



# ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE PAHUATLÁN, PUEBLA, 2013

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO



Fecha: Jueves 21 de noviembre de 2013  
Entrega final

Número de obra: 321109PP003588  
Número de expediente: PP13/21109/AE/1/0005

Pahuatlán, Puebla



**INGENIERO CIVIL JUAN SALGADO MORALES**  
**PROYECTOS Y CONSTRUCCION SAGA**  
ABASOLO PONIENTE No. 3  
COLONIA LOS DICIOS  
CP: 74080  
SAN MARTIN TEXMELUCAN PUE.  
TEL: 01-248-1171186  
samj2603@hotmail.com





# ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE PAHUATLÁN, PUEBLA, 2013

## ÍNDICE

### CAPITULO I

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN        | 7  |
| I.1. INTRODUCCIÓN                  | 9  |
| I.2. ANTECEDENTES                  | 10 |
| I.3. OBJETIVOS                     | 13 |
| I.4. ALCANCES                      | 13 |
| I.5. METODOLOGÍA GENERAL           | 14 |
| I.6. CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO | 14 |

### CAPITULO II

|   |    |
|---|----|
| DETERMINACIÓN DE NIVELES GEOGRÁFICOS DE ESTUDIO | 17 |
| II.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO       | 19 |
| II.2. NIVELES GEOGRÁFICOS DE ANÁLISIS           | 24 |

### CAPITULO III

|  |    |
|--|----|
| CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL | 25 |
| III.1. FISIOGRAFÍA                                 | 27 |
| III.2. GEOMORFOLOGÍA                               | 27 |
| III.2.1. PENDIENTE DEL TERRENO                     | 31 |
| III.3. GEOLOGÍA                                    | 34 |
| III.4. EDAFOLOGÍA                                  | 38 |
| III.4.1. EROSIÓN POTENCIAL                         | 42 |
| III.5. HIDROGRAFÍA                                 | 42 |
| III.6. CUENCAS Y SUBCUENCAS                        | 45 |
| III.7. CLIMA                                       | 49 |
| III.8. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN                   | 50 |
| III.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS                  | 53 |



## CAPITULO IV

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS</b>   | <b>56</b> |
| <b>IV.1. ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS: DINÁMICA DEMOGRÁFICA, DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN, MORTALIDAD, DENSIDAD DE POBLACIÓN</b> | <b>58</b> |
| <b>IV.1.1. ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS</b>   | <b>58</b> |
| <b>IV.1.2. DINÁMICA DEMOGRÁFICA</b>   | <b>60</b> |
| <b>IV.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN</b>   | <b>61</b> |
| <b>IV.1.4. DENSIDAD DE LA POBLACIÓN.</b>  | <b>62</b> |
| <b>IV.1.5. COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN</b>  | <b>62</b> |
| <b>IV.1.6. POBLACIÓN HABLANTE DE LENGUA INDÍGENA</b>  | <b>66</b> |
| <b>IV.1.7. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNICIPAL 2030, CONAPO</b>  | <b>66</b> |
| <b>IV.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES: ESCOLARIDAD, HACINAMIENTO, POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD, MARGINACIÓN Y POBREZA</b>     | <b>68</b> |
| <b>IV.2.1. SALUD</b>  | <b>68</b> |
| <b>IV.2.2. MORTALIDAD</b>   | <b>69</b> |
| <b>IV.2.3. ESCOLARIDAD</b>  | <b>69</b> |
| <b>IV.2.4. HACINAMIENTO</b>   | <b>70</b> |
| <b>IV.2.5. POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD</b>   | <b>70</b> |
| <b>IV.2.6. MARGINACIÓN</b>  | <b>73</b> |
| <b>IV.2.7. POBREZA</b>  | <b>73</b> |
| <b>IV.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA</b>  | <b>76</b> |
| <b>IV.3.1. ACTIVIDADES PRIMARIAS</b>  | <b>76</b> |
| <b>IV.3.2. ACTIVIDADES SECUNDARIAS</b>  | <b>78</b> |
| <b>IV.3.3. ACTIVIDADES TERCIARIAS</b>   | <b>78</b> |
| <b>IV.4. RESERVA TERRITORIAL</b>  | <b>79</b> |

## CAPITULO V

|  |           |
|--|-----------|
| <b>IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL</b> | <b>81</b> |
| <b>V.1. RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO.</b>                         | <b>83</b> |
| <b>V.1.1. ERUPCIONES VOLCÁNICAS</b>  | <b>83</b> |
| <b>V.1.2. SISMOS</b>   | <b>86</b> |
| <b>A. PERIODOS DE RETORNO</b>  | <b>87</b> |
| <b>V.1.3. TSUNAMIS</b>   | <b>88</b> |
| <b>V.1.4. INESTABILIDAD DE LADERAS</b>   | <b>89</b> |



|  |            |
|--|------------|
| <b>A. INTRODUCCIÓN</b>   | <b>89</b>  |
| <b>B. FACTORES CAUSALES DE INESTABILIDAD DE LADERAS EN PAHUATLÁN</b>   | <b>90</b>  |
| <b>C. ANÁLISIS GEOFÍSICOS DE INESTABILIDAD DE LADERAS EN PAHUATLÁN (MÉTODO ELÉCTRICO: SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL)</b> | <b>91</b>  |
| <b>C.1. DISPOSITIVO SCHLUMBERGER.</b>  | <b>92</b>  |
| <b>C.2. RESISTIVIDAD DE LOS MATERIALES NATURALES.</b>  | <b>93</b>  |
| <b>C.3. APLICACIÓN DEL SEV.</b>  | <b>93</b>  |
| <b>D. DESLIZAMIENTOS</b>   | <b>96</b>  |
| <b>E. CREEP O REPTACIÓN</b>  | <b>104</b> |
| <b>V.1.5. FLUJOS</b>   | <b>106</b> |
| <b>V.1.6. CAÍDOS O DERRUMBES</b>   | <b>112</b> |
| <b>V.1.7. HUNDIMIENTOS</b>   | <b>118</b> |
| <b>V.1.8. SUBSIDENCIA</b>  | <b>118</b> |
| <b>V.1.9. AGRIETAMIENTOS</b>   | <b>118</b> |
| <b>V.2. RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO.</b>                          | <b>123</b> |
| <b>V.2.1. ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS</b>  | <b>123</b> |
| <b>A. PERIODOS DE RETORNO</b>  | <b>124</b> |
| <b>V.2.2. SEQUÍAS</b>  | <b>127</b> |
| <b>A. CONDICIONES REGIONALES</b>   | <b>127</b> |
| <b>B. CONDICIONES LOCALES</b>  | <b>128</b> |
| <b>V.2.3. HELADAS</b>  | <b>132</b> |
| <b>A. PERIODOS DE RETORNO</b>  | <b>134</b> |
| <b>V.2.4. TORMENTAS DE GRANIZO</b>   | <b>136</b> |
| <b>V.2.5. TORMENTAS DE NIEVE</b>   | <b>138</b> |
| <b>V.2.6. CICLONES TROPICALES</b>  | <b>138</b> |
| <b>V.2.7. TORNADOS</b>   | <b>141</b> |
| <b>A. REMOLINO DE POLVO O DE ARENA</b>   | <b>141</b> |
| <b>V.2.8. TORMENTAS DE POLVO</b>   | <b>144</b> |
| <b>V.2.9. TORMENTAS ELÉCTRICAS</b>   | <b>144</b> |
| <b>A. DENSIDAD DE RAYOS A TIERRA</b>   | <b>148</b> |
| <b>B. PERIODOS DE RETORNO</b>  | <b>148</b> |
| <b>V.2.10. LLUVIAS EXTREMAS</b>  | <b>151</b> |
| <b>V.2.11. INUNDACIONES PLUVIALES, FLUVIALES, COSTERAS Y LACUSTRES</b>   | <b>156</b> |
| <b>A. INUNDACIONES FLUVIALES Y PLUVIALES.</b>  | <b>156</b> |
| <b>B. INUNDACIONES SÚBITAS.</b>  | <b>159</b> |



|  |            |
|--|------------|
| <b>V.3. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL</b>                     | <b>163</b> |
| <b>V.3.1. VULNERABILIDAD SOCIAL</b>                                    | <b>163</b> |
| <b>V.3.2. CAPACIDAD DE RESPUESTA DE AUTORIDADES LOCALES</b>            | <b>169</b> |
| <b>V.3.3. PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO</b>                              | <b>169</b> |
| <b>V.3.4. VULNERABILIDAD GLOBAL</b>                                    | <b>172</b> |
| <b>V.3.5. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE INESTABILIDAD DE LADERAS</b> | <b>174</b> |
| <b>V.3.6. VULNERABILIDAD ANTE OTROS PELIGROS</b>                       | <b>179</b> |
| <b>A. VULNERABILIDAD ANTE TORMENTAS DE GRANIZO Y HALADAS</b>           | <b>179</b> |
| <b>V.4. TRABAJO DE CAMPO</b>   | <b>182</b> |
| <b>V.5. RIESGO ANTE FENÓMENOS GEOLÓGICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS</b>     | <b>182</b> |
| <b>V.5.1. RIESGO ANTE INESTABILIDAD DE LADERAS</b>                     | <b>184</b> |
| <b>A. RIESGO ANTE DESLIZAMIENTOS</b>                                   | <b>184</b> |
| <b>B. RIESGO ANTE CREEP O REPTACIÓN</b>                                | <b>185</b> |
| <b>C. RIESGO ANTE AGRIETAMIENTOS</b>                                   | <b>193</b> |
| <b>V.5.2. RIESGO ANTE FLUJOS</b>                                       | <b>195</b> |
| <b>V.5.3. RIESGO ANTE CAÍDOS O DERRUMBES</b>                           | <b>199</b> |
| <b>V.5.4. RIESGO AGRÍCOLA ANTE HELADAS</b>                             | <b>204</b> |
| <b>V.5.5. RIESGO ANTE TORMENTAS DE GRANIZO</b>                         | <b>204</b> |
| <b>V.6. OBRAS PROPUESTAS</b>   | <b>207</b> |
| <b>CABECERA MUNICIPAL: PAHUATLÁN DE VALLE.</b>                         | <b>207</b> |
| <b>SAN PABLITO</b>   | <b>208</b> |
| <b>ESCALA MUNICIPAL</b>  | <b>208</b> |



# CAPITULO I

## ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN







## I.1. INTRODUCCIÓN

Por las características geográficas que presenta el territorio nacional, éste se encuentra expuesto a la ocurrencia de fenómenos naturales, situación que provoca que más de 90 millones de habitantes en el país residan en zonas de riesgo, de los cuales cerca del 70% habitan en zonas urbanas, el 9.5% en zonas semiurbanas y el resto 20.5% lo hace en zonas rurales.

Actualmente, existe una desvinculación de la planeación territorial y las políticas para la prevención del riesgo, lo que ha propiciado la expansión de los asentamientos humanos hacia zonas no aptas. Lo anterior, aunado al aumento de fenómenos relacionados con el cambio climático, la problemática en el manejo de las cuencas hidrológicas, el deterioro ambiental, la marginación y la insuficiente cultura de prevención y mitigación, entre otros, conlleva a desastres cada vez más devastadores, tal como los que se han presentado en las últimas décadas.

El Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) está dirigido a mitigar los efectos de los fenómenos perturbadores de origen natural, para aumentar la resiliencia en los gobiernos locales y la sociedad, a fin de evitar retrocesos en las estrategias para elevar la calidad de vida de la población y contribuir al cumplimiento de los objetivos institucionales para disminuir la pobreza.

La importancia del programa radica en crear y mantener una vinculación directa entre la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y las autoridades locales para concientizarlas sobre la necesidad de trabajar en la reducción de riesgos, a través de acciones y obras para desincentivar la ocupación de suelo en zonas de riesgo; promover la cultura de prevención de desastres, así como, incrementar la inversión en reducción y mitigación de riesgos.

El Programa se conceptualizó como una política pública a escala municipal, encaminada a evitar la ocupación del suelo en zonas no aptas para los asentamientos humanos y por ende, evitar la ocurrencia de desastres.

A través de este Programa, la SEDATU busca contribuir a la equidad y la eficiencia en la utilización de los recursos. Como Programa que coadyuva al fortalecimiento de las capacidades de los municipios en materia de prevención de riesgos, centra sus esfuerzos en territorios con condiciones de mayor pobreza y en donde se concentra la existencia de grupos vulnerables; así como contribuir al cumplimiento de los objetivos del Sistema Nacional para la Cruzada Nacional contra el Hambre.

La SEDATU, para lograr tal objetivo, ha definido a través de Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo, los lineamientos para apoyar a las autoridades municipales del país con herramientas básicas para el diagnóstico, ponderación y detección precisa de peligros, vulnerabilidad y riesgos, enfocados a contribuir a un desarrollo territorial ordenado y sustentable.

Así, la SEDATU, dentro de su política de ordenamiento territorial considera como uno de los propósitos fundamentales reducir el riesgo y la vulnerabilidad de la población ante los efectos destructivos de los fenómenos naturales por medio de la mejora en sistemas estructurales de mitigación, la normatividad de los métodos constructivos y el uso adecuado del territorio, así como también sistematizar y unificar criterios en la elaboración de Atlas, para con ello aportar bases sólidas y científicas al ordenamiento territorial, a la prevención de desastres y a mejorar las condiciones del entorno urbano y rural en nuestro país y al mismo tiempo, ampliar el conocimiento





*Imagen I.1. Vista panorámica de Pahuatlán del Valle.*



*Imagen I.2. Deslizamientos en Pahuatlán del Valle.*

f) El rompimiento de la presa Santana ocasionó pérdidas de animales, no se tiene fecha de lo sucedido pero la población lo recuerda.

g) Actualmente se presentan una serie de evidencias de inestabilidad de laderas, especialmente de deslizamientos en diferentes partes de la cabecera municipal y en otras localidades, los cuales se ven reflejados en algunas construcciones. Aunado a ello se observan también dentro del municipio problemas ambientales como son: contaminación por residuos sólidos municipales, deforestación, pérdida de suelo, riesgos sanitarios, entre otros.

h) En los márgenes del río existe una gran cantidad de bancos de materiales los cuales son explotados sin ningún control, debido a la topografía y los cortes que se hacen con dirección del buzamiento de las capas de las rocas, presenta algunos deslizamientos importantes y que posiblemente afecte con el tiempo a las localidades de Zoyatla y Zacamila; estos tipos de bancos de materiales también son localizados en las partes medias y altas del municipio.

En general, la memoria colectiva de la población del municipio almacena experiencias agradables o molestas, pero no las recuerda con la intensidad que fueron vividas en los desastres ocurridos en el municipio, sin embargo existe una gran preocupación por las afectaciones que actualmente sufren algunos inmuebles de la comunidad como son: la Escuela Secundaria Técnica 85, el Hospital del Municipio y las casas que se localizan en la parte Este de la calle 5 de Mayo en la cabecera municipal.

Al respecto, el Sr. Enrique Franco, comentó:

"Cuando (él) tenía 6 años, en 1955, ocurrió una inundación en la Plaza de Pahuatlán originada por fuertes lluvias constantes en 24 horas debido al Ciclón Yanet, causando deslizamientos de tierra quedando el pueblo sin vías de comunicación. Otro hecho importante fue las inundaciones del 4 octubre de 1999, igual que el anterior originado por lluvias constantes ocasionando el desalojo del poblado de Cuauneutla y por último relató que en un domingo de plaza, no se acuerda en qué año, la presa Santana sufrió un rompimiento en la cortina teniendo pérdidas económicas solamente."

El Sacerdote Federico Borja Mendoza quien estuvo a cargo de la Iglesia de la cabecera de Pahuatlán por más de 25 años, además de ratificar algunos de los testimonios mencionados señaló que:

"En los meses de abril y mayo cuando se hace la quema de algunos campos de cultivo para volver a sembrar esté se sale de control debido a los fuertes vientos que en esa época se registran en el municipio."

En general, las conversaciones realizadas con los pobladores del municipio hacen referencia a los problemas de deslizamiento y ponen como ejemplo el abandono del Centro de Salud por el deslizamiento que ocurrió en la calle 5 de Mayo de la cabecera municipal y la problemática que actualmente se observa en el Hospital del municipio con una serie de agrietamientos en la parte derecha de sus instalaciones, debido al mismo deslizamiento de 1999 que origino el abandono de la unidad habitacional cercana a éste. Aunado a esto se tiene que incluir el problema que actualmente se registra en la Escuela Secundaria Técnica 85 de la cabecera municipal, donde se nota una serie de problemas en la estructura de sus edificios como es el levantamiento de la loseta y algunas fracturas en las columnas de concreto y el desnivel que existe en las puertas.

Por su parte el Atlas de Riesgo del Estado de Puebla señala los siguientes fenómenos que podrían afectar al municipio de Pahuatlán, correlacionados con el elemento geográfico al cual afectarían (*Tabla I.1*):

**Tabla I.1. Los siguientes fenómenos podrían afectar al municipio de Pahuatlán, según el Atlas de Riesgo del Estado de Puebla.**

| Fenómenos Geológicos          |                        | Natural | Social | Económico |
|-------------------------------|------------------------|---------|--------|-----------|
| Sísmico                       |                        |         | X      |           |
| Actividad volcánica           |                        | X       |        |           |
| Erosión                       |                        |         |        | X         |
| Inestabilidad de Laderas      | Hundimientos de tierra | X       | X      | X         |
|                               | Deslizamientos         | X       | X      | X         |
|                               | Flujos de lodo         | X       | X      | X         |
| Fenómenos Hidrometeorológicos |                        |         |        |           |
| Huracanes                     |                        |         | X      |           |
| Inundaciones                  |                        |         | X      |           |
| Sequías                       |                        |         |        | X         |
| Heladas                       |                        |         |        | X         |
| Granizo                       |                        |         |        | X         |
| Vientos Fuertes               |                        |         |        | X         |
| Desertificación               |                        |         |        | X         |

### I.3. OBJETIVOS

El Atlas de Riesgos Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013, tiene como objetivos:

- Ser un documento que permita diagnosticar, ponderar y detectar los peligros y vulnerabilidad en el territorio del Municipio de Pahuatlán, Puebla.
- Presentar un compendio cartográfico estandarizado y homologado, en su catálogo y bases de datos compatible y complementario con documentos similares de otros territorios municipales, generados por SEDATU.
- Presentar la cartografía relacionada con los medios natural y social del territorio de Pahuatlán.
- Proporcionar los lineamientos básicos de representación cartográfica relacionada con información temática de zonas de peligro, riesgo y vulnerabilidad.
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afectan el territorio municipal y a la población de Pahuatlán, Puebla.

### I.4. ALCANCES

El Atlas de Peligros Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013, tanto documento escrito como cartográfico, es una herramienta que permite diagnosticar, identificar y ponderar los peligros naturales, la vulnerabilidad social y el riesgo al que se encuentra sujeto el territorio municipal, dirigido a las autoridades y las dependencias de todos los niveles de gobierno, autoridades de protección civil, instituciones relacionadas con la planeación territorial, urbana, desarrollo social, ambiental, instituciones académicas y de investigación, así como población en general, como un documento de consulta y orientación encaminado a:

- Establecer políticas y estrategias de prevención, facilitando la toma de decisiones en relación con planes de desarrollo urbano.
- Atender las necesidades de una emergencia derivada de la ocurrencia de algún fenómeno de origen natural y con ello estimar los recursos que deberían ser destinados a la zona afectada.

- Contribuir a la cultura de la autoprotección a través de la orientación y concientización de la población sobre la vulnerabilidad, el riesgo y el peligro.

Se pretende también, que los usuarios finales del Atlas de Peligros Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013, cuenten con una herramienta de divulgación de información relacionada con el territorio municipal y con ello apoyar en la generación de una cultura de prevención de desastres.

## I.5. METODOLOGÍA GENERAL

Para la elaboración del Atlas de Peligros Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013, fueron consideradas las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013 elaborado por SEDATU, en las cuales se señalan los lineamientos metodológicos y niveles de profundidad de análisis de los peligros de origen natural que en presente documento se analizan.

La realización del Atlas implicó recabar e integrar información diversa generada por instituciones públicas y privadas, con la finalidad de conocer e interpretar, por un lado, los antecedentes históricos del municipio y zona de influencia en cuanto a la presencia de fenómenos perturbadores de origen naturales, y por otro, el compendio de las características fisiográficas, geológicas, topográficas, hidrológicas, entre otras, cotejado con información estadística socio-económica y demográfica de asentamientos humanos, para determinar con ello el riesgo al que está expuesta la población.

El Atlas de Peligros Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013 se llevó a cabo mediante la siguiente metodología general:

- Investigación de diversas fuentes documentales históricas y actuales
- Análisis de bases de datos estadísticas socio-económicas y demográficas, tanto a escala municipal como estatal.
- Interpretación cartográfica, de imágenes de satélite, fotografías aéreas y modelos digitales del terreno.
- Desarrollo de modelos, estadísticos, multicriterio y sobreposición cartográfica para generar cartografía de peligros.
- Utilización de tecnologías de la información geográfica (SIG, GPS,).
- Trabajo de campo en el territorio municipal, mediante recorridos a diversos puntos de interés relacionados con fenómenos perturbadores de origen natural.
- Entrevistas con autoridades locales y población en general.
- Levantamiento de encuestas relacionadas con la percepción del riesgo y vulnerabilidad.

La integración de cada uno de los puntos señalados derivó en un documento que señala, mediante cartografía temática, las características del medio natural, socio-económicas, demográficas y de peligros de origen natural, del municipio de Pahuatlán, Puebla.

## I.6. CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO

El Atlas de Peligros Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013, se estructura por un documento escrito que describe las características tanto naturales como socio-económicas y demográficas, así como por una relación de mapas del medio natural, social y de peligros de origen natural, clasificados en geológicos e hidrometeorológicos, dichos peligros se muestran en la siguiente tabla (Tabla 2):

**Tabla I.2. Peligros de origen natural, clasificados en geológicos e hidrometeorológicos que se analizan en el Atlas de Peligros Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013.**

| FENÓMENOS GEOLÓGICOS          |   |
|-------------------------------|---|
| 1.                            | Erupciones volcánicas                                   |
| 2.                            | Sismos  |
| 3.                            | Tsunamis  |
| 4.                            | Inestabilidad de laderas                                |
| 5.                            | Flujos  |
| 6.                            | Caídos o derrumbes                                      |
| 7.                            | Hundimientos  |
| 8.                            | Subsidencia   |
| 9.                            | Agrietamientos  |
| FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS |   |
| 10.                           | Ondas cálidas y gélidas                                 |
| 11.                           | Sequías   |
| 12.                           | Heladas   |
| 13.                           | Tormentas de granizo                                    |
| 14.                           | Tormentas de nieve                                      |
| 15.                           | Ciclones Tropicales                                     |
| 16.                           | Tornados  |
| 17.                           | Tormentas de polvo                                      |
| 18.                           | Tormentas eléctricas                                    |
| 19.                           | Lluvias extremas  |
| 20.                           | Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres |

El Atlas está estructurado por el siguiente capitulado:

**CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción.** Se plantean los antecedentes generales y se explican en forma breve la problemática relacionadas con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha, incluyendo todas las fuentes documentales consideradas como antecedentes y evidencias de eventos desastrosos en la región. Se hace mención de la existencia de algún otro documento relacionado con el tema (atlas de riesgos, atlas de peligros, estudios de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad diversos) y su aportación al Atlas.

**CAPÍTULO II. Determinación de niveles geográficos de estudio.** Se define la poligonal que identifica al municipio de Pahuatlán y se incluye información de localización del municipio y se definen los niveles y escalas de análisis de cada peligro de origen natural. Se asocia un mapa base (topográfico) que cuenta con los siguientes elementos: localidades, vialidades principales, curvas de nivel, hidrografía, principales obras de infraestructura y líneas de comunicación.

**CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.** En este apartado se analizan los elementos que conforman al medio físico de la zona de estudio a partir de sus características naturales, asociando a cada uno de ellos, su cartografía respectiva. Los temas descritos son: fisiografía, geomorfología, geología, edafología, hidrografía, cuencas y subcuencas, climas, uso de suelo y vegetación y áreas naturales protegidas.

**CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.** Se integran de forma breve las características generales de la situación demográfica, social y económica del territorio, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales del estado que guarda el municipio.

**CAPÍTULO V.** Es la parte medular del Atlas, aquí se identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural y se analizan cada uno de los



fenómenos perturbadores señalados en la tabla (Tabla 1), identificando su periodicidad, área de ocurrencia y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad expuestas a amenazas.

Así, en base a la identificación de peligros y vulnerabilidad, se elaboró la zonificación de los mismos por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar cartografía digital (vectorial) e impresa, en la que se determinan las zonas de riesgo ante los diferentes tipos de fenómenos.

En este apartado, se realiza un análisis de los peligros, señalando qué zonas son las más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas e infraestructura con probable afectación. El análisis delimita zonas de riesgo y hace referencia a los mapas de peligros y vulnerabilidad.





# CAPITULO II

## DETERMINACIÓN DE NIVELES GEOGRÁFICOS DE ESTUDIO





## II.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Pahuatlán se localiza en la Sierra Norte de Puebla, presenta una topografía muy abrupta con pendientes que suelen alcanzar los 30° y tiene una superficie total de 8,037 hectáreas, con un porcentaje territorial del 1.72 %, lo que representa el 0.23% de la superficie total estatal; es uno de los quince municipios pertenecientes al Distrito de Huauchinango; sus límites son: al Norte y Suroeste con el estado de Hidalgo, al Noroeste con el municipio de Honey, al Sureste con el municipio de Naupan, y al Noreste con el municipio de Tlacuilotepec, todos ellos pertenecientes al estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: latitud Norte 20° 15' 00" y 20° 21' 00"; longitud Oeste 98° 05' 00" y 98° 12' 30".

Su territorio pertenece también a la región denominada Huasteca e históricamente presenta asentamientos humanos desde la época prehispánica; grupos indígenas tales como Nahuas, Tepehuas, Huastecos, Otomíes y Totonacas. Su cabecera municipal se denomina Ciudad de Pahuatlán de Valle y actualmente el municipio cuenta con 32 localidades rurales según el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI (**Tabla II.1**) y el Marco Geoestadístico 2010-Puntos de Localidades Rurales. De estas treinta y dos localidades, seis localidades son indígenas Atla, Atlantongo, Mamiquetla y Xolotla son Nahuas, en tanto que Zacapehuaya y San Pablito son Otomíes, y las demás localidades son mestizas.

**Tabla II.1. Localidades de Pahuatlán según el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.**

| PAHUATLAN DE VALLE | ATLANTONGO           | SAN PABLITO         | XOCHIMILCO       |
|--------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| ACALAPA            | CUAUNEUTLA DE LA PAZ | TLALCRUZ DE LIBRES  | LINDAVISTA       |
| AHILA              | MAMIQUETLA           | XILEPA              | ACAHUALES        |
| AHUACATITLA        | MONTELLANO           | XOLOTLA             | AGUA DEL CARRIZO |
| ANGELES, LOS       | NARANJASTITLA        | ZACAPEHUAYA         | AGUA NEGRA       |
| ATLA               | PACIOTLA             | ZOYATLA DE GUERRERO | ALMOLOYA         |
| ARENAL, EL         | CHIPOTLA             | PARAISO, EL         | TLACUILOLCO      |
| AYOTITLA           | LOMA, LA             | AGUA DEL MACHETE    | XOPANAPA         |

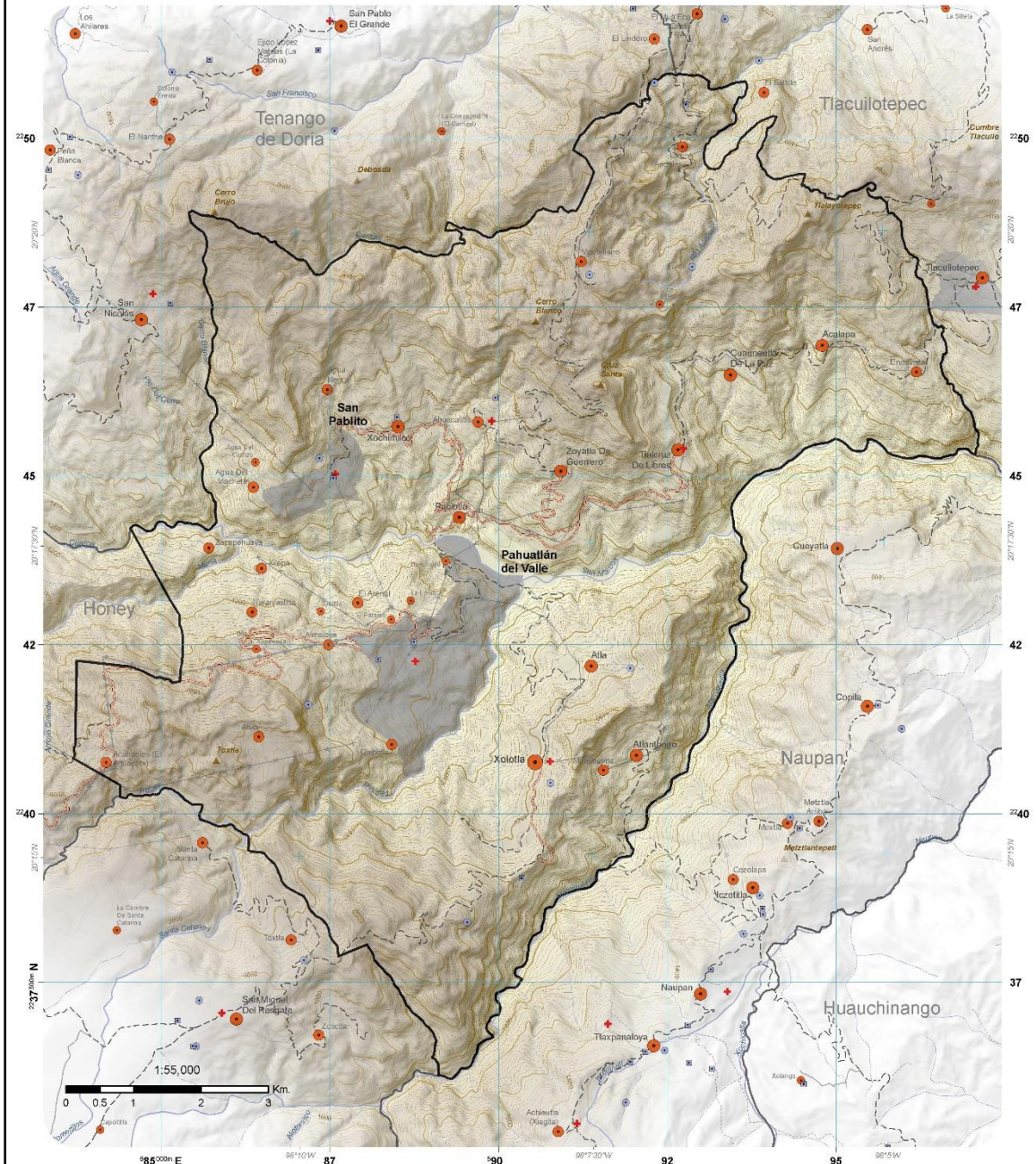
Los límites territoriales del municipio de Pahuatlán fueron obtenidos del archivo vectorial con geometría de polígono del Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se utilizó por lo tanto el área geoestadística municipal de Pahuatlán, Estado de Puebla -clave geoestadística 21109 (**MAPA II.1. BASE MUNICIPAL**).

De la misma forma, considerando la cartografía vectorial del Marco Geoestadístico 2010-Polígonos de Localidades Urbanas Geoestadísticas, se identifican dos localidades urbanas en el municipio: la primera de ellas, cabecera municipal Ciudad de Pahuatlán de Valle (Clave Geoestadística 211090001, localizada al centro del territorio municipal; la segunda, localizada al Norte de la cabecera municipal, San Pablito (**Imágenes II.1**) con clave geoestadística 211090014 (**MAPA II.1.A. BASE URBANO; PAHUATLÁN DEL VALLE, MAPA II.1.B. BASE URBANO; SAN PABLITO**).



**Imágenes II.1. Panorámica de San Pablito.**

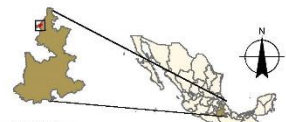
## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa II.1. Base Municipal



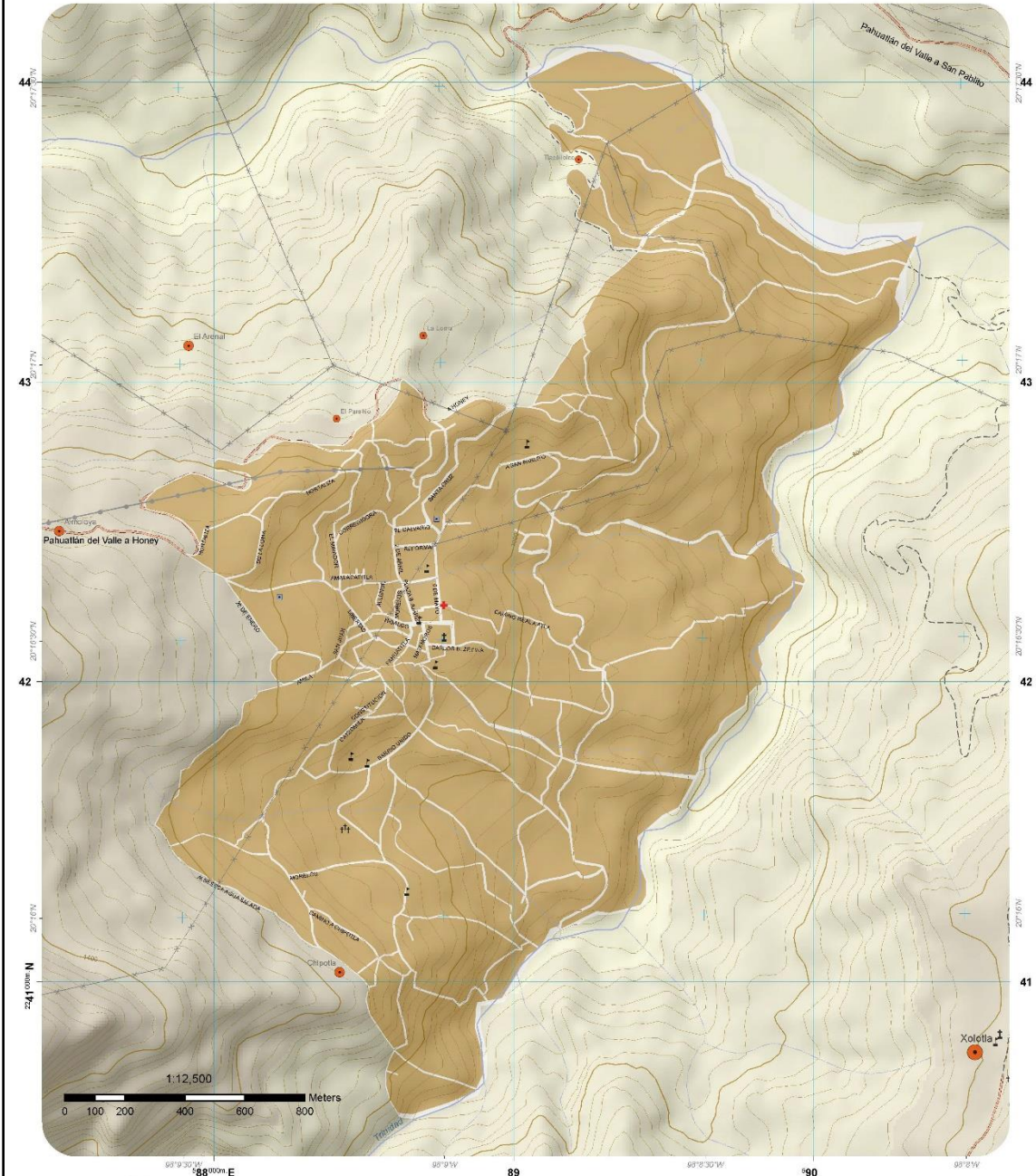
- Simbolos convencionales**
- |  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Límites</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Límite Pahuatlán</li> <li>— Límite municipal</li> </ul> <p><b>Asentamiento humano</b></p> <p><b>Población total</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 10 - 100</li> <li>● 101 - 500</li> <li>● 501 - 2500</li> <li>● 2501 - 10000</li> <li>● 10001 - 66206</li> </ul> <p><b>Rasgos hidrográficos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Corriente de agua perenne</li> <li>— Corriente de agua intermitente</li> </ul> | <p><b>Área urbana</b></p> <p><b>Representación del relieve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▽ Barranca</li> <li>▲ Cerro</li> <li>— Curva nivel maestra</li> <li>— Curva nivel auxiliar (Equidistancia 10m)</li> </ul> <p><b>Rasgos hidrográficos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Corriente de agua perenne</li> <li>— Corriente de agua intermitente</li> </ul> | <p><b>Líneas de conducción Infraestructura y eqpto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Eléctrica</li> <li>— Telefónica</li> <li>— Tanque de agua</li> <li>● Manantial</li> </ul> <p><b>Vías de comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Carretera</li> <li>— Terrestre</li> <li>— Brecha</li> <li>— Vereda</li> </ul> |
|--|--|--|



Proyección: UTM, Zona 14  
Datum: IRI 93  
Eliipsoides: GR50  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1995, 2000, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Declinación magnética: 43°38'  
Variación anual: 7.5"  
Fecha calculada: 31/Oct/2013



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa II.1.a. Base Pahuatlán del Valle



**Asentamiento humano**

**Población total**

- 10 - 100
- 101 - 500
- 501 - 2500
- 2501 - 10000
- Área urbana
- Curva nivel maestra
- Curva nivel auxiliar (Equidistancia 10m)

**Simbolos convencionales**

**Rasgos hidrográficos**

- Corriente de agua perenne
- Corriente de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Eléctrica
- Telefónica

**Vías de comunicación infraestructura y eqpto.**

- Carretera
- Terracería
- Brecha
- Vereda
- Clínica
- Escuela
- ⚓ Templo
- ⚓ Cementerio
- Tanque de agua

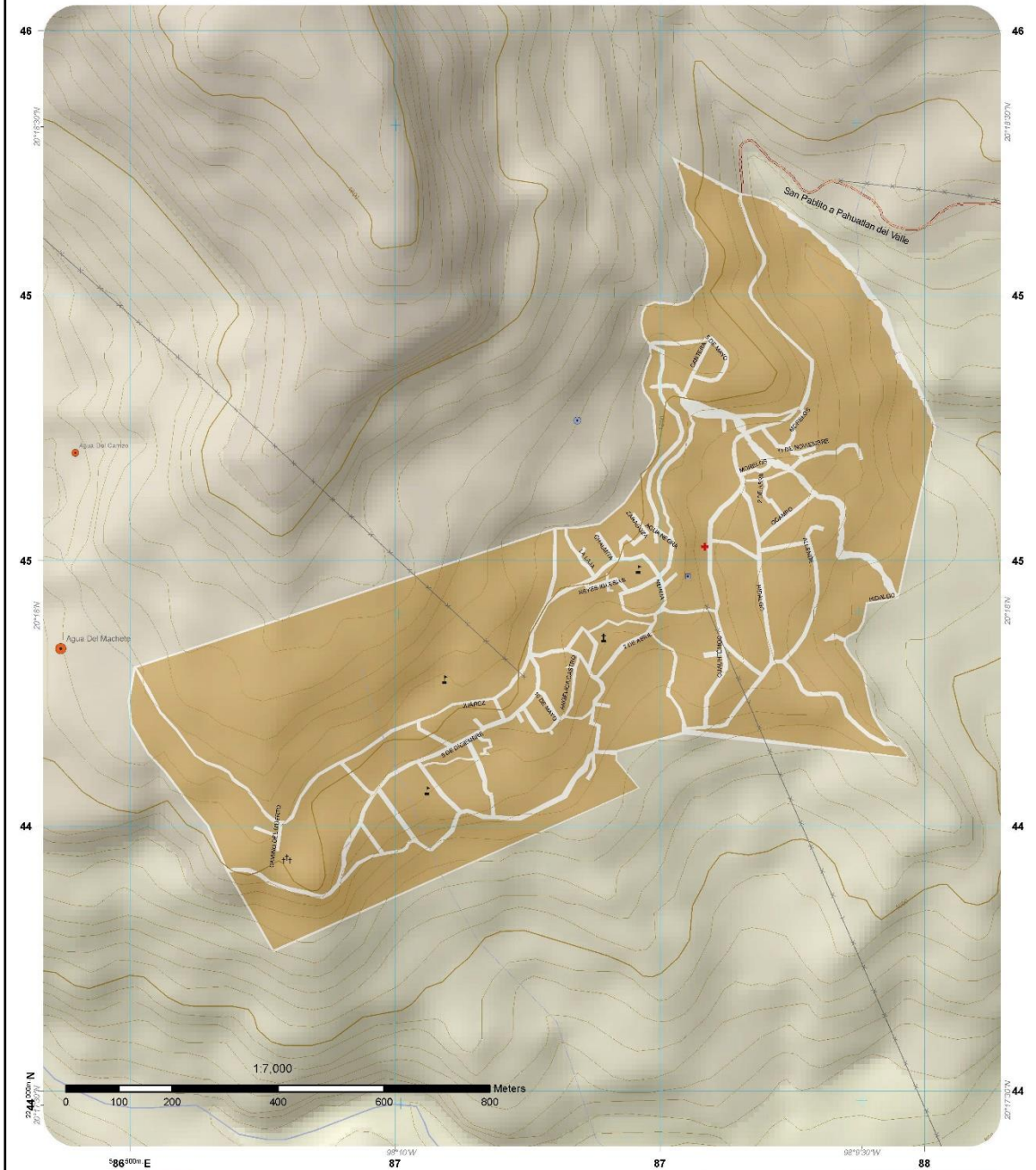


Proyección: UTM Zon 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: CGS82  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999; 2000; 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°38'N  
Variación anual: 2'15"W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa II.1.b. Base San Pablo



**Asentamiento humano**

**Población total**

- 10 - 100
- 101 - 500
- Área urbana
- Curva nivel maestra
- Curva nivel auxiliar (Equidistancia 10m)

**Rasgos hidrográficos**

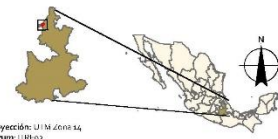
- Corriente de agua perenne
- Corriente de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Eléctrica

**Vías de comunicación Infraestructura y eqpto.**

- Calle
- Carretera
- Terracería
- Brecha
- Vereda
- +
- +
- +
- +
- +
- +



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITR 03  
Elipsoides: GRSS0  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1995, 2000, 2006.  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Declinación magnética: 4°35' E  
Variación anual: 2' 5" W  
Fecha calculada: 31/Oct/2013



## II.2. NIVELES GEOGRÁFICOS DE ANÁLISIS

El Atlas de Riesgos Naturales de Pahuatlán, Puebla, 2013, considera los siguientes peligros, nivel y escalas de análisis:

| FENÓMENOS GEOLÓGICOS  | NIVEL DE ANÁLISIS | ESCALA DE ESTUDIO         |
|---|-------------------|---------------------------|
| 1. Erupciones volcánicas                                    | 1                 | Regional-Municipal        |
| 2. Sismos   | 3                 | Regional-Municipal-Urbano |
| 3. Tsunamis   | 1                 | No aplica                 |
| 4. Inestabilidad de laderas                                 | 3                 | Municipal-Urbano          |
| 5. Flujos   | 3                 | Municipal-Urbano          |
| 6. Caídos o derrumbes                                       | 2                 | Municipal-Urbano          |
| 7. Hundimientos   | 1                 | Municipal-Urbano          |
| 8. Subsistencia   | 1                 | No aplica                 |
| 9. Agrietamientos   | 1                 | Municipal-Urbano          |
| <b>FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS</b>                        |                   |                           |
| 10. Ondas cálidas y gélidas                                 | 2                 | Regional                  |
| 11. Sequías   | 1                 | Municipal                 |
| 12. Heladas   | 2                 | Municipal                 |
| 13. Tormentas de granizo                                    | 1                 | Municipal                 |
| 14. Tormentas de nieve                                      | 1                 | Municipal                 |
| 15. Ciclones Tropicales                                     | 1                 | Regional                  |
| 16. Tornados  | 1                 | No aplica                 |
| 17. Tormentas de polvo                                      | 1                 | No aplica                 |
| 18. Tormentas eléctricas                                    | 2                 | Municipal                 |
| 19. Lluvias extremas  | 2                 | Municipal-Urbano          |
| 20. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres | 2                 | Municipal-Urbano          |





# CAPITULO III

## CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL





### III.1. FISIOGRAFÍA

La fisiografía de Pahuatlán de Valle, forma parte de la Sierra Madre Oriental y en menor grado presenta contacto con el Eje Neovolcánico Mexicano, en concreto dentro de la Sierra Norte del estado de Puebla, siendo una zona estable asísmica desde el punto de vista tectónico, pero con sismicidad de carácter local. Presenta un relieve topográfico bastante irregular y accidentado, por estar conformado por sierras de tipo individual, así como elevaciones orográficas como son Chile, Toxtla, Blanco, Tlazoletepec, La Cruz y Batalla del 28 de Enero.

La Sierra Norte de Puebla se caracteriza por poseer un relieve montañoso, el cual desciende en dirección hacia el oriente, lo que condiciona la dirección que toman los grandes cauces de la región y la actividad erosivo-acumulativa resultante. La altitud oscila entre los 3000 msnm hasta descender apenas por encima de los 300 msnm, por lo que Pahuatlán se ubica en la parte media-baja en términos de altitud, pues el promedio municipal oscila los 1200 msnm, con puntos máximos de 2000 metros y porciones bajas ligeramente por encima de los 600 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a pertenencia a una subprovincia fisiográfica, el municipio de Pahuatlán se ubica dentro del Karst Huasteco, la cual tiene como característica del relieve el desarrollo de laderas de inclinación media a muy alta, superior frecuentemente a los 32°, dando lugar incluso a escarpes casi verticales, que a su vez configuran depresiones de anchura y profundidad variable; lo anterior es complementado por relieve contrastante, es decir de relieve semiplano, en concreto llanuras de amplitudes diferentes, por momentos con formas de rampa asociados a materiales volcánicos cuaternarios. Por último, existen lomeríos de altura relativa considerable.

La disección regional es de media a alta, principalmente cerca de los grandes cauces regionales, por ejemplo los ríos Necaxa, San Marcos y Apulco, los cuales a su vez definen los procesos erosivos que modelan gran parte del relieve de la sierra Norte de Puebla.

El municipio de Pahuatlán al asentarse en su totalidad dentro del Karst Huasteco, la dominancia de rocas calizas en la entidad es clara, intercaladas con lutitas y areniscas. Las profundas barrancas y elevados picos que caracterizan a la comarca de Pahuatlán, son en lo primordial orogénesis de la Sierra Madre Oriental.

La cabecera municipal se asienta sobre una planicie de poca extensión en el cerro de Ahíla, semiplanicie que refleja los constantes escalonamientos que existen en la región, orientados principalmente hacia el Golfo de México (**Tabla III.1.** y **MAPA III.1. FISIOGRAFÍA**).

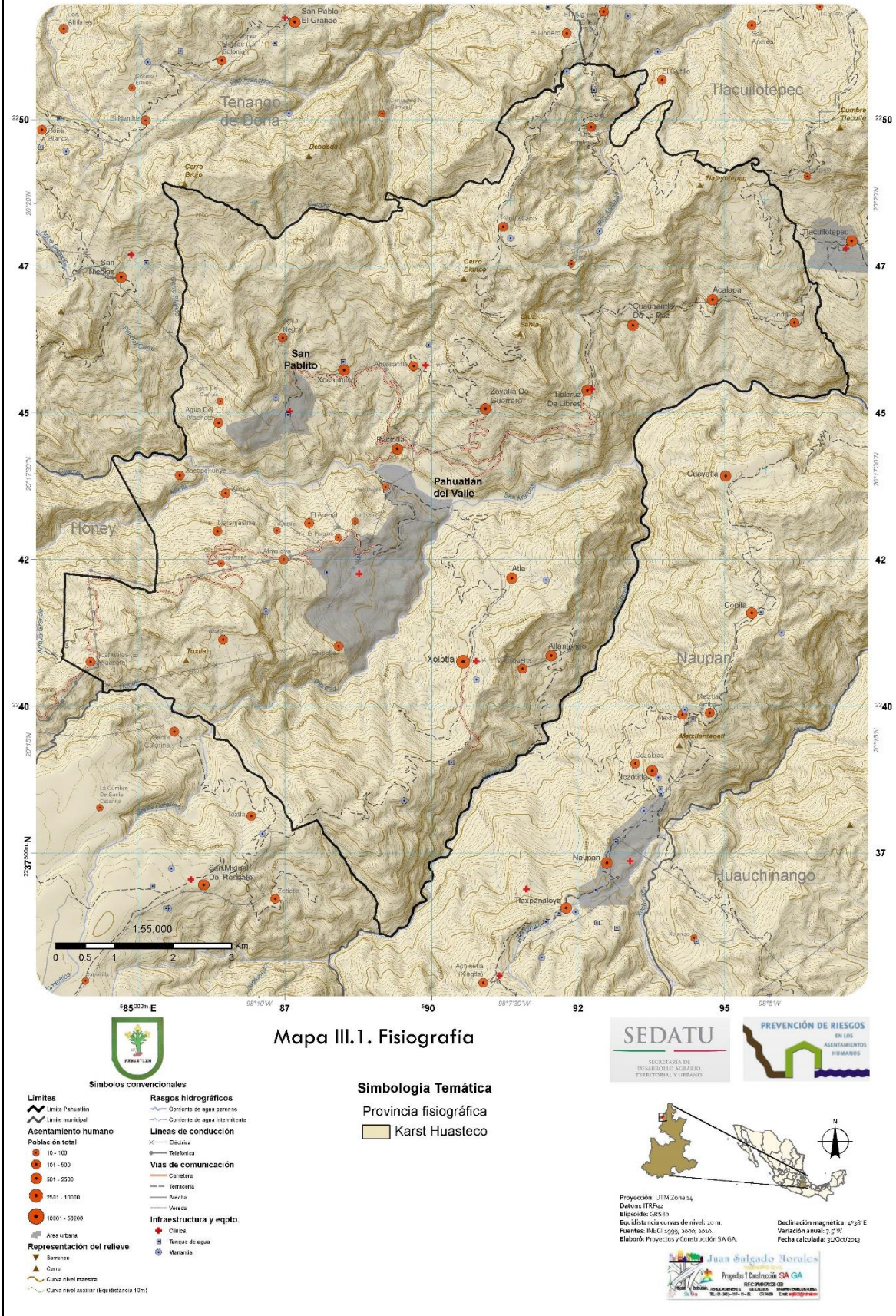
**Tabla III.1. Fisiografía de Pahuatlán.**

| PARAMETRO   | VARIABLE       | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE (%) |
|-------------|----------------|-------------------------|----------------|
| FISIOGRAFÍA | Karst Huasteco | 98                      | 100            |

### III.2. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología del municipio de Pahuatlán, a pesar de que el municipio posee una extensión de tan solo 98 km<sup>2</sup>, es amplia, resultado de una dinámica del relieve intensa, resultado de procesos tanto endógenos como exógenos. Asimismo, el origen de las formas es resultado de la actividad tectónica, volcánica, acumulativa, erosiva e incluso mixta.

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.







distribuyen en prácticamente todo el municipio e incluso varios de ellos están conectados formando redes incipientes de valles. La red fluvial es el factor condicionante en la configuración espacial de los valles erosivos, cuyo impacto en la configuración del relieve del municipio es vital. Complementando, se definió un gran Valle con dinámica fluvio - acumulativa, que cruza de poniente a oriente el municipio; esta forma recibe material de arrastre de diversas fuentes, entre ellas a destacar la montaña de areniscas del suroeste. El río San Marcos es el factor determinante en la configuración de este valle, que alcanza anchuras de hasta 500 metros.

Para concluir, existen un par de valles con dinámica mixta, pues a la vez que son un agente erosivo del relieve, recibe aportes de material de las partes altas de las montañas areniscas y de otros ríos complementarios que arrastran material a través de valles de menor tamaño de tipo erosivo; su longitud dentro del municipio es de casi 7 kilómetro y su anchura es variable, con máximos de algunos pocos cientos de metros (**Tabla III. 2. y MAPA III.2. GEOMORFOLOGÍA**).

**Tabla III. 2. Geomorfología de Pahuatlán.**

| PARAMETRO     | VARIABLE   | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE (%) |
|---------------|--|-------------------------|----------------|
| GEOMORFOLOGÍA | Montaña constituida por Arenisca - Limolita de la Formación Cahuastas del Jurásico medio, con disección fluvial moderada                             | 6.70                    | 6.84           |
|               | Cimas conformadas por caliza de la Formación Tepéxic del Jurásico medio, con disección fluvial baja  | 0.67                    | 0.68           |
|               | Laderas modeladas en materiales sedimentarios (Lutita - Arenisca) de la Formación Huayacocotla del Jurásico inferior, con disección fluvial moderada | 43.09                   | 43.67          |
|               | Laderas desarrolladas en roca Caliza de la Formación Tepéxic del Jurásico medio, con disección fluvial baja  | 6.52                    | 6.65           |
|               | Laderas constituidas por Arenisca - Limolita de la Formación Cahuastas del Jurásico medio, con disección fluvial baja                                | 1.84                    | 1.88           |
|               | Laderas conformadas por materiales sedimentarios (Lutita - Caliza) de la Formación Tamán del Jurásico superior, con disección fluvial baja           | 6.71                    | 6.85           |
|               | Laderas conformadas por Lutita - Limolita de la Formación Santiago del Jurásico superior, con disección fluvial baja                                 | 0.52                    | 0.53           |
|               | Laderas compuestas por Caliza - Lutita de la Formación Tamaulipas del Cretácico inferior, con disección fluvial moderada                             | 14.97                   | 15.28          |
|               | Laderas compuestas por Caliza - Lutita de la Formación Pimienta del Jurásico superior, con disección fluvial baja                                    | 7.10                    | 7.24           |
|               | Depósitos piroclásticos del Terciario, sobreyaciendo materiales sedimentarios, con disección fluvial baja  | 4.06                    | 4.14           |
|               | Laderas originadas en el Cuaternario por depósitos coluviales, con disección fluvial baja  | 1.29                    | 1.32           |
|               | Valle con dinámica erosiva   | 2.81                    | 2.87           |
|               | Valle con dinámica fluvio - acumulativa  | 1.48                    | 1.51           |
|               | Valle con dinámica erosiva - acumulativa   | 0.53                    | 0.54           |

### III.2.1. PENDIENTE DEL TERRENO

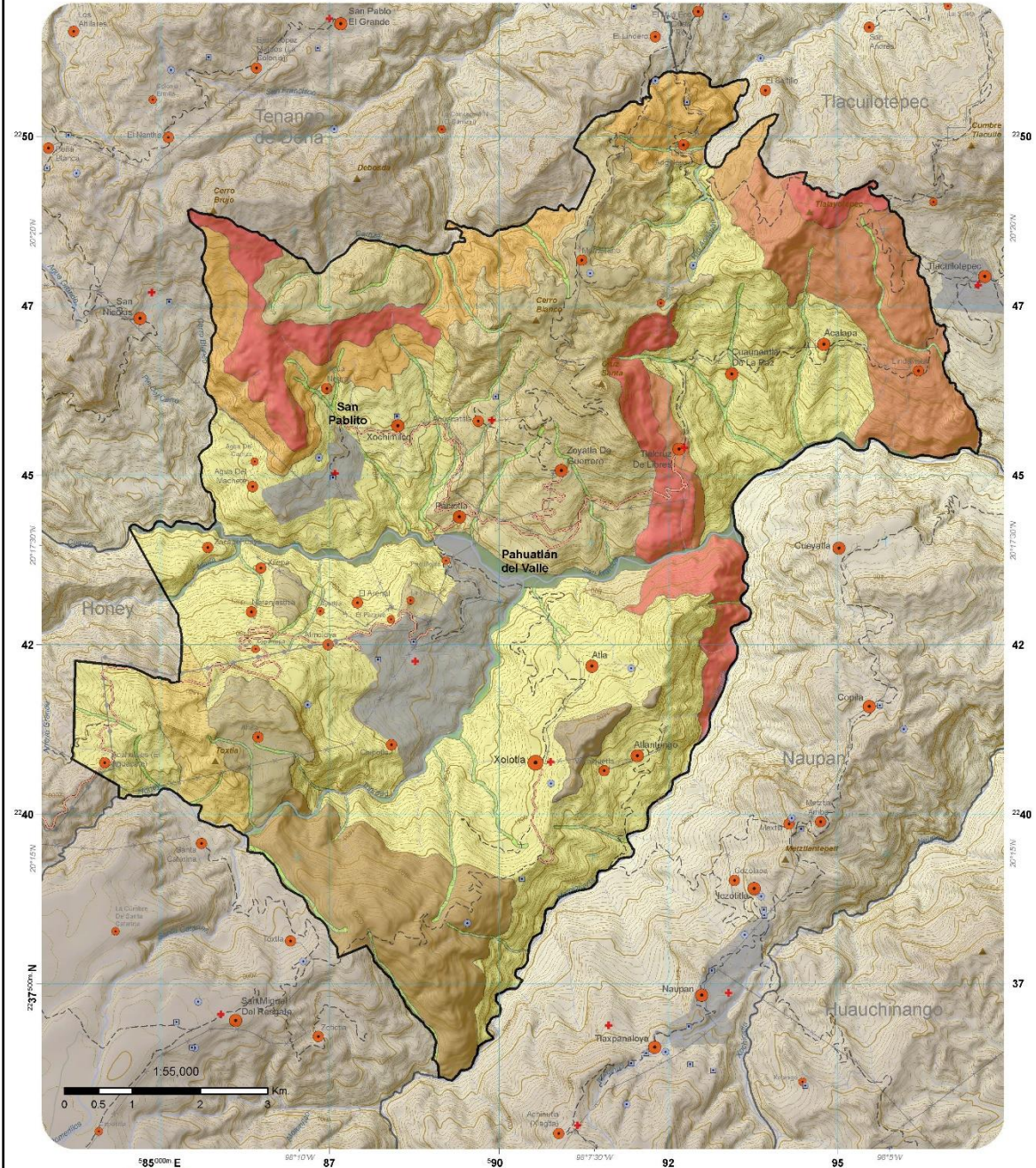
Como resultado de la intensa dinámica de los factores modeladores del relieve, el municipio de Pahuatlán presenta una distribución de los valores de pendiente centrada en valores altos y muy altos. De hecho tan solo el 4% del territorio municipal presenta valores de pendiente inferiores a 6°,



lo que implica que la superficie semiplana (equivalente a 4.1km<sup>2</sup>) en su conjunto en este municipio es mínima; estas áreas de valores muy bajos de inclinación del terreno se ubican en los cauces que recorren el municipio, destacando los ríos San Marcos y Trinidad, además de algunas porciones aisladas de poca



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

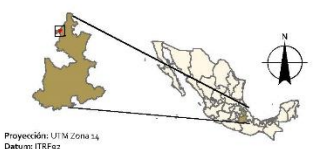


Mapa III.2. Geomorfología



- Simbolos convencionales**
- Limites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Ferrocarril
    - Camión
    - Camión
    - Camión
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Cauce
    - Tercera de agua
    - Mercedal
  - Representación del relieve**
    - ▲ Cerro
    - Curva nivel máxima
    - Curva nivel equisitar (Equisitancia 10m)

- Simbología Temática**
- Cimas conformadas por caliza de la Formación Tepic del Jurásico medio, con discción fluvial baja
  - Montaña constituida por Arenisca - Límola de la Formación Cahuahuas del Jurásico medio, con discción fluvial moderada
  - Depósitos piróclásticos del Terciario, sobreyaciendo materiales sedimentarios, con discción fluvial baja
  - Laderas compuestas por Caliza - Lutita de la Formación Tampulapas del Cretácico inferior, con discción fluvial moderada
  - Laderas compuestas por Caliza - Lutita de la Formación Pimental del Jurásico superior, con discción fluvial baja
  - Laderas conformadas por materiales sedimentarios (Lutita - Caliza) de la Formación Tamán del Jurásico superior, con discción fluvial baja
  - Laderas conformadas por Lutita - Límola de la Formación Santiago del Jurásico superior, con discción fluvial baja
  - Laderas desarrolladas en roca Caliza de la Formación Tepic del Jurásico medio, con discción fluvial baja
  - Laderas constituidas por Arenisca - Límola de la Formación Cahuahuas del Jurásico medio, con discción fluvial baja
  - Laderas modeladas en materiales sedimentarios (Lutita - Arenisca) de la Formación Huayacocotla de Jurásico inferior, con discción fluvial moderada
  - Laderas originadas en el Cuaternario por depósitos coluviales, con discción fluvial baja
  - Valle con dinámica erosiva
  - Valle con dinámica erosiva - acumulativa
  - Valle con dinámica fluvio - acumulativa



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Eliпсоide: GRS80  
Equisitancia curvas de nivel: 20 m  
Puntos: NAD 1993, 2001, 2010  
Escala: Proyección y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°35' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/02/2013









Tr (ar, cgl y lu-ar) Arenisca, Conglomerados y Lutitas arenosas que pertenecen a la Formación Huizachal constituida por rocas continentales depositadas como relleno de fosas tectónicas y son las de mayor edad correspondiendo a la Era Mesozoico al Periodo Triásico Superior Continental. Está formación subyace en discordancia angular a los depósitos del Jurásico y aflora en la parte norte de Puebla en Huauchinango, Tlamanca y en la parte sur de Pahuatlán.

Js (cz-lu) Calizas y Lutitas: del periodo Jurásico Superior perteneciente al Mesozoico con rocas sedimentarias y volcanosedimentarias. Potente serie rítmica pelítico-calcárea, de mares profundos en estratos de 10 a 30 centímetros de espesor, las calizas son de color negro y gris oscuro microcristalinas y en ocasiones calcareníticas y margosas con alto contenido de materia orgánica y manganeso, las lutitas son calcáreas con impregnaciones de calcopirita y manganeso y fósiles; esta secuencia intertemperiza en almendrillas y lajas astillosas según planos de laminación, también hay cuerpos de areniscas compactas de color verde grisáceo con granos de cuarzo y roca bien redondeada de diámetro menor a un milímetro y de espesor de un metro; presentando un fuerte fracturamiento y plegamiento formando anticlinales y sinclinales con una orientación de NW-SE, y con fallas principalmente de tipo normal. Este tipo de rocas se localiza en todo el municipio de Pahuatlán (*Imagen III.2*)



**Imagen III.2. Calizas y lutitas plegadas y altamente intemperizadas.**

Ki (cz) Caliza del Cretácico Inferior perteneciente al Mesozoico, son rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias que sobre yacen a las del Jurásico. Comprendida por rocas calcáreas marinas de las formaciones Tamaulipas Inferior y Tamaulipas Superior, la primera caracterizada por dos facies diferentes: una facie de banco de poca profundidad conocida como banco de Ixmiquilpan de textura calcilutítica y calcarenítica en capas medianas color gris claro con fósiles de rudistas de los géneros *Toucasia*, *Caprinulcilea*, *Monopleura* y *Eoradiolites*, tiene una expresión morfológica de montañas altas con constantes cantiles verticales y cañones profundos, así como pequeños cerros redondeados; se presenta también plegada formando anticlinales y sinclinales con dirección NW-SE, con un fracturamiento importante y fallas normales e inversas. Este tipo de roca se localiza en las partes altas de Pahuatlán, principalmente rumbo a Tlalacruz y Cuauneutla

Ts (B) Basaltos: Perteneciente al Terciario Superior dentro del Cenozoico con rocas sedimentarias y volcanosedimentarias. Se identifican basaltos de olivino, piroxenos y andesíticos con estructura compacta y vesicular en derrames densos, lavas en bloques y disyunción prismática, el fracturamiento e intemperismo son variables desde moderado y somero hasta intenso y profundo. Esta unidad sobreyace a las unidades sedimentarias mesozoicas y generalmente se localiza entre el límite de Honey y Pahuatlán.

Estas rocas han originado recursos minerales de tipo no metálico, por lo que se encuentra cantera de piedra que constituye un gran potencial para ser explotado, depósitos de barro; aunque la zona es rica en hierro y manganeso no se han encontrado depósitos importantes (**Tabla III.3.** y **MAPA III.3. GEOLOGÍA**).

**Tabla III.3. Geología de Pahuatlán.**

| PARAMETRO | VARIABLE              | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE (%) |
|-----------|-----------------------|-------------------------|----------------|
| GEOLOGÍA  | Arenisca-conglomerado | 33.3                    | 33.6           |
|           | Caliza                | 19.2                    | 19.3           |
|           | Caliza-lutita         | 45.5                    | 47.1           |

### III.4. EDAFOLOGÍA

La dinámica de la Sierra Norte de Puebla está integrada por procesos y condiciones que favorecen una edafología diversa y en constante desarrollo, por lo que se tienen suelos asociados a rocas sedimentarias, resultado de la actividad volcánica y en formación reciente por acumulación de material. Así, la parte de la Sierra Norte correspondiente al Sistema Volcánico Transversal se caracteriza por tener suelos someros con texturas de medias a gruesas y bajo contenido de materia orgánica, mientras que el área correspondiente a la Sierra Madre Oriental presenta suelos de medios a profundos.

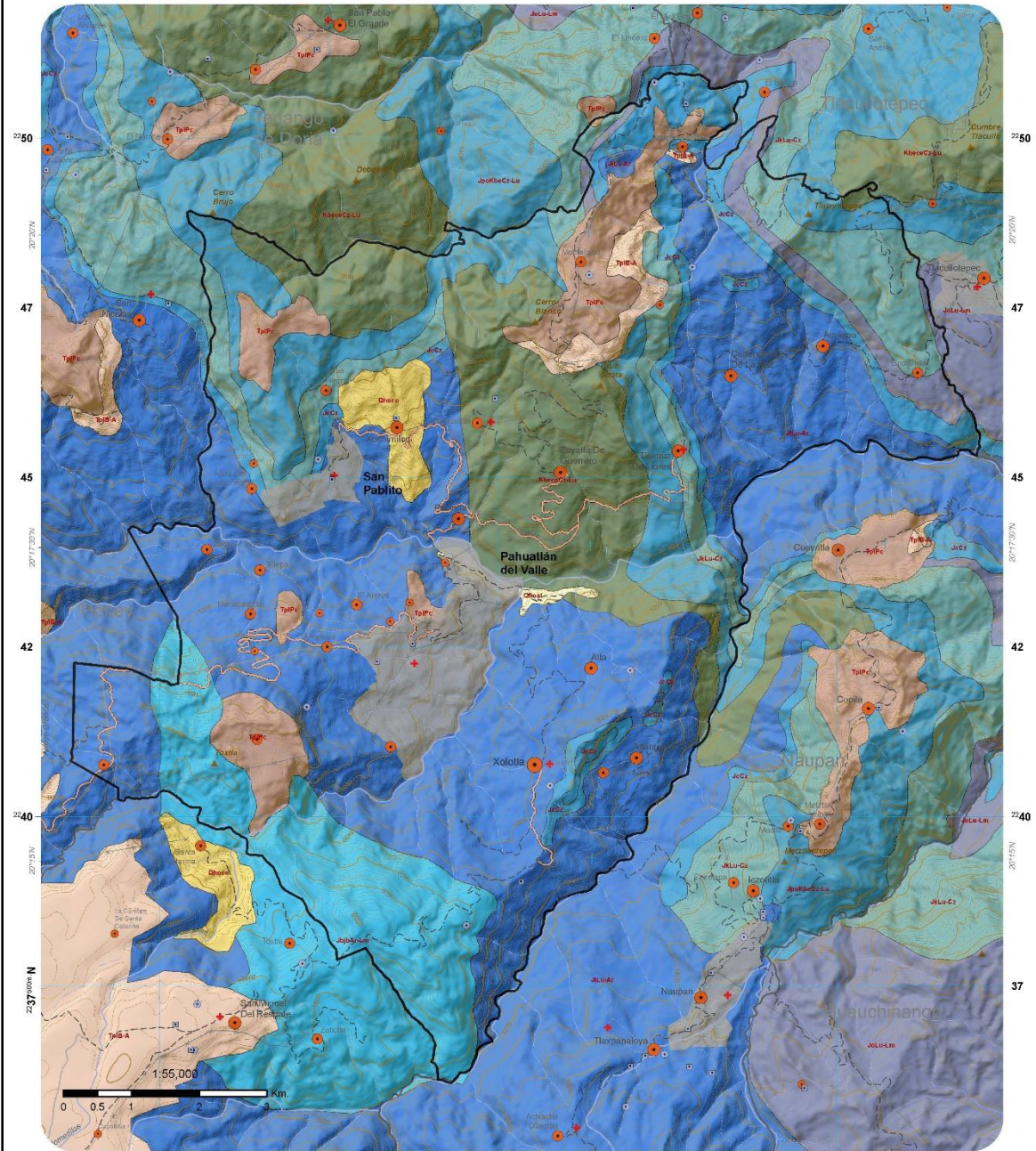
Los suelos dominantes en Pahuatlán son Acrisoles y Cambisoles. Los primeros cubren el 30% del territorio municipal, en el norte de la entidad. Estos suelos son altamente susceptibles a la erosión, por lo cual son poco favorables para la actividad agrícola, a pesar de lo cual existen algunas zonas dedicadas a esta actividad económica; sin embargo, este tipo de edafología sostiene condiciones favorables para la fertilización del suelo.

En cuanto a los suelos Cambisoles, estos tiene como características una textura que tiende a ser media, con profundidad variable desde pocos hasta algunas decenas de centímetros, con condiciones favorables para la actividad agrícola. En las partes altas se asocia a suelos Regosoles, en donde su textura se vuelve gruesa y en pequeñas zonas, aisladas, se intercalan con suelos



litosoles, principalmente en laderas en donde se incrementa la pendiente (**MAPA III.4. EDAFOLOGÍA y Tabla III.4.**).

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

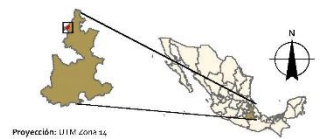


Mapa III.3. Geología



- Símbolos convencionales**
- Limites: Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano: Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-50000)
  - Área urbana
  - Representación del relieve: Barranca, Cerro, Curva nivel maestro, Curva nivel auxiliar (Ecuatorial 10m)
  - Rasgos hidrográficos: Corriente de agua presente, Corriente de agua intermitente
  - Líneas de conducción: Eléctrica, Telefónica
  - Vías de comunicación: Carretera, Terrestre, Brecha, Ferrocarril
  - Infraestructura y eqpto.: Cisterna, Tanque de agua, Mensajería

- Simbología Temática**
- Jb|bAr-Lm, Arenisca-Limonita
  - JcCz, Caliza
  - JlLu-Ar, Lutita-Arenisca
  - JkLu-Cz, Lutita-Caliza
  - JoLu-Lm, Lutita-Limonita
  - JpoKbeCz-Lu, Caliza-Lutita
  - KbeceCz-Lu, Caliza-Lutita
  - KmLu-Mg, Lutita-Marga
  - KcoseCz-Mg, Caliza-Marga
  - KlCz-Lu, Caliza-Lutita
  - Qhoat, Material Aluvial
  - Qhoco, Material Coluvial
  - TplB-A, Derrames de Basalto-Andesita
  - TplDa-R, Derrames Dacita-Riolita
  - TplPc, Depósitos Piroclásticos

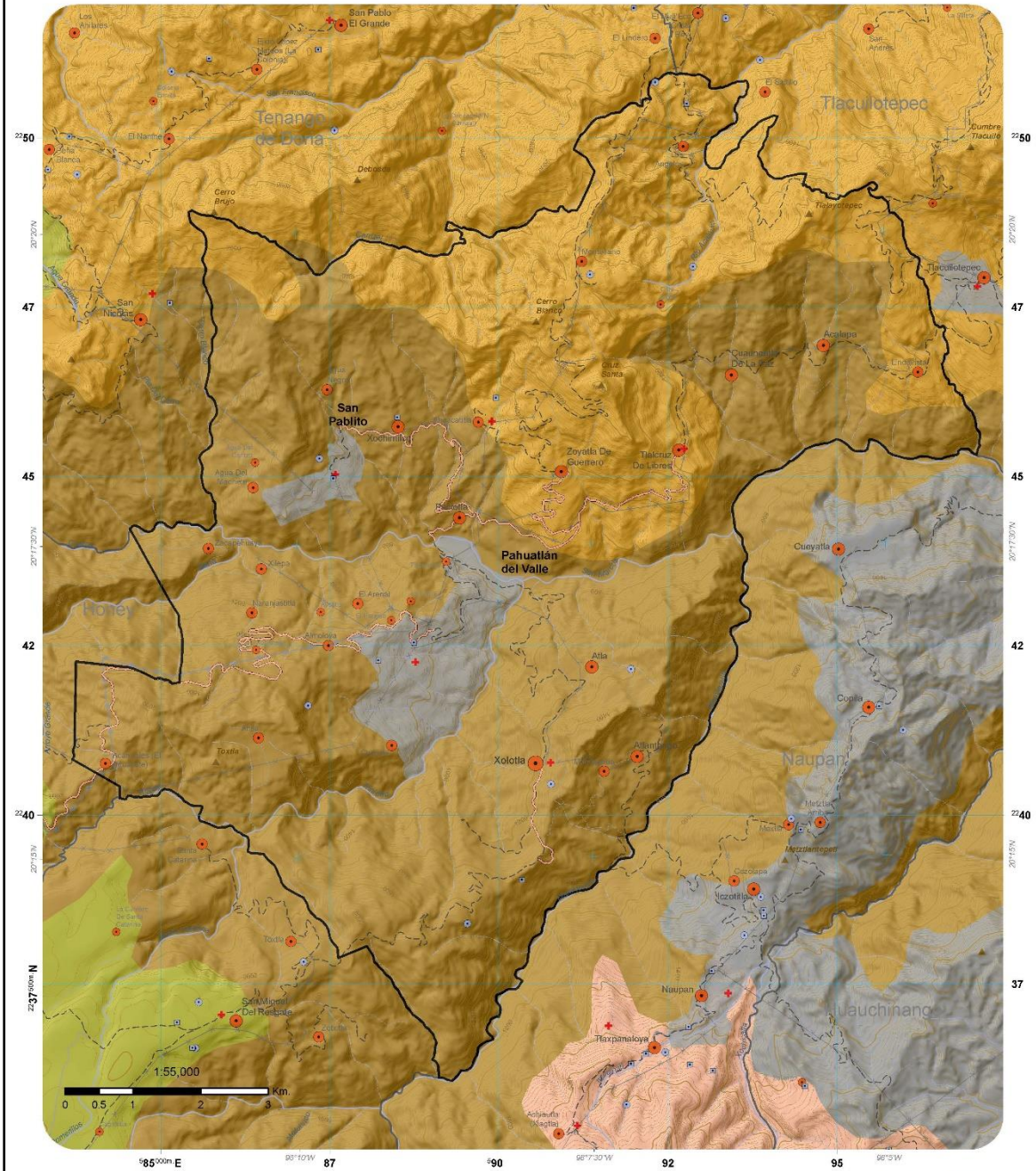


Proyección: UTM, Zona 16  
Datum: 1984  
Elipsoide: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2000, 2008  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Definición magnética: 4°38' E  
Variación anual: 2.5 W  
Fecha calculada: 31/07/2013





## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

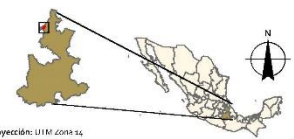


Mapa III.4. Edafología

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Representación del relieve**
    - Sierresca
    - Cerro
    - Cuota nivel maestro
    - Cuota nivel auxiliar (Ecuivalencia 10m)
  - Rasgos hidrogáficos**
    - Corriente de agua permanente
    - Corriente de agua intermitente
  - Lineas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carratera
    - Terrazeta
    - Brecha
    - Nevada
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clicia
    - Tanque de agua
    - Motobaril

**Simbología Temática**

- Acrisol órtico
- Andosol húmico
- Cambisol húmico
- Luvisol crómico
- Regosol distrito



Proyección: UTM, Zona 16  
Datum: 1984  
Elipsoide: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1990, 2000, 2010  
Elabora: Proyectos y Construcción SA GA.  
Difusión magnética: 4°38' E  
Variación anual: 7.5 W  
Fecha calculada: 31/07/2013



**Tabla III.4. Edafología de Pahuatlán.**

| PARAMETRO  | VARIABLE   | ÁREA<br>(km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE<br>(%) |
|------------|------------|----------------------------|-------------------|
| EDAFOLOGÍA | Cambisoles | 70.75                      | 72.19             |
|            | Acrisoles  | 27.25                      | 27.81             |

### III.4.1. EROSIÓN POTENCIAL

El municipio de Pahuatlán presenta un relieve favorable para la actividad erosiva laminar, pero a la vez su cobertura vegetal reduce la acción de los agentes erosivos; consecuencia de los anteriores que tan solo poco más de 12km<sup>2</sup> de la superficie municipal presenta valores de alta erosión laminar, cuya actividad se concentra en el centro y norte del municipio. En este sentido, la presencia de los asentamientos humanos más importantes del municipio es un factor que ha acelerado, y continúa haciéndolo, la erosión laminar, particularmente en la región central del Pahuatlán, por ejemplo las localidades de San Pablito, Xochimilco, Atla y la propia cabecera municipal.

