Ciencia Nicolaita 92: 9-18; Diciembre de 2024 doi:10.35830/cn.vi92.770

Validación de la estimación de flujos subterráneos para la zona de La Mintzita mediante el uso de mapas PGR y la modelación hidrológica en WEAP

Validation of the estimation of groundwater flows for The Mintzita zone through the use of PGR maps and hydrological modeling in WEAP

Heidy Janette Alcantar Mondragon, Sonia Tatiana Sánchez Quispe, Julio César Orantes Ávalos, María del Mar Navarro Farfán*

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica S/N Ciudad Universitaria C.P.58030, Morelia Michoacán, México.

Historial
Manuscrito recibido: 5 de diciembre de 2023
Manuscrito aceptado: 25 de octubre de 2024
Manuscrito publicado: diciembre 2024

***Autor para correspondencia**
María del Mar Navarro Farfán
e-mail: maria.navarro@umich.mx
ORCID: 0000-0002-8423-3092

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo identificar zonas potenciales de recarga para el manantial La Mintzita en el estado de Michoacán, que es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para la ciudad de Morelia. En los últimos años su volumen se ha reducido en un 68% y con ello se vuelve imperativo preservar el recurso existente. Se realiza un modelo de escurrimiento con el software WEAP, con lo que se define la infiltración en la zona y, por medio de álgebra cartográfica se determinan los sitios con potenciales zonas de recarga (PGR) y se superpone información de parámetros físicos y químicos.

Palabras clave: Potenciales zonas de recarga, calidad del agua, modelación.

Abstract

The purpose of this study is to identify potential recharge areas for La Mintzita spring in the state of Michoacán, which is one of the main sources of water supply for the city of Morelia. In recent years its volume has been reduced by 68%, making it imperative to preserve the existing resource. A runoff model is made with WEAP software, with which infiltration in the area is defined and by means of cartographic algebra, the sites with potential recharge zones (PGR) are determined and information on physical and chemical parameters is superimposed.

Keywords: Potential groundwater recharge, water quality, modeling.

Introducción

El manantial La Mintzita en Michoacán, México, provee del 40% al 50% del agua que se consume en la zona metropolitana de Morelia (Secretaría de Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2012). El manantial fue declarado sitio RAMSAR (humedal designado de importancia internacional por la Convención sobre los Humedales, establecida por la UNESCO) en 2009 por albergar especies endémicas incluyendo especies en peligro de extinción (Marín Togo, 2009).

El agua subterránea juega un papel importante en el crecimiento socioeconómico del país, debido a sus características físicas que permiten utilizarla de manera versátil, funcionando como presas de almacenamiento, siendo posible extraer agua en cualquier época del año desde prácticamente cualquier punto de la superficie del acuífero (CONAGUA, 2018). Es sabido que en la mayor parte de México el agua subterránea es un recurso ignorado o poco conocido, en otras es mal administrado y sólo en algunas partes del país se le da un uso racional.

El volumen del manantial se ha reducido en un 68% en los últimos 30 años debido a diversos factores antropogénicos como la industrialización, el cambio de uso del suelo, la excesiva expansión urbana y los incendios forestales en el Cerro del Águila, ya que es una de las principales fuentes de recarga. La capacidad de infiltración depende de las interacciones que pueden ocurrir entre el tipo de suelo, la formación geológica

Copyright © Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo • ISSN 2007-7068

existente, el tipo de vegetación, la topografía y el régimen de lluvias, ya que favorecen o perjudican la recarga del acuífero.

Entre los factores que determinan la recarga hídrica se encuentran el clima, la precipitación, la temperatura y la evapotranspiración (Bardales Espinoza, 2010), los cuales permiten la creación de modelo precipitación-escurrimiento que es importante para validar el flujo superficial y tener un panorama extenso de su comportamiento y posible relación con el transporte de contaminantes, además de proporcionar información para la elaboración de mapas temáticos (Souza, 2019).

El área de estudio se compone de dos clases hidrogeológicas, clasificadas por su permeabilidad, siendo significativamente importantes para identificar y determinar las zonas potenciales de recarga de agua subterránea del área de estudio, estas tienen una infiltración directa a los acuíferos (CONAFOR, 2018), las cuales son:

- La unidad de permeabilidad media a alta: que tiene una edad geológica que data del Terciario continental y Cenozoico superior e inferior, constituida principalmente por areniscas y conglomerados.
- La unidad de permeabilidad baja a media: que tiene una edad geológica que se remonta al Cenozoico medio, y está constituida principalmente por rocas volcánicas poco fracturadas, material limo-arcilloso y tobas líticas de baja permeabilidad.

