TUXTEPEC
136	SAN FELIPE USILA	17.88	-96.52	0100	TUXTEPEC
166	SAN JOSE CHILTEPEC	17.93	-96.17	0030	TUXTEPEC
169	SAN JOSE INDEPENDENCIA	18.25	-96.65	0100	TUXTEPEC
184	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	18.08	-96.13	0020	TUXTEPEC
559	SAN JUAN BAUTISTA VALLE NACIONAL	17.77	-96.30	0060	TUXTEPEC
232	SAN LUCAS OJITLAN	18.05	-96.40	0150	TUXTEPEC
278	SAN MIGUEL SOYALTEPEC	18.25	-96.40	0040	TUXTEPEC
309	SAN PEDRO IXCATLAN	18.15	-96.50	0040	TUXTEPEC
417	SANTA MARIA JACATEPEC	17.85	-96.20	0030	TUXTEPEC
274	SAN MIGUEL PIEDRAS	17.00	-97.23	1780	NOCHIXTLAN
033	GUADALUPE ETLA	17.17	-96.82	1600	ETLA
045	MAGDALENA APASCO	17.23	-96.82	1660	ETLA
063	NAZARENO ETLA	17.18	-96.82	1600	ETLA
077	REYES ETLA	17.20	-96.82	1630	ETLA
084	SAN AGUSTIN ETLA	17.18	-96.77	1700	ETLA
102	SAN ANDRES ZAUTLA	17.18	-96.87	1640	ETLA
135	SAN FELIPE TEJALAPAM	17.12	-96.85	1640	ETLA
178	SAN JUAN BAUTISTA GUELACHE	17.23	-96.78	1740	ETLA
193	SAN JUAN DEL ESTADO	17.27	-96.80	1740	ETLA
227	SAN LORENZO CACAOTEPEC	17.13	-96.80	1600	ETLA
293	SAN PABLO ETLA	17.15	-96.77	1630	ETLA
294	SAN PABLO HUITZO	17.27	-96.88	1700	ETLA
426	SANTA MARIA PEÑALES	17.08	-97.00	1980	ETLA
483	SANTIAGO SUCHILQUITONGO	17.25	-96.87	1670	ETLA
494	SANTIAGO TLAZOYALTEPEC	17.03	-97.00	2540	ETLA
531	SANTO TOMAS MAZALTEPEC	17.17	-96.87	1660	ETLA
539	SOLEDAD ETLA	17.17	-96.82	1600	ETLA
338	VILLA DE ETLA	17.20	-96.80	1660	ETLA
300	SAN PEDRO AMUZGOS	16.65	-98.08	0520	PUTLA
108	SAN ANTONIO HUIITEPEC	16.92	-97.13	2340	ZAACHILA
273	SAN MIGUEL PERAS	16.93	-97.00	2120	ZAACHILA
555	TRINIDAD ZAACHILA	16.92	-96.77	1490	ZAACHILA
565	VILLA DE ZAACHILA	16.93	-96.75	1520	ZAACHILA
013	CIENEGA DE ZIMATLAN	16.88	-96.77	1460	ZIMATLAN
104	SAN ANTONINO EL ALTO	16.82	-97.02	2020	ZIMATLAN
369	SANTA CATARINA QUIANE	16.88	-96.73	1510	ZIMATLAN
570	ZIMATLAN DE ALVAREZ	16.87	-96.78	1500	ZIMATLAN
174	ANIMAS TRUJANO	16.98	-96.72	1520	CENTRO
023	CUILAPAM DE GUERRERO	16.98	-96.78	1560	CENTRO

067	OAXACA DE JUÁREZ	17.07	-96.72	1550	CENTRO
083	SAN AGUSTIN DE LAS JUNTAS	17.00	-96.72	1530	CENTRO
087	SAN AGUSTIN YATARENI	17.08	-96.67	1600	CENTRO
091	SAN ANDRES HUAYAPAM	17.10	-96.67	1710	CENTRO
092	SAN ANDRES IXTLAHUACA	17.07	-96.82	1620	CENTRO
107	SAN ANTONIO DE LA CAL	17.03	-96.70	1540	CENTRO
115	SAN BARTOLO COYOTEPEC	16.95	-96.70	1520	CENTRO
157	SAN JACINTO AMILPAS	17.10	-96.77	1550	CENTRO
310	SAN PEDRO IXTLAHUACA	17.05	-96.82	1640	CENTRO
342	SAN RAYMUNDO JALPAN	16.97	-96.75	1530	CENTRO
350	SAN SEBASTIAN TUTLA	17.07	-96.67	1540	CENTRO
375	SANTA CRUZ AMILPAS	17.07	-96.68	1540	CENTRO
385	SANTA CRUZ XOXCOTLAN	17.03	-96.73	1530	CENTRO
390	SANTA LUCIA DEL CAMINO	17.07	-96.68	1540	CENTRO
399	SANTA MARIA ATZOMPA	17.10	-96.78	1580	CENTRO
403	SANTA MARIA COYOTEPEC	16.97	-96.70	1540	CENTRO
409	SANTA MARIA DEL TULE	17.05	-96.63	1560	CENTRO
519	SANTO DOMINGO TOMALTEPEC	17.07	-96.62	1590	CENTRO
553	TLALIXTAC DE CABRERA	17.07	-96.65	1580	CENTRO
078	ROJAS DE CUAUHTEMOC	17.00	-96.62	1570	TLACOLULA
118	SAN BARTOLOME QUIALANA	16.90	-96.50	1780	TLACOLULA
145	SAN FRANCISCO LACHIGOLO	17.00	-96.60	1560	TLACOLULA
550	SAN JERONIMO TLACOCHAHUAYA	17.00	-96.58	1580	TLACOLULA
197	SAN JUAN GUELAVIA	16.95	-96.53	1600	TLACOLULA
233	SAN LUCAS QUIAVINI	16.90	-96.47	1730	TLACOLULA
343	SAN SEBASTIAN ABASOLO	17.00	-96.58	1550	TLACOLULA
356	SANTA ANA DEL VALLE	17.00	-96.47	1660	TLACOLULA
411	SANTA MARIA GUELACE	17.00	-96.60	1540	TLACOLULA
546	TEOTITLAN DEL VALLE	17.03	-96.52	1670	TLACOLULA
551	TLACOLULA DE MATAMOROS	16.95	-96.47	1600	TLACOLULA
560	VILLA DIAZ ORDAZ	16.98	-96.43	1700	TLACOLULA
056	MARTIRES DE TACUBAYA	16.53	-98.25	0100	JAMILTEPEC
070	PINOTEPA DE DON LUIS	16.43	-97.97	0420	JAMILTEPEC
082	SAN AGUSTIN CHAYUCO	16.40	-97.80	0250	JAMILTEPEC
090	SAN ANDRES HUAXPALTEPEC	16.33	-97.92	0220	JAMILTEPEC
111	SAN ANTONIO TEPETLAPA	16.53	-98.07	0390	JAMILTEPEC
168	SAN JOSE ESTANCIA GRANDE	16.37	-98.25	0060	JAMILTEPEC
180	SAN JUAN BAUTISTA LO DE SOTO	16.50	-98.35	0080	JAMILTEPEC
185	SAN JUAN CACAHUATEPEC	16.62	-98.15	0420	JAMILTEPEC
188	SAN JUAN COLORADO	16.45	-97.95	0440	JAMILTEPEC
225	SAN LORENZO	16.38	-97.87	0230	JAMILTEPEC
285	SAN MIGUEL TLACAMAMA	16.42	-98.05	0270	JAMILTEPEC
302	SAN PEDRO ATOYAC	16.48	-97.98	0230	JAMILTEPEC
312	SAN PEDRO JICAYAN	16.45	-98.02	0400	JAMILTEPEC
345	SAN SEBASTIAN IXCAPA	16.53	-98.15	0240	JAMILTEPEC
367	SANTA CATARINA MECHOACAN	16.33	-97.83	0280	JAMILTEPEC
402	SANTA MARIA CORTIJO	16.45	-98.28	0080	JAMILTEPEC
414	SANTA MARIA HUAZOLOTITLAN	16.30	-97.92	0290	JAMILTEPEC
466	SANTIAGO IXTLAHUACA	16.57	-97.65	0680	JAMILTEPEC
467	SANTIAGO JAMILTEPEC	16.28	-97.82	0440	JAMILTEPEC
474	SANTIAGO LLANO GRANDE	16.48	-98.28	0070	JAMILTEPEC
482	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	16.33	-98.05	0200	JAMILTEPEC
485	SANTIAGO TAPEXTLA	16.33	-98.45	0060	JAMILTEPEC
489	SANTIAGO TETEPEC	16.32	-97.75	0260	JAMILTEPEC
507	SANTO DOMINGO ARMENTA	16.32	-98.37	0060	JAMILTEPEC
153	SAN GABRIEL MIXTEPEC	16.10	-97.08	0690	JUQUILA
202	SAN JUAN LACHAO	16.15	-97.12	0600	JUQUILA

213	SAN JUAN QUIAHUJE	16.30	-97.32	1960	JUQUILA
272	SAN MIGUEL PANIXTLAHUACA	16.25	-97.38	0770	JUQUILA
314	SAN PEDRO JUCHATENGO	16.33	-97.08	0860	JUQUILA
318	SAN PEDRO MIXTEPEC (DISTR. 22)	16.98	-97.08	0220	JUQUILA
364	SANTA CATARINA JUQUILA	16.23	-97.28	1460	JUQUILA
433	SANTA MARIA TEMAXCALTEPEC	16.17	-97.20	1320	JUQUILA
497	SANTIAGO YAITEPEC	16.22	-97.27	1840	JUQUILA
526	SANTOS REYES NOPALA	16.10	-97.15	0460	JUQUILA
543	TATALTEPEC DE VALDES	16.30	-97.55	0370	JUQUILA
334	VILLA DE TUTEPEC DE MELCHOR OCAMPO	16.13	-97.60	0280	JUQUILA
386	SANTA CRUZ ZENZONTEPEC	16.53	-97.50	0950	SOLA DE VEGA
450	SANTIAGO AMOLTEPEC	16.63	-97.50	1680	SOLA DE VEGA
477	SANTIAGO MINAS	16.42	-97.22	0940	SOLA DE VEGA
277	VILLA SOLA DE VEGA	16.50	-97.98	1440	SOLA DE VEGA
148	SAN FRANCISCO OZOLOTEPEC	16.10	-96.22	2000	MIAHUATLAN
159	SAN JERONIMO COATLAN	16.23	-96.87	1740	MIAHUATLAN
211	SAN JUAN OZOLOTEPEC	16.13	-96.25	2080	MIAHUATLAN
236	SAN MARCIAL OZOLOTEPEC	16.08	-96.40	2380	MIAHUATLAN
254	SAN MATEO RÍO HONDO	16.15	-96.45	2300	MIAHUATLAN
263	SAN MIGUEL COATLAN	16.20	-96.70	1860	MIAHUATLAN
279	SAN MIGUEL SUCHIXTEPEC	16.08	-96.47	2460	MIAHUATLAN
291	SAN PABLO COATLAN	16.22	-96.78	1480	MIAHUATLAN
344	SAN SEBASTIAN COATLAN	16.20	-96.82	1980	MIAHUATLAN
347	SAN SEBASTIAN RÍO HONDO	16.18	-96.47	2420	MIAHUATLAN
391	SANTA LUCIA MIAHUATLAN	16.18	-96.62	2000	MIAHUATLAN
424	SANTA MARIA OZOLOTEPEC	16.13	-96.37	2500	MIAHUATLAN
495	SANTIAGO XANICA	16.00	-96.22	1240	MIAHUATLAN
512	SANTO DOMINGO OZOLOTEPEC	16.15	-96.32	2320	MIAHUATLAN
008	ASUNCION TLACOLULITA	16.30	-95.72	0450	YAUTEPEC
036	GUEVEA DE HUMBOLDT	16.78	-95.37	0600	TEHUANTEPEC
052	MAGDALENA TEQUISISTLAN	16.40	-95.60	0190	TEHUANTEPEC
053	MAGDALENA TLACOTEPEC	16.50	-95.20	0090	TEHUANTEPEC
079	SALINA CRUZ	16.18	-95.20	0040	TEHUANTEPEC
124	SAN BLAS ATEMPA	16.32	-95.22	0040	TEHUANTEPEC
248	SAN MATEO DEL MAR	16.20	-94.98	0010	TEHUANTEPEC
282	SAN MIGUEL TENANGO	16.27	-95.60	1550	TEHUANTEPEC
305	SAN PEDRO COMITANCILLO	16.48	-95.15	0070	TEHUANTEPEC
307	SAN PEDRO HUAMELULA	16.02	-95.67	0080	TEHUANTEPEC
308	SAN PEDRO HUILOTEPEC	16.25	-95.15	0020	TEHUANTEPEC
412	SANTA MARIA GUIENAGATI	16.73	-95.35	0310	TEHUANTEPEC
418	SANTA MARIA JALAPA DEL MARQUEZ	16.43	-95.45	0160	TEHUANTEPEC
421	SANTA MARIA MIXTEQUILLA	16.37	-95.25	0060	TEHUANTEPEC
440	SANTA MARIA TOTOLAPILLA	16.60	-95.62	0480	TEHUANTEPEC
453	SANTIAGO ASTATA	15.98	-95.67	0030	TEHUANTEPEC
470	SANTIAGO LACHIGUIRI	16.68	-95.53	0800	TEHUANTEPEC
472	SANTIAGO LAOLLAGA	16.58	-95.20	0110	TEHUANTEPEC
508	SANTO DOMINGO CHIHUITAN	16.58	-95.17	0090	TEHUANTEPEC
515	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	16.33	-95.23	0020	TEHUANTEPEC
005	ASUNCION IXTALTEPEC	16.50	-95.05	0030	JUCHITAN
010	BARRIO DE LA SOLEDAD	16.80	-95.12	0240	JUCHITAN
014	CIUDAD IXTEPEC	16.57	-95.10	0040	JUCHITAN
025	CHAHUITES	16.28	-94.20	0030	JUCHITAN
030	ESPINAL, EL	16.48	-95.03	0020	JUCHITAN
043	JUCHITAN DE ZARAGOZA	16.43	-95.02	0030	JUCHITAN
057	MATIAS ROMERO	16.87	-95.03	0180	JUCHITAN
075	REFORMA DE PINEDA	16.40	-94.45	0020	JUCHITAN

130	SAN DIONISIO DEL MAR	16.32	-94.75	0010	JUCHITAN
141	SAN FRANCISCO DEL MAR	16.33	-94.52	0010	JUCHITAN
143	SAN FRANCISCO IXHUATAN	16.35	-94.48	0010	JUCHITAN
198	SAN JUAN GUICHICOVI	16.97	-95.08	0260	JUCHITAN
265	SAN MIGUEL CHIMALAPA	16.72	-94.75	0120	JUCHITAN
327	SAN PEDRO TAPANATEPEC	16.37	-94.20	0040	JUCHITAN
407	SANTA MARIA CHIMALAPA	16.90	-94.68	0180	JUCHITAN
427	SANTA MARIA PETAPA	16.82	-95.12	0260	JUCHITAN
441	SANTA MARIA XADANI	16.37	-95.02	0020	JUCHITAN
066	SANTIAGO NILTEPEC	16.57	-94.62	0060	JUCHITAN
505	SANTO DOMINGO INGENIO	16.58	-94.77	0040	JUCHITAN
513	SANTO DOMINGO PETAPA	16.82	-95.13	0250	JUCHITAN
525	SANTO DOMINGO ZANATEPEC	16.47	-94.35	0060	JUCHITAN
557	UNION HIDALGO	16.48	-94.83	0020	JUCHITAN
012	CANDELARIA LOXICHA	15.92	-96.48	0450	POCHUTLA
071	PLUMA HIDALGO	15.92	-96.42	1300	POCHUTLA
085	SAN AGUSTIN LOXICHA	16.02	-96.62	1820	POCHUTLA
113	SAN BALTAZAR LOXICHA	16.08	-96.78	0970	POCHUTLA
117	SAN BARTOLOME LOXICHA	15.97	-96.70	1190	POCHUTLA
253	SAN MATEO PIÑAS	16.00	-96.33	1000	POCHUTLA
266	SAN MIGUEL DEL PUERTO	15.92	-96.17	0320	POCHUTLA
306	SAN PEDRO EL ALTO	16.03	-96.47	2300	POCHUTLA
324	SAN PEDRO POCHUTLA	15.75	-96.47	0150	POCHUTLA
366	SANTA CATARINA LOXICHA	16.07	-96.75	1240	POCHUTLA
401	SANTA MARIA COLOTEPEC	15.90	-96.93	0050	POCHUTLA
413	SANTA MARIA HUATULCO	15.83	-96.32	0220	POCHUTLA
439	SANTA MARIA TONAMECA	15.75	-96.55	0040	POCHUTLA
509	SANTO DOMINGO DE MORELOS	15.83	-96.67	0160	POCHUTLA

MAPA DE MUNICIPIOS EN RIESGO POR INUNDACIONES



2.3.2 Zonas de alto riesgo por heladas.

La entidad cuenta con 138 Municipios cuya altura sobre el nivel del mar rebasa los 2000 metros, los cuales son considerados de alto riesgo, ya que en los últimos años se han presentado heladas y bajas temperaturas. Se enlistan a continuación los Municipios de alto riesgo y su localización en el plano estatal.

N/P	DISTRITO	MUNICIPIO	COORDENADAS GEOGRAFICAS				ALTITUD EN MSNM
			LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		
			GRADOS	MIN	GRADOS	MIN	
1	TLAXIACO	SAN MARTIN ITUNYOSO	17	14	97	53	2620
2	ETLA	SANTIAGO TLASOYALTEPEC	17	2	97	0	2540
3	TEPOSCOLULA	SANTO DOMINGO TONALTEPEC	17	37	97	21	2500
4	MAHUATLAN	SANTA MARIA OZOLOTEPEC	16	8	96	22	2500
5	PUTLA	SANTA LUCIA MONTEVERDE	16	58	97	40	2480
6	TLAXIACO	SAN MIGUEL EL GRANDE	17	3	97	37	2460
7	MAHUATLAN	SAN MIGUEL SUCHIXTEPEC	16	5	96	28	2460
8	TLAXIACO	CHALCATONGO DE HIDALGO	17	2	97	34	2450
9	TLAXIACO	SAN ESTEBAN ATATLAUCA	17	4	97	41	2450
10	TEPOSCOLULA	SAN PEDRO YUCUNAMA	17	34	97	29	2440
11	ZAACHILA	SAN PABLO CUATRO VENADOS	16	59	96	53	2420
12	MAHUATLAN	SAN SEBASTIAN RIO HONDO	16	11	96	28	2420
13	ZAACHILA	SANTA INES DEL MONTE	16	56	96	52	2400
14	MAHUATLAN	SAN MARCIAL OZOLOTEPEC	16	5	96	24	2380
15	TEPOSCOLULA	SAN SEBASTIAN NICANANDUTA	17	31	97	41	2360
16	TEPOSCOLULA	SAN VICENTE NUÑU	17	27	97	27	2360
17	TLAXIACO	SANTO DOMINGO IXCATLAN	16	55	97	32	2360
18	TEPOSCOLULA	SANTA MARIA NDUAYACO	17	24	97	30	2340
19	ZAACHILA	SAN ANTONIO HUIITEPEC	16	55	97	8	2340
20	NOCHIXTLAN	SAN FRANCISCO NUXAÑO	17	23	97	21	2330
21	PUTLA	SANTA CRUZ ITUNDUJIA	16	52	97	39	2320
22	TLAXIACO	SAN CRISTOBAL AMOLTEPEC	17	17	97	34	2320
23	TLAXIACO	SANTA MARIA DEL ROSARIO	17	21	97	36	2320
24	MAHUATLAN	SANTO DOMINGO OZOLOTEPEC	16	9	96	19	2320
25	NOCHIXTLAN	MAGDALENA YODOCONO DE PORFIRIO DIAZ	17	23	97	21	2310
26	TEPOSCOLULA	SAN ANDRES LAGUNAS	17	34	97	31	2300
27	TEPOSCOLULA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	17	33	97	25	2300
28	NOCHIXTLAN	SAN MIGUEL CHICAHUA	17	38	97	12	2300
29	NOCHIXTLAN	SAN PEDRO COXCALTEPEC CANTAROS	17	30	97	8	2300
30	NOCHIXTLAN	SAN PEDRO TIDAA	17	20	97	22	2300
31	TLAXIACO	SANTA CRUZ NUNDACO	17	10	97	43	2300
32	MAHUATLAN	SAN MATEO RIO HONDO	16	9	96	27	2300
33	POCHUTLA	SAN PEDRO EL ALTO	16	2	96	28	2300
34	COIXTLAHUACA	SAN FRANCISCO TEOPAN	17	51	97	29	2280
35	TEPOSCOLULA	SAN BARTOLO SOYALTEPEC	17	35	97	18	2280
36	TEPOSCOLULA	SANTIAGO NEJAPILLA	17	25	97	22	2280
37	IXTLAN	SAN MIGUEL ALOAPAM	17	25	96	41	2280
38	IXTLAN	SANTA ANA YARENI	17	23	96	37	2280
39	NOCHIXTLAN	SAN JUAN DIUXI	17	17	97	22	2270
40	TEPOSCOLULA	SANTO DOMINGO TLATAYAPAM	17	24	97	21	2260
41	IXTLAN	ABEJONES	17	26	96	36	2260
42	TLAXIACO	SANTA CATARINA YOSONOTU	17	1	97	40	2260
43	SOLA DE VEGA	SANTA MARIA LACHIXIO	16	44	97	1	2260
44	TLAXIACO	SAN PEDRO MARTIR YUCUXACO	17	26	97	37	2250
45	TLAXIACO	SANTA CATARINA TICUA	17	4	97	32	2250
46	TEPOSCOLULA	SAN ANTONINO MONTEVERDE	17	32	97	43	2240
47	MIXE	SANTA MARIA TLAHUITOLTEPEC	17	6	96	4	2240
48	TLAXIACO	SAN PABLO TIJALTEPEC	17	1	97	30	2240
49	NOCHIXTLAN	SANTIAGO TILANTONGO	17	17	97	20	2220
50	SOLA DE VEGA	SAN VICENTE LACHIXIO	16	42	97	1	2210
51	COIXTLAHUACA	SAN MATEO TLAPILTEPEC	17	48	97	25	2200
52	COIXTLAHUACA	SAN MIGUEL TULANCINGO	17	45	97	26	2200
53	JUXTLAHUACA	SAN MARTIN PERAS	17	21	98	14	2200
54	TLAXIACO	SAN JUAN ÑUMI	17	24	97	42	2200
55	TLAXIACO	SAN MARTIN HUAMELULPAM	17	24	97	36	2200

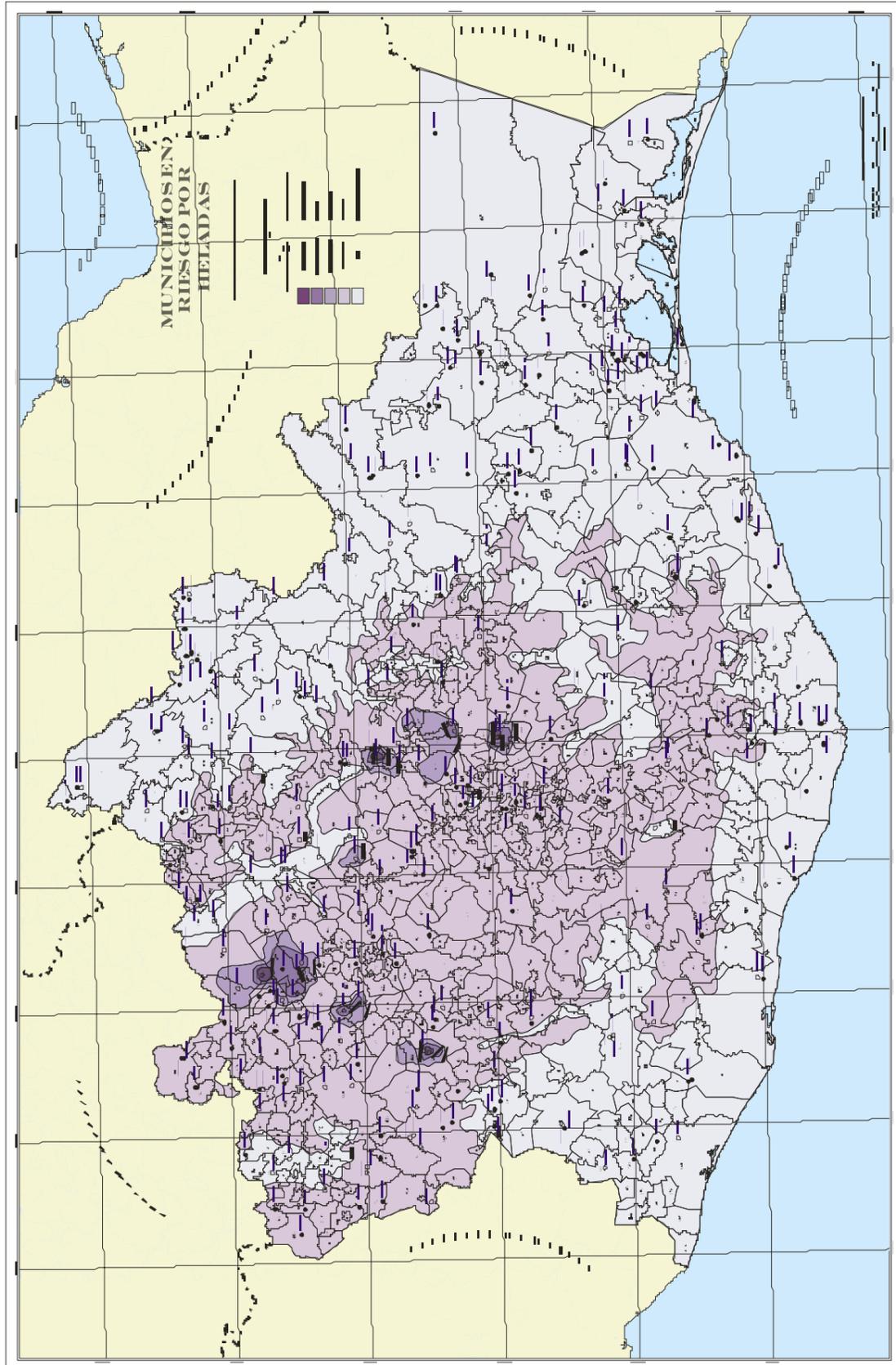
N/P	DISTRITO	MUNICIPIO	COORDENADAS GEOGRAFICAS				ALTITUD EN MSNM
			LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		
			GRADOS	MIN	GRADOS	MIN	
56	TLAXIACO	SANTIAGO YOSONDUA	16	52	97	34	2200
57	COIXTLAHUACA	SANTA MAGDALENA JICOTLAN	17	48	97	28	2180
58	COIXTLAHUACA	SANTA MARIA NATIVITAS	17	40	97	20	2180
59	TEPOSCOLULA	SAN ANTONIO ACUTLA	17	44	97	30	2180
60	TEPOSCOLULA	SAN PEDRO NOPALA	17	48	97	32	2180
61	TEPOSCOLULA	SAN PEDRO Y SAN PABLO TEPOSCOLULA	17	31	97	29	2180
62	PUTLA	SAN ANDRES CABECERA NUEVA	16	53	97	41	2180
63	TEPOSCOLULA	SAN PEDRO TOPILTEPEC	17	26	97	21	2170
64	TLAXIACO	SANTIAGO NUNDICHE	17	20	97	40	2170
65	COIXTLAHUACA	SANTIAGO TEPETLAPA	17	47	97	24	2160
66	TEPOSCOLULA	TRINIDAD VISTA HERMOSA, LA	17	46	97	30	2160
67	NOCHIXTLAN	SANTA MARIA APAZCO	17	38	97	6	2160
68	YAUTEPEC	SANTA MARIA QUIEGOLANI	16	16	96	3	2160
69	CUICATLAN	SAN JUAN TEPEUXILA	17	43	96	50	2150
70	NOCHIXTLAN	SANTO DOMINGO YANHUITLAN	17	31	97	20	2140
71	MIXE	SANTO DOMINGO TEPUXTEPEC	16	57	96	3	2140
72	ZAACHILA	SAN MIGUEL PERAS	16	56	97	0	2140
73	TLAXIACO	SANTO TOMAS OCOTEPEC	17	9	97	45	2130
74	COIXTLAHUACA	CONCEPCION BUENAVISTA	17	53	97	24	2120
75	COIXTLAHUACA	SANTIAGO IHUITLAN PLUMAS	17	51	97	26	2120
76	COIXTLAHUACA	TLACOTEPEC PLUMAS	17	51	97	26	2120
77	CUICATLAN	CONCEPCION PAPALO	17	50	96	53	2120
78	TEPOSCOLULA	SANTIAGO YOLOMECATL	17	28	97	34	2120
79	NOCHIXTLAN	SAN FRANCISCO CHINDUA	17	25	97	19	2120
80	IXTLAN	SAN JUAN EVANGELISTA ANALCO	17	24	96	32	2120
81	TLAXIACO	SANTA CRUZ TAYATA	17	21	97	34	2120
82	MAHUATLAN	SAN PEDRO MIXTEPEC	16	16	96	17	2120
83	TEPOSCOLULA	VILLA TEJUPAM DE LA UNION	17	40	97	28	2110
84	NOCHIXTLAN	MAGDALENA ZAHUATLAN	17	23	97	13	2110
85	COIXTLAHUACA	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	17	43	97	19	2100
86	NOCHIXTLAN	SAN ANDRES SINAXTLA	17	28	97	17	2100
87	IXTLAN	SAN PABLO MACUULTIANGUIS	17	32	96	33	2100
88	TLAXIACO	SAN ANTONIO SINICAHUA	17	9	97	34	2100
89	TLAXIACO	SAN PEDRO MOLINOS	17	6	97	32	2100
90	TLAXIACO	SANTA CATARINA TAYATA	17	20	97	33	2100
91	YAUTEPEC	SANTA CATARINA QUIOQUITANI	16	19	96	17	2100
92	NOCHIXTLAN	SAN JUAN SAYULTEPEC	17	27	97	17	2090
93	NOCHIXTLAN	SAN MIGUEL TECOMATLAN	17	33	97	16	2090
94	NOCHIXTLAN	SANTA MARIA CHACHOAPAM	17	31	97	17	2090
95	SILACAYOAPAM	IXPANTEPEC NIEVES	17	31	98	17	2080
96	COIXTLAHUACA	SAN CRISTOBAL SUCHIXTLAHUACA	17	43	97	22	2080
97	CUICATLAN	SANTIAGO NACALTEPEC	17	30	96	55	2080
98	NOCHIXTLAN	ASUNCION NOCHIXTLAN	17	27	97	13	2080
99	NOCHIXTLAN	SAN JUAN TAMAZOLA	17	9	97	13	2080
100	NOCHIXTLAN	SAN JUAN YUCUITA	17	30	97	16	2080
101	NOCHIXTLAN	SANTIAGO HUAUCLILLA	17	27	97	4	2080
102	NOCHIXTLAN	SANTIAGO TILLO	17	27	97	19	2080
103	IXTLAN	SANTA CATARINA LACHATAO	17	16	96	28	2080
104	MIXE	SAN PEDRO Y SAN PABLO AYUTLA	17	2	96	4	2080
105	MAHUATLAN	SAN JUAN OZOLOTEPEC	16	8	96	15	2080
106	NOCHIXTLAN	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	17	23	97	16	2070
107	COIXTLAHUACA	TEPELMEME VILLA DE MORELOS	17	52	97	22	2060
108	TEPOSCOLULA	TEOTONGO	17	43	97	32	2060
109	IXTLAN	NUEVO ZOQUIAPAM	17	17	96	37	2060
110	CUICATLAN	SANTA MARIA PAPALO	17	47	96	48	2050
111	MAHUATLAN	SAN JUAN MIXTEPEC	16	16	96	18	2050
112	CUICATLAN	SAN PEDRO JOCOTIPAC	17	46	97	5	2040
113	NOCHIXTLAN	SAN MATEO ETLATONGO	17	25	97	16	2040
114	ETLA	SANTIAGO TENANGO	17	19	97	0	2040
115	IXTLAN	CAPULALPAM DE MENDEZ	17	18	96	27	2040
116	IXTLAN	SANTA MARIA JALTIANGUIS	17	22	96	32	2040
117	MIXE	TAMAZULAPAM DEL ESPIRITU SANTO	17	3	96	4	2040
118	TLAXIACO	HEROICA CD. DE TLAXIACO	17	16	97	41	2040
119	CUICATLAN	SANTOS REYES PAPALO	17	48	96	51	2030

N/P	DISTRITO	MUNICIPIO	COORDENADAS GEOGRAFICAS				ALTITUD EN MSNM
			LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		
			GRADOS	MIN	GRADOS	MIN	
120	IXTLAN	IXTLAN DE JUAREZ	17	20	96	29	2030
121	TLAXIACO	SAN AGUSTIN TLACOTEPEC	17	12	97	31	2030
122	COIXTLAHUACA	SAN MIGUEL TEQUIXTEPEC	17	48	97	20	2020
123	TEOTITLAN	SANTIAGO TEXCALCINGO	18	12	96	58	2020
124	JUXTLAHUACA	COICOYAN DE FLORES	17	16	98	16	2020
125	NOCHIXTLAN	MAGDALENA JALTEPEC	17	19	97	13	2020
126	ZIMATLAN	SAN ANTONINO EL ALTO	16	49	97	1	2020
127	TEPOSCOLULA	VILLA DE TAMAZULAPAM DEL PROGRESO	17	40	97	34	2000
128	NOCHIXTLAN	SAN MIGUEL HUAUTLA	17	44	97	8	2000
129	IXTLAN	SAN JUAN ATEPEC	17	26	96	32	2000
130	IXTLAN	SAN MIGUEL AMATLAN	17	16	96	28	2000
131	IXTLAN	SANTA MARIA YAVESIA	17	14	96	26	2000
132	IXTLAN	SANTIAGO COMALTEPEC	17	34	96	33	2000
133	IXTLAN	SANTIAGO XIACUI	17	17	96	26	2000
134	TLAXIACO	SAN JUAN ACHIUTLA	17	21	97	30	2000
135	ZIMATLAN	MAGDALENA MIXTEPEC	16	54	96	54	2000
136	MIHUATLAN	SAN ANDRES PAXTLAN	16	13	96	30	2000
137	MIHUATLAN	SAN FRANCISCO OZOLOTEPEC	16	6	96	13	2000
138	MIHUATLAN	SANTA LUCIA MIAHUATLAN	16	11	96	37	2000

**ELEVACIONES PRINCIPALES**

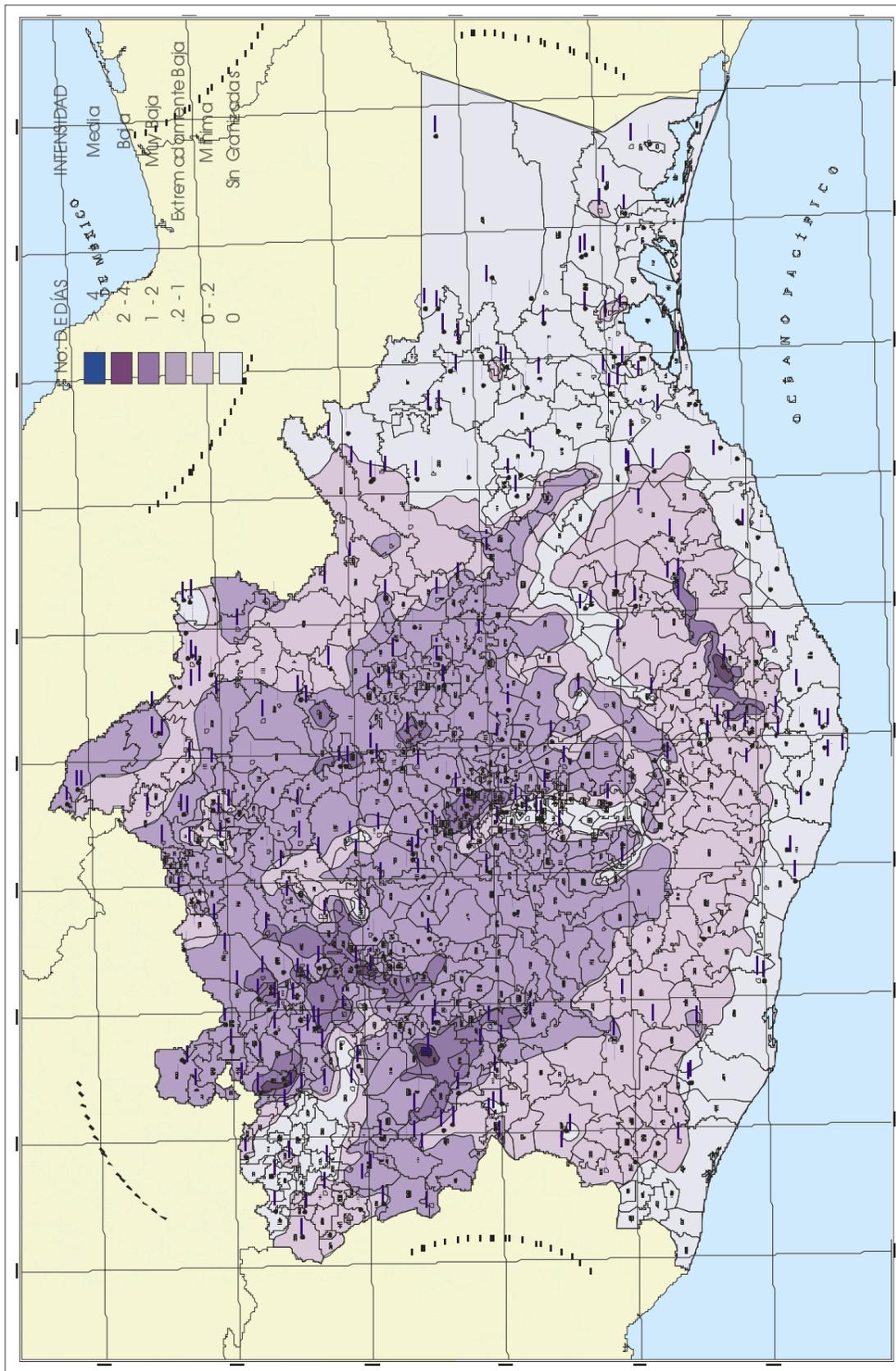
CERRO NUBE ( QUIE YELAAG)	16	13	96	11	3720
CERRO DEL AGUILA	17	8	97	39	3380
CERRO ZEMPOALTEPETL	17	9	96	0	3280
CERRO VOLCAN PRIETO	17	47	96	50	3250
CERRO HUMO GRANDE	17	33	96	28	3250
CERRO NEGRO	17	20	97	26	3200
CERRO PEÑA SAN FELIPE	17	10	96	41	3100
CERRO VERDE	18	4	97	19	2880
SIERRA EL CERRO AZUL	16	46	94	27	2300

MAPA DE MUNICIPIOS EN RIESGO POR HELADAS



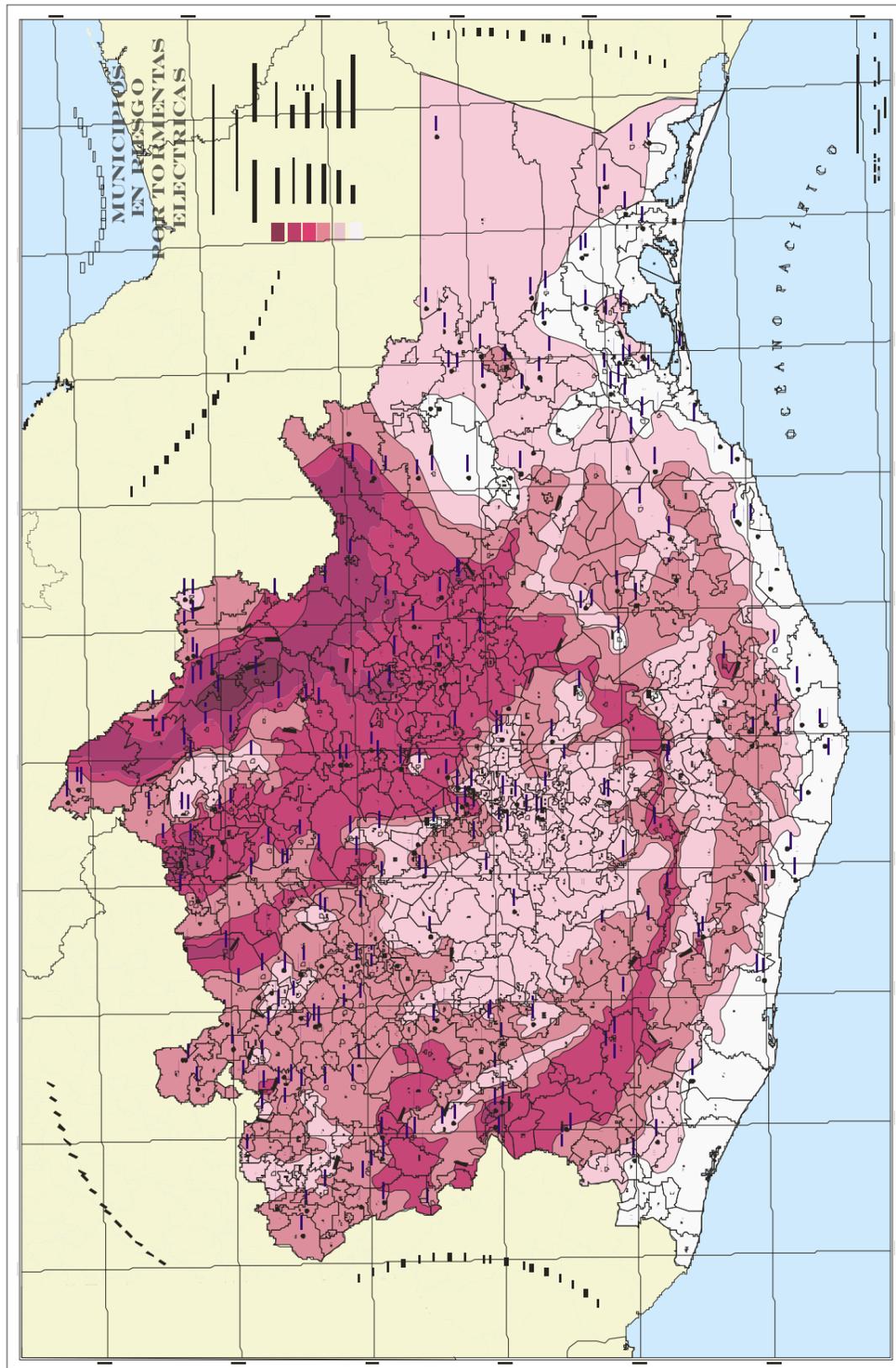
### 2.3.3 GRANIZADAS

Se presenta a continuación los municipios que presentan mayor riesgo a sufrir granizadas en el estado de Oaxaca.



### 2.3.4 TORMENTAS ELECTRICAS

Se presenta a continuación los municipios que presentan mayor riesgo por tormentas eléctricas en el estado de Oaxaca.



### 2.3.5. FUERTES VIENTOS

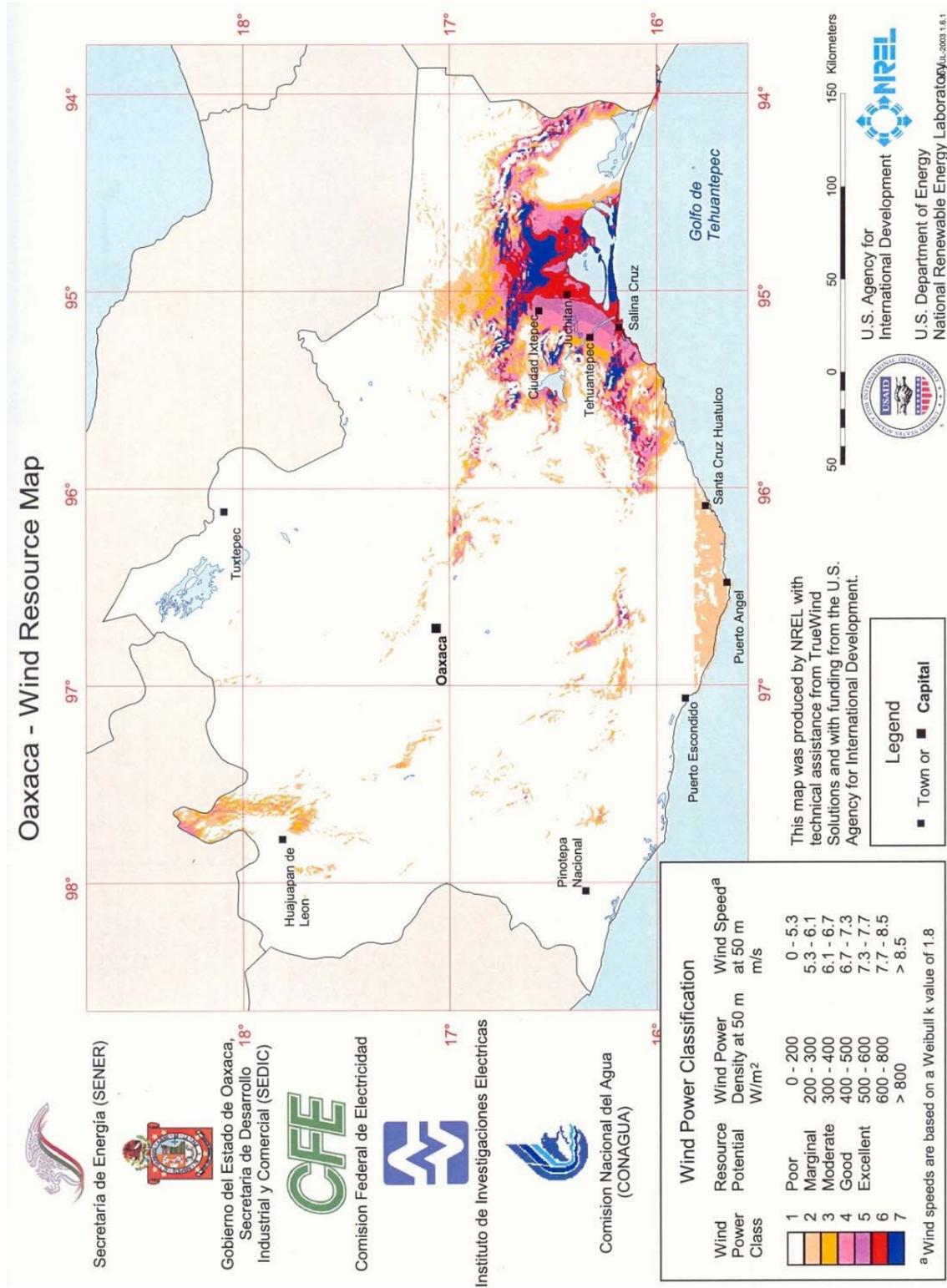
Debido a las condiciones orográficas del estado de Oaxaca, la ocurrencia de vientos se da en zonas que permiten la disipación de masas de aire cuya formación se da por la presencia de tormentas locales y corrientes de aire frío y aire caliente provenientes de las zonas montañosas y los océanos.

Los municipios en donde se presenta la ocurrencia de fuertes vientos con mayor frecuencia en el estado se da básicamente en las zonas altas tales como la región de la cañada y se da también en las zonas bajas del Istmo de Tehuantepec, siendo los siguientes:

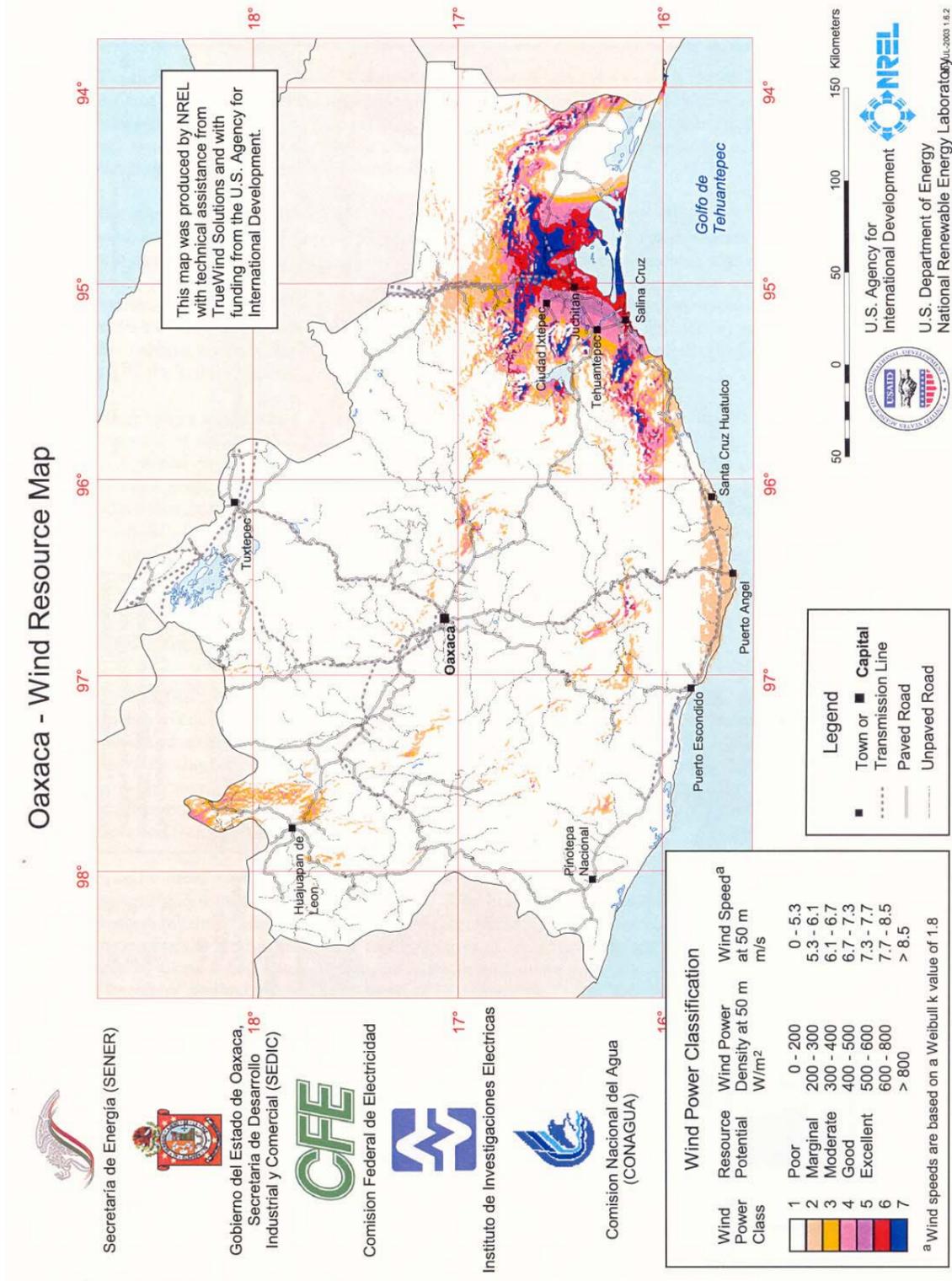
#### MUNICIPIOS SUCEPTIBLES A LA OCURRENCIA DE FUERTES VIENTOS

Distrito	Municipio	Coordenadas	
		Lat. Norte	Long. Oeste
TEOTITLAN	TEOTITLAN DE FLORES	18°07'57"	97°04'20"
	MAGON		
	SAN LUCAS ZOQUIAPAM	18°08'10"	96°54'25"
	SAN MATEO YOLOXOCHITLAN	18°08'32"	96°52'05"
	ELOXOCHITLAN DE FLORES	18°10'33"	96°52'32"
	MAGON		
	SANTA CRUZ ACATEPEC	18°09'48"	96°52'30"
	SAN JERONIMO TECOATL	18°10'00"	96°54'45"
	SAN FRANCISCO HUEHUETLAN	18°11'50"	96°56'47"
	SANTA MARIA TEOPOXCO	18°09'47"	96°57'17"
	SANTIAGO TEXCALCINGO	18°12'28"	96°58'10"
	SAN PEDRO OCOPEATILLO	18°11'10"	96°54'48"
	HUAUTLA DE JIMENEZ	18°07'50"	96°50'35"
	HUAUTEPEC	18°06'00"	96°47'50"
	MAZATLAN VILLA DE FLORES	18°01'55"	96°54'55"
	SAN JUAN DE LOS CUES	18°02'46"	97°03'30"
	SANTA MARIA TECOMAVACA	17°52'20"	97°01'25"
	SANTA MARIA CHILCHOTLA	18°13'56"	96°49'45"
	SANTA MARIA LA ASUNCION	18°06'25"	96°49'10"
	SANTA ANA ATEIXTLAHUACA	18°12'25"	96°54'45"
SAN BARTOLOME AYAUTLA	18°01'50"	96°40'10"	
SAN JUAN COATZOSPAM	18°02'55"	96°45'45"	
SAN JOSE TENANGO	18°09'00"	96°43'05"	
JUCHITAN	ASUNCION IXTALTEPEC	16°30'07"	95°03'33"
	EL BARRIO LA SOLEDAD	16°48'14"	95°06'44"
	EL ESPINAL	16°29'05"	95°02'30"
	JUCHITAN DE ZARAGOZA	16°26'00"	95°01'10"
	MATIAS ROMERO	16°52'20"	95°02'30"
	SAN JUAN GUICHICOVI	16°57'42"	95°05'35"
	SANTA MARIA PETAPA	16°49'18"	95°07'11"

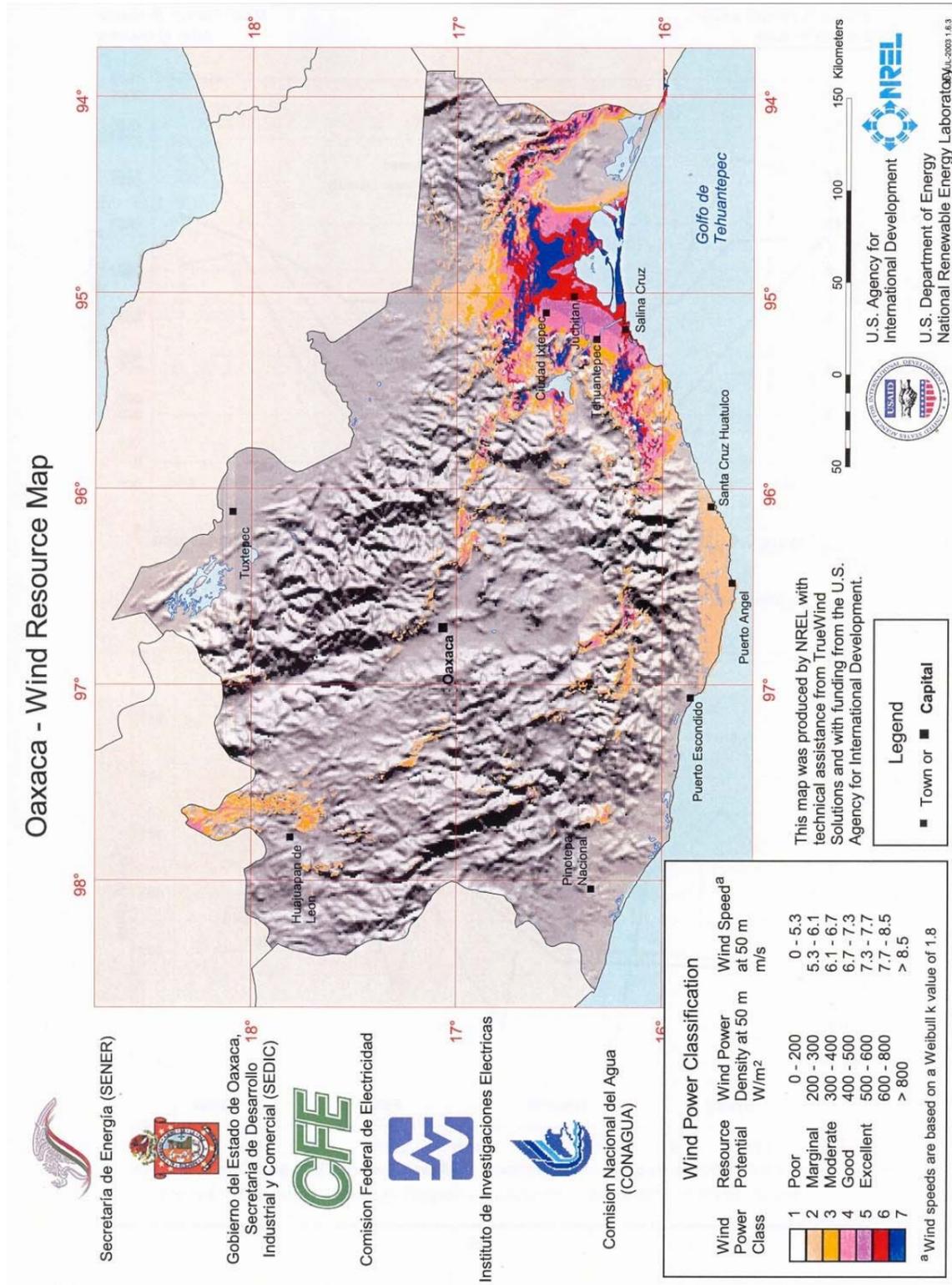
**Mapa de velocidades de viento en el estado de Oaxaca  
(Localidades en riesgo)**



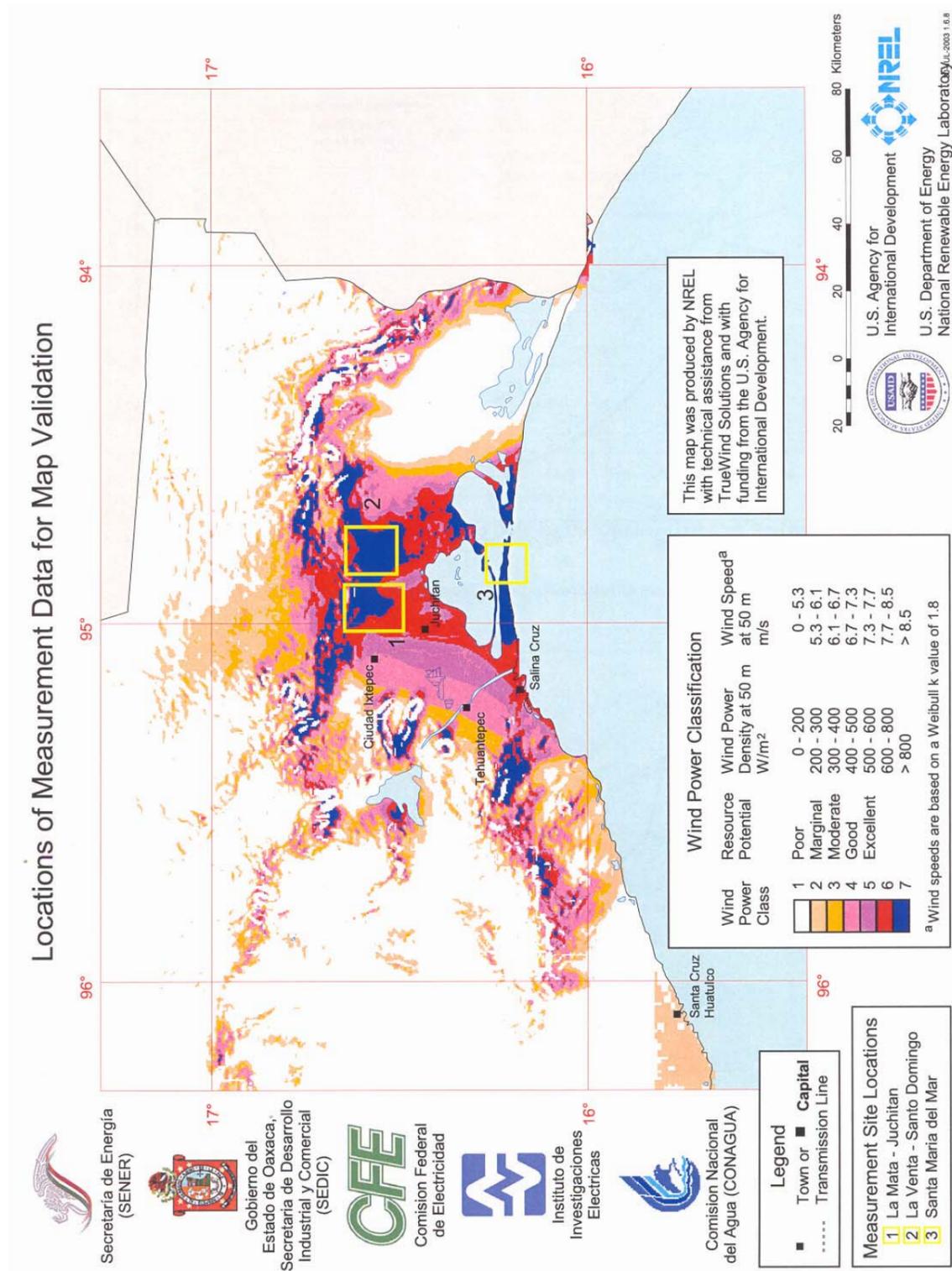
Mapa de velocidades de viento en el estado de Oaxaca  
(Localidades en riesgo y principales carreteras)



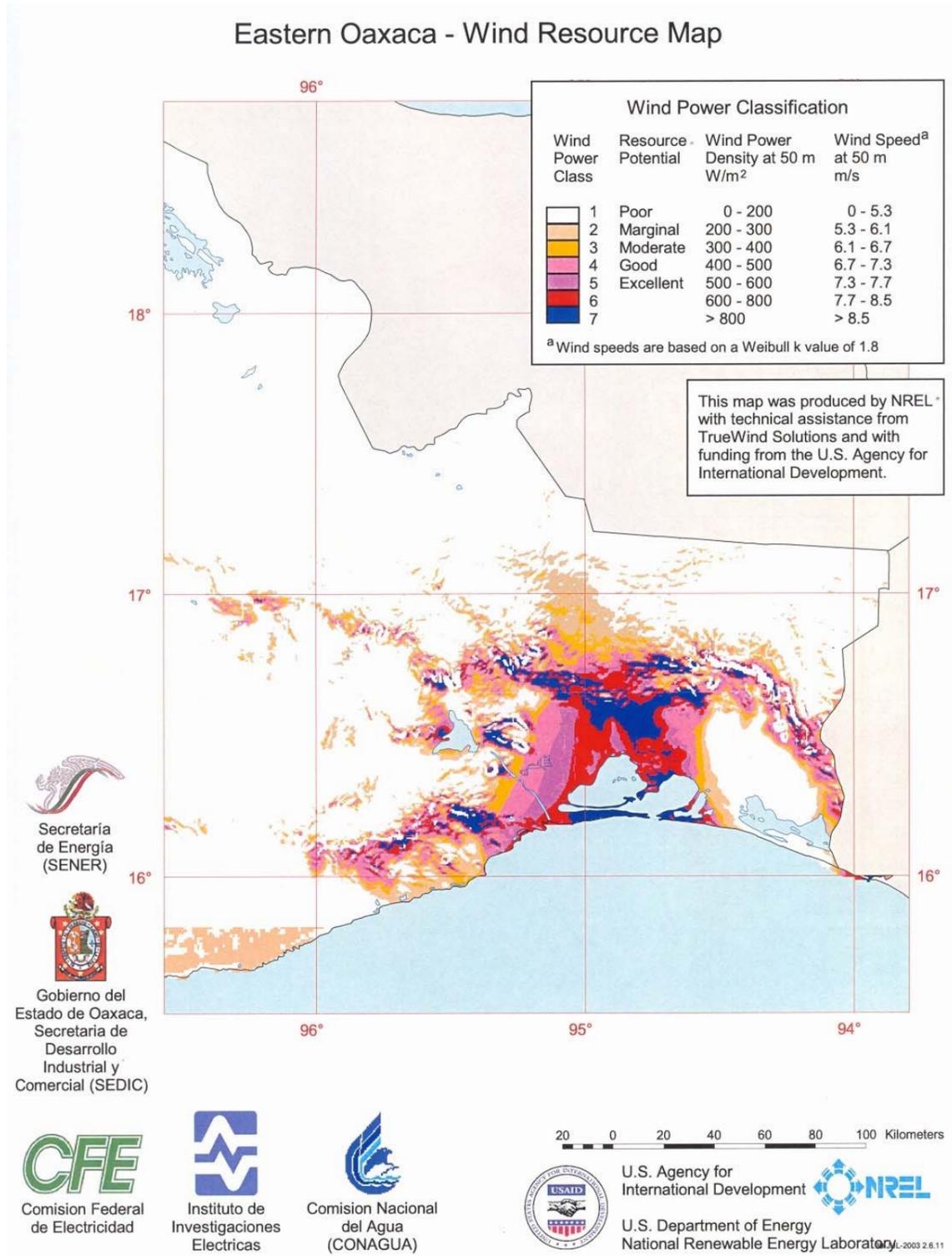
**Mapa de velocidades de viento en el estado de Oaxaca  
(Localidades en riesgo y relieve)**



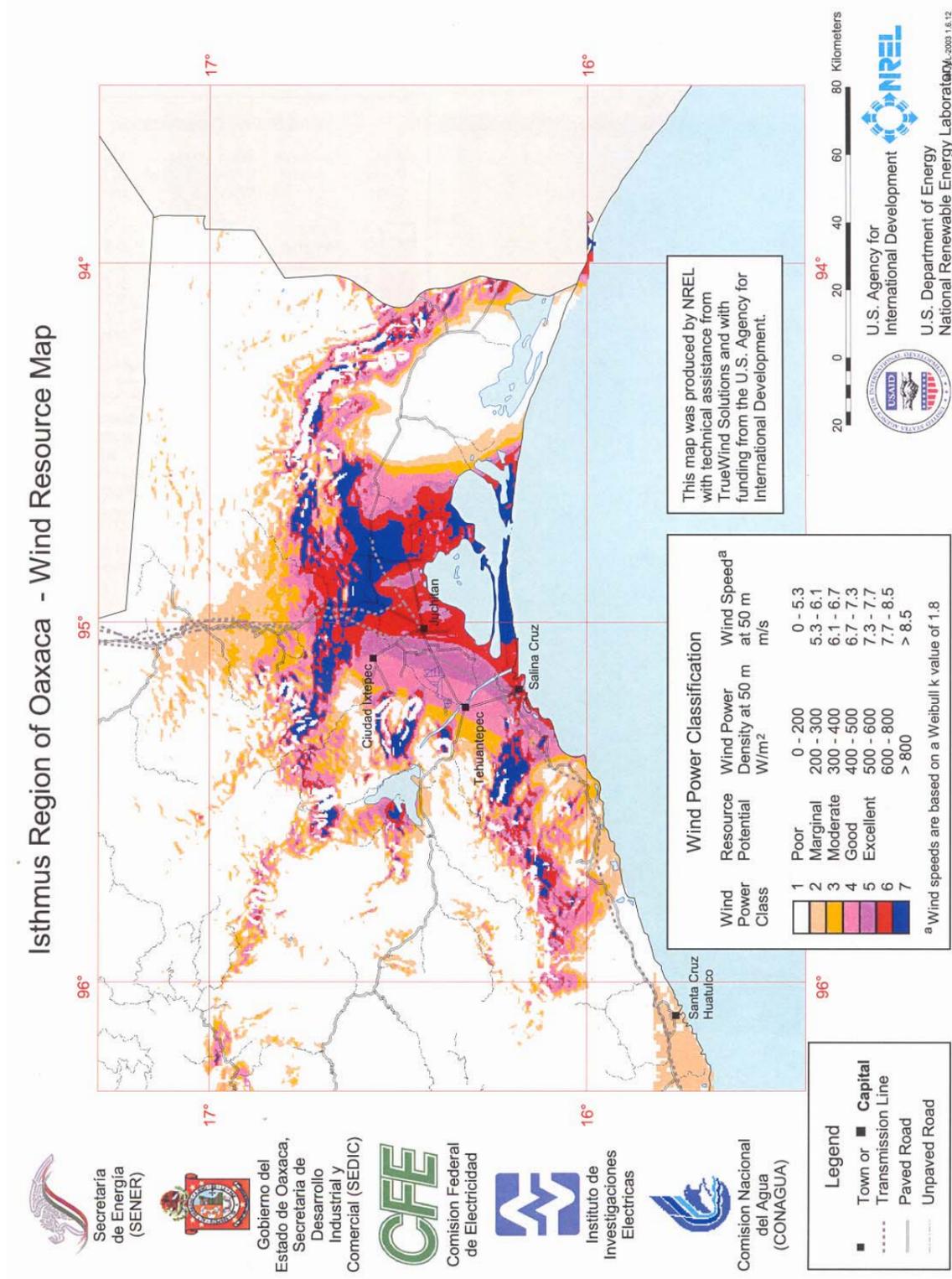
Mapa de velocidades de viento en la zona del Istmo de Tehuantepec  
(Localidades en riesgo)



Mapa de velocidades de viento en la zona del Istmo de Tehuantepec



Mapa de velocidades de viento en la zona del Istmo de Tehuantepec  
(Localidades en riesgo y principales carreteras)



Mapa de velocidades de viento en la zona del Istmo de Tehuantepec  
(Localidades en riesgo y relieve)