En cuanto a los valores medios de erosión, estos predominan en más de la mitad del territorio municipal, que en términos de área es de 54km<sup>2</sup> (54.5% de la superficie de la entidad), lo cual explica en gran medida el alto peligro generalizado que representan los procesos de remoción en masa para el municipio. Estos valores de erosión se concentran en la periferia de la zona central, particularmente en el sur y noreste del municipio.

Por último, la erosión disminuye a valores bajos en los polos municipales, es decir las zonas norte y sur del municipio, en donde el cambio de suelo es notablemente menor, debido a la presencia de localidades menos pobladas (en donde sólo destaca Atlantongo como la única localidad con más de 100 habitantes ubicada en zonas de erosión baja). En total, las zonas de erosión baja cubren casi una tercera parte del municipio (alrededor de 32.5 km<sup>2</sup>), en donde los límites municipales del sur prácticamente presentan esta baja condición erosiva y en el norte, particularmente en las zonas de lutitas (**MAPA III.4.1. EROSIÓN POTENCIAL**)

## III.5 HIDROGRAFÍA

La alta precipitación característica de la Sierra Norte de Puebla es un factor causal notable en la hidrología regional, particularmente en verano, cuyos valores medios anuales están entre los más elevados de México. La variedad litológica también influye en la configuración de la red fluvial, pues los materiales volcánicos favorecen el escurrimiento superficial mientras las rocas sedimentarias son susceptibles a infiltración importante, pero a la vez relativamente son moldeables con cierta facilidad en superficie. El sistema fluvial es un factor importante en los procesos modeladores exógenos en la región, pues gran parte de los valles son resultado de la acción erosiva de estos cauces, condición que se manifiesta claramente en los múltiples valles erosivos y acumulativos presentes en Pahuatlán.

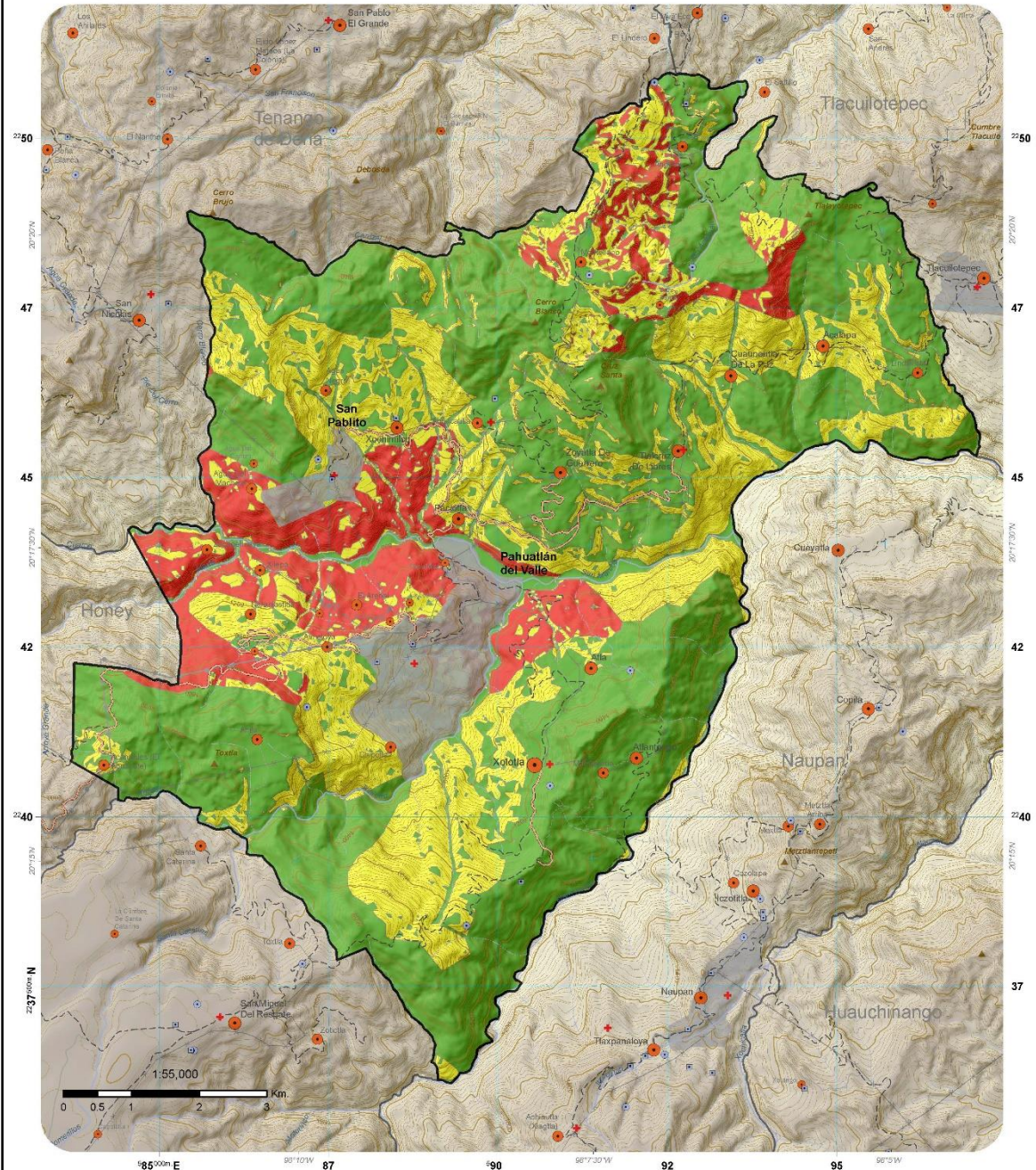
Aguas abajo de la presa Los Reyes, ya dentro del municipio de Pahuatlán y a 1000 msnm se le une el Río Pahuatlita, al que a su vez afluyen por su margen izquierda el Río Trinidad controlado en la estación hidrométrica La Trinidad; a este río localmente se le conoce como Chixtla o San Pablito y se origina a 14 km al poniente de la población de Pahuatlán a 2600 msnm.

Más ampliamente, la confluencia de los Ríos Trinidad y Pahuatlita recibe el nombre de Río San Marcos; su curso sigue un rumbo nororiental por zonas de topografía media en donde afluyen por la margen derecha los arroyos Naupan, Tlaxcalantongo y Chicualoque a elevaciones de 550, 150 y 80



m respectivamente, hasta la zona de Poza Rica, Veracruz, desde donde fluye por la planicie costera con

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa III.4.1. Erosión Potencial

**Simbolos convencionales**

**Límites**  
 Límite municipal  
 Límite municipal

**Asentamiento humano**  
 Población total  
 10 - 100  
 101 - 500  
 501 - 2500  
 2501 - 10000  
 10001 - 50000

**Representación del relieve**  
 Barranca  
 Cerro  
 Curva nivel maestro  
 Curva nivel auxiliar (Ecuatorial: 10m)

**Rasgos hidrográficos**  
 Corriente de agua permanente  
 Corriente de agua intermitente

**Líneas de conducción**  
 Escalera  
 Telefónica

**Vías de comunicación**  
 Carretera  
 Terracería  
 Brecha  
 Vía férrea

**Infraestructura y eqpto.**  
 Cisterna  
 Tanque de agua  
 Molinillo

**Simbología Temática**

■ **Alta:** Zonas sin vegetación, pendiente superior a 15°

■ **Media:** Zonas desprovistas parcialmente de vegetación, pendiente de 6 y 40°

■ **Baja:** Asentamientos Humanos, cuerpos de agua, agricultura de cultivos permanentes, pendientes menores a 6°

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM, Zona 16  
 Datum: 1984  
 Elipsoide: GRS80  
 Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
 Fuentes: INEGI 1999, 2000, 2006  
 Elabora: Proyectos y Construcción SA GA

Deflexión magnética: 4°38' E  
 Variación anual: 2.5 W  
 Fecha calculada: 31/07/2013

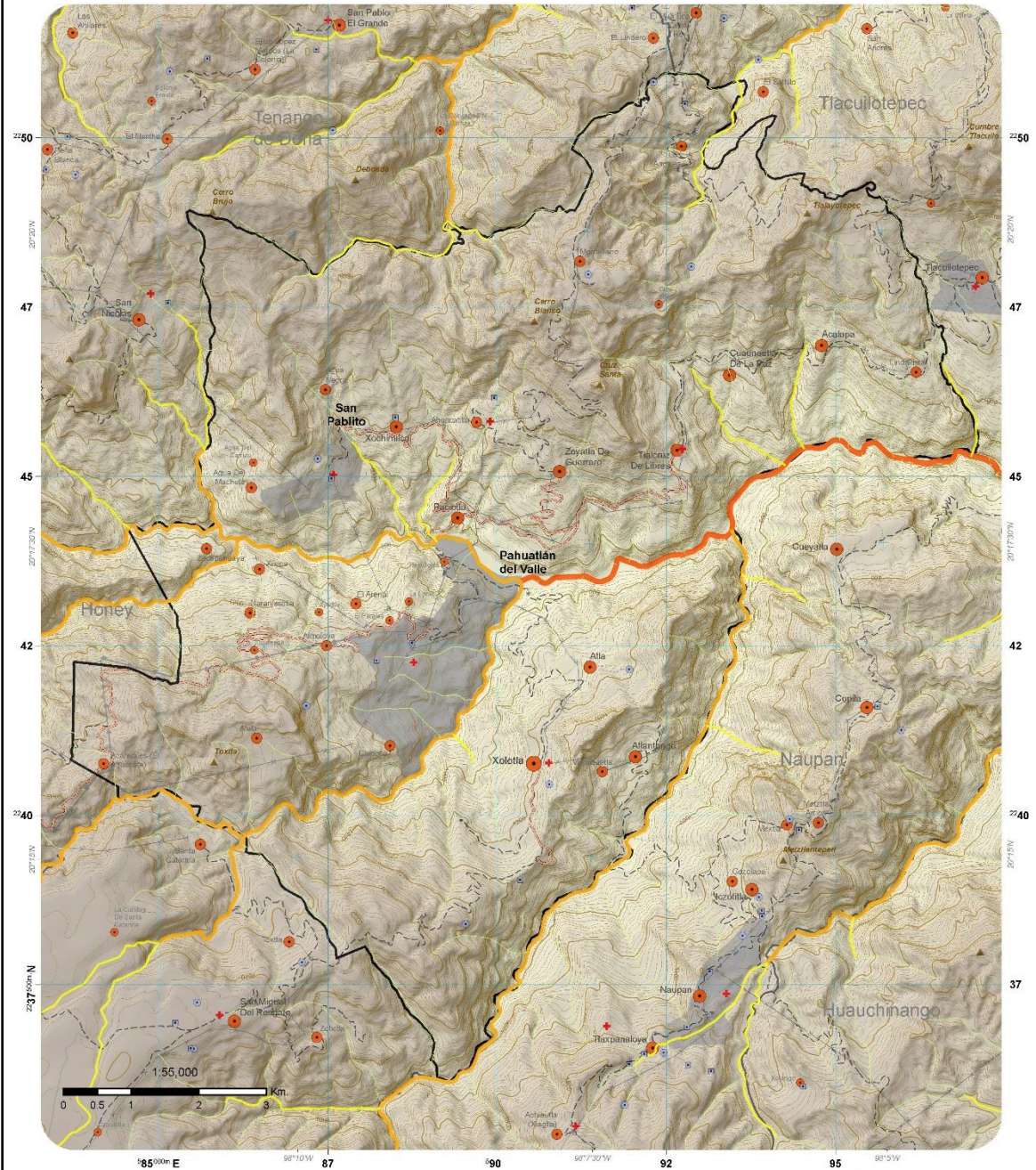
**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA





La subcuenca del río San Marcos forma parte de la gran cuenca del río Cazonces, la cual da inicio en el Estado de Hidalgo, aún dentro de la Sierra Madre Oriental, y cruza territorio del estado de Puebla y

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

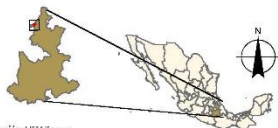


Mapa III.5. Hidrografía



- Símbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
    - Límite estatal
  - Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2000
    - 2001 - 10000
    - 10001 - 50000
    - Área urbana
  - Representación del relieve**
    - Baranca
    - Cerro
  - Curva nivel maestro**
  - Curva nivel auxiliar (Equidistancia 10m)**
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Teléfono
  - Vías de comunicación**
    - Calletera
    - Tarimacho
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Manantial

- Simbología Temática**
- Orden de corriente**
- 1 - 1
  - 2
  - 3 - 4
  - 5 - 6



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Eliipsoid: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Declinación magnética: 4°38' E  
Variación anual: 7' 5" W  
Fecha calculada: 31/Oct/2013

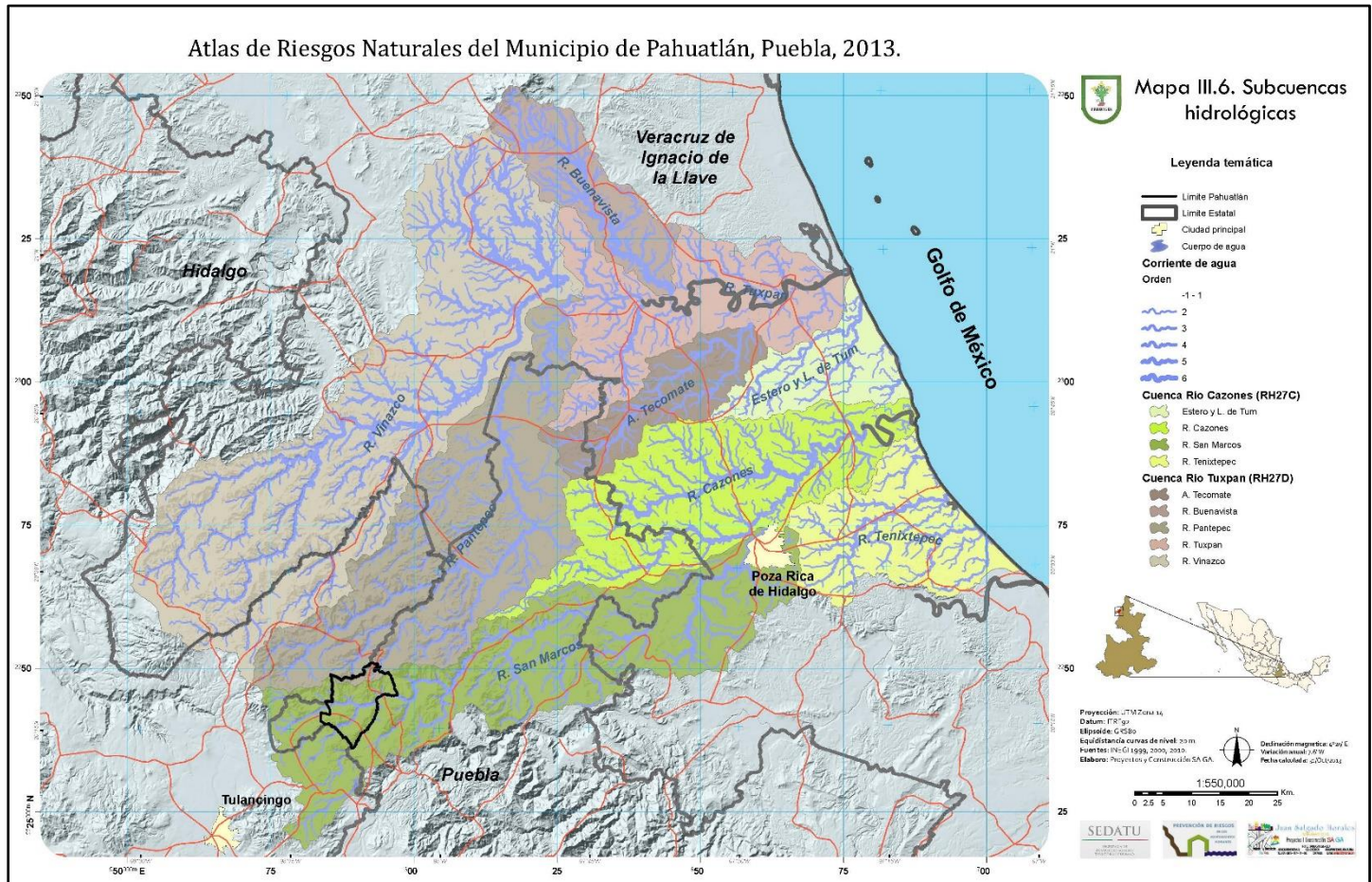


Veracruz, en donde desemboca en el Golfo de México. Tiene una extensión de 2688 km<sup>2</sup> y una longitud de 145 km, con un caudal medio de 40m<sup>3</sup>/s.

La otra gran cuenca que incide sobre el municipio de Pahuatlán es la del Tuxpan-Nautla, en específico del río Pantepec, subcuenca que nace en la Sierra Madre Oriental, cerca de los límites entre Hidalgo y Puebla. En específico, la cuenca de éste último río tiene una extensión de 1576 km<sup>2</sup>, longitud de 130 km y un caudal de 101 m<sup>3</sup>/s. este caudal se ubica dentro de una de las regiones con mayores niveles de precipitación en México, ante lo cual frecuentemente se desborda, principalmente en su porción más alta, lo que ha ocasionado inundaciones y deslizamientos asociados al crecimiento del cauce, tal es el caso de octubre de 1999, evento en el cual afectó de forma notable al municipio de Huehuetla, estado de Hidalgo, y ocasionó daños en diversos puntos del estado de Puebla (**Tabla III.5.** y **MAPA III.6. SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS**).

**Tabla III.5. Subcuencas que influyen en Pahuatlán.**

| PARAMETRO               | VARIABLE    | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE (%) |
|-------------------------|-------------|-------------------------|----------------|
| HIDROLOGÍA (subcuencas) | Río Cazonas | 85.26                   | 87             |
|                         | Río Tuxpan  | 12.74                   | 13             |





### III.7. CLIMA

La Sierra Norte de Puebla posee diversos tipos de climas, resultado de su ubicación geográfica, relieve, niveles de precipitación y otros factores físico, e incluso es frecuente la presencia de microclimas. Así, el clima presenta climas húmedos tropicales (orientados hacia la porción oriental del complejo orográfico) y semisecos en la vertiente interior y porciones de mayor altitud, con las consecuentes regiones de transición; de hecho, Pahuatlán se asienta dentro de dichas franjas transitorias, por lo que posee un clima templado con lluvias todo el año.

En concreto, el clima del municipio (templado húmedo con lluvias todo el año) posee un verano fresco y largo, con temperaturas media del mes más caliente entre 6.5 y 22 °C; extremoso y con el mes más caliente antes de junio. La humedad relativa media es de 50 al 70 % anual. La proximidad de las elevaciones serranas ocasiona el deslizamiento de capas de aire húmedo. Estas capas de aire al ponerse en contacto con el suelo frío, alcanzan una temperatura inferior al punto de rocío (4 °C), formando neblinas (*Imagen III.4*).



*Imagen III.4. Condiciones de neblina en Pahuatlán.*

El régimen pluvial manifiesta, de manera general, un periodo de ocurrencia entre junio y octubre, en el que se presentan los valores más altos de precipitación, 2 000 a 2 500 mm, registrándose además una etapa entre diciembre y febrero donde los nortes provocan precipitaciones de menor cuantía. La humedad relativa media es de 50 al 70 % anual.

La región está situada a una latitud en la cual queda expuesta al ataque de los ciclones, originados en el Océano Atlántico, en el Mar Caribe o en el propio Golfo de México. Los huracanes de origen convectivo se presentan durante el verano y principios de otoño como consecuencia del desplazamiento del ecuador térmico hacia el hemisferio norte. Año con año la región se ve amenazada por el azote de estos huracanes y ciclones; por lo que las condiciones de clima favorecen los escenarios de riesgo. Los diversos pueblos del municipio de Pahuatlán tienen variaciones de temperatura, humedad y soleado, según su altitud y orientación (**Tabla III.6.** y **MAPA III.7. CLIMA**).

**Tabla III.6. Climas de Pahuatlán.**

| PARAMETRO | VARIABLE                                | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE (%) |
|-----------|---|-------------------------|----------------|
| CLIMAS    | Templado húmedo con lluvias todo el año | 98                      | 100            |

### III.8. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

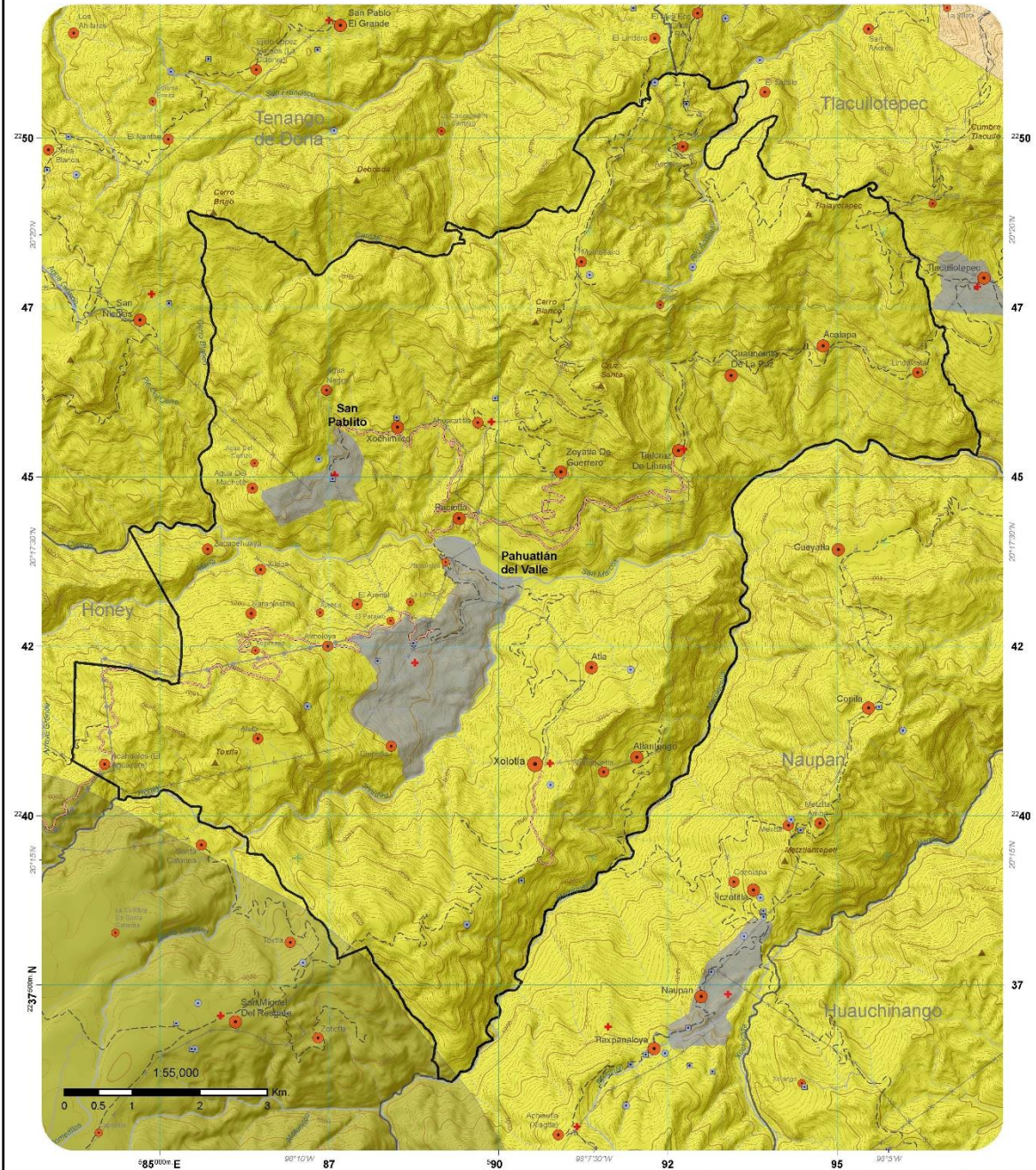
La vegetación de la SNP ha presentado una disminución constante desde la segunda mitad del siglo XX, disminución asociada principalmente al crecimiento poblacional, las necesidades de los nuevos asentamientos y el incremento paralelo de las actividades económicas. Dicha tendencia, al igual en el resto del país, se ha incrementado en los últimos años. Esta situación, indudablemente, ha favorecido el incremento de PRM e inundaciones, además de otras consecuencias relacionadas a esta degradación del entorno forestal. Más aún, las modificaciones en la hidrología y la fauna regionales son evidentes, junto con la consecuente aceleración de la actividad erosiva.

La vegetación estructural de la SNP está dominada por bosques, en sus diferentes modalidades, primordialmente en el norte y centro de la región, mientras en el sur prevalece vegetación característica de la sabana y semidesértica. Sin embargo, la cobertura real no es total, principalmente del bosque, y el grado de alteración es alto. Las especies predominantes en la SNP son de bosque (oyamel, pino, pino-encino, mesófilo de montaña), pastizales y, en porciones menores, selva -alta y mediana perennifolia.

El uso del suelo en Pahuatlán se puede resumir en bosque mesófilo de montaña, pastizal cultivado o pastizal inducido, así como indicios de selva alta perennifolia. Se practica la agricultura de temporal con cultivos anuales y permanentes, los principales cultivos son: Cafeto, Cacahuate, Mango, Maíz, Frijol, Aguacate, Caña de Azúcar, Papaya, Haba, Plátano y Trigo. En general presenta un Potencial Pecuario y Potencial Agrícola.

La vegetación dominante en el norte y sur del municipio de Pahuatlán corresponde al Bosque mesófilo de Montaña y Bosque de coníferas. Ambos poseen características en común, tales como neblinas frecuentes durante casi todo el año, con la consiguiente alta humedad atmosférica. Constituyen un tipo de vegetación original que posee elementos florísticos pertenecientes tanto a la flora templada como a la flora tropical. Esta mezcla se explica a la vez por la posición geográfica de esta formación dentro de la zona intertropical y por la situación altitudinal.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa III.7. Climas

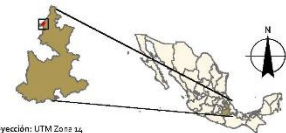


**Simbolos convencionales**

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Límites</b>                             | <b>Rasgos hidrográficos</b>     |
| — Límite Pahuatlán                         | — Corriente de agua superficial |
| — Límite municipal                         | — Corriente de agua subterránea |
| <b>Asentamiento humano</b>                 | <b>Lineas de conducción</b>     |
| <b>Población total</b>                     | — Eléctrica                     |
| ● 10 - 100                                 | — Telefónica                    |
| ● 101 - 500                                | <b>Vías de comunicación</b>     |
| ● 501 - 1000                               | — Carretera                     |
| ● 1001 - 2500                              | — Brecha                        |
| ● 2501 - 10000                             | — Ferrocarril                   |
| ● 10001 - 50000                            | <b>Infraestructura y eqpto.</b> |
| ● Área urbana                              | — Cauce                         |
| <b>Representación del relieve</b>          | — Tanque de agua                |
| ▲ Cerro                                    | — Merenderal                    |
| — Curva a nivel maraña                     |                                 |
| — Curva a nivel azaril (Equidistancia 10m) |                                 |

**Simbología Temática**

- Tipo**
- (A)C(fm)
  - C(f)
  - C(m)(f)



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: 1983a  
Elipsoide: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuente: INEGI 1994, 2004, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Fecha calculada: 30/07/2013



El primero de ellos predomina con una cobertura de casi 30 km<sup>2</sup>, principalmente en la porción de mayor altitud del municipio (en el sur), en donde existen localidades como Xolotla, Mamiquetla, Atlantongo y Atla. En términos físico, el bosque mesófilo se localiza en las laderas de montaña, barrancas y otros sitios protegidos; es florísticamente pertenecientes tanto a la flora templada como a la flora tropical es más rico y estructuralmente más complejo a bajas alturas, como es el caso del municipio de Pahuatlán, abundando las especies de tipo tropical. En este estado de transición se observa el reemplazamiento progresivo de especies neotropicales por una flora boreal conforme se gana altitud, esta mezcla se nota en todos los estratos.

En cuanto al bosque de coníferas, su presencia es mínima, reducida a poco más de 1 km<sup>2</sup>, ubicada en el noroeste de la entidad, relativamente cerca de la localidad de Agua Negra. Entre algunas de las maderas disponibles en el municipio se pueden mencionar el cedro, caoba, ocote y encino.

En el estrato arbóreo son frecuentes las especies de: Liquidámbar, Alnus, Carpinus, Quercus, Clethra, Juglans, Morus y Pinus, entre otros. Especies arborescentes de Cyathea sp., Lophosoria sp., así como Cornus sp., Senecio grandifolius y Oeropenax xalapense. El estrato herbáceo está caracterizado por: Adiantum, Dryopteris, Pteridium, Polypodium. Así como de vegetación de grupos filogenéticamente inferiores: musgos, licopodios y selaginelas. Entre las lianas abundan Smilacáceas, Vitáceas y algunas Aráceas.

Las epífitas son particularmente abundantes, correspondiendo a: Anthurium, Epidendrum u otras orquídeas, Tillandsia ssp. Existen algunos hongos tales como: Amanita, Scieroderma, Ganoderma, Russula, Lactarius y Auricularia. Vegetación secundaria caracterizada por: Inga sp., Trema micrantha y Alnus jorullensis las cuales sirven de sombra a los cafetos; Bocona frutescens, Cnidoscopus multilobus, Cortón draco, Dendropanax arboreus, Myriocarpa longipes, Piper spp., Ureca caracasana, Bursera sp., Sambucus mexicana, Eupatorium sp., entre otras.

La selva perennifolia tan solo se ubica en una porción pequeña del noreste, de alrededor de 2 km<sup>2</sup>, con una tendencia a reducir su cobertura, cerca de las localidades de Acalapa, Cuauneutla y Tlalcruz. En cuanto a la vegetación inducida, esta predomina en la porción central del municipio, la de mayor densidad de población relativa, así como una porción de la región norte central.

El resto el territorio es utilizado para diversas actividades agropecuarias, sin que éstas posean rangos notables de productividad e incluso su tendencia es a reducir su producción, ya que Pahuatlán es un municipio en el que ya poca gente se dedica a la agricultura, y por lo regular solamente se dedican a: cultivos cíclicos como son principalmente maíz, frijol, tomate y chile verde; mientras que el otro es el cultivo perenne siendo los más representativos el café, la caña de azúcar, mango, entre otros menos importantes; todos los cultivos se realizan por temporal y ninguno por riego (**Tabla III.7.** y **MAPA III.8. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN**).

**Tabla III.7. Vegetación y usos del suelo en Pahuatlán.**

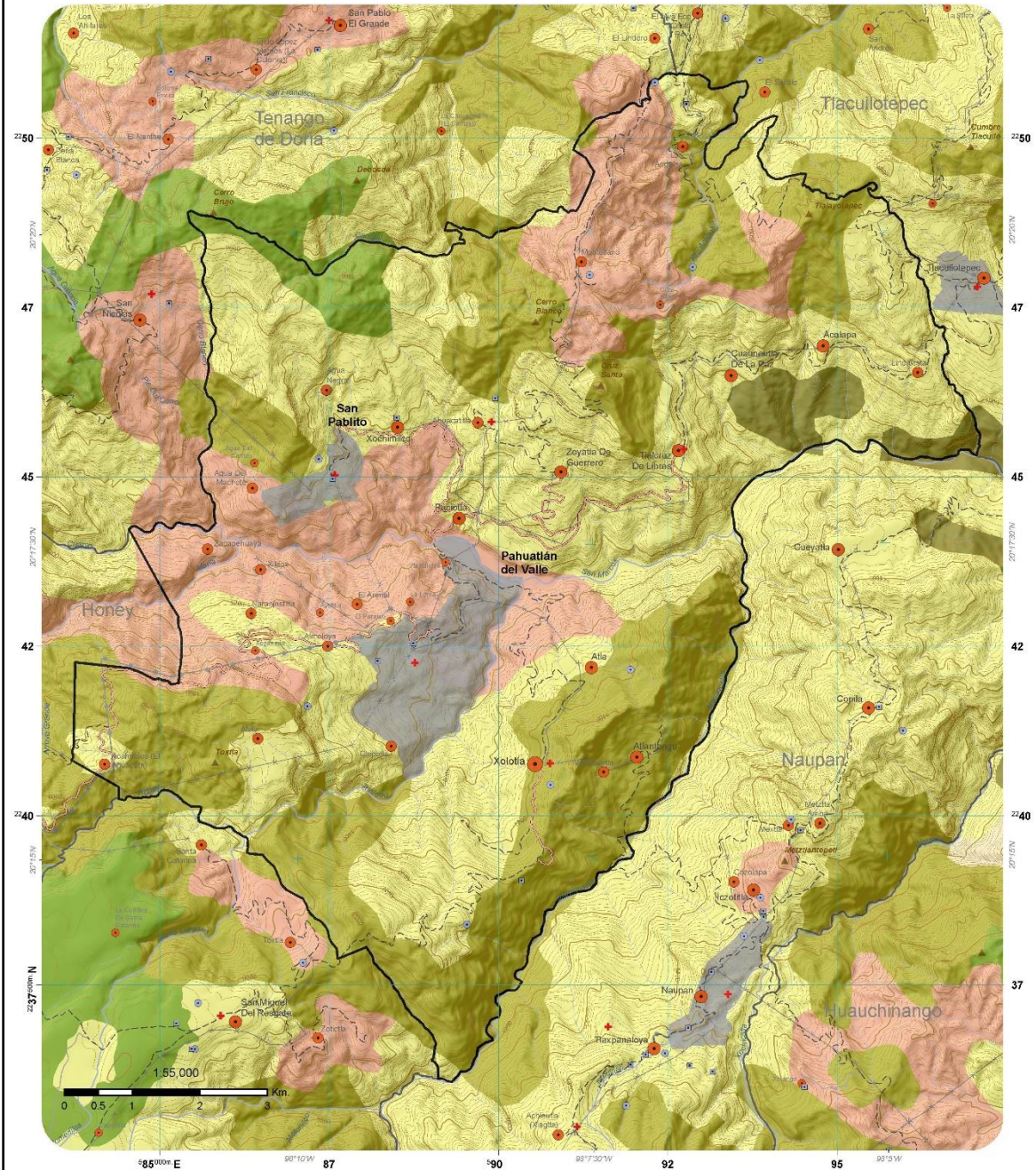
| PARAMETRO                 | VARIABLE                   | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------|
| USO DE SUELO Y VEGETACIÓN | Bosque mesófilo de montaña | 29.57                   | 30.07          |
|                           | Bosque de Coníferas        | 1.84                    | 1.88           |
|                           | Selva perennifolia         | 2.19                    | 2.23           |
|                           | Vegetación inducida        | 21.27                   | 21.70          |
|                           | Agricultura de temporal    | 43.13                   | 44.12          |



### III.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En el municipio de Pahuatlán **NO EXISTEN** áreas naturales protegidas.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa III.8. Uso de Suelo y Vegetación

- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-56206), Área urbana
  - Representación del relieve:** Cerro, Curva a nivel maroma, Curva a nivel azular (Ecuidistancia 10m)
  - Rasgos hidrográficos:** Corriente de agua permanente, Corriente de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Eléctrica, Telefónica
  - Vías de comunicación:** Carretera, Terrestre, Vereda
  - Infraestructura y eqpto.:** Ciénaga, Tanque de agua, Manantial

- Simbología Temática**
- Bosque mesófilo de montaña
  - Bosque de coníferas
  - Selva perennifolia
  - Vegetación inducida
  - Pastizal cultivado
  - Agricultura de temporal

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: 1983a  
Elipsoide: GRS80  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuente: INEGI 1994, 2004, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°38' L  
Variación anual: 7.5 D  
Fecha calculada: 30/07/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA









Para dimensionar los riesgos presentes en el municipio, es necesario echar una mirada a la realidad del territorio y reconocer en él escenarios de riesgo, e identificar todas las variables elementales causales que los estructuran. Este esfuerzo de mirar más allá se realiza desde la perspectiva de la vulnerabilidad principalmente; es decir, identificar aquellos elementos o cambios que pueden ser un detonante en el riesgo que implícitamente marca un cambio en el desarrollo de la región pero puede ser dañino o detonante de un riesgo para esa misma sociedad.

Es conveniente apuntar que a través del tiempo, el estudio de las características socio-económicas ha sido un método obligatorio para dimensionar aquellos elementos de alerta ante una situación de desastre. Dicho análisis se ha relacionado estrechamente con estudios de pobreza y marginación, entre otras características, delimitando en cierto grado el universo de estudio en materia de riesgos.

## IV.1. ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS: DINÁMICA DEMOGRÁFICA, DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN, MORTALIDAD, DENSIDAD DE POBLACIÓN

### IV.1.1. ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS

Para llevar a cabo estudios de riesgo, es necesario conocer ciertas características de la población y del municipio en su conjunto. De tal modo que en las **tablas IV.1.** y **IV.2.** se enlistan algunos datos relevantes del municipio, como son:

Está compuesto por 34 localidades, de las cuales 3 poseen más de 2,500 habitantes (Ciudad de Pahuatlán de Valle, San Pablito y Xolotla). La superficie del municipio es de 98 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.29% de la superficie estatal. Posee 20,618 habitantes, 9,905 son hombres y 10,713 mujeres. La cabecera municipal se localiza a 1,060 metros sobre el nivel del mar.

**Tabla IV.1. Principales características municipio de Pahuatlán, Puebla.**

| Municipio: Pahuatlán. Entidad Federativa: Puebla.   | Datos Generales, 2010        |
|---|------------------------------|
| Número de localidades del municipio:  | 34                           |
| Superficie del municipio en km <sup>2</sup> :   | 98                           |
| % de superficie que representa con respecto al estado:  | 0.29                         |
| Población del municipio:  | 20,618                       |
| Hombres:  | 9,905                        |
| Mujeres:  | 10,713                       |
| Cabecera municipal:   | Ciudad De Pahuatlán De Valle |
| Población de la cabecera municipal:   | 3,523                        |
| Hombres:  | 1,702                        |
| Mujeres:  | 1,821                        |
| Coordenadas geográficas de la cabecera municipal:   |                              |
| Longitud:   | 98° 09'01" O                 |
| Latitud:  | 20° 16'34" N                 |
| Altitud:  | 1,060 msnm                   |
| Clasificación del municipio según tamaño de localidades:  | Rural                        |
| Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal con datos del Censo 2010, INEGI. |                              |

**Tabla IV.2. Crecimiento histórico poblacional por localidad, Pahuatlán.**

| Comunidad              | 1900         | 1910         | 1921         | 1930         | 1940         | 1950          | 1960          | 1970          | 1980          | 1990          | 2000          | 2005          | 2010          |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Pahuatlán Valle</b> | 2765         | 2482         | 2580         | 2387         | 2262         | 3062          | 3286          | 2927          | 3410          | 3674          | 3208          | 3226          | 3523          |
| Acalapa                |              | 710          | 626          | 671          | 675          | 541           | 444           | 392           | 417           | 479           | 572           | 600           | 623           |
| Acalman                | 671          |              | 750          | -            | -            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Ahila                  | 246          | 241          | 250          | 293          | 339          | 343           | 314           | 203           | 248           | 314           | 281           | 249           | 257           |
| Atla                   | 729          | 575          | 456          | 523          | 479          | 578           | 769           | 849           | 1044          | 1422          | 1697          | 1843          | 2172          |
| Atlantongo             | 114          | 68           | 77           | 129          | 121          | 202           | 286           | 387           | 401           | 525           | 790           | 817           | 906           |
| Cuauneutla             | 524          | 390          | 413          | 460          | 455          | 459           | 528           | 415           | 517           | 691           | 715           | 657           | 713           |
| Mamiquetla             | 87           | 83           | 100          | 161          | 164          | 144           | 218           | 162           | 221           | 239           | 323           | 325           | 359           |
| San Pablito            | 711          | 1372         | 1379         | 1310         | 1552         | 1596          | 1710          | 2046          | 1866          | 2675          | 2270          | 2851          | 3178          |
| Tlalacruz              | 464          | 559          | 760          | 825          | 719          | 942           | 880           | 780           | 872           | 1029          | 966           | 850           | 893           |
| Xolotla                | 474          | 506          | 490          | 893          | 761          | 1324          | 1461          | 1318          | 1666          | 2099          | 2406          | 2072          | 2770          |
| Zoyatla                | 517          | 548          | 548          | 615          | 622          | 650           | 663           | 766           | 750           | 876           | 959           | 915           | 999           |
| Aguate El              | 120          | 156          | 147          | 129          | 116          | 106           | 148           | 140           | 115           | 157           | 179           | 203           | 225           |
| Ángeles Los            | 111          | 212          | 150          | 127          | 73           | 211           | 232           | 168           | 156           | 197           | 235           | 260           | 265           |
| Montellano             |              |              | 113          | 149          | 150          | 203           | 230           | 225           | 242           | 280           | 248           | 226           | 279           |
| Naranjastilla          |              | 132          | 106          | 120          | 112          | 111           | 107           | 133           | 145           | 117           | 47            | 101           | 122           |
| Xilepa                 | 149          | 215          | 215          | 197          | 232          | 355           | 249           | 230           | 182           | 195           | 202           | 183           | 183           |
| Ahuacatitla            | 151          | 155          | 170          | 188          | 96           | 180           | 217           | 201           | 216           | 270           | 238           | 203           | 211           |
| Paciotta               | 191          | 245          | 287          | 236          | 258          | 265           | 294           | 266           | 273           | 345           | 446           | 524           | 572           |
| Zacapehuaya            | 126          | 192          | 153          | 164          | 167          | 180           |               | 134           |               | 131           | 181           | 160           | 163           |
| Agua del Carrizo       |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 40            | 43            | 22            |
| Agua del Machete       |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 125           | 178           | 292           |
| Agua Negra             |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 108           | 114           | 126           |
| Almoloya               |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 214           | 142           | 151           |
| Arenal, El             |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 163           | 124           | 154           |
| Ayotitla               |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 58            | 66            | 56            |
| Chipotla               |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 65            | 87            | 146           |
| Lindavista             |              |              |              |              |              |               |               |               | 162           | 203           | 183           | 154           | 163           |
| Loma, La               |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 70            | 69            | 65            |
| Paraíso, El            |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 41            | 38            | 42            |
| Tlacuilolco            |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 38            | 26            | 38            |
| Xochimilco             |              |              |              |              |              |               |               |               | 442           | 438           | 712           | 733           | 805           |
| Xopanapa               |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               | 46            | 50            | 38            |
| Cruz Santa             |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               |               | 71            | 79            |
| San Pablito            |              |              |              |              |              |               |               |               |               |               |               | 49            | 28            |
| <b>Total</b>           | <b>8,150</b> | <b>8,841</b> | <b>9,770</b> | <b>9,577</b> | <b>9,353</b> | <b>11,452</b> | <b>12,036</b> | <b>11,742</b> | <b>13,345</b> | <b>16,356</b> | <b>17,826</b> | <b>18,209</b> | <b>20,618</b> |

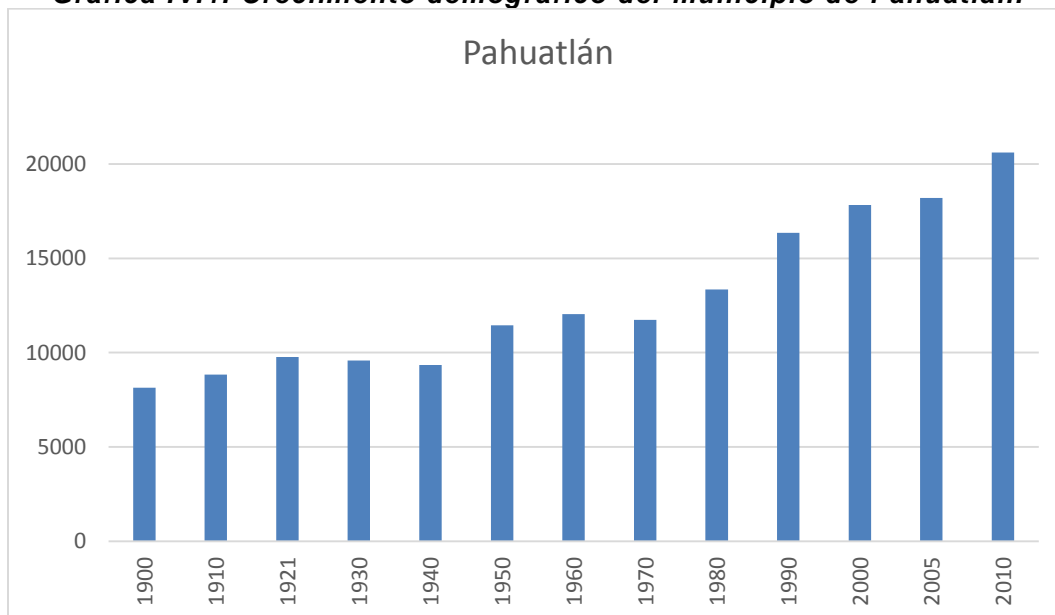
Fuente: INEGI 1900 – 2010.

#### IV.1.2. DINÁMICA DEMOGRÁFICA

Se parte del análisis histórico o del pasado de la comunidad para así dar un mayor énfasis en la vulnerabilidad, la cual tiene varias dimensiones, y puede ser muy útil en múltiples circunstancias y desde heterogéneas perspectivas del conocimiento; concibiendo a la vulnerabilidad como un acontecimiento dinámico e inconstante, y consiente su enunciación histórica como un transcurso acumulativo de inestabilidades, deficiencias y limitaciones que perduran en un espacio-tiempo, que inciden en un mayor o menor grado de vulnerabilidad hacia la comunidad.

La primera variable esencial para determinar los escenarios de riesgo en el municipio es la población; por lo que, se parte del análisis del crecimiento poblacional, es decir cuál es la tendencia histórica de pobladores y poblados de este municipio y su comportamiento. Por ejemplo, en la Tabla 2 se observa que en 1900 en el municipio existían 17 comunidades y en 1910 se crea la comunidad Acalapa y Naranjastilla, pero en 1930 desaparece la comunidad Acalmana pero se crea la comunidad de Montellano, también se observa que no hay datos de población para Zacapehuaya en 1960 y 1980; así como la creación de dos nuevas comunidades a partir de 1980 (Lindavista y Xochimilco) con un total para hasta esta fecha 21 comunidades. Pero en el censo del 2000 se incrementa el número de comunidades hasta un total de 34 localidades, las cuales hasta la fecha son las que existen. En la **gráfica IV.1.** se observa el crecimiento demográfico del municipio según los diferentes censos poblacionales (INEGI, 1900 - 2010).

**Gráfica IV.1. Crecimiento demográfico del municipio de Pahuatlán.**



Fuente: INEGI 1900 – 2010.

Con los datos de las diferentes décadas se determina que el crecimiento poblacional para el municipio se mantiene en una tendencia ascendente de muy poca variación, hasta el año de 1970 lo que se observa tras el incremento en las localidades del municipio principalmente a partir de ese año, esto es importante porque marca la pauta de un crecimiento considerable; Que para el año 2000 significó un aumento de 13 localidades dentro del territorio municipal, es decir un 39 % más. Para el año 2010, la población del municipio llegó a 20,618.

De manera complementaria se determinaron proyecciones de la tasa de crecimiento poblacional y debido a que el número de poblados ha crecido se emplearon dos métodos estadísticos: el aritmético y el geométrico simple, que son utilizados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Si se

considera una tasa de crecimiento promedio de 0.95 se tienen las proyecciones de la **tabla 3**. Con estos datos de población del municipio de Pahuatlán, podemos decir que se mantendrá en un crecimiento aproximado de 1,000 habitantes cada cinco años. Además puede verse reducido por una fuerte migración en el municipio por falta de trabajo y verse reflejado en el mayor número de mujeres y niños como actualmente ocurre en el municipio; así como una posible mortalidad alta.

Es importante considerar a la población joven que va en aumento, ya que implica una mayor demanda en cuanto a servicios básicos, servicios educativos, salud, trabajo, comercio recreación, infraestructura básica, transporte y seguridad; así como una expansión en la ocupación del territorio para vivienda, lo que significa buscar áreas que no presenten algún riesgo para la población.

**Tabla IV.3. Proyecciones de crecimiento del municipio de Pahuatlán.**

| Año  | Población |
|------|-----------|
| 2015 | 21,083    |
| 2020 | 22,107    |

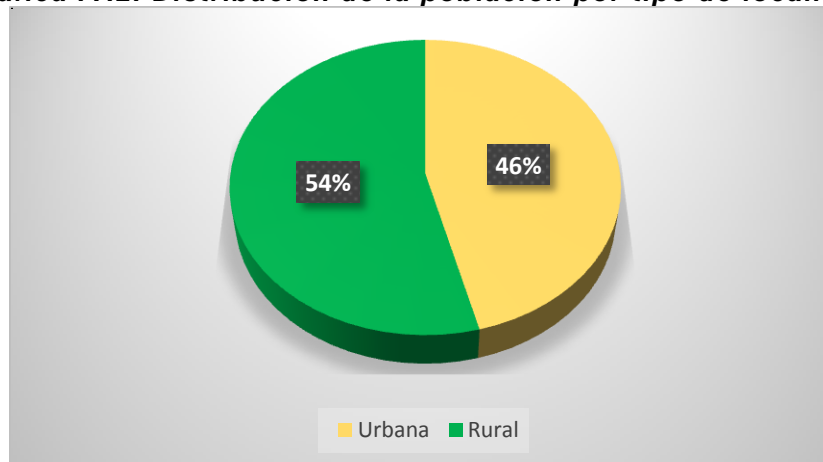
Fuente: CONAPO, 2000.

#### IV.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

La distribución de la población es una característica importante, ya que dicha distribución posee implicaciones en la concentración y movilidad de la misma, tanto de manera diaria como para el desarrollo de planes y proyectos en el plan de desarrollo municipal, por ejemplo en obras públicas, las cuales deben de planearse y ejecutarse con base en las características demográficas de la entidad, así como los recursos económicos destinados a tales fines estructurales y programas sociales. Lo anterior con base en el total de habitantes, densidad de población, tipo de localidad (rural o urbana), dispersión poblacional, etc.

De acuerdo al criterio empleado por INEGI para definir una localidad rural de una urbana, respecto al número de habitantes (más de 2,500 para definir una localidad como urbana). Como se muestra en la **gráfica IV.2**; En el municipio de Pahuatlán, tres localidades cumplen con dicha condición según el Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2010); Ciudad de Pahuatlán de Valle, que es la cabecera municipal y cuenta con 3,523, le sigue San Pablito con 3,178 y Xolotla con 2,770 habitantes; Es decir que el 45.9% de la población del municipio habita en una de estas zonas urbanas. Y el restante 54.1% lo hace en localidades rurales.

**Gráfica IV.2. Distribución de la población por tipo de localidad.**



Fuente: INEGI, 2010.

Complementariamente a lo antes descrito, en el **MAPA IV.1.3.**, se observa la distribución territorial de los poblados mencionados, haciendo evidente que la distribución de las localidades rurales es hacia el centro-oeste del municipio, aledañas a las zonas urbanas de Pahuatlán de Valle y San Pablito. Hacia el sur del municipio se ubican las localidades de Xolotla, Atla, Atlaltongo y Mimiquetla. Al noreste se encuentran las localidades de Los Ángeles, Montellano y Cruz Santa. Al este las localidades rurales de Cuauneutla de la Paz, Acalapa, Tlalacruz de Libres, Zoyatla de Guerrero y Lindavista (**MAPA IV.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN**).

#### IV.1.4. DENSIDAD DE LA POBLACIÓN.

Este indicador de concentración de la población en el municipio ha ido en aumento desde 1995 a la fecha (**Tabla IV.4**), sin embargo entre 2000 y 2005, la concentración disminuyó hasta 183.7 hab/km<sup>2</sup>, para que en 2010 la cifra aumentará hasta una cifra de 209.4 hab/km<sup>2</sup>, lo que denota una baja concentración de la población y hace evidente la característica de un municipio preponderantemente rural (**MAPA IV.1.4<sup>a</sup>. DENSIDAD DE LA POBLACIÓN; PAHUATLÁN DEL VALLE, MAPA IV.1.4B. DENSIDAD DE LA POBLACIÓN; SAN PABLITO**).

**Tabla IV.4. Densidad de la población en el municipio de Pahuatlán.**

| Indicadores de población, 1995 - 2010                     | 1995   | 2000  | 2005   | 2010  |
|---|--------|-------|--------|-------|
| Densidad de población del municipio(Hab/km <sup>2</sup> ) | 179.41 | 187.8 | 183.71 | 209.4 |

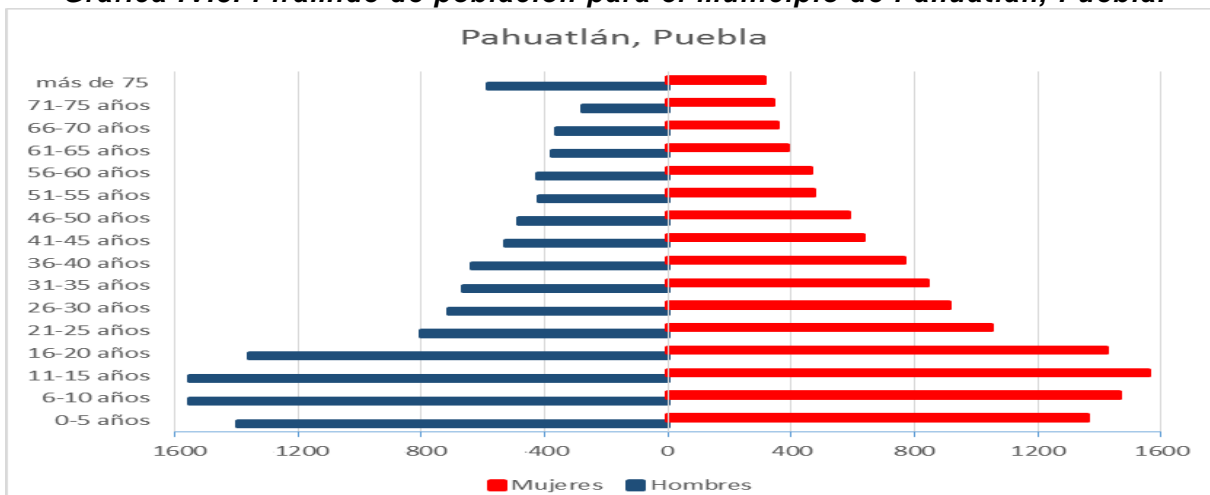
Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal con datos de los Censos, INEGI.

#### IV.1.5. COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

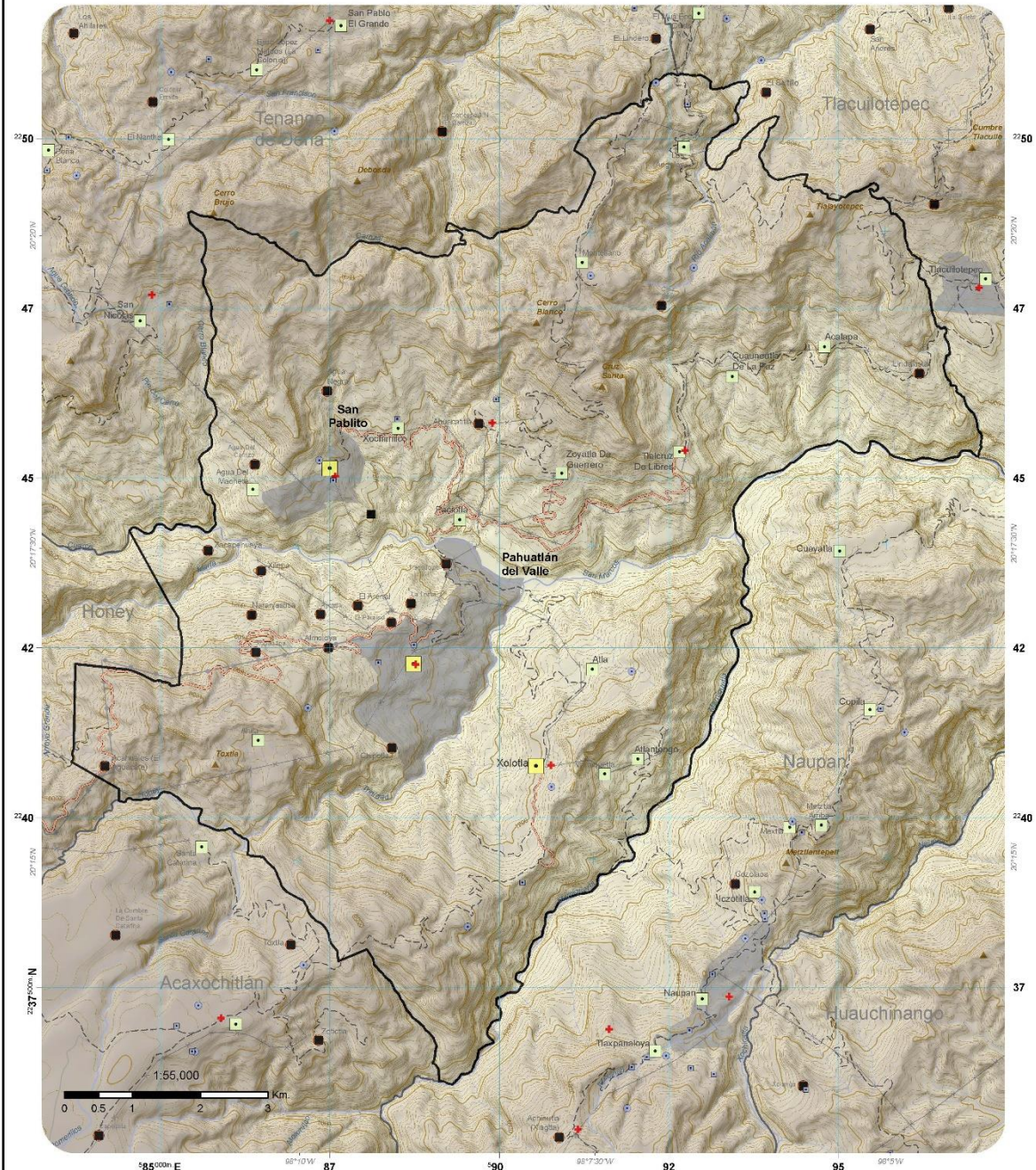
La población del municipio de esta compuesta por 20,618 habitantes, de los cuales 9,905 son hombres y 10,713 mujeres, es decir 48% varones y 52% damas.

La pirámide de población (**Gráfica IV.3**, evidencia dos procesos sociales; en el rango inferior a los 15 años en mujeres y menor a 10 años en varones es de tipo regresiva, lo que indica que están naciendo cada vez menos infantes en comparación con años anteriores. Y el segundo fenómeno muestra una etapa progresiva de crecimiento, hasta los 20 años, donde probablemente haya una emigración de la fuerza de trabajo del municipio hacia otras regiones del estado, o inclusive flujos de tipo internacional. La población del municipio mayor a 20 años es baja respecto a la base de la pirámide.

**Gráfica IV.3. Pirámide de población para el municipio de Pahuatlán, Puebla.**



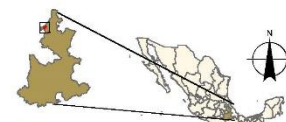
### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa IV.1.3. Distribución de la Población

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Paranautas
    - Límite municipal
    - Asentamiento humano
    - Área urbana
  - Representación del relieve**
    - ▲ Serranía
    - ▲ Cerro
    - Curva nivel suelta
    - Curva nivel auxiliar (Ej:distancia 10m)
  - Rasgos hidrológicos**
    - Corriente de agua perenne
    - Corriente de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Troncal
    - Balsa
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - ⊕ Clínica
    - ⊕ Tanque de agua
    - ⊕ Manantial

- Simbología Temática**
- Habitantes por localidad**
- 10 - 250
  - 251 - 2,500
  - 2,501 - 5,000
  - 5,001 - 10,000
  - 10,001 - 56,206

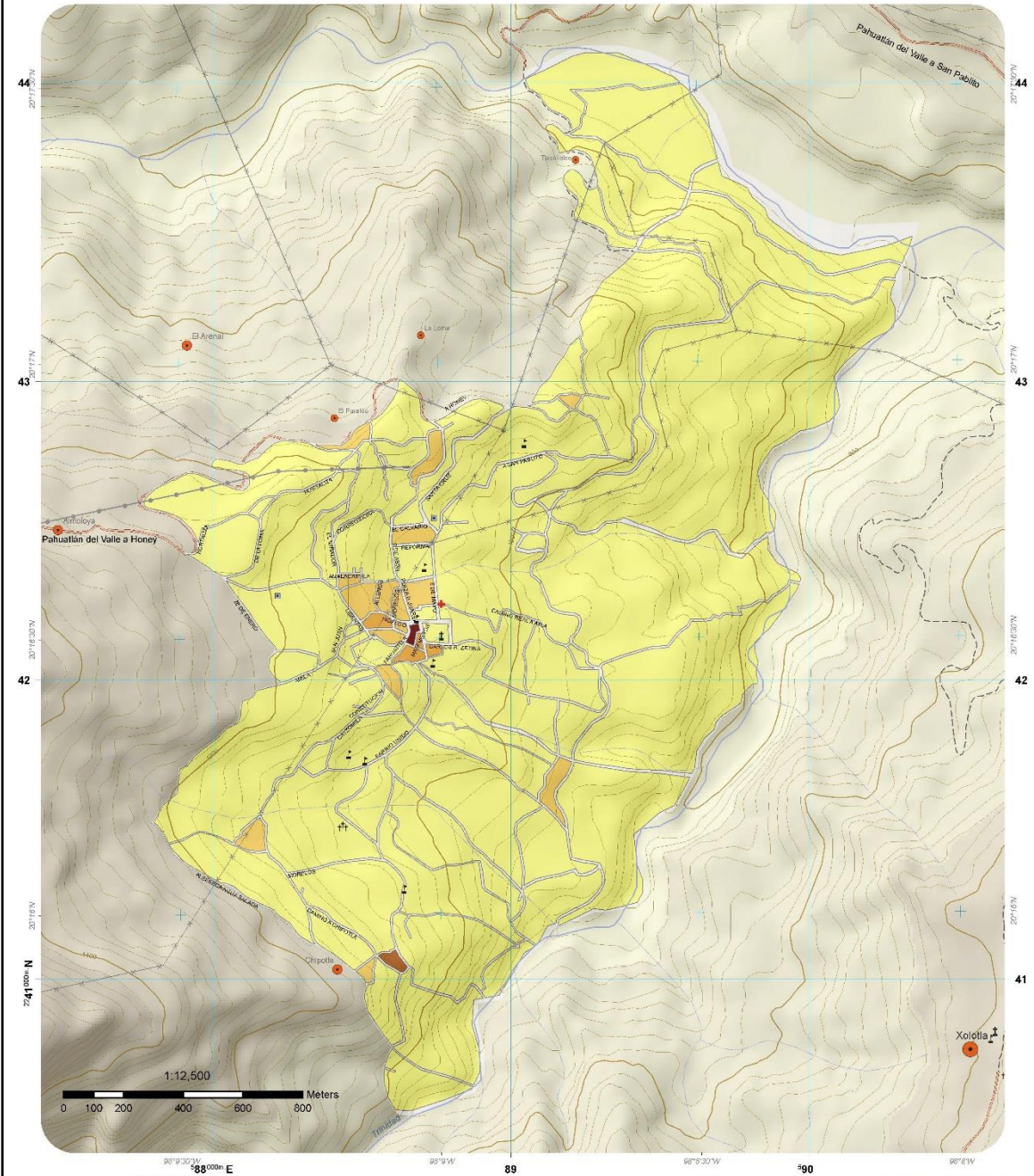


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Eliptoidal: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyecto y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha actualizada: 30/Oct/2003



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

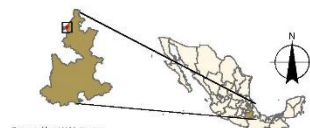


Mapa IV.1.4.a. Densidad de población en Pahuatlán del Valle



- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
- Población total**
- 11 - 150
  - 151 - 500
  - 501 - 2500
  - 2501 - 10000
- Área urbana**
- Curva a nivel maestro
  - Curva a nivel auxiliar (Escala de 10m)
- Rasgos hidrológicos**
- Corrente de agua permanente
  - Corrente de agua intermitente
- Lineas de conducción**
- Eltorra
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Terceraria
  - Breveta
  - Venda
- Infraestructura y eqpto.**
- Ciudad
  - Escuela
  - Templo
  - Cementerio
  - Tanque de agua

- Simbología Temática**
- Habitantes por Ha:**
- 0 - 50
  - 51 - 100
  - 101 - 150
  - 151 - 200
  - 201 - 800

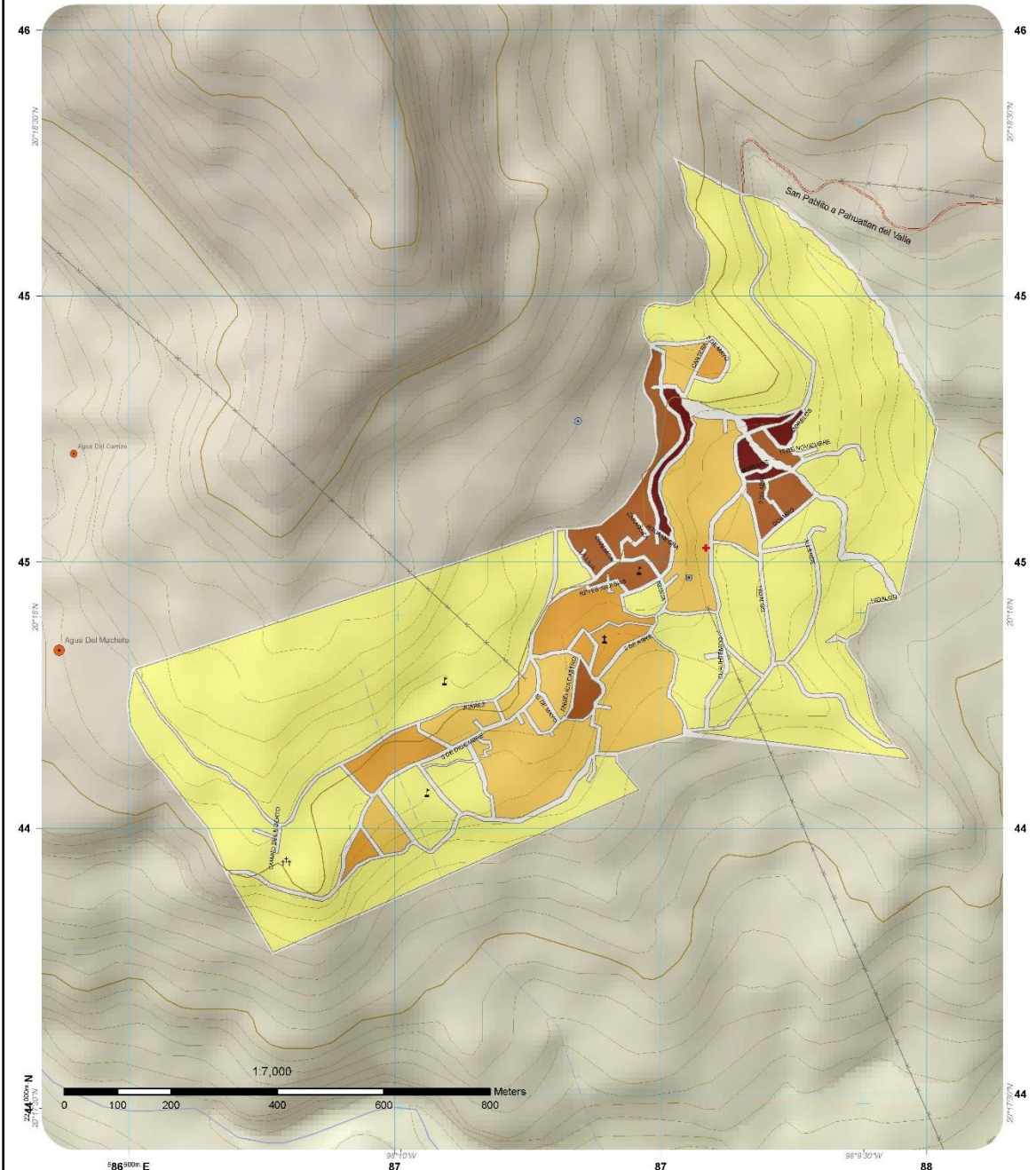


Proyección: UTM, ZONA 14  
Datum: IJ86-94  
Eliptioide: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999, 2006, 2010.  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA CA.  
Definición magnética: 4°38' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 31/07/2013





### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

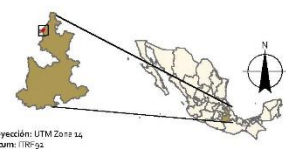


Mapa IV.1.4.b. Densidad de Población en San Pablito



- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
- Población total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - Área urbana
  - Curva nivel: maestra
  - Curva nivel: auxiliar (Equidistancia 10m)
- Rasgos hidrográficos**
- Corriente de agua permanente
  - Corriente de agua intermitente
- Lineas de conducción**
- Eléctrica
- Vías de comunicación**
- Calle
  - Carretera
  - Terracería
  - Bracha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- ✚ Clínica
  - ✚ Escuela
  - ✚ Templo
  - ✚ Cementerio
  - ✚ Tanque de agua
  - ⊙ Manantial

- Simbología Temática**
- Habitantes por Ha:**
- 0 - 50
  - 51 - 100
  - 101 - 150
  - 151 - 200
  - 201 - 800



Proyección: UTM 2012 14  
Datum: 1984  
Elipsoide: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuente: INEGI 1996; 2000; 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°38' L.  
Variación anual: 2.5 W.  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

#### IV.1.6. POBLACIÓN HABLANTE DE LENGUA INDÍGENA

Esta característica cobra gran relevancia para el municipio debido a que desde su formación y durante los diversos procesos que le han dado lugar al territorio que hoy conocemos, se vincula íntimamente con las raíces indígenas, como los nahuas, tepehuas, huastecos, otomíes y totonacas.

En 2010, la población del municipio que hablaba alguna lengua indígena ascendió a 9,927 habitantes (**Tabla IV.5**), 4,662 hombres y 5,265 mujeres, localizados principalmente en las comunidades de San Pablito, Atla y Xolotla, principalmente hablan Náhuatl y Otomí.

Otras lenguas que también se hablan en el municipio son la Totonaca, Zapoteco, Mixe, Mixteco, Tlapaneco, Mazateco y Chinanteco (**Tabla IV.6**). Lo que se traduce en lo importante de estos grupos en la dinámica municipal.

**Tabla IV.5. Población según condición de habla indígena.**

| Indicador                           | Total | Hombres | Mujeres |
|-------------------------------------|-------|---------|---------|
| Población que habla lengua indígena | 9,927 | 4,662   | 5,265   |
| Habla español                       | 8,136 | 4,035   | 4,101   |
| No habla español                    | 1,738 | 601     | 1,137   |
| No especificado                     | 53    | 26      | 27      |

Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal con datos del Censo, INEGI, 2010.

**Tabla IV.6. Lenguas indígenas habladas en el municipio, 2010**

| Lengua indígena                 | Número de hablantes |         |         |
|---------------------------------|---------------------|---------|---------|
|                                 | Total               | Hombres | Mujeres |
| Náhuatl                         | 5,498               | 2,654   | 2,844   |
| Otomí                           | 3,955               | 1,772   | 2,183   |
| Lengua Indígena No Especificada | 21                  | 9       | 12      |
| Totonaca                        | 13                  | 3       | 10      |
| Zapoteco                        | 4                   | 2       | 2       |
| Mixe                            | 4                   | 0       | 4       |
| Mixteco                         | 2                   | 0       | 2       |
| Tlapaneco                       | 1                   | 0       | 1       |
| Mazateco                        | 1                   | 0       | 1       |
| Chinanteco                      | 1                   | 1       | 0       |

Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal con datos del Censo, INEGI, 2010.

#### IV.1.7. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNICIPAL 2030, CONAPO

La planeación demográfica, económica y social del país requiere de un conocimiento exhaustivo de la dinámica, el volumen, estructura y distribución de la población en el mediano y largo plazos.

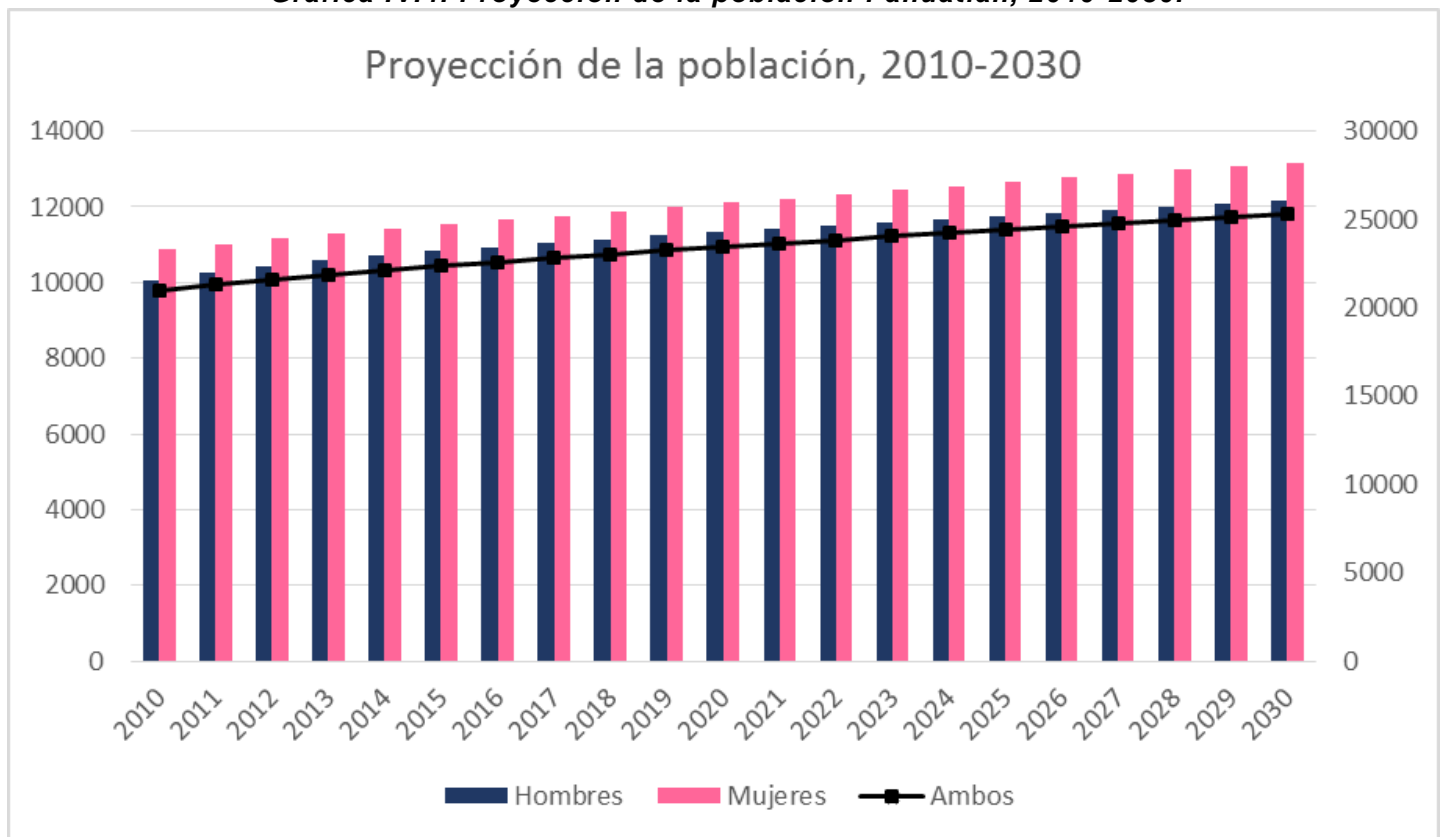
Al respecto, las proyecciones de población calculadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) destacan por ser una herramienta valiosa para estimar requerimientos futuros de educación, salud, empleo y vivienda, así como de equipamiento e infraestructura de los asentamientos humanos, entre muchas otras necesidades sociales que la planeación exige dimensionar.

Cabe subrayar también, que la prospectiva demográfica permite anticipar situaciones, eludir riesgos y aprovechar las ventajas del cambio demográfico, y con ello aporta insumos relevantes en el diseño de estrategias, políticas, planes y programas, pertinentes a la administración pública.

Este fenómeno en el municipio de Pahuatlán presenta características progresivas (**Gráfica IV.4**), lo que indica que la población mantiene una tendencia a incrementarse gradualmente a un ritmo de 200 habitantes anualmente. Superando en el 2020 la cifra de 25,000 habitantes en el municipio y llegando a proyectar para el año 2030 los 25,321 habitantes.

Tal situación significa que la planeación al interior de municipio debe considerar de dotar frecuentemente de mejores servicios a los pobladores, así como también gradualmente aumentar el equipamiento o infraestructura que permita otorgar una vida digna a ese número de personas.

**Gráfica IV.4. Proyección de la población Pahuatlán, 2010-2030.**



## IV.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES: ESCOLARIDAD, HACINAMIENTO, POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD, MARGINACIÓN Y POBREZA

Las diferencias culturales, sociales y económicas que en México persisten, teniendo orígenes y manifestaciones complejas, con frecuencia ambivalentes: por un lado, se puede apreciar la riqueza de la diversidad cultural existente pero, por otro, están los rezagos económicos y sociales, entre los que destacan aquellos relacionados con la salud, escolaridad, acceso a otros servicios y viviendas dignas.

### IV.2.1. SALUD

La distribución de los organismos de salud en el municipio de Pahuatlán esta principalmente dada por el Hospital Integral de Pahuatlán, el cual cuenta con diez médicos de distintas especialidades, en diferentes turnos, catorce enfermeras, un químico y un farmacéutico.

Existen también Clínicas de salud, las cuales se encuentran distribuidas en las comunidades de: Atla, Xolotla, Cuauneutla, Tlacruz y San Pablito, cada una con un médico responsable y un médico pasante, dos enfermeras responsables y una pasante. Así mismo cuenta con dieciséis casas de salud aproximadamente. El municipio cuenta con una auxiliar de salud capacitada por la Secretaría de Salud (Atención de casos leves de salud en las comunidades más retiradas de la cabecera, en caso de urgencias se refieren al Hospital Integral). Siendo una zona rural no existen módulos de medicina tradicional. Mientras que otros tipos de servicios de salud se dan en el municipio como es caso de las tradicionales parteras contando con 16 las cuales son capacitadas por la Secretaría de Salud.

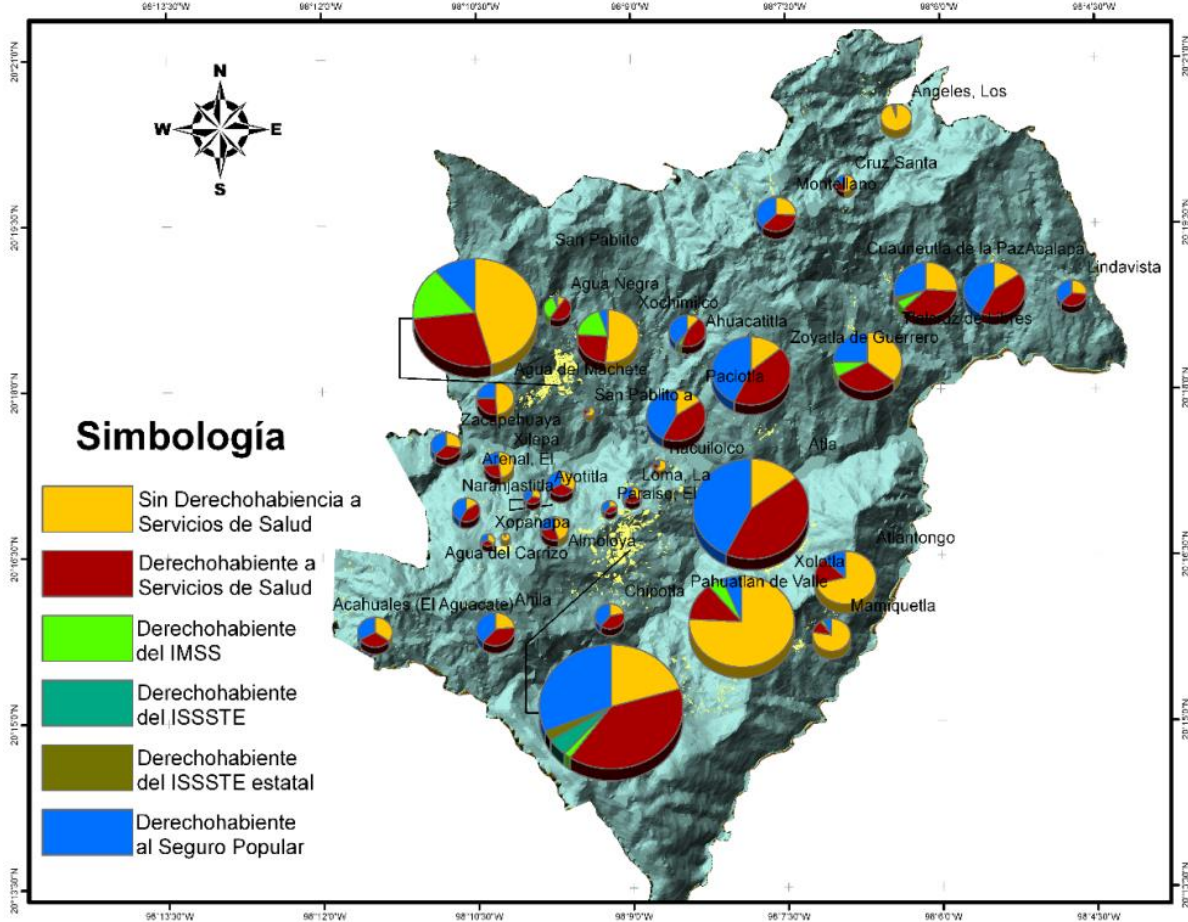
En el municipio, según el Censo Poblacional y Vivienda 2010 (**Tabla IV.7**), cuenta con una población derechohabiente de 9,955 y no derechohabiente de 10,587, más de la mitad de población sigue sin contar con este tipo de servicios (**Imagen IV.1**). Lamentablemente hay menos de un doctor por cada 1,000 habitantes, lo que hace evidente un atraso en este sector.

**Tabla IV.7. Derechohabiencia de Salud, 2010.**

|  | Cantidad |
|--|----------|
| <b>Población derechohabiente, 2010</b>                                   | 9,955    |
| <b>Población no derechohabiente, 2010</b>                                | 10,587   |
| <b>Derechohabientes en el IMSS, 2010</b>                                 | 1,375    |
| <b>Derechohabientes en el ISSSTE, 2010</b>                               | 550      |
| <b>Personal médico, 2009</b>   | 18       |
| <b>Personal médico en instituciones de seguridad social, 2009</b>        | 3        |
| <b>Personal médico en el IMSS, 2009</b>                                  | 0        |
| <b>Personal médico en el ISSSTE, 2009</b>                                | 1        |
| <b>Personal médico en otras instituciones de seguridad social, 2009</b>  | 2        |
| <b>Personal médico en instituciones de asistencia social, 2009</b>       | 15       |
| <b>Personal médico en la Secretaría de Salud del Estado, 2009</b>        | 12       |
| <b>Personal médico en el IMSS-Oportunidades, 2009</b>                    | 3        |
| <b>Personal médico en otras instituciones de asistencia social, 2009</b> | 0        |
| <b>Unidades médicas, 2009</b>  | 9        |
| <b>Familias beneficiadas por el seguro popular, 2009</b>                 | 2,999    |

Fuente: INEGI Censo de Población y Vivienda 2010

**Imagen IV.1. Distribución porcentual de derechohabiencia por localidad, 2010.**



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

#### IV.2.2. MORTALIDAD

Según datos del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2011 se registraron 135 defunciones en el municipio de Pahuatlán, de las cuales 9 corresponden a infantes menores de 1 año de edad.

#### IV.2.3. ESCOLARIDAD

En este sentido las condiciones del municipio denotan características desfavorables para 2010, principalmente debido a que el 23.87% de la población de 15 años y más es analfabeta, es decir 3,173 de 13,292 personas mayores de 15 años, no saben leer ni escribir. Sin embargo, y en contraste, del total de población infantil de 8 a 14 años (3,582), solo el 8.18% (293) no saben leer y escribir, con lo cual, quizá esa condición desfavorable disminuya próximamente.

Lamentablemente el grado promedio de escolaridad, es decir el número promedio de años que asiste a clases la población del municipio es de 5.64, lo que se traduce en que casi concluye la instrucción primaria.

En lo referente a servicios educativos en el municipio había en 2009; 26 escuelas de preescolar, 26 de primaria, 11 secundarias y 7 bachilleratos.

#### IV.2.4. HACINAMIENTO

El hacinamiento habla de la carencia de espacios en la vivienda o la sobreocupación de personas dentro de la misma. El criterio utilizado para determinar la existencia de hacinamiento, es el número de personas por cuarto y por dormitorio; cuya cifra de referencia es mayor a 2.5 personas.

Cuando una vivienda presenta hacinamiento, sus ocupantes presentan mayor riesgo de sufrir ciertas problemáticas como la violencia doméstica, desintegración familiar, bajo rendimiento escolar, entre otros.

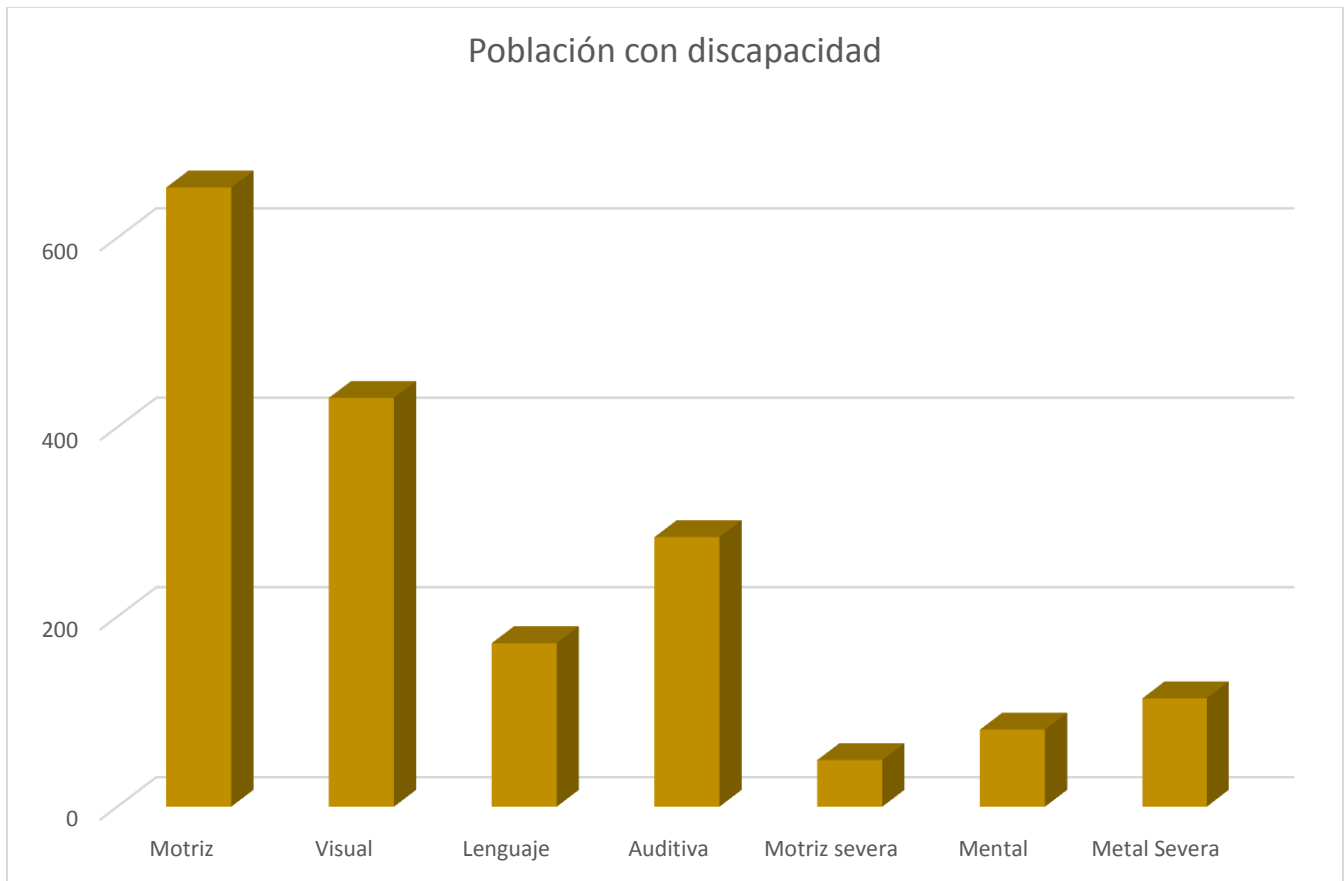
El promedio de ocupantes por cuarto según los datos de INEGI (2010), para el municipio de Pahuatlán es de 1.6, lo que no denota hacinamiento; sin embargo, las localidades que están próximas a alcanzar dicha condición son la localidad de Los Ángeles con 2.43 y Cruz Santa con 2.47.

#### IV.2.5. POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD

La importancia de conocer el número de personas con capacidades distintas, es decir, con limitantes físicas o mentales, radica en que conforman un grupo cuya vulnerabilidad es mayor ante fenómenos que perturban el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana (**MAPA IV.2.5. POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD POR LOCALIDAD**).

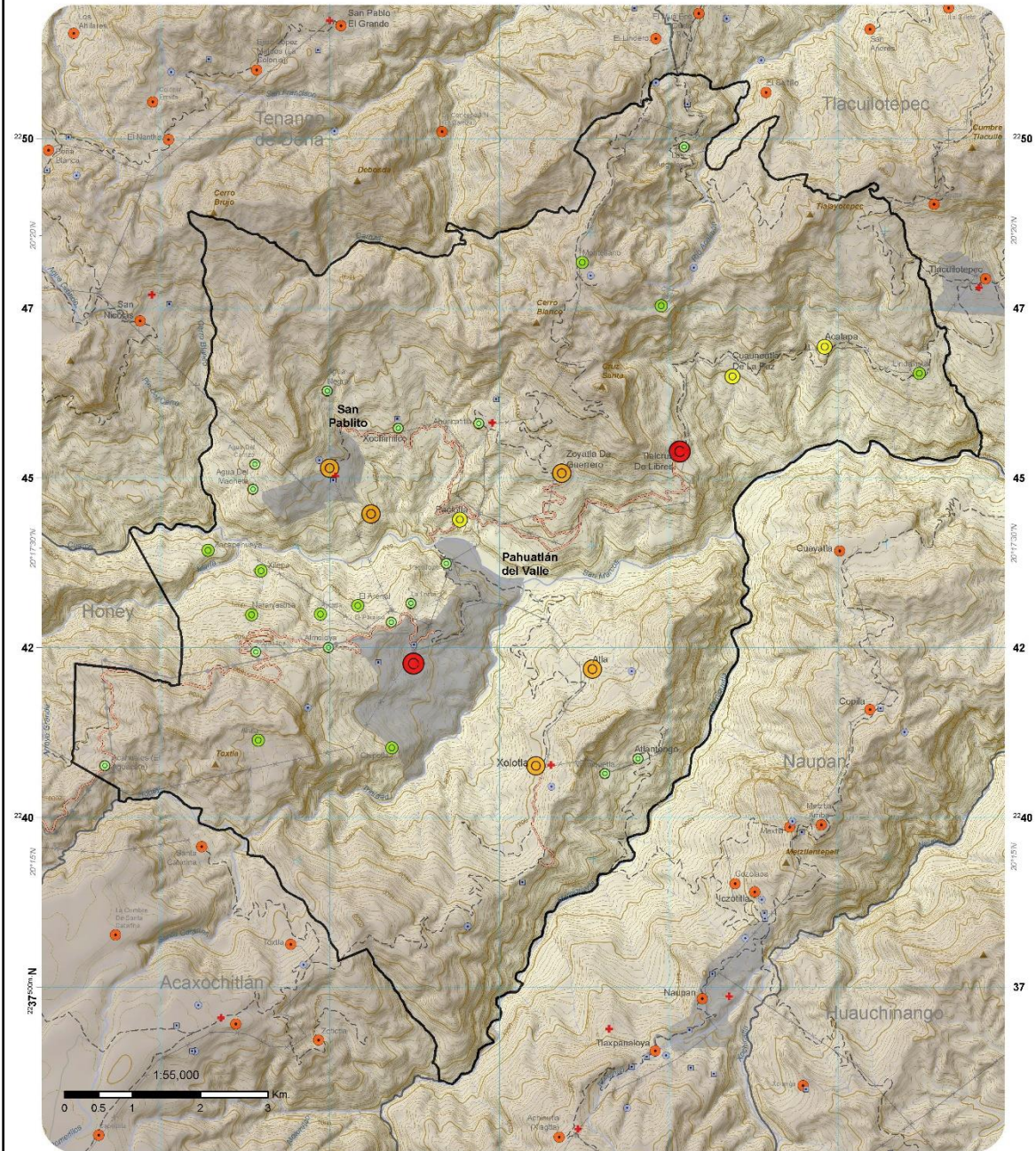
En el municipio habitan 1,425 personas con alguna limitante en sus capacidades, las cuales representan el 7% de la población total. Las cuales se desglosan en la **gráfica IV.4**.

**Gráfica IV.4. Población según tipo de discapacidad.**



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

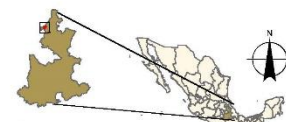
### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa IV.2.5. Población con Discapacidad por Localidad

- Simbolos convencionales**
- Limites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
    - Área urbana
  - Representación del relieve**
    - ▲ Barranca
    - ▲ Cerro
    - Cerro nivel maestro
    - Cerro nivel auxiliar (Elevación 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Contorno de agua perenne
    - Contorno de agua intermitente
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Carretera
    - Tercerera
    - Brecha
    - Vaseo
    - Cisterna
    - Tanque de agua
    - Masantal
  - Lineas de conducción**
    - Dedicada
    - Telefónica
  - Vias de comunicación**
    - Carretera
    - Tercerera
    - Brecha
    - Vaseo

- Simbología Temática**
- Habitantes con Limitantes**
- 0 - 10
  - 11 - 30
  - 31 - 70
  - 71 - 200
  - 201 - 312



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: GRS80  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

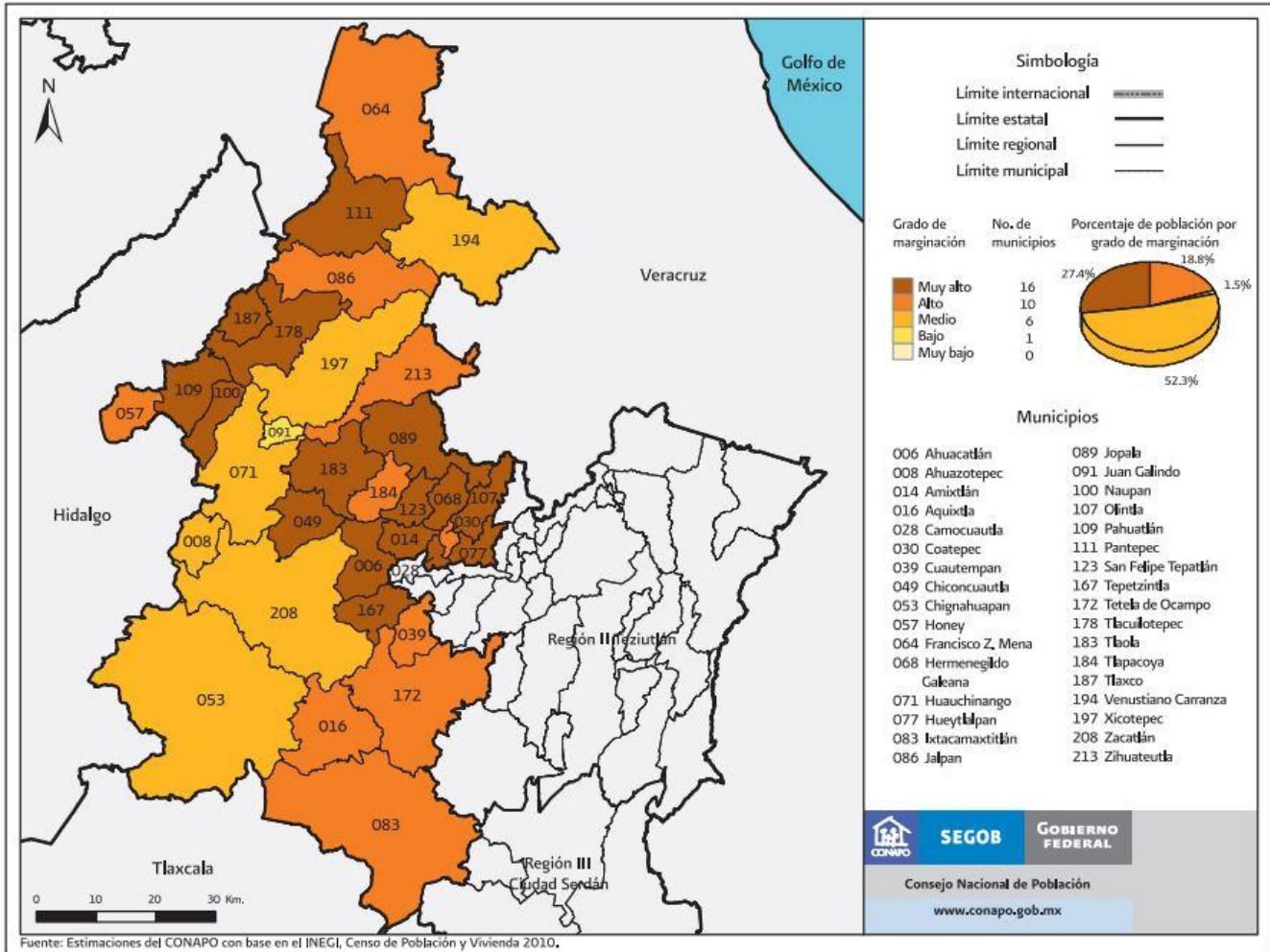




### IV.2.6. MARGINACIÓN

Se define como la desventaja económica, profesional, política o social de la población para su integración en el tejido social. La marginación puede ser el efecto de prácticas explícitas de discriminación o, indirectamente, ser provocada por la deficiencia de los procedimientos que aseguran la integración de los factores sociales, dificultándose la oportunidad de desarrollarse plenamente (**MAPA IV.2.6. MARGINACIÓN POR LOCALIDAD e Imagen IV.2**).

**Imagen IV.2. Grado de Marginación municipal en la Región I Huachinango, 2010.**

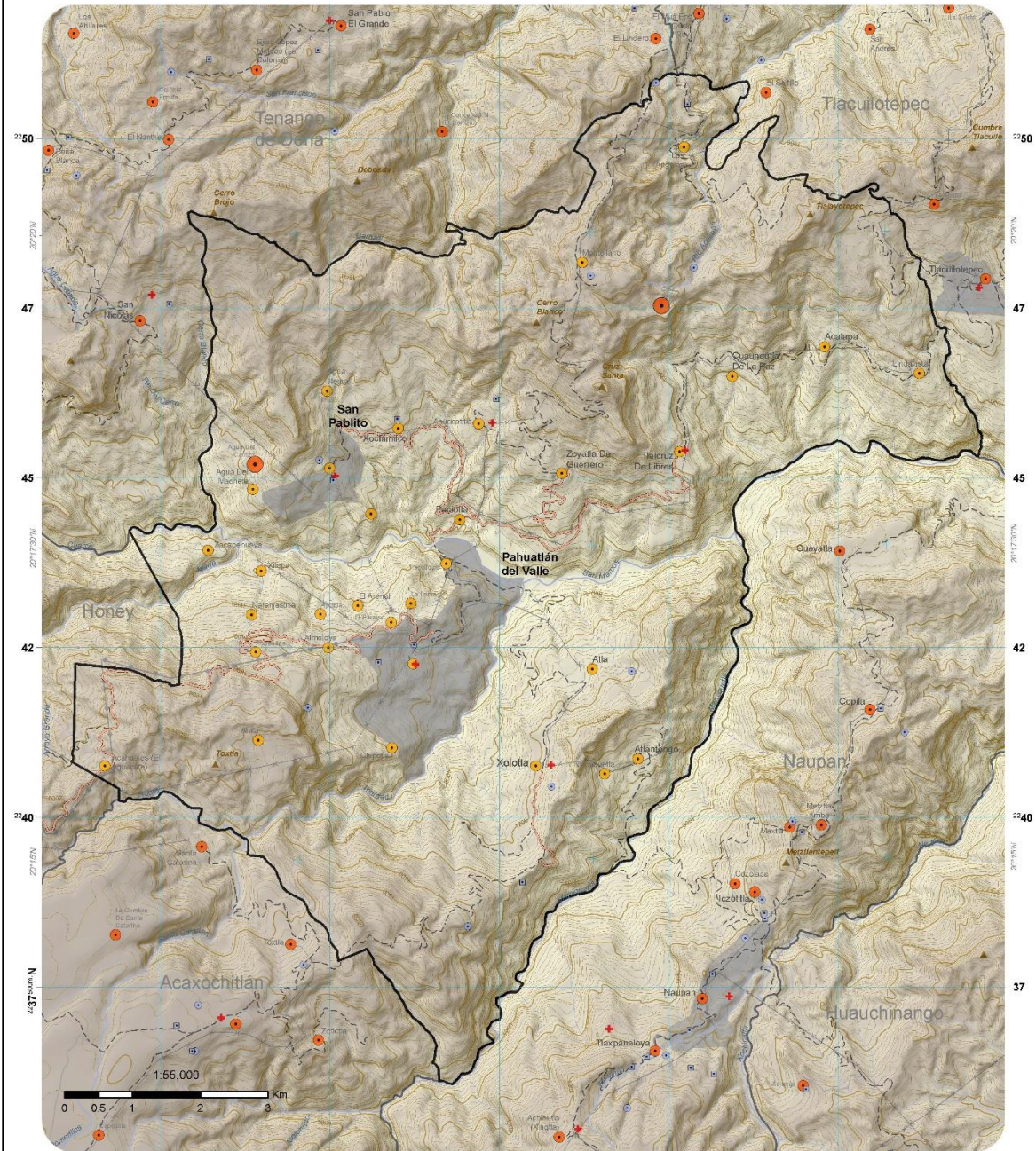



Es así que el grado de marginación para el municipio de Pahuatlán es Muy Alto, ocupando el lugar 31 a nivel estatal y el 399 a nivel nacional. Particularizando en las localidades de Agua del Carrizo y Cruz Santa, donde los valores son más críticos.

### IV.2.7. POBREZA

Esta condición alude a privaciones materiales que afectan esencialmente la calidad de vida de las personas. La medición tradicional califica como pobres a los hogares cuyo nivel de ingreso per cápita es inferior a la línea de pobreza. Esta última representa el ingreso necesario para cubrir las necesidades económicas básicas, como son alimentación, vestuario, vivienda, transporte y otras relacionadas.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.





**Simbolos convencionales**

**Limites**

- Límite Pahuatlán
- Límite municipal
- Área arriosa

**Representación del relieve**

- ▲ Barranca
- ▲ Cerro
- Cima nivel maestro
- Cima nivel auxiliar (Ecuivalencia 10m)

**Rasgos hidrográficos**

- Contorno de agua perenne
- Contorno de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Eléctrica
- Telefónica

**Vías de comunicación**

- Carretera
- Terracería
- Brecha
- Vaseo


**Infraestructura y eqpto.**

- Clínica
- Tanque de agua
- Masarital

**Simbología Temática**


**Grado de marginación:**

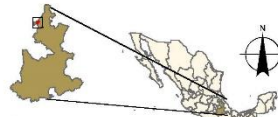
- Alto
- Muy alto



SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO


**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**






Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyecto y Construcción SA GA


Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013



Juan Salgado Morales  
Proyecto y Construcción SA GA




Juan Salgado Morales  
Proyecto y Construcción SA GA



PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

En la **tabla IV.8** es posible observar diversas cifras que hacen evidente la condición de pobreza de las personas que habitan el municipio de Pahuatlán, es importante destacar que el 85.6% de la población se sitúa en alguna condición de pobreza, las cuales 45.5% están en la categoría de moderada y 40.1 en extrema. El 98.9% de población posee al menos una carencia social y el 32% no tiene acceso a la alimentación; son tan solo algunos de los datos que tornan alarmantes dichas cifras.

**Tabla IV.8. Indicadores de pobreza municipal, 2010.**

| <br>Consejo Nacional de Evaluación<br>de la Política de Desarrollo Social |            |                    |
|--|------------|--------------------|
| MEDICIÓN MUNICIPAL DE LA POBREZA 2010  |            |                    |
| Porcentaje de la población, número de personas, número promedio de carencias sociales en los indicadores de pobreza, México, 2010                          |            |                    |
| 21109 Pahuatlán, 21 Puebla   |            |                    |
| Indicadores  | Porcentaje | Número de personas |
| <b>Pobreza</b>   |            |                    |
| Población en situación de pobreza  | 85.6       | 11,309             |
| Población en situación de pobreza moderada   | 45.5       | 6,015              |
| Población en situación de pobreza extrema  | 40.1       | 5,294              |
| Población vulnerable por carencias sociales  | 13.3       | 1,751              |
| <b>Privación social</b>  |            |                    |
| Población con al menos una carencia social   | 98.9       | 13,060             |
| Población con al menos tres carencias sociales   | 66.7       | 8,804              |
| <b>Indicadores de carencia social</b>  |            |                    |
| Rezago educativo   | 37.9       | 5,006              |
| Acceso a los servicios de salud  | 44.9       | 5,935              |
| Acceso a la seguridad social   | 92.6       | 12,234             |
| Calidad y espacios de la vivienda  | 35.9       | 4,741              |
| Acceso a los servicios básicos en la vivienda  | 78.4       | 10,351             |
| Acceso a la alimentación   | 32.0       | 4,224              |
| <b>Bienestar económico</b>   |            |                    |
| Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo  | 54.6       | 7,216              |
| Población con ingreso inferior a la línea de bienestar   | 85.8       | 11,335             |

### IV.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA

Las actividades económicas consisten en la facultad que el hombre tiene de elaborar sobre las cosas de la naturaleza, para aplicarlas o para la satisfacción de sus necesidades, y se manifiesta por todo el orden de los esfuerzos y trabajos dedicados con el fin de conseguir ese objeto. El sistema económico, es la forma en que se organiza la actividad económica de una sociedad, la producción de bienes y servicios y su distribución entre sus miembros; sirve por tanto para determinar qué agentes y en qué condiciones podrán adoptar decisiones económicas, tal es el caso para el municipio de Pahuatlán.

Por ejemplo, a principios y mitad del siglo XX, existe un auge económico del municipio de Pahuatlán, lo que desencadenó en un sistema de desigualdades de redistribución de los beneficios. El pueblo mestizo de Pahuatlán (cabecera municipal) anteriormente se posicionaba como punto de intermediación comercial de la producción local.

Si bien el relieve desfavorable restringe las superficies cultivables y no permite la introducción de material moto-mecanizado, la buena calidad de los terrenos permitió que esta región se caracterice por una fuerte producción agrícola de renta. El corazón de esta producción era el piloncillo producido a partir de la caña de azúcar, y el café; posteriormente apareció el cultivo de cacahuate, como respuesta en el colapso del mercado de la caña y del café. Donde los sistemas de producción se basaban sobre superficies restringidas (menos de una hectárea por familia), y solo una pequeña fracción se ocupaba para la producción de milpa, lo que provocó una monetarización relativamente precoz de la economía local.

Los principales beneficios de este auge económico se concentraban en manos de una minoría en la cabecera municipal, ya que solo algunas familias de Pahuatlán comercializaban los productos agrícolas. Por lo que, estas familias poseían las pocas tiendas del pueblo y eran los grandes terratenientes de la zona. Su poder económico les permitía acceder al poder político, teniendo como resultado, la presidencia municipal, la cual se turnaba, y sigue turnándose, entre las manos de estas familias de caciques, función que les permite ampliar su fortuna en pocos años (Delalande y Sulmont, 2007).

Población económicamente activa. En 2010, la población económicamente activa del municipio era de 7,275 personas (el 35.3% de la población) y la población ocupada alcanzaba las 7,018 personas. Es decir que la mayor parte de la población en edad laboral, se encuentra ocupada en actividades que les retribuyen económicamente. En Pahuatlán se desempeñan diferentes ocupaciones, las cuales se agrupan en los tres grandes bloques o sectores económicos: (a) primario, (b) secundario y (c) terciario:

#### IV.3.1. ACTIVIDADES PRIMARIAS

Las actividades primarias incluyen labores que se caracterizan por el aprovechamiento de los recursos naturales como: suelo, agua, vegetación y fauna. Con la utilización de estos recursos se pueden desarrollar diferentes actividades económicas, entre las que destacan: agricultura, ganadería, explotación forestal y pesca.

Las actividades que se desarrollan en este sector en el municipio son las siguientes: Agricultura: cultivo del cacahuate, maíz, frijol, caña de azúcar, hortalizas (tomate, calabacita), manzana, membrillo pera, plátano, mango, orquídeas rosales claveles, etc. Ganadería: bovino (para consumo), porcino, caprino y ovino. Forestal: explotación de maderas finas y de construcción (pino y encino). Mientras que en la **tabla IV.9**, se observa la relación de superficie y volumen con los diferentes productos agropecuarios y el aprovechamiento forestal, donde solamente se representan por hectáreas y no se toma en cuenta la producción para consumo y venta en menor escala.

La producción de esta actividad para el municipio ha tenido un fuerte incremento en los últimos años. En la **tabla IV.10**, se describe el valor del producto y el monto en miles de peso que ha generado esta actividad económica y el lugar que ocupa en el estado por la generación económica; pero este tipo de actividad ocasiona una transformación en el paisaje, ya que en la región existe una fuerte deforestación para ocupar espacios favorables para la agricultura y la ganadería.

**Tabla IV.9. Actividad agropecuaria y aprovechamiento forestal, Pahuatlán 2010.**

| Agropecuario y aprovechamiento forestal                                     | Cantidad |
|---|----------|
| Superficie sembrada total (Hectáreas), 2009                                 | 1,499    |
| Superficie sembrada de chile verde (Hectáreas), 2009                        | 9        |
| Superficie sembrada de frijol (Hectáreas), 2009                             | 33       |
| Superficie sembrada de maíz grano (Hectáreas), 2009                         | 404      |
| Superficie sembrada de tomate verde (Hectáreas), 2009                       | 11       |
| Superficie sembrada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2009      | 1,042    |
| Superficie sembrada de temporal (Hectáreas), 2009                           | 1,499    |
| Superficie cosechada total (Hectáreas), 2009                                | 1,499    |
| Superficie cosechada de chile verde (Hectáreas), 2009                       | 9        |
| Superficie cosechada de frijol (Hectáreas), 2009                            | 33       |
| Superficie cosechada de maíz grano (Hectáreas), 2009                        | 404      |
| Superficie cosechada de tomate verde (Hectáreas), 2009                      | 11       |
| Superficie cosechada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2009     | 1,042    |
| Volumen de la producción de chile verde (Toneladas), 2009                   | 27       |
| Volumen de la producción de frijol (Toneladas), 2009                        | 20       |
| Volumen de la producción de maíz grano (Toneladas), 2009                    | 605      |
| Volumen de la producción de tomate verde (Toneladas), 2009                  | 33       |
| Volumen de la producción de carne en canal de bovino (Toneladas), 2009      | 153      |
| Volumen de la producción de carne en canal de porcino (Toneladas), 2009     | 116      |
| Volumen de la producción de carne en canal de ovino (Toneladas), 2009       | 10       |
| Volumen de la producción de carne en canal de gallináceas (Toneladas), 2009 | 94       |
| Volumen de la producción de carne en canal de guajolotes (Toneladas), 2009  | 11       |
| Volumen de la producción de leche de bovino (Miles de litros), 2009         | 132      |
| Volumen de la producción de huevo para plato (Toneladas), 2009              | 22       |
| Volumen de la producción de miel (Toneladas), 2009                          | 100      |
| Volumen de la producción de cera en greña (Toneladas), 2009                 | 3        |

Fuente: INEGI Censo de Población y Vivienda 2010

**Tabla IV.10. Generación Económica de las Actividades Primarias 2010.**

| Economía  | Monto (Miles de pesos) | Porcentaje respecto al estado | Lugar que ocupa en el estado |
|---|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Valor de la Producción Agrícola<sup>1</sup></b>  | 13.9                   | 0.12                          | 157                          |
| <b>Valor de la Producción de Carne en Canal<sup>1</sup></b><br>(Bovino, Porcino, Ovino, Caprino, Aves y Guajolote)  | 12.3                   | 13.03                         | 105                          |
| <b>Valor de la Producción de Otros Productos Pecuarios<sup>1</sup></b><br>(Leche, Huevo, Lana, Miel y Cera)   | 4.4                    | 5.51                          | 94                           |
| <b>Vocaciones Productivas<sup>2</sup></b><br>†Sector Agropecuario: siembra maíz, frijol, haba, trigo y café. En cuanto a la fruticultura encontramos: plátano, aguacate, caña de azúcar, durazno, mamey, guayaba, naranja, membrillo y manzana y con respecto al forraje se cultiva la cebada. Crían ganado bovino, porcino y aves de corral. |                        |                               |                              |
| 1 SAGARPA. Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)   |                        |                               |                              |
| 2 Enciclopedia de los Municipios de los Municipios de México 2005. Elaborado por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED).  |                        |                               |                              |
| Fuente: Subsecretaría de Planeación de Puebla, Dirección de Estadística e Información. Información Básica del Municipio: Pahuatlán.   |                        |                               |                              |

### IV.3.2. ACTIVIDADES SECUNDARIAS

Se refieren a la minería y a la transformación de los recursos obtenidos de la naturaleza; por ejemplo: la industrialización de alimentos y textiles.

En esta actividad para el municipio no existe mucha información por instituciones oficiales, pero en la realidad existe una fuerte transformación de los recursos y explotación de estos, como material para la construcción, y pequeñas compañías mineras que se dedican al aprovechamiento de arcilla, por lo que existe un fuerte impacto en la región, ya que la explotación es en tajo abierto, originando la deforestación y pérdida de cerros.

También, en el municipio principalmente en la localidad de San Pablito hay una importante producción de artesanías, sobre todo ligadas a la producción de papel Amate. Esto también ha sido documentado por su valor cultural. Sin embargo, esta actividad atraviesa por importantes problemas debido a la falta de insumos (el árbol del amate, jonote), ya que no se tuvo un control en la explotación de la corteza de este tipo de árbol y actualmente existe en edades pequeñas los cuales no se utilizan para la elaboración del papel, así como una contaminación importante que genera el proceso del mismo, principalmente en lo que se refiere al agua del río.

### IV.3.3. ACTIVIDADES TERCIARIAS

Mientras que el sector terciario abarca lo referente al comercio y la prestación de servicios, entre ellos: el transporte, el turismo, la salud, la educación y otros.

En este sector el municipio cuenta con industrias pequeñas, medianas o familiares; las cuales son: fábrica de playeras, una incubadora avícola, cuatro talleres de pirotecnia, dos beneficios de café, dos

centros de compra de plantas medicinales, una productora de miel, la cooperativa de transportistas de Pahuatlán- Tlaxco, y transportes de carga y fletes.

También cuenta 240 comercios registrados como son: servicios (hoteles, restaurantes, fondas, bancarios, etc.); establecimientos de alimentos entre fondas y restaurantes; un Hotel de 3 estrellas, un Hotel de 1 estrella, cuatro casa de huéspedes, haciendo un total de 180 cuartos de hotel, un Microbanco con servicio de envío de divisas y cajas de ahorro y en la oficina de TELECOMM se prestan servicios de distintos bancos; mientras que en el comercio son de venta de productos básicos, de construcción y artesanales como el papel amate y ropa tradicional de la región.

Por otra parte la actividad comercial y de abasto de productos se concentra principalmente en la cabecera municipal, donde está el único mercado del municipio, así como alrededor de 100 locales comerciales donde la población de las comunidades se va a surtir de productos.

Actualmente para el municipio existe una mayor ocupación de la población para los diferentes sectores económicos, y con ello genera un salario más constante (ver **tabla IV.11**); así como una menor desigualdad de genera en el ámbito laboral. La situación de la zona de estudio en las diferentes actividades económicas siguen en un proceso de desarrollo para el municipio, ya que en los últimos años ha preexistido ya una descentralización de los comercios y del sistema de transporte, esto ha favorecido en la creación de nuevas escuelas y comercios para localidades lejanas de la cabecera municipal.

**Tabla IV.11. Indicadores de las Actividades Económicas en el municipio 2010.**

| Economía 2010  | En el municipio | Porcentaje en el municipio | Lugar que ocupa en el estado |
|--|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| <b>Población ocupada</b>   | 7,018           |                            | 52                           |
| <b>Hombres</b>   | 4,742           | 67.6                       | 62                           |
| <b>Mujeres</b>   | 2,276           | 32.4                       | 40                           |
| <b>Sector Primario</b>   | 2,532           | 41.7                       | 68                           |
| <b>Sector Secundario</b>   | 1,985           | 32.7                       | 50                           |
| <b>Sector Terciario</b>  | 1,483           | 24.4                       | 73                           |
| <b>%Pob. que percibe hasta un salario mínimo</b>                   | 3839            | 63.2                       | 37                           |
| <b>%Pob. que percibe más de 1 a 2 salarios mínimos</b>             | 1197            | 19.7                       | 79                           |
| <b>Valor Monetario de la Producción (2008) (Millones de Pesos)</b> |                 |                            |                              |
| <b>Sector Secundario</b>   | 8.7             | 39.2                       | 73                           |
| <b>Sector Terciario</b>  | 13.5            | 60.8                       | 86                           |

Fuente: INEGI Censo de Población y Vivienda 2010 y Censos Económicos 2009.

## IV.4. RESERVA TERRITORIAL

Pahuatlán no tiene dentro de su plan de desarrollo municipal un apartado que destine una superficie determinada como reserva territorial.







# CAPITULO V

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL





## V.1. RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO.

### V.1.1. ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Los volcanes son aberturas de la tierra generalmente en forma de convexa (cerros, lomas o montañas). Algunos se forman por la acumulación de materiales emitidos por varias erupciones a lo largo del tiempo geológico llamados poligenéticos o volcanes centrales, otro tipo de volcanes que nacen, desarrollan una erupción que puede durar varios años y se extinguen sin volver a tener actividad, volcán monogénico. En México, los volcanes activos se distribuyen por diferentes regiones, particularmente en una provincia llamada Sistema Volcánico Transversal (STV), que se extiende desde Nayarit hasta Veracruz. La actividad volcánica puede tener efectos destructivos, pero también benéficos. Las tierras de origen volcánico son fértiles por lo general altas, de buen clima, y ello explica el crecimiento de los centros de población en esos sitios. Los habitantes de esas regiones deben adquirir entonces una percepción clara de los beneficios y riesgos que conlleva vivir allí. El peligro volcánico puede representarse de varias formas, la más utilizada es el mapa donde se presentan los alcances más probables de las diferentes manifestaciones volcánicas. (Recurso electrónico; <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>; CENAPRED, 2013).

En México hay más de 2,000 volcanes geológicamente jóvenes, de los cuales alrededor de 15 se consideran activos o representan algún peligro a las comunidades que habitan en sus cercanías.

De acuerdo con el catálogo de Volcanes de México del Smithsonian Institution (Siebert et al, 2010), existen en México 68 volcanes y campos volcánicos clasificados como Cuaternarios o geológicamente recientes (volcanes formados durante la era en que aparece el Hombre, y que comprende los últimos 1.8 millones de años). De especial importancia son los volcanes que han mostrado actividad en los últimos 10,000 años, periodo al que se denomina “Holoceno”.

Entre los volcanes de mayor importancia y por su reciente actividad geológica, se encuentran El Ceboruco, El volcán de fuego de Colima, el Parícutín, el Popocatepetl, el Pico de Orizaba o Citlaltépetl, el San Martín, el Chichón, solo por mencionar algunos.

De acuerdo con la información del Instituto Smithsonian y del CENAPRED, existen tres volcanes jóvenes a una distancia menor de 100 kilómetros del territorio municipal de Pahuatlán (**Tabla V.1**). Dos de los cuales son calderas, y que por su estado de actividad representan peligro bajo al municipio, la de los Humeros y la de Acoculco.

**Tabla V.1. Volcanes cercanos a Pahuatlán (Fuente: Smithsonian Institution, 2012).**

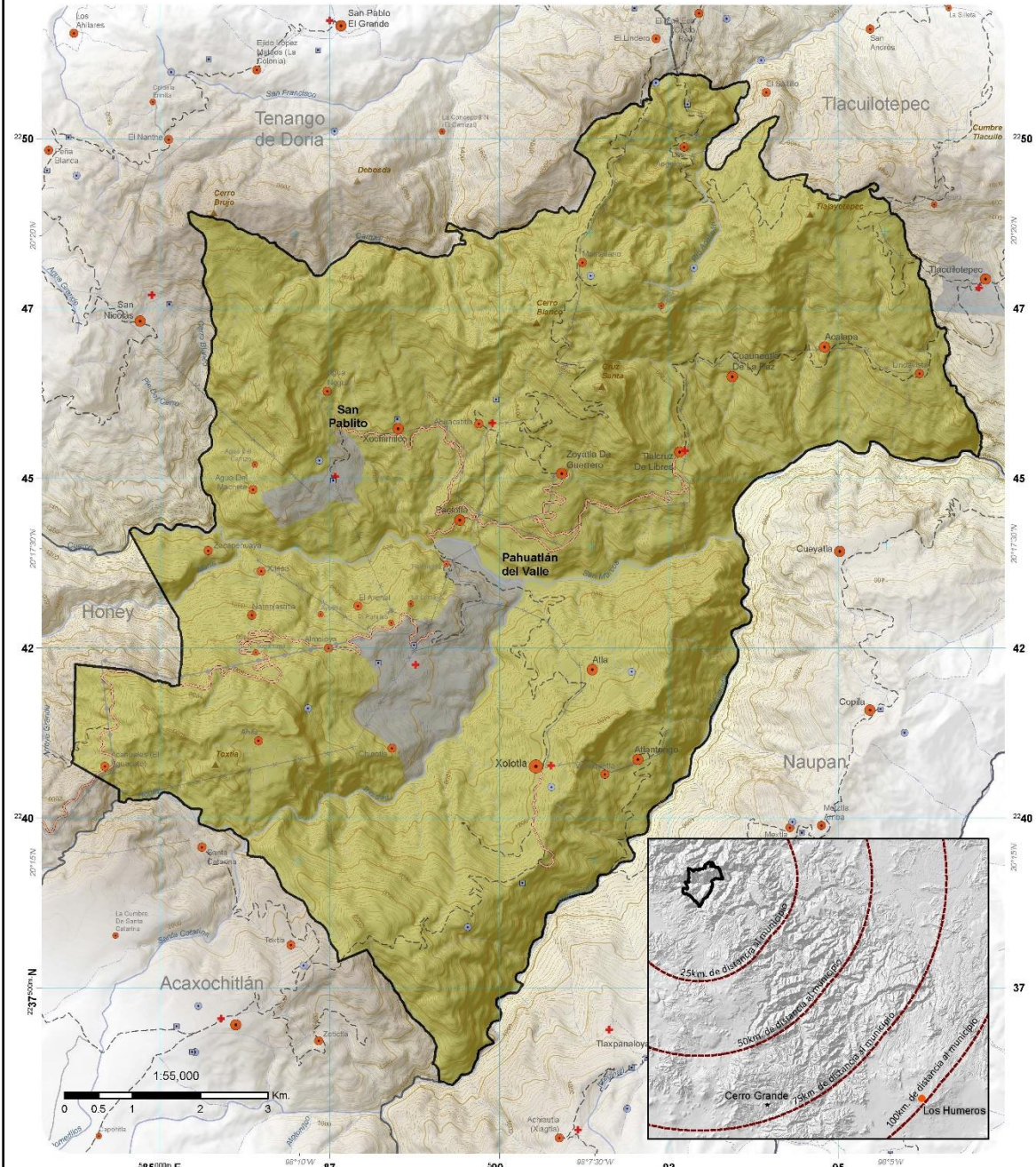
| Nombre       | Elevación | Tipo            | Edad        |
|--------------|-----------|-----------------|-------------|
| Los Humeros  | 3,150     | Caldera         | Holoceno    |
| Acoculco     | 2,556     | Caldera         | Pleistoceno |
| Cerro Grande | 3,050     | Campo volcánico | Pleistoceno |

En el MAPA V.1.1. PELIGRO POR VULCANISMO, se observan los edificios volcánicos y su proximidad al municipio. Dada su cercanía, tenemos en primer lugar a la caldera de Acoculco a 35 kilómetros al sur del municipio, de la cual se tienen registrada actividad termal, utilizada y administrada por la



Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual ha ido disminuyendo su actividad térmica gradualmente, lo que

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.1. Peligro por vulcanismo

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
    - Área urbana
  - Representación del relieve**
    - ▲ Barranca
    - ▲ Cerro
    - Contorno de nivel
    - Contorno de nivel: Equidistancia 10m
  - Rasgos hidrológicos**
    - Cauce de agua perenne
    - Cauce de agua intermitente
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Balsa
    - Vía férrea
  - Infraestructura y eqpto.**
    - ✚ Clínica
    - ✚ Tanque de agua
    - ⊕ Manantial

- Simbología Temática**
- Estructuras volcánicas**
    - Caldera
    - ★ Campo Volcánico
  - Peligrosidad**
    - Peligrosidad por vulcanismo

No hay registro ni evidencia geológica que muestre la presencia de este fenómeno dentro del territorio municipal. Sin embargo, de suponer un aumento en la actividad de la caldera de los Humeros, los depósitos de ceniza serían menores a 1cm.



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF93  
Elipsoid: Goidó  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2000, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/05/2013



supone un peligro cada vez menor. A 70 kilómetros al sureste el Campo volcánico Cerro Grande, que data del Pleistoceno y que actualmente no presenta ningún edificio activo. Y finalmente a 98 kilómetros la Caldera de los Humeros, la cual también presenta actividad termal, pero en mayor proporción respecto a la de Acoculco. En los Humeros, la CFE también genera energía y son ellos quienes se encargan en mayor medida de su explotación e investigación. Actualmente la actividad de la caldera es somera y de aumentar la misma, **el único peligro que podría afectar al municipio de Pahuatlán, sería la caída de ceniza, dada la distancia a la que se localiza y la cual tendría un espesor menor a un centímetro.** Lo cual no tendría consecuencias graves en el territorio municipal.

Finalmente, es conveniente mantenerse alerta de cualquier incremento en la actividad de ambas calderas.

### V.1.2. SISMOS

La sismicidad es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la Tierra que ha estado presente a lo largo de toda la historia geológica de nuestro planeta.

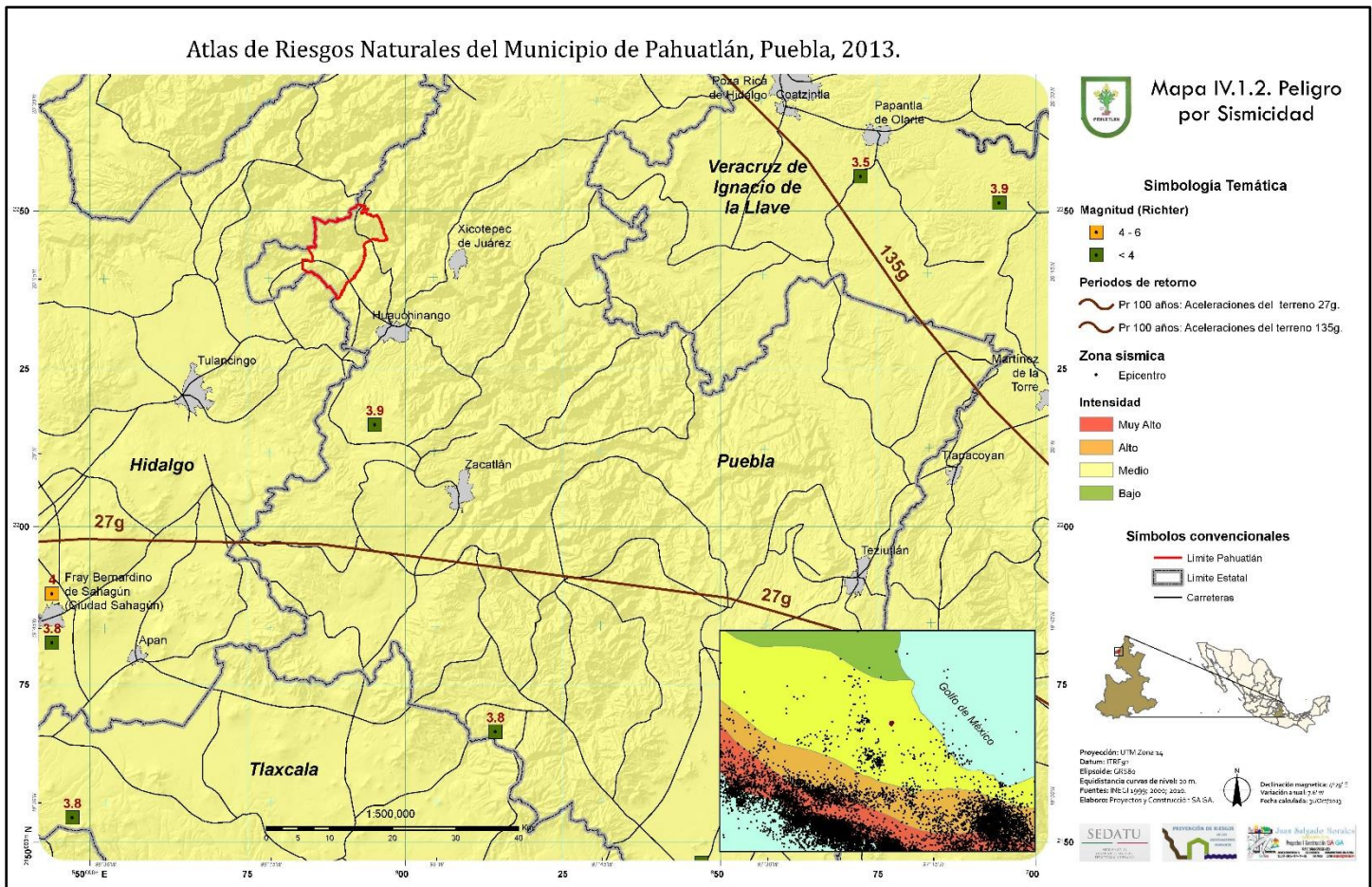
Este fenómeno no puede predecirse, sin embargo, la actividad sísmica se distribuye en regiones bien definidas a nivel mundial y se cuenta con una estimación de las magnitudes máximas, en función de los antecedentes históricos y diversos estudios.

En el territorio mexicano interactúan cinco placas tectónicas, las cuales son responsables de los movimientos sísmicos que se producen en el país. Los movimientos pueden ser del orden de varios centímetros por año, en los límites de las placas. Donde éstas hacen contacto, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto de la otra, generándose grandes esfuerzos en el material que las constituye, si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, y se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada. Desde el foco (o hipocentro), ésta se irradia en forma de ondas sísmicas, a través del medio sólido de la Tierra en todas direcciones (CENAPRED, 2006).

El peligro sísmico describe los efectos provocados por movimientos sísmicos en el suelo de dicha zona. Tales como la aceleración, velocidad, desplazamiento del terreno o intensidad macro sísmica de la zona. Para evaluar éstos efectos es necesario analizar los fenómenos que ocurren a partir de la emisión de las ondas sísmicas ocurridas en el foco mismo hasta que estas ondas sísmicas lleguen a la zona de estudio. (Bozzo-Rotondo, 1995)

En México, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2006), elaboró una guía que donde se muestra el procedimiento para estimar el nivel de peligro sísmico, de tal manera que se convierta en un recurso de información, a través del cual se puedan generar productos que faciliten el conocimiento de este fenómeno.

De acuerdo a dicha guía, se identificó el grado de peligro para el municipio de Pahuatlán de Valle, de acuerdo a la zona sísmica correspondiente. En el **MAPA V.1.2. PELIGRO POR SISMICIDAD**, se observa que el territorio municipal está localizado en la Región B, según la regionalización sísmica del Programa Sísmico Mexicano (PSM, 1996); donde los niveles de sismicidad y de aceleración están acotados por los valores correspondientes de A y C, es decir, que se esperan aceleraciones del terreno entre 10% y 35% de g [gals= porcentajes o fracciones del valor de la aceleración gravitatoria g (981 cm/s<sup>2</sup>)].



Tornando evidente la **escasa actividad sísmica en la que se encuentra el territorio de Pahuatlán**, lo cual se corrobora dado que solo se observan un epifoco localizado a 20 kilómetros al sur del municipio. A una profundidad de 81 kilómetros, y de magnitud 3.9 grados en la escala de Richter.

Dichos eventos no se caracterizan por su capacidad de aceleración, ni por su cercanía al municipio de Pahuatlán, ante lo cual el **PELIGRO** por este fenómeno es **BAJO**.

De manera complementaria se realizaron observaciones en campo, así como revisiones históricas, tanto escritas como orales con los habitantes del municipio, y no hubo evidencia determinante que mostrara la presencia del fenómeno conocido como licuación de arenas dentro del territorio municipal, sin embargo se recomienda llevar a cabo estudios específicos para descartar completamente la ocurrencia de este fenómeno dentro del territorio municipal.

#### A. PERIODOS DE RETORNO

Según CENAPRED, el conocer solamente las magnitudes de los temblores, no da una idea clara del impacto que éstos producirían en una determinada región, ya que pueden presentarse a diferentes profundidades y distancias de los asentamientos humanos, mientras que los mapas de intensidades de Mercalli describen de manera sencilla la distribución espacial de los efectos en el terreno y las construcciones, asociada a la ocurrencia de un evento en particular que, si bien permiten plantear un escenario a futuro, no indican cuál es la probabilidad de que ello ocurra nuevamente.

Para solventar esta situación, los mapas de periodos de retorno dan a conocer la distribución de las intensidades en términos de aceleración del terreno asociada a periodos de retorno. Esta

información, aunque no directamente aplicable en la población con fines de protección civil, es un elemento fundamental para especialistas en el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de obras civiles existentes.

Considerando anterior, la información de periodos de retorno para el municipio de Pahuatlán se obtuvo de los mapas de aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM - Instituto de Investigaciones Eléctricas - Comisión Federal de Electricidad y CENAPRED, dicha información al lado de las características estructurales y estado físico de las construcciones, permitirá que especialistas emitan recomendaciones para disminuir la vulnerabilidad de las obras civiles.

Así, los valores de aceleración para tres periodos de retorno son los siguientes (Ver **MAPA V.1.2. PELIGRO POR SISMICIDAD**):

- **10 años = 11g**
- **100 años = 27g**
- **500 años = 135g**

Mientras que **para aceleraciones de 15g** o superiores el periodo de retorno es de:

- **517 años.**

Misma que, dados los tipos de construcciones que predominan en México, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre). Dicha información, al igual que la de periodos de retorno, y de acuerdo a recomendación de CENAPRED, facilitará, ante la falta de un reglamento de construcción del municipio, definir las ordenadas de diseño para edificaciones de poca altura, es decir, construcciones de uno o dos niveles ubicadas en suelo firme.

### V.1.3. TSUNAMIS

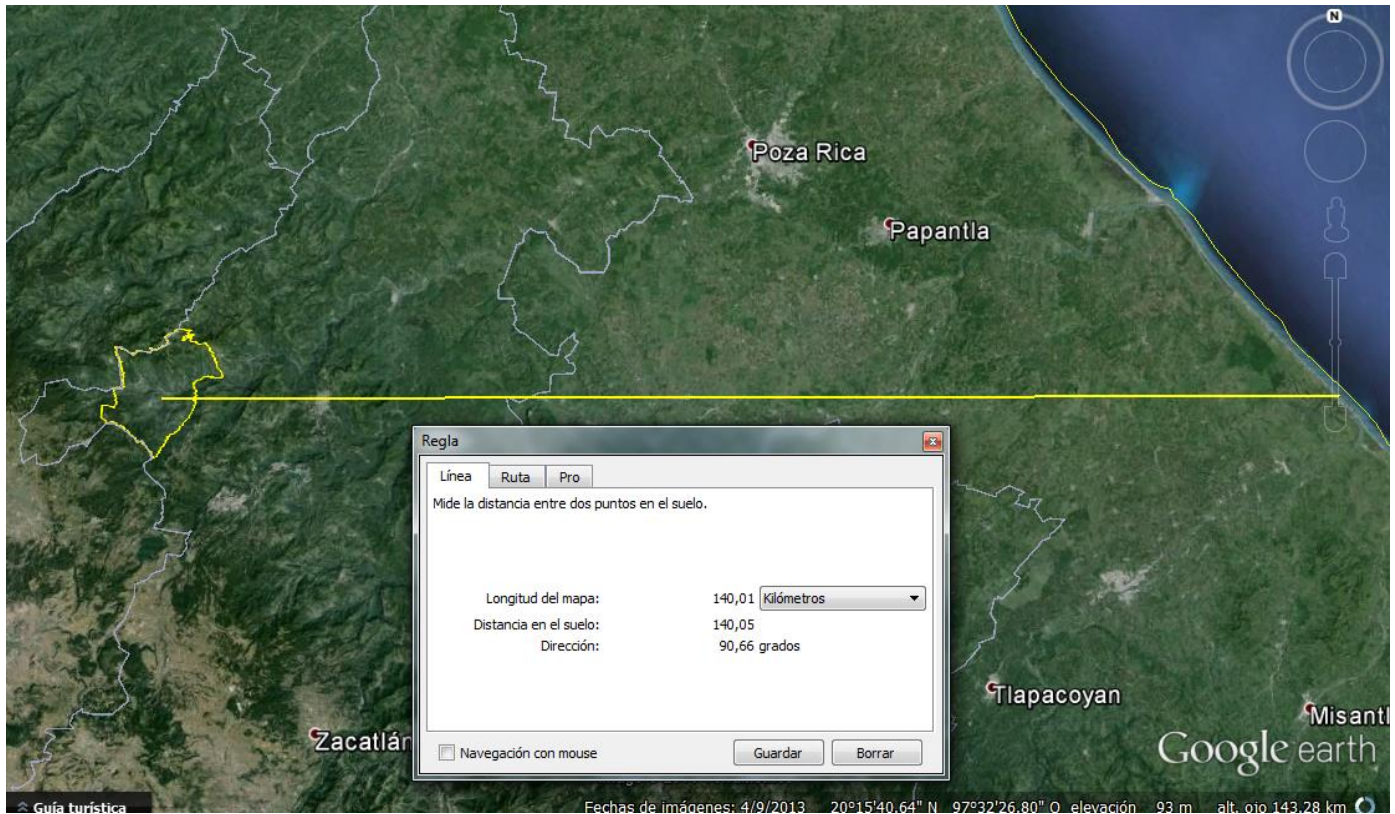
Se considera tsunami a un tren de oleaje que sobrepasa la altura que comúnmente se presenta en las zonas costeras, las cuales ingresan en el territorio continental condicionadas por el relieve existente. Las principales causas que generan este proceso son:

- Sismicidad de gran magnitud en la corteza oceánica, caracterizada por el movimiento vertical.
- Erupciones volcánicas ocurridas en el mar.
- Deslizamientos en zonas continentales que impacten la superficie oceánica.
- Impacto de asteroides en el mar.

Con base en lo anterior, se define que los tsunamis son un peligro cuyo análisis **NO APLICA** para el Municipio de Pahuatlán, debido principalmente a la localización de la zona de estudio, la cual se encuentra a una distancia promedio de 140 kilómetros de la línea de costa (**Imagen V.1**), con altitud que oscila entre los 600 y 2,000 msnm, asimismo, la presencia de la Sierra Norte de Puebla constituye una barrera que impide afectaciones por este tipo de fenómeno.

Por otra parte, la tectónica correspondiente al Golfo de México se caracteriza por la ocurrencia de sismos locales continentales con magnitud inferior a 4.0 grados, asimismo, no existen estructuras volcánicas cercanas a la costa.





**Imagen V.1. Localización del Municipio de Pahuatlán con relación a la línea de costa del Golfo de México**

#### V.1.4. INESTABILIDAD DE LADERAS

##### A. INTRODUCCIÓN

La importancia del estudio de los procesos de remoción en masa (PRM) o inestabilidad de laderas radica en el interés de evitar la afectación de tales fenómenos en la sociedad. Para ello, el primer paso que se ha pretendido, es el entendimiento del proceso en forma general, y particularmente de cada uno de los diferentes tipos. De aquí se deriva el siguiente paso que es la prevención, ésta pretende, en su forma más ambiciosa, evitar todo daño posible a la estructura social y, principalmente, a la vida humana. Esta finalidad tiene en consideración la inevitable interacción que actualmente se presenta entre la actividad humana y la presencia de fenómenos gravitacionales.

El estudio de los procesos de remoción en masa es de reciente incursión en México. Esto ha traído como resultado que no se cuente con una cultura de prevención de los procesos gravitacionales, lo cual es notorio en el uso de suelo habitacional en una gran parte del país, en donde las laderas son utilizadas como terreno de construcción de viviendas por la población, por lo general, de bajos recursos, así como la falta de un registro exacto de la ocurrencia de los procesos en el territorio nacional.

Históricamente, los procesos de remoción en masa han sido considerados como eventos de menor peligro potencial comparados con otros fenómenos naturales, por ejemplo, sismos, huracanes o actividad volcánica, debido a su magnitud y extensión menor en comparación con los fenómenos citados; además que estos son detonadores de inestabilidad de laderas, hecho por el que frecuentemente los deslizamientos son considerados como consecuencia de estos fenómenos

mayores. Sin embargo, los PRM tienen una frecuencia de ocurrencia considerablemente más alta y una distribución espacial más amplia, no sólo en México, sino en el mundo

Este fenómeno causa grandes pérdidas humanas y que genera mayores daños en los bienes de la población, tanto en México como en gran parte del planeta. Año con año, las pérdidas que resultan de la actividad de estos procesos son cuantiosas (CENAPRED, 2001). Lo anterior es comprensible dado que aproximadamente 75% territorio mexicano está constituido por un relieve montañoso. Cabe mencionar que los procesos de ladera pueden representar el mismo costo económico y social que otros fenómenos comúnmente considerados más peligrosos, como sismos y huracanes. Sin embargo, frecuentemente los daños asociados a éstos procesos no se contabilizan ya que se presentan de manera paralela o como consecuencia inmediata de sismos y huracanes principalmente.

Los procesos de remoción en masa, como la mayoría de los procesos denudatorios, se deben a diversos factores. De acuerdo a Terzaghi (1950) y Selby (1993) los factores causantes de inestabilidad se clasifican en dos tipos: internos y externos; las causas externas se refieren a aquellas en que aumenta el esfuerzo o la tensión, sin que paralelamente aumente la resistencia del material, en tanto que las causas internas, se manifiestan cuando disminuye la resistencia del material sin que se atenúen los esfuerzos externos.

En referencia al análisis espacial de la susceptibilidad a procesos de remoción en masa, la cartografía tiene un rol muy importante, pues facilita entender, analizar y evaluar la distribución espacial de la susceptibilidad, así como identificar la interacción de los parámetros que condicionan la inestabilidad de laderas y brindar una herramienta para aplicar medidas de mitigación.

En resumen, la interacción de diversos factores origina la inestabilidad del terreno y el peso específico de cada factor es diferente y cambiante de acuerdo al escenario en que se presente el evento. En un extremo, existen factores que influyen en la inestabilidad, que pueden condicionar la extensión de un deslizamiento, su rapidez y profundidad, entre otras características, mientras que paralelamente está la presencia de factores detonantes, cuya ocurrencia puede ser el medio detonante de un proceso de remoción en masa.

En 1993, con base con las clasificaciones de Varnes (1978) y Hutchinson (1988), el EPOCH (European Community Programme por sus siglas en inglés) propone una clasificación de los procesos de remoción en masa. En dicha clasificación se detallan 6 tipos de procesos, tomando en cuenta el tipo de material involucrado en cada uno de ellos. De esta manera la tipología de estos procesos se puede resumir en: caída, vuelco, deslizamiento, flujo, expansión lateral y movimientos complejos. De estos, en el caso de Pahuatlán se analizan los movimientos de caída (avalanchas de detritos), deslizamientos (aquí se incluyen los movimientos complejos) y flujos. En el caso de los vuelcos, su presencia en México es escasa y nula para el caso de Pahuatlán, mientras que las expansiones laterales son propias de ambientes gélidos, no desarrollados en México y, en consecuencia, ausentes en Pahuatlán.

## B. FACTORES CAUSALES DE INESTABILIDAD DE LADERAS EN PAHUATLÁN

Básicamente los factores siguientes que condicionan la alta susceptibilidad a inestabilidad de laderas en Pahuatlán:

- Por un lado, y aunque las pendientes son elevadas en la mayor parte del municipio...

- la determinante litológico-estructural condiciona en buena medida la susceptibilidad a deslizamientos de ladera; los tipos de rocas que se localizan son mesozoicas del Triásico (arenisca, conglomerados y lutitas calcáreas arenosas), Jurásico (calizas y lutitas), y Cretácico (caliza) de origen sedimentario, y rocas del Cenozoico, siendo del Terciario, rocas ígneas (basaltos) y del Cuaternario aluviones localizados a la orilla del río San Marcos o Cazones.
- También trasciende otro elemento, las precipitaciones intensas. Esta causal de índole natural es muy común en esta zona, debido a las características climatológicas topográficas e hidrológicas, pero que en los últimos años han sido más intensas. Este elemento es importante y se puede relacionar con las diferentes fechas que la población tiene registrado con los procesos de remoción en masa, reconociendo el más antiguo y que la población tiene memoria el de 1955, el cual está relacionado con el ciclón Janet y que desencadenó en la reactivación de la inestabilidad de la calle 5 de mayo.

Dentro de los procesos de remoción en masa, no solamente la precipitación extraordinaria y las condiciones naturales de la zona son factores fundamentales que los originan, la comunidad juega un papel importante en la desestabilización de una ladera y en la aceleración de un proceso de remoción en masa, debido a las alteraciones al paisaje realizadas, con impacto directo en la dinámica formadora del relieve, y frecuentemente se convierten en una amenaza potencial latente para la sociedad. Por lo general, el impacto de éste tipo de movimientos ocurre en terracerías y carreteras, provocando la interrupción de comunicaciones e incluso el aislamiento de comunidades cercanas.

Las intervenciones gubernamentales en infraestructura de educación, salud y servicios en general, no han hecho sino agregar peso a la inestable terraza sobre la que se asienta el núcleo original de Pahuatlán del Valle, encontrándose a la fecha escuelas y centros de salud, entre los más afectados por la inestabilidad de laderas expresada en la ocurrencia de deslizamientos de tierra.

Los principales tipos de procesos de remoción en masa que ocurren en Pahuatlán son los siguientes:

- deslizamientos
- flujos
- derrumbes (avalanchas de detritos)

En resumen, La susceptibilidad natural del terreno a estos procesos está determinada por el carácter litológico de los materiales formadores de las laderas, los cuales poseen baja resistencia y por ende alto grado de susceptibilidad, resultado de una compleja evolución tectónica, así como de la pendiente natural del terreno. Aunado a ello, la dinámica geomorfológica asociada con procesos erosivos y acumulativos ejerce también una gran influencia en el relieve, el cual, es asimismo afectado por la intervención humana debido a la modificación de la geometría del relieve a través de cortes y construcción de terrazas.

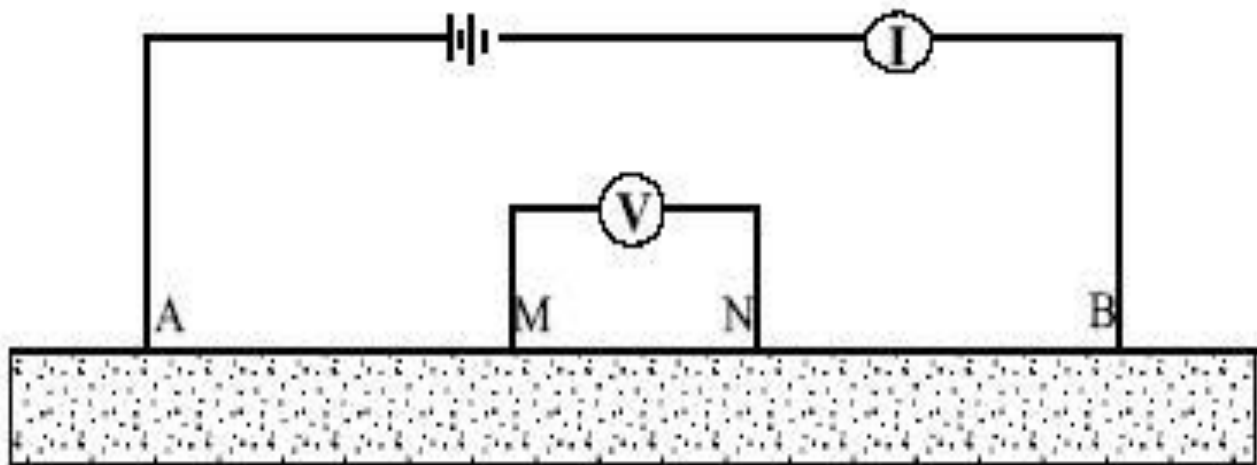
#### C. ANÁLISIS GEOFÍSICOS DE INESTABILIDAD DE LADERAS EN PAHUATLÁN (MÉTODO ELÉCTRICO: SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL)

La geofísica es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra desde el punto de vista de la física. Su objeto de estudio abarca todos los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra. Al ser una disciplina experimental, usa para su estudio métodos cuantitativos físicos como la física de reflexión y refracción de ondas mecánicas, y una serie de

métodos basados en la medida de la gravedad, de campos electromagnéticos, magnéticos o eléctricos y de fenómenos radiactivos.

La intención de una prospección es conocer la forma, composición y dimensiones de estructuras o cuerpos inmersos en el subsuelo a partir de medidas en la superficie. Mediante la prospección eléctrica se consigue trazar una cartografía de resistividades aparentes del subsuelo que da información sobre las estructuras que subyacen en él.

La finalidad del sondeo eléctrico vertical (SEV), por su parte, es averiguar la distribución vertical en profundidad de las resistividades aparentes bajo el punto sondeado a partir de medidas de la diferencia de potencial en la superficie, mediante un dispositivo conformado por dos pares de electrodos, uno de inyección de corriente (AB) y uno más de medición de la caída del potencial (MN) (**Figura V.1**). Se utiliza sobre todo para detectar y establecer los límites de capas horizontales de suelo estratificado.



**Figura V.1. Principio del SEV. A medida que A y B se separan, la corriente va penetrando en las capas más profundas.**

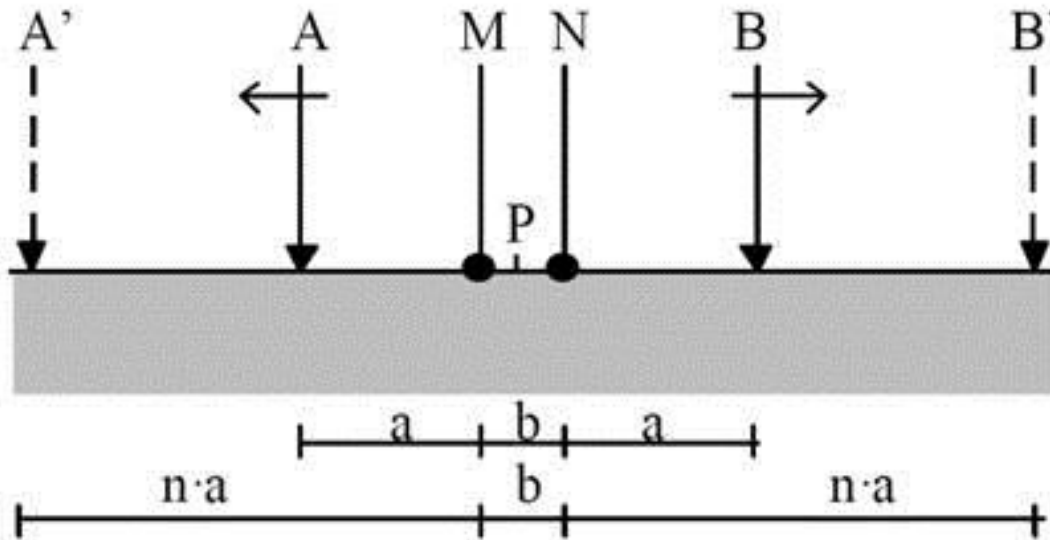
La profundidad de penetración de la corriente eléctrica depende de la separación de los electrodos inyector AB. Si la distancia entre los electrodos AB aumenta, la corriente circula a mayor profundidad pero su densidad disminuye. Para un medio isótropo y homogéneo, el 50% de la corriente circula por encima de la profundidad  $AB/2$  y el 70.6% por encima de una profundidad AB.

Sin embargo, no es posible fijar una profundidad límite por debajo de la cual el subsuelo no influye en el SEV, ya que la densidad de corriente disminuye de modo suave y gradual, sin anularse nunca. Podría pensarse que la penetración es proporcional a AB. Sin embargo, esto no es cierto en general, puesto que lo dicho sólo es válido para un subsuelo homogéneo. En este trabajo se aplicó el dispositivo tipo Schlumberger.

### C.1. DISPOSITIVO SCHLUMBERGER.

Este método consiste en hacer circular una corriente eléctrica a través del sistema de tierra objeto de estudio, midiendo al mismo tiempo los valores de caída de potencial que el paso de esta corriente provoca entre el sistema y un electrodo de potencial utilizado como referencia para la medición. Además del electrodo de potencial el circuito está constituido por un electrodo de corriente cuya finalidad es cerrar el circuito que permite circular la corriente por el sistema a medir.

El sondeo consiste en separar progresivamente los electrodos inyectoros A y B dejando los electrodos detectores M y N fijos en torno a un punto central fijo O. La **figura V.2**, muestra representación del punto central fijo (la distancia  $AB/2$  (m)). En este sondeo el efecto de las heterogeneidades irrelevantes es menor pues sólo se mueven el par de electrodos inyectoros A y B. En la práctica,  $AB > 5MN$ .



**Figura V.2. Funcionamiento del dispositivo Schlumberger.**

## C.2. RESISTIVIDAD DE LOS MATERIALES NATURALES.

Los valores de la resistividad en una roca están determinados más que por su composición mineralógica, por el agua que contienen, fundamentalmente por la porosidad y por la salinidad del agua (más salinidad implica mayor conductividad). Todo esto hace que la resistividad de cada tipo de roca presente una gran variabilidad. En la zona de aplicación de este tipo de método, y en la región en general, se deben de encontrar lossiguientes valores de este orden en las diferentes tipos de rocas:

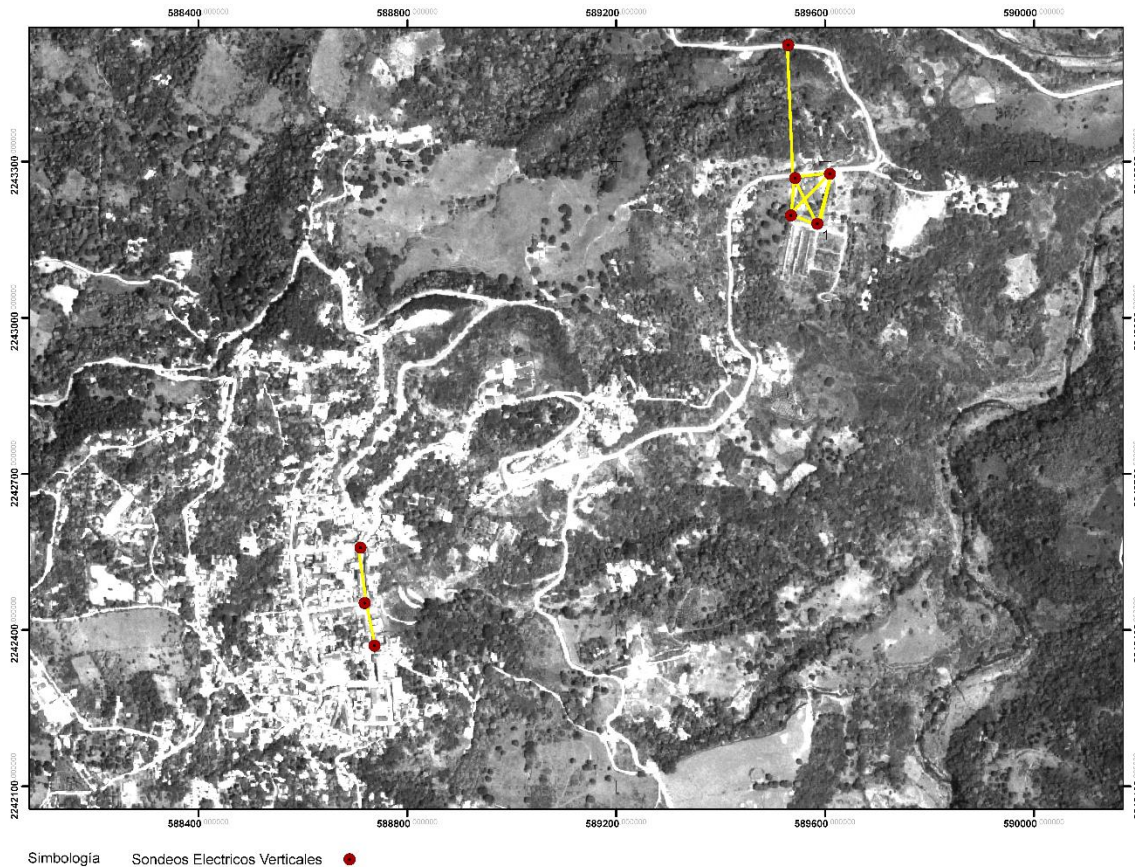
- Rocas ígneas y metamórficas inalteradas:  $> 1000$
- Rocas ígneas y metamórficas alteradas, o fuertemente diaclasadas: 100 a 1000
- Calizas y areniscas: 100 a más de 1000
- Arcilla: 1 a 10
- Limos: 10 a 100
- Arenas: 100 a 1000
- Gravas: 200 a más de 1000

## C.3. APLICACIÓN DEL SEV.

El SEV en base a su principio de medición y operación, se aplica en el área de Geohidrología, Geotecnia, Ubicación de Rellenos Sanitarios, Evaluación de Bancos de Material, Explotación de Minerales, así como en Contaminación de Suelos y Acuíferos, Geotermia y Evaluación de Inestabilidad de Laderas.

En el municipio de Pahuatlán, se eligieron dos zonas para aplicar este tipo de estudio, la primera es en la calle 5 de mayo en la cabecera municipal y la segunda en la zona del hospital rumbo a

Tlacuilotepec. En el caso del primero, debido a las condiciones de infraestructura y del mayado metálico que existe en la ladera, no fue posible obtener datos reales, ya que la estructura es una conductora de corriente por lo que la información es errónea; mientras que en el segundo, se realizaron 4 SEV's, uno en cada esquina del predio del hospital, la abertura máxima AB/2 de los electrodos de corriente fue de 100 m en cada uno; el quinto fue sobre la carretera a Tlacuilotepec, que con respecto a la zona de estudio se encuentra en el extremo norte de la ladera como se muestra en la *imagen V.2*.



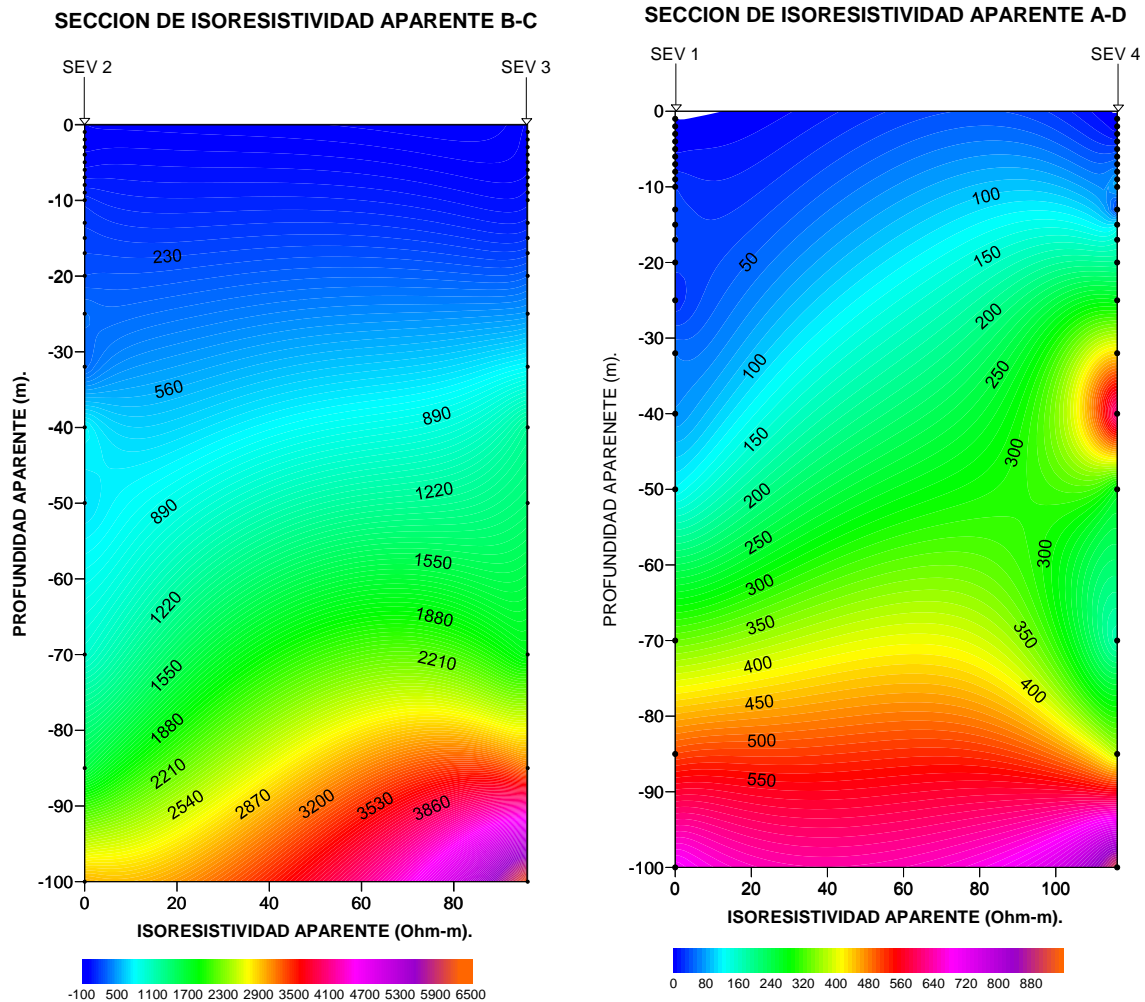
**Imagen V.2. Localización de Sondeos Eléctricos Verticales en Pahuatlán.**

La finalidad de la ubicación de los SEV'S de este modo fue para realizar secciones de iso-resistividad aparente y Geoelectricas, que permitieran inferir el comportamiento del subsuelo sobre el cual se encuentra la estructura del antiguo Hospital Comunitario Pahuatlán de Valle.

Las secciones planteadas son: 1-2, 2-3, 3-4, 4-1, 1-3-5, y por último, la interpretación de las mismas. Tomando como referencia la *figura 3*, se presentan a continuación las secciones de iso-resistividad aparente obtenidas mediante la elucidación del software Surfer 9®.

Es importante mencionar que, debido al comportamiento de los datos obtenidos en campo, no se realizó una interpretación cuantitativa, donde se presentaran espesores reales y resistividades reales, pero se analizaron las secciones disponibles obtuvieron parámetros cualitativos que ayudan a inferir el comportamiento del subsuelo prospectado.

Las secciones son presentadas de modo que se pueden comparar aquellas que son paralelas, y solamente se hace referencia a tres secciones, en la *figura V. 3* por la similitud de su comportamiento se muestran las secciones 2-3 (B-C) y 1-4 (A-D).

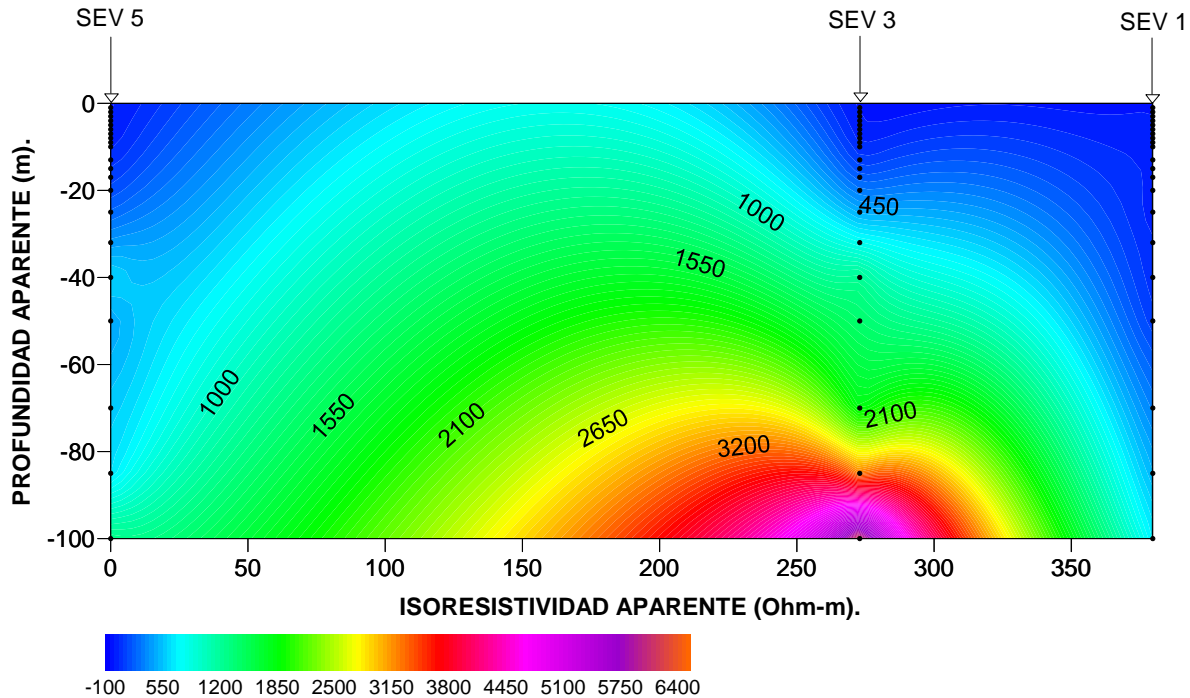


**Figura V.3. Relación de las Secciones de Isoresistividad Apparente en la Zona del Antiguo Hospital Comunitario de Pahuatlán.**

En el caso de estas dos secciones se puede observar una clara similitud con respecto al comportamiento del subsuelo, en la parte superior se localizan las resistividades más bajas que pueden estar relacionadas con el suelo, el cual se puede decir se encuentra saturado y su consistencia es muy baja, conforme se profundiza se localizan las resistividades que van de medias a altas, que caracterizan a rocas consistentes con baja saturación de agua y podría decirse que se encuentran muy compactas.

La comparación de estas dos secciones, permite comprobar lo inferido en lo observado en campo, que la zona esté establecida en lugares de inestabilidad de laderas muy antiguas, y que posiblemente este tipo de comportamiento sea por los depósitos del material removido por esa inestabilidad, así como por la propia saturación de agua y fracturamiento de la roca.

Mientras, que en la sección 1-3-5 (A-C-E), se observa un comportamiento semejante a la otra sección, solamente que en esta se tiene una estructura rocosa entre el SEV 3 y 5, donde se observa que posiblemente exista una zona saturada o fallada en el SEV 3 (**Figura V.4**).



**Figura V.4. Sección de Isoresistividad Apparente 1-3-5.**

La principal conjetura que se puede realizar con este tipo de análisis, es que existe la posibilidad de tener un suelo muy saturado, debido a la posible impermeabilidad de la roca que se encuentra por debajo de este, recordando los factores que provocan la inestabilidad de laderas, **la sobresaturación de un suelo suele ser la principal causa de la ocurrencia de los eventos de inestabilidad de ladera en Pahuatlán.**

Este comportamiento en ambas secciones, permite analizar y comparar el posible comportamiento que se pueda tener en toda la región del municipio de Pahuatlán, ya que en la mayor parte y principalmente en la cabecera municipal, tiene los mismos materiales y comportamiento que se ve en el antiguo hospital comunitario. Es decir, saturaciones de agua a una profundidad de 0 hasta 40 metros, y material muy frágil o intemperizado por este aspecto, y también se observa un metamorfismo bajo en la mayoría de las rocas de la cabecera municipal.

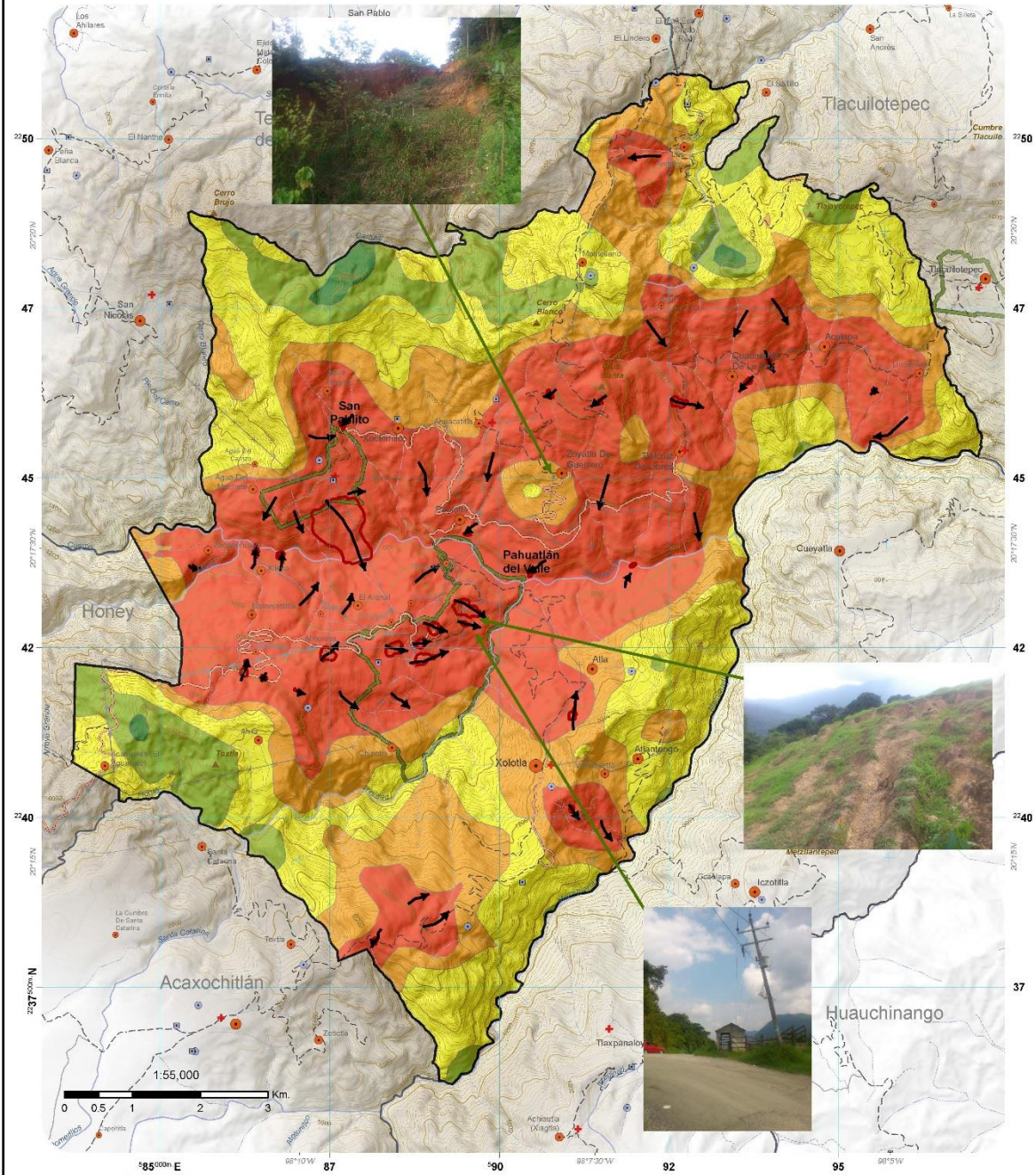
#### D. DESLIZAMIENTOS

El municipio de Pahuatlán se puede considerar como una entidad con muy alto peligro por deslizamientos. En una zonificación interna, existe una amplia franja al centro del municipio caracterizada por tener una muy alta susceptibilidad a este peligro, misma que lo recorre de suroeste a noreste abarcando veintiuna de las localidades existentes, es decir, la mayoría de los asentamientos humanos del municipio se ubican en una zona de muy alta susceptibilidad a deslizamientos; mientras que solo ocho de ellas se han establecido en zonas de alta susceptibilidad; las tres restantes en áreas de susceptibilidad media (**MAPA V.1.4D. PELIGRO POR DESLIZAMIENTO**).

- **Peligro MUY ALTO:** En términos espaciales, 41.7km<sup>2</sup> del municipio presentan la condición de muy alta susceptibilidad a deslizamientos, es decir, casi la mitad del territorio de Pahuatlán; existen además, otras tres zonas de muy alta susceptibilidad, una de ellas al norte, alejada de



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.4d. Peligro por deslizamiento

- Símbolos convencionales**
- Límite Pahuatlán
  - Límite municipal
  - Asentamiento humano
  - Población total
  - 15 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2501 - 10000
  - Área urbana
  - ▲ Representación del relieve
  - ▲ Barranca
  - ▲ Cerro
  - Cauce del río
  - Cauce nivel superior (Elevación 10m)
- Rasgos hidrográficos**
- Corriente de agua perenne
  - Corriente de agua intermitente
- Líneas de conducción**
- Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Ferrocarril
  - Branca
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- ✚ Clínica
  - ✚ Tanque de agua
  - ✚ Marañón

- Simbología Temática**
- Peligrosidad**
  - Muy alto:** Zona de susceptibilidad muy alta a deslizamientos, con pendiente de alta a muy inclinada, erosión media a alta, cerca de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de alta; evidencias claras de creep y presencia de deslizamientos.
  - Alto:** Zona de susceptibilidad alta a deslizamientos, con pendiente de media a alta, erosión media a alta, cerca de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de media a alta; evidencia de creep.
  - Medio:** Zona de susceptibilidad media a deslizamientos, con pendiente de media a alta, erosión media a alta, a poca distancia de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de media.
  - Bajo:** Zona de susceptibilidad baja a deslizamientos, con pendiente de media a baja, erosión baja a media, relativamente lejos de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de baja a media.
  - Muy bajo:** Zona de muy baja susceptibilidad a deslizamientos, con pendiente de media a baja, erosión baja, lejos de caminos y cauces y baja alteración del uso de suelo.
  - Trayecto
  - Evidencia de deslizamiento activo

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2000, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha actualizada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

- asentamientos humanos importantes, y dos más al sur, localizadas cerca de los poblados de Mamiquetla y Xolotla (*Imagen V.3*).



*Imagen V.3. Deslizamiento menor al norte de Pahuatlán.*

Aquí se han identificado los mayores deslizamientos del municipio, entre ellos los cercanos a la cabecera municipal (**MAPA V.1.4D.1. PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN PAHUATLÁN DEL VALLE**) y a San Pablito (**MAPA V.1.4D.3. PELIGRO POR DESLIZAMIENTO; SAN PABLITO**). En esta última localidad, el deslizamiento presenta una longitud de 1 km y una anchura máxima de 800 metros, lo que implica un área del terreno inestable muy importante superior a los 500,000m<sup>2</sup>. Cerca de la ciudad de Pahuatlán, se han ubicado diversos deslizamientos, algunos de ellos de dimensiones considerables, por ejemplo, el ubicado junto a la calle 5 de mayo (**MAPA V.1.4D-2. PELIGRO POR DESLIZAMIENTO; CALLE 5 DE MAYO (PAHUATLÁN DEL VALLE)**), el cual tiene como propiedades geométricas 300 metros de longitud y anchura máxima de 170 metros, es decir un área de más de 30 000 m<sup>2</sup>. Este ultimo de gran peligro pues es un movimiento que se encuentra activo.

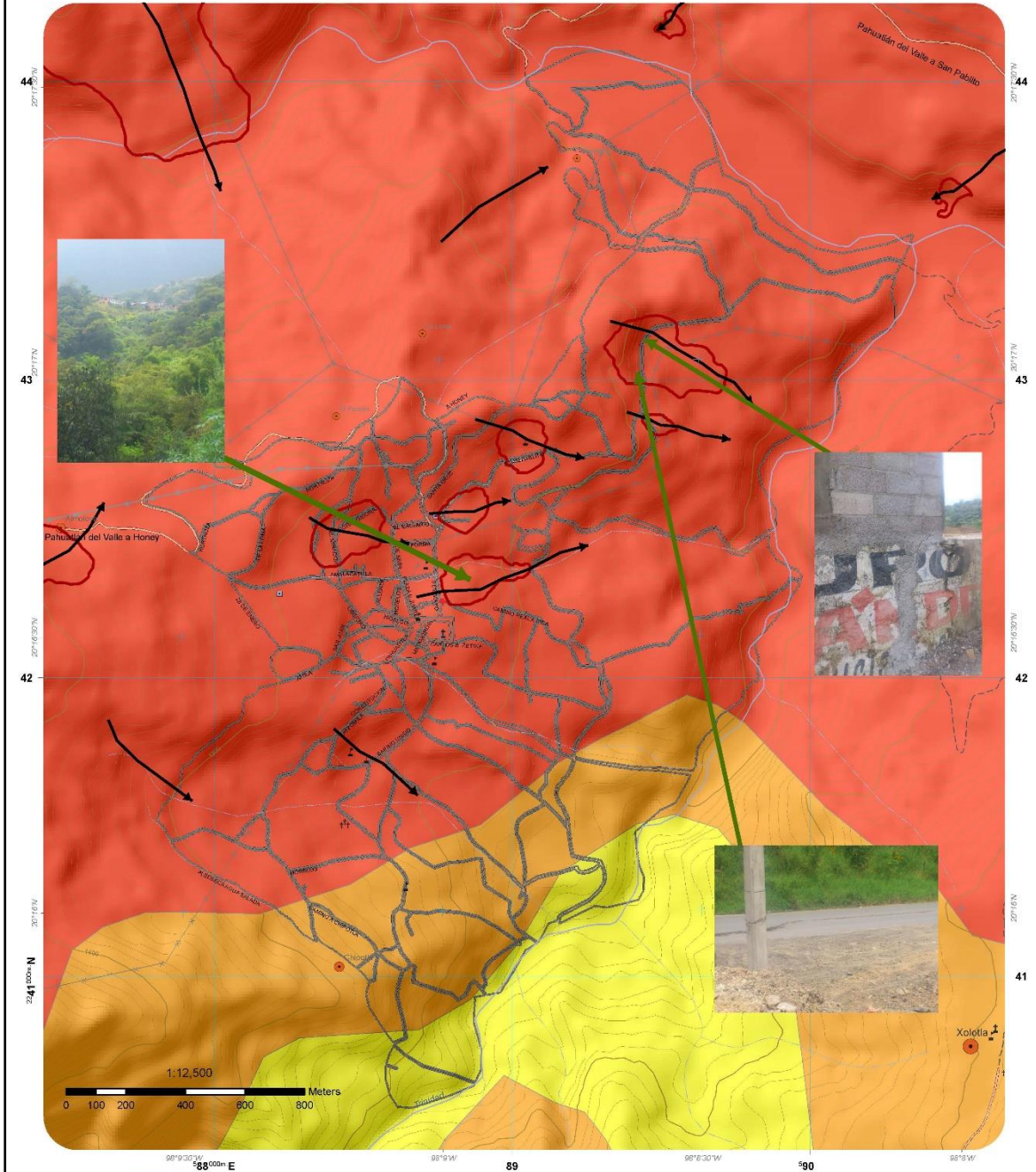
Las localidades más importantes están dentro de la zona de muy alta susceptibilidad, por ejemplo San Pablito, Tlalacruz, Zoyatla, Xochimilco, Cuauneutla, Atlaltongo, Acalapa, Paciotla y, desde luego, la cabecera municipal (*Imagen V.4*).

- **Peligro ALTO:** Las zonas de susceptibilidad alta a deslizamientos se distribuyen en la periferia de las áreas de muy alto peligro, por lo que también se ubican en la zona central del municipio, son de anchura variable pero inferiores a las zonas de muy alta susceptibilidad. Abarcan poco más de 21.5 km<sup>2</sup>, es decir, alrededor de una quinta porción del territorio municipal (21%). Dentro de esta zona de peligro alto por deslizamientos se ubican localidades



de Xolotla y Atla (muy cercanas a áreas establecidas como de peligro muy alto), además de Ahila, Chipotla, Mamiquetla, Lindavista Agua del Carrizo, Los Ángeles y Zoyatla.

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

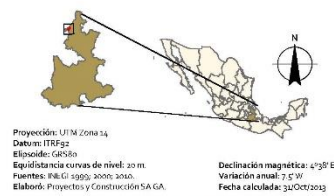


Mapa V.1.4d-1. Peligro por deslizamiento en Pahuatlán del Valle



- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
- Población total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2501 - 10000
- Infraestructura y eqpto.**
- Camino nivel asfalto
  - Camino nivel suelo (Elevación 15m)
  - Contorno de agua presente
  - Contorno de agua intermitente
- Rasgos hidrográficos**
- Corriente de agua permanente
  - Corriente de agua intermitente
- Líneas de conducción**
- Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Terracería
  - Brecha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- Escuela
  - Templo
  - Cementerio
  - Tanque de agua

- Simbología Temática**
- Peligrosidad**
- **Muy alto:** Zona de susceptibilidad muy alta a deslizamientos, con pendiente de alta a muy inclinada, erosión media a alta, cercos de caminos y cauces y alteración del uso de suelo alta; evidencias claras de creep y presencia de deslizamientos
  - **Alto:** Zona de susceptibilidad alta a deslizamientos, con pendiente de media a alta, erosión media a alta, cercos de caminos y cauces y alteración del uso de suelo a alta; evidencia de creep
  - **Medio:** Zona de susceptibilidad media a deslizamientos, con pendiente de media a alta, erosión media a alta, a poca distancia de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de media
- Trayecto
- Evidencia de deslizamiento activo



**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA  
RECORDERIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES  
TEL: (01) 985-107-1-80 CPALB Email: jsm@proyectosyconstruccion.com

# Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.4d-3. Peligro por deslizamiento en San Pablito

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Simbolos convencionales</b></p> <p><b>Asentamiento humano</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Población total</li> <li>● 10 - 100</li> <li>● 101 - 500</li> <li>○ Cana nivel maestra</li> <li>○ Cana nivel auxiliar (Eje de línea 10m)</li> </ul> <p><b>Rasgos hidrográficos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>~ Contorno de agua permanente</li> <li>~ Contorno de agua intermitente</li> </ul> <p><b>Lineas de conducción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Eléctrica</li> </ul> | <p><b>Vias de comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Calle</li> <li>— Carretera</li> <li>— Tercerera</li> <li>— Brecha</li> <li>— Vereda</li> </ul> <p><b>Infraestructura y eqpto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Casita</li> <li>✚ Escopeta</li> <li>✚ Tiempo</li> <li>✚ Cementerio</li> <li>✚ Tanque de agua</li> <li>✚ Manantial</li> </ul> | <p><b>Peligrosidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> Muy alto: Zona de susceptibilidad muy alta a deslizamientos, con pendiente de alta a muy inclinada, erosión media a alta, cerca de caminos y cauces y alteración del uso de suelo alta; evidencias claras de creep y presencia de deslizamientos</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Alto: Zona de susceptibilidad alta a deslizamientos, con pendiente de media a alta, erosión media a alta, cerca de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de media a alta; evidencia de creep</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Medio: Zona de susceptibilidad media a deslizamientos, con pendiente de media a alta, erosión media a alta, a poca distancia de caminos y cauces y alteración del uso de suelo de media</li> </ul> <p><b>Simbología Temática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Trayecto</li> <li>□ Evidencia de deslizamiento activo</li> </ul> |
|---|---|--|

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

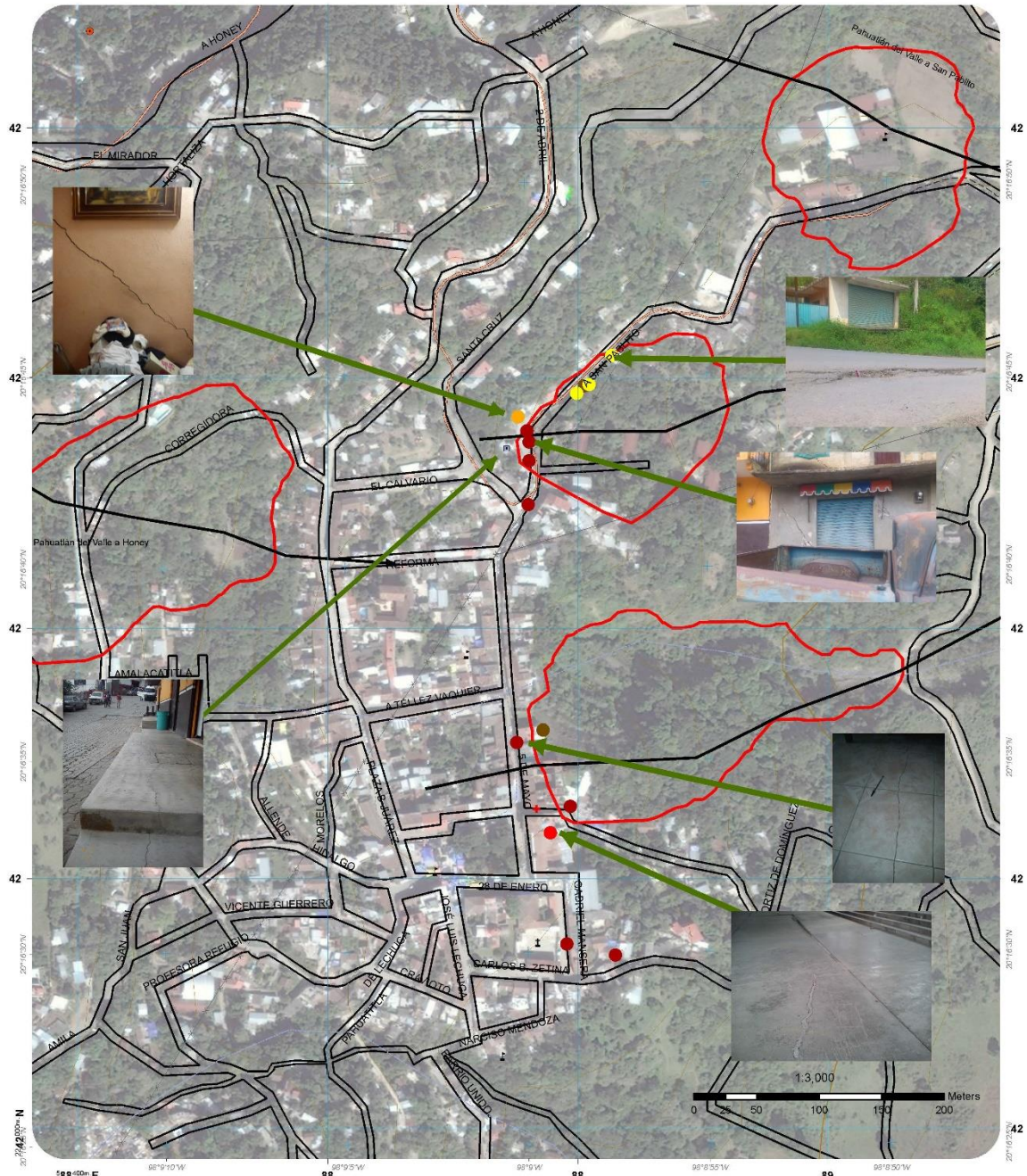
**PREVENCIÓN DE RIESGOS**  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2000, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°30' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.4d-1. Peligro por deslizamiento en Calle 5 de Mayo  
Simbología Temática

- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Casita
    - Escuela
    - Templo
    - Cementerio
    - Tanque de agua
  - Rasgos hidrográficos**
    - Canal riego
    - Canal riego (Equidistancia 10m)
    - Corriente de agua perenne
    - Corriente de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telefónica

- Evidencias de deslizamiento**
- Afectaciones por deslizamiento en la infraestructura vial
  - Inestabilidad de laderas a causa de la carretera y viviendas construidas por debajo
  - Deslizamiento activo
  - Afectaciones en viviendas por procesos de ladera
  - Afectación en el piso de la Presidencia Municipal
- Trayecto
- Evidencia de deslizamiento activo

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999; 2005; 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/05/2013

**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA  
REGISTRADO EN EL INSTITUTO REGISTRAL DEL ESTADO DE PUEBLA  
CARRANZA 100-10-1-88 OFICINA EJECUTIVA



**Imagen V.4. Deslizamiento desarrollado en una ladera de poca altura con materiales altamente intemperizados al lado de un camino de terracería.**

- **Peligro MEDIO:** Con respecto a la distribución de las zonas de susceptibilidad media, estas cubren alrededor de 28 km<sup>2</sup>, lo que representa 28.5% del territorio de Pahuatlán. Se distribuye de forma irregular, preferentemente en el sur y norte del municipio, sobre las cuales se ubican tan solo tres localidades: Atlaltongo, Acahuales y Montellano.
- **Peligro BAJO y MUY BAJO:** Finalmente, las zonas de peligro bajo (7.3 km<sup>2</sup> -7.4%-) y muy baja susceptibilidad (0.6 km<sup>2</sup> – menos de 1%) representan en su conjunto menos del 8% del territorio municipal y no existen localidades desarrolladas sobres estas zonas. Espacialmente se distribuyen en pequeñas zonas del norte y suroeste y su característica esencial es la presencia de pendientes bajas y sin antecedentes de deslizamientos.

## E. CREEP O REPTACIÓN

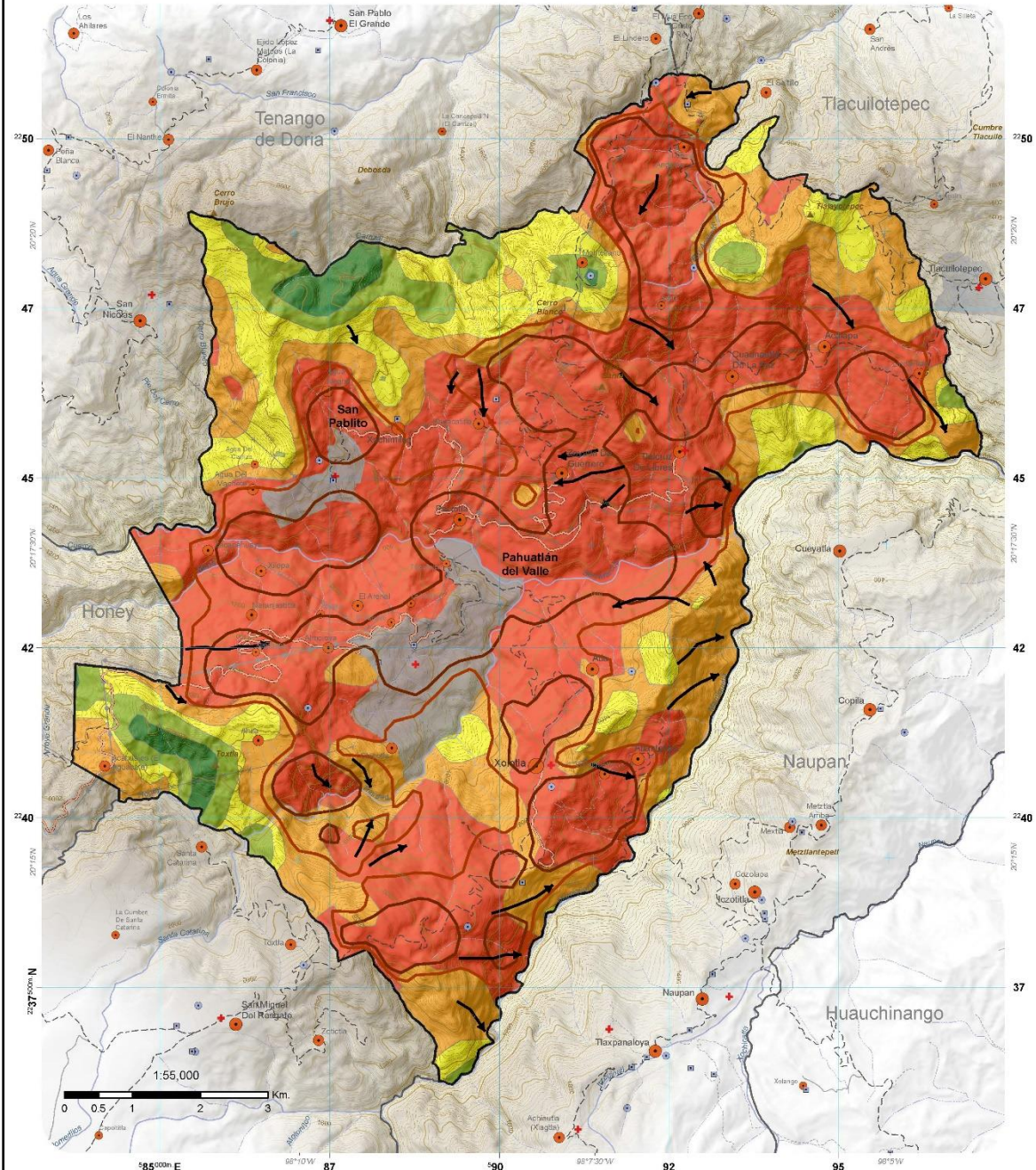
El movimiento de creep está presente en diferentes grados prácticamente todo el municipio (**MAPA V.1.4E. PELIGRO POR CREEP (REPTACIÓN)**).

- **Peligro MUY ALTO y ALTO:** Las zonas de muy alta y alta susceptibilidad cubren una gran parte del municipio, de alrededor del 82% de la extensión territorial, es decir casi 81 km<sup>2</sup>, principalmente en la zona central, sur y en el oriente del municipio. Dentro de estas zonas se han identificado además de movimientos de creep, evidencias de movimientos mayores, tales como flujos, deslizamientos y avalanchas de detritos. Algunas de las localidades que se ubican en estas zonas son Xolotla, Mamiquetl, Atlantongo, Xilepa, Naranjastitla, Xonapa, El Arenal, Tlacuilolco, Zoyatla, Ahuacatitla y la cabecera municipal al centro y Acalapa.
- **Peligro MEDIO:** En lo que respecta a la susceptibilidad media a movimientos de creep, estos cubren una porción menos importante el municipio, cercana a los 11.5 km<sup>2</sup>, es decir alrededor de 12% del territorio de Pahuatlán. Estas zonas están en un constante crecimiento e incluso podrían elevar su grado de inestabilidad ya que las modificaciones al entorno natural resultado de actividades humanas pueden ser un factor causal adicional. Localidades como Montellano, Agua del Carrizo y Ahila poseen terrenos en estas zonas de peligro medio.
- **Peligro BAJO y MUY BAJO:** En cuanto a las zonas de peligro bajo y muy bajo ante movimientos de creep, estas cubren una porción menor del territorio de Pahuatlán, de alrededor de 5 km<sup>2</sup>, poco menos de 6%, principalmente en la zona suroeste y noroeste de la entidad. Tal como sucede con las zonas de peligro medio, la tendencia es que estas zonas incrementen su grado de peligro ante movimientos de creep por la construcción de nuevos caminos, la deforestación y el consecuente cambio de uso de suelo, así como la lenta pero constante expansión de las zonas habitadas.

En resumen, las condiciones naturales del municipio favorecen movimientos de creep, a lo cual se puede añadir los cambios en el paisaje resultado de las actividades humanas, las cuales no han sido planeadas acorde a planes de prevención, en específico ante movimientos de remoción en masa.



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.4e. Peligro por creep (reptación)

- Simbolos convencionales**
- Limites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-50000)
  - Representación del relieve:** Área urbana, Barranca, Cerro, Curva nivel maestro, Curva nivel auxiliar (Equisdista 10m)
  - Rasgos hidrográficos:** Contorno de agua permanente, Contorno de agua intermitente
  - Lineas de conducción:** Drenaje, Telefónica
  - Vías de comunicación:** Carreteras, Terrazas, Drenaje, Veredas
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Torreque de agua, Monumento

- Simbología Temática**
- Muy alto:** Zonas de susceptibilidad muy alta a movimientos de creep, en pendientes muy inclinadas, con evidencias claras de movimientos de reptación y material suelto
  - Alto:** Zonas de susceptibilidad alta a movimientos de creep, en pendientes inclinadas, con evidencias de movimientos de reptación y material suelto
  - Medio:** Zonas de susceptibilidad media a movimientos de creep, en pendientes de suaves a inclinadas, con evidencias de movimientos de reptación visibles en campo y material suelto
  - Bajo:** Zonas de susceptibilidad baja a movimientos de creep, en pendientes bajas, con evidencias de movimientos de reptación poco visibles
  - Muy bajo:** Zonas de susceptibilidad muy baja a movimientos de creep, en pendientes bajas, con evidencias de movimientos de reptación mínimas
  - Zona con claras evidencias de creep antiguo, sobre pendientes de inclinación alta**
  - Zona con evidencias de creep antiguo, sobre pendientes de inclinación media a alta**
  - Trayecto**

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equisdancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°37' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

### V.1.5. FLUJOS

Los flujos en el municipio de Pahuatlán son uno de los peligros más notables al lado de los deslizamientos, ya que se presentan en gran parte del territorio municipal y uno solo de ellos puede llegar a alcanzar hasta 2 hectáreas de extensión. Los factores que inciden en la ocurrencia de flujos en el municipio son principalmente la pendiente, el cambio de uso de suelo y la cercanía a ríos y carreteras, además de que el factor detonante de prácticamente todos los flujos son precipitaciones intensas (**MAPA V.1.5. PELIGRO POR FLUJOS**).

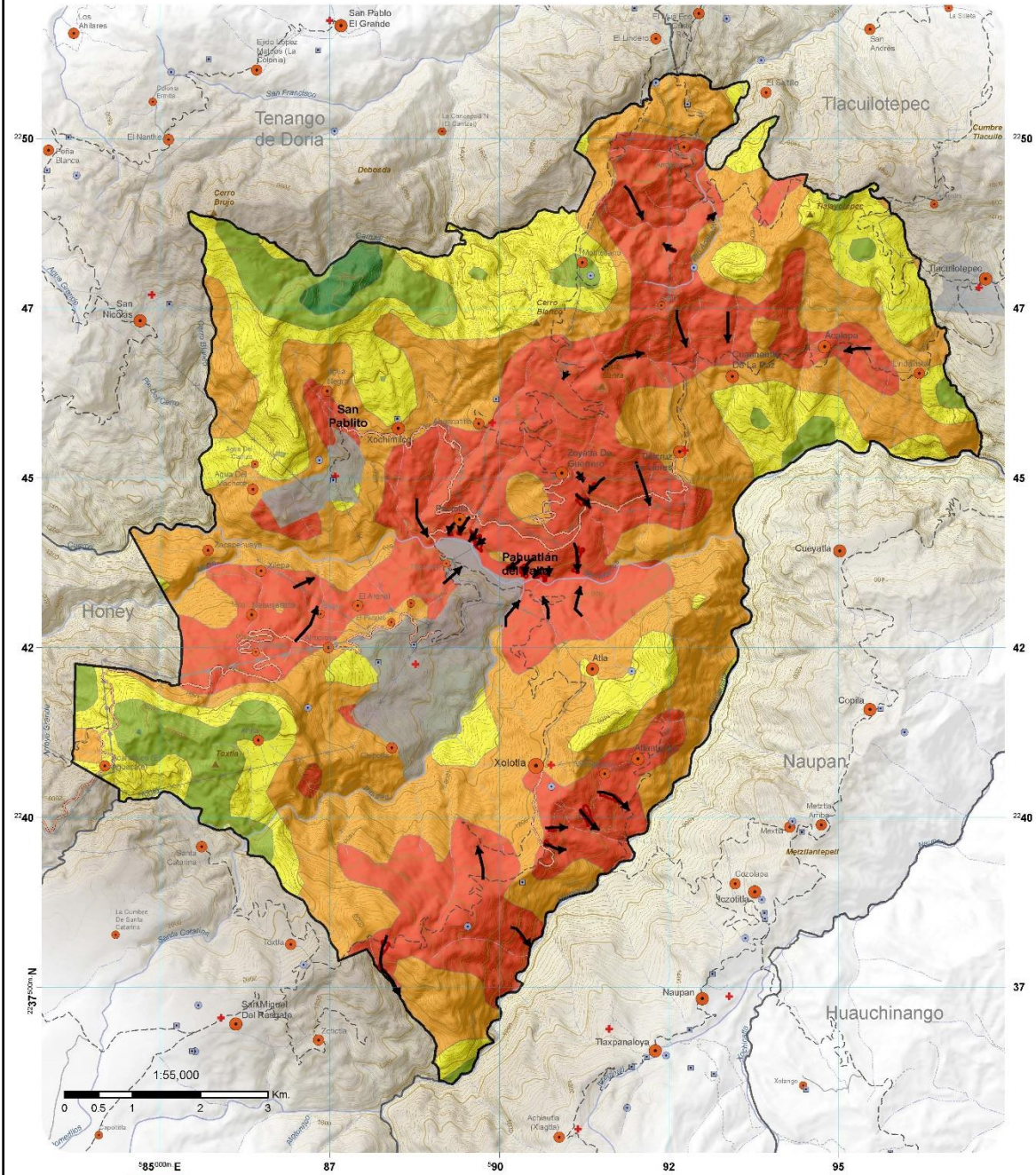
Tres cuartas partes del municipio de Pahuatlán presentan un peligro alto por ocurrencia de flujos, y tan solo 2 localidades se asientan sobre terrenos estables, que es el caso de Ahila y Montellano, ello muestra la magnitud de este peligro y su significativa importancia (**Imagen V.5**).



**Imagen V.5. Flujo de tierra ocurrido al lado de un puente dañando la estructura del mismo.**

- **Peligro MUY ALTO:** Las zonas de muy alta susceptibilidad a flujos en Pahuatlán abarcan una tercera parte del municipio (33.59 km<sup>2</sup> -34%del territorio). Se distribuyen en una franja central, en dirección suroeste-noroeste, misma que se ensancha a la altura de la cabecera municipal (**MAPA V.1.5A. PELIGRO POR FLUJOS; PAHUATLÁN DEL VALLE**), además de un par de amplias zonas al sur. Entre las localidades que se asientan en estas zonas de muy alto peligro se

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Simbolos convencionales**

**Límites**

- Límite Pahuatlán
- Límite municipal
- Límite de agua permanente
- Comete de agua intermitente

**Asentamiento humano**

**Posición total**

- 10 - 100
- 101 - 500
- 501 - 2500
- 2551 - 10000
- 10001 - 50000

**Representación del relieve**

- Área urbana
- Baranca
- Cerro
- Cueva nivel maestro
- Cueva nivel auxiliar (Ecuidistancia 10m)

**Simbología Temática**

**Raigos hidrográficos**

- Canchales de agua permanente
- Comete de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Electricidad
- Teléfono

**Vías de comunicación**

- Carretera
- Tercerera
- Erebra
- Venida

**Infraestructura y eqpto.**

- Clinica
- Tanque de agua
- Manantial

**Peligro**

- Muy alto.** Zona de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, con antecedentes de flujos, cercanos a ríos y caminos, cambio de uso de suelo medio a intenso y grado de erosión medio a alto
- Alto.** Zona de susceptibilidad alta a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, con antecedentes menores de flujos, cercanos a ríos y caminos, cambio de uso de suelo medio a alto y grado de erosión de medio a alto
- Medio.** Zona de susceptibilidad media a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, sin antecedentes de flujos, a distancia media de ríos y caminos, cambio de uso de suelo menor a bajo y grado de erosión medio
- Bajo.** Zona de baja susceptibilidad a ocurrencia de flujos, con pendiente de baja a media, sin antecedentes de flujos, distantes de ríos y caminos, cambio de uso de suelo menor y bajo a medio grado de erosión
- Muy bajo.** Zona de muy baja susceptibilidad a ocurrencia de flujos, con pendiente de baja a media, sin antecedentes de flujos, distantes de ríos y caminos, cambio de uso de suelo menor y bajo a medio grado de erosión

**Flujo**

**Trayecto**

**SEDATU** SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

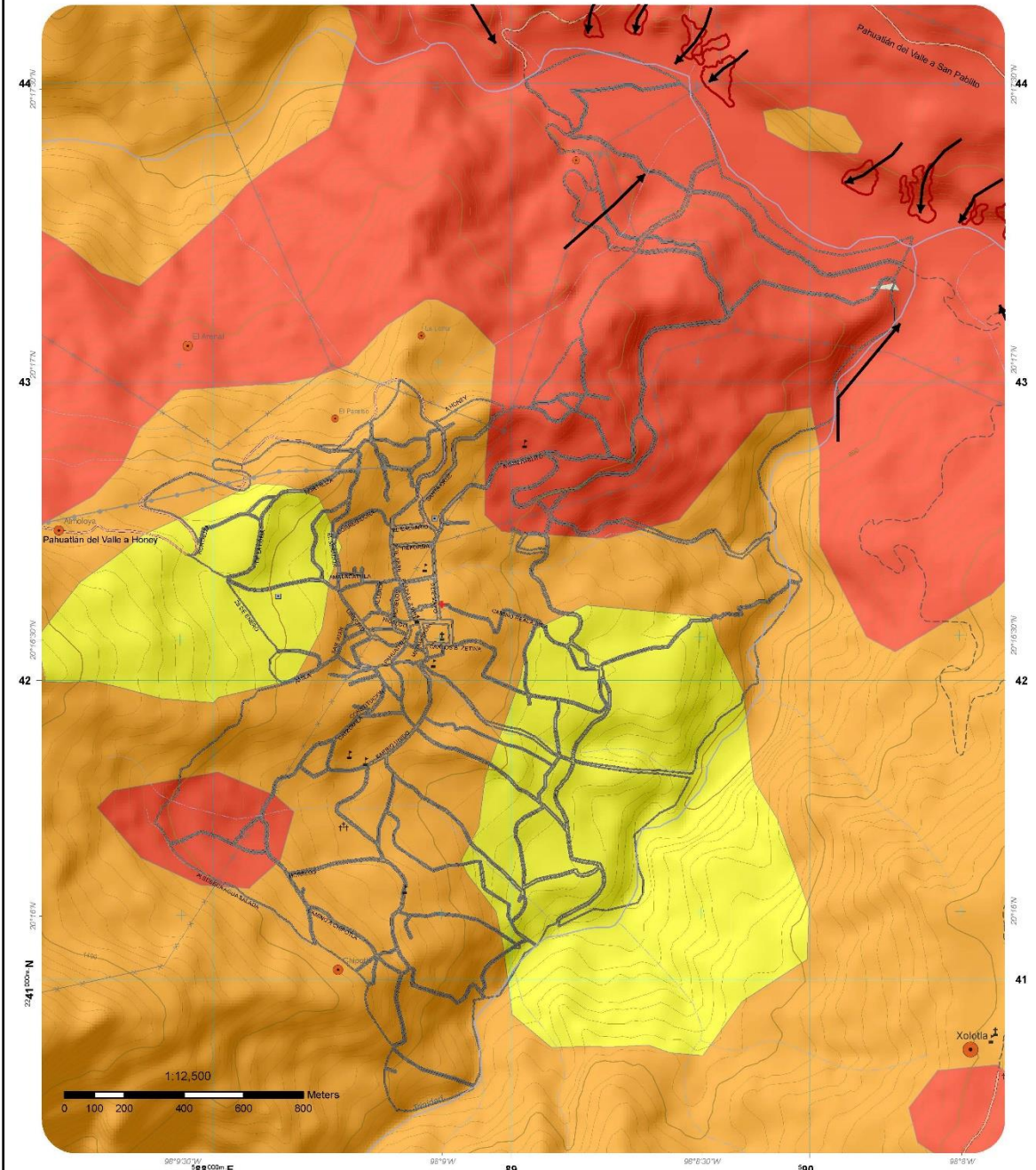
**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/09/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA  
R.F.C. PROYCONSTR 08  
CALLE 10 DE FEBRERO 100  
TEL: 961-101-10-10 FAX: 961-101-10-10

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.5a. Peligro por flujos en Pahuatlán del Valle

Simbología Temática

- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
- Población total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2501 - 13000
- Camino real asfaltado  
○ Camino nivel superior (Elevación 15m)
- Rasgos hidrográficos**
- Corriente de agua presente
  - Corriente de agua intermitente
- Líneas de conducción**
- Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Terracería
  - Brecha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- Oficina
  - Estación
  - Templo
  - Cementerio
  - Tanque de agua

- Peligrosidad**
- Muy alto. Zona de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, con antecedentes de flujos, cercanos a ríos y caminos, cambio de uso de suelo medio a intenso y grado de erosión medio a alto
  - Alto. Zona de susceptibilidad alta a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, con antecedentes menores de flujos, cercanos a ríos y caminos, cambio de uso de suelo medio a alto y grado de erosión de medio a alto
  - Medio. Zona de susceptibilidad media a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, sin antecedentes de flujos, a distancia media de ríos y caminos, cambio de uso de suelo menor a bajo y grado de erosión medio
- Trayecto
- Flujo

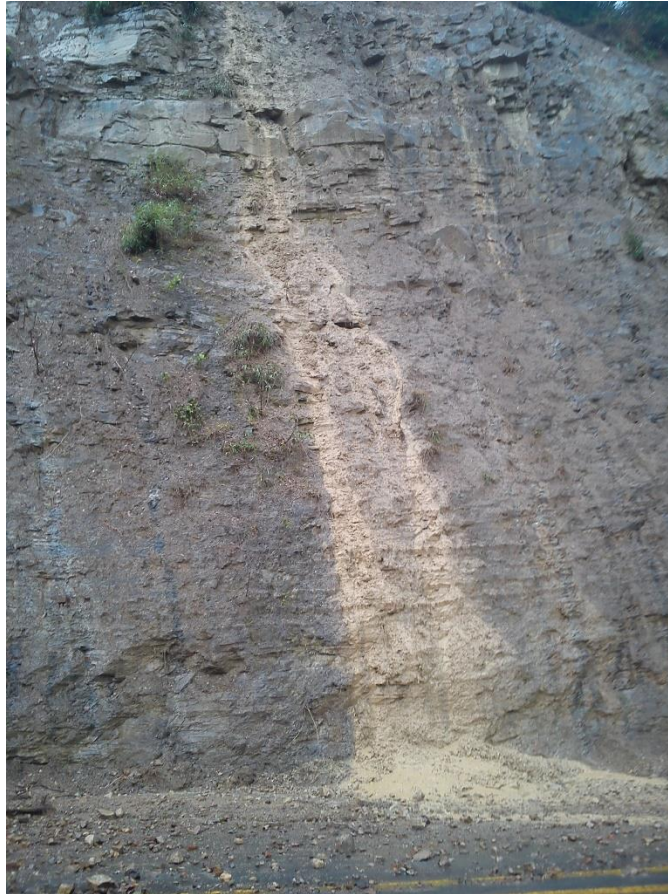


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°37' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
Proyecto / Destinación SA GA  
RECOPRODUCIDO

pueden mencionar a Xolotla, Mamiquetla (**MAPA V.1.5C. PELIGRO POR FLUJOS; XOLOTLA - MAMIQUETLA**) y Atlantongo en el sur, Xilepa, Naranjastitla y Xonapa en el poniente, El Arenal, Tlacuilolco, Zoyatla, Ahuacatitla y la cabecera municipal al centro y Acalapa y Los Ángeles al norte. Prácticamente todos los flujos identificados en el municipio se ha desarrollado en estas zonas de muy alta susceptibilidad. En total se identificaron 25 flujos, 7 de los cuales presentan un tamaño superior a 1 hectárea, 4 de ellos al noreste de la cabecera municipal (**Imagen V.6**).



**Imagen V.6. Ladera con infiltración y escurrimiento de agua; factor que provoca flujos.**

- **Peligro ALTO:** En cuanto a la zona de susceptibilidad alta por flujos, son periféricas a las de muy alto peligro, por lo que forman amplias regiones adyacentes a la franja central descrita en el párrafo previo. En total ocupan casi 39 km<sup>2</sup>, lo que representa casi el 40% de la superficie de Pahuatlán. Además de la porción suroeste de la cabecera municipal. Otras localidades importantes asentadas sobre este terreno inestable son Xolotla y San Pablito (**MAPA V.1.5B. PELIGRO POR FLUJOS; SAN PABLITO**), además de localidades menores como Agua del Machete, Zacapehuaya, Tlalacruz de Libres, Cuauneutla de la Paz, Xochimilco, La Loma, El Paraíso, Almoloya y Lindavista.
- **Peligro MEDIO:** Con respecto a las zonas de susceptibilidad media, estas están ubicadas adyacentes a las zonas de peligro alto, orientadas hacia la periferia del municipio, por lo que son prácticamente inexistentes al centro. Cubren en total casi 19 km<sup>2</sup>, es decir 19% de la superficie total de Pahuatlán. Realmente son pocas las localidades asentadas en estas zonas, de las cuales se pueden mencionar Ahila, Acahuales, Atla, Agua del Carrizo y pequeñas zonas de la cabecera municipal.

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.5b. Peligro por flujos en Xolotla - Mamiquetla

Simbología Temática

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Simbolos convencionales</b></p>   |   | <p><b>Peligro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Muy alto. Zona de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de flujos, con antecedentes de flujos, cercanos a rios y caminos, cambio de uso de suelo medio a intenso y grado de erosión medio a alto.</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Alto. Zona de susceptibilidad alta a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, sin antecedentes de flujos, cercanos a rios y caminos, cambio de uso de suelo medio a alto y grado de erosión de medio a alto.</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Medio. Zona de susceptibilidad media a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, sin antecedentes de flujos, a distancia media de rios y caminos, cambio de uso de suelo menor a bajo y grado de erosión medio.</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Flujo</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Trayecto</li> </ul> |
| <p><b>Asentamiento humano</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 10 - 100</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: orange; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 101 - 500</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 501 - 2500</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 2501 - 10000</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cana nivel inaceite</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cana nivel a axilar (Equidistancia 10m)</li> </ul> <p><b>Rasgos hidrográficos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Contorno de agua perenne</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> Contorno de agua intermitente</li> </ul> <p><b>Lineas de conducción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Dársica</li> </ul> | <p><b>Vias de comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Calle</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> Carretera</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px dotted black; margin-right: 5px;"></span> Troncal</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Brecha</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Vereda</li> </ul> <p><b>Infraestructura y eqpto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Escuela</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Templo</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cementerio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Tanque de agua</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Manantial</li> </ul> |  |

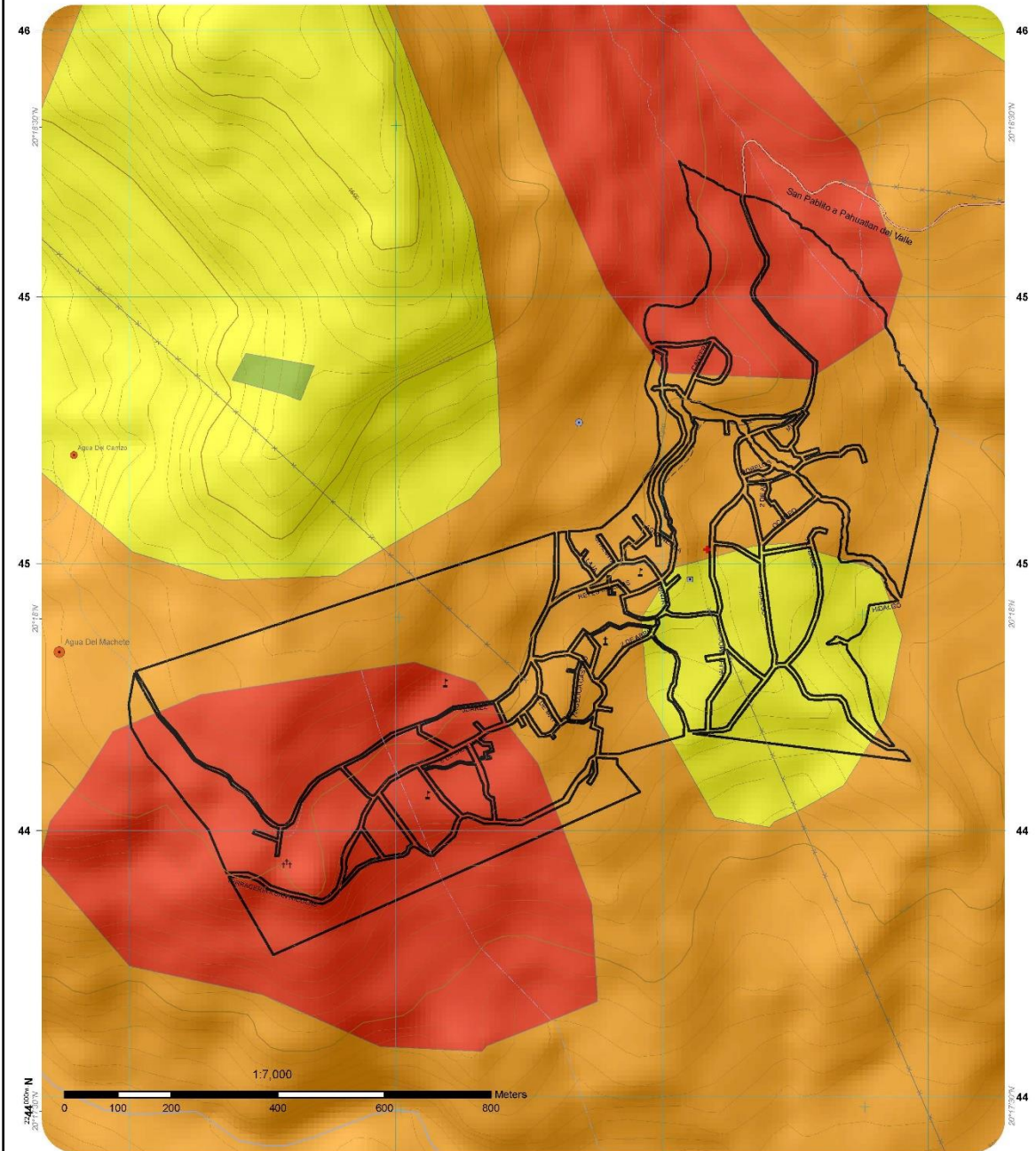


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cerbero  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999; 2000; 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003

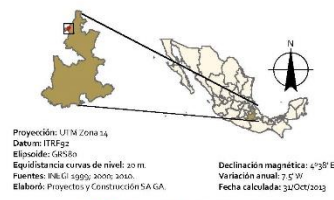


## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.5b. Peligro por flujos en San Pablo

- |  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p><b>Símbolos convencionales</b></p> <p><b>Asentamiento humano</b><br/>Población total</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 - 100</li> <li>101 - 500</li> <li>Canal nivel maestro</li> <li>Canal nivel auxiliar (Elevación 10m)</li> </ul> <p><b>Rasgos hidrográficos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de agua perenne</li> <li>Contenido de agua intermitente</li> </ul> <p><b>Líneas de conducción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eléctrica</li> </ul> |  | <p><b>Vías de comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calle</li> <li>Carretera</li> <li>Tarriaca</li> <li>Brecha</li> <li>Vedada</li> </ul> <p><b>Infraestructura y eqpto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cisterna</li> <li>Escuela</li> <li>Tanque</li> <li>Cementerio</li> <li>Tanque de agua</li> <li>Manantial</li> </ul> | <p><b>Peligro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muy alto. Zona de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de flujos, con antecedentes de flujos, cercanos a ríos y caminos, cambio de uso de suelo medio a intenso y grado de erosión medio a alto</li> <li>Alto. Zona de susceptibilidad alta a ocurrencia de flujos, con antecedentes menores de flujos, cercanos a ríos y caminos, cambio de uso de suelo medio a alto y grado de erosión de medio a alto</li> <li>Medio. Zona de susceptibilidad media a ocurrencia de flujos, con pendiente de media a alta, sin antecedentes de flujos, a distancia media de ríos y caminos, cambio de uso de suelo menor a bajo y grado de erosión medio</li> </ul> <p><b>Simbología Temática</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flujo</li> <li>Trayecto</li> </ul> |
|--|--|---|---|



- **Peligro BAJO:** Las zonas de susceptibilidad baja a movimientos de flujo cubren únicamente 5.8 km<sup>2</sup>, equivalentes a poco menos del 6% del área municipal, cuyas zonas mayores se ubican al noroeste y suroeste del municipio, con porciones menores al noreste, en donde destaca la localidad de Montellano como una localidad con niveles de estabilidad del terreno favorables, además de porciones de Ahila en el sur.
- **Peligro MUY BAJO:** Por último, la zona de muy baja susceptibilidad a flujos en Pahuatlán se ubica en el noroeste y cubre menos de 1% de la superficie total (alrededor de 600 m<sup>2</sup>), sin que la zona favorezca a localidad alguna, dado que la más cercana (Agua Negra) se ubica a más de 1 km. de distancia.

#### V.1.6. CAÍDOS O DERRUMBES

Los derrumbes en Pahuatlán son frecuentes y se distribuyen en gran parte del municipio, asociadas frecuentemente a caminos y cauces. Su tamaño es variable, desde algunos cientos de metros cuadrados hasta más de 3 hectáreas. La pendiente, erosión fluvial y la construcción de caminos son los principales factores que inciden en la ocurrencia de avalanchas de detritos. Indudablemente, las avalanchas de detritos son un peligro importante para Pahuatlán por su frecuencia, distribución y extensión (**MAPA V.1.6. PELIGRO POR DERRUMBES (AVALANCHA DE DETRITOS)**).

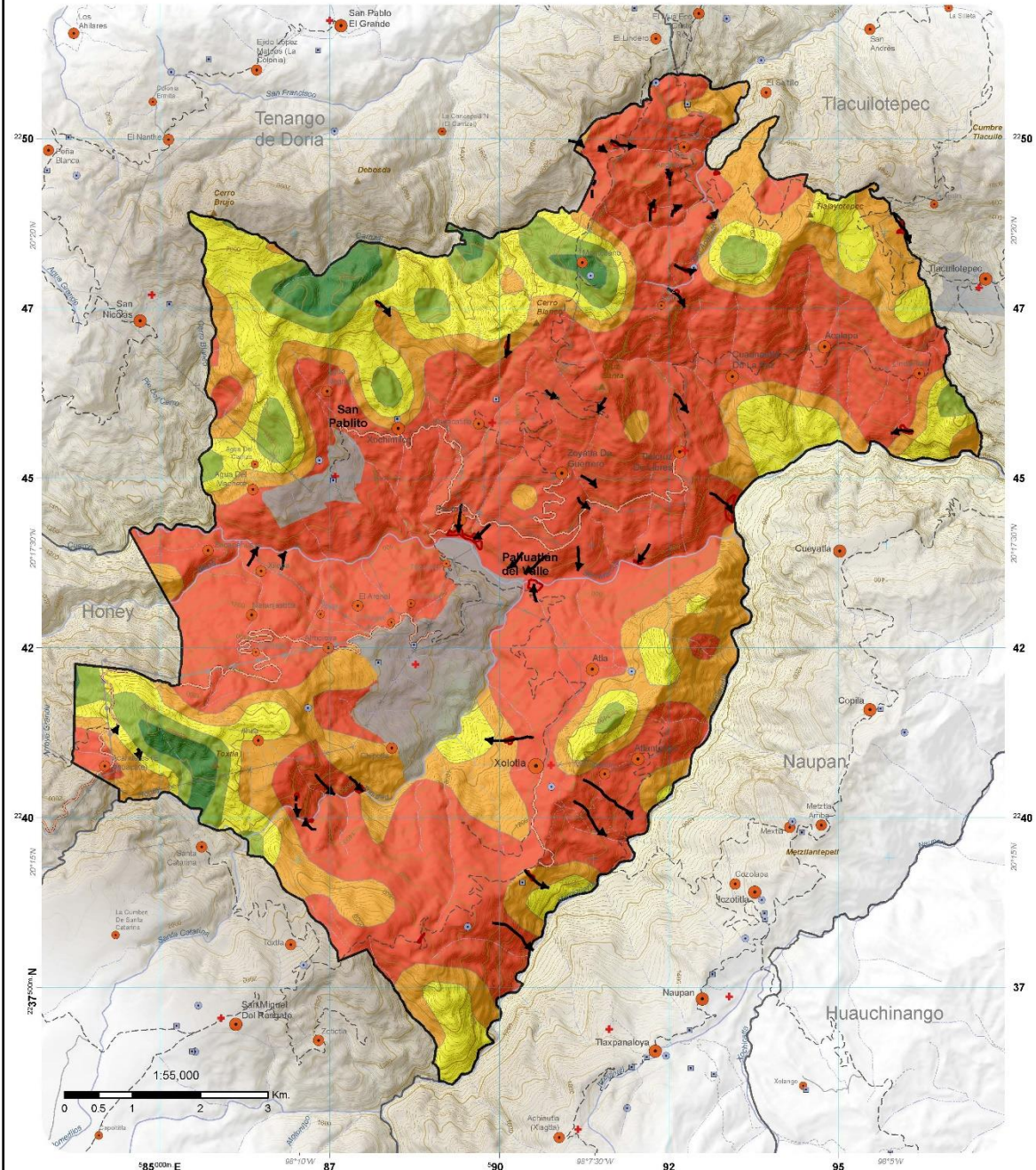
- **Peligro MUY ALTO:** Las zonas de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de avalanchas de detritos son notables, ya que abarcan más de la mitad del territorio de Pahuatlán, en específico 57 km<sup>2</sup>, es decir, más del 58% del territorio municipal presenta condiciones muy favorables para la ocurrencia de avalanchas de detritos. Esta condición se magnifica si se considera que estas zonas se ubican en la zona central de la entidad, además de que son pocas las localidades que se localizan fuera de áreas de muy alto peligro, pues tan solo Montellano, Agua del Carrizo, Ahila, Chipotla y pequeñas porciones de otras localidades no forman parte de este grado de peligro (**Imagen V.5 y V.6; MAPA V.1.6A. PELIGRO POR DERRUMBES (AVALANCHA DE DETRITOS); PAHUATLÁN-SAN PABLITO; MAPA V.1.6B. PELIGRO POR DERRUMBES (AVALANCHA DE DETRITOS); XOLOTLA - MAMIQUETLA**).
- **Peligro ALTO:** Las zonas de alta susceptibilidad cubren alrededor de 20.5 km<sup>2</sup>, es decir casi el 21% de superficie municipal. Se distribuyen espacialmente en la periferia de las zonas de muy alto peligro, formando franjas alargadas, de poca anchura, principalmente en el sureste y noreste de la entidad. Las localidades que no se ubican en la zona de muy alta susceptibilidad (Montellano, Agua del Carrizo, Ahila, Chipotla) se ubican en estas áreas de peligro alto, por lo que se puede afirmar que prácticamente todas las localidades de Pahuatlán se asientan sobre zonas de peligro alto por avalancha de detritos, esto a consecuencia de que más de tres cuartas partes del municipio presenta condiciones favorables para que ocurran avalanchas de detritos.
- **Peligro MEDIO:** La susceptibilidad media rodea las zonas de mayor peligro, particularmente en el noroeste, que en su conjunto comprenden el 14% del área municipal (13.8 km<sup>2</sup>), dentro de las cuales únicamente Ahila tiene porciones de su territorio en estos rangos de peligro medio.
- **Peligro BAJO y MUY BAJO:** La susceptibilidad baja por avalanchas de detritos se presenta en 4.7 km<sup>2</sup> del territorio de Pahuatlán, es decir menos del 5%, en pequeñas zonas aisladas, principalmente en el poniente del municipio, beneficiando tan solo a la localidad de Montellano.





Finalmente, el peligro muy bajo se determinó en menos de 2km<sup>2</sup> del territorio de Pahuatlán, es decir tan solo en el 2% del área municipal, zonas de poca extensión, ubicadas en el noroeste municipal, sobre las cuales se localiza la localidad de Montellano.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.6. Peligro por derrumbes (avalancha de detritos)

- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-50000)
  - Representación del relieve:** Área urbana, Barranca, Cerro, Curva nivel maestra, Curva nivel auxiliar (Equisistema 10m)
  - Rasgos hidrográficos:** Contorno de agua permanente, Contorno de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Sección, Selenicia
  - Vías de comunicación:** Carretera, Terracería, Brecha, Verruca
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Tanque de agua, Manantial

- Simbología Temática**
- Peligro:**
    - Muy Alto: Zona de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de avalanchas
    - Alto: Zona de susceptibilidad alta a ocurrencia de avalanchas
    - Medio: Zona de susceptibilidad media a ocurrencia de avalanchas
    - Bajo: Zona de baja susceptibilidad a ocurrencia de avalanchas
    - Muy Bajo: Zona de muy baja susceptibilidad a ocurrencia de avalanchas
    - Avalancha de detritos
    - Trayecto

SEDATU  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°37' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA



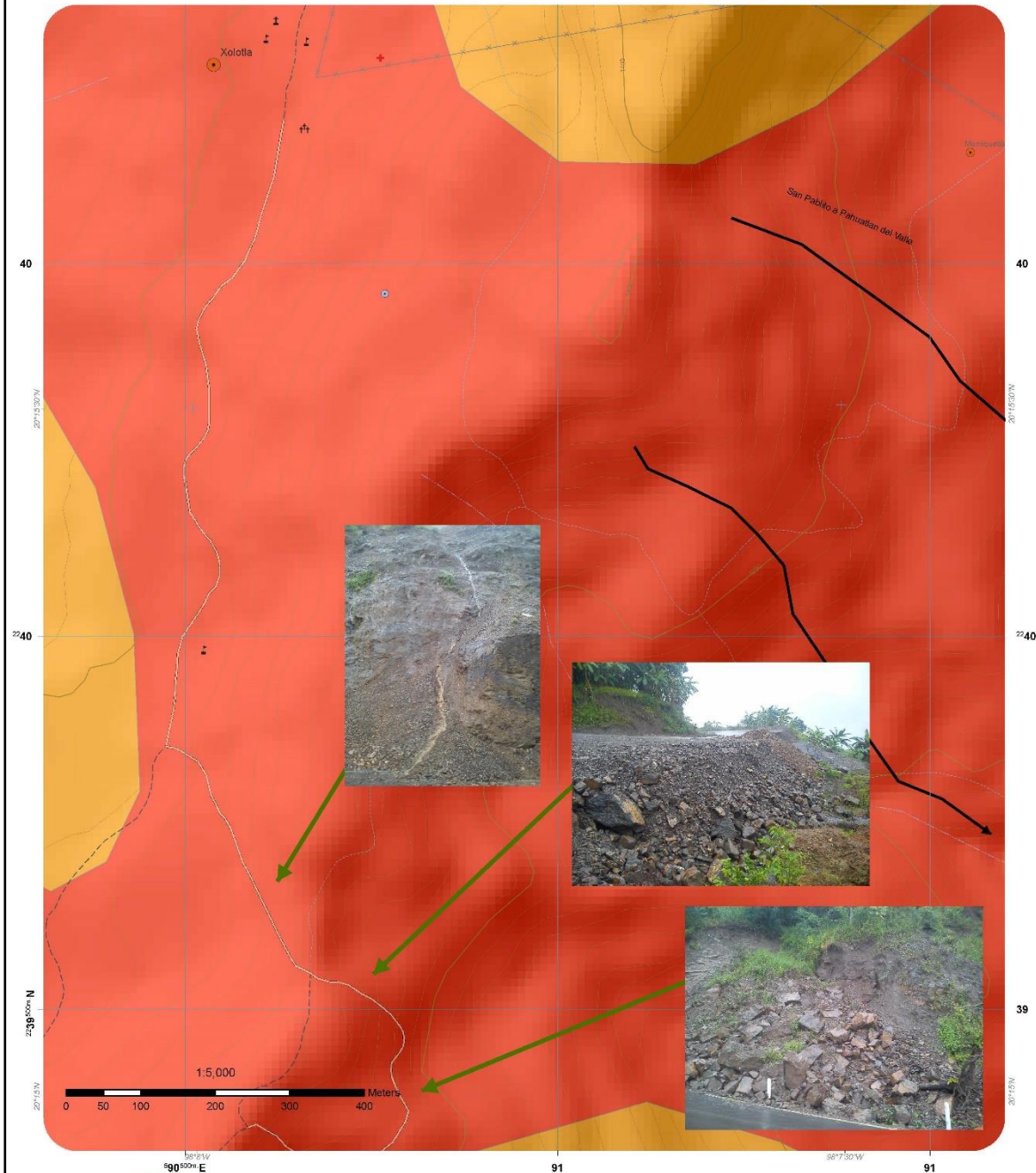
**Imagen V.7. Ladera con proceso de derrumbes.**



**Imagen V.8. Ladera de caliza-lutita con procesos de derrumbes.**



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.6b. Peligro por derrumbes (avalancha de detritos) en Xolotla - Mamiquetla

**Simbolos convencionales**

**Asentamiento humano**  
POBTOT

- 10 - 100
- 101 - 500
- 501 - 2500
- 2501 - 10000

**Rasgos hidrográficos**

- Corriente de agua permanente
- Corriente de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Electricidad

**Vías de comunicación**

- Calle
- Carretera
- Tercerera
- Brecha
- Vereda

**Infraestructura y eqpto.**

- Clinica
- Escuela
- Templo
- Cementerio
- Tanque de agua
- Murallas

**Simbología Temática**

**Peligro**

- Muy Alto: Zona de muy alta susceptibilidad a ocurrencia de avalanchas
- Alto: Zona de susceptibilidad alta a ocurrencia de avalanchas
- Avalancha de detritos
- Trayecto

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Eje horizontal: Gablito  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999; 2000; 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

### V.1.7. HUNDIMIENTOS

Un hundimiento es el movimiento vertical descendente del material conformador del relieve en su expresión superficial, principalmente en áreas extensas y de baja pendiente, resultado principalmente del debilitamiento o acarreo del material subsuperficial e incluso por la actividad humana, tal es el caso de la actividad minera. Una variante de los hundimientos es el acomodamiento del material exterior por compactación, sobrepeso o extracción de aguas subterráneas. La fuerza principal de los hundimientos es la gravedad y la magnitud y extensión está en función de los cambios debajo de la superficie.

En el caso del municipio de Pahuatlán no se tienen evidencias de movimientos de hundimiento, principalmente por los altos valores de pendiente, mismos que favorecen otros tipos de movimientos modeladores del relieve asociados al debilitamiento del material interno, tal es el caso de los diferentes tipos de procesos de remoción en masa (deslizamientos, flujos, avalanchas, y creep principalmente). En el territorio municipal se pueden observar escalonamientos menores sobre el relieve, pero estos son resultado principalmente de procesos endógenos (tectónica) y no son resultado de movimientos de tipo de hundimiento.

Ante lo anterior, es posible concluir que no hay evidencias que indiquen la presencia de movimientos de hundimiento en el municipio de pahuatlán **(NO APLICA)**, y en consecuencia no existe peligro por este tipo de fenómenos geológicos en la entidad.

### V.1.8. SUBSIDENCIA

La subsidencia, en términos geológicos, es el hundimiento progresivo que se presenta en superficies semiplanas, en ambientes de cuencas con altos procesos de sedimentación resultado del acarreo de materiales provenientes de las partes altas de una cuenca y depositados recientemente, cuyo peso es afectado por la gravedad y acelerado por procesos de acomodamiento del material, además de encontrar zonas de debilidad subsuperficiales, resultado de la actividad minera, extracción de agua, licuefacción, drenaje de suelos orgánicos e incluso por movimientos sísmicos que originan compactación del terreno.

En el municipio de Pahuatlán no se han identificado zonas de sedimentación y depósito lo suficientemente amplias para retener grandes cantidades de material acarreado de las partes altas de la cuenca, como tampoco intensidades notables de los factores causales descritos que pudieran dar lugar a subsidencia. Aún más, tampoco se identifican evidencias en el terreno, ni en visitas de campo o en análisis cartográficos y de imágenes satelitales, que indiquen el desarrollo actual o pasado, o bien la probabilidad futura de desarrollar estos movimientos verticales del terreno, por lo que es factible concluir que dichos movimientos geológicos nos están presentes en el municipio de Pahuatlán, lo que implica un grado de peligro nulo ante subsidencia en la entidad **(NO APLICA)**.

### V.1.9. AGRIETAMIENTOS

Los agrietamientos identificados en el municipio de Pahuatlán están asociados a la inestabilidad de laderas más que a una dinámica de ruptura litológica-tectónica, lo que tiene por consecuencia su poca longitud (salvo algunas excepciones, por ejemplo en el deslizamiento de San Pablito), anchura menor y una dinámica importante, dado que dichos agrietamientos son el punto de quiebre entre la estabilidad del material y la ocurrencia de un proceso de remoción en masa, por ejemplo deslizamiento o flujo.

Los agrietamientos identificados se ubican en la porción superior de los diferentes movimientos mencionados, lo que se conoce como la corona de un deslizamiento o flujo (*Imagen V.9*), por lo que existe una relación significativa entre las zonas de mayor peligro por estos movimientos de ladera y las zonas susceptibles a agrietamiento. Otro punto a destacar, es que el movimiento de creep puede generar pequeños agrietamientos superficiales, que en los casos en que el terreno regresa a un punto de estabilidad y no se generan movimientos mayores, dichos agrietamientos son rellenados de forma natural y relativamente rápida, en términos geológicos, por procesos erosivo-acumulativos, de material proveniente de las partes alta de la ladera.



**Imagen V.9. Agrietamiento o corona de deslizamiento o flujo., identificado en la carretera hacia Pahuatlán-San Pablito**

Para el municipio de Pahuatlán se definieron tres zonas de susceptibilidad a agrietamientos (**MAPA V.1.9. PELIGRO AGRIETAMIENTOS**):

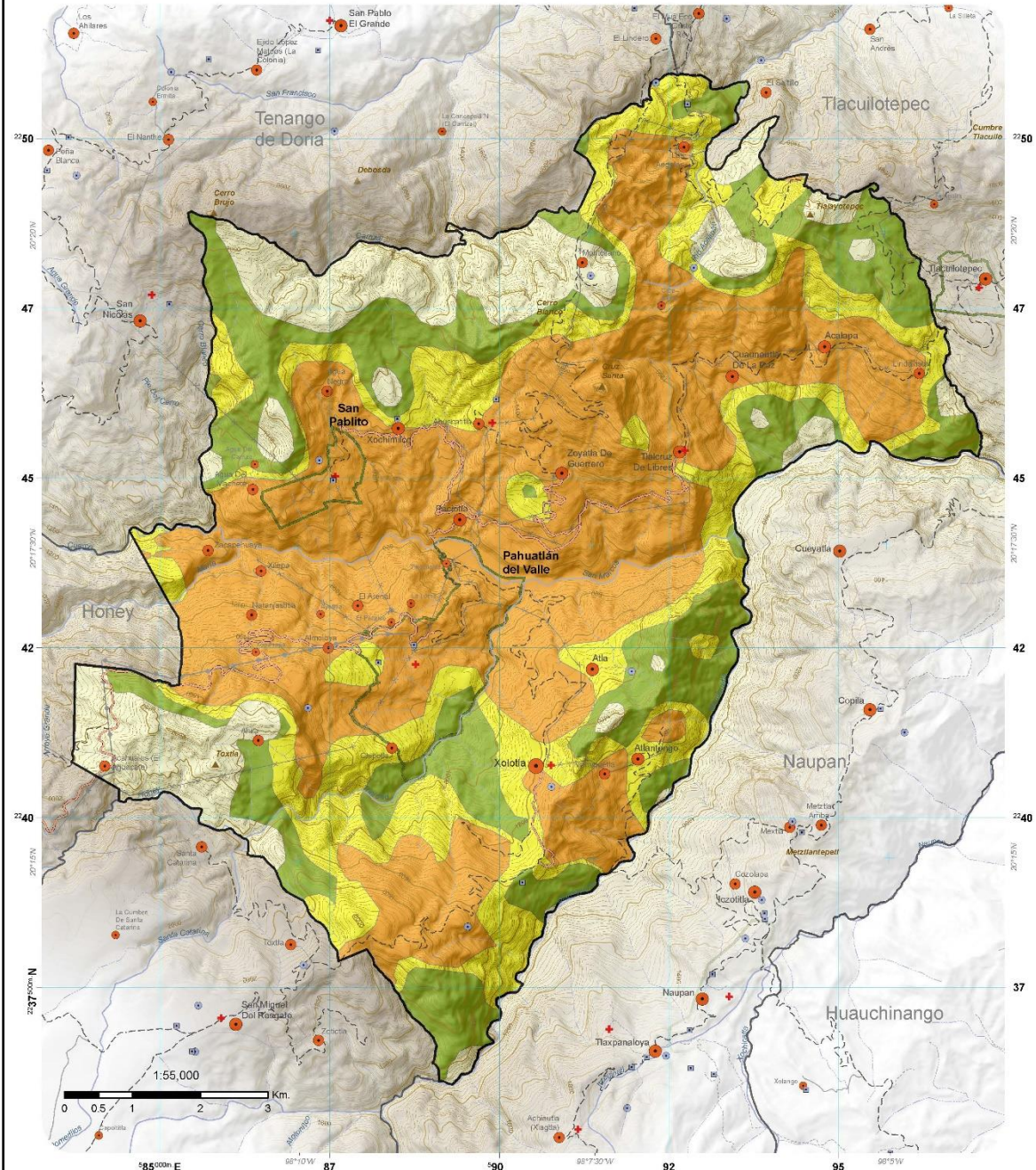
- **Peligro ALTO:** La zona de alta susceptibilidad abarca alrededor de 46 km<sup>2</sup>, poco más de 47% de la superficie municipal; se distribuye espacialmente en la porción central del territorio municipal y en grandes franjas al sur. La mayoría de las localidades se asientan en zonas de alta susceptibilidad a agrietamientos, entre las que destacan San Pablito, Xochimilco, Zoyatla, Tlalacruz de Libres, Cuauneutla y la cabecera municipal.



- **Peligro MEDIO:** Con respecto a las zonas de susceptibilidad media, están cubren aproximadamente 20km<sup>2</sup>, poco menos del 21% de la superficie de Pahuatlán; rodean a las zonas de mayor susceptibilidad en franjas delgadas, de transición, con áreas de mayor



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.1.9. Peligro por agrietamientos

- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán (thick black line), Límite municipal (dashed line)
  - Asentamiento humano:** Población total (circles of varying sizes and colors: 10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-56206)
  - Representación del relieve:** Área urbana (green square), Barranca (brown triangle), Cerro (brown triangle), Curva nivel mancha (shaded area), Curva nivel auxiliar (Escala 1:100m) (dashed line)
  - Rasgos hidrográficos:** Corriente de agua permanente (blue line), Corriente de agua intermitente (dashed blue line)
  - Líneas de conducción:** Alcantarilla (dashed line), Tuberías (solid line)
  - Vías de comunicación:** Carretera (solid line), Terrestre (dashed line), Brea (dotted line), Veda (dashed line)
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica (red cross), Tanque de agua (blue square), Marzanal (blue circle)

- Simbología Temática**
- Peligro:**
    - Alto:** Zona de alta susceptibilidad a agrietamientos del terreno, con evidencias claras y expresiones en el modelado del relieve, con magnitud alta (orange)
    - Medio:** Zona de susceptibilidad media a agrietamientos del terreno, con evidencias y expresiones en el terreno variables y de impacto puntual (yellow)
    - Bajo:** Zona de baja susceptibilidad a agrietamientos del terreno, con evidencias mínimas, pocas expresiones en el terreno y de baja magnitud (green)
    - No Aplica** (white)

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA  
R/C: 18/000000-00  
C/ESTADO: PUEBLA  
C/CIUDAD: PAHUATLÁN  
TEL: 01-985-101-10-10 FAX: 01-985-101-10-10



extensión en el sur. Algunas localidades asentadas en este grado de peligro por agrietamiento son Ahuacatitla, Chipotla, Los Ángeles y Lindavista.

- **Peligro BAJO:** Finalmente, las zonas de susceptibilidad baja a agrietamientos se identificaron en la periferia del municipio y en algunas zonas en el sur del municipio, a pocos kilómetros de la cabecera municipal. En total, cubren poco más de 18km<sup>2</sup>, es decir alrededor del 19% de superficie municipal. Pocas son las localidades asentadas en estas zonas, por ejemplo Ahila y Agua del Carrizo.

## V.2. RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO.

### V.2.1. ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS

Las temperaturas tanto máximas como mínimas extremas (ver apartado V.2.3. Heladas para el análisis de las temperaturas mínimas) son fenómenos de carácter regional que dependen del sistema climático definido por variables como la orografía, la altitud, la vegetación e incluso con la cercanía de las aguas oceánicas. Así, para representar cartográficamente estos fenómenos se consideró el análisis regional de los datos de temperaturas máximas extremas de 42 estaciones meteorológicas (**Tabla V.2**), que rodean al municipio de Pahuatlán, dependiendo por lo tanto de los datos estadísticos que se han obtenido en un promedio de 40 años en estas estaciones meteorológicas.

**Tabla V.2. Valores de temperaturas máximas extremas de las 42 estaciones que rodean al municipio de Pahuatlán, Hidalgo.**

| CLAVE DE LA ESTACIÓN | TEMPERATURA MÁXIMA | CLAVE DE LA ESTACIÓN | TEMPERATURA MÁXIMA |       |      |
|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------|------|
| 1                    | 13031              | 23.2                 | 22                 | 21127 | 30.1 |
| 2                    | 13033              | 21.9                 | 23                 | 21135 | 30.5 |
| 3                    | 13034              | 22.5                 | 24                 | 21142 | 32.0 |
| 4                    | 13059              | 23.0                 | 25                 | 21147 | 29.9 |
| 5                    | 13061              | 22.7                 | 26                 | 21174 | 30.6 |
| 6                    | 13079              | 23.1                 | 27                 | 21185 | 30.4 |
| 7                    | 13082              | 21.1                 | 28                 | 21190 | 17.6 |
| 8                    | 13094              | 23.0                 | 29                 | 21204 | 21.4 |
| 9                    | 13095              | 22.3                 | 30                 | 21210 | 22.5 |
| 10                   | 13099              | 28.7                 | 31                 | 21215 | 25.9 |
| 11                   | 13144              | 25.3                 | 32                 | 21218 | 27.6 |
| 12                   | 21006              | 20.9                 | 33                 | 30067 | 18.1 |
| 13                   | 21014              | 26.0                 | 34                 | 30106 | 26.6 |
| 14                   | 21036              | 23.1                 | 35                 | 30132 | 25.1 |
| 15                   | 21042              | 29.4                 | 36                 | 30134 | 27.4 |
| 16                   | 21044              | 21.1                 | 37                 | 30154 | 25.7 |
| 17                   | 21057              | 22.5                 | 38                 | 30173 | 24.3 |
| 18                   | 21066              | 30.5                 | 39                 | 30351 | 22.4 |
| 19                   | 21085              | 29.3                 | 40                 | 30355 | 29.6 |
| 20                   | 21097              | 20.4                 | 41                 | 30359 | 29.7 |
| 21                   | 21107              | 30.1                 | 42                 | 30365 | 22.5 |

Los datos de temperaturas máximas fueron clasificados según la **tabla V.3** para establecer el grado de peligro al que la población de Pahuatlán se encuentra expuesta y posteriormente, para cartografiarlo, se interpolaron en un sistema de información geográfica los puntos de las estaciones meteorológicas, obteniendo con la distribución de las temperaturas máximas en el municipio.

**Tabla V.3. RANGO DE CLASIFICACIÓN PARA TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS**

| Temperaturas | GRADO DE PELIGRO | Designación                   | Vulnerabilidad   |
|--------------|------------------|-------------------------------|--|
| < 28         | MUY BAJA         |                               |  |
| 28 a 31°C    | BAJA             | Incomodidad                   | La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.   |
| 31.1-33°C    | MEDIA            | Incomodidad extrema           | La deshidratación se torna evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades. |
| 33.1-35°C    | ALTA             | Condición de estrés           | Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.                                    |
| > 35°C       | MUY ALTA         | Límite superior de tolerancia | Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.  |

Considerando la clasificación señalada y la interpolación de los puntos que representan las estaciones meteorológicas se definieron las siguientes intensidades de peligros por temperaturas máximas extremas en Pahuatlán (**MAPA V.2.1. PELIGRO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS**)

- **Peligro BAJO:** Abarca prácticamente la totalidad del municipio, más del 95% de superficie, localizándose en esta zona las localidades urbanas, San Pablito y la Cabecera Municipal. Por lo tanto, en esta zona las temperaturas oscilan entre los 28 y 31°C, rango de temperaturas en los cuales la evapotranspiración de los seres vivos se incrementa y aumentan dolores de cabeza en humanos.
- **Peligro MEDIO:** Menos del 5% de superficie es cubierta por este grado de peligro, se localiza al suroeste del municipio y se caracteriza por presentar temperaturas entre 31.1 y 33°C, en las cuales la deshidratación se torna evidente y las tolveneras (en el caso de espacios en la erosión es muy evidente y los materiales litológicos no se encuentran consolidados) y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose principalmente en ciudades.

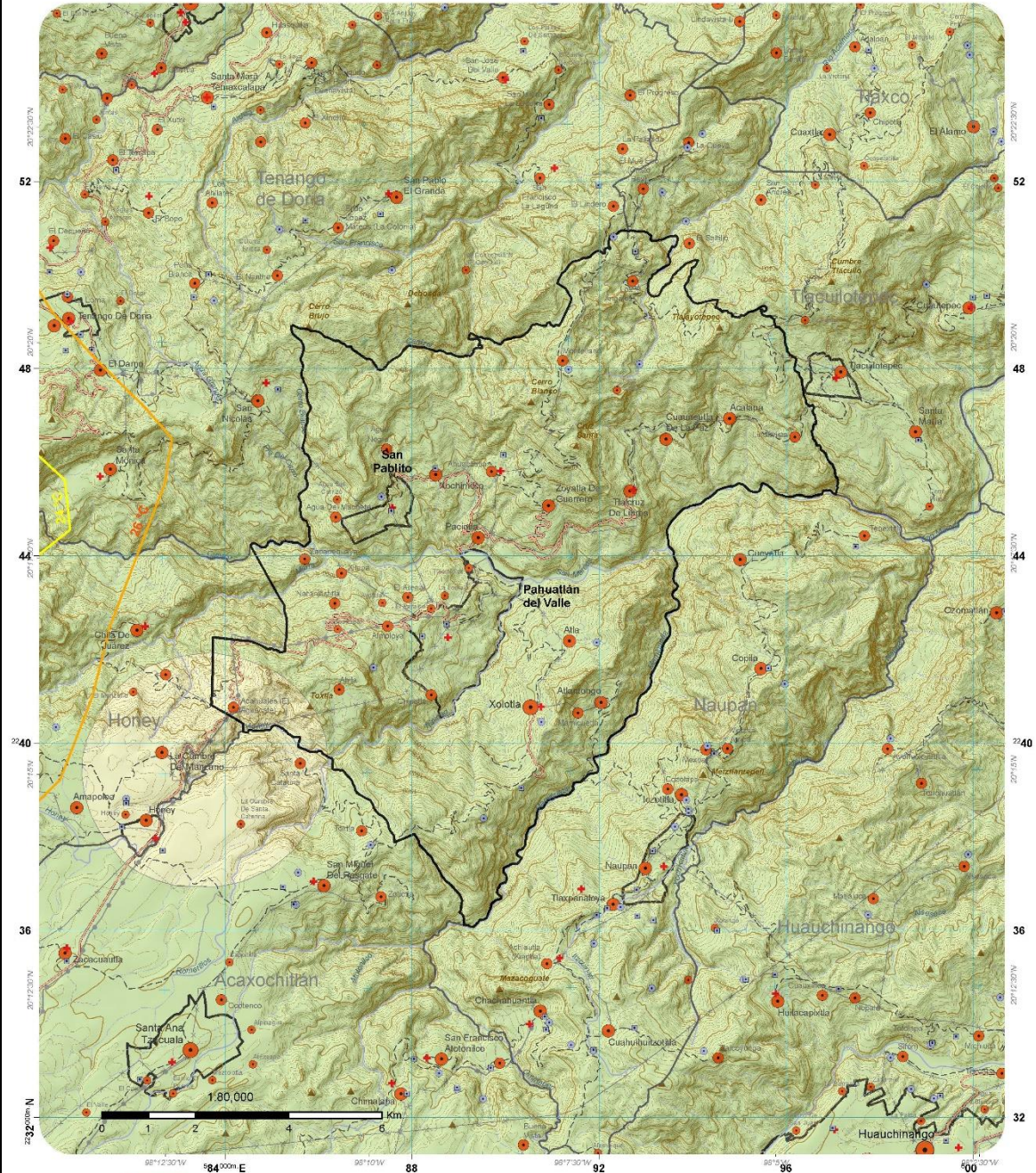
#### A. PERIODOS DE RETORNO

El Periodo de Retorno ( $T_r$ ) de cualquier evento extremo (temperaturas máximas extremas, huracanes, entre otros), se define como el número de años que en promedio, podría ser igualado o excedido dicho evento extremo, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento.

Para el caso de temperaturas máximas extremas se obtuvieron mediante el método de Gumbel, periodos de retorno de 5, 10, 20, 50 y 100 años. Los datos obtenidos, temperaturas máximas esperadas en cada periodo, fueron asociados a las estaciones meteorológicas que circundan al municipio e interpolados para cartografiar los posibles escenarios de expresión espacial ante temperaturas máximas de Pahuatlán, utilizando isotermas para delimitar los posibles límites de temperaturas (**MAPA V.2.1A. PERIODOS DE RETORNOS PARA TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS**).

Así, la temperatura máxima esperada para los cinco periodos de retorno analizados, en el caso del municipio de Pahuatlán, se espera que no supere los 18°C en la mayor superficie del municipio en una periodo de 5 años, disminuyendo su distribución en dirección sureste, y por lo tanto aumentando la temperatura de forma gradual en los periodos de 10, 20 y 50 años, alcanzando hasta los 24°C en un periodo de 100 años.

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.1. Peligro por temperaturas máximas extremas



**Símbolos convencionales**

- Límites**
  - Límite Pahuatlán
  - Límite municipal
- Asentamiento humano**
  - Posición local
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2551 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Área urbana
- Representación del relieve**
  - ▲ Cerro
  - Curva nivel maestra
  - Curva nivel auxiliar (Escala de 10m)
- Raigos hidrográficos**
  - Concreto de agua permanente
  - Concreto de agua intermitente
- Lineas de conducción**
  - Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
  - Carreteras
  - Terrestres
  - Enebra
  - Veredas
- Infraestructura y eqpto.**
  - Clínica
  - Tanque de agua
  - Manantial

**Simbología Temática**

- Isotermas**
  - Temperatura máxima media anual. Isoterma: 24°C
  - Temperatura máxima media anual. Isoterma: 26°C
- Peligro**
  - Medio: 28°C - 31°C
  - Bajo: <28°C

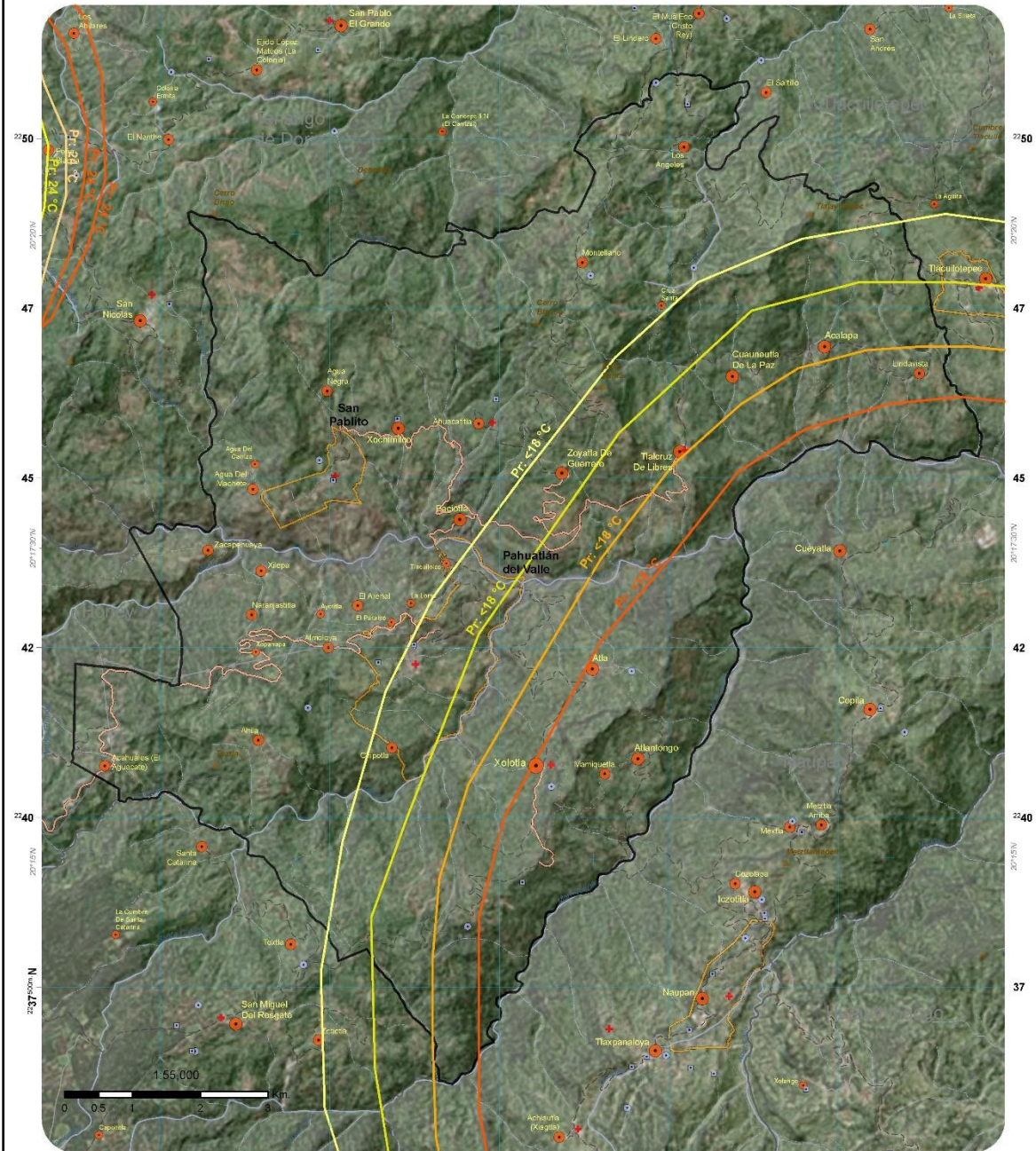


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Eliipsoid: Goidón  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 30/09/2003



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.1a. Períodos de retorno para temperaturas máximas extremas



- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-56206), Área urbana
  - Representación del relieve:** Barranca, Cerro
  - Rasgos hidrográficos:** Cuenca de agua corriente, Cuenca de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Eléctrica, Telefónica
  - Vías de comunicación:** Carretera, Terrestre, Vereda
  - Infraestructura y eqpto.:** Cisterna, Tanque de agua, Manantial

- Simbología Temática**
- Periodos de retorno**
- Pr: 10 años; temperatura esperada: <math><18^{\circ}</math>
  - Pr: 10 años; temperatura esperada:  $24^{\circ}\text{C}$
  - Pr: 20 años; temperatura esperada: <math><18^{\circ}</math>
  - Pr: 20 años; temperatura esperada:  $24^{\circ}\text{C}$
  - Pr: 50 años; temperatura esperada: <math><18^{\circ}</math>
  - Pr: 50 años; temperatura esperada:  $24^{\circ}\text{C}$
  - Pr: 100 años; temperatura esperada: <math><18^{\circ}</math>
  - Pr: 100 años; temperatura esperada:  $24^{\circ}\text{C}$

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyecto y Construcción SA GA

Declinación magnética:  $4^{\circ}39' \text{E}$   
Variación anual:  $7.5' \text{W}$   
Fecha calculada: 31/05/2013

## V.2.2. SEQUÍAS

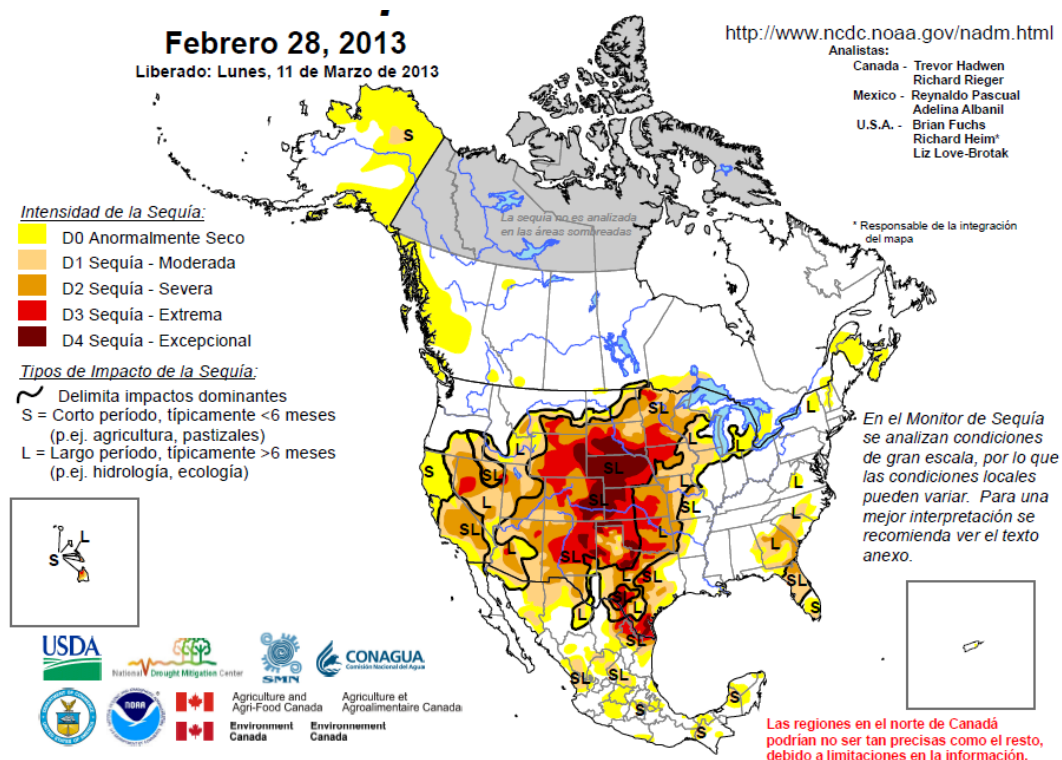
La sequía, definida por la Asociación Meteorológica de América, es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad. Su magnitud, duración y severidad se consideran relativos ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas.

Este fenómeno se ve afectado por condiciones tanto globales (regionales) como locales, en esta sección se analizarán ambos caracteres de la sequía y su relación al entorno del municipio de Pahuatlán.

### A. CONDICIONES REGIONALES

El Monitor de Sequía de América del Norte, es un esfuerzo de cooperación entre expertos de Canadá, México y Estados Unidos y está enfocado a monitorear la sequía en el sector de América del Norte. El programa se inició en abril de 2002 y forma parte de un amplio proyecto, cuyo principal objetivo es el monitoreo de eventos climáticos extremos sobre el territorio de los tres países.

En la **figura V.5** podemos apreciar las condiciones de sequía para febrero del 2013 (se eligió el mes de febrero ya que la estación meteorológica más relevante al municipio indica a este mes como el más seco del año, ver **tabla V.4**). Se pueden consultar datos de otros meses y años en esta página web: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/nadm-maps.php>, donde se observa que el extremo norte del estado de Puebla, se localiza fuera de cualquier zona con presencia de sequía, sin embargo se encuentra relativamente cerca de un área D0 (Anormalmente seco) la cual es una condición de sequedad, no es propiamente un tipo de sequía.



**Figura V.5. Monitor de Sequía de América del Norte, febrero del 2013**

**Tabla V.4. Clasificación climatológica y datos normales para la estación más cercana.**

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Estación: Tenango de Doria   |                       |
| Clima: Cb(fm)(i)gw"  |                       |
| Clima templado con verano fresco largo, lluvia invernal hasta 18%, temperatura anual isotermal, marcha de temperatura anual tipo Ganges, presenta canícula en agosto |                       |
| Mes mas lluvioso   | Septiembre (312.3 mm) |
| Mes mas seco   | Febrero (53.6 mm)     |
| Mes mas cálido   | Mayo (19.2 °C)        |
| Mes mas frio   | Enero (14.2 °C)       |
| Precipitación anual total  | 1734.7 mm             |
| Temperatura media anual  | 17 °C                 |
| Índice de Lang   | 102                   |

### B. CONDICIONES LOCALES

Las condiciones propias al municipio pueden ser inferidas a partir de los datos obtenidos de estaciones meteorológicas, se consultaron las estaciones registradas en CONAGUA, de las cuales destacamos la más cercana al municipio; “Tenango de Doria” situada 10 km al noroeste de la cabecera municipal (**Tabla V.4**), la cual presenta una precipitación anual de más de 1,700 mm y un índice de Lang (aridez) de 102, lo cual la coloca en la categoría de climas muy húmedos, poco susceptibles a la sequía.

Evidencia de lo anterior es el cálculo del índice de severidad de sequía (IS) recomendado en la guía de estandarización (SEDATU, 2013), con la siguiente formula:

$$IS = \sum y[y < x] + \sum x[x > y] / \sum x[x > y]$$

Donde “y” son los valores de precipitación mensual del año analizado y “x” son los valores de precipitación normal en el periodo 1951-2010. El índice de severidad se clasifica en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2)

Para el caso de la estación “Tenango de Doria” en el año 2011 se obtiene un valor IS de -0.59, el cual se cataloga como sequía ausente.

Así mismo, se realizó un análisis más exhaustivo de las condiciones físicas particulares a Pahuatlán, que pueden promover la ocurrencia de sequía, dicho análisis toma en cuenta una zona de influencia de 10 km a la redonda del municipio, donde se aplica la siguiente formula:

$$P_{sec} = \frac{PTL + PCL + S}{3} + L_p$$

Considerando:

$$PTL = \frac{R_s + CTI}{2} \quad \text{y} \quad PCL = \frac{T_{max} + P_{min}}{2}$$



Donde:

Psec: Peligro por sequía, con valore entre 1 y 5 que corresponden a un menor o mayor peligro.

PTL: Predisposición topográfica local a la sequía.

PCL: Predisposición climática local a la sequía.

Rt: Radiación solar anual total, clasificada en quintiles. La relación a la sequía es recta; los valores de radiación bajos contribuyen a un peligro bajo.

CTI: Índice topográfico compuesto (humedad topográfica; el CTI se calcula como el  $\ln(a/\tan(b))$  donde "a" es el área de contribución hidrológica y "b" es la pendiente expresada en radianes), clasificado en quintiles. Con relación a la sequía inversa; valores bajos de CTI promueven un peligro alto.

Tmax: Temperatura máxima del mes más cálido, dividida en quintiles. Relación directa a la sequía; valores altos en temperatura favorecen un peligro alto.

Pmin: Precipitación mínima del cuarto anual más seco, distribuida en quintiles. Relación inversa a la sequía; una menor precipitación propicia un mayor peligro.

S: Susceptibilidad a la sequía por tipo de suelo, con valores entre 1 y 5 que equivalen a una menor a mayor susceptibilidad, dependiente de la profundidad y textura de suelo.

Lp: Peso según índice de Lang (el índice de aridez de Lang corresponde a la relación de la precipitación anual total entre la temperatura media anual), ajuste a las condiciones locales según el contexto climatológico regional, correspondiendo al tipo de clima expresado en la **tabla V.5**.

**Tabla V.5. Clasificación de clima según régimen de humedad**

| Clima       | Índice Lang | Peso asignado |
|-------------|-------------|---------------|
| Arido       | < 22.9      | 1             |
| Semiarido   | 22.9-43.2   | 1             |
| Subhmedo    | 43.2-55.3   | 0             |
| Humedo      | 55.3-100    | 0             |
| Muy humedo  | 100-160     | -1            |
| Hiperhumedo | > 160       | -2            |

El resultado de este análisis se presenta en el **MAPA V.2.2. PELIGRO POR SEQUIAS**; se puede apreciar que el municipio contiene dos categorías de **peligro: muy bajo** y **bajo**.

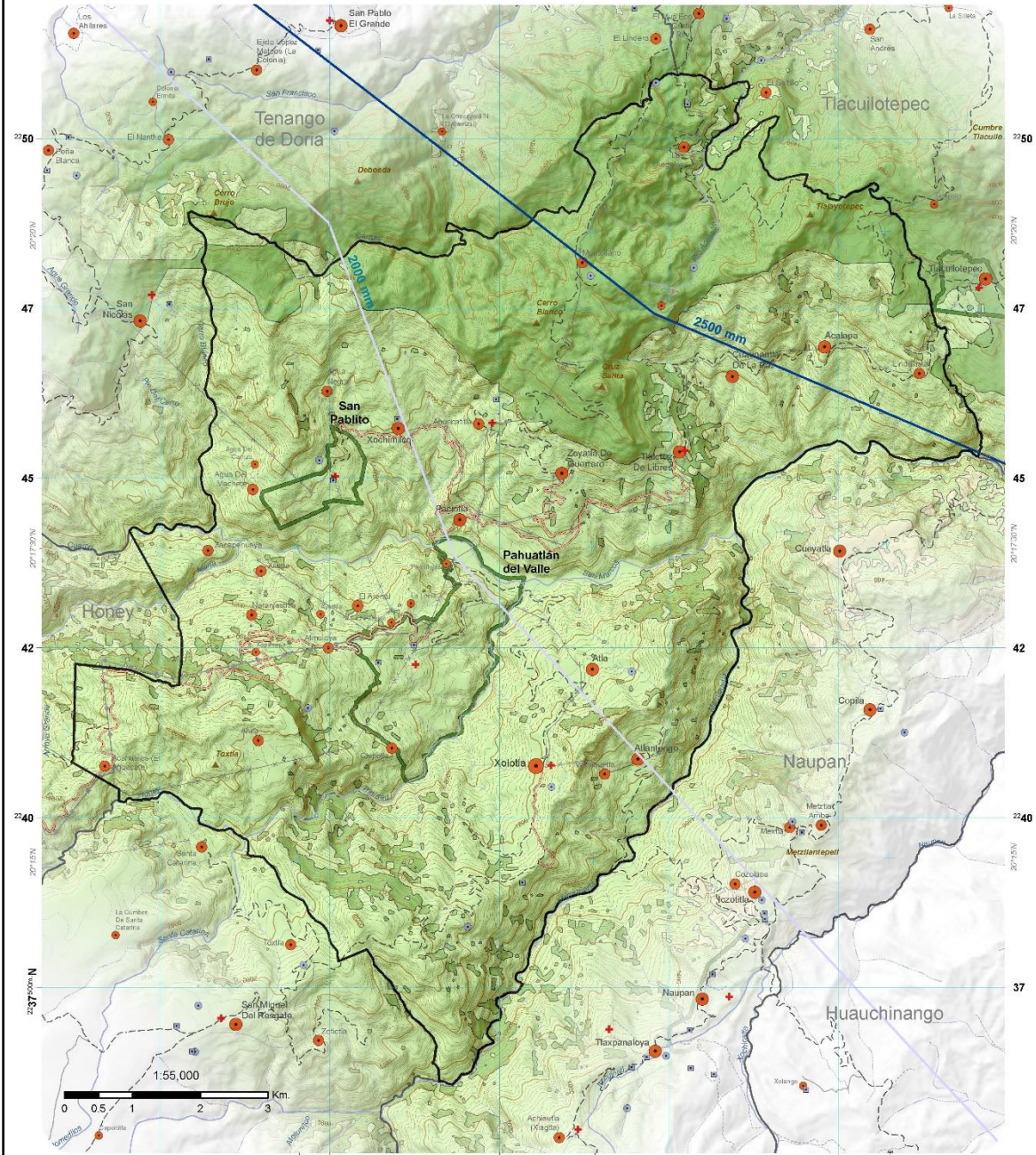
- **Peligro MUY BAJO:** El peligro muy bajo se distribuye principalmente en el extremo norte del municipio, donde la precipitación en el cuarto anual más seco es mayor (140 a 200 mm) y la temperatura media del mes más cálido oscila entre 21.2 y 24.6 °C.

Los pequeños parches de peligro muy bajo que se distribuyen en el centro y sur del municipio, se deben a la orientación de ladera (norte) que implica una menor incidencia de radiación solar y por tanto una mayor presencia de humedad.



- **Peligro BAJO:** En el resto de la extensión de Pahuatlán predomina el peligro bajo, que exhibe una precipitación en el cuarto anual más seco de aproximadamente 120 mm y una temperatura media del mes más cálido entre 28 y 32.3 °C.

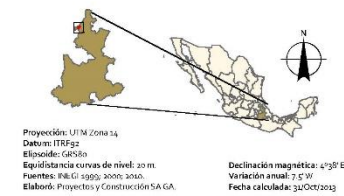
## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.2. Peligro por sequías

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Representación del relieve**
    - Área urbana
    - Barranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Ecuilistas 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Contenido de agua permanente
    - Contenido de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - eléctrica
    - Teléfonos
  - Vías de comunicación**
    - Carreres
    - Tenacista
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Ciénaga
    - Tanque de agua
    - Mantente

- Simbología Temática**
- Isoyetas**
    - Precipitación media anual. Isoyeta: 2000mm
    - Precipitación media anual. Isoyeta: 2500mm
  - Peligrosidad**
    - Medio: Temperatura media del mes más cálido entre 28 y 32.3 °C. Precipitación en el cuarto anual más seco alrededor de 120 mm. Laderas con mayor exposición a radiación solar.
    - Bajo: Temperatura media del mes más cálido entre 28 y 32.3 °C. Precipitación en el cuarto anual más seco alrededor de 120 mm.
    - Muy bajo: Temperatura media del mes más cálido entre 21.2 y 24.6 °C. Precipitación en el cuarto anual más seco entre 140 y 200 mm.



De esta manera se concluye que, en general, el peligro por sequía en el municipio de Pahuatlán es bajo, debido al tipo de clima predominante (muy húmedo) que implica una cantidad de lluvia considerable (1,700 mm anuales). Aun así se deben considerar eventos de condiciones de sequedad, principalmente en laderas con orientación sur y pendientes fuertes.

### V.2.3. HELADAS

Las heladas representan un fenómeno de carácter climático y son en esencia un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua, esto provoca que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Una helada, por lo tanto, ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un lapso mayor a ocho horas.

La Organización Meteorológica Mundial habla de helada en el suelo, en referencia a diversos tipos de cobertura de hielo sobre el suelo, producidas por la deposición directa del vapor de agua, tenemos así que se tienen los siguientes tipos de heladas:

- **La helada por radiación.** Se debe a un enfriamiento progresivo e intenso del suelo, por radiación de su calor, produciéndose mayormente en las noches de cielo despejado. La humedad atmosférica, que puede ser relativamente cálida y seca, se condensa sobre las superficies sólidas en forma de rocío o congelándose, si se halla a menos de 0 °C. Este tipo de helada es frecuente en zonas templadas y subtropicales. Se conoce normalmente como escarcha.
- **Helada por advección.** La helada por advección es ocasionada por la invasión de una corriente o masa de aire frío con temperatura inferior a 0 °C. La acción del aire frío, generalmente procedente de las regiones polares, puede ser continua y durar por varios días.
- **Helada por evaporación.** La helada por evaporación es debida al transporte de aire húmedo sobre una superficie cuya temperatura es menor o igual a 0 °C. Es un tipo de helada bastante raro.

Este fenómeno, dadas sus características, afecta principalmente a los cultivos, se tiene por lo tanto, dos tipos de heladas según la afectación a cultivos:

- **Helada blanca:** se forman cuando las masas de aire frío son húmedas, por lo que provocan condensación y formación de hielo sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos libremente a la radiación nocturna
- **Helada negra:** se desarrolla cuando el aire del ambiente se encuentra excesivamente seco, no existe condensación ni formación de hielo sobre la superficie. A pesar de ello, los cultivos son dañados y al día siguiente la vegetación presenta una coloración negruzca.

Considerando esta definición, el grado de peligro que se estimó para el municipio de Pahuatlán fue definido a partir del análisis estadístico de los datos de temperaturas mínimas normales de 42 estaciones meteorológicas, en promedio mantienen un registro de 40 años de datos, que rodean al territorio de Pahuatlán.

La **tabla V.6** muestra los valores de temperaturas mínimas normales de las 42 estaciones, en dicha tabla se colocan también las temperaturas medias normales para que sirvan de comparación en la estimación del grado de peligro por heladas.

Destaca que el promedio de las temperaturas mínimas es de 12°C, mismo que contrasta con una temperatura mínima de 3.4°C en la estación 21036, localizada al sur del municipio, sin embargo, ello refleja que las heladas son un peligro con pocas posibilidades de que se presente en Pahuatlán.

**Tabla V.6. Valores de temperaturas mínimas normales de las 42 estaciones que rodean al municipio de Pahuatlán, Hidalgo.**

|    | CLAVE DE LA ESTACIÓN | TEMPERATURA MEDIA | TEMPERATURA MÍNIMA |    | CLAVE DE LA ESTACIÓN | TEMPERATURA MEDIA | TEMPERATURA MÍNIMA |
|----|----------------------|-------------------|--------------------|----|----------------------|-------------------|--------------------|
| 1  | 21036                | 8.8               | 3.5                | 22 | 21204                | 15.3              | 11.4               |
| 2  | 13095                | 8.4               | 5.1                | 23 | 13034                | 15.8              | 11.5               |
| 3  | 30359                | 9.7               | 5.6                | 24 | 21085                | 15.4              | 11.9               |
| 4  | 13033                | 9.6               | 6.1                | 25 | 21044                | 20.7              | 13.1               |
| 5  | 21210                | 9.4               | 6.1                | 26 | 21127                | 16.0              | 14.0               |
| 6  | 13059                | 10.8              | 6.3                | 27 | 21174                | 17.4              | 15.4               |
| 7  | 13079                | 11.0              | 6.6                | 28 | 21142                | 20.9              | 16.5               |
| 8  | 21097                | 10.5              | 7.3                | 29 | 21135                | 18.0              | 16.6               |
| 9  | 13082                | 10.0              | 7.6                | 30 | 21215                | 19.7              | 16.6               |
| 10 | 13094                | 12.4              | 7.6                | 31 | 21057                | 18.2              | 16.7               |
| 11 | 13031                | 10.6              | 7.7                | 32 | 21147                | 20.7              | 17.3               |
| 12 | 30067                | 11.8              | 7.8                | 33 | 21185                | 19.9              | 17.5               |
| 13 | 13099                | 11.6              | 7.9                | 34 | 13144                | 19.4              | 17.6               |
| 14 | 13061                | 12.5              | 8.0                | 35 | 30134                | 20.7              | 18.6               |
| 15 | 21066                | 12.1              | 8.1                | 36 | 21014                | 22.9              | 18.8               |
| 16 | 21107                | 11.9              | 8.3                | 37 | 30173                | 21.0              | 18.9               |
| 17 | 21042                | 12.4              | 8.6                | 38 | 30154                | 21.3              | 19.4               |
| 18 | 21190                | 12.4              | 8.9                | 39 | 30132                | 21.3              | 19.5               |
| 19 | 30365                | 15.0              | 9.5                | 40 | 30351                | 22.0              | 19.6               |
| 20 | 21218                | 14.4              | 9.8                | 41 | 30355                | 21.7              | 19.6               |
| 21 | 21006                | 16.5              | 11.4               | 42 | 30106                | 22.7              | 19.8               |

Para cartografiar el grado de peligro por heladas que se presenta en Pahuatlán, mediante un sistema de información geográfica se interpolaron los puntos que representan las estaciones meteorológicas tomando como base para la interpolación el valor de temperatura mínima normal de cada estación. Fueron usados los siguientes rangos para clasificar el peligro por heladas (**MAPA V.2.3. PELIGRO POR HELADAS**):

- PELIGRO MEDIO: 0° a 6°C.
- PELIGRO BAJO: >6°C.

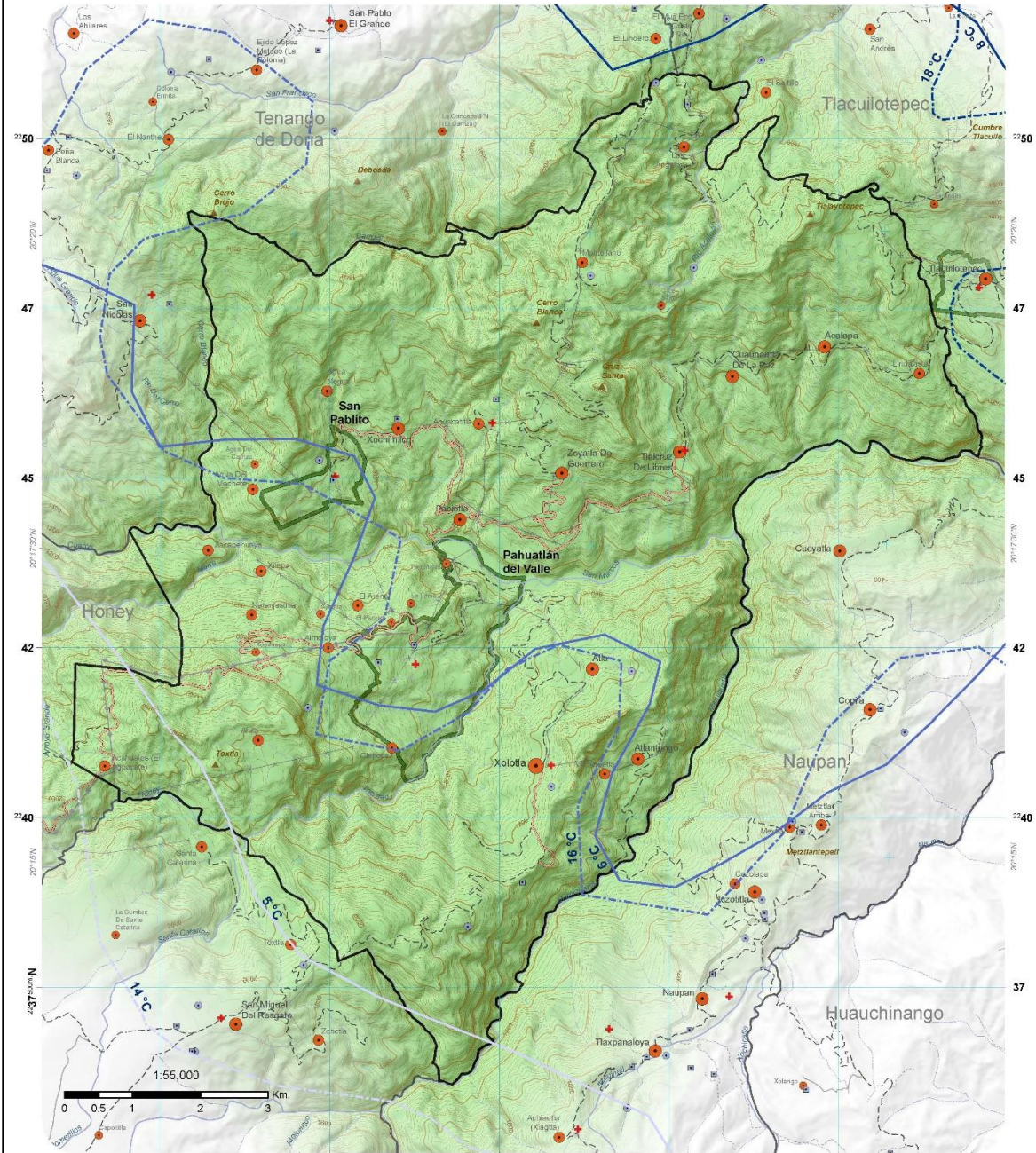
De esta manera se obtuvo para el municipio de Pahuatlán una sola intensidad de **Peligro, BAJO**, dada las temperaturas mínimas normales superiores a los 6°C.



## A. PERIODOS DE RETORNO

Los periodos de retorno para temperaturas mínimas y, por lo tanto, para su potencial de generar heladas, se obtuvieron, también, mediante el método de Gumbel. Fueron calculados periodos de

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.3. Peligro por heladas

**Simbolos convencionales**

- Límites**
  - Límite Pahuatlán
  - Límite municipal
- Asentamiento humano**
  - Población total
  - 0 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2551 - 10000
  - 10001 - 50000
- Representación del relieve**
  - ▲ Barranca
  - ▲ Cerro
  - Cueva rímel esillar (Equisdistantes 10m)
- Rasgos hidrográficos**
  - Corriente de agua permanente
  - Corriente de agua intermitente
- Líneas de conducción**
  - Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
  - Carreteras
  - Terracerías
  - Brecha
  - Veredas
- Infraestructura y eqpto.**
  - Clínica
  - Tanque de agua
  - Manantial

**Simbología Temática**

- Isotermas mínimas**
  - Temperatura mínima media anual. Isoterma: 5°C
  - Temperatura mínima media anual. Isoterma: 6°C
  - Temperatura mínima media anual. Isoterma: 8°C
- Isotermas medias**
  - Temperatura media anual. Isoterma: 14°C
  - Temperatura media anual. Isoterma: 16°C
  - Temperatura media anual. Isoterma: 18°C
- Temperatura**
  - >6°C



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: Goidó  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/03/2013



retorno de 5, 10, 20, 50 y 100 años. Estos datos, temperaturas mínimas esperadas en cada periodo, se asociaron a los puntos que representan las estaciones meteorológicas localizadas alrededor del municipio y posteriormente interpolados para cartografiar los posibles escenarios de expresión espacial ante temperaturas mínimas de Pahuatlán, se utilizaron así, las isotermas probables para delimitar los posibles límites de temperaturas.

La temperatura mínima, en un periodo promedio de 5 años se espera que no sea inferior los 6°C en la mayor superficie del municipio, misma que corresponde con el centro y noroeste del territorio municipal; disminuyendo su distribución en dirección sureste, y por lo tanto aumentando la temperatura de forma gradual en los periodos de 10, 20 y 50 años, alcanzando hasta los 10°C como temperatura mínima en un periodo de 100 años (**MAPA V.2.3A. PERIODOS DE RETORNO PARA HELADAS**).

#### V.2.4. TORMENTAS DE GRANIZO

El granizo consiste en gotas de agua sobre-enfriadas que se congelan y que por acción del viento pueden regresar a la nube y crecer en tamaño, debido a más gotas aún más frías que se le adhieren. Se habla de tormenta de granizo o granizada cuando el granizo que cae es abundante, pudiendo causar graves daños en cosechas, bienes materiales (coches, tejados, techos de lámina, entre otros) e incluso en seres vivos.

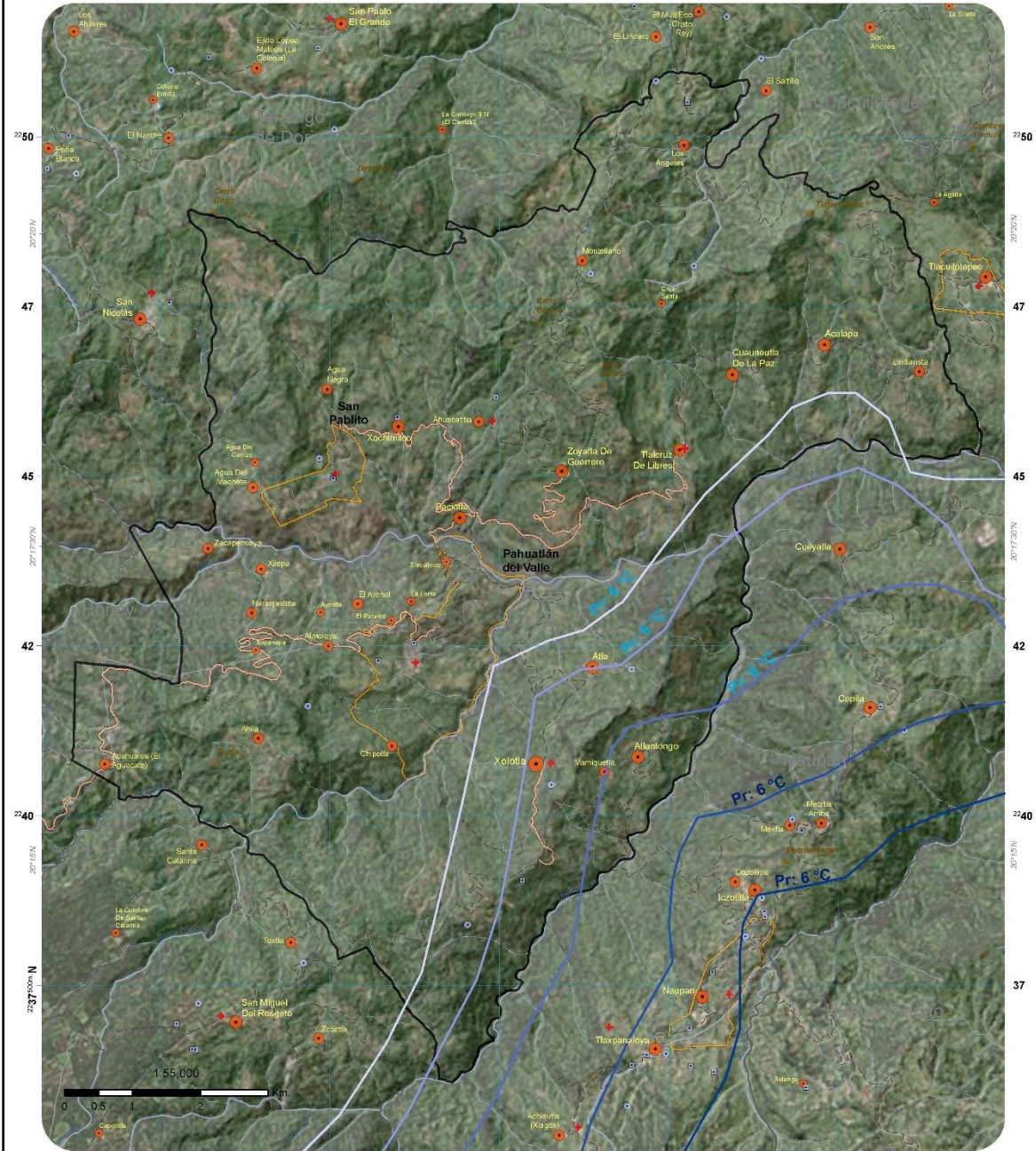
El Servicio Meteorológico Nacional, a través de las estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio mexicano, registra los días de granizadas que promedio se presentan en un año, así, a partir de estos datos (**Tabla V.7**), se cartografiaron las zonas con granizadas en Pahuatlán.

**Tabla V.7. Días de granizadas en 42 estaciones que rodean al municipio de Pahuatlán, Hidalgo.**

| CLAVE DE LA ESTACIÓN | GRANIZADAS | CLAVE DE LA ESTACIÓN | GRANIZADAS |
|----------------------|------------|----------------------|------------|
| 1                    | 13144      | 22                   | 13034      |
| 2                    | 21097      | 23                   | 30106      |
| 3                    | 21185      | 24                   | 21142      |
| 4                    | 21044      | 25                   | 21036      |
| 5                    | 21204      | 26                   | 21006      |
| 6                    | 21218      | 27                   | 30154      |
| 7                    | 13079      | 28                   | 21215      |
| 8                    | 30359      | 29                   | 30132      |
| 9                    | 21085      | 30                   | 30173      |
| 10                   | 13099      | 31                   | 13095      |
| 11                   | 13031      | 32                   | 21107      |
| 12                   | 21014      | 33                   | 13061      |
| 13                   | 13082      | 34                   | 21042      |
| 14                   | 21190      | 35                   | 21135      |
| 15                   | 21210      | 36                   | 21174      |
| 16                   | 30351      | 37                   | 13059      |
| 17                   | 13033      | 38                   | 30134      |
| 18                   | 30355      | 39                   | 30365      |
| 19                   | 13094      | 40                   | 21127      |
| 20                   | 21066      | 41                   | 21057      |
| 21                   | 21147      | 42                   | 30067      |



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



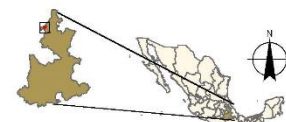
Mapa V.2.3a. Períodos de retorno para heladas

### Simbología Temática

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 1000
    - 1001 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
    - Área urbana
  - Representación del relieve**
    - ▲ Cerro
  - Rasgos hidrográficos**
    - Corriente de agua permanente
    - Corriente de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carreteras
    - Terrestre
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Cisterna
    - Tanque de agua
    - Manantial

### Periodos de retorno

- Pr: 5 años: temperatura esperada: 6°C.
- Pr: 10 años: temperatura esperada: 6°C.
- Pr: 20 años: temperatura esperada: 6°C.
- Pr: 50 años: temperatura esperada: 6°C.
- Pr: 100 años: temperatura esperada: 6°C.



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elipsoid: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyecto y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013



- Intensidad baja: 0-3 días al año de granizadas.
- Intensidad media: 3-8 días al año de granizadas.
- Intensidad alta: 8-13 días al año de granizadas.
- Intensidad muy alta: >13 días al año de granizadas.

De esta manera, se obtuvieron las siguientes zonas de peligro por granizadas en Pahuatlán (**MAPA V.2.4. DE PELIGRO PARA GRANIZADAS**):

- **PELIGRO MEDIO:** Cubre el 90% de superficie municipal; se presentan menos de 8 días de granizadas al año, pero más de 3. Tanto la cabecera municipal, como San Pablito, se localizan en esta zona.
- **PELIGRO ALTO:** El 10% de este grado de peligro se distribuye en la zona suroeste de Pahuatlán. El número de días en los cuales se presentan granizadas es de entre 8 y 13.

### V.2.5. TORMENTAS DE NIEVE

Se clasifica a las tormentas de nieve o nevadas dependiendo de la tasa de caída de nieve, la visibilidad y el viento.

- **Nevada débil:** Cantidades inferiores a medio centímetro de espesor por hora y la visibilidad es superior a un kilómetro. Si la nevada es breve entonces se trata de una nevisca.
- **Nevada moderada:** Cae de 0.5 a 4 centímetros por hora y una visibilidad que fluctúa entre 500 y 1000 metros.
- **Nevada fuerte:** Cae más de 4 centímetros por hora y la visibilidad es inferior a 500 metros. Si se presentan vientos sostenidos superiores a 55 km/h (35 mph) se le considera una tormenta invernal.
- **Nevada severa:** Cae más de 7 centímetros por hora, la visibilidad es inferior a 100 metros y los vientos sostenidos superan los 70 km/h (45 mph).

De acuerdo a esta clasificación, este **peligro NO APLICA** en Pahuatlán, sumadas las siguientes condiciones geográficas:

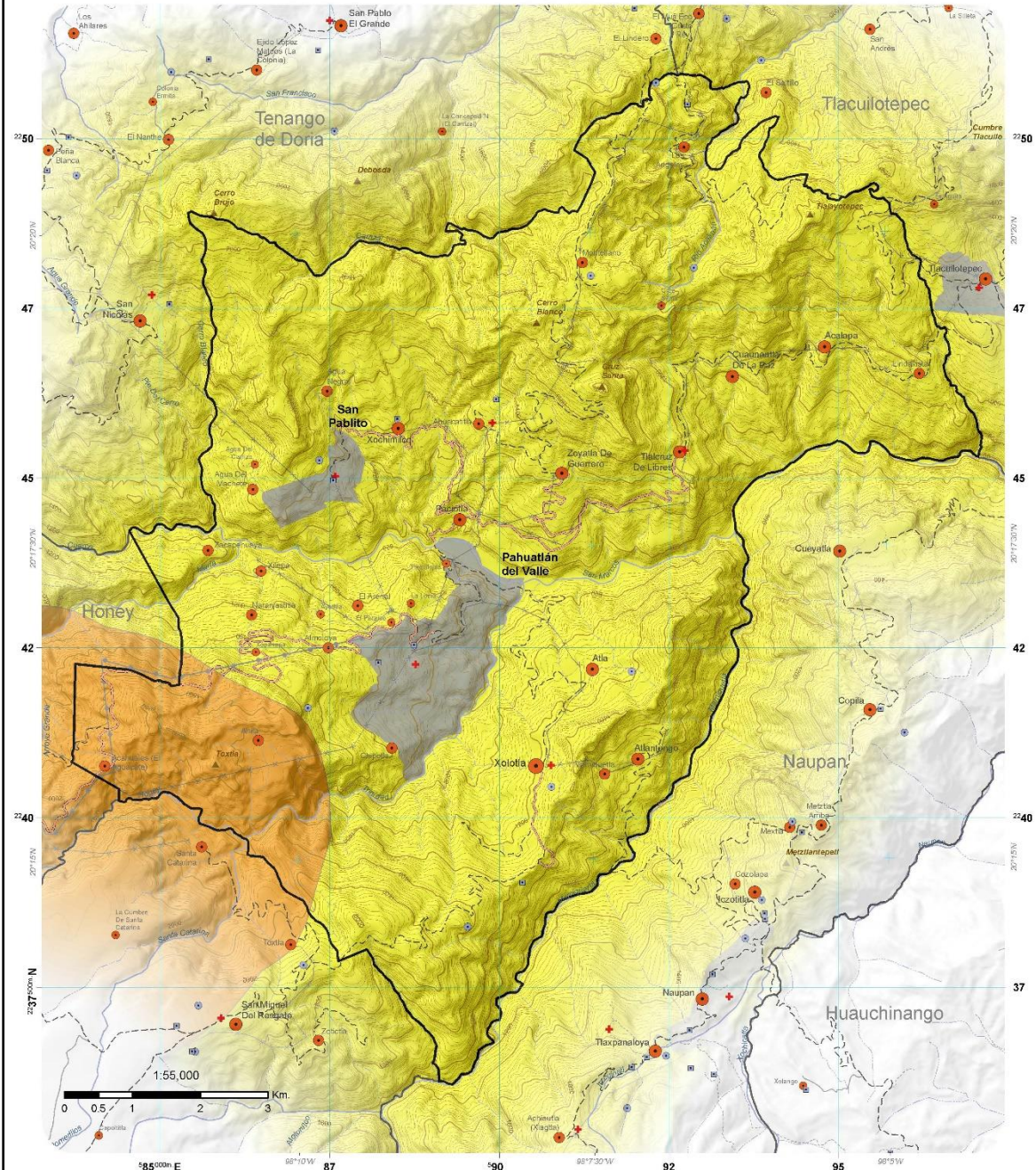
- El municipio se localiza en la zona intertropical (entre los paralelos de 23°27' tanto al norte como al sur), a una latitud norte entre 20°13' y los 20°21'.
- El clima que presenta, templado húmedo con lluvias todo el año, con temperaturas media del mes más caliente entre 6.5 y 22 °C.

### V.2.6. CICLONES TROPICALES

Organización Meteorológica Mundial define a los ciclones tropicales como sistemas con centros de baja presión de circulación organizada con un centro de aire tibio que se desarrolla en aguas tropicales y algunas veces aguas subtropicales.

Dependiendo de la magnitud de los vientos sostenidos en la superficie, los sistemas ciclónicos se clasifican como perturbación tropical, depresión tropical, tormenta tropical (ondas tropicales) y ciclón o huracán. Su periodo de mayor incidencia en México se presenta durante los meses de junio a octubre.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.4. Peligro por granizadas



**Simbolos convencionales**

- Límites**
  - Límite Pahuatlán
  - Límite municipal
- Asentamiento humano**
  - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Área urbana
- Representación del relieve**
  - ▲ Barranca
  - ▲ Cerro
  - Curva nivel maestro
  - Curva nivel auxiliar (Equisistema 10m)
- Rasgos hidrográficos**
  - Contorno de agua permeable
  - Contorno de agua impermeable
- Líneas de conducción**
  - Eléctrica
- Vías de comunicación**
  - Carretera
  - Terracería
  - Derecha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
  - ✚ Cisterna
  - ⊠ Tanque de agua
  - ⊙ Manantial

**Simbología Temática**

**Peligrosidad**

- Alto: 8-13 días
- Medio: 3-8 días



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: GRS80  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/05/2013



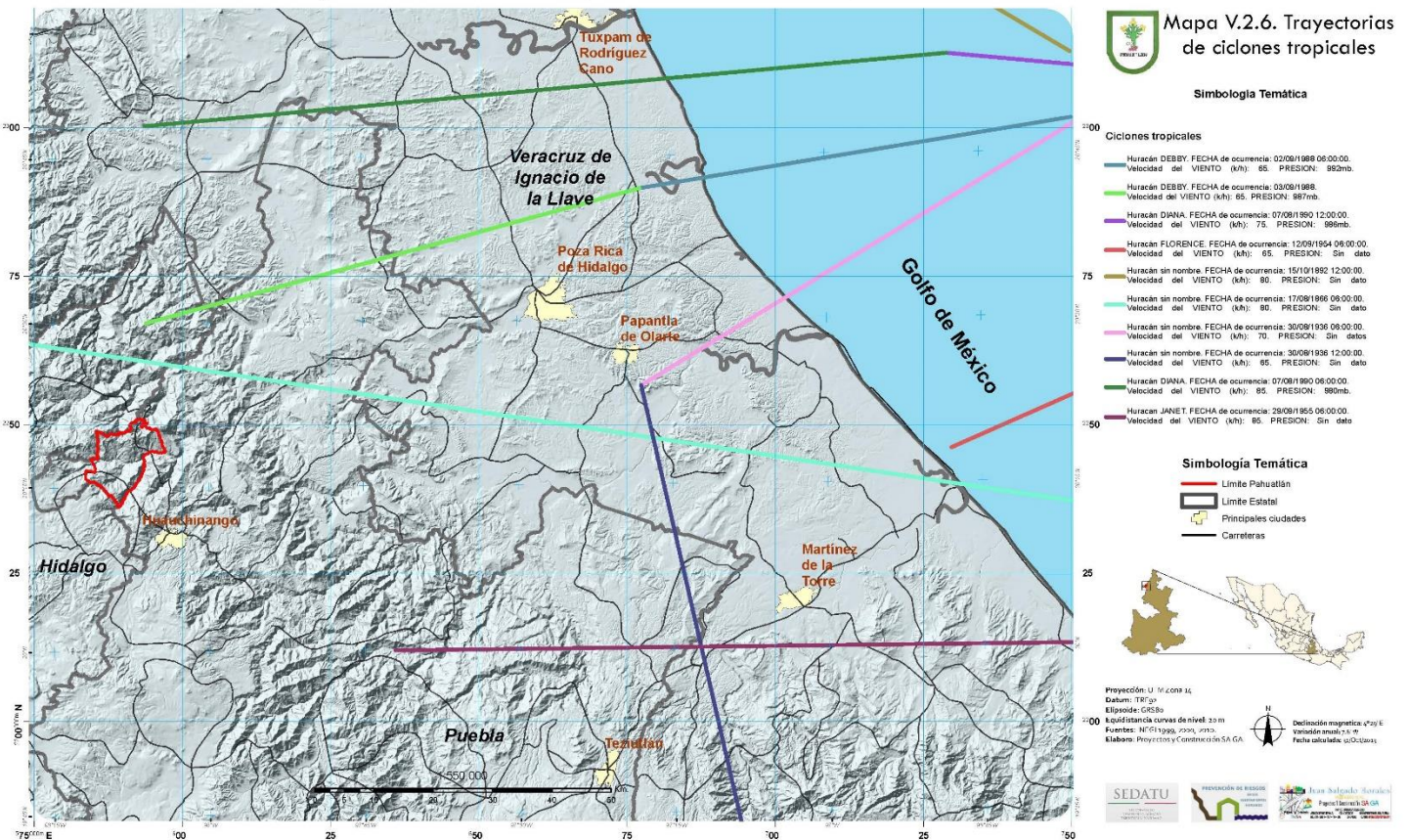
Dada la ubicación continental de Pahuatlán, a más de 120 km. de la línea de costa del Golfo de México, los ciclones tropicales generan afectaciones en el municipio dados las lluvias intensas y vientos que estos fenómenos producen.

Se estima, por lo tanto, un **PELIGRO BAJO** ante la presencia de ciclones tropicales en el Atlántico; así, entre 9 y 15 tormentas por año, principalmente por sus efectos secundarios, lluvias intensas y vientos fuertes podrían afectar a Pahuatlán.

De acuerdo con registros del Servicio Meteorológico Nacional, hasta el 2005, en un radio de 300 km. a la redonda de Pahuatlán, se han presentado los sistemas ciclónicos de la Anexo Tabla V.2.6 (**MAPA V.2.6. TRAYECTORIAS DE CICLONES TROPICALES**).

De este tipo de fenómeno, destacan las lluvias extremas que pueden ser un factor en Pahuatlán para generar procesos de remoción en masa, por lo que eventos de esta naturaleza es necesario monitorearlos para prevenir posibles movimientos de ladera en el municipio.

Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



## V.2.7. TORNADOS

Un tornado se define en el Glossary of Meteorology como “una columna de aire que gira violentamente sobre sí misma, estando en contacto con el suelo, ya sea colgando de o debajo de una nube cumuliforme, y frecuentemente (pero no siempre) visible como una nube embudo”. En la práctica, para que un vórtice sea clasificado como un tornado, debe tener contacto tanto con el suelo como con la base de la nube. Sin embargo, no se ha formulado una definición completa del término; ya que hay desacuerdos respecto a si múltiples puntos de contacto con el suelo provenientes del mismo embudo. El término tornado se refiere además al vórtice de viento, no a la nube de condensación.

Las grandes llanuras de América del Norte, en Estados Unidos, es donde se presentan principalmente los tornados, es una zona relativamente grande y se extiende desde la zona intertropical hasta las áreas árticas, y no cuenta con una cadena montañosa importante que vaya de este a oeste y que bloquee el flujo de aire entre estas dos zonas. En las latitudes centrales, donde ocurren la mayor parte de los tornados, las montañas Rocosas bloquean la humedad y el flujo atmosférico, permitiendo que exista aire más seco en los niveles intermedios de la tropósfera, y causando la formación de un área con presión baja al este de dichas montañas. Un incremento en el flujo de aire desde las Rocosas propicia la formación de una línea seca cuando el flujo es fuerte en los niveles superiores, mientras el golfo de México, al este, proporciona abundante humedad en los niveles bajos de la atmósfera. Esta topografía única provoca colisiones de aire cálido con aire frío, que son las condiciones que crean tormentas fuertes y duraderas. Una gran parte de estos tornados se forman en dicha área del centro de los Estados Unidos entre las Rocosas y el golfo, conocida como Tornado Alley («callejón de los tornados»). Esta área abarca también partes de Canadá, principalmente en Ontario y las praderas canadienses, aunque el sudeste de Quebec, el interior de Columbia Británica y el occidente de Nuevo Brunswick también son propensos a tornados. En ocasiones también se presentan tornados fuertes en el noreste de México.

### A. REMOLINO DE POLVO O DE ARENA

Por otra parte, a los remolinos de polvo o de arena se les conoce en inglés como dust devil (literalmente demonio de polvo) se parece a un tornado dado que es una columna de aire vertical en rotación. No obstante, se forman bajo cielos despejados y rara vez alcanzan la fuerza de los tornados más débiles. Se desarrollan cuando una fuerte corriente ascendente convectiva se forma cerca del suelo durante un día caluroso. Si hay suficiente cizalladura del viento en los niveles inferiores, la columna de aire caliente que está en ascenso puede desarrollar un pequeño movimiento ciclónico que puede distinguirse cerca del suelo. A estos fenómenos no se les considera tornados porque se forman cuando hay buen clima y no se asocian con nube alguna. Pueden, no obstante, causar ocasionalmente daños de consideración, especialmente en zonas áridas.

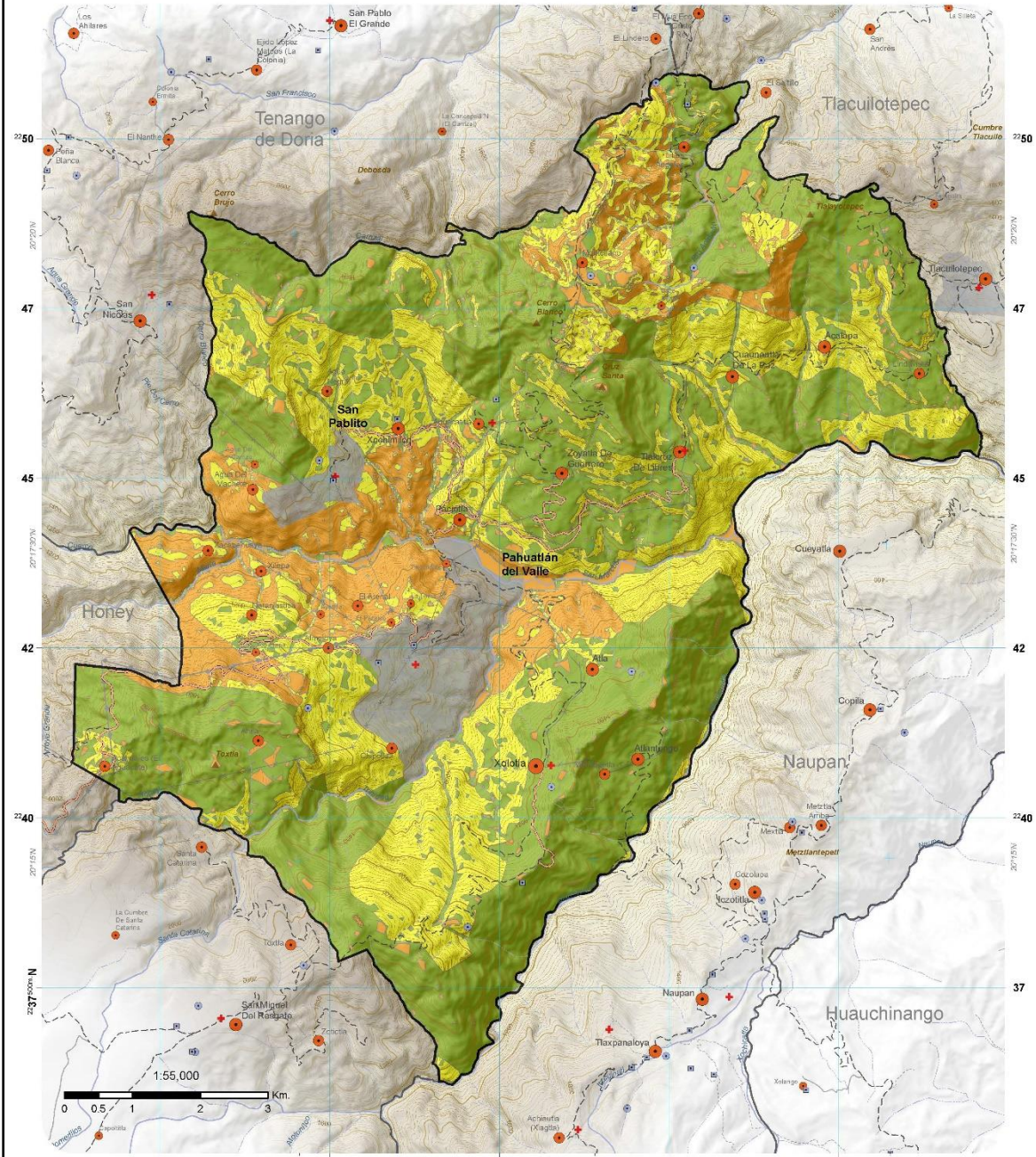
Tomando en cuenta esta última definición, se estimaron las zonas susceptibles en las cuales se pueden formar remolinos de polvo considerando los siguientes factores:

- Zonas de erosión potencial de intensidad media a muy altas. Los remolinos de polvo se asocian a las zonas erosionadas.
- Pendiente del terreno inferior a 5°.
- Zonas agrícolas, principalmente durante la temporada de estiaje o barbecho.



Sobreponiendo la cartografía correspondiente se obtuvo el **MAPA V.2.7A. ZONAS POTENCIALES PARA GENERACIÓN DE REMOLINOS DE POLVO**, en el cual se señalan tres intensidades potenciales para la generación de remolinos de polvo o arena.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.7a. Zonas potenciales para generación de remolinos de polvo



**Simbología Temática**

- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-50000), Área urbana
  - Representación del relieve:** Barranca, Cerro, Cerro nivel maestro, Curva nivel maestro (Escala 1:500)
  - Rasgos hidrográficos:** Contorno de agua permanente, Contorno de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Telefónica
  - Vías de comunicación:** Carreteras, Terracería, Drenaje, Ferrocarril
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Torreque de agua, Mirador

- Peligrosidad**
- Alta:** Zonas potenciales para presentar remolinos de polvo
  - Media:** Zonas potenciales para presentar remolinos de polvo
  - Baja:** Zonas potenciales para presentar remolinos de polvo

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF93  
Elevación: Cálculo  
Ecuación curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/09/2013





Estas cifras son indicativas de que las posibilidades de morir alcanzados por un rayo en una ubicación bajo techos bien contruidos, al igual que en edificios o instalaciones de buena calidad, son muy remotas.

Las zonas con presencia de tormentas eléctricas en Pahuatlán se estimaron utilizando los datos de días con tormentas eléctricas de 42 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (**Tabla V.8**).

**Tabla V.8. Días de tormentas eléctricas en 42 estaciones que rodean al municipio de Pahuatlán, Hidalgo.**

| CLAVE DE LA ESTACIÓN | TORMENTAS ELÉCTRICAS | CLAVE DE LA ESTACIÓN | TORMENTAS ELÉCTRICAS |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1                    | 21085                | 22                   | 13061                |
| 2                    | 21097                | 23                   | 30132                |
| 3                    | 21185                | 24                   | 30365                |
| 4                    | 21190                | 25                   | 21142                |
| 5                    | 21044                | 26                   | 13033                |
| 6                    | 21204                | 27                   | 30106                |
| 7                    | 21218                | 28                   | 21147                |
| 8                    | 21174                | 29                   | 30067                |
| 9                    | 21210                | 30                   | 13095                |
| 10                   | 13144                | 31                   | 21014                |
| 11                   | 30351                | 32                   | 21006                |
| 12                   | 21066                | 33                   | 21036                |
| 13                   | 30359                | 34                   | 13094                |
| 14                   | 21215                | 35                   | 30134                |
| 15                   | 13079                | 36                   | 21135                |
| 16                   | 13034                | 37                   | 30173                |
| 17                   | 13031                | 38                   | 21042                |
| 18                   | 13082                | 39                   | 30154                |
| 19                   | 13099                | 40                   | 21127                |
| 20                   | 13059                | 41                   | 21057                |
| 21                   | 21107                | 42                   | 30355                |

Así, considerando los datos de cada estación meteorológica se estableció la siguiente clasificación de los mismos, para definir el grado de peligro al que está expuesto el municipio.

- Intensidad baja: 0-3 días al año de tormentas eléctricas.
- Intensidad media: 3-10 días al año de tormentas eléctricas.
- Intensidad alta: >10 días al año de tormentas eléctricas.

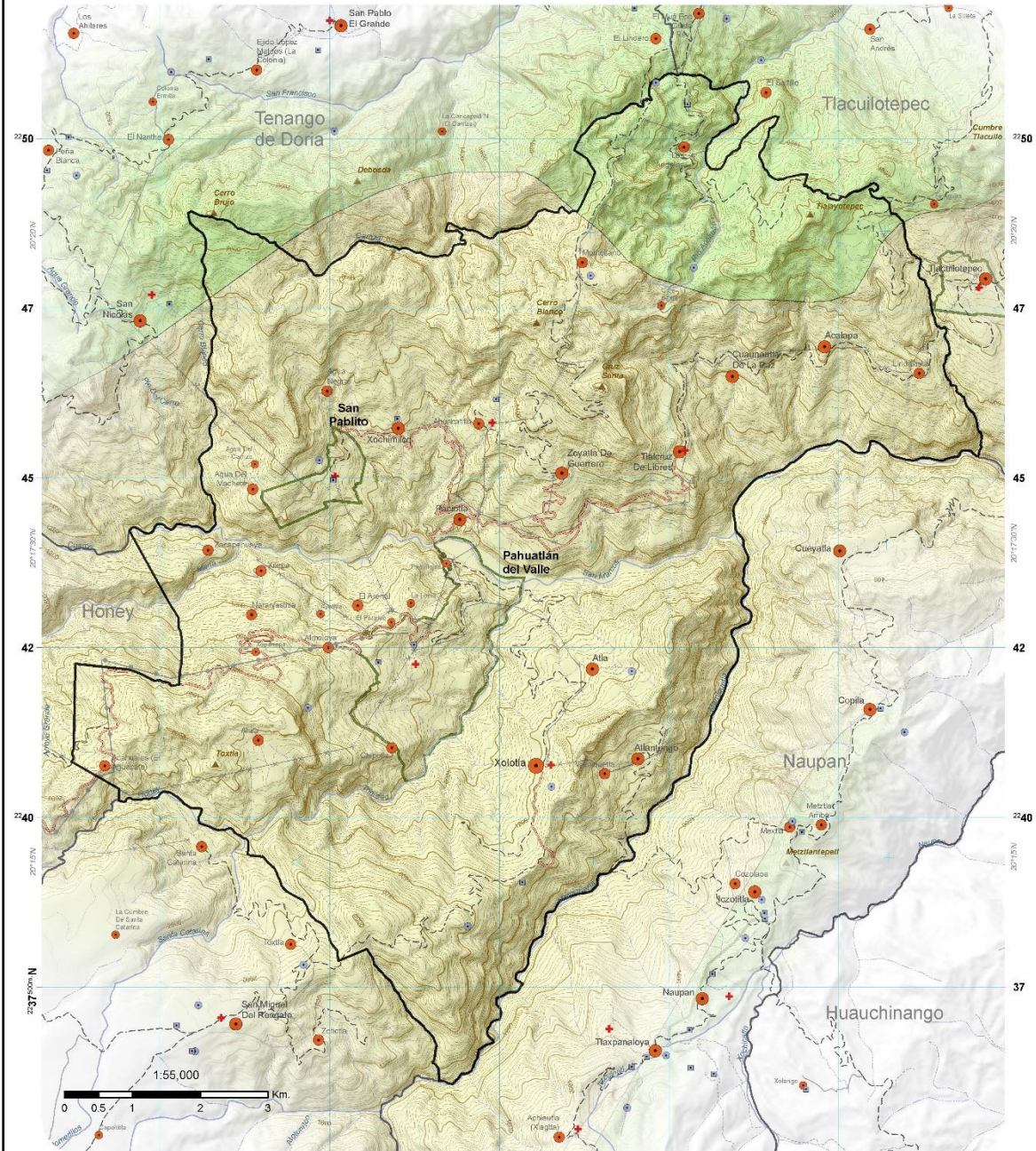
Se identificaron dos zonas con algún grado de peligro (**MAPA V.2.9. PELIGRO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS**):

- **PELIGRO BAJO:** Norte del municipio, en esta zona se presentan menos de tres días al año de tormentas eléctricas.



- **PELIGRO MEDIO:** Se presentan entre 3 y 10 días con tormentas eléctricas en un año. En esta zona se localiza la cabecera municipal y San Pablito.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.9. Peligro por tormentas eléctricas



- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Posición total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2551 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Área urbana**
  - Representación del relieve**
    - Barranca
    - Cerro
    - Curva nivel maestra
    - Curva nivel auxiliar (Equisistema 10m)
  - Raigos hidrográficos**
    - Concreto de agua permanente
    - Concreto de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telégrafica
  - Vías de comunicación**
    - Carreteras
    - Tenacabras
    - Erecha
    - Veneda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Manantial

- Simbología Temática**
- Peligrosidad**
- Medio: 3 - 10 días
  - Bajo: 0 - 3 días

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Eliipsoid: Goidón  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 30/06/2003

## A. DENSIDAD DE RAYOS A TIERRA

A partir de la NORMA MEXICANA ANCE; SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA TORMENTAS ELÉCTRICAS - ESPECIFICACIONES, MATERIALES Y MÉTODOS DE MEDICIÓN (NMX-J-549-ANCE-2005, ANEXO 1) se determinó el promedio anual para evaluar la densidad de rayos que caen a tierra en un kilómetro cuadrado dentro del municipio de Pahuatlán. Fueron considerados los siguientes rangos a escala nacional para definir un grado de peligro ante este tipo de fenómeno.

Rangos de densidad de rayos a tierra por km<sup>2</sup> en un año a escala nacional.

- < 1 = PELIGRO MUY BAJO
- ≥ 1 a < 3 = PELIGRO BAJO
- ≥ 3 a < 5 = PELIGRO MEDIO
- ≥ 5 a < 7 = PELIGRO ALTO
- ≥ 7 a < 11 = PELIGRO MUY ALTO

Así, considerando dicho valores, se definieron dos zonas de densidad de rayos a tierra dentro de Pahuatlán (**MAPA V.2.9A. PROMEDIO ANUAL DE RAYOS A TIERRA POR KM<sup>2</sup>**):

- **Peligro MEDIO.** Se presentan en promedio anual de 3 a 3.25 rayos a tierra en un KM<sup>2</sup>. Abarca la sección sur del municipio y en ella se localiza tanto la cabecera municipal como la localidad de San Pablito.
- **Peligro BAJO.** En este grado de peligro se presenta en promedio al año una densidad de rayos a tierra de 2.5 a 3 por KM<sup>2</sup>.

La información que aquí se presenta, obtenida de la norma señalada (NMX-J-549-ANCE-2005), forma parte de un conjunto de lineamientos que establecen los las especificaciones, diseño, materiales y métodos de medición del sistema integral de protección contra tormentas eléctricas, para **reducir el riesgo de daño para las personas, seres vivos, estructuras, edificios y su contenido**, utilizando como base el método de la esfera rodante reconocido internacionalmente (Para más detalles véase el ANEXO 1).

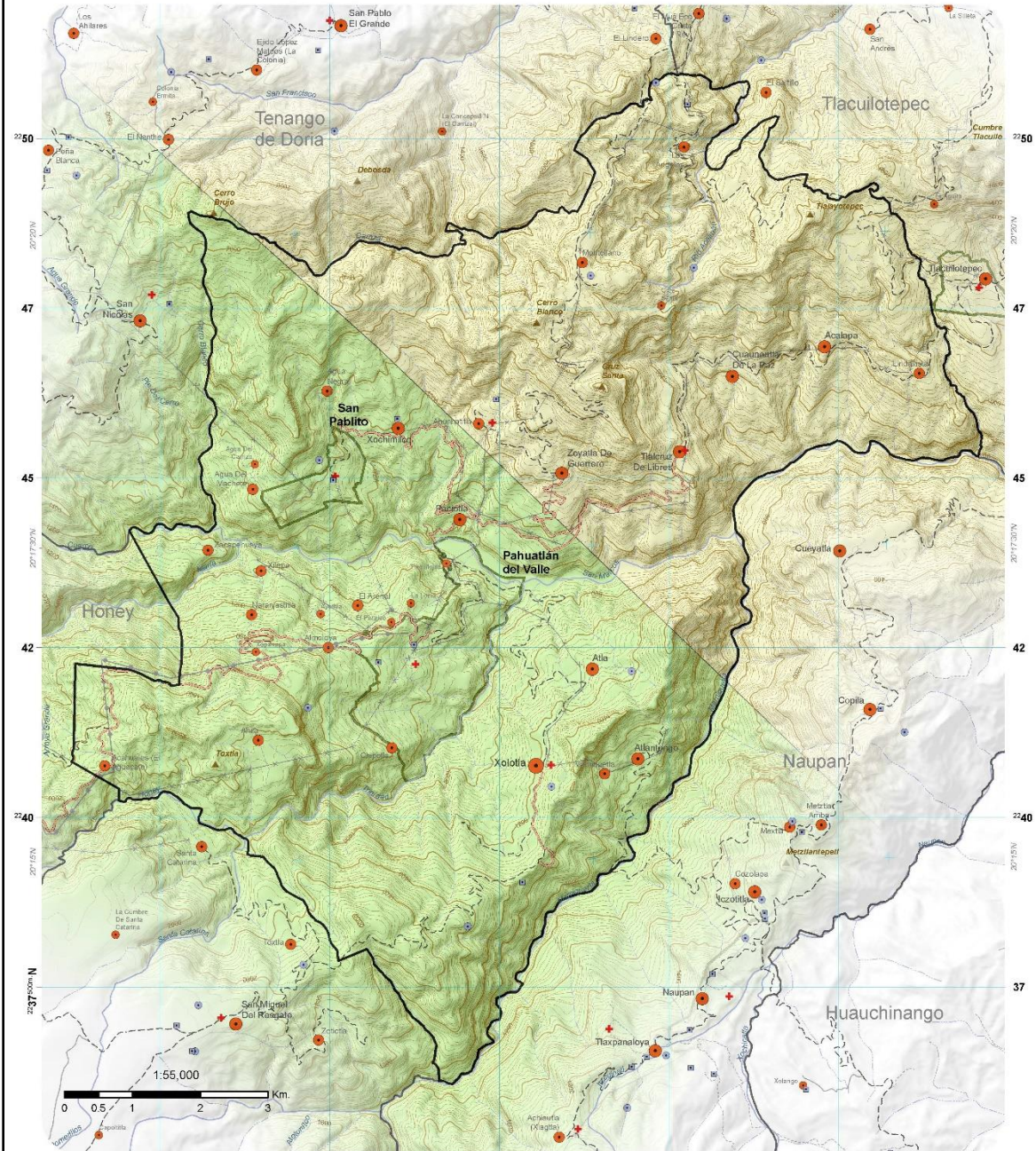
## B. PERIODOS DE RETORNO

Al igual que para otras variables de carácter hidrometeorológico, para el caso, el periodo de retorno (Tr), se define como el número de años que en promedio, podría ser igualado o excedido dicho evento extremo, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento.

A partir del método de Gumbel, se obtuvo el número posible de tormentas eléctricas que podrían presentarse en un año en Pahuatlán, considerando los siguientes periodos de retorno (**MAPA V.2.9B. PERIODOS DE RETORNO PARA TORMENTAS ELÉCTRICAS**):

- Tr: 5 años. Podrían presentarse entre 3 y 10 tormentas eléctricas al año en la mayor parte del municipio, sin embargo en la sección suroeste, esto podría aumentar presentándose entre 10 y 20 tormentas en un año.
- Tr 10 años. Se podría registrar una disminución en la superficie donde las tormentas eléctricas oscilan entre 3 y 10 por año y al mismo tiempo aumentar, el sur del municipio, las zonas en las cuales se podrán presentar entre 10 y 20 tormentas eléctricas por año, llegando a cubrir, estos últimos valores, tanto el sur de la cabecera municipal como San Pablito.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



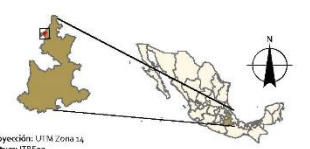
Mapa V.2.9a. Promedio anual de rayos a tierra por km<sup>2</sup>  
Simbología Temática



- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2551 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Área urbana**
  - Representación del relieve**
    - Barranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Ecuigradas 10m)
  - Riesgos hidrográficos**
    - Contorno de agua permanente
    - Contorno de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carreteras
    - Terracería
    - Drecha
    - Venecia
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Ciudad
    - Torque de agua
    - Manantial

**Promedio**

- 2.5 a 3. rayos por km<sup>2</sup> en el Periodo 1983-1993
- 3 a 3.25. rayos por km<sup>2</sup> en el Periodo 1983-1993

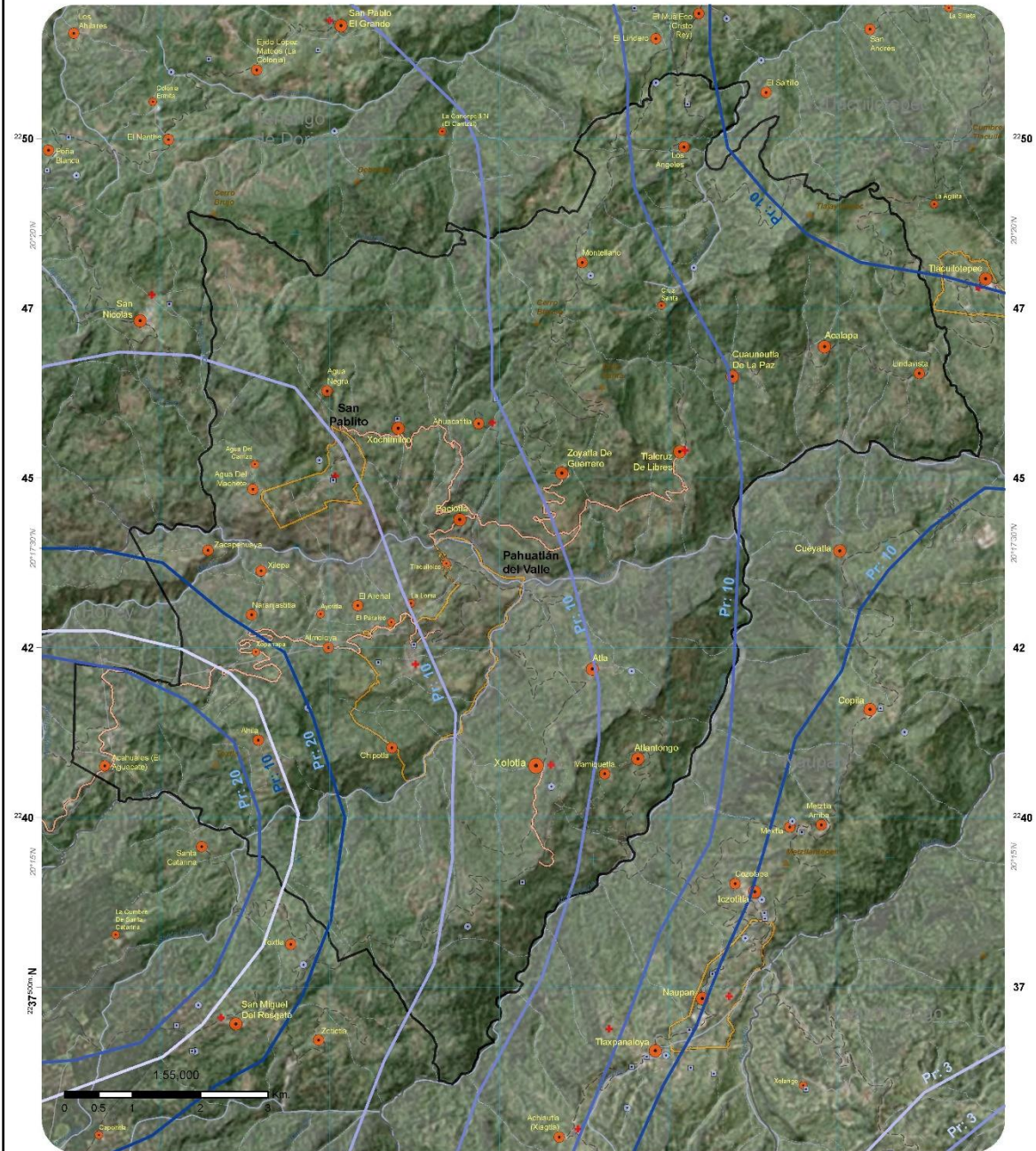


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF93  
Eliipsoid: Goidó  
Ecuigradas curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.9b. Periodos de retorno para tormentas eléctricas



- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10201-50200), Área urbana
  - Representación del relieve:** Barranca, Cerro
  - Rasgos hidrográficos:** Cuenca de agua permanente, Cuenca de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Eléctrica, Telefónica
  - Vías de comunicación:** Carretera, Tercerista, Brecha, Vereda
  - Infraestructura y eqpto.:** Camión, Tanque de agua, Manantial

- Simbología Temática**
- Periodos de retorno**
- Pr: 5años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 10.
  - Pr: 5años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 3.
  - Pr: 10años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 10.
  - Pr: 10años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 3.
  - Pr: 20años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 10.
  - Pr: 20años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 3.
  - Pr: 50años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 10.
  - Pr: 50años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 20.
  - Pr: 50años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 3.
  - Pr: 100años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 10.
  - Pr: 100años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 20.
  - Pr: 100años. Tormentas eléctricas esperadas anualmente: 3.

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elevador: Cebalfo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

- Tr 20 años. La tendencia de aumento de las zonas en la cuales podrían presentarse entre 10 y 20 tormentas eléctricas al año podría continuar en este periodo de retorno, cubriendo en su totalidad a Pahuatlán del Valle a San Pablito; provocando que disminuya la superficie de entre 3 y 10 tormentas eléctrica al año.
- Tr 50 años. Tres quintas partes del municipio, en la sección centro y cubriendo a Pahuatlán del Valle y a San Pablito podrían presentar entre 10 y 20 tormentas eléctricas en un año. Una quinta parte, localizada al norte del municipio presentaría entre 3 y 10 tormentas al año, mientras que destaca que al sureste de Pahuatlán aumentaría la intensidad de este fenómeno, superando las 20 tormentas eléctricas en un año.

Tr 100 años. Se mantiene la tendencia de disminuir las zonas con menor cantidad de tormentas en un año (3-10) y por lo tanto su superficie se ve reducida a los límites norte del municipio, mientras que al mismo tiempo aumenta la superficie al sur en la cual se podrían presentar más de 20 tormentas año. La zona que presentaría entre 10 y 20 tormentas eléctricas también disminuye y se concentra en la sección centro de Pahuatlán.

### V.2.10. LLUVIAS EXTREMAS

Los episodios de lluvia intensa pueden ser causantes de anegamientos e inundaciones, lo cual tiene graves efectos en la vida cotidiana por los daños materiales y hasta pérdidas humanas que ocasionan (Jáuregui-Ostos). Generalmente, las tormentas severas vienen acompañadas de lluvias intensas, vientos fuertes y pueden producir granizo, rayos y truenos, inundaciones repentinas e incluso, tornados (CENAPRED, 2010).

Para la formación de una tormenta severa es necesario que se desarrollen las nubes conocidas como cumulonimbus; estas son densas y de considerable dimensión vertical, en forma de coliflor. Una parte de su región superior es generalmente lisa, fibrosa o estriada y casi siempre aplanada, la cual se extiende frecuentemente en forma de yunque o de vasto penacho.

Hay cuatro procesos principales que proporcionan la fuente de ascenso del vapor de agua que dan origen a una nube: Convección, Turbulencia por fricción, Ascenso orográfico, Convergencia/ascenso general.

En el caso de Pahuatlán, el tipo de condensación es el de ascenso orográfico; ya que el territorio municipal se localiza en la vertiente este o de sotavento, de la Sierra Madre Oriental. Cuyos vientos dominantes provienen del Golfo de México. Dicho ascenso orográfico también se debe a una corriente de aire con flujo horizontal que alcanza una barrera montañosa y es forzada a ascender, mientras se eleva, el aire tiende a enfriarse. Si el ascenso y el contenido de humedad es adecuado, ocurre la condensación del vapor de agua y la nube se forma en o sobre la barrera montañosa de dos posibles maneras: si el aire es estable, la nube es de tipo cumulus, si el aire es ligeramente inestable y hay mayor inestabilidad atmosférica, puede desarrollarse una nube cumulonimbus. Siendo ambos tipos de nubes capaces de albergar la mayor humedad en la atmósfera y en su descarga puede genera tormentas severas.

De acuerdo al fascículo de Tormentas Severas del CENAPRED (**Tabla V.9**), estas se clasifican en cinco categorías de acuerdo a su intensidad, las cuales se identifican según la lámina de lluvia expresada en milímetros (mm), en un periodo de 24 horas.

**Tabla V.9 Clasificación de los diferentes tipos de precipitación**

| Tipos de Precipitación | Características  |
|------------------------|--|
| Lluvia Torrencial      | Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, mayor a 150 mm. |
| Lluvia Intensa         | Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 70 a 150 mm. |
| Lluvia Fuerte          | Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 20 a 70 mm.  |
| Lluvia Moderada        | Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 5 a 20 mm.   |
| Lluvia Ligera          | Lluvia máxima en mm acumulada en 24 horas, de 0.1 a 5 mm.  |

Para analizar este fenómeno en el municipio de Pahuatlán, fue necesario recurrir a la estación meteorológica 13034-TENANGO DE DORIA, localizada a 10 km al noroeste de Pahuatlán, debido a que dentro del municipio en estudio no se encuentra operando ninguna estación que permita conocer el estado del tiempo y la mencionada es la que se ubica a menor distancia respecto de las que sí están en funcionamiento. Dicha estación meteorológica, se encuentra a cargo de la Comisión Nacional del Agua y del Servicio Meteorológico Nacional (CNA y SMN).

Los datos históricos presentados en relación a la intensidad de la lluvia en dicha estación, no significan valores determinantes para el municipio de Pahuatlán, sin embargo, dada la cercanía a la zona en estudio, pueden ser extrapolados al área municipal, y así conocer la dinámica de este fenómeno.

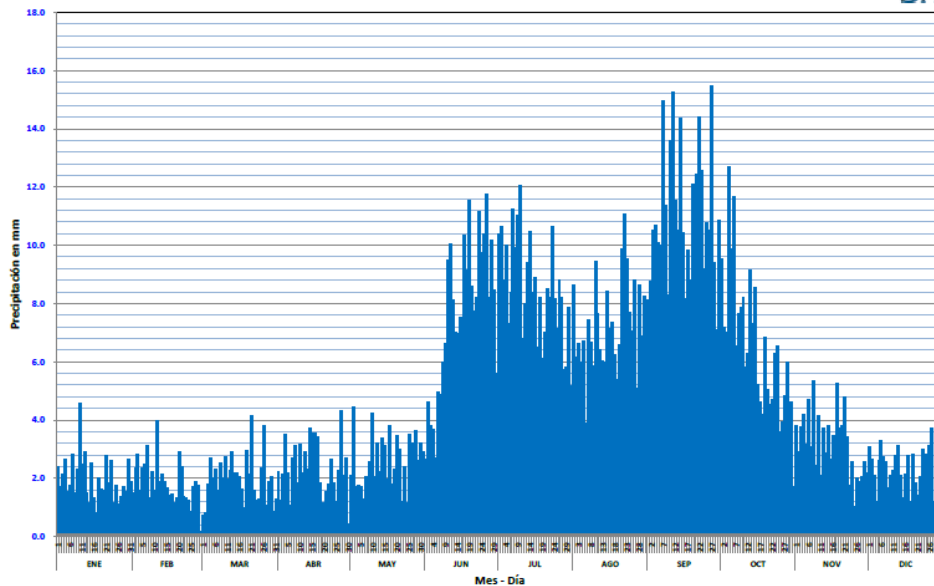
En la **gráfica V.1** Precipitación máxima y promedio en 24 horas por década, se observa que los datos de precipitación máxima en 24 horas en el municipio han llegado a 280 mm, cifras asombrosas, ya que según el fascículo de Tormentas Severas del CENAPRED, lluvias superiores a 20 mm en 24 horas son categorizadas como fuertes, hablar de 280 mm, es decir diez veces por encima de esa cifra promedio, es hablar de una lluvia extraordinaria en el sitio.

**Gráfica V.1 Precipitación máxima y promedio en 24 horas por década**





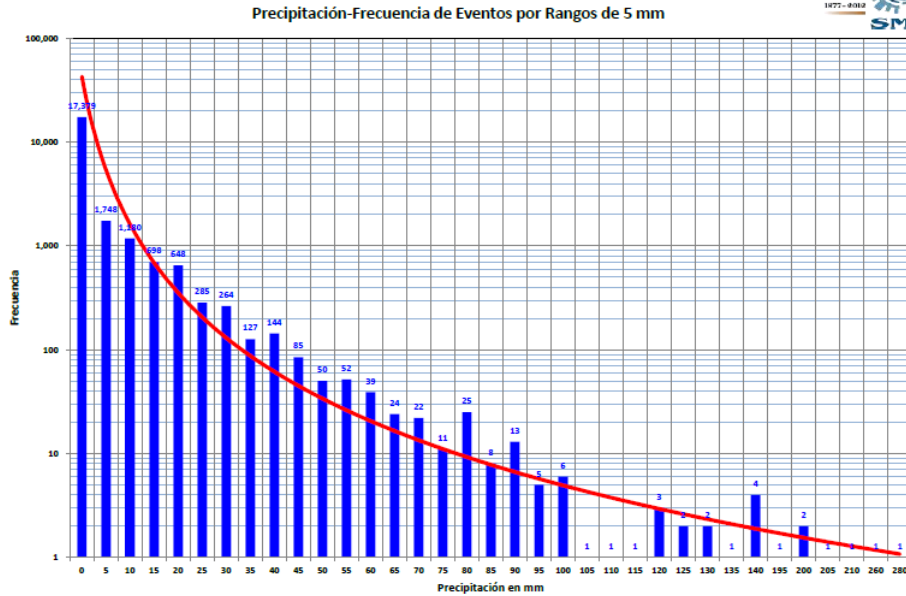
Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación



Finalmente, en la **gráfica V.3**, podemos analizar la frecuencia con la que ocurren las lluvias en el municipio de acuerdo a su intensidad. De tal modo que las consideradas como fuertes, es decir entre los rangos de 20 a 70 mm en 24 horas, son las de mayor frecuencia ya que han ocurrido 1,740 ocasiones para el periodo de observación de 1942 a 2011. Para ese mismo periodo, se han presentado 72 lluvias de tipo intensas y 7 de tipo torrenciales, de esta última alcanzado un valor máximo de 280 mm en septiembre de 1974. Representando de tal manera un peligro considerable para los asentamientos humanos y cultivos en el municipio, dado que derivado de las lluvias, se presentan avenidas súbitas o torrenciales en los cauces fluviales y vialidades con pendiente, se favorecen los procesos de inestabilidad de laderas, sobre todo en los coretes viales y se derivan otros fenómenos como las tormentas eléctricas, así como inundaciones, entre otros.

Para identificar el peligro por lluvias extremas en Pahuatlán, se realizó el análisis de siete estaciones meteorológicas aledañas al municipio (**Tabla V.10**). Las variables analizadas son la precipitación máxima en 24 horas, los días con tormentas máximas al año, los días promedio con tormentas anuales y la precipitación promedio del cuarto húmedo. De tal modo que con la interpolación de estos datos, se obtiene la distribución de cada evento y se pudo asignar el grado de peligro en función de la intensidad de las variables.

**Gráfica V.3. Frecuencia histórica de la precipitación por rangos de 5 mm)**



**Tabla V.10. Estaciones meteorológicas cercanas al municipio.**

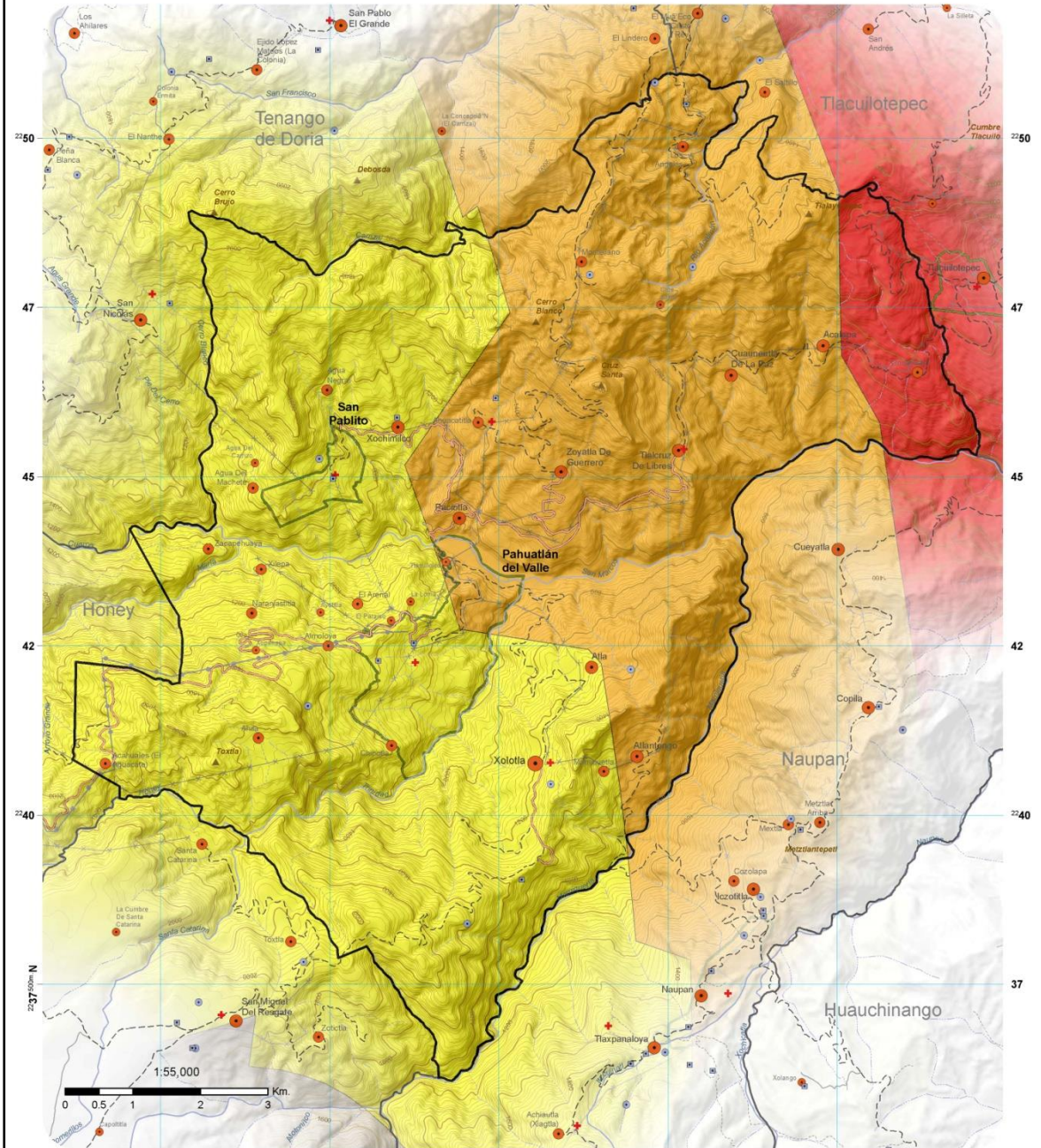
| No. De Estación Meteorológica | Nombre               |
|-------------------------------|----------------------|
| 13034                         | Tenango de Doria     |
| 13094                         | Acaxotitlan          |
| 13099                         | Metepec              |
| 13130                         | Santa María Asunción |
| 13144                         | Huehuetla            |
| 21118                         | Huauchinango         |
| 21127                         | Xicotepec de Juárez  |

Es así que se obtiene para el municipio de Pahuatlán tres categorías de peligro que van de Muy Alto a Medio (**Mapa V.2.10. Peligro por lluvias extremas**).

- **Peligro MUY ALTO:** se ubica al noreste del municipio, abarcando las localidades de Lindavista y Acalapa, categorizado así por tener una precipitación del cuarto húmedo mayor a 1,150 mm. 17 días con tormentas al año y donde se han alcanzado máximas de 60 días al año, así como tormentas máximas en 24 horas mayores a 270 mm.
- **Peligro ALTO:** se ubica al norte y centro del municipio, en las localidades de Los Ángeles, Montellano, Cruz Santa, Zoyotla de Guerrero, Tlalacruz de Libres, Xochimilco, Ahuacatitla y Atla. Esta categoría de acuerdo a que la precipitación del cuarto húmedo va de 1,000 a 1,150 mm., teniendo de 12 a 17 días con tormentas al año y máximas de entre 50 a 60 días con tormentas, y finalmente tormentas máximas de 240 a 270mm en 24 horas.
- **Peligro MEDIO:** localizado al suroeste del municipio, las localidades de San Pablito, Agua del Carrizo y del Machete, Paciotla, Tlacuilolco, Atlaltongo, Mamiquetla, Xolotla, Chipotla, Ahila, Acahual (El Ahuacate), Xopanapa, Almoloya, El Paraiso, La Loma, Ayotitla, Naranjastitlan, La Ciudad de Pahuatlán del Valle, Xilepa y Zacapehuaya. Catalogadas en dicho nivel de peligro por tener una precipitación del cuarto húmedo menor a 1,150 mm., 12 días o menos



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Mapa V.2.10. Peligro por Lluvias Extremas**

**Simbolos convencionales**

**Límites**

- Limite Pahuatlán
- Limite municipal

**Asentamiento humano**

**Población total**

- 10 - 100
- 101 - 500
- 501 - 2500
- 2501 - 10000
- 10001 - 50206

**Area urbana**

- Area urbana

**Representación del relieve**

- Barranca
- Cerro
- Curva nivel maestra
- Curva nivel auxiliar (Epiclística 10m)

**Rasgos hidrográficos**

- Corriente de agua perenne
- Corriente de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Telefónica

**Vías de comunicación**

- Carretera
- Terracería
- Brecha
- Veneda

**Infraestructura y eqpto.**

- Ciénaga
- Tanque de agua
- Manantial

**Simbología Temática**

**Descripción**

- Eventos de precipitación máxima en 24 horas de 130 a 150 mm
- Eventos de precipitación máxima en 24 horas de 150 a 170 mm
- Eventos de precipitación máxima en 24 horas de 170 a 202 mm

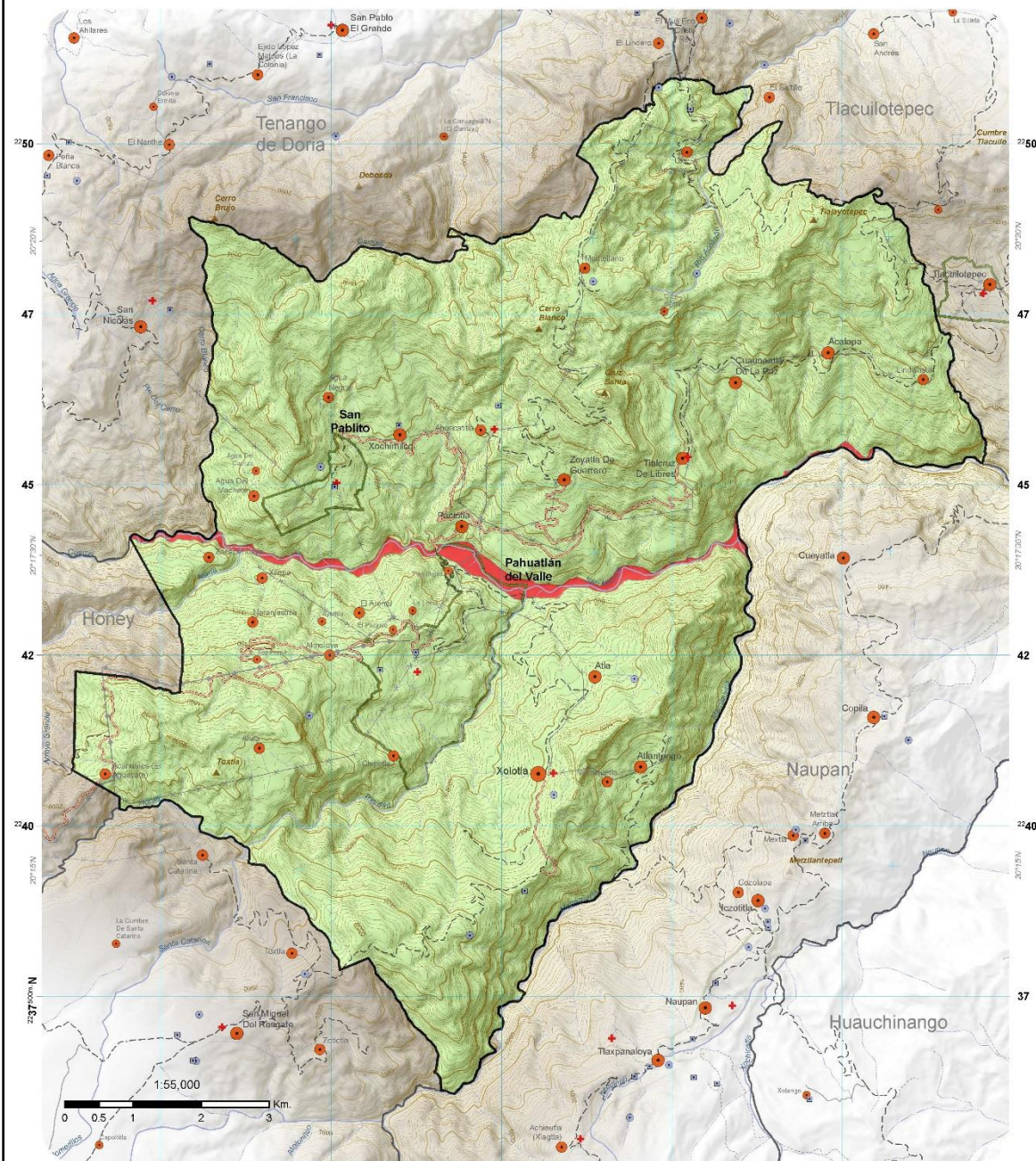
**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGROARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF 92  
Eliptoides: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999; 2000; 2010.  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°38' E  
Variación anual: 7' 5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Simbolos convencionales**

- Límites**
  - Límite Pahuatlán
  - Límite municipal
- Asentamiento humano**
  - Populación total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2551 - 10000
  - 10001 - 50000
- Representación del relieve**
  - Área aluvial
  - Barranca
  - Cerro
  - Cuota nivel maraña
  - Cuota nivel auxiliar (Elevación 10m)

### Mapa V.2.11 a. Peligro por inundaciones fluviales y pluviales

**Simbología Temática**

**Peligrosidad**

- Alta:** Asociada a planicies de inundación de los ríos
- Baja:** El relieve es el factor que impide que se desarrolle el proceso

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

- **Peligro BAJO-NULO:** Corresponden a las formas del relieve que sobrepasan los 2° de pendiente (montañas, laderas y piedemonte), por lo que la morfología constituye el factor principal para evitar la ocurrencia de este tipo de inundaciones.

Esto debido a que durante la precipitación, así como el tipo de suelo y ausencia o presencia de cobertura vegetal, el agua se infiltra o escurre sobre el relieve con la inclinación señalada.

No obstante, es importante mencionar que el relieve originado por los procesos endógenos (tectónicos, volcánicos); aunado a los continuos cambios de usos de suelo (sustitución de cobertura vegetal por actividades agropecuarias), establece condiciones para generar inundaciones súbitas.

- **Peligro ALTO:** Los ríos con dinámica erosiva-acumulativa y acumulativa, originan valles que han sido ensanchados por los constantes cambios de dirección del cauce, asimismo, las continuas fluctuaciones en el caudal debido a periodos de precipitaciones extremas, generan planicies o terrazas de inundación, que son evidencia de antiguos niveles del río, por otra parte, los materiales que las constituyen indican la fuerza y capacidad de transporte.

Estas características corresponden a las zonas de alta peligrosidad, principalmente al valle del Río San Marcos (el cual discurre de Oeste a Este en la porción central del Municipio), así como las terrazas de inundación. La peligrosidad de incrementa y riesgo se incrementan, debido a que la pendiente en la llanura de inundación es menor a 2°, por lo que estas áreas se emplean para actividades económicas o emplazamiento de asentamientos humanos.

A pesar de que las inundaciones forman parte de la dinámica natural del territorio, las modificaciones realizadas por acciones antrópicas, tienen la capacidad de aumentar la probabilidad de ocurrencia. Aunado a lo anterior, la temporalidad y magnitud también se relaciona con la presencia de lluvias extraordinarias, generadas por ciclones tropicales.

## B. INUNDACIONES SÚBITAS.

Los factores que intervienen para generar este tipo de inundaciones se relacionan con: precipitaciones extraordinarias, características morfológicas de la cuenca y modificaciones sobre los componentes ambientales. Mismas que al combinarse minimizan la capacidad de infiltración y por lo tanto, la escorrentía, dinámica y velocidad del agua se incrementa.

Las consecuencias de este tipo de inundaciones se presentan en la salida de las cuencas (exutorio), ya que además de agua, recibe sedimentos, rocas o árboles que han sido transportados por la fuerza de la corriente.

El Municipio de Pahuatlán se localiza en la cabecera de la Subcuenca San Marcos, lo que disminuye la susceptibilidad ante este tipo de inundaciones. Sin embargo y debido a la extensión de la subcuenca, así como las características del relieve, se realizó una subdivisión en microcuencas con la finalidad de hacer el análisis a una escala más detallada.

Se obtuvieron 14 microcuencas, sobre las cuales se empleó el método morfométrico, empleando características relacionadas con la formación de torrentes; por otra parte, también se obtuvieron datos hidrométricos que sirvieron como base para generar obras de mitigación. Cabe señalar, que el análisis desarrollado que incide sobre el territorio municipal completo.

A partir de los valores obtenidos mediante los parámetros empleados, las microcuencas analizadas presentan **SUSCEPTIBILIDAD MEDIA PARA GENERAR INUNDACIONES SÚBITAS (MAPA V.2.11B. PELIGRO POR INUNDACIONES SÚBITAS)**. La siguiente *tabla (11)* concentra los resultados.

**Tabla V.11. Valores obtenidos mediante el análisis morfométrico.**

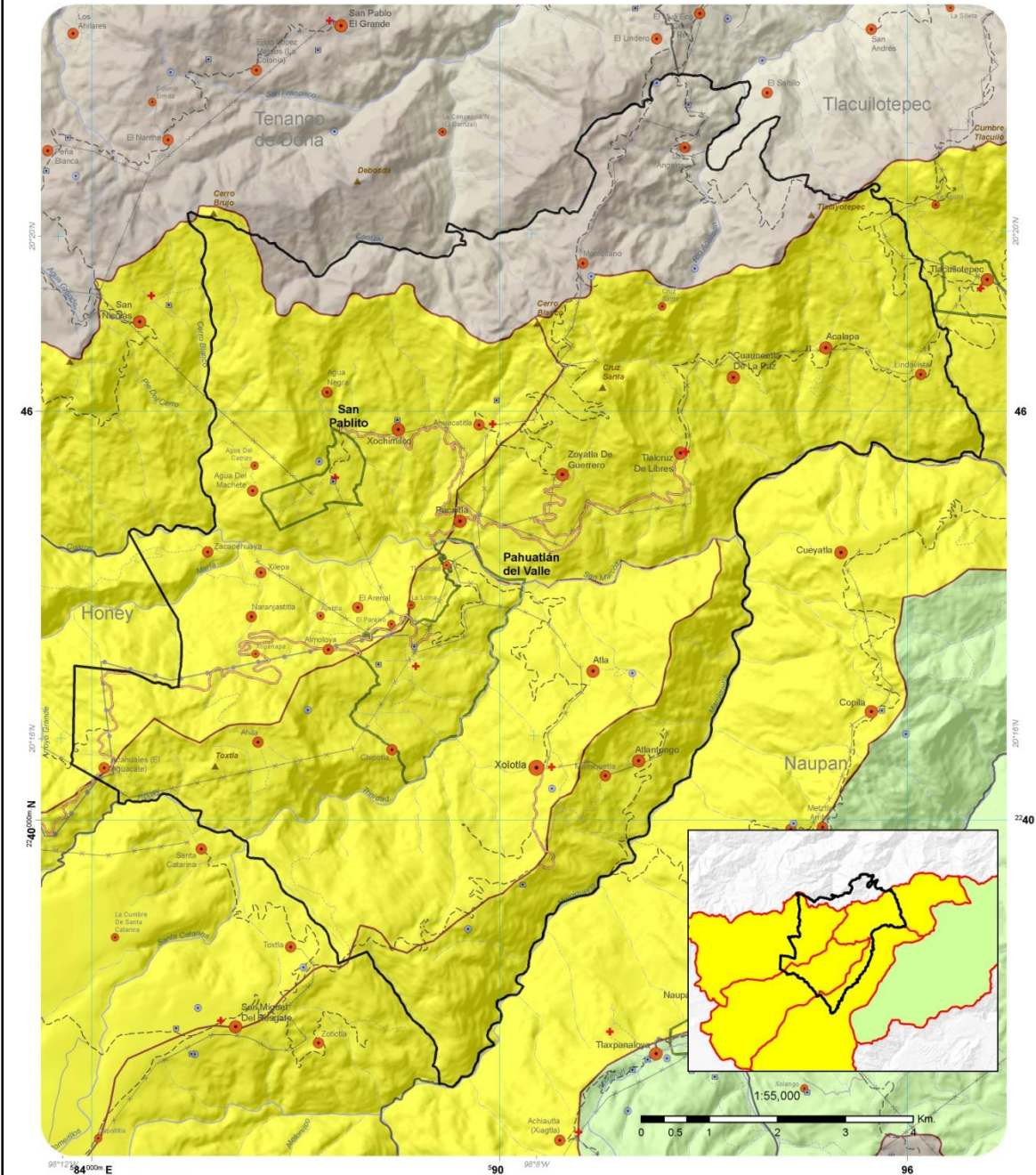
| MICROCUENCA | PE<br>(km) | AR<br>(km <sup>2</sup> ) | FF   | CC   | PMC<br>(%) | DD  | DS  | CE   | Q<br>(m <sup>3</sup> /seg) |
|-------------|------------|--------------------------|------|------|------------|-----|-----|------|----------------------------|
| 1           | 56.8       | 107.5                    | 0.3  | 1.54 | 46         | 2.2 | 2.9 | 0.27 | 8.43                       |
| 2           | 55.7       | 93.0                     | 0.17 | 1.63 | 25         | 1.6 | 1.6 | 0.26 | 7.03                       |
| 3           | 85.5       | 173.9                    | 8.22 | 1.82 | 35         | 1.9 | 2.0 | 0.22 | 10.22                      |
| 4           | 42.9       | 55.3                     | 0.18 | 1.63 | 15         | 2.1 | 3.2 | 0.35 | 5.92                       |

PE: Perímetro; AR: Área; FF: Factor de Forma; CC: Coeficiente de Compacidad; PMC: Pendiente Media de la Cuenca; DD: Densidad de Disección; DS: Densidad de Corrientes; CE: Coeficiente de Escurrimiento; Q: Gasto Máximo.

- **Condiciones de la microcuenca 1:** La superficie de la microcuenca 1 se considera como grande, lo que tiene relación directa con la forma en que se distribuye el escurrimiento, por tal motivo, el pico de crecida requiere mayor tiempo para pasar por un punto determinado, disminuyendo los efectos de la inundación súbita. Se identifican las siguientes características:
  - El Factor de Forma y Coeficiente de Compacidad controlan la velocidad con la que llega el agua al cauce principal y tiempo de concentración respectivamente. En este caso, la microcuenca tiene un factor forma de 0.30 lo que significa un valor bajo para inundaciones súbitas
  - El coeficiente de compacidad es de 1.54, lo que indica una forma oval-oblonga a rectangular-oblonga, lo que aumenta el tiempo de concentración y minimiza el desarrollo de avenidas.
  - Otro factor es la pendiente media de la cuenca, tiene un valor de 46% que incrementa la velocidad del agua, así como la capacidad de erosión y tamaño de los materiales arrastrados. No obstante, lo señalado en el párrafo anterior así como el tipo de cobertura amortiguan el efecto de la precipitación y escorrentía.
  - Con relación a la red de drenaje, se analizaron el número de cauces, densidad de drenaje (Dd) y densidad de corriente por cuenca (Ds). Esta microcuenca posee densidad de drenaje de 2.2 y 2.9 para la densidad de corriente por cuenca, ambos valores señalan que la microcuenca está bien drenada y reduce la susceptibilidad de inundación.
  - Los datos hidrométricos arrojan un coeficiente de escurrimiento de 0.27, con un volumen de 42,707 m<sup>3</sup>. El tiempo de concentración es de 32 minutos, con una lámina de lluvia de 8.51 mm., la intensidad de lluvia es de 1.06 mm/hr. con un gasto máximo de 8.48 m<sup>3</sup>/seg.
- **Condiciones de la microcuenca 2:** La superficie de la microcuenca 2 (93.02 km<sup>2</sup>), se considera de tamaño mediano lo que incrementa la susceptibilidad para desarrollar avenidas, sin embargo, los valores de coeficiente de compacidad y factor de forma, indican que la morfología de la microcuenca permite el drenado en la totalidad de la superficie.



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.2.11b. Peligro por inundaciones súbitas



### Simbología Temática

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Población total
      - 10 - 100
      - 101 - 500
      - 501 - 2500
      - 2501 - 10000
      - 10001 - 50206
  - Representación del relieve**
    - Barranca
    - Cerro
  - Rasgos hidrográficos**
    - Cuerpo de agua permanente
    - Cuerpo de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Brecha
    - Veneda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Manantial

### Peligrosidad

- Medio:** La morfometría, morfología y características del drenaje en las microcuencas, propician susceptibilidad media para inundaciones súbitas, la cual también está en función de la precipitación que se presente
- Bajo:** Las morfología y características de densidad en las microcuencas, propician la baja susceptibilidad para inundaciones súbitas

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF 92  
Elipsoides: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999; 2000; 2010.  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°38' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

- La pendiente media de la cuenca es de 25% lo que disminuye la velocidad del agua. Por otra parte, la densidad de disección es de 1.6 y la densidad de corrientes 1.7, valores que son interpretados como bajos, no obstante son suficientes para drenar la cuenca.
- El coeficiente de escurrimiento es de 0.26 con un volumen de 34,924 m<sup>3</sup>, lo que equivale a un tiempo de concentración de 45 minutos y una lámina de lluvia de 7.03 mm.; la intensidad de lluvia es de 1.03 mm/hr, con gasto máximo tiene un valor de 7.03 m<sup>3</sup>/seg; Estos valores son poco peligrosos, ya que la precipitación en el tiempo de concentración no es considerable, y relacionados con la morfometría, dan como resultado la categoría de la cuenca, la cual corresponde a un valor medio en cuanto a susceptibilidad.
- **Condiciones de la microcuenca 3:** Es la de mayor extensión, con una superficie de 173.97 km<sup>2</sup>, lo que reduce su peligrosidad en cuanto al tamaño, sin embargo, la morfología reflejada en el factor de forma y coeficiente de compacidad, así como la pendiente media de la cuenca, constituyen elementos que pueden incrementar el desarrollo de inundaciones.
  - Factores que permiten el drenado de la cuenca, son la densidad de drenaje (1.9) y densidad de cauces (2.0), lo que favorece la salida del agua sin desarrollar torrentes.
  - Los datos hidrométricos son los siguientes: el coeficiente de escurrimiento es de 0.22, con un tiempo de concentración de 4 minutos, con una lámina de lluvia de 10.88 mm., y la intensidad de lluvia es de 1.02 mm/hr., gasto máximo tiene un valor de 10.88 m<sup>3</sup>/seg.
- **Condiciones de la microcuenca 4:** Finalmente, la microcuenca 4 es la de menor superficie (55.36 km<sup>2</sup>), sin embargo, los parámetros de factor de forma y coeficiente de compacidad, señalan que la cuenca es de baja susceptibilidad a presentar avenidas o torrentes, ya que es una cuenca de forma oval-oblonga a rectangular-oblonga, esto significa que el tiempo de concentración es mayor, lo que retarda la acumulación de las aguas al paso del río por su punto de desagüe.
  - La pendiente media de la cuenca es menor al 15%, por lo que es menor la velocidad del agua; asimismo, la densidad de disección (1.62) y densidad de cauces (1.8), se interpretan como una red hidrográfica densa, por lo que existe buena capacidad para drenar la cuenca.
  - Los datos obtenidos en los cálculos hidrométricos, muestran que la cuenca tiene un tiempo de concentración de 36 minutos y un volumen de 33,830 m<sup>3</sup>, con una lámina de lluvia de 8.69 mm e intensidad de lluvia de 1.09 mm/hr; considerando que el coeficiente de escurrimiento (0.35) y que el tamaño de la cuenca es pequeño, el gasto máximo tiene un valor de 5.92 m<sup>3</sup>/seg; la cantidad de agua que sale de la cuenca es baja, por lo que presenta peligro medio.

## V.3. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

La vulnerabilidad es una condición de propensión de una localidad o una comunidad a sufrir algún daño detonado por un fenómeno perturbador, ya sea de origen natural o antrópico. Así, para evaluar la vulnerabilidad asociada a desastres en el municipio de Pahuatlán, se siguió la metodología de CENAPRED (2006), en la cual se entiende a la vulnerabilidad como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población”.

Dicha guía del CENAPRED tiene como finalidad evaluar la capacidad de prevención y la capacidad de respuesta que poseen los municipios para resistir el embate de algún evento perturbador de origen natural, es decir el grado de organización y los recursos disponibles para actuar ante una emergencia, además de que se plantea una aproximación al tema de la estimación de la vulnerabilidad social asociada a desastres desde una perspectiva multivariada, es decir, cuantitativa y cualitativa.

### V.3.1. VULNERABILIDAD SOCIAL

La vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre. Lo que requiere además de indicadores socioeconómicos, conocer la capacidad de prevención y respuesta institucional, así como la percepción local del riesgo de la población.

De tal manera que en la guía de CENAPRED se recomiendan algunas variables socio-económicas que elabora el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así mismo la aplicación de encuestas a la población para indagar su experiencia o visión de los fenómenos naturales que impactan su localidad, y un cuestionario a las autoridades municipales, donde muestra de manera práctica la capacidad de organización y las características indispensables para la atención de una emergencia. Todo ello con la finalidad de cuantificar la propensión a la que está expuesta la población de una comunidad en particular de ser afectada por algún fenómeno.

Dicha guía consiste en tres apartados, cada uno con aspectos en particular:

- Las características socioeconómicas de la población, las cuales se abordan a través de diversas variables que reflejan los rubros de salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población, ya que éstos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y de desarrollo de los individuos y de la sociedad en general,
- La capacidad de respuesta por parte del municipio en materia de prevención, protección y respuesta ante diversos algún fenómeno perturbador, y se refiere al grado de preparación que poseen las autoridades para enfrentar alguna emergencia y,
- La percepción local del riesgo que posee la población, es decir, el conocimiento que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y el grado de exposición al que están expuestos, así como si son capaces o no de hacer frente a las mismas.

Con los elementos anteriores, se evalúa el grado de vulnerabilidad social (GVS), donde a cada apartado se le da un valor en porcentaje (**Tabla V.12**), en función de la representatividad que tiene cada elemento para dicho análisis.

**Tabla V.12. Componentes de la Vulnerabilidad Social**

| Componente                                 | Porcentaje Asignado |
|--|---------------------|
| <b>Características Socioeconómicas</b>     | 50%                 |
| <b>Capacidad de Prevención y Respuesta</b> | 25%                 |
| <b>Percepción Local del Riesgo</b>         | 25%                 |
| <b>Total</b>                               | <b>100%</b>         |

En base a lo anterior, y tomando en cuenta los datos estadísticos de la integración territorial de INEGI (2010) se analizaron las condiciones socioeconómicas que caracterizan al municipio obteniendo el GVS asociado a las localidades del municipio de Pahuatlán **tabla V.13**.

**Tabla V.13. Grado de vulnerabilidad social asociado a desastres para el municipio de Pahuatlán, 2012.**

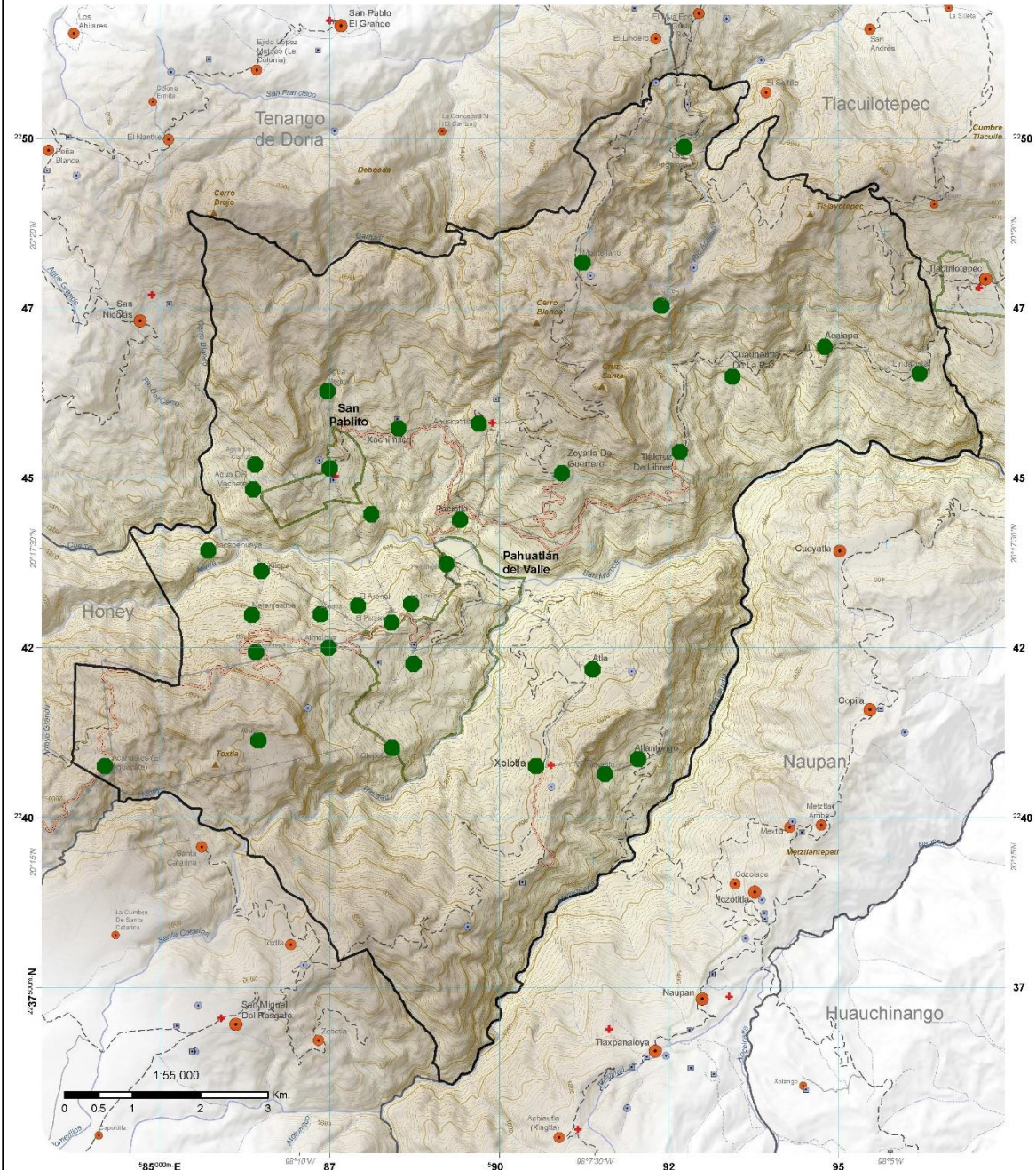
| Localidad                    | GVS   | Categoría de vulnerabilidad | Localidad               | GVS   | Categoría de vulnerabilidad |
|------------------------------|-------|-----------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------|
| Ciudad de Pahuatlán de Valle | 0.421 | <b>MEDIO</b>                | Zoyatla de Guerrero     | 0.515 | Medio                       |
| Acalapa                      | 0.477 | <b>MEDIO</b>                | Xochimilco              | 0.490 | Medio                       |
| Ahila                        | 0.473 | <b>MEDIO</b>                | Lindavista              | 0.535 | Medio                       |
| Ahuacatitla                  | 0.471 | <b>MEDIO</b>                | Acahuales (El Aguacate) | 0.433 | Medio                       |
| Los Ángeles                  | 0.475 | <b>MEDIO</b>                | Agua del Carrizo        | 0.527 | Medio                       |
| Atla                         | 0.523 | <b>MEDIO</b>                | Agua Negra              | 0.517 | Medio                       |
| Atlantongo                   | 0.458 | <b>MEDIO</b>                | Almoloya                | 0.508 | Medio                       |
| Cuauneutla de la Paz         | 0.454 | <b>MEDIO</b>                | El Arenal               | 0.490 | Medio                       |
| Mamiquetla                   | 0.465 | <b>MEDIO</b>                | Ayotitla                | 0.423 | Medio                       |
| Montellano                   | 0.467 | <b>MEDIO</b>                | Chipotla                | 0.433 | Medio                       |
| Naranjastitla                | 0.490 | <b>MEDIO</b>                | La Loma                 | 0.404 | Medio                       |
| Paciotla                     | 0.533 | <b>MEDIO</b>                | El Paraíso              | 0.410 | Medio                       |
| San Pablito                  | 0.485 | <b>MEDIO</b>                | Agua del Machete        | 0.485 | Medio                       |
| Tlalacruz de Libres          | 0.446 | <b>MEDIO</b>                | Tlacuilolco             | 0.500 | Medio                       |
| Xilepa                       | 0.408 | <b>MEDIO</b>                | Xopanapa                | 0.458 | Medio                       |
| Xolotla                      | 0.465 | <b>MEDIO</b>                | Cruz Santa              | 0.544 | Medio                       |
| Zacapehuaya                  | 0.494 | <b>MEDIO</b>                | San Pablito             | 0.452 | Medio                       |

Se observa el grado de vulnerabilidad social para las localidades del municipio de Pahuatlán; los valores obtenidos están calculados de acuerdo a rangos establecidos en la guía de CENAPRED, mostrando que la totalidad de las localidades (34) poseen un **GRADO DE VULNERABILIDAD MEDIO**, es decir que poseen instituciones que disminuyen su vulnerabilidad, pero los aspectos educativos, económicos, de salud y vivienda acentúa esta condición (**MAPA V.3.1. VULNERABILIDAD SOCIAL MUNICIPAL**). Asimismo, en los **MAPA V.3.1A. VULNERABILIDAD SOCIAL; PAHUATLÁN DEL VALLE; MAPA V.3.1B. VULNERABILIDAD SOCIAL; SAN PABLITO**, se muestra la distribución de esta variable en ambas zonas urbanas.



De tal modo que si se plantea disminuir su vulnerabilidad han de continuarse fortaleciendo las unidades municipales de protección civil, los servicios hospitalarios y educativos, así como el desarrollo de actividades económicas que disminuyan las carencias patrimoniales gradualmente, pero de manera permanente.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.3.1. Vulnerabilidad social municipal  
Simbología Temática

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2551 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Área urbana**
  - Representación del relieve**
    - Barranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Eliquisetas 10m)
  - Raigos hidrográficos**
    - Concreto de agua permanente
    - Concreto de agua intermitente
  - Lineas de conducción**
    - Eléctrica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Tenacera
    - Erecha
    - Veneda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Manantial

**Descripción**

Las características socioeconómicas generan condiciones para que la población tenga los elementos necesarios para afrontar una situación de riesgo

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

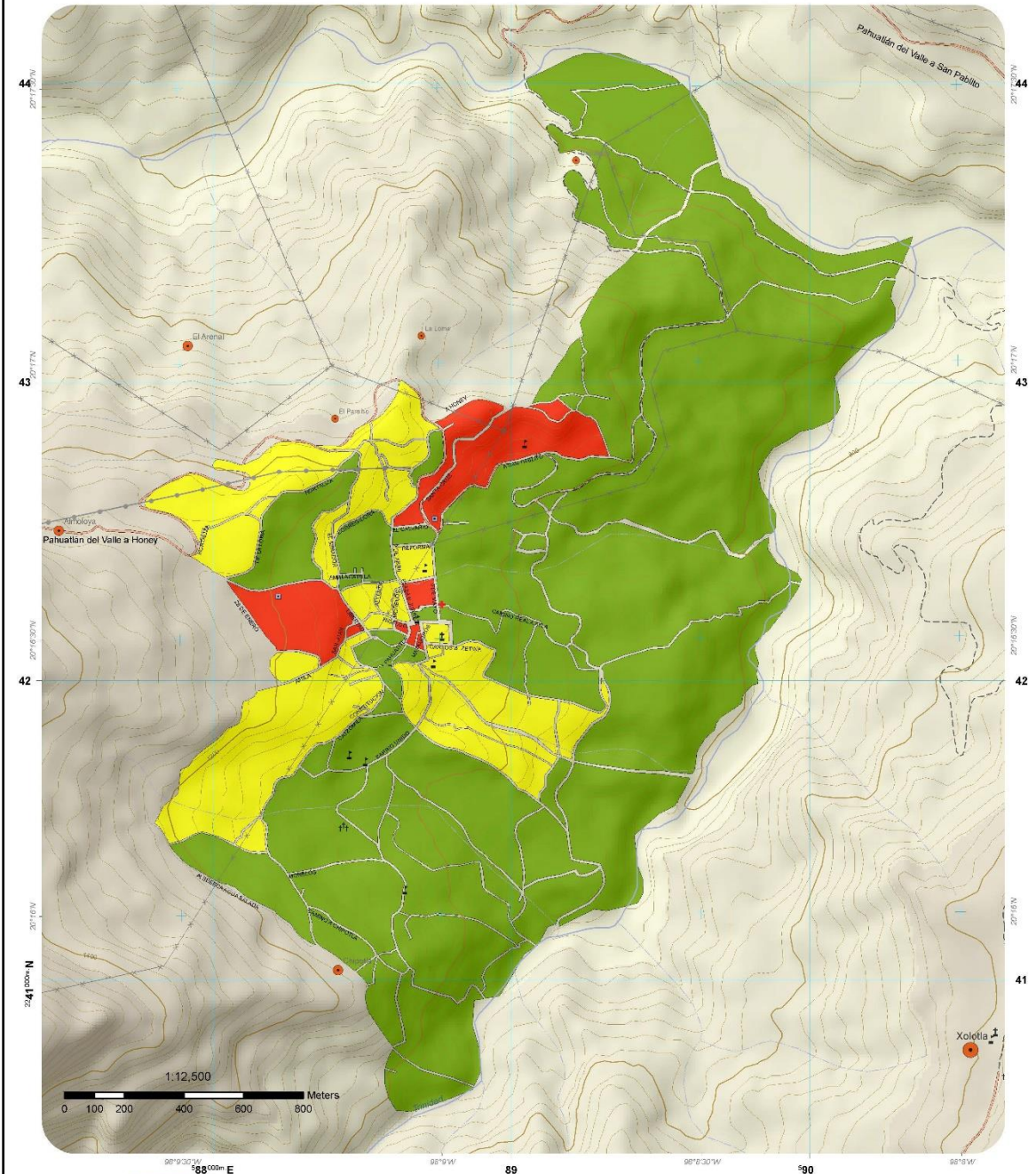
**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Eliipsoid: Goidó  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/06/2003

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.3.1 a. Vulnerabilidad social en Pahuatlán del Valle

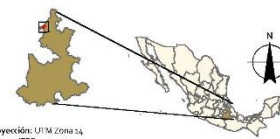


### Simbología Temática

| Simbolos convencionales                       |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Asentamiento humano</b>                    | <b>Vías de comunicación</b>     |
| <b>Población total</b>                        | Carretera                       |
| ● 10 - 100                                    | Terracería                      |
| ● 101 - 500                                   | Branche                         |
| ● 501 - 2500                                  | Vereda                          |
| ● 2501 - 10000                                | <b>Infraestructura y eqpto.</b> |
| ○ Curva nivel maestro                         | Cisterna                        |
| ○ Curva nivel auxiliar (Escala:distancia 10m) | Tanque                          |
| <b>Rasgos hidrográficos</b>                   | Cerentorio                      |
| — Corriente de agua perenne                   | Tanque de agua                  |
| — Corriente de agua intermitente              |                                 |
| <b>Líneas de conducción</b>                   |                                 |
| — Eléctrica                                   |                                 |
| — Telefónica                                  |                                 |

### Descripción

- Con base en los resultados obtenidos, la población de estas localidades es vulnerable ante la ocurrencia de un peligro
- Las características socioeconómicas generan condiciones para que la población tenga los elementos necesarios para afrontar una situación de riesgo
- La población posee los elementos para ser menos afectados ante la ocurrencia de un peligro



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Ecuación curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°37' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/03/2013



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.3.1b. Vulnerabilidad social en San Pablo

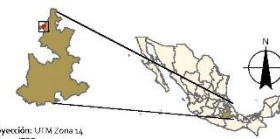


- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - Cauce nivel rasante
    - Cauce nivel auxiliar (Equidistancia 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Cauce de agua perenne
    - Cauce de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctricas
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terciaria
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - ⊕ Clínica
    - ⊖ Escuela
    - ⊙ Templo
    - ⊕ Cementerio
    - ⊕ Tanque de agua
    - ⊙ Manantial

**Simbología Temática**

**Descripción**

La población posee los elementos para ser menos afectados ante la ocurrencia de un peligro



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyecto y Construcción SA GA  
Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003





### V.3.2. CAPACIDAD DE RESPUESTA DE AUTORIDADES LOCALES

De manera complementaria al análisis estadístico se llevaron a cabo diversas entrevistas con las autoridades municipales, en particular con las encargadas de la protección civil, seguridad pública y salud. En la encuesta aplicada a las autoridades (Capacidad de respuesta), existen datos opuestos, en primer término, la capacidad de respuesta por parte de las autoridades es muy baja y la ocurrencia de algún fenómeno natural que sobrepase la normalidad, podría desencadenar algún desastre para los habitantes del municipio, comprometiendo la normalidad en el municipio pues se carece de los elementos mínimos para reaccionar ante dichos eventos perturbadores. En segundo término, existe alta preparación y capacitación en el personal del municipio, y de contar con la infraestructura y el equipo adecuados, para la atención de alguna emergencia, disminuiría la vulnerabilidad de la población que habita en el municipio y los haría resistentes ante los efectos de los fenómenos naturales.

Complementariamente en lo que respecta a los encargados de la administración municipal, ellos conocen las unidades o programas (municipales, estatales y/o federales) a los que puede solicitar apoyo en caso de emergencia, se cuenta y están reguladas las actividades de la unidad de protección civil municipal; sin embargo en ningún caso se obtuvo referencia acerca de algún protocolo para actuar oportunamente durante una contingencia, mostrando así el desconocimiento que predomina al respecto, lo que significa que el municipio cuenta con los elementos básicos necesarios para resistir el embate de algún fenómeno perturbador, sin embargo es altamente recomendable y muy necesario se apoye al mismo para adquirir nuevos instrumentos, así como capacitar y especializar en el tema de riesgos a los encargados de la atención de emergencias.

### V.3.3. PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO

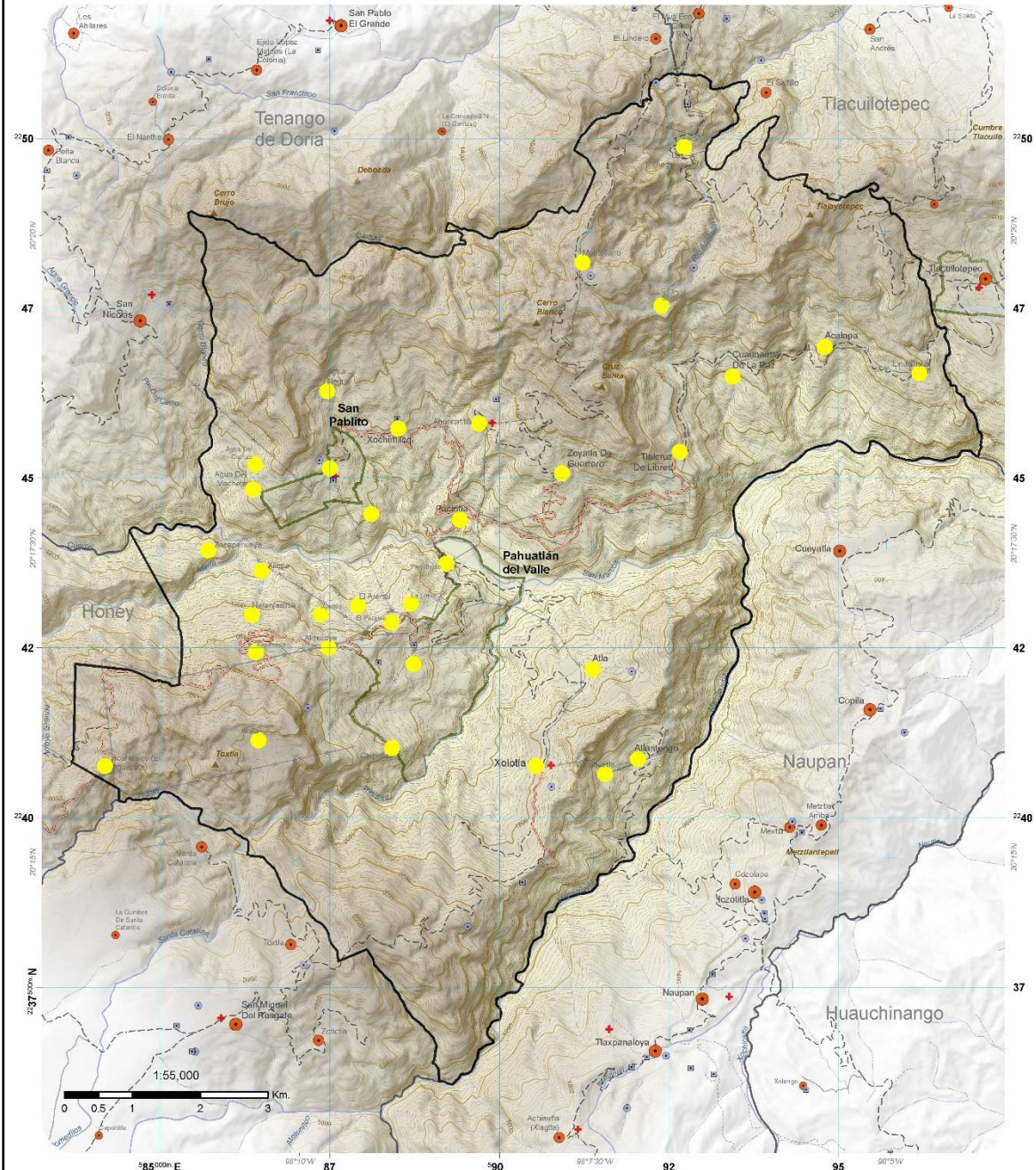
Se llevaron a cabo diversas entrevistas con los habitantes de las localidades que integran el municipio; el resultado de las encuestas develan un grado de vulnerabilidad social asociado a desastres con valor medio (**Tabla V.14.** y **MAPA V.3.3. PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO MUNICIPAL**). Estas mostraron que en muchos casos existe el conocimiento, desafortunado por parte de los pobladores, respecto a los fenómenos naturales ante los cuales ellos son vulnerables o se encuentran expuestos, dado que ya se han presentado en épocas recientes fenómenos que detonaron en desastres, los cuales se encuentran en la memoria histórica-colectiva; ello representa una condición favorable, pues son conscientes del riesgo al que están expuestos. Han aceptado el riesgo de vivir en zonas amenazadas y en algunos casos conocen las zonas de seguridad, así como medidas de evacuación, disminuyendo de tal modo su vulnerabilidad.

De manera contraria a lo anterior, existen personas que desconocen el alcance y la totalidad de los fenómenos nocivos a los que se encuentran expuestos, así como las alternativas o acciones que pueden llevar a cabo para disminuir su vulnerabilidad ante dichos fenómenos, lo que indudablemente agrava la situación de estas personas en caso de emergencia.

**Tabla V.14. Percepción local del Riesgo para el municipio de Pahuatlán, 2012.**

| Localidad                     | PR  | PPR        | Categoría |
|-------------------------------|-----|------------|-----------|
| Mamiquetla                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Xolotla                       | 0.7 | 0.1663     | Alta      |
| Atlantongo                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Acahuales (El Aguacate)       | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Chipotla                      | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Ahila                         | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Atla                          | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Ciudad De Pahuatlán Del Valle | 0.6 | 0.1458     | Alta      |
| Xopanapa                      | 0.8 | 0.1975     | Alta      |
| Almoloaya                     | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| El Paraíso                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Ayotitla                      | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Naranjastitla                 | 0.7 | 0.1746     | Alta      |
| El Arenal                     | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| La Loma                       | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Xilepa                        | 0.7 | 0.164      | Alta      |
| Tlacuilolco                   | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Zacapehuaya                   | 0.7 | 0.1692     | Alta      |
| Paciotla                      | 0.7 | 0.1687     | Alta      |
| San Pablito                   | 0.7 | 0.1663     | Alta      |
| Agua Del Machete              | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Zoyatla De Guerrero           | 0.6 | 0.162      | Alta      |
| San Pablito                   | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Tlalcruz De Libres            | 0.6 | 0.1595     | Alta      |
| Agua Del Carrizo              | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Xochimilco                    | 0.7 | 0.1625     | Alta      |
| Ahuacatitla                   | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Agua Negra                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Lindavista                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Cuauneutla De La Paz          | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Acalapa                       | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Cruz Santa                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Montellano                    | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |
| Los Ángeles                   | 0.7 | 0.16518333 | Alta      |

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



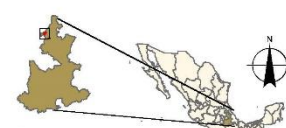
Mapa V.3.3. Percepción local del riesgo municipal

**Simbología Temática**

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Representación del relieve**
    - Baranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Eliquisetas 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Contenido de agua perenne
    - Contenido de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Ciénaga
    - Tanque de agua
    - Manzanil

**Descripción**

● A partir de las encuestas realizadas en las localidades, la población posee un conocimiento somero sobre los peligros por los que pueden ser afectados



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: Goidó  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha actualizada: 30/Oct/2003

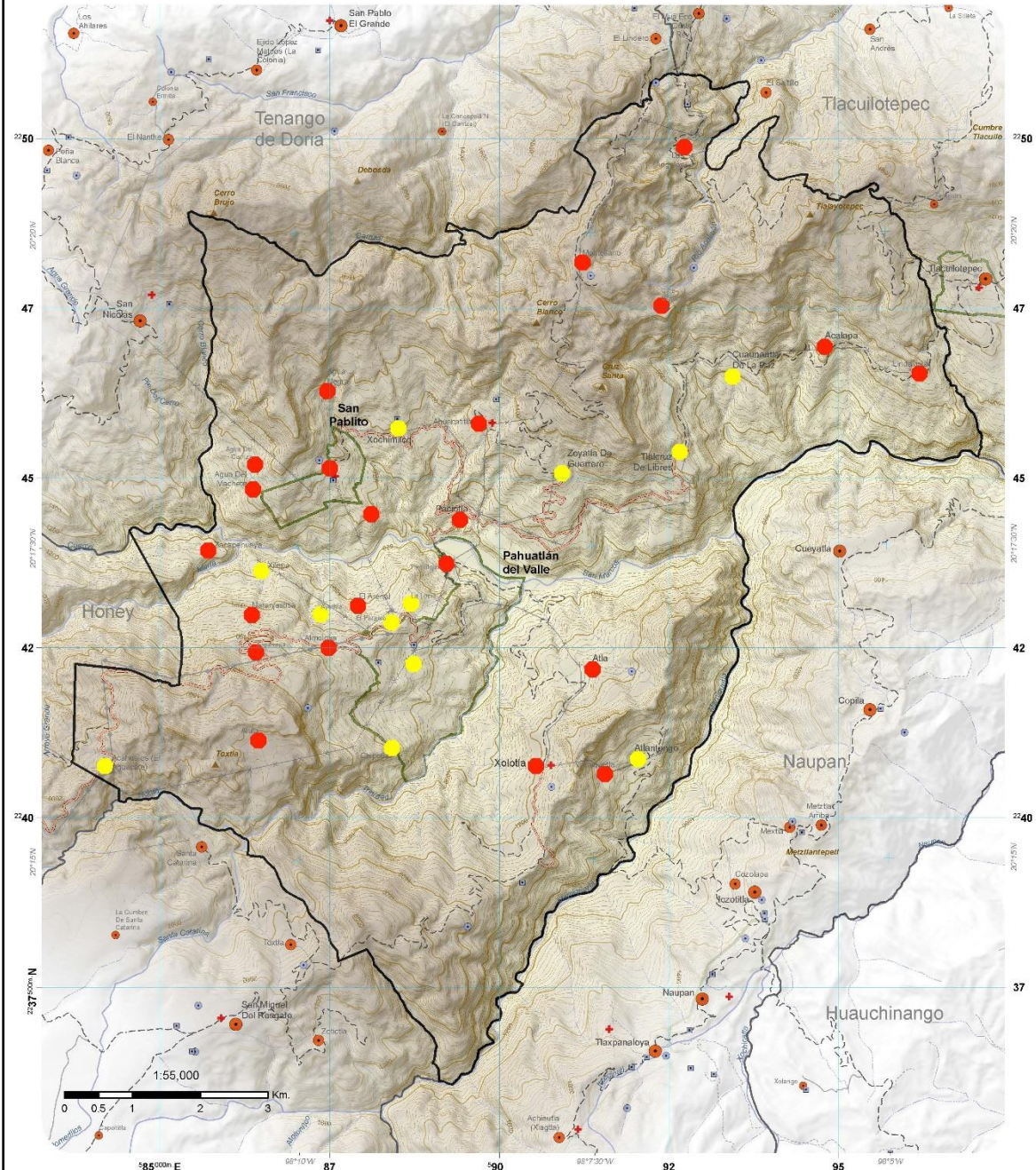
### V.3.4. VULNERABILIDAD GLOBAL

Con base en los datos obtenidos en los apartados anteriores y empleando la fórmula consultada en la metodología, la **tabla V.15** y **MAPA V.3.4. VULNERABILIDAD GLOBAL** señala los valores de Vulnerabilidad Global para las localidades que integran el Municipio de Pahuatlán.

**Tabla V.15. Vulnerabilidad global del municipio de Pahuatlán.**

| Localidad                     | Grado de Vulnerabilidad Global | Categoría |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Mamiquetla                    | 0.60                           | ALTA      |
| Xolotla                       | 0.60                           | ALTA      |
| Atlantongo                    | 0.59                           | MEDIA     |
| Acahuales (El Aguacate)       | 0.58                           | MEDIA     |
| Chipotla                      | 0.58                           | MEDIA     |
| Ahila                         | 0.60                           | ALTA      |
| Atla                          | 0.63                           | ALTA      |
| Ciudad De Pahuatlán Del Valle | 0.56                           | MEDIA     |
| Xopanapa                      | 0.63                           | ALTA      |
| Almoloya                      | 0.62                           | ALTA      |
| El Paraíso                    | 0.57                           | MEDIA     |
| Ayotitla                      | 0.58                           | MEDIA     |
| Naranjastitla                 | 0.63                           | ALTA      |
| El Arrenal                    | 0.61                           | ALTA      |
| La Loma                       | 0.57                           | MEDIA     |
| Xilepa                        | 0.57                           | MEDIA     |
| Tlacuilolco                   | 0.62                           | ALTA      |
| Zacapehuaya                   | 0.62                           | ALTA      |
| Paciotla                      | 0.67                           | ALTA      |
| San Pablito                   | 0.61                           | ALTA      |
| Agua Del Machete              | 0.61                           | ALTA      |
| Zoyatla De Guerrero           | 0.59                           | MEDIA     |
| San Pablito                   | 0.61                           | ALTA      |
| Tlalacruz De Libres           | 0.58                           | MEDIA     |
| Agua Del Carrizo              | 0.63                           | ALTA      |
| Xochimilco                    | 0.59                           | MEDIA     |
| Ahuacatitla                   | 0.60                           | ALTA      |
| Agua Negra                    | 0.62                           | ALTA      |
| Lindavista                    | 0.63                           | ALTA      |
| Cuauneutla De La Paz          | 0.59                           | MEDIA     |
| Acalapa                       | 0.60                           | ALTA      |
| Cruz Santa                    | 0.64                           | ALTA      |
| Montellano                    | 0.60                           | ALTA      |
| Los Ángeles                   | 0.60                           | ALTA      |

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Simbolos convencionales**

- Límites**
  - Límite Pahuatlán
  - Límite municipal
- Asentamiento humano**
  - Población total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2551 - 10000
  - 10001 - 50000
- Representación del relieve**
  - Área urbana
  - Barranca
  - Cerro
  - Cueva nivel maestro
  - Cueva nivel auxiliar (Ecuilistas a 10m)
- Raigos hidrográficos**
  - Concreto de agua permanente
  - Concreto de agua intermitente
- Líneas de conducción**
  - Electricidad
  - Teléfono
- Vías de comunicación**
  - Carreteras
  - Tenacera
  - Erecha
  - Veneda
- Infraestructura y eqpto.**
  - Clinica
  - Tanque de agua
  - Manantial

### Mapa V.3.3. Percepción local del riesgo municipal

- Simbología Temática**
- Descripción**
- Con base en los resultados obtenidos, la población de estas localidades es vulnerable ante la ocurrencia de un peligro
  - Las características socioeconómicas generan condiciones para que la población tenga los elementos necesarios para afrontar una situación de riesgo

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: Goidó  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha actualizada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

### V.3.5. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE INESTABILIDAD DE LADERAS

La vulnerabilidad estructural, se considera una característica específica de las estructuras, dependiente de las formas como hayan sido diseñadas pero independientes de la peligrosidad del sitio donde estén ubicadas. Cada tipo de estructura tiene su propia función de vulnerabilidad y que el método para la determinación de dicha función, varía en la misma forma en la que el comportamiento estructural del elemento en riesgo sea distinto.

El nivel de daño estructural que sufrirá una edificación está relacionado con la calidad de los materiales empleados, características de los elementos estructurales, así como la configuración estructural del edificio.

La naturaleza y grado de daños estructurales pueden ser descritos en términos cualitativos o cuantitativos, y constituyen un aspecto de primordial importancia para determinar el nivel de deterioro de una edificación, así como su situación relativa con respecto al colapso estructural que representa una situación límite donde se compromete la estabilidad del edificio.

Para evaluar este componente de la vulnerabilidad, se diseñó y levantó en campo una cédula que comprende los peligros con mayor importancia en el Municipio de Pahuatlán (sismos, inundaciones, procesos de remoción en masa, hundimientos o subsidencias, ondas de calor, tormentas (granizo, eléctrica, lluvia, polvo) y huracanes), así como condiciones de las edificaciones (viviendas, equipamiento) existentes en la zona de estudio.

La aplicación de esta cédula se realizó a nivel manzana, observando las principales características de la vivienda que pueden ser factor determinante ante peligros tales como: material con el cual fue constituido el techo y paredes de la vivienda; si cuenta o no con castillos; y el número de niveles que conforman la vivienda.

Los resultados obtenidos con el método descrito anteriormente, se describen a continuación.

#### a) Pahuatlán del Valle.

La cabecera municipal cuenta con un total de 3,523 habitantes, distribuidos en 1,266 viviendas particulares habitadas, contenidas en 86 manzanas, de las cuales 11 manzanas se encuentran sin viviendas, debido a las características del terreno y ubicación. (Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010).

En cuanto a la vulnerabilidad que presentan los hogares en Pahuatlán, el peligro con mayor grado de amenaza es la remoción en masa **MAPA V.3.5A. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE INESTABILIDAD DE LADERAS; PAHUATLÁN DEL VALLE**, relacionado con los factores naturales que intervienen para el desarrollo del proceso. No obstante, 6 de los 7 peligros que se analizaron (sismicidad, inundaciones, remoción en masa, hundimientos, ondas de calor, tormentas, huracanes), se enfocaron en una sola manzana, pero a pesar de que esta sea pequeña y cuente con solo 84 habitantes, las demás manzanas no se encuentran exentos de estos peligros.

La vulnerabilidad estructural con categoría baja ante sismicidad, se encuentra distribuido de manera homogénea en la Cabecera Municipal, cubriendo un total de 31 manzanas en donde residen 1,739 habitantes, localizándose de norte a sur; la superficie de éstas ocasiona que las viviendas se encuentran dispersas.



Por otro lado 1,590 habitantes se encuentran en una situación de vulnerabilidad media, corresponden a 43 manzanas concentradas en la zona sur cercanas al río; sólo una manzana de 75 manzanas habitadas se encuentra en un nivel con alta exposición a este fenómeno en la que residen 84 habitantes.

Respecto a inundaciones, el número de manzanas con categoría baja son 24, en el que habitan 1,149 residentes, se encuentran distribuidas principalmente al este con rumbo al oeste y dos manzanas al sur, en las cuales la población se encuentra dispersa. Con nivel medio se encuentran 50 manzanas, concentradas principalmente en la zona sur hacia los límites de la zona urbana; también se identifica este rango en la zona este hasta el oeste del municipio con 2,179 residentes. El nivel de vulnerabilidad estructural alto se encuentra solo una manzana, habitada por 84 habitantes, esta manzana se encuentra ubicada al sur entre el río y una pendiente pronunciada.

Los fenómenos como remoción en masa, tormentas eléctricas y huracanes presentan los mismos niveles de vulnerabilidad estructural; diferenciándose 20 manzanas con nivel bajo ubicadas principalmente al este del municipio, dos manzanas al norte con población aproximada de 100 habitantes y tres manzanas que se ubican al sur de las cuales la población es de 70 personas. Por otra parte, 50 manzanas con categoría media van desde el centro del municipio hacia el límite sur de la zona urbana, además de algunas que están al norte y centro; finalmente existe 1 manzana con nivel alto de vulnerabilidad estructural, siendo la misma manzana que ya se ha mencionado anteriormente en los peligros de inundaciones y sismicidad. En resumen, el número de residentes en vulnerabilidad baja son 911, 2,418 con nivel medio y 84 en alto.

En cuanto a la subsidencia, hundimientos o agrietamientos, son los peligros que pueden causar menor número de afectados, ya que presenta el mayor número de manzanas con una vulnerabilidad baja, siendo 30 manzanas localizadas en el margen de la zona urbana (sur y oeste del municipio), en donde las manzanas se encuentran junto al río; lo que afectaría aproximadamente a 1,239 habitantes y respecto a un rango de nivel medio se encuentran 2,174 habitantes respecto a su vulnerabilidad estructural, en los que la zonas más afectadas son la zona centro que recorre una dirección hacia el Norte del municipio, además con algunas manzanas ubicadas al sur y al Oeste. Que conforman un total de 45 manzanas de rango medio.

Finalmente las ondas de calor son el 7o. fenómeno que se analizó en el municipio, se obtuvo un resultado de 4 manzanas con nivel bajo equivalentes a 238 habitantes, se encuentra distribuido principalmente en el centro del municipio, dejando esta zona con alto riesgo de afectaciones por la concentración de viviendas y residentes.

Por otra parte, se encuentran 3,091 habitantes con nivel de vulnerabilidad estructural medio, corresponde a 70 manzanas que abarcan la mayor parte del municipio, dejando solo aquellas sin viviendas ni residentes. Con relación a la categoría alta, solo una manzana con 84 habitantes es la más expuesta.

La siguiente tabla (V. 16) sintetiza los resultados obtenidos.



**Tabla V.16. Vulnerabilidad estructural de Pahuatlán del Valle.**

| Peligro          | Total de viviendas | Habitantes. afectados | Características generales de las viviendas  |
|------------------|--------------------|-----------------------|---|
| Sismicidad       | 75                 | 3413                  | Materiales como teja y lámina en el techo y con loza, las paredes se encuentran construidas con tabicón y castillos; un nivel.                                |
| Inundaciones     | 75                 | 3412                  | Techos de loza, construidas con paredes de tabicón y cuentan con castillos, hogares son de un nivel, algunas con tres niveles.                                |
| Remoción en masa | 71                 | 3413                  | Las viviendas son de materiales como loza y teja en sus techos, paredes de tabicón y castillos, la mayoría se conforman solo de un nivel.                     |
| Hundimientos     | 75                 | 3413                  | Techos de loza y con paredes de tabicón, además de tener castillos y de un nivel.   |
| Ondas de calor   | 75                 | 3413                  | Techos de lámina o teja y con paredes de tabicón, presen también castillos y algunas viviendas con tres niveles, predominan más viviendas con dos o un nivel. |
| Tormentas        | 71                 | 3413                  | Materiales como loza y teja en sus techos, paredes de tabicón y castillos, pocas viviendas con dos niveles, la mayoría de un nivel.                           |
| Huracanes        | 71                 | 3413                  | La mayoría son de materiales como loza y teja en sus techos, paredes de tabicón y castillos, la mayoría de un nivel.  |

b) San Pablito.

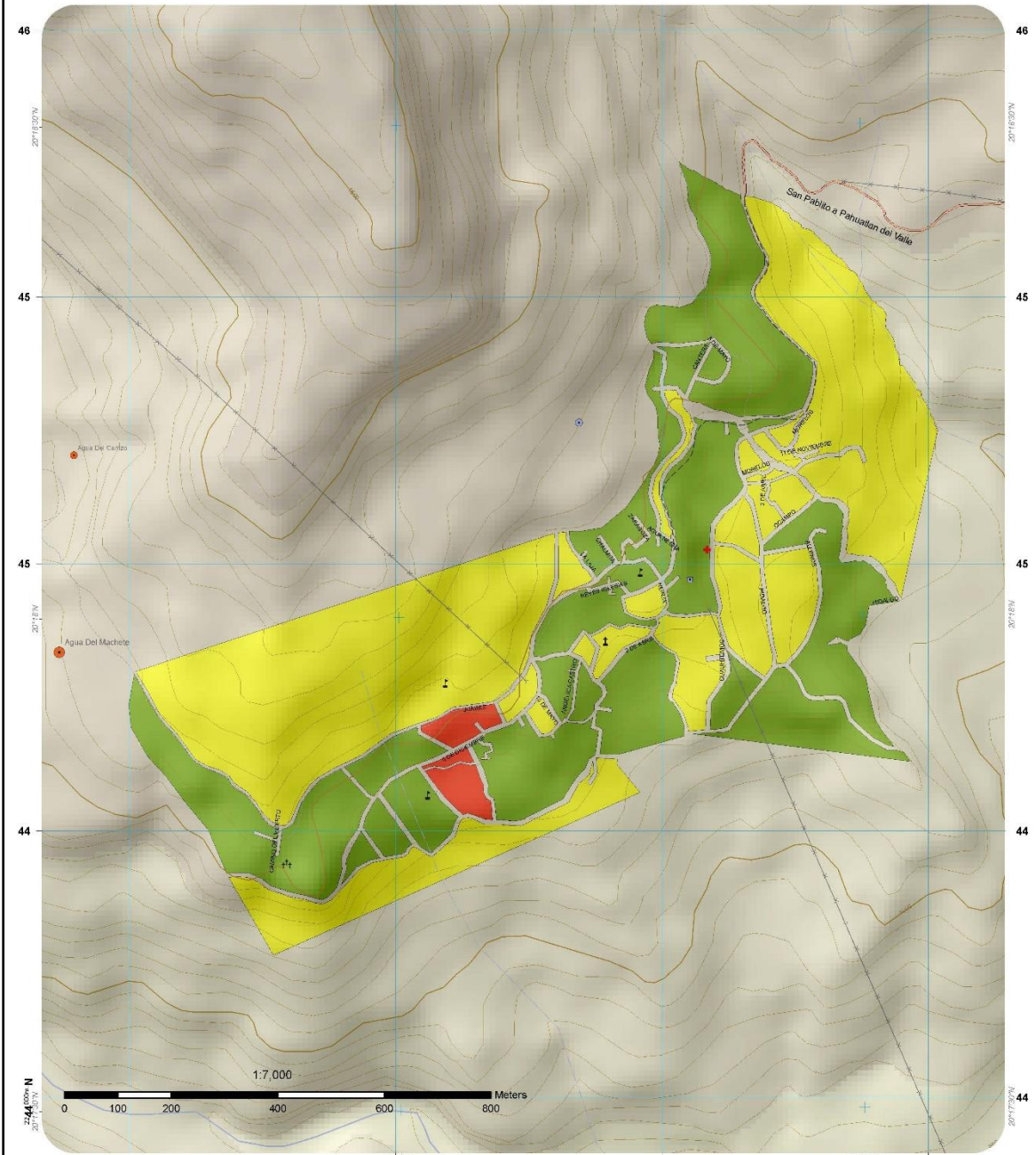
La zona urbana tiene 3,178 habitantes, 812 viviendas y 43 manzanas, para los peligros de inundación, procesos de remoción en masa, tormentas y huracanes, el grado de vulnerabilidad estructural es similar **MAPA V.3.5B. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE INESTABILIDAD DE LADERAS; SAN PABLITO**. Para estos peligros, 20 manzanas en las que habitan 1,117 personas tienen una vulnerabilidad estructural media, 20 manzanas con 1,987 habitantes tienen vulnerabilidad baja y tan sólo 3 manzanas con 74 residentes tienen vulnerabilidad alta.

En lo peligros antes mencionados la vulnerabilidad tiene una distribución irregular, debido a las diferentes características de la localidad, para estos peligros un factor determinante es la precipitación y la localización de los ríos. En la porción este se localizan manzanas con vulnerabilidad media y en mayor medida manzanas con vulnerabilidad baja. En la parte oeste se localizan manzanas con los tres grados de vulnerabilidad (alto, medio y bajo).

Para el peligro de sismicidad 31 manzanas tienen vulnerabilidad baja con una población de 2,488 habitantes; 9 manzanas con vulnerabilidad media y una población de 616 y 3 localidad con vulnerabilidad alta con una población de 74 personas.

Con relación al mismo peligro, la vulnerabilidad tiene una distribución homogénea en la zona este de la localidad, ya que predominan manzanas con una vulnerabilidad baja y 5 manzanas presentan vulnerabilidad media; en cambio en la parte oeste se localizan manzanas con vulnerabilidad alta, media y baja.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Mapa V.3.5b. Vulnerabilidad estructural ante inestabilidad de laderas en San Pablito**



- Simbolos convencionales**
- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Asentamiento humano</b>                   | <b>Vías de comunicación</b>     |
| ● Población total                            | — Carretera                     |
| ● Población 10 - 100                         | — Camiseta                      |
| ● Población 101 - 500                        | — Terciaria                     |
| ○ Curva a nivel maestro                      | — Brecha                        |
| ○ Curva a nivel auxiliar (Equidistancia 10m) | — Vereda                        |
| <b>Rasgos hidrográficos</b>                  | <b>Infraestructura y eqpto.</b> |
| — Corriente de agua perenne                  | ● Clínica                       |
| — Corriente de agua intermitente             | ● Escuela                       |
| <b>Líneas de conducción</b>                  | ● Templo                        |
| — Electro                                    | ● Cementerio                    |
|  | ● Tanque de agua                |
|  | ● Meserial                      |

- Simbología Temática**
- Descripción**
- Las características estructurales de las viviendas son más susceptibles a sufrir daño durante la ocurrencia de un peligro
  - Existen condiciones en la forma y materiales empleados en la construcción de las viviendas, que minimizan los daños ante la ocurrencia de un peligro
  - El tipo de vivienda establece mayor resistencia ante procesos de inestabilidad de laderas

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999; 2005; 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

Para el caso de Hundimientos, Subsidiencias y Agrietamientos no hay manzanas con vulnerabilidad alta; 11 manzanas tienen vulnerabilidad baja con población de 680 personas, la mayor parte de la localidad (32 manzanas) presentan una vulnerabilidad media con 2,488 personas.

La vulnerabilidad respecto a Hundimientos tiene un comportamiento homogéneo, la mayor parte de la localidad de San Pablito, presenta vulnerabilidad media a excepción de las partes noroeste y suroeste donde se presentan valores que corresponden a una vulnerabilidad baja.

La localidad de San Pablito, a excepción de 5 manzanas, tiene vulnerabilidad media con 3,040 habitantes; 2 manzanas con vulnerabilidad baja y población de 74 habitantes, esto para el caso del peligro de ondas de calor. La distribución es homogénea para toda la localidad, únicamente en la parte oeste se presentan valores altos y bajos; el resto de San Pablito presenta valores medios.

Como se puede observar en todos los peligros las manzanas con vulnerabilidad alta coinciden en la parte Oeste de la localidad a excepción del peligro de subsidencia donde estas manzanas cambian de vulnerabilidad alta a media (**Tabla V.17**).

**Tabla V.17. Vulnerabilidad estructural de San Pablito.**

| Peligro                     | Total de viviendas | Habitantes afectados | Características generales de las viviendas  |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|---|
| Sismicidad                  | 6                  | 74                   | Lámina, Madera, sin castillos y de un nivel |
| Inundaciones                | 6                  | 74                   | Lámina, Madera, sin castillos y de un nivel |
| Remoción en masa            | 6                  | 74                   | Lámina, Madera, sin castillos y de un nivel |
| Hundimientos/ Subsidiencias | 0                  | 0                    | Lámina, tabicón con un nivel.               |
| Ondas de Calor              | 6                  | 74                   | Lámina, Madera, sin castillos y de un nivel |
| Tormentas                   | 6                  | 74                   | Lámina, Madera, sin castillos y de un nivel |
| Huracanes                   | 6                  | 74                   | Lámina, Madera, sin castillos y de un nivel |

### V.3.6. VULNERABILIDAD ANTE OTROS PELIGROS

#### A. VULNERABILIDAD ANTE TORMENTAS DE GRANIZO Y HALADAS

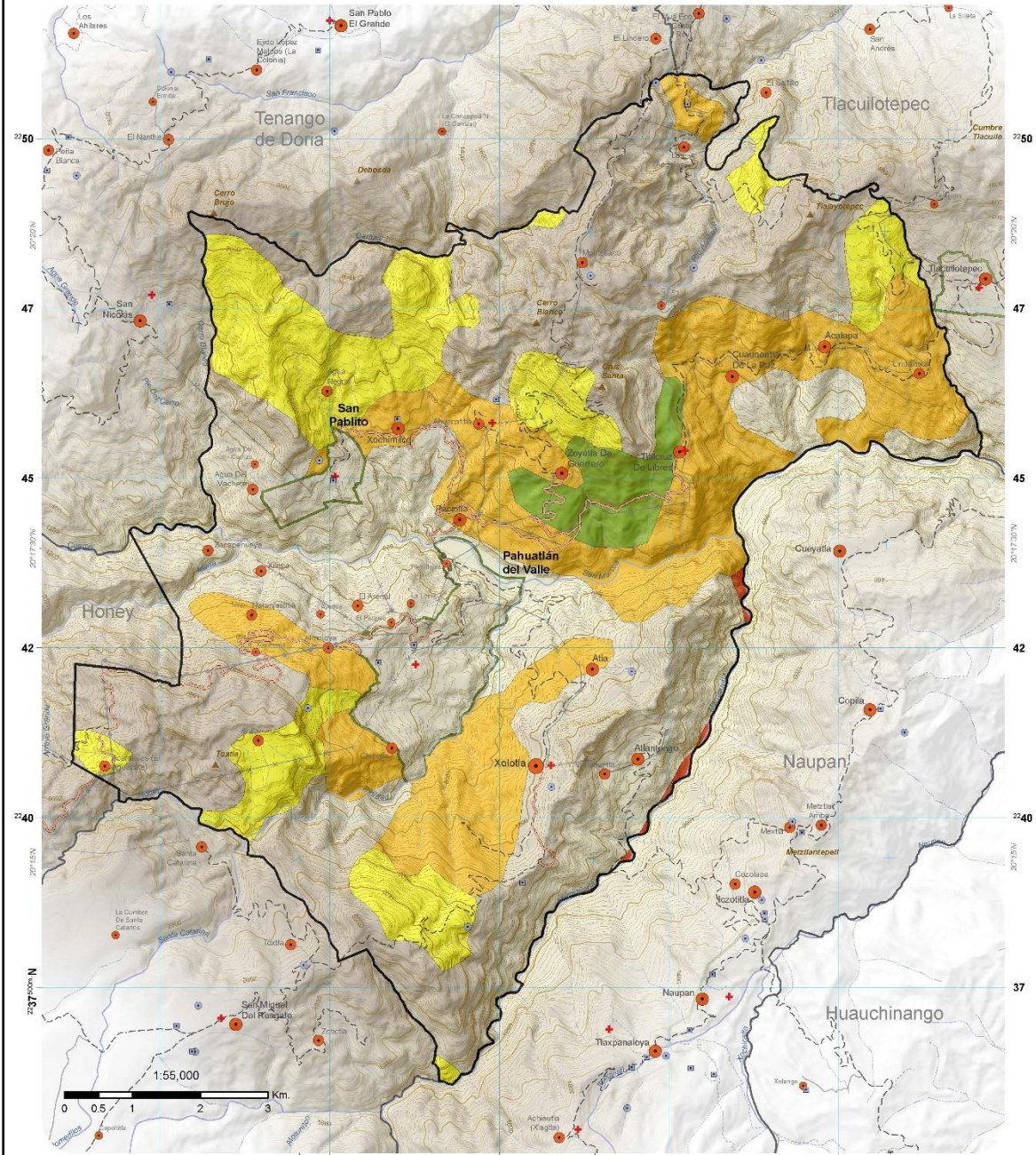
Para determinar la vulnerabilidad de cultivos ante las tormentas de granizo y heladas fue considerado el mapa de vegetación y uso del suelo municipal (ver **MAPA III.8. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN**), el cual fue reclasificado según las características de cultivos que presenta el municipio de Pahuatlán. Se obtuvieron cuatro categorías considerando su condición permanente, anual o semipermanente y con ello, su exposición para verse afectadas ante un fenómeno como las heladas o granizadas.

La **tabla V.18**. indica el grado de vulnerabilidad de cada tipo de cultivo, en la cual destaca que al menos la mitad de la superficie del territorio de Pahuatlán presenta un uso de suelo agrícola; la



agricultura de tipo permanente o semipermanente es la que tiene una vulnerabilidad alta; dicho grado de vulnerabilidad se presenta en el **MAPA V.3.6A. VULNERABILIDAD AGRÍCOLA.**

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.3.6a. Vulnerabilidad agrícola

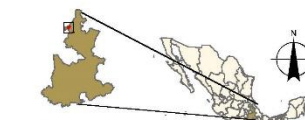


- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50000
  - Representación del relieve**
    - Baranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Ecuidistancia 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Concreto de agua perenne
    - Concreto de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
    - Telétrica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terrestre
    - Drecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Mirador

**Simbología Temática**

**Descripción**

- Agricultura de temporal; plantación permanente
- Agricultura de temporal anual y/o permanente
- Agricultura de temporal anual
- Agricultura de temporal anual y/o semipermanente



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: Goidó  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003



**Tabla V.18. Vulnerabilidad de cultivos ante granizadas y heladas.**

| GRADO DE VULNERABILIDAD | TIPO DE ACTIVIDAD AGRÍCOLA        | SUPERFICIE (Ha) | % Respecto de la superficie cultivada |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| ALTA                    | Temporal anual y/o permanente     | 2308.5          | 56.7                                  |
|                         | Temporal anual y/o semipermanente | 287.6           | 7.1                                   |
|                         | Temporal; plantación permanente   | 25.3            | 0.6                                   |
| MEDIA                   | Temporal anual                    | 1450.3          | 35.6                                  |
|                         | <b>Total superficie cultivada</b> | <b>4071.7</b>   | <b>100.0</b>                          |
|                         | <b>Superficie del municipio</b>   | <b>8037.0</b>   |                                       |

## V.4. TRABAJO DE CAMPO

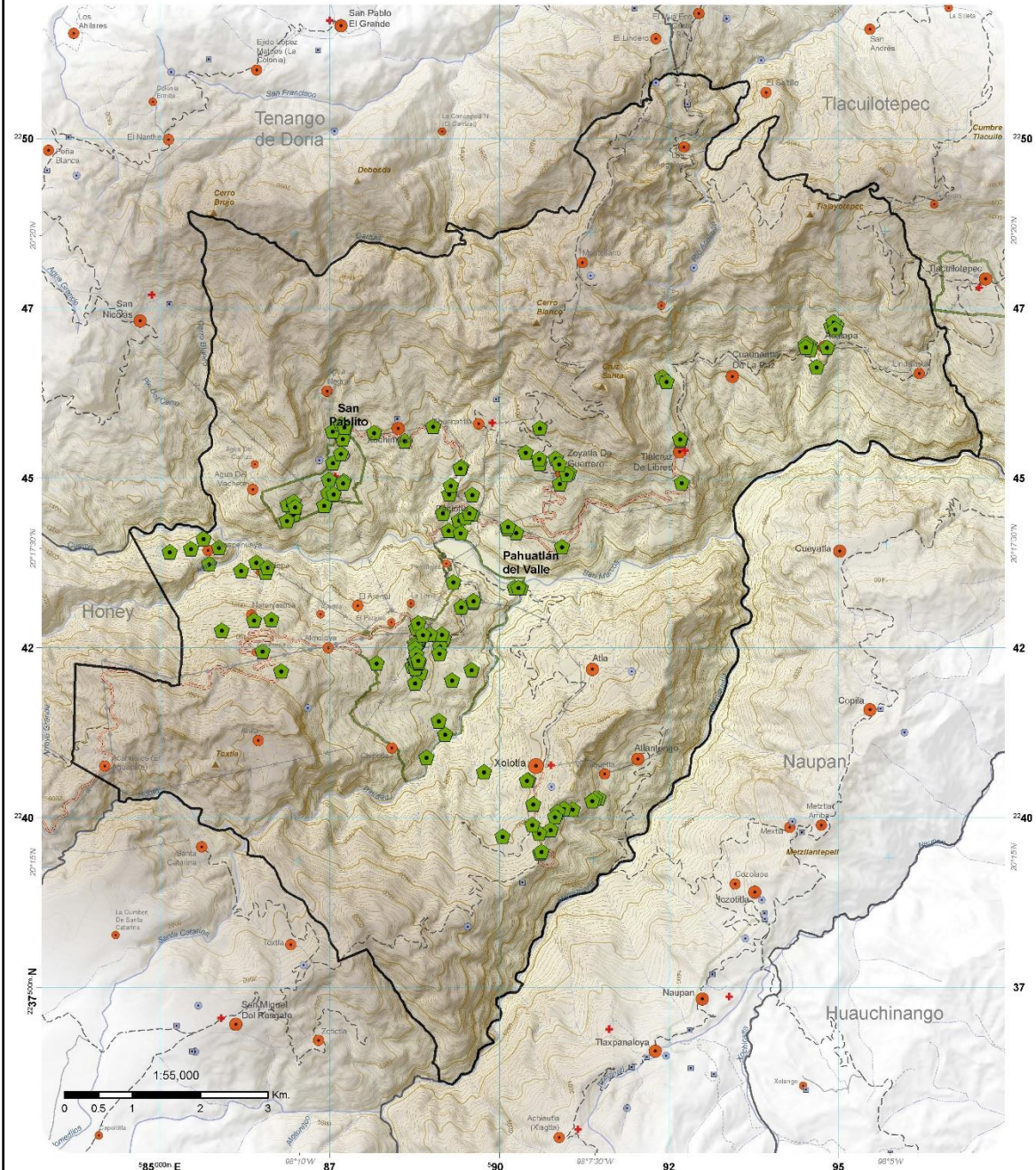
Parte importante durante la realización del Atlas de Riesgo (**MAPA V.4. TRABAJO DE CAMPO.**), corresponde al trabajo de campo desarrollado en el Municipio de Jopala, mediante el cual se obtuvo un panorama de las condiciones naturales y socioeconómicas. Las actividades cumplieron los siguientes objetivos:

- Validar la cartografía generada durante los capítulos que integran el presente documento, con la finalidad de verificar los resultados obtenidos y representados mediante los mapas.
- Realización de muestreos sobre la litología presente en la zona de estudio.
- Análisis directo sobre los peligros identificados, con base en la interacción de variables que intervienen en el desarrollo de cada proceso.
- Entrevistas con autoridades de la administración municipal y habitantes del Municipio, dirigida a obtener información sobre los peligros, fechas, afectaciones; que han repercutido sobre la dinámica social.
- Aplicación de Cédulas de Percepción del Riesgo aplicadas a la población de las localidades, así como el levantamiento de Cédulas de Vulnerabilidad Estructural.
- Generar el archivo fotográfico.

## V.5. RIESGO ANTE FENÓMENOS GEOLÓGICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS

El riesgo es considerado como la probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas y sociales adversas en un sitio particular y durante un tiempo definido que exceden niveles aceptables, a tal grado que la sociedad o un componente de la sociedad afectada encuentre severamente interrumpido su funcionamiento rutinario y no pueda recuperarse de forma autónoma, requiriendo de ayuda y asistencia externa. Para calcular el riesgo ante fenómenos geológicos e hidrometeorológicos en el municipio de Pahuatlán, se utilizó el grado de peligro y vulnerabilidad citados en los apartados anteriores. Para el análisis del riesgo de cada fenómeno se obtuvo el probable número de habitantes y viviendas que podrían verse afectados, así como la superficie agrícola en el caso de fenómenos como las heladas o granizadas.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



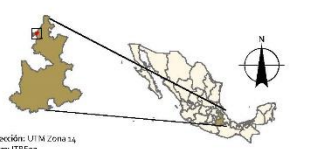
Mapa V.4. Trabajo de campo



- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Populación total
      - 10 - 100
      - 101 - 500
      - 501 - 2500
      - 2501 - 10000
      - 10001 - 50000
  - Representación del relieve**
    - Baranca
    - Cerro
    - Cuota nivel maestro
    - Cuota nivel auxiliar (Ecuilínea de 10m)

- Simbología Temática**
- Trabajo de campo

- Raigos hidrográficos**
- Centro de agua paranales
  - Centro de agua intermitente
- Líneas de conducción**
- Eléctrica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Tercera
  - Drecha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- Clinica
  - Tanque de agua
  - Masante



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: Goidó  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/Oct/2013



### V.5.1. RIESGO ANTE INESTABILIDAD DE LADERAS

Los procesos de ladera en el municipio de Pahuatlán representan los fenómenos geológicos de mayor riesgo para la población e infraestructura del municipio, así, considerando esto, fueron calculados los riesgos para los peligros de deslizamientos, creep, agrietamientos, flujos y derrumbes tanto a escala municipal como urbana, calculando el número de viviendas población que se verían afectadas por dichos fenómenos.

#### A. RIESGO ANTE DESLIZAMIENTOS

Indudablemente, los deslizamientos representan uno de los riesgos más importantes para el municipio de Pahuatlán (**Tabla 19**), tanto por su amplia distribución a lo largo de gran parte de la entidad, como por las afectaciones que ya ha presentado en las localidades más importantes y los daños evidentes en la cabecera municipal.

**Tabla 19. Población y viviendas afectadas por riesgo de deslizamientos a escala municipal.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 9756      | 2312     |
| Alto       | 6275      | 1545     |
| Medio      | 1863      | 502      |
| Bajo       | 1450      | 290      |
| Muy Bajo   | 225       | 51       |

En concreto, en la cabecera (**Tabla 20**) municipal la mayor parte de la ciudad tiene condiciones físicas que inciden en el grado de riesgo muy alto y alto que caracteriza la ciudad. Salvo por unas pocas manzanas en el sur, cuyo grado de riesgo es medio y bajo, resultado de una vulnerabilidad. En particular, la calle 5 de mayo es una zona que merece una atención especial dado que se ubica justo en la cabecera de un gran deslizamiento que afecta la porción oriental de la ciudad.

**Tabla 20. Población y viviendas afectadas por riesgo de deslizamientos a escala urbanas.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 6256      | 1467     |
| Alto       | 367       | 107      |
| Medio      | 78        | 18       |
| Bajo       | 0         | 0        |

- **Riesgo MUY ALTO.** En términos de análisis municipal (**MAPA V.5.1A-1. RIESGO POR DESLIZAMIENTOS MUNICIPAL**), además de la ciudad de Pahuatlán (**MAPA V.5.1A-2. RIESGO POR DESLIZAMIENTOS; PAHUATLÁN DEL VALLE**) y San Pablito, otras localidades que presentan riesgo muy alto por deslizamientos son Agua Negra, Agua del Carrizo, Paciotla y Atla en los alrededores de la cabecera, además de Lindavista en el oriente del municipio.

En el caso de San Pablito (**MAPA V.5.1A-3. RIESGO POR DESLIZAMIENTOS; SAN PABLITO**), prácticamente toda la localidad presenta condiciones de riesgo muy alto, dado que el gran



deslizamiento que se ubica al sur del asentamiento puede afectar a prácticamente toda la zona urbana y únicamente algunas porciones de San Pablito, en donde la vulnerabilidad es baja, el riesgo desciende pero tan solo a un nivel alto. Tanto para el caso de San Pablito como para la cabecera municipal, es necesario realizar obras de mitigación del peligro (ver apartado correspondiente a peligro por deslizamientos).

- **Riesgo ALTO** También dentro de la región centro de Pahuatlán se ubican la mayoría de las localidades con riesgo alto por deslizamientos, las cuales son Xonapa, Almoyola, Naranjastitla, Ayotitla, El Arenal, Xilepa, Zacapehuaya, Zoyatla de Guerrero, Xochimilco y Ahuacatitla, todas ellas periféricas a las zonas urbanas del municipio, además de Acalapa en el oriente, cerca de Lindavista. Además de las anteriores, cabe destacar Xolotla, ya que esta localidad es la tercera más importante del municipio en términos de habitantes, por lo cual es posible afirmar que la mayor parte de la población de Pahuatlán vive en asentamientos que se caracterizan por tener un riesgo alto ante la ocurrencia de deslizamientos.
- **Riesgo MEDIO.** Tan solo 3 localidades presentan un grado de riesgo medio ante deslizamientos; estas son Ahila, Tlalacruz de Libres y Cuaneutla de la Paz. La primera de estas se ubica relativamente cerca de la cabecera municipal, pero en una región que tiende a la estabilidad, además de tener condiciones de vulnerabilidad media; por su parte, Tlalacruz y Cuaneutla se ubican al noreste del territorio municipal, zona en donde se reduce el peligro por deslizamientos.
- **Riesgo BAJO.** Como se mencionó en el párrafo anterior, en la zona norte el peligro por deslizamientos disminuye y, en consecuencia, también el riesgo, por lo que las localidades de Montellano y Los Ángeles tienen un riesgo bajo por deslizamientos, además de Atlantongo, que se ubica en una zona de mayor estabilidad.
- **Riesgo MUY BAJO** Por último, solo la localidad de Acahuales presenta una probabilidad muy baja de ocurrencia de deslizamientos, combinado con una vulnerabilidad media por lo que el riesgo es muy bajo ante estos movimientos del terreno.

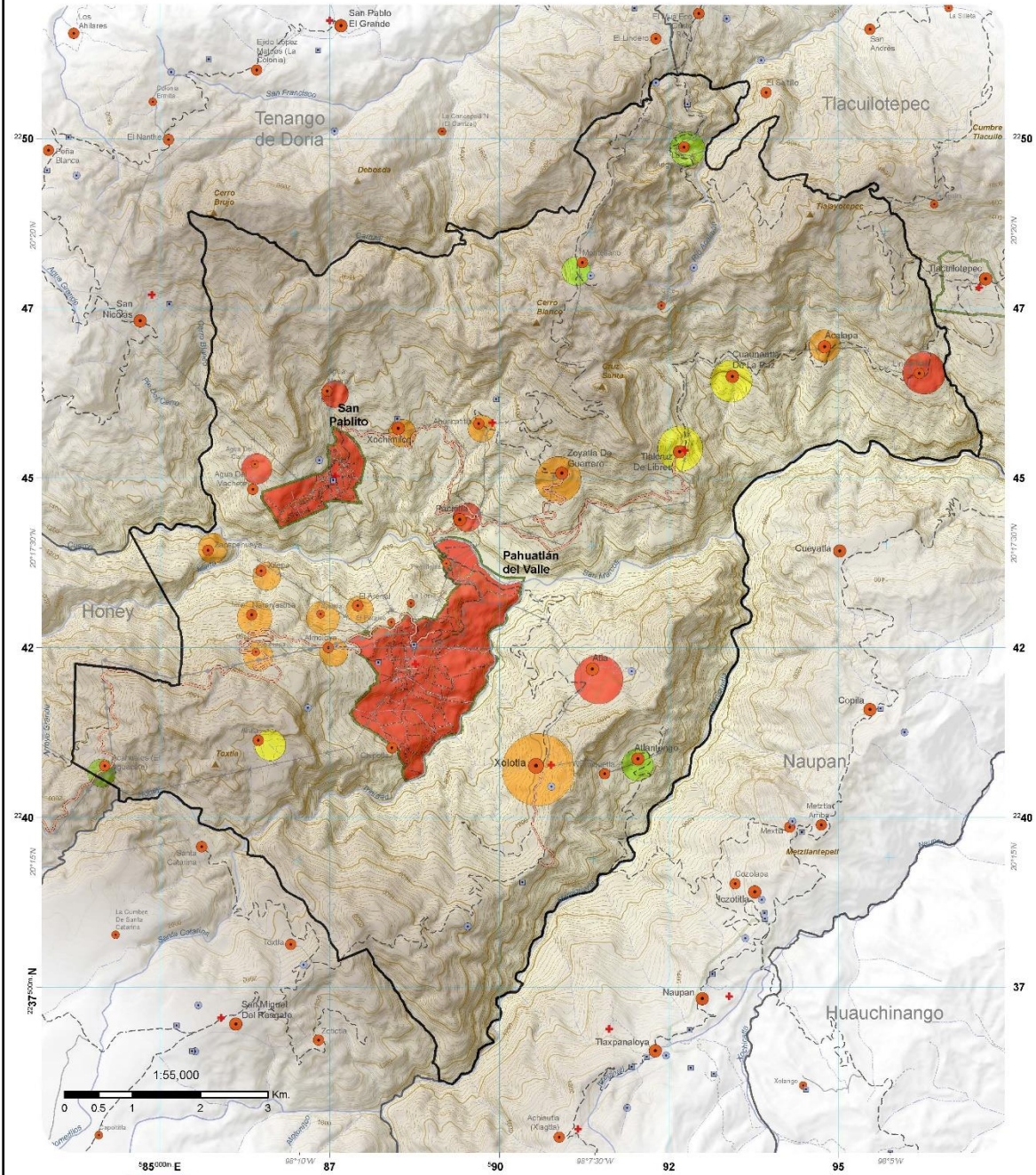
## B. RIESGO ANTE CREEP O REPTACIÓN

- **Riesgo MUY ALTO.** El riesgo por movimientos de creep es muy alto en gran parte del territorio de Pahuatlán (**MAPA V.5.1B-1. RIESGO POR CREEP O REPTACIÓN MUNICIPAL; Tabla 21**), particularmente en la zona central, la cual es la más inestable en términos de movimientos del terreno.

**Tabla 21. Población y viviendas afectadas por riesgo de creep a escala municipal.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 11194     | 2689     |
| Alto       | 5094      | 1241     |
| Medio      | 2777      | 653      |
| Bajo       | 225       | 51       |
| Muy Bajo   | 279       | 66       |

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.5.1a-1. Riesgo por deslizamientos



- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2551-10000, 10001-56208)
  - Representación del relieve:** Área urbana, Barranca, Cerro, Cueva nivel maestro, Curva nivel auxiliar (Eliquisetas 10m)
  - Riesgos hidrográficos:** Concreto de agua permanente, Concreto de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Eléctrica, Telefónica
  - Vías de comunicación:** Carretera, Terrestre, Enebra, Vereda
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Tanque de agua, Manantial

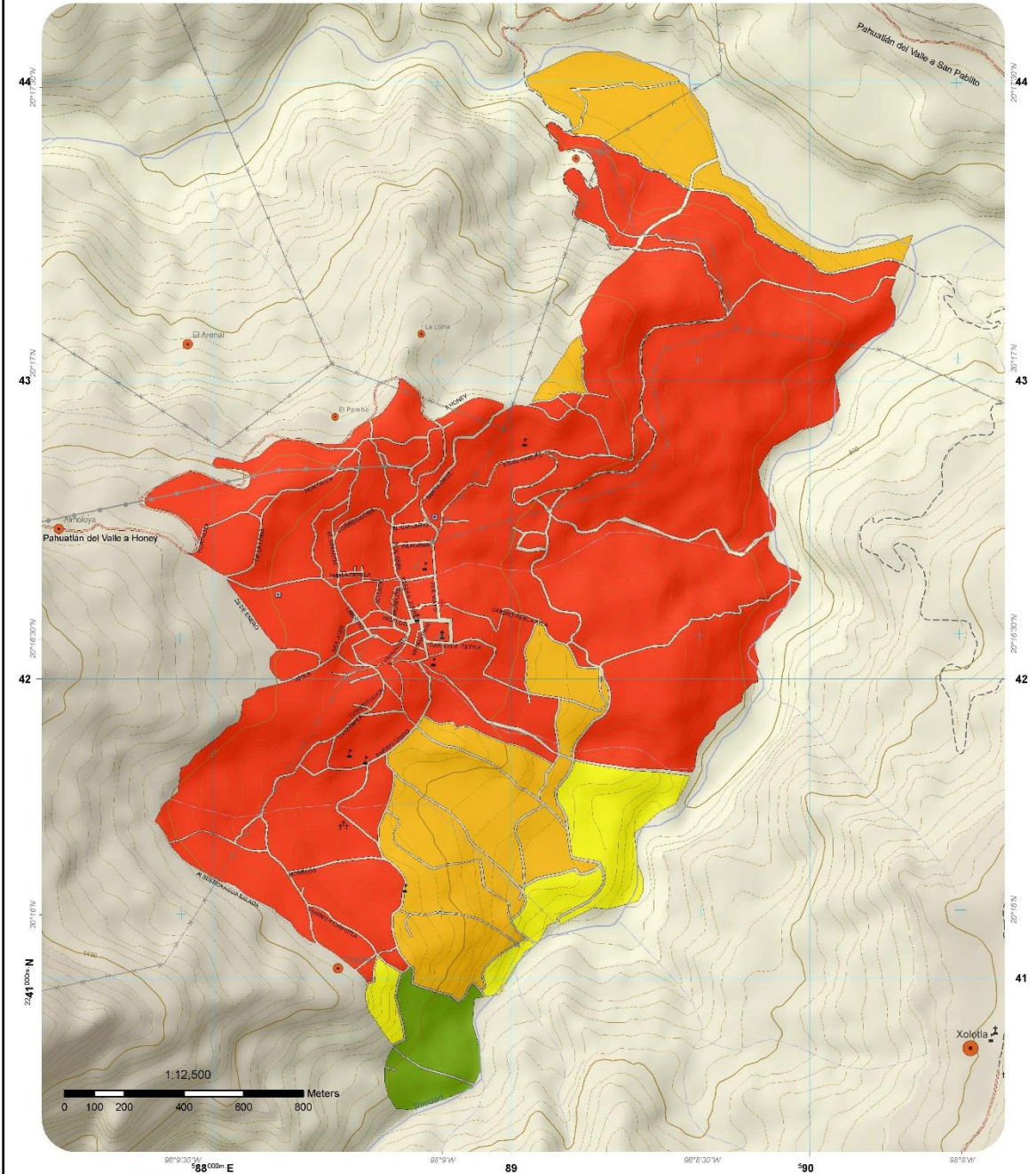
- Simbología Temática**
- Descripción**
- Zona de muy alto riesgo por ocurrencia de deslizamientos
  - Zona de alto riesgo por ocurrencia de deslizamientos
  - Zona de riesgo medio por ocurrencia de deslizamientos
  - Zona de riesgo bajo por ocurrencia de deslizamientos
  - Zona de muy bajo riesgo por ocurrencia de deslizamientos

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Eliquisetas: Goidó  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/05/2013



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.5.1a-2. Riesgo por deslizamientos en Pahuatlán del Valle



### Simbología Temática

- Símbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
    - Población total
      - 10 - 100
      - 101 - 500
      - 501 - 2500
      - 2501 - 10000
    - Cuenca nivel en asfalto
    - Cuenca nivel acrílico (Equidistancia 10m)
  - Riesgos hidrológicos**
    - Cometa de agua perenne
    - Cometa de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Elektrica
    - Telefonía
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Casita
    - Escuela
    - Templo
    - Cementerio
    - Tanque de agua

- Descripción**
- Zonas urbanas con riesgo muy alto por ocurrencia de deslizamientos
  - Zonas urbanas con riesgo alto por ocurrencia de deslizamientos
  - Zonas urbanas con riesgo medio por ocurrencia de deslizamientos
  - Zonas urbanas con riesgo bajo por ocurrencia de deslizamientos

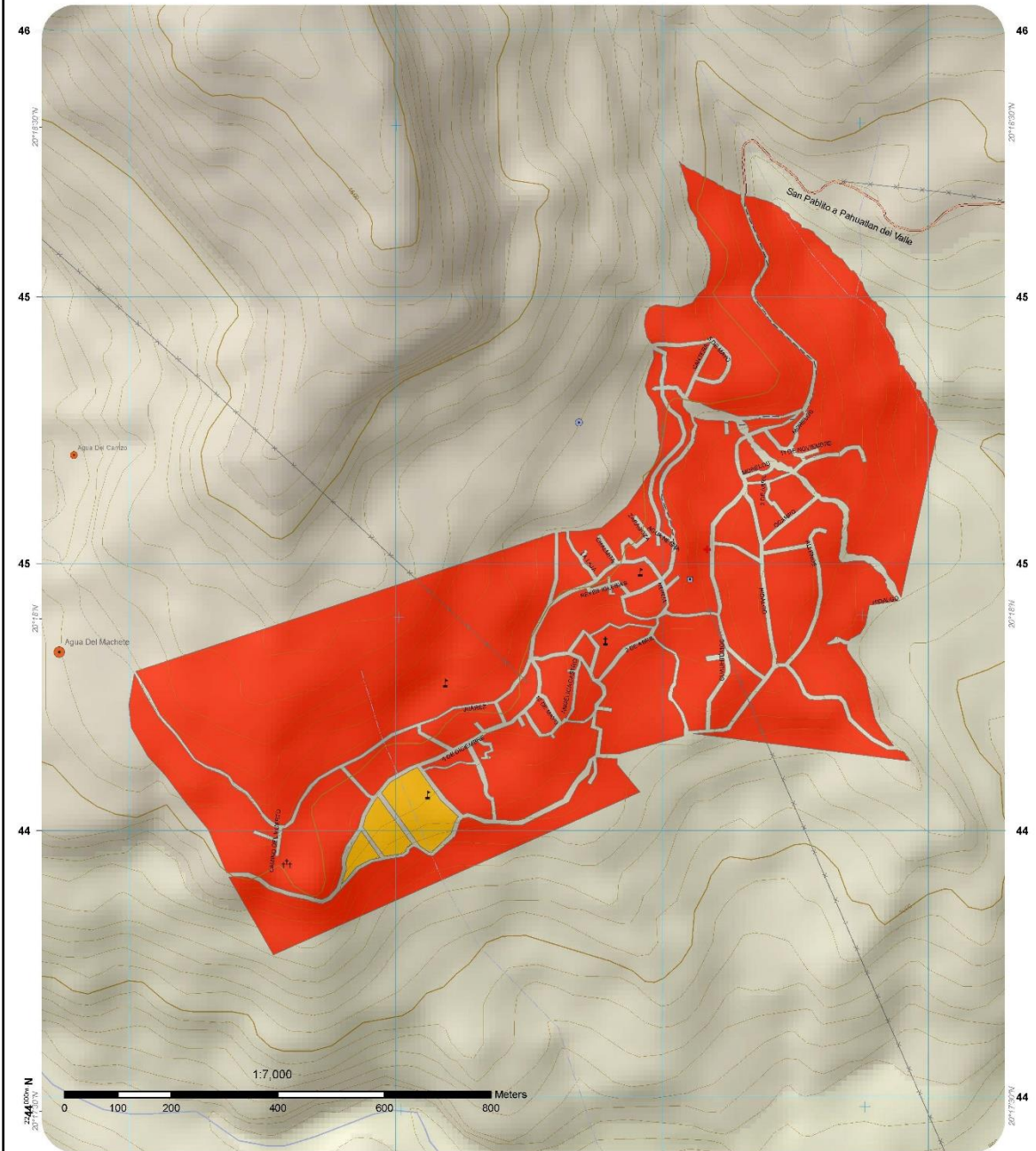


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999; 2005; 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/05/2013



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Símbolos convencionales**

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Asentamiento humano</b>                 | <b>Vías de comunicación</b>     |
| ● Población total                          | — Carretera                     |
| ● 10 - 100                                 | — Terceraera                    |
| ● 101 - 500                                | — Brecha                        |
| ○ Curva nivel rasera                       | — Vereda                        |
| ○ Curva nivel auxiliar (Equidistancia 10m) | <b>Infraestructura y eqpto.</b> |
| — Corriente de agua perenne                | ✚ Cisterna                      |
| — Corriente de agua intermitente           | ✚ Escuela                       |
| <b>Líneas de conducción</b>                | ✚ Templo                        |
| ✕ Eléctricas                               | ✚ Cementerio                    |
|  | ✚ Tanque de agua                |
|  | ⊙ Marantial                     |

**Mapa V.5.1 a-3. Riesgo por deslizamiento en San Pablito**

**Simbología Temática**

**Descripción**

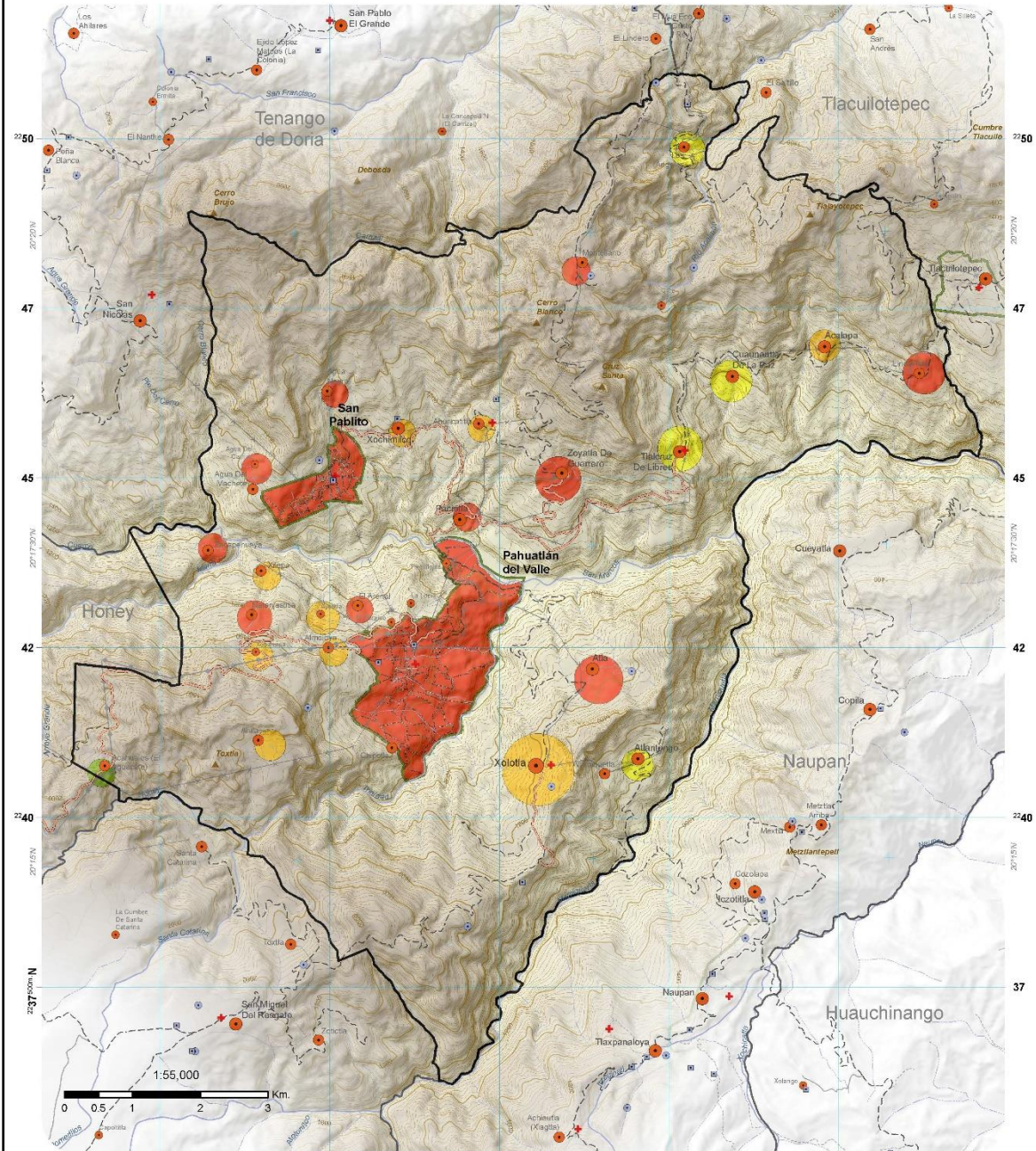
- Zonas urbanas con riesgo muy alto por ocurrencia de deslizamientos
- Zonas urbanas con riesgo alto por ocurrencia de deslizamientos



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevador: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2006, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



- Simbolos convencionales**
- Límites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2551-10000, 10001-56208)
  - Área urbana:** Barranca, Cerro, Curva nivel maestra, Curva nivel auxiliar (Eliquisetas 10m)
  - Raigos hidrográficos:** Concreto de agua perenne, Concreto de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Eléctrica
  - Vías de comunicación:** Carreteras, Terrestre, Ferrea, Vendeda
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Tanque de agua, Manantial

Mapa V.5.1b-1. Riesgo por creep o reptación municipal  
**Simbología Temática**

- Descripción**
- Zona de muy alto riesgo por movimientos de creep
  - Zona de alto riesgo por movimientos de creep
  - Zona de riesgo medio por movimientos de creep
  - Zona de riesgo bajo por movimientos de creep

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF93  
Elipsoid: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

Las localidades más grandes del municipio (Ciudad de Pahuatlán y San Pablito) presentan un grado de riesgo muy alto por movimientos de creep. junto a estos grandes asentamientos humanos, también con riesgo muy alto, se puede mencionar a Atla, Zoyaltla de Guerrero y Lindavista como otros asentamientos humanos notables en términos poblacionales; en complemento, localidades menores como Naranhastitla, El Arenal, Paciotla, Agua del Carrizo y Agua Negra suman el total de asentamientos humanos con un grado de riesgo muy alto por movimientos de creep, por lo que requieren de atención importante ante eventualidades ocasionadas por estos procesos geomorfológicos.

- **Riesgo ALTO.** En cuanto al riesgo alto, también la porción central del municipio es la más notable, con localidades como Xochimilco, Ahuacatitla, Xilepa, Ayotitla, Almoloya, Xonacapa, Ahila y, principalmente, Xolotla. A conteo anterior se suma Acalapa en el oriente del municipio con una alta probabilidad de sufrir daños por movimientos de creep.
- **Riesgo MEDIO.** El riesgo medio recorre 4 municipios de sur a norte: Atlantongo, Tlalcruz de Libres, Cuauneutla y Los Ángeles, los cuatro con población similar, que oscila entre los 200 y 400 habitantes, por lo que es probable que sigan creciendo por lo que es importante regular la ampliación de las zonas habitadas y las técnicas de construcción para impedir el incremento del riesgo por creep en estas localidades.
- **Riesgo BAJO.** El riesgo bajo se identificó para la localidad de Acahual y el muy bajo para Montellano, asentamientos que son los menos afectados por movimientos de ladera.

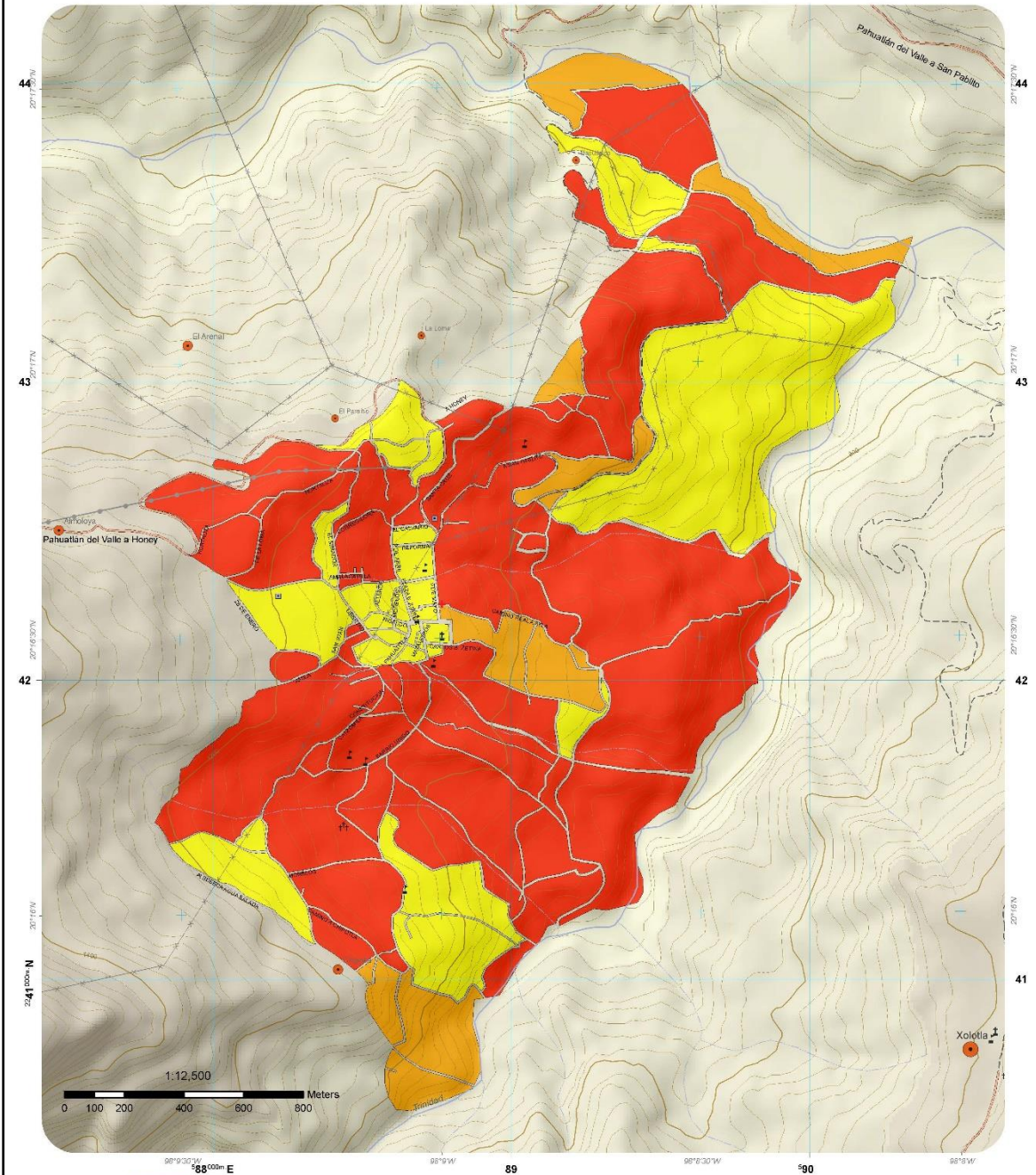
**A ESCALA URBANA (tabla 22)**, la porción centro de la cabecera municipal (**MAPA V.5.1B-2. RIESGO POR CREEP O REPTACIÓN; PAHUATLÁN DEL VALLE**) se estimó como de muy alto riesgo por creep, con la salvedad de la zona de la plaza principal, mientras que en la periferia y una porción del poniente el riesgo disminuye, pero se mantiene en un grado alto, mientras que los extremos sur y norte de la ciudad tienen un grado de riesgo medio ante creep.

**Tabla 22. Población y viviendas afectadas por riesgo de creep a escala urbana.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 3070      | 928      |
| Alto       | 3386      | 1087     |
| Medio      | 245       | 63       |

Finalmente, San Pablito (**MAPA V.5.1B-3. RIESGO POR CREEP O REPTACIÓN; SAN PABLITO**) presenta un riesgo muy alto en los extremos sur, norte y oriente de su área urbana, mientras que el centro y poniente observa un grado de riesgo alto, con zonas menores de riesgo medio. Sin embargo, la presencia del gran deslizamiento del sur puede afectar a toda la localidad e incrementar el grado de riesgo en toda la zona urbana.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Mapa V.5.1b-2. Riesgo por creep o reptación en Pahuatlán del Valle**



**Simbología Temática**

- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
- Población total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2501 - 10000
- Rasgos hidrográficos**
- Curva nivel maestro
  - Curva nivel auxiliar (Escala:distancia 10m)
  - Corriente de agua perenne
  - Corriente de agua intermitente
- Líneas de conducción**
- Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Terracería
  - Bracha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- Cisterna
  - Escuela
  - Templo
  - Cementerio
  - Tanque de agua

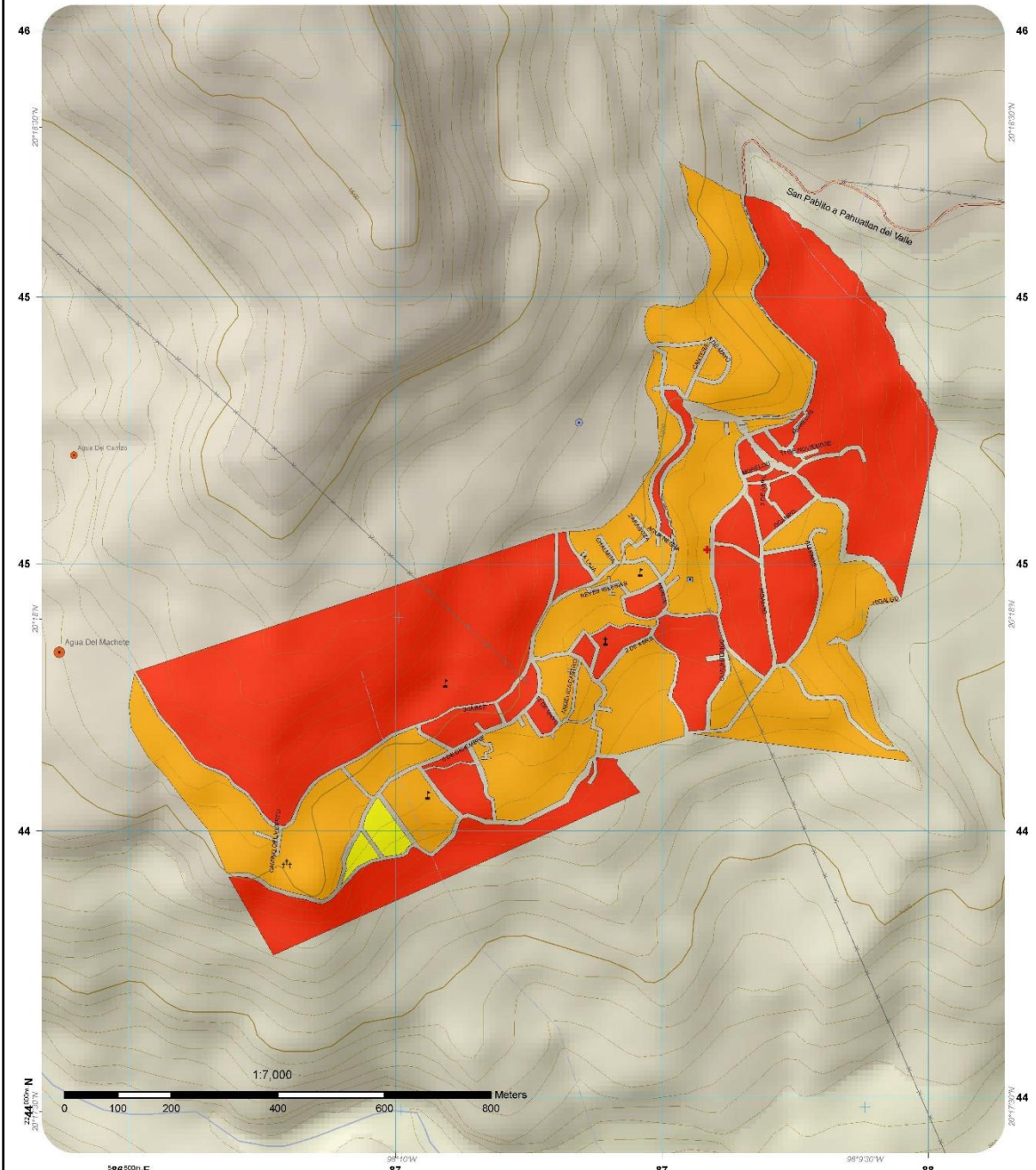
- Descripción**
- Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo muy alto por movimientos de creep
  - Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo medio por movimientos de creep
  - Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo alto por movimientos de creep

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Eliipsoid: GRS80  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°30' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/03/2013

**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA  
REGISTRADO EN  
SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
C.F.R.E. 010/2005  
C.F.R.E. 010/2005  
C.F.R.E. 010/2005

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Mapa V.5.1b-3. Riesgo por creep o reptación en San Pablo**

**Simbolos convencionales**

**Asentamiento humano**  
 Población total  
 ● 10 - 100  
 ● 101 - 500  
 ● 501 - 1000  
 ● 1001 - 5000  
 ● 5000 y más

**Rasgos hidrográficos**  
 Línea de agua permanente  
 Línea de agua intermitente

**Líneas de conducción**  
 Eléctricas

**Vías de comunicación**  
 Carretera  
 Terrestre  
 Brecha  
 Vereda

**Infraestructura y eqpto.**  
 Cisternas  
 Escuelas  
 Templos  
 Cementerios  
 Tanques de agua  
 Marantales

**Simbología Temática**

**Descripción**  
■ Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo muy alto por movimientos de creep  
■ Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo alto por movimientos de creep  
■ Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo medio por movimientos de creep

SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
 Datum: ITRF95  
 Elipsoid: GRS80  
 Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
 Fuentes: INEGI 1999, 2000, 2006  
 Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°30' E  
 Variación anual: 7.5" W  
 Fecha calculada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA



### C. RIESGO ANTE AGRIETAMIENTOS

El riesgo por agrietamientos en el municipio de Pahuatlán (**Tabla 23**) tiene una estrecha relación con las zonas de peligro por deslizamientos, ya que la mayor parte de dichas rupturas en superficie están asociadas a estos movimientos de ladera.

**Tabla 23. Población y viviendas afectadas por riesgo de agrietamientos a escala municipal.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Alto       | 13040     | 3138     |
| Medio      | 6025      | 1445     |
| Bajo       | 504       | 117      |

- **Riesgo MUY ALTO.** La zona centro y oriente del territorio municipal es la de mayor riesgo por agrietamientos, es decir los grandes asentamientos humanos representados por Pahuatlán y San Pablito, además de localidades menores del centro como Atla, Zoyatla de Guerrero, Ahuacatitla, Paciotla, Xochimiclo, Agua Negra, Agua del Carrizo, El Arenal, Ayotitla, Almoyola, Naranjastitla y Zacahehuaya.
- **Riesgo ALTO.** Localidades complementarias que se han caracterizado por ocurrencia de procesos de remoción en masa ubicadas en el oriente del territorio de Pahuatlán son Acalapa y Lindavista, tienen un riesgo alto por agrietamientos.
- **Riesgo MEDIO.** Con respecto al riesgo medio por agrietamientos son varias las localidades que presentan estas condición, algunas con importante número de población absoluta, por ejemplo Xolotla, Cuauneutla de la Paz y Tlalacruz de Libres, además de otras menos pobladas, por ejemplo Los Ángeles, Atlantongo, Xilepa, Xopanapa y Ahila.
- **Riesgo BAJO.** En cuanto al riesgo bajo por agrietamientos, las localidades que presentan esta condición favorable ante estas rupturas superficiales están Acahual y Montellano.

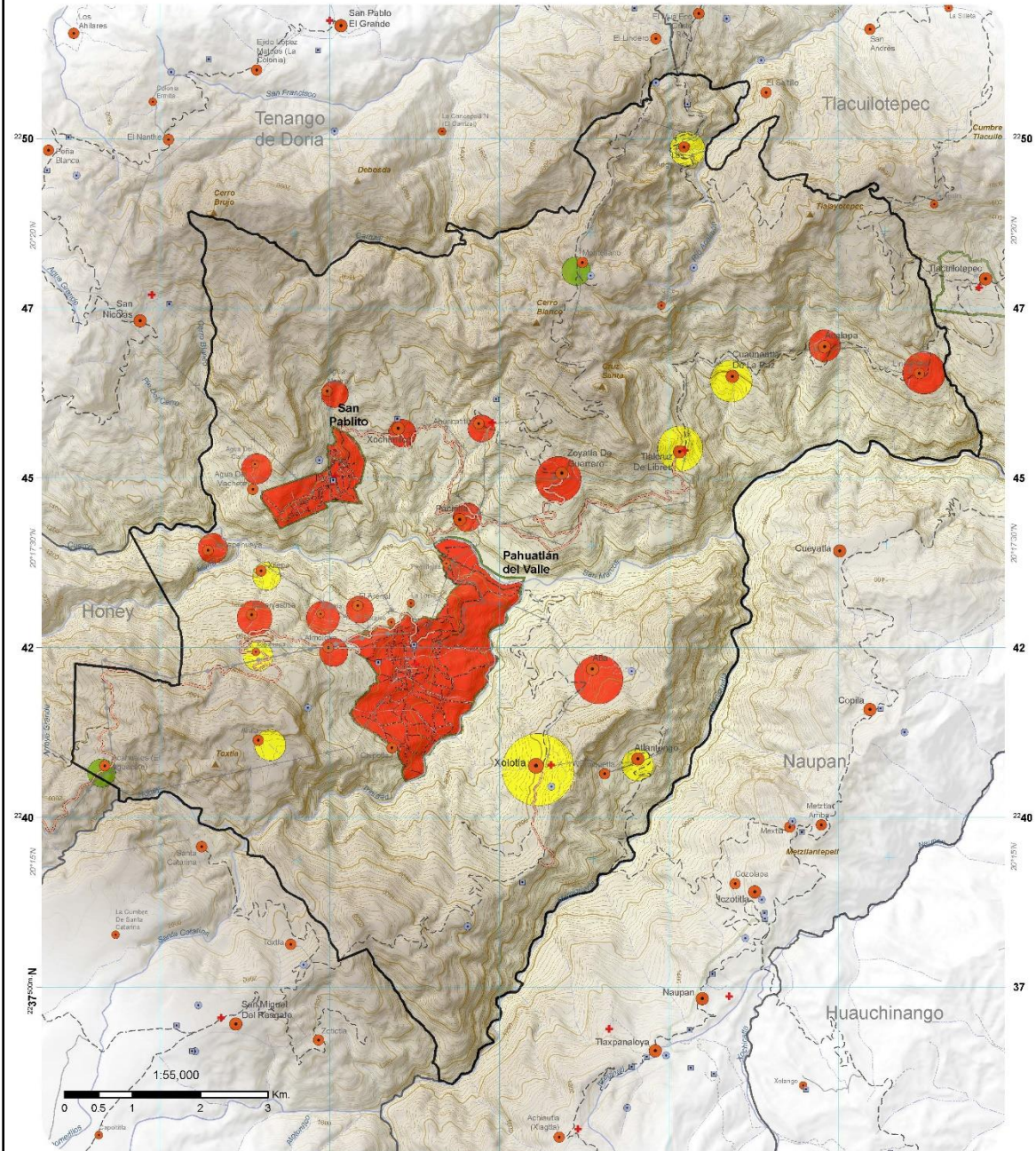
En la **cabecera municipal** (**Tabla 24**) el riesgo por agrietamientos es importante debido a los constantes movimientos de los deslizamientos presentes en la zona urbana, de tal forma que la mayor parte de la Ciudad de Pahuatlán presenta un riesgo muy alto, salvo algunas manzanas del centro y sur que, por sus características de vulnerabilidad, tienen riesgo alto y zonas del sur y norte con riesgo medio.

**Tabla 24. Población y viviendas afectadas por riesgo de agrietamientos a escala urbana.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 5925      | 1838     |
| Alto       | 619       | 203      |
| Medio      | 157       | 37       |

Por último, San Pablito se ve notablemente afectado por agrietamientos en prácticamente toda zona urbana, lo que aunado a sus condiciones de vulnerabilidad determinan un riesgo muy alto por estos fenómenos geológicos, con la salvedad de la porción oriental, en la cual es riesgo disminuye ligeramente y presenta un grado alto ante agrietamientos asociados a inestabilidad de laderas (**MAPA V.5.4. RIESGO POR AGRIETAMIENTO**).

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

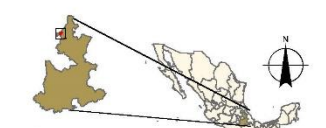


Mapa V.5.4. Riesgo por agrietamientos municipal



- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50200
  - Representación del relieve**
    - Baranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Ecuigradación 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Contorno de agua permanente
    - Contorno de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
  - Vías de comunicación**
    - Calletera
    - Terciaria
    - Drecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Mitacanal

- Simbología Temática**
- Descripción**
- Zona de alto riesgo por agrietamientos asociados a procesos de remoción en masa
  - Zona de riesgo medio por agrietamientos asociados a procesos de remoción en masa
  - Zona de bajo riesgo por agrietamientos asociados a procesos de remoción en masa



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elipsoid: Goidó  
Ecuigradación curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/06/2013



## V.5.2. RIESGO ANTE FLUJOS

- **Riesgo MUY ALTO.** Tal como sucede con el caso de los deslizamientos, la zona centro del municipio de Pahuatlán es la de mayor riesgo por movimientos de ladera, entre ellos los flujos. Las localidades con grado de riesgo muy alto por ocurrencia de flujos son Atla, Naranjastitla, El Arenal, Paciotla, Zoyatla de Guerrero, Agua Negra y Lindavista, ésta última fuera de la zona centro y ubicada en la porción este del territorio de Pahuatlán (**MAPA V.5.2. RIESGO POR FLUJOS MUNICIPAL; Tabla 25**).

**Tabla 25. Población y viviendas afectadas por riesgo de flujos a escala municipal.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 4308      | 1045     |
| Alto       | 13787     | 3269     |
| Medio      | 970       | 269      |
| Bajo       | 225       | 51       |
| Muy Bajo   | 279       | 66       |

- **Riesgo ALTO.** En cuanto al riesgo alto, destacan la ciudad de Pahuatlán, San Pablito (**MAPA V.5.2B. RIESGO POR FLUJOS; SAN PABLITO**) y Xolotla como tres asentamientos con este grado de riesgo por flujos, lo que implica que un alto porcentaje de la población municipal habita en zonas de riesgo alto por flujos, a lo que se suma los habitantes de Atlantongo, Almoloya, Xopanapa, Ayotitla, Xilepa, Zacapehuaya, Agua del Carrizo, Xochimilco, Ahuacatitla, tlacruz de Libres, Acalapa y Los ángeles, estas dos últimas en la zona norte de Pahuatlán. En razón de lo anterior, en términos municipales, Pahuatlán se caracteriza por un riesgo alto ante la ocurrencia de flujos.

- **Riesgo MEDIO.** Las localidades con riesgo medio se reducen a dos: Cuauneutla de la Paz y Ahila, ubicadas en puntos extremos del norte y sur.

- **Riesgo BAJO.** El riesgo bajo únicamente se definió para la localidad de Acahuales.

- **Riesgo MUY BAJO.** El riesgo muy bajo aplica solo para Montellano; localidad con pocas probabilidades de sufrir daños por la ocurrencia de flujos en el municipio de Pahuatlán.

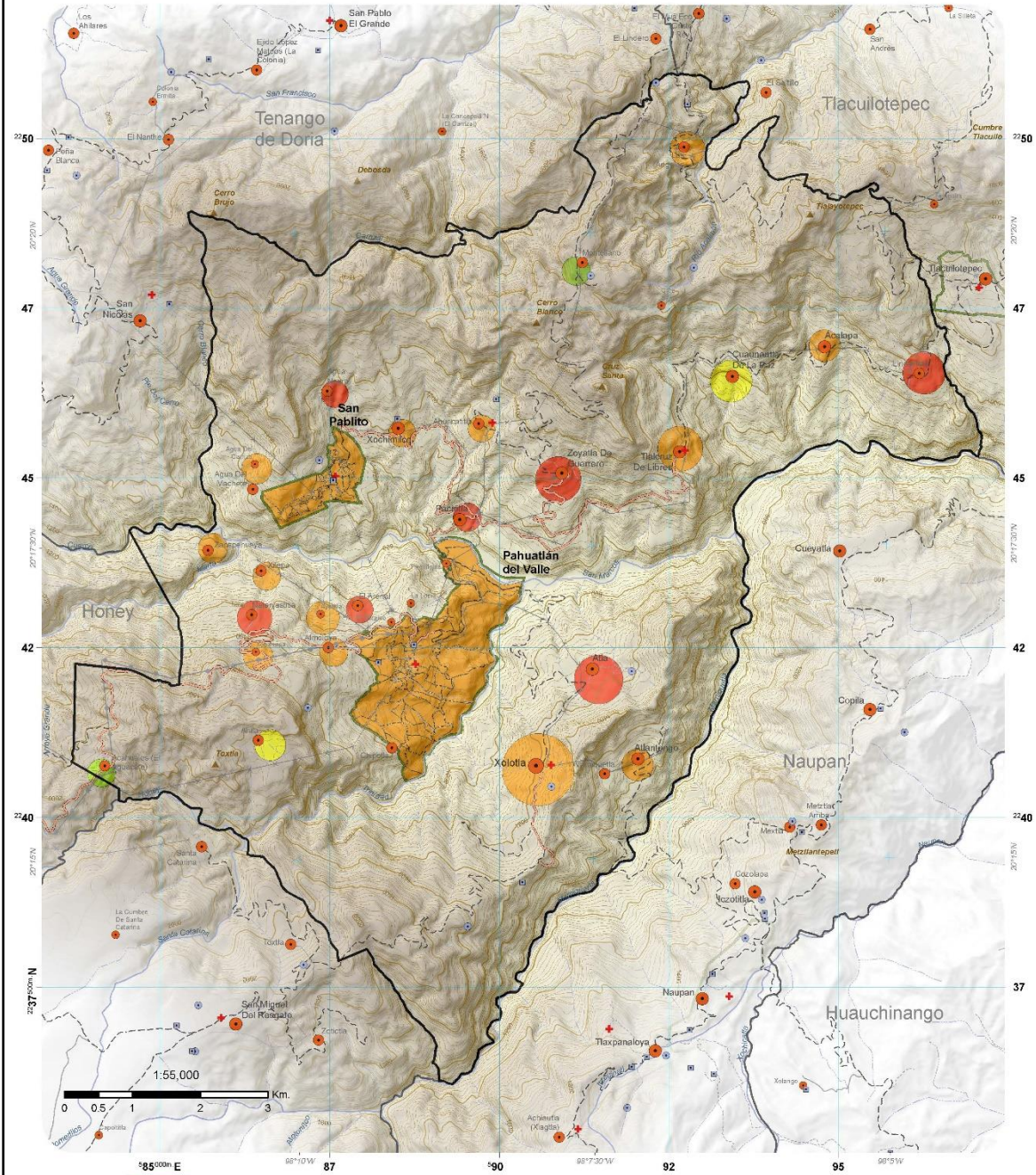
En cuanto a la zona urbana de la cabecera municipal (**MAPA V.5.2A. RIESGO POR FLUJOS; PAHUATLÁN DEL VALLE; Tabla 26**), las zonas de riesgo muy alto están determinadas por el grado de vulnerabilidad y marcan zonas importantes tan solo en la porción sur de la ciudad; el riesgo alto caracteriza la mayor parte de la cabecera municipal, principalmente en el centro; el riesgo medio es periférico a la zona central de la ciudad, así como en el sur de la misma.

**Tabla 26. Población y viviendas afectadas por riesgo de flujos a escala urbana.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 769       | 236      |
| Alto       | 2543      | 816      |
| Medio      | 2508      | 753      |

San Pablito se resume en peligro alto y muy alto en los extremos oriente y poniente de la localidad, mientras que en el centro predomina en riesgo medio, con algunas manzanas con mayor riesgo en esta porción central de San Pablito.

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.

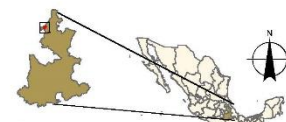


Mapa V.5.2. Riesgo por flujos municipal

- Simbolos convencionales**
- Límites**
    - Límite Pahuatlán
    - Límite municipal
  - Asentamiento humano**
    - Populación total
      - 10 - 100
      - 101 - 500
      - 501 - 2500
      - 2501 - 10000
      - 10001 - 50000
  - Representación del relieve**
    - Baranca
    - Cerro
    - Cueva nivel maestro
    - Cueva nivel auxiliar (Eliquisetas 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Corrente de agua perenne
    - Corrente de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Drecha
    - Verezo
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clema
    - Tanque de agua
    - Mirador

**Simbología Temática**

- Descripción**
- Zona de muy alto riesgo por desarrollo de flujos
  - Zona de alto riesgo por desarrollo de flujos
  - Zona de riesgo medio por desarrollo de flujos
  - Zona de riesgo bajo por desarrollo de flujos
  - Zona de muy bajo riesgo por desarrollo de flujos

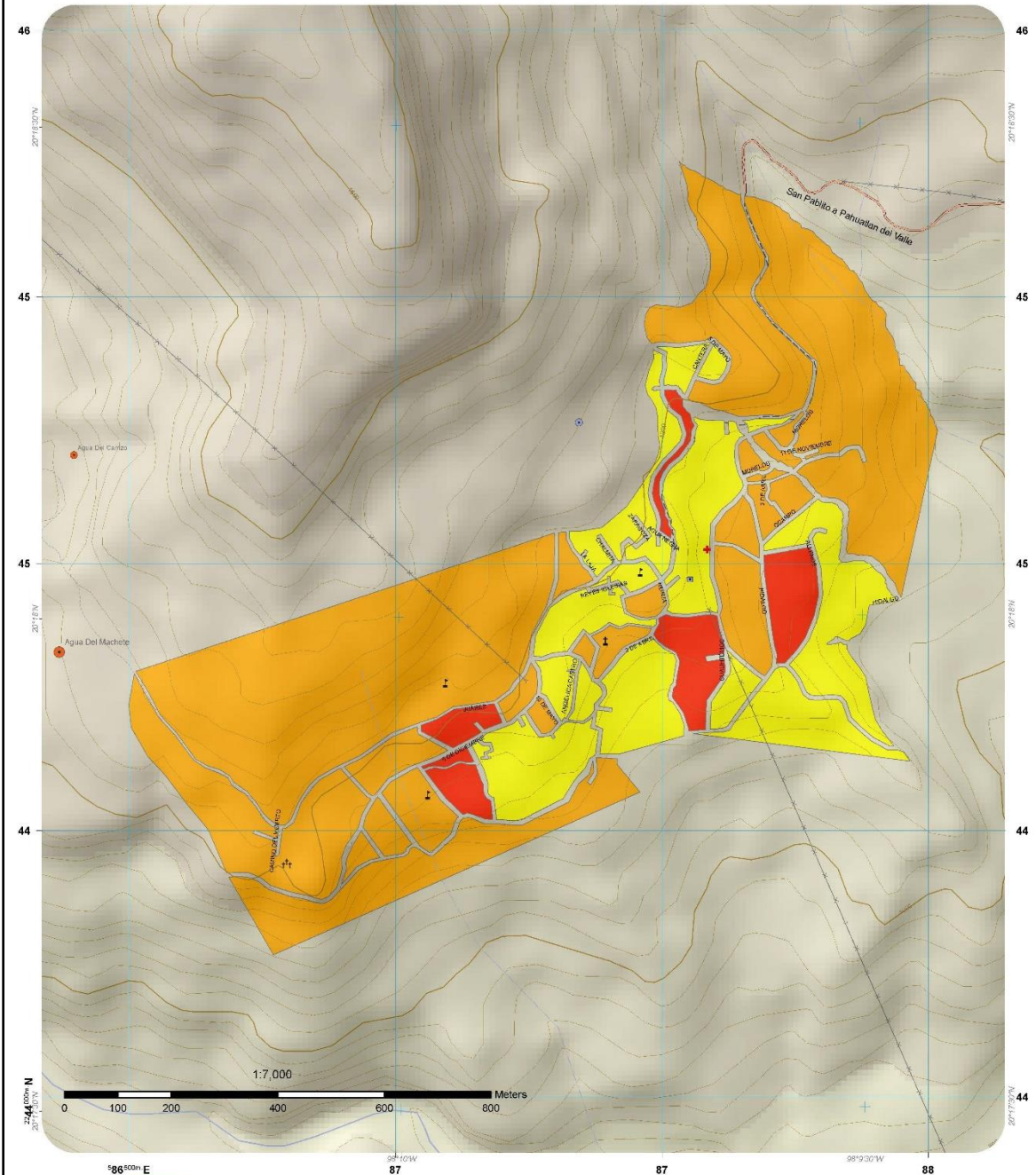


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Eliquisetas: Gausse  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



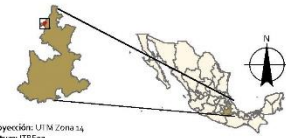
Mapa V.5.2b. Riesgo por flujos en San Pablo



- Símbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - Curva nivel rasante
    - Curva nivel auxiliar (Equidistancia 10m)
  - Riesgos hidrológicos**
    - Corriente de agua permanente
    - Corriente de agua intermitente
  - Líneas de conducción**
    - Eléctrica
  - Vías de comunicación**
    - Calle
    - Carretera
    - Tercerola
    - Brecha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - ✚ Cisternas
    - ✚ Escuelas
    - ✚ Templos
    - ✚ Cementerios
    - ✚ Tanques de agua
    - ✚ Marantales

**Simbología Temática**

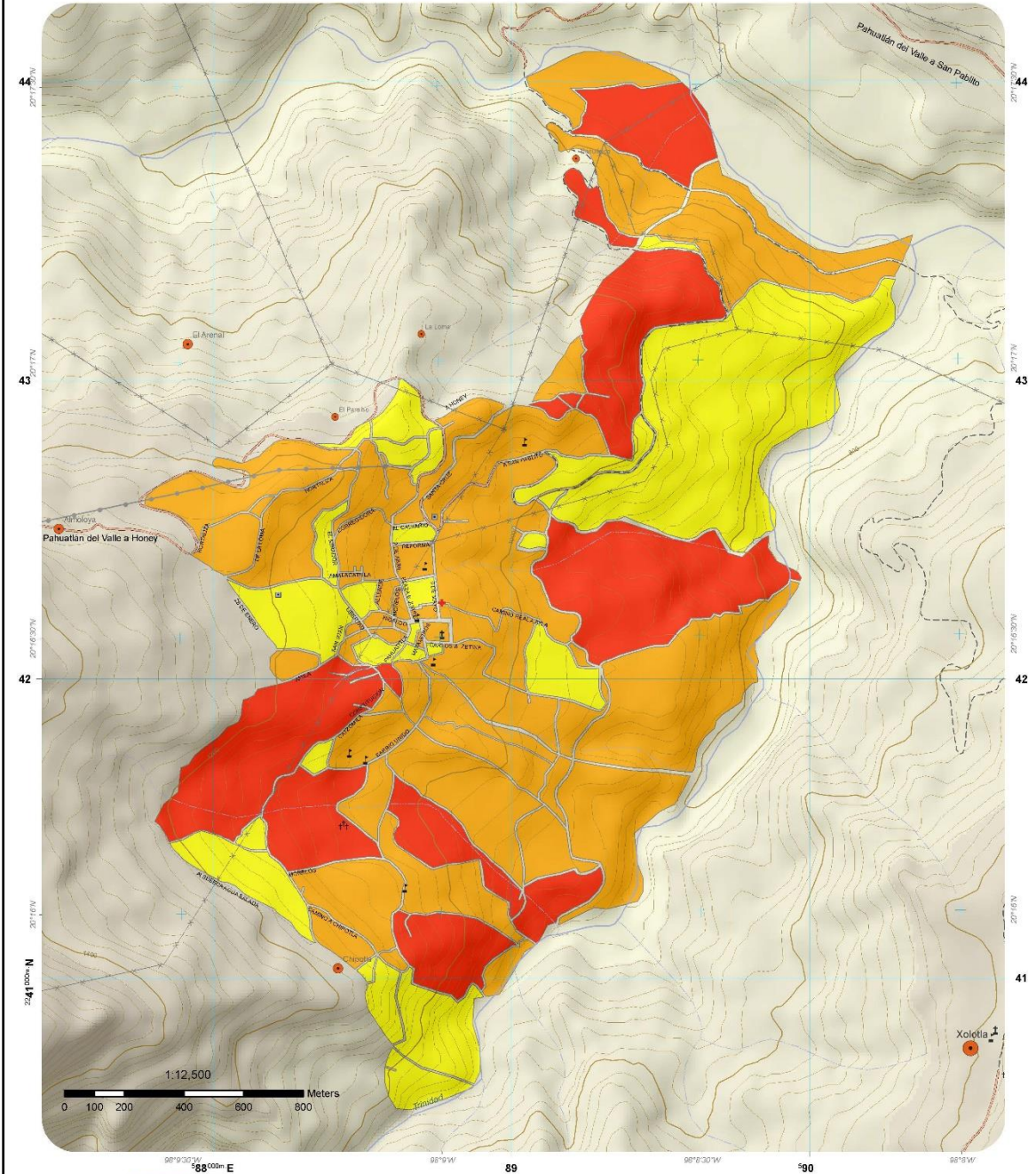
- Descripción**
- Zona urbana de Pahuatlán con riesgo muy alto por ocurrencia de flujos
  - Zona urbana de Pahuatlán con riesgo alto por ocurrencia de flujos
  - Zona urbana de Pahuatlán con riesgo medio por ocurrencia de flujos



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA  
Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



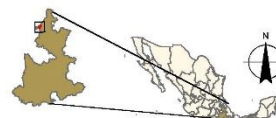
Mapa V.5.2a. Riesgo por flujos en Pahuatlán del Valle



- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
- Población total
  - 10 - 100
  - 101 - 500
  - 501 - 2500
  - 2501 - 10000
- Rasgos hidrográficos**
- Curva nivel maestro
  - Curva nivel auxiliar (Escala 1:100)
  - Consentido de agua perenne
  - Consentido de agua intermitente
- Líneas de conducción**
- Eléctrica
  - Telefónica
- Vías de comunicación**
- Carretera
  - Terracería
  - Bracha
  - Vereda
- Infraestructura y eqpto.**
- Cisterna
  - Escuela
  - Templo
  - ⊕ Cementerio
  - ⊕ Tanque de agua

**Simbología Temática**

- Descripción**
- Zona urbana de Pahuatlán con riesgo muy alto por ocurrencia de flujos
  - Zona urbana de Pahuatlán con riesgo alto por ocurrencia de flujos
  - Zona urbana de Pahuatlán con riesgo medio por ocurrencia de flujos



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999; 2005; 2006.  
Elaboró: Proyecto y Construcción SA GA.  
Declinación magnética: 4°30' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003



### V.5.3. RIESGO ANTE CAÍDOS O DERRUMBES

Las avalanchas de detritos son uno de los procesos de remoción en masa más frecuentes en el municipio de Pahuatlán (**MAPA V.5.3. RIESGO POR DERRUMBES MUNICIPAL; Tabla 27**), con intensidades variables y volúmenes de material acarreado diversos, algunos de ellos muy importantes. Sin embargo, gran parte de estos ocurren en el cauce del río San Marcos, relativamente alejado de las zonas habitadas; dentro de las localidades también se presentan avalanchas de detritos menores.

**Tabla 27. Población y viviendas afectadas por riesgo de derrumbes a escala municipal.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 12128     | 2919     |
| Alto       | 5967      | 1395     |
| Medio      | 1195      | 320      |
| Bajo       | 279       | 66       |

- **Riesgo MUY ALTO.** Entre las localidades con riesgo muy alto por estos fenómenos destacan la ciudad de Pahuatlán (**MAPA V.5.3A. RIESGO POR DERRUMBES; PAHUATLÁN DEL VALLE**) y San Pablito (**MAPA V.5.3B. RIESGO POR DERRUMBES; SAN PABLITO**) por su importancia específica dentro del municipio y por su población; otras localidades notables por el número de habitantes con riesgo muy alto son Zoyatla de Guerrero, Atla y Lindavista. Localidades menos pobladas, pero con el mismo grado de riesgo son Agua Negra, Xochimilco, Paciotla, Zacapehuaya, Naranjastitla, Almoloya y El Arenal, todas ellas dentro de la zona central del territorio municipal, salvo Lindavista, la cual se ubica en la porción oriental del municipio.
- **Riesgo ALTO.** En cuanto al riesgo alto, este se presenta a lo largo de todo el municipio, aunque en localidades medias en términos de población absoluta, aunque destaca Xolotla, junto con Atlantongo, Xopanapa, Ayotitla, Xilepa, Agua del Carrizo, Ahuacatitla, y Tlalacruz de Libres en el centro y sur, además de Acalapa y Los Ángeles oriente y norte respectivamente.
- **Riesgo MEDIO.** Las localidades con riesgo medio están distantes entre sí, ubicadas al suroeste Acahual y Ahila, mientras que en el noreste Cuauneutla De la Paz presenta un riesgo medio. Finalmente, tan solo la localidad de Montellano tiene un riesgo bajo por la posible ocurrencia de avalanchas de detritos.

A escala urbana, la **cabecera municipal** presenta en la zona centro un grado de riesgo **MUY ALTO** por la potencial ocurrencia de avalanchas de detritos, mientras que la periferia se caracteriza por tener un grado de **RIESGO ALTO**. El **RIESGO MEDIO** se presenta en la porción sur de la cabecera municipal y tiene una influencia directa en la disminución del peligro por avalanchas de detritos en esta zona. En esta misma escala de análisis, **San Pablito** tiene una distribución irregular de las zonas de **RIESGO** que oscilan entre **ALTO Y MUY ALTO** y cuya variación está condicionada por la vulnerabilidad, por lo que se puede generalizar que San Pablito posee un riesgo alto por ocurrencia de avalanchas de detritos en su escala urbana (**Tabla 28**).

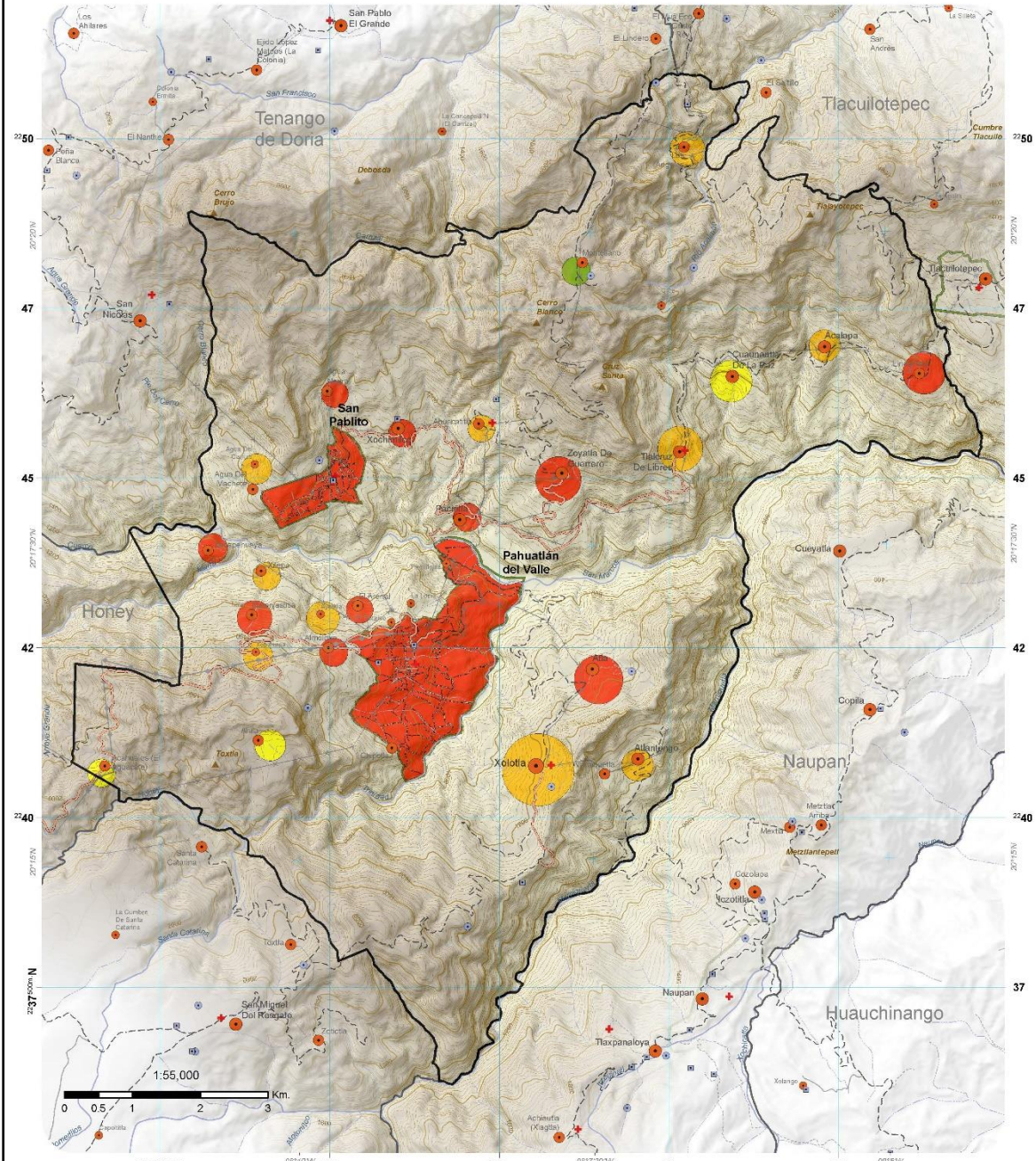
**Tabla 28. Población y viviendas afectadas por riesgo de derrumbes a escala urbana.**

| Intensidad | Población | Vivienda |
|------------|-----------|----------|
| Muy Alto   | 2789      | 865      |
| Alto       | 3885      | 1210     |
| Medio      | 27        | 3        |





### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.5.3. Riesgo por derrumbes municipal

- Simbolos convencionales**
- Limites:** Límite Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-50000)
  - Representación del relieve:** Área urbana, Barranca, Cerro, Curva nivel maestra, Curva nivel auxiliar (Eliquisetas 10m)
  - Rasgos hidrográficos:** Contorno de agua permeable, Contorno de agua impermeable
  - Lineas de conducción:** Geotécnica
  - Vías de comunicación:** Carretera, Terracería, Drenaje, Vereda
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Tanque de agua, Manantial

- Simbología Temática**
- Descripción**
- Zona de muy alto riesgo por ocurrencia de avalanchas de detritos
  - Zona de alto riesgo por ocurrencia de avalanchas de detritos
  - Zona de riesgo medio por ocurrencia de avalanchas de detritos
  - Zona de bajo riesgo por ocurrencia de avalanchas de detritos

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

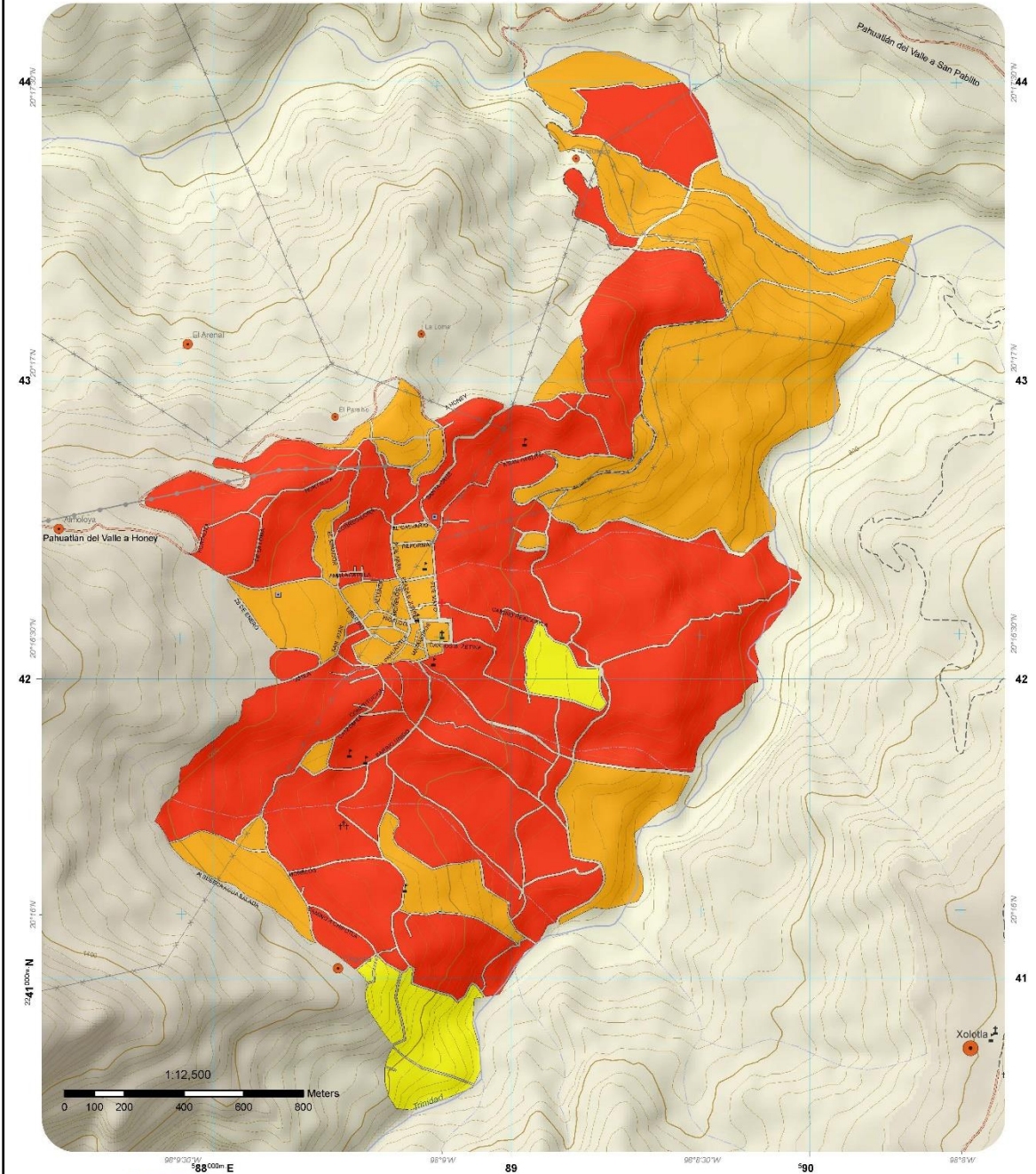
**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
Proyectos y Construcción SA GA

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



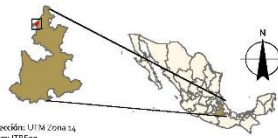
Mapa V.5.3a. Riesgo por derrumbes en Pahuatlán del Valle



- Simbolos convencionales**
- Asentamiento humano**
    - Población total
      - 10 - 100
      - 101 - 500
      - 501 - 2500
      - 2501 - 10000
    - Curva nivel maestra
    - Curva nivel auxiliar (Elevación 10m)
    - ~ Contorno de agua permanente
    - ~ Contorno de agua intermitente
    - Líneas de conducción**
      - Eléctrica
      - Telefónica
  - Vías de comunicación**
    - Carretera
    - Terracería
    - Bracha
    - Vereda
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Cisterna
    - ⊕ Escuela
    - ⊕ Templo
    - ⊕ Cementerio
    - ⊕ Tanque de agua

**Simbología Temática**

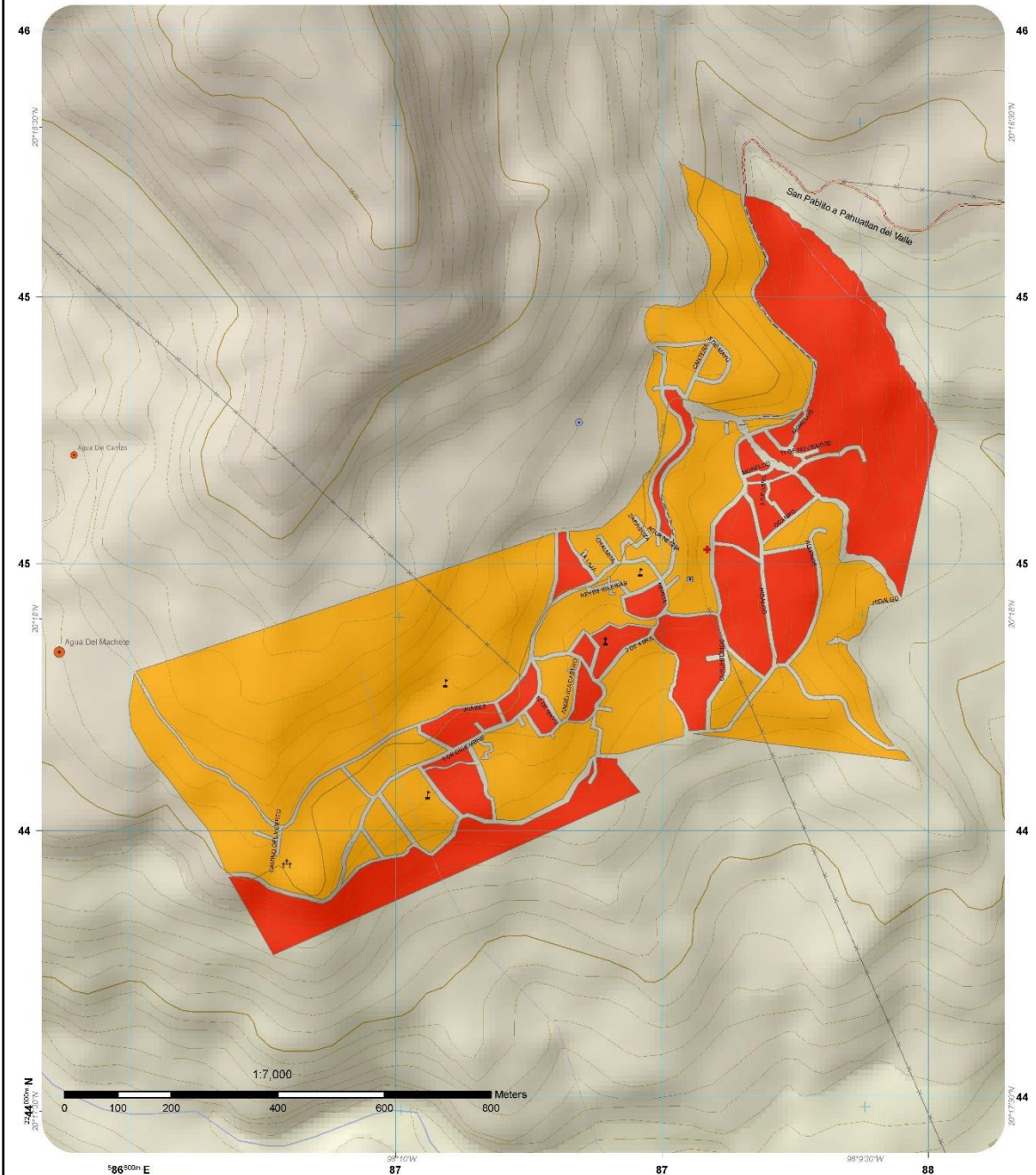
- Descripción**
- Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo muy alto por ocurrencia de avalanchas de déritos
  - Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo alto por ocurrencia de avalanchas de déritos
  - Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo medio por ocurrencia de avalanchas de déritos



Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF95  
Elevación: Cálculo  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2006  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.  
Declinación magnética: 4°35' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/05/2013



### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.5.3b. Riesgo por derrumbes en San Pablo

**Simbología Temática**

**Simbolos convencionales**

**Asentamiento humano**  
 Población total  
 ● 10 - 100  
 ● 101 - 500  
 --- Curva nivel rasante  
 --- Curva nivel auxiliar (Equidistante: 10m)  
**Rasgos hidrográficos**  
 --- Corriente de agua permanente  
 --- Corriente de agua intermitente  
**Líneas de conducción**  
 --- Eléctricas

**Vías de comunicación**  
 --- Calle  
 --- Carretera  
 --- Terrestre  
 --- Brecha  
 --- Vereda

**Infraestructura y eqpto.**  
 + Clínica  
 ■ Escuela  
 ⚡ Templo  
 ⚡ Cementerio  
 ⚡ Tanque de agua  
 ⚡ Manantial

**Descripción**

- Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo muy alto por ocurrencia de avalanchas de detritos
- Zonas urbanas de Pahuatlán con riesgo alto por ocurrencia de avalanchas de detritos

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
 Datum: ITRF95  
 Elipsoid: GRS80  
 Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
 Fuentes: INEGI 1999; 2005; 2006  
 Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°30' E  
 Variación anual: 7.5" W  
 Fecha calculada: 30/Oct/2003

Juan Salgado Morales  
 Proyectos y Construcción SA GA

#### V.5.4. RIESGO AGRÍCOLA ANTE HELADAS

Los cultivos en Pahuatlán presentan de forma uniforme un **RIESGO MEDIO** ante posibles heladas, esto considerando la temperatura mínima promedio anual mayor a 6°C en todo el territorio municipal (*Tabla V.29*). El mapa **MAPA V.5.6. RIESGO AGRÍCOLA ANTE HELADAS** corresponde con los usos agrícolas en el municipio.

*Tabla V.29. Riesgo de cultivos por heladas en Pahuatlán.*

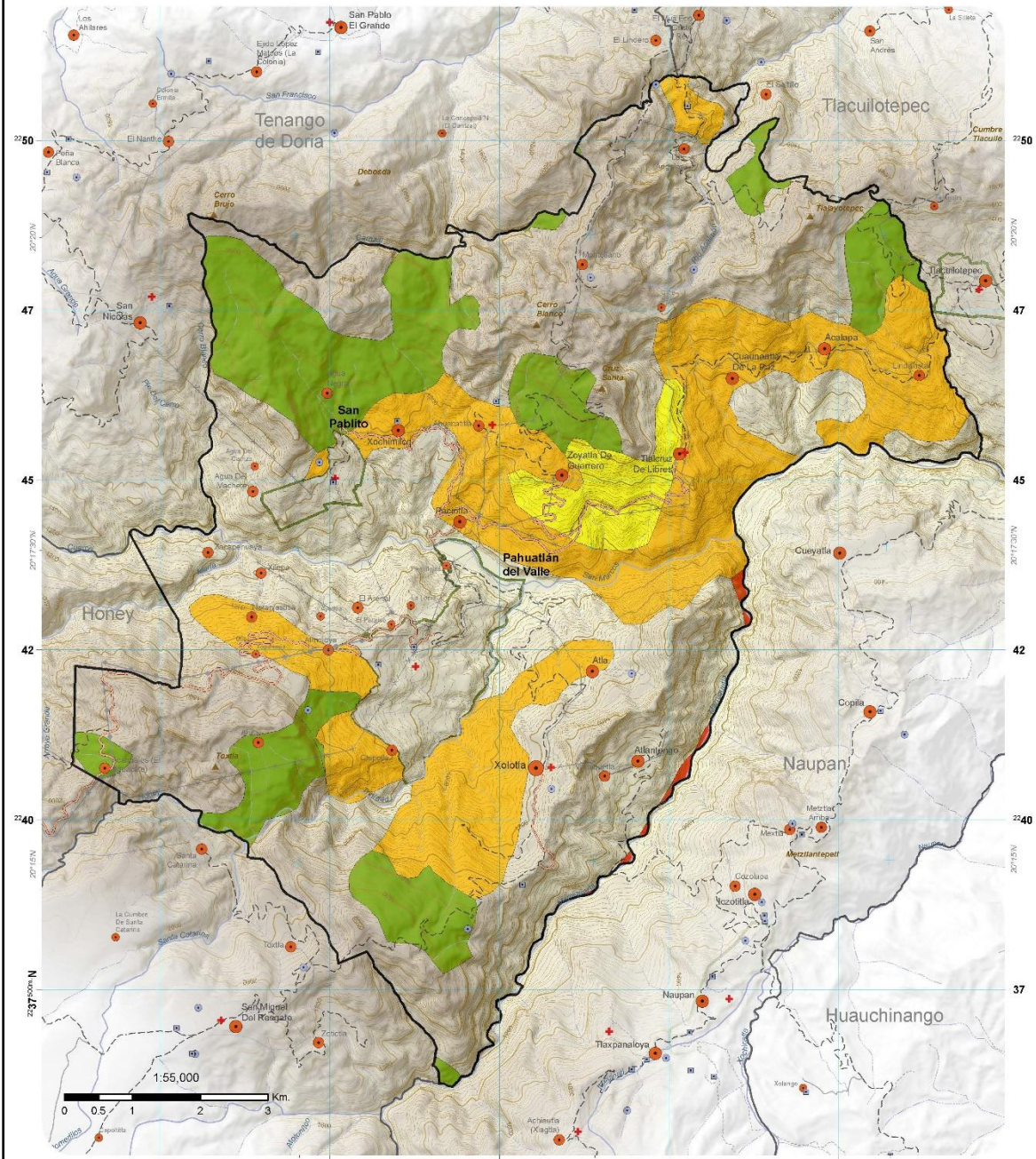
| GRADO DE RIESGO | TIPO DE ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y SU RELACIÓN CON LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS      | SUPERFICIE (Ha) | % Respecto de la superficie cultivada |
|-----------------|--|-----------------|---------------------------------------|
| <b>MEDIO</b>    | Temporal anual y/o permanente. Temperatura mínima anual promedio >6°C.     | 2308.5          | 56.7                                  |
|                 | Temporal anual y/o semipermanente. Temperatura mínima anual promedio >6°C. | 287.6           | 7.1                                   |
|                 | Temporal anual. Temperatura mínima anual promedio >6°C.                    | 1450.3          | 35.6                                  |
|                 | Temporal; plantación permanente. Temperatura mínima anual promedio >6°C.   | 25.3            | 0.6                                   |
|                 | <b>Total superficie cultivada</b>  | <b>4071.7</b>   | 100.0                                 |
|                 | <b>Superficie del municipio</b>  | <b>8037.0</b>   |                                       |

#### V.5.5. RIESGO ANTE TORMENTAS DE GRANIZO

Para el caso del **RIESGO** ante tormentas de granizo se presentan dos grados riesgo. El primero de ellos **ALTO** dado por la vulnerabilidad del tipo de cultivo permanente durante todo el año y el número de días en los cuales se pueden presentar granizadas, entre 8 y 13 en un año o en su defecto entre 3 y 8 en el mismo lapso de tiempo. Por su parte, el peligro **MEDIO** tiene una condición de cultivos de temporal los cuales podrían ser afectados entre 3 y 8 granizadas en un año, sin embargo, la superficie que podría ser afectada alcanza poco menos de una tercera parte de la superficie total cultivada en el municipio (*Tabla V.30. Riesgo de cultivos por granizadas en Pahuatlán*).

La distribución de estos dos grados de peligro se muestra en el **MAPA V.5.7. RIESGO AGRÍCOLA ANTE TORMENTAS DE GRANIZO**, en el cual se observa que el peligro alto se concentra en la zona central de Pahuatlán mientras que el peligro medio se distribuye tanto hacia el norte como es sur del municipio.

### Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Mapa V.5.6. Riesgo agrícola ante heladas**

- Simbolos convencionales**
- Límites:** Línea Pahuatlán, Límite municipal
  - Asentamiento humano:** Población total (10-100, 101-500, 501-2500, 2501-10000, 10001-50200)
  - Representación del relieve:** Área urbana, Barranca, Cerro, Cueva nivel m.a.s.n.l., Curva nivel axial (Ecuigradas 10m)
  - Rasgos hidrográficos:** Centro de agua perenne, Centro de agua intermitente
  - Líneas de conducción:** Eléctrica
  - Vías de comunicación:** Carretera, Terrestre, Dreda, Vereda
  - Infraestructura y eqpto.:** Clínica, Tanque de agua, Mirasol

- Simbología Temática**
- Descripción**
- Red:** Agricultura de temporal; plantación permanente. Temperatura mínima anual promedio >6°C.
  - Naranja:** Agricultura de temporal anual y/o permanente. Temperatura mínima anual promedio >6°C.
  - Amarillo:** Agricultura de temporal anual y/o semipermanente. Temperatura mínima anual promedio >6°C.
  - Verde:** Agricultura de temporal anual. Temperatura mínima anual promedio >6°C.

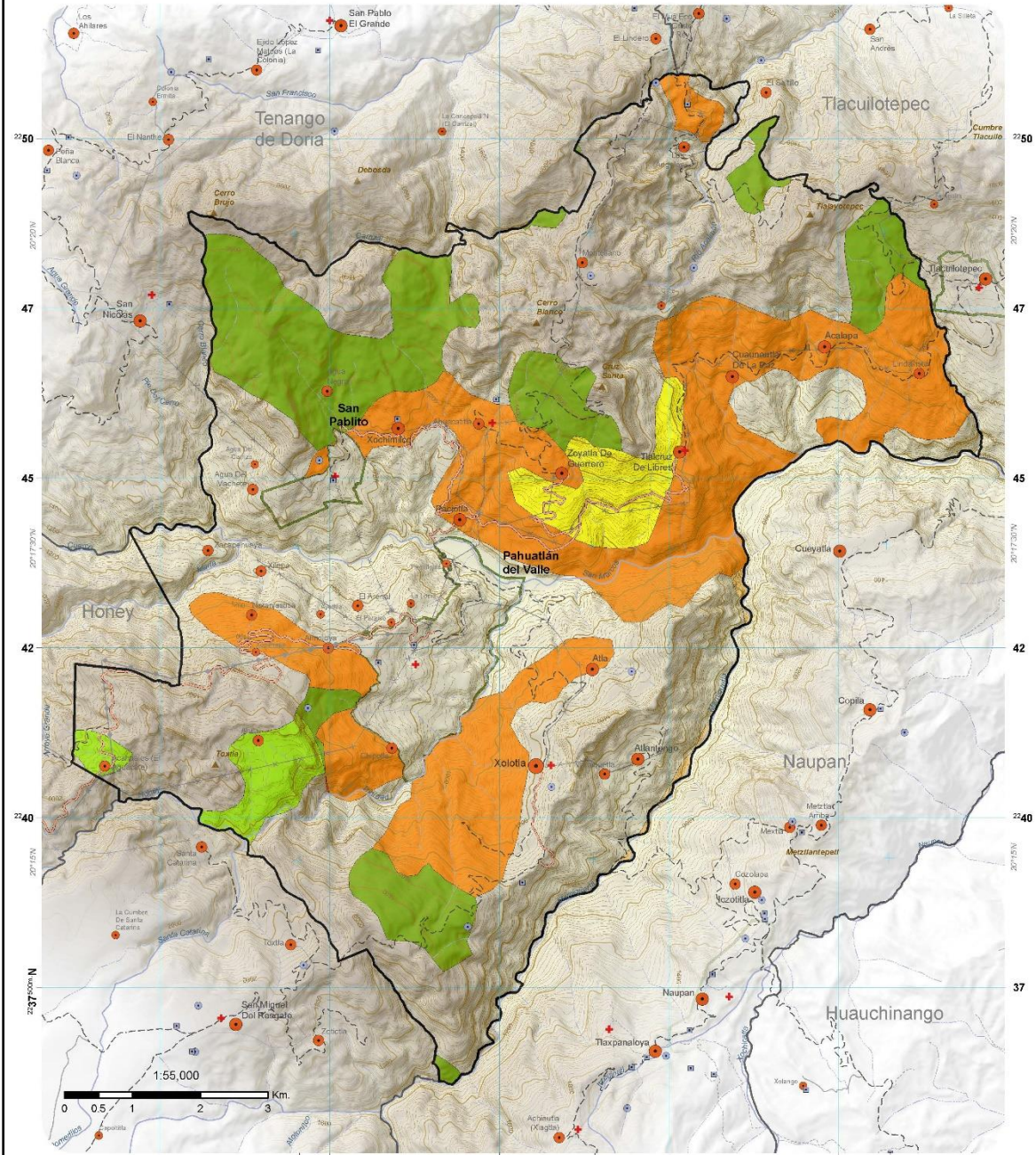


Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Elipsoid: GRS80  
Ecuigradas curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5' W  
Fecha calculada: 31/05/2013

**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA

## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



**Simbolos convencionales**

**Límites**

- Límite Pahuatlán
- Límite municipal

**Asentamiento humano**

- 10 - 100
- 101 - 500
- 501 - 2500
- 2501 - 10000
- 10001 - 50200

**Representación del relieve**

- Baranca
- Cerro
- Cuota nivel maestro
- Cuota nivel auxiliar (Ecuilíneas de 10m)

**Rasgos hidrográficos**

- Corriente de agua permanente
- Corriente de agua intermitente

**Líneas de conducción**

- Elección
- Telefónica

**Vías de comunicación**

- Carretera
- Terracería
- Dreña
- Vereda

**Infraestructura y eqpto.**

- Ciudad
- Tanque de agua
- Meteorol

**Simbología Temática**

**Descripción**

- Agricultura de temporal anual y/o permanente: 8 a 13 días de granizadas al año.
- Agricultura de temporal anual y/o permanente: de 3 a 8 días de granizadas al año.
- Agricultura de temporal; plantación permanente: de 3 a 8 días de granizadas al año.
- Agricultura de temporal anual y/o semipermanente: de 3 a 8 días de granizadas al año.
- Agricultura de temporal anual: 8 a 13 días de granizadas al año.
- Agricultura de temporal anual: de 3 a 8 días de granizadas al año.

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS**

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF92  
Eliipsoid: Goidón  
Equidistancia curvas de nivel: 20 m  
Fuentes: INEGI 1999, 2005, 2010  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA

Declinación magnética: 4°39' E  
Variación anual: 7.5" W  
Fecha calculada: 31/03/2013

**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA

PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SA GA  
CALLE DE LOS RIOS 101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000

**Tabla V.30. Riesgo de cultivos por granizadas en Pahuatlán**

| GRADO DE RIESGO | TIPO DE ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y SU RELACIÓN CON LAS GRANIZADAS                           | SUPERFICIE (Ha) | % Respecto de la superficie cultivada |
|-----------------|---|-----------------|---------------------------------------|
| <b>ALTO</b>     | Agricultura de temporal anual y/o permanente: 8 a 13 días de granizadas al año.       | 0.5             | 0.01                                  |
|                 | Agricultura de temporal anual y/o permanente: de 3 a 8 días de granizadas al año.     | 2308.0          | 56.7                                  |
|                 | Agricultura de temporal anual y/o semipermanente: de 3 a 8 días de granizadas al año. | 287.6           | 7.1                                   |
|                 | Agricultura de temporal anual: 8 a 13 días de granizadas al año.                      | 206.8           | 5.1                                   |
|                 | Agricultura de temporal; plantación permanente: de 3 a 8 días de granizadas al año.   | 25.3            | 0.6                                   |
| <b>MEDIO</b>    | Agricultura de temporal anual: de 3 a 8 días de granizadas al año.                    | 1243.6          | 30.5                                  |
|                 | <b>Total superficie cultivada</b>   | 4071.7          | 100.0                                 |
|                 | Superficie del municipio  | 8037.0          |                                       |

## V.6. OBRAS PROPUESTAS

### CABECERA MUNICIPAL: PAHUATLÁN DE VALLE.

Algunas de las obras propuestas de mitigación de deslizamientos en la cabecera municipal, Pahuatlán del Valle, favoreciendo a 3,523 habitantes distribuidos en 1,266 viviendas, son:

- **Construir terrazas sobre el deslizamiento detrás de la calle 5 de mayo, desde la cabecera o corona del deslizamiento hasta la base del mismo.**
  - Las terrazas deben de tener una altura de al menos 15 a 20 metros y una longitud acorde a la distancia horizontal del deslizamiento para evitar escavar más sobre el terreno.
  - Aumentar la vegetación de mediada altura en la parte baja del deslizamiento para tratar de *anclar* el terreno al suelo firme (en la parte alta y media del movimiento no es recomendable modificar el crecimiento natural de vegetación ya que se puede incrementar el peso y elevar la infiltración, lo que puede acelerar el movimiento); en el caso de lograr estabilizar el movimiento en los siguientes años, continuar paulatinamente la reforestación en dirección al cuerpo del deslizamiento, en avances de pocas decenas de metros y no *sobrecargar* el terreno.
  - Es vital evitar que redes de drenaje se dirijan a las cercanías del deslizamiento y menos aún descarguen sobre el cuerpo del mismo, así como tampoco construir ningún tipo de red interna o superficial que cruce el movimiento.
- **Reconfigurar la red de desagüe de la cabecera municipal** para que esta llegue directamente hasta su vertiente final y no sea liberadas aguas residuales sobre las laderas; preferentemente la línea conductora debe de ser superficial o poco profunda para evitar fugas y excavaciones adicionales.

- **Dirigir los escurrimientos superficiales asociados a lluvias fuera del deslizamiento de la calle 5 de mayo**, por ejemplo por canaletas en la calle mencionada que dirija el agua superficial al drenaje (previamente reconfigurado) o en su defecto encauzarla lejana al movimiento.
- **Reforestar la parte alta de la cabecera municipal**, fuera de la zona urbana, con especies locales y en forma aleatoria, no lineal ni en ninguna otra configuración geométrica. Erradicar cualquier tipo de deforestación y limitar el crecimiento urbano.
- **Evitar al máximo el tránsito vehicular sobre la calle 5 de mayo** e inclusive se sugiere convertirla en un paso peatonal y evitar el cruce de transporte pesado en la cabecera municipal.

## SAN PABLITO

Para la mitigación de deslizamientos en la localidad de San Pablito, las cuales beneficiarán a 3,178 habitantes en 812 viviendas, se propone lo siguiente:

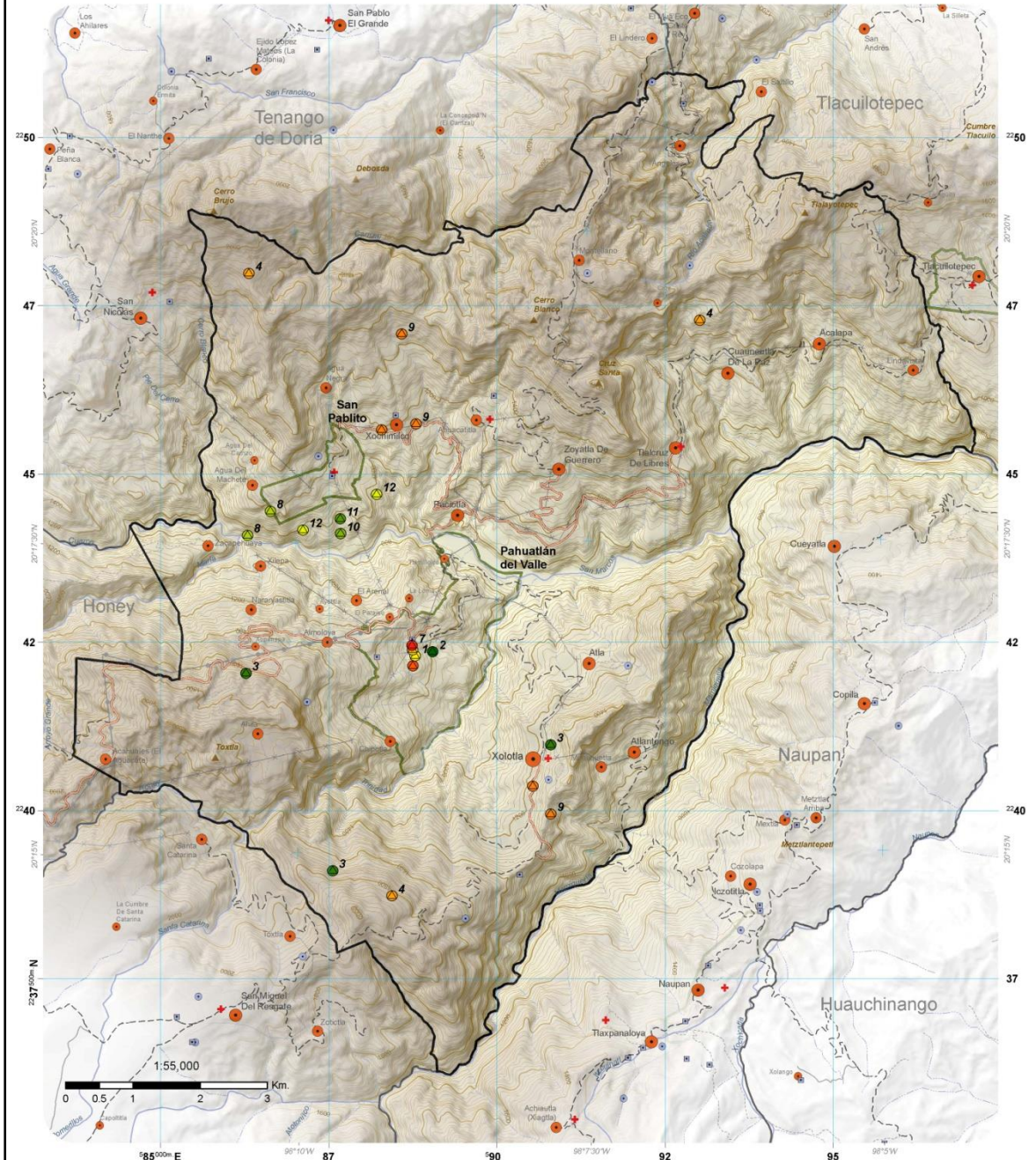
- **Conducir el desagüe local hasta el punto más bajo de la ladera inestable**, prácticamente directo al río San Marcos, y que la red sea superficial fuera de la zona urbana, para evitar construcciones subterráneas e infiltraciones.
- **Favorecer la reforestación natural sobre la ladera inestable**, sembrando a lo largo de todo el terreno árboles o vegetación de especies locales, de forma paulatina, que no represente un incremento notable en el peso de la vegetación superficial y favorezca la creación de sistemas de raíces.
- **Eliminar las actividades agrícolas que se puedan presentar dentro o cerca del cuerpo del deslizamiento (al menos a una distancia de 500 metros a los lados).**
- **No permitir la construcción de nuevas casas u otro tipo de construcciones** (por ejemplo la cancha de fútbol) cerca de la corona o cabecera del deslizamiento la sur de la localidad.
- **Colocar mallas sobre el terreno en la parte baja del deslizamiento (no en la pared o zona de contacto con el río).**
- **Reforestar en la parte baja del deslizamiento** para buscar reforzar la estabilidad del movimiento desde la parte baja y mitigar en lo posible su *avance*.

## ESCALA MUNICIPAL

- La obra propuesta de mitigación por deslizamientos a escala municipal es establecer un programa de reforestación (ver texto Algunas de las acciones que se manejan para la reforestación incluido en el documento).



## Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Pahuatlán, Puebla, 2013.



Mapa V.6. Obras Propuestas

- Simbolos convencionales**
- Limites**
    - Limite Pahuatlán
  - Asentamiento humano**
    - Población total
    - 10 - 100
    - 101 - 500
    - 501 - 2500
    - 2501 - 10000
    - 10001 - 50206
  - Representación del relieve**
    - Area urbana
    - Barranca
    - Cerro
    - Curva nivel maestra
    - Curva nivel auxiliar (Ecuidistancia 10m)
  - Rasgos hidrográficos**
    - Corriente de agua perenne
    - Corriente de agua intermitente
  - Lineas de conducción**
    - Electricidad
    - Telefónica
  - Vias de comunicación**
    - Carretera
    - Terraceria
    - Brecha
    - Vereca
  - Infraestructura y eqpto.**
    - Clinica
    - Tanque de agua
    - Manantial

- 1: Prioridad de la obra**
- Colocar vegetación de media altura en la parte baja del deslizamiento para tratar de anclar el terreno al suelo firme
  - Reforestar la parte alta de la cabecera municipal, fuera de la zona urbana, con especies locales y en forma aleatoria, no lineal ni en ninguna otra configuración geométrica. Favorecer la reforestación natural sobre la ladera inestable, sembrando a lo largo de todo el terreno arboles o vegetación de especies locales
  - Colocar mallas sobre el terreno en la parte baja del deslizamiento (no en la pared o zona de contacto con el río)
  - Conducir el desagüe local hasta el punto más bajo de la ladera inestable, prácticamente directo al río San Marcos
  - Eliminar las actividades agrícolas que se puedan presentar dentro o cerca del cuerpo del deslizamiento (al menos a una distancia de 500 metros a los lados)
  - Construir terrazas sobre el deslizamiento detras de la calle 5 de mayo, desde la cabecera o corona del deslizamiento hasta la base del mismo. Las terrazas deben de tener una altura de al menos 15 a 20 metros y una longitud acorde a la distancia horizontal
  - Dirigir los escurrimientos superficiales asociados a lluvias fuera del deslizamiento de la calle 5 de mayo
  - La obra propuesta de mitigación por deslizamientos a escala municipal es establecer un programa de reforestación
  - Mallas o muros de contención que retenga la caída de bloques y detritos
  - Reconfigurar la red de desagüe de la cabecera municipal para que esta llegue directamente hasta su vertiente final y no sea liberadas aguas residuales sobre las laderas
  - Evitar al máximo el tránsito sobre la calle 5 de mayo e inclusive se sugiere convertirlo en un paso peatonal y evitar el cruce de transporte pasado en la cabecera municipal

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGROARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS

Proyección: UTM Zona 14  
Datum: ITRF 92  
Eliptoides: GRS80  
Ecuidistancia curvas de nivel: 20 m.  
Fuentes: INEGI 1999; 2000; 2010.  
Elaboró: Proyectos y Construcción SA GA.

Declinación magnética: 4°38' E  
Variación anual: 7.1" W  
Fecha calculada: 30/Oct/2013

**Juan Salgado Morales**  
Proyectos y Construcción SA GA



# ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE PAHUATLÁN, PUEBLA, 2013



**INGENIERO CIVIL JUAN SALGADO MORALES**  
**PROYECTOS Y CONSTRUCCION SAGA**  
ABASOLO PONIENTE No. 3. COLONIA LOS DICIOS. CP: 74080  
SAN MARTIN TEXMELUCAN PUE. TEL: 01-248-1171186. samj2603@hotmail.com