La geología, la cubierta del suelo, las precipitaciones y las redes de drenaje de la zona pueden tener consecuencias sobre los parámetros fisicoquímicos del agua y, en consecuencia, sobre su calidad. Uno de los parámetros físicos más importantes es la temperatura, que es una propiedad termodinámica que influye significativamente en muchas de las características físicas, químicas y biológicas de las masas de agua, desempeñando un papel importante en la autodepuración de los residuos orgánicos, afectando simultáneamente a la velocidad de estabilización de la materia orgánica, al nivel de saturación del oxígeno disuelto y a la velocidad de aireación. Cuando aumenta la temperatura, las moléculas de agua tienden a separarse en sus elementos hidrógeno y oxígeno.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio (**Figura 1**) que corresponde a las zonas aledañas entre el Manantial de La Mintzita y el Cerro del Águila se delimitó con base en la recopilación

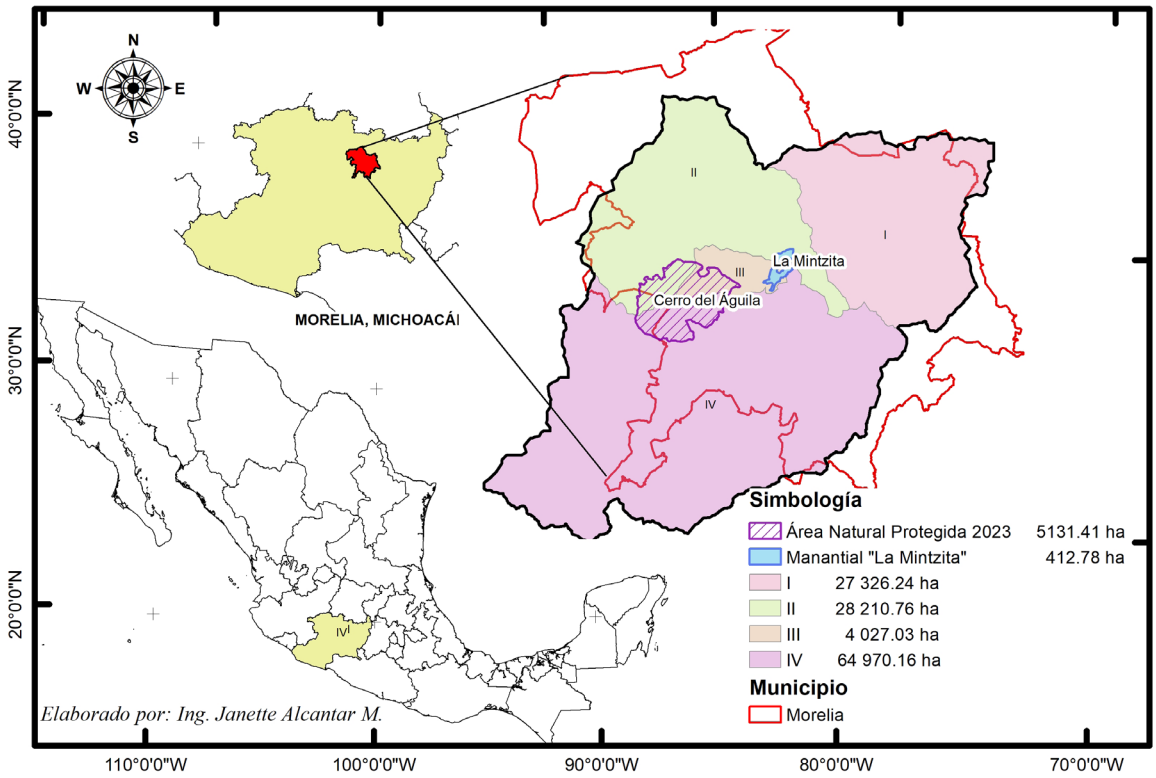

Figura 1. Mapa de localización, Morelia, Michoacán.

y procesamiento de información climática, hidrométrica y geológica, ya que las características geológicas y edafológicas de la zona permiten la infiltración y recarga de agua subterránea, creando un sistema hidrológico que abastece los manantiales y pozos profundos que se localizan en las partes bajas y que son aprovechados para satisfacer las necesidades de agua (Bahena Fraga, 2010).

Datos hidrometeorológicos

Para realizar las modelaciones se realizó un tratamiento a las estaciones climáticas e hidrométricas (**Figura 2**); dicho tratamiento permite validar las estaciones para su aplicación en la modelación (Navarro- Farfán *et al.,* 2024a). El llenado de datos de precipitación con el método de *Inverse Distance Weighted* (IDW) (Sánchez-Quispe *et al.,* 2021) implicó la revisión de las estaciones para obtener series de simulación y junto con los mapas de uso de suelo y tipo de suelo se generó un modelo de precipitación-escorrentía. Finalmente, con ayuda de un software (WEAP) (Stockholm Environment Institute, 2009) se obtuvo el balance hídrico, generando así la delimitación del área de estudio, representada con una microcuenca general.

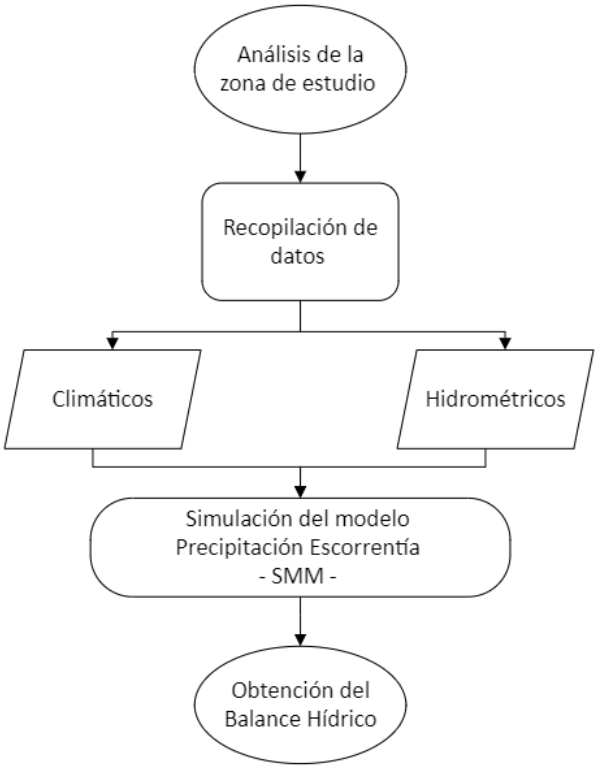

Figura 2. Esquema metodológico precipitación-escorrentía.

Modelación superficial con WEAP

Para el modelado físico, se deben tener en cuanta dos subprocesos esenciales: la transformación de la precipitación-escorrentía y el canal de enrutamiento. Estos modelos hidrológicos proporcionan resultados de escorrentía de una cuenca, que pueden representarse tanto mensuales como anuales que son comparados con los volúmenes circulantes registrados en una estación hidrométrica (Aller *et al.,* 1987).

Para el presente estudio, se utilizó el software WEAP (*Water Evaluation and Planning System*), a través del *Soil Moisture Method* (SMM), el cual permite calcular las recargas que se tendrán en el acuífero, a través de recarga profunda.

Este método se considera como el más complejo presente en WEAP, ya que representa la cuenca como dos tanques de suelo, así como el potencial de acumulación de nieve. En la capa superior del suelo, simula la evapotranspiración considerando las precipitaciones y el riego en tierras agrícolas y no agrícolas, la escorrentía y el flujo subsuperficial y los cambios en la humedad del suelo (Navarro Farfán *et al.,* 2024b). En la **Tabla 1** se muestran las variables a utilizar en las ecuaciones que definen el *Soil Moisture Method*.

El modelo matemático del método de la humedad del suelo es un balance de agua entre entradas y salidas; en donde la diferencia entre entradas y salidas en cada uno de los dos tanques representa los cambios en la humedad en la zona de raíces y en la zona profunda, respectiva-

Tabla 1. Valores asignados para cada capa temática y sus factores de influencia.

R	Recarga
Rd	Almacenamiento efectivo
Pe	Precipitación que escurre
PET	Evapotranspiración potencial
Kc	Coeficiente de cultivo
z1	Almacenamiento relativo en el tanque 1
RRF	Factor de resistencia al escurrimiento
f	Coeficiente de partición
Ks	Conductividad saturada
P	Precipitación
A	Área
Smax	Percolación profunda
z2	Almacenamiento relativo en el tanque 2

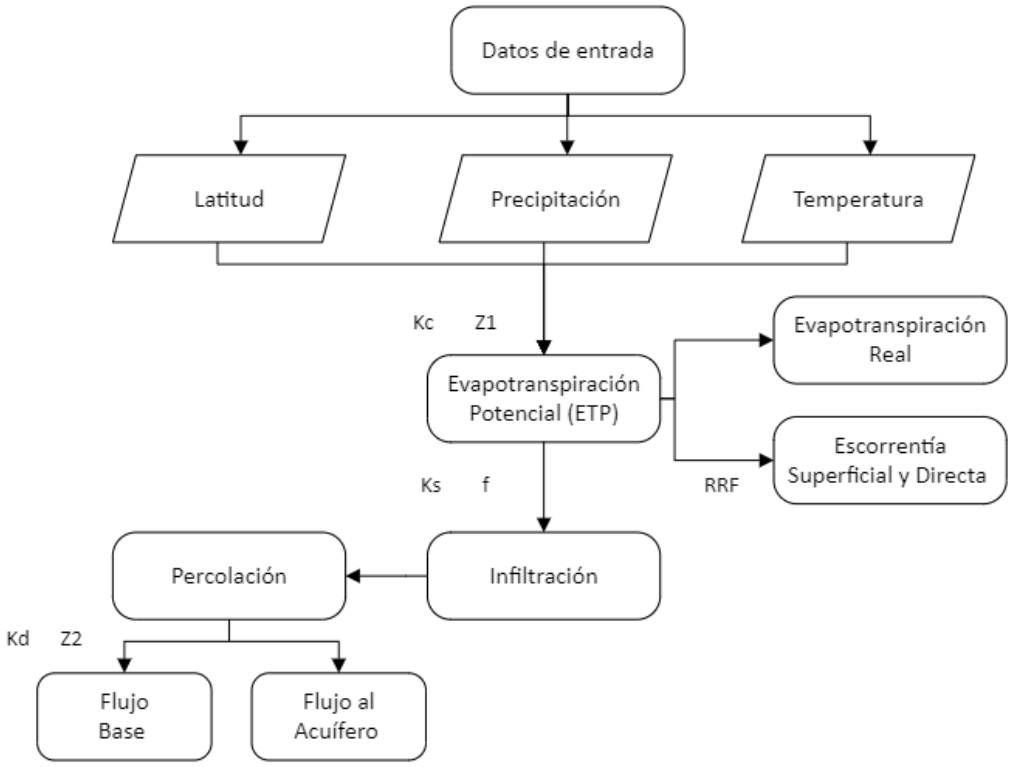

Figura 3. Esquema del funcionamiento del método de la humedad del suelo.

mente. En la **Figura 3** se muestra el esquema del funcionamiento del método, adaptado del esquema de la guía de modelación para WEAP (Stockholm Environment Institute, 2009).

La calibración se realiza de forma manual, que consiste en un proceso iterativo de prueba y error y cada vez que los parámetros del modelo son ajustados, se compara por medio de indicadores de bondad de ajuste (Moriasi *et al.,* 2007) y visualmente los resultados del modelo con los datos de las aportaciones históricas. Es importante considerar que es muy sensible con los siguientes parámetros:

- Kc (Crop Coefficient), afectando a la evapotranspiración real.
- Sw (Soil Water Capacity), la cual modifica la infiltración y el escurrimiento.
- RRF (Runoff Resistance Factor), que se encuentra ligado a la escorrentía superficial y escorrentía directa.
- Ks (Root Zone Conductivity), que se encarga de proporcionar la infiltración en el sistema.

Mapas PGR

Los mapas temáticos de entrada describirán el comportamiento y la influencia de las diferentes características de cada capa temática sobre las zonas de recarga potencial de agua subterránea dentro del área de estudio. Para realizar los mapas temáticos y obtener un mapa de zonas de recarga potencial (*Potential Groundwater Recharge* o PGR) (Souza, 2019), es necesario conocer varios aspectos, principalmente la ubicación y delimitación del área en estudio y la precipitación, ya que es la fuente primaria de agua en la superficie terrestre (Aparicio Mijares, 2015), sus mediciones forman el punto de partida de la mayoría de los estudios referentes a la gestión integrada del agua (Lara Vásconez, 2021).

En la **Figura 4** se muestra el esquema metodológico para la elaboración del mapa PGR, una vez calculado el factor de influencia por cada capa temática.

El análisis de las zonas potenciales de recarga de agua subterránea en el área de estudio consistió en varios pasos, como la obtención de la información vectorial oficial del manantial La Mintzita, la construcción de bases de datos georreferenciadas y la elaboración de capas temáticas con diferentes factores de influencia en el área de estudio. La elaboración de estas capas se realizó mediante geoprocesamiento en un Sistema de

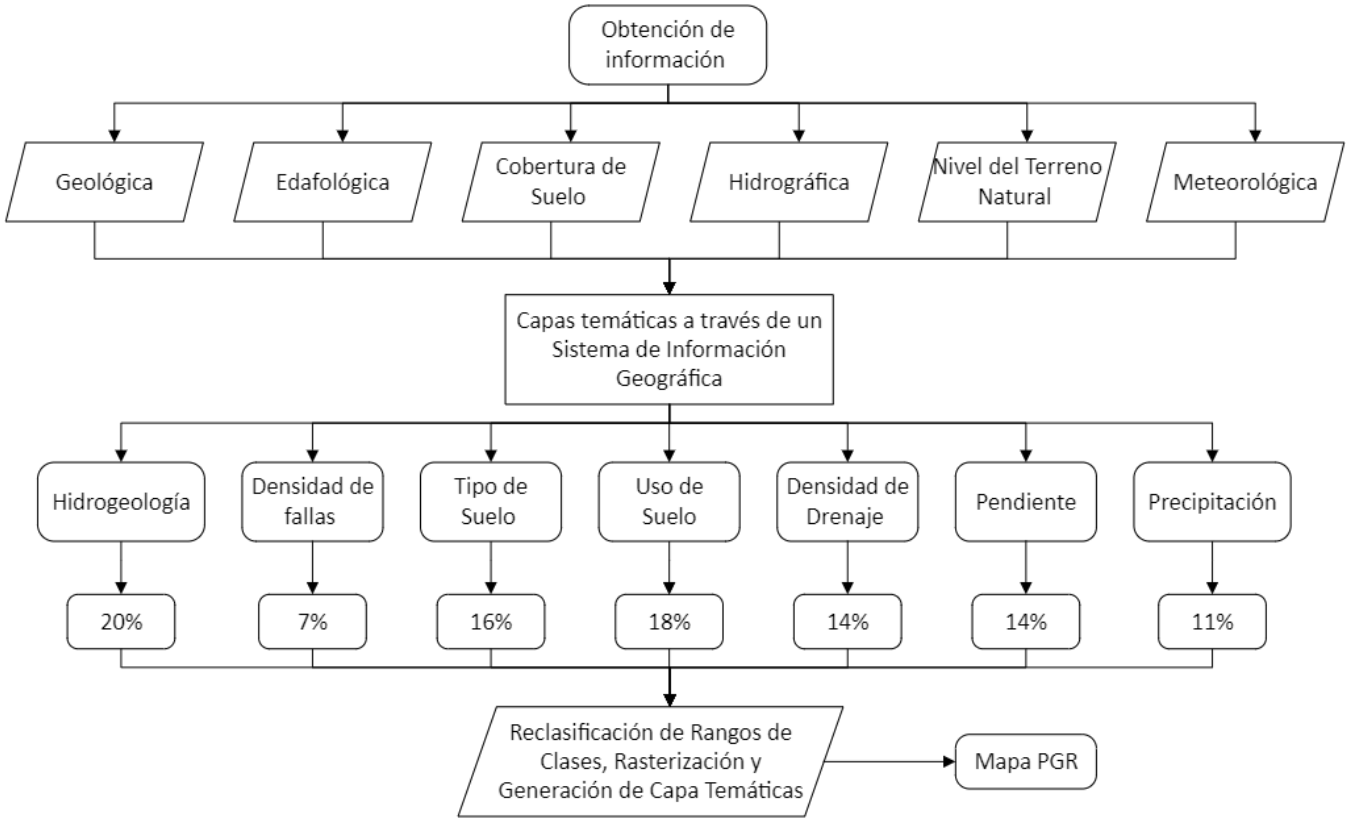

Figura 4. Esquema metodológico para mapas PGR.

Información Geográfica (SIG) utilizando la proyección UTM, zona 14 Norte, Datum WGS84. Las capas temáticas consideradas fueron: hidrogeología, uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, densidad de drenaje, precipitación y densidad de fallas geológicas (Hernández Juárez *et al.,* 2020).

Para evaluar la influencia de cada capa, se procedió a evaluar el puntaje porcentual de influencia de cada capa temática, este se derivó de la interrelación entre todos los factores, se asignó un valor de 2 para la influencia mayor y un valor de 1 para la influencia menor, como se muestra en la **Tabla 2**, por lo que la puntuación de cada factor (PF) resulta de la suma de las influencias que tiene cada capa.

Para el cálculo del Factor de Influencia (FI), se divide el puntaje de cada factor (PF) entre la suma de todos los factores (∑PF) multiplicado por 100 (Bardales Espinoza, 2010), con esto se calcula la influencia de cada capa temática, en la cual el número más alto representará la mayor influencia en la zona de recarga de agua subterránea, mientras que, un valor bajo connotaría una menor influencia de recarga de agua subterránea.

En donde: T es el tipo de suelo, F representa la densidad de fallas, D es la densidