



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN LA SUBCUENCA HIDROLOGICA DEL RIO APULCO MEDIANTE SIG

Pablo Zaldívar Martínez; Guillermo Jesuita Pérez
Marroquin y Norma Angélica Márquez Terán



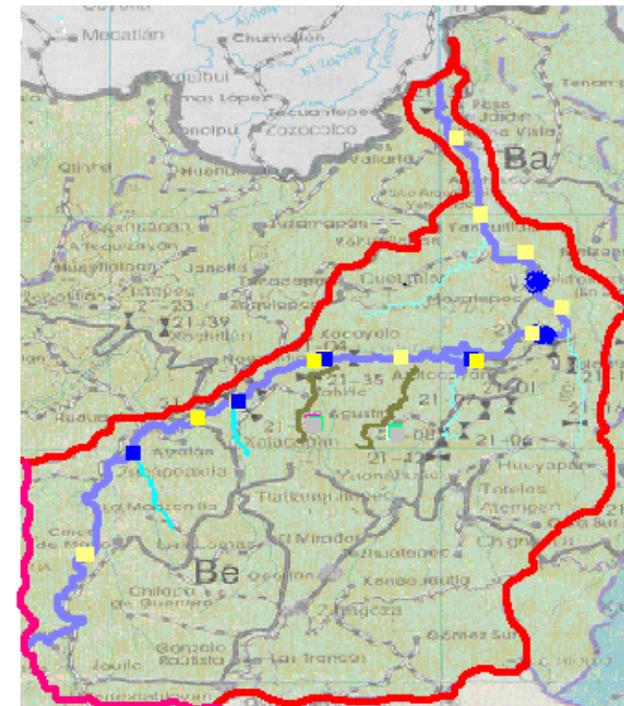
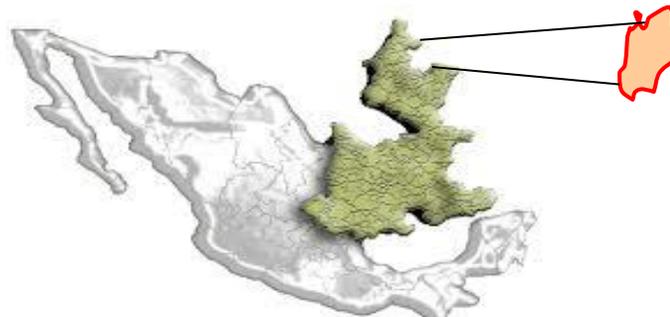
Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021



VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN LA SUBCUENCA HIDROLOGICA DEL RIO APULCO MEDIANTE SIG

Introducción

La subcuenca del Río Apulco se encuentra en la región hidrológica de Tuxpan-Nautla (RH27) dentro de la cuenca Río Tecolutla que abarca la mayor parte de la sierra Norte de Puebla y ocupa una superficie en el estado de 17.46% y su alta percepción de agua pluvial que va de precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3000 mm al año.



- Limite de Subcuenca
 - Río principal
 - Corrientes perennes
 - Puntos muestreados
- LUGAR DE MUESTRAS
- 1 San Carlos
 - 2 río tepetitlan
 - 3 Banco de materiales no muestreada (Sustituyo con el río Calchahuatenco)
 - 4 vista Hermosa no muestreada
 - 5 topictacta
 - 6 río xocoloyaco no muestreado
 - 7 cortinas de presa
 - 8 Jilotepec
 - 9 río atexcaco
 - 10 tepetitlan Zacatipan no muestreada
 - 11 Los encinos
 - 12 buena vista
 - 13 Río Zempoala
 - 14 Zarco
 - 15 Chacal

Figura 1. Ubicación de la subcuenca



La importancia de este estudio radica en la integración ponderada de variables biofísicas y ambientales mediante los Sistemas de Información Geográfica, de tal manera que reflejen las áreas de mayor vulnerabilidad y permitan de esta investigación proponer un ordenamiento integral de la subcuenca así evitando sucesos como los de octubre de 1999 donde hubo más de 500 muertos y pérdidas materiales por miles de millones de pesos por los derrumbes y las inundaciones (Biltran, 2000).





Materiales y Métodos

El desarrollo y ejecución de esta investigación utilizó dos tipos de información: una de carácter secundaria y otra primaria. Para la primera se analizaron una serie de documentos y artículos de revistas científicas de carácter nacional e internacional relacionados con los temas de desastres, vulnerabilidad y riesgo en cuencas hidrográficas.



Área de estudio

La metodología utilizada para zonificar la vulnerabilidad ambiental se tomó como área de estudio la Subcuenca del río Apulco. Esta subcuenca pertenece a la cuenca Río Tecolutla que a su vez se encuentra en la región hidrológica de Tuxpan-Nautla (RH27) con una superficie de 2109.37 km³, abarcando dentro de esta a 35 Municipios del estado de Puebla.



Área de estudio

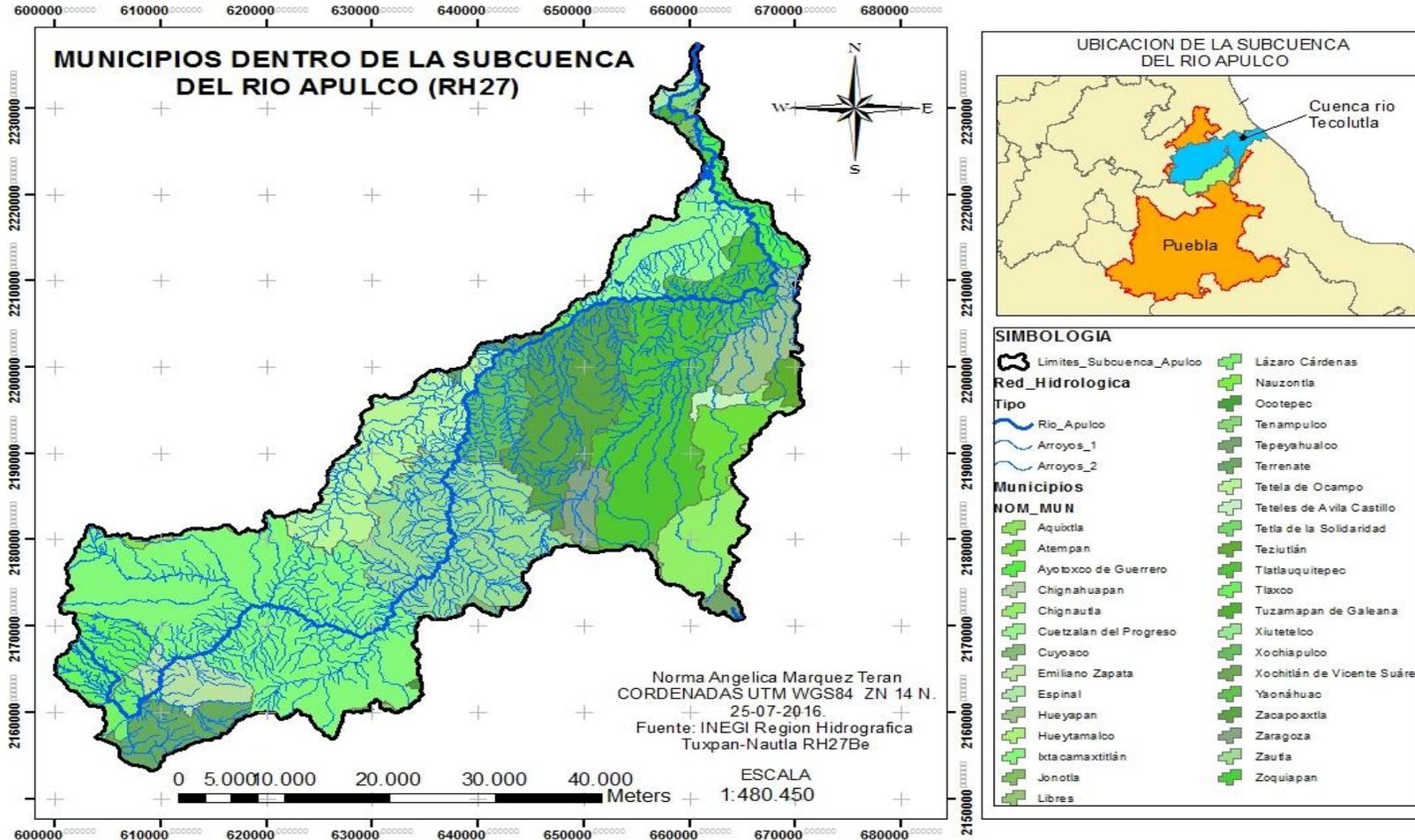


Figura 2. Ubicación de la Subcuenca del rio Apulco



Metodología para evaluar la vulnerabilidad ambiental

La metodología para la definición y zonificación de la vulnerabilidad ambiental se estableció a partir de la generación y procesamiento geoespacial de variables e indicadores basada en la metodología propuesta por Reyes Sandoval, 2007.

En el presente trabajo se utilizaron valores cuantitativos donde se utilizó una escala de ponderación lineal de 0, 1, 2, 3 y 4, en donde el valor de 0 fue asignado a la situación del indicador que presente la menor vulnerabilidad y el valor de cuatro (4) se asignó a la situación más crítica del indicador, lo cual refleja la situación de mayor vulnerabilidad. Un valor de dos (2) corresponde a una situación de vulnerabilidad media.

Para la determinación de áreas críticas por su mayor riesgo a deslizamientos se consideraron la integración espacial de 4 factores críticos que afectan de manera directa la vulnerabilidad a deslizamientos como lo son uso de suelo, la pendiente, erosión de suelos y la precipitación (Sandoval, 2003).





Cuadro 1. Factores (e indicadores) que incrementan la vulnerabilidad y el riesgo

Variable	Indicador
Uso de suelo y vegetación	Tipo de uso
Erosión de suelo	Intensidad
Pendiente	Tipo de pendiente
Precipitación	Mm/año



Formulas

Para la especialización de los factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos. El modelo conceptual fue el utilizado bajo la metodología de Sandoval. Cuadro 2

Cuadro 2. Pesos relativos utilizados en la integración de factores críticos.

Factores Biofísicos que modifican el Peso Relativo nivel de vulnerabilidad y/o criticidad de una amenaza.

Precipitación	10
Uso de suelos y vegetación	20
Erosión de suelos	40
Pendiente	30
Total	100



Para efectos de este trabajo, las áreas críticas están determinadas por aquellas zonas donde tanto las condiciones de vulnerabilidad como la concurrencia de factores críticos que favorecen el riesgo se encuentren en sus valores más altos (alto (3)-muy alto (4)). (Sandoval W. R., 2003)

Generación de Cartografía básica

Para la zonificación de las variables se requirió de capas cartográficas obtenidas de fuentes oficiales como es el INEGI y CONABIO; la cartográfica temática digital.



Cuadro 3. Fuente de información para la generación de Mapas.

Institución	Tipo de información	Especificaciones
INEGI	Cartográfica Temática Digital	Edafología
CONABIO		Curvas de nivel Hidrología Uso de suelo y vegetación Estaciones meteorológicas División política





La herramienta utilizada para el desarrollo de este estudio fue el SIG ArcGIS versión 10 desarrollado por ERIS.

El modelo cartográfico se conformó por mapas cuyo procesamiento mediante SIG, representó cada uno de las variables e indicadores.

Este modelo se representa con una proyección UTM Zona 14, datum WG84 y a una escala de impresión de 1:550.000 para cada mapa.



Resultados y Discusión

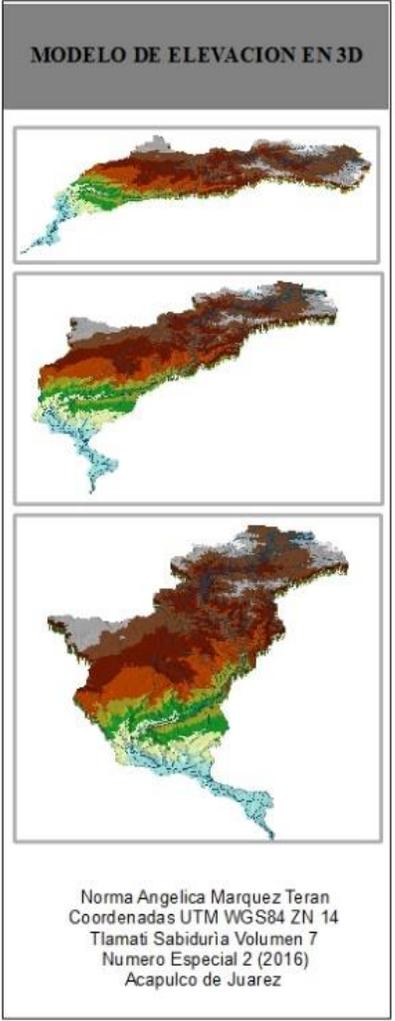
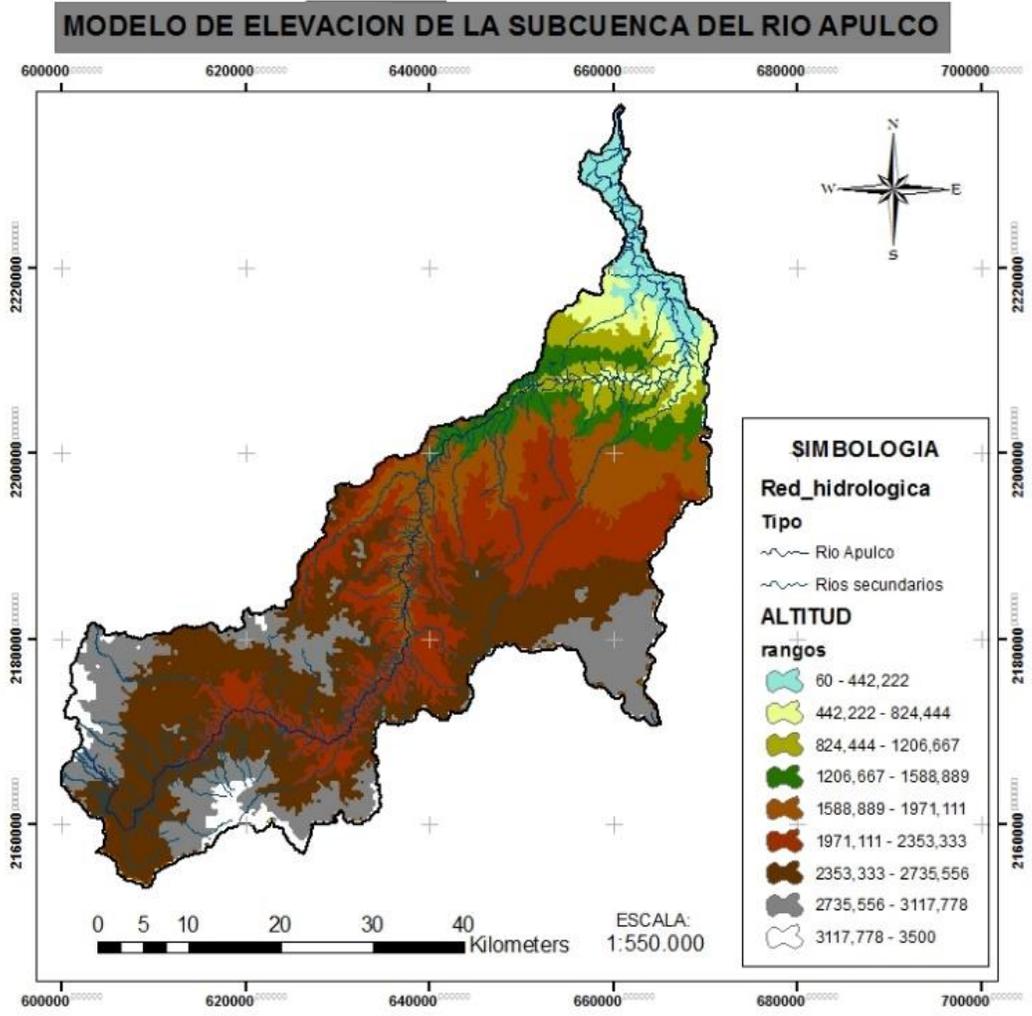
La subcuenca del Rio Apulco tiene un área total de 2109.37 km², el área con respecto a la altura tiene una distribución muy variable. Las alturas más frecuentes son entre 2353 y 2736 msnm abarcando un área de 29.68 % del área total de la subcuenca. Por el contrario, las altitudes que comprenden los 3118 a 3500 msnm son más escasas con un 2.37% del total del área.



Cuadro 4. Distribución de área de la subcuenca entre altitudes

Altitud msnm	Área (m²)	Hectáreas	% de área
60 – 423	86825440	8682.544	4.16
423 – 824	82027192	8202.7192	3.93
824 – 1207	87282416	8728.2416	4.18
1207 – 1588,889	109445750	10944.575	5.24
1588,889 – 1971	252821970	25282.197	12.11
1971 – 2353	472398940	47239.894	22.63
2353 – 2736	619430980	61943.098	29.68
2736 – 3118	327537540	32753.754	15.69
3118- 3500	49467652	4946.7652	2.37

Figura 2.
Modelo de elevación de la subcuenca.





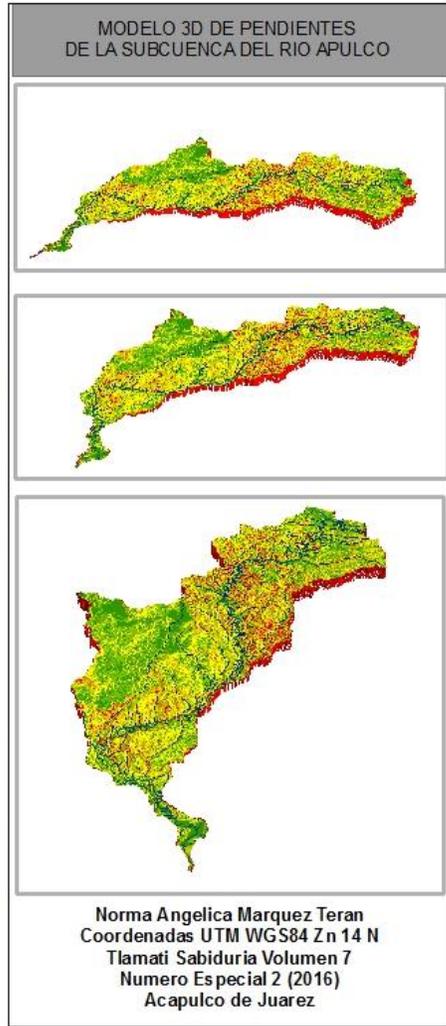
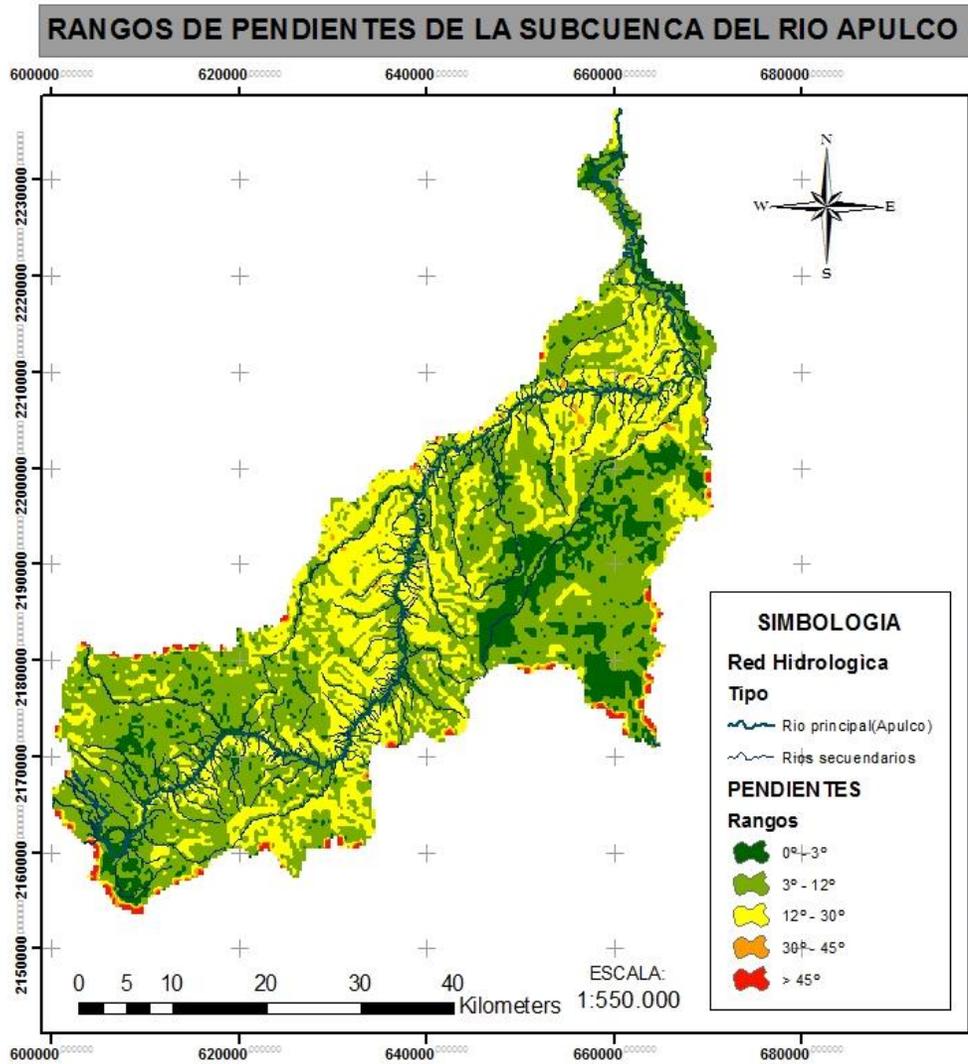
Mapas de Pendientes

Se elaboró a partir del modelo de elevación digital utilizando el programa “Arcgis 10”, se agruparon las pendientes en 5 niveles y posteriormente se reclasificaron según el método del Dr. Lugo Hubp. De los cuales se obtuvieron sus áreas entre rango en grados de pendientes.

Cuadro 5. Distribución del área de la subcuenca entre rangos de pendientes

Pendiente (Grados)	Área (m ²)	Hectáreas	% de área
0-3	281839940,00	2818399,40	13,4251198
3 -1 2	1144153600,00	11441536,00	54,5004345
12-30	629141700,00	6291417,00	29,9684378
30 – 45	19535724,00	195357,24	0,93056164
>45	24676704,00	246767,04	1,17544628

Figura 3.
Modelo de Pendientes de la subcuenca.



Uso de Suelos y Vegetación

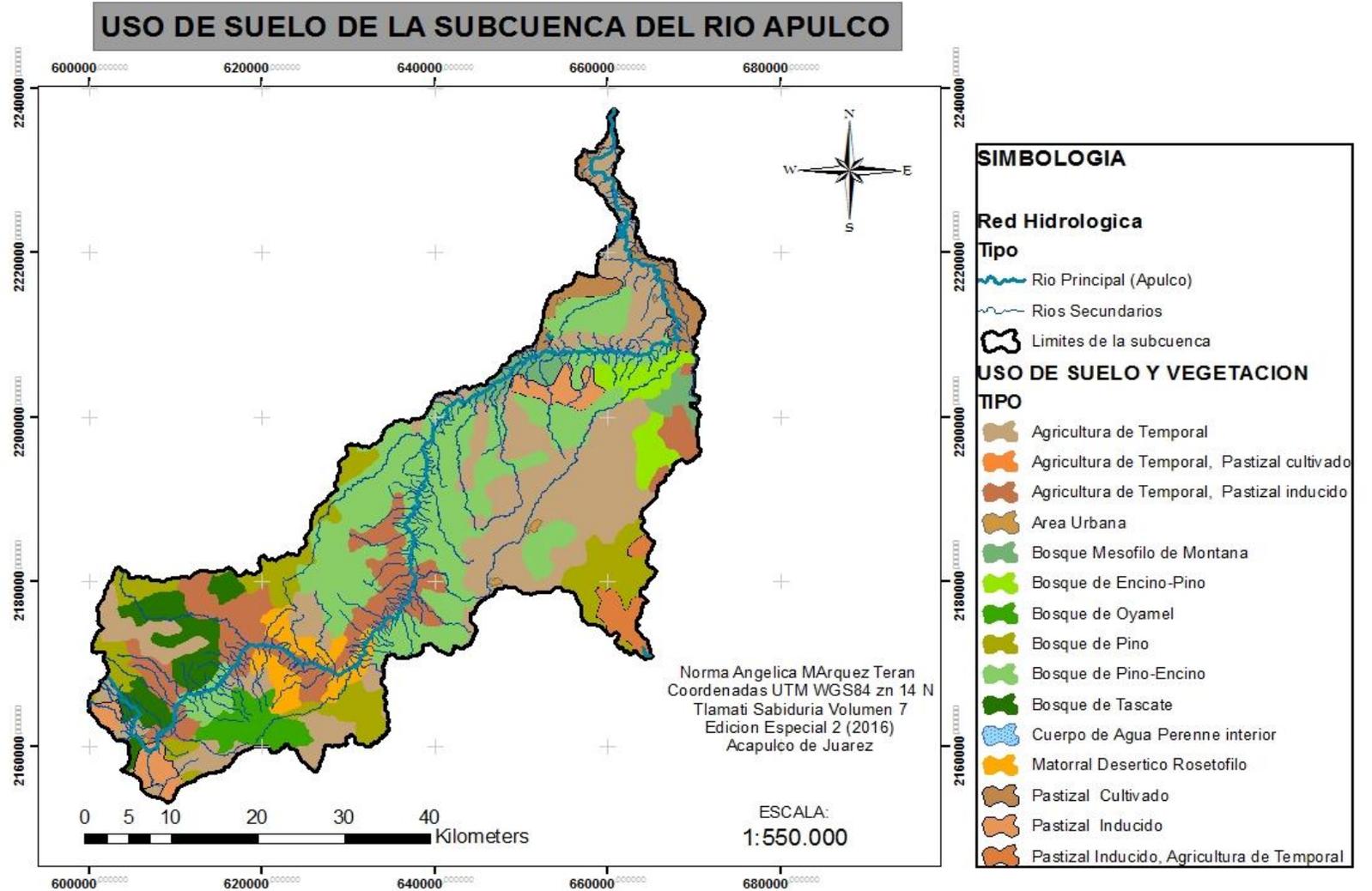


Figura 4. Mapa de uso de suelo y vegetación de la subcuenca.

Erosión de suelos

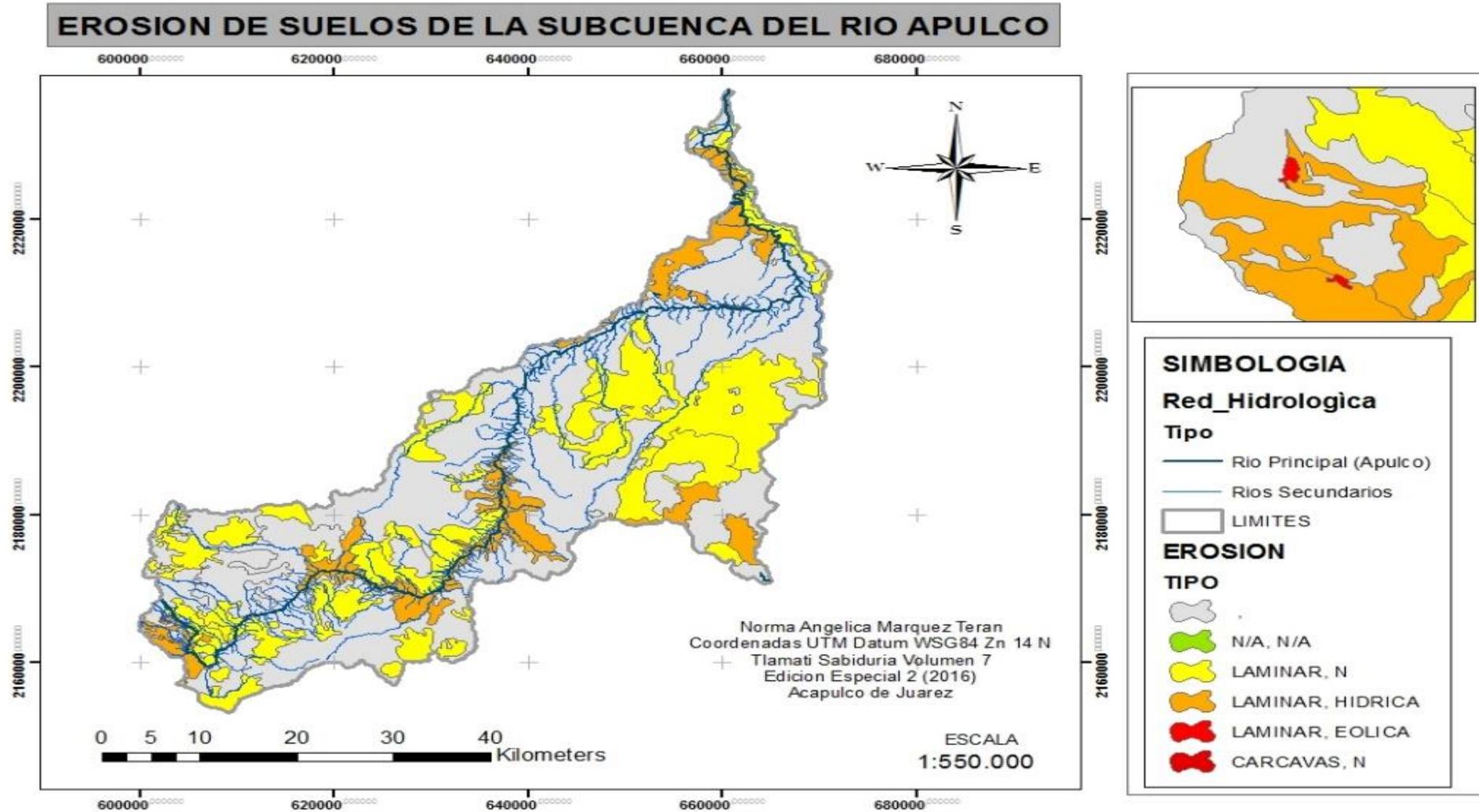


Figura 5. Mapa de Erosión de la subcuena.



Precipitación y tipos de suelos

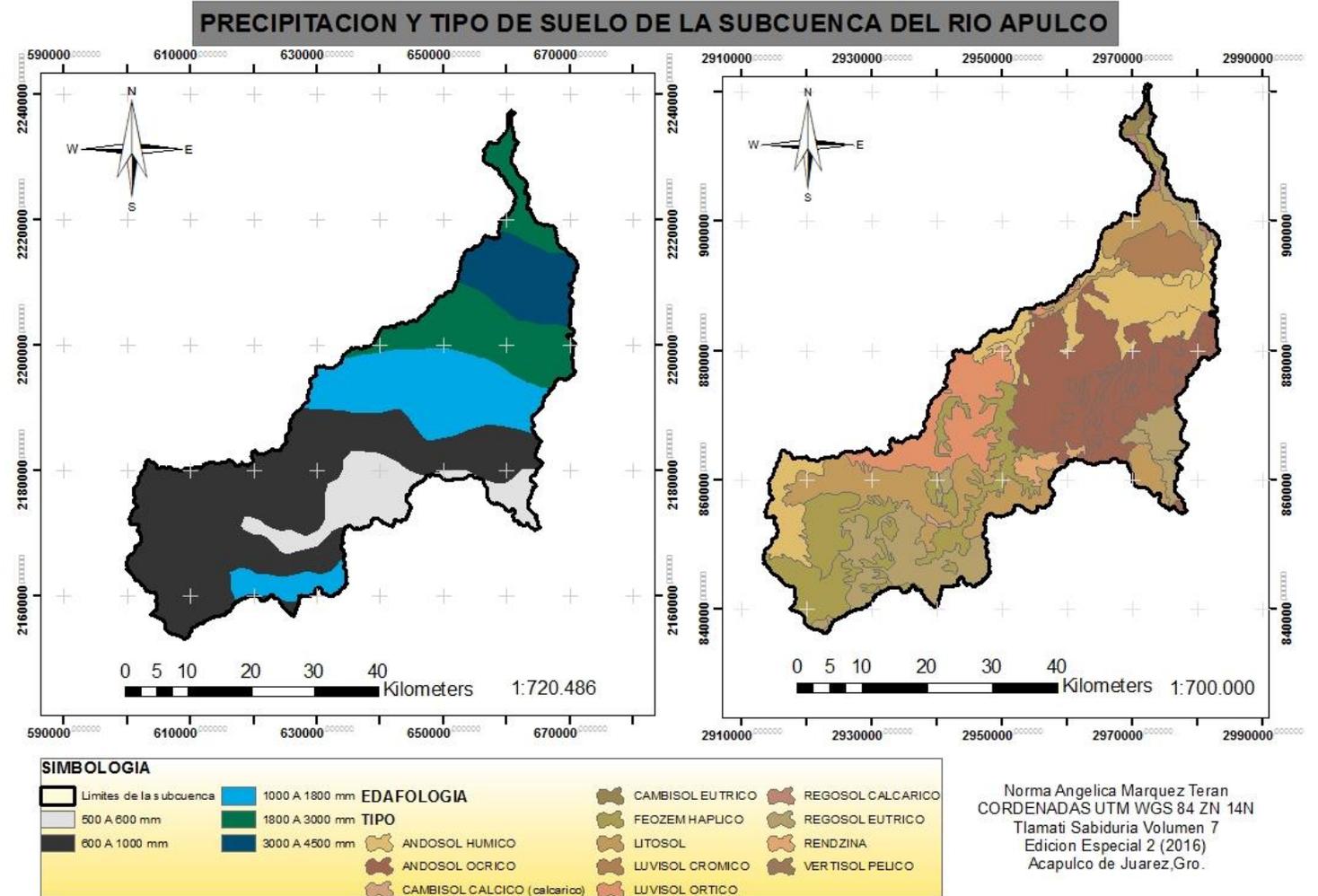
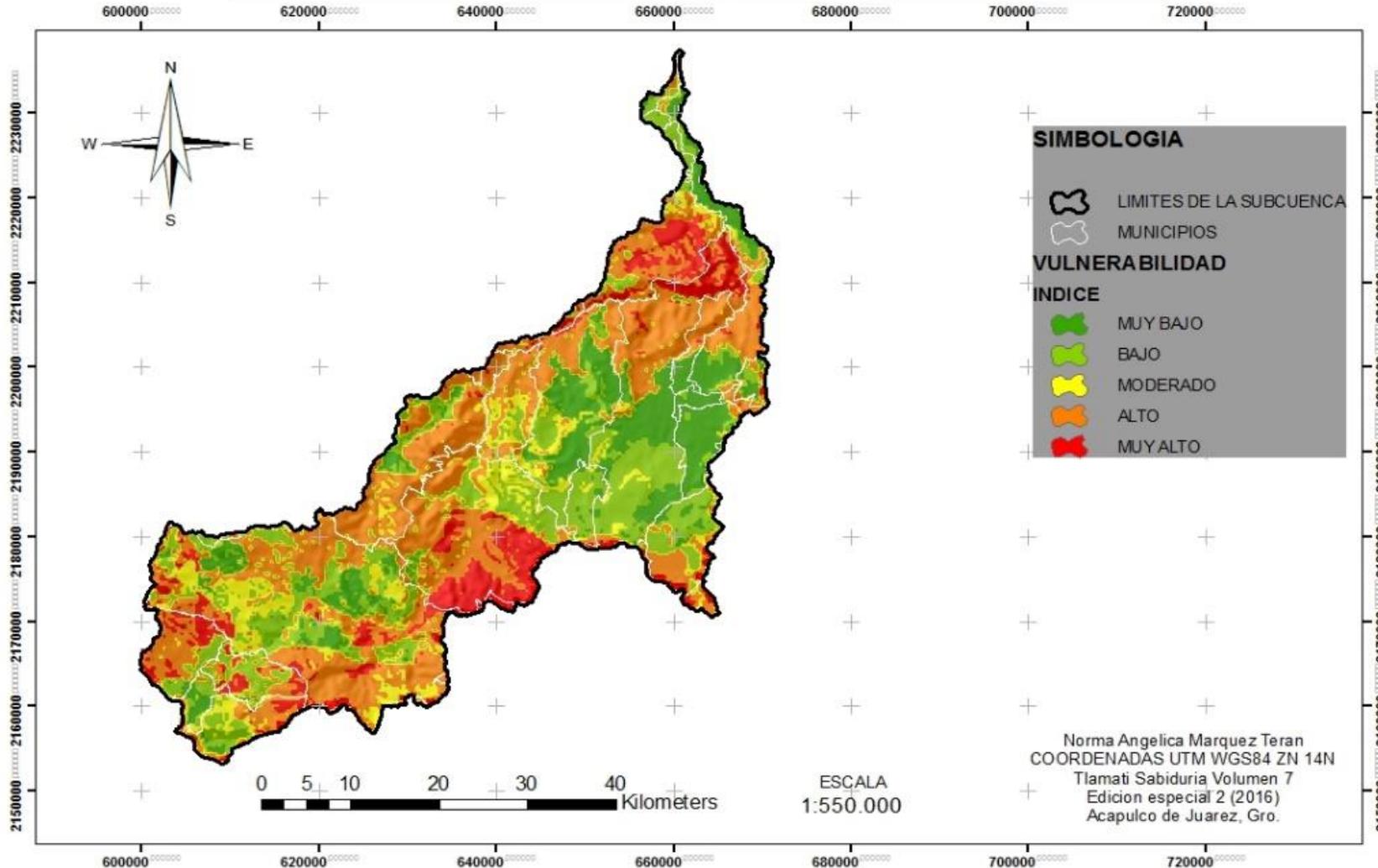


Figura 6. Mapa de Tipos de suelos y Precipitación media anual de la subcuenca



Vulnerabilidad Ambiental

VULNERABILIDAD AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA DEL RIO APULCO





Cuadro 6. Porcentaje de Área por niveles de riesgos a deslaves de la subcuenca del Apulco.

INDICE	m ²	Ha	%
MUY BAJO	318302007	31830,2007	15,28
BAJO	486249488	48624,9488	23,35
MODERADO	194985297	19498,5297	9,36
ALTO	853319482	85331,9482	40,97
MUY ALTO	229847235	22984,7235	11,04
Total	2082703509	208270,351	100



Conclusiones

El presente estudio se realizó analizando diversos factores que influyen de manera ambiental en la Subcuenca del río Apulco para definir la vulnerabilidad que está presente actualmente.

La metodología del trabajo cumplió con el objetivo de zonificar las áreas más vulnerables de la Subcuenca estudiada mediante las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica.



Conclusiones

Esta Subcuenca presenta una Vulnerabilidad ambiental que va de una categoría **alta a muy alta** con un 52% del área total de la subcuenca.

Las variables que más incidieron lo podemos visualizar fácilmente y relacionarlas estas son las Pendientes, la erosión del suelo y la precipitación ya que estas en conjunto provocan inestabilidad en las laderas por lo cual se presentan deslizamientos de los suelos.











"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



¡GRACIAS!

Pablo Zaldívar Martínez

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

✉ pablo.zaldivar@correo.buap.mx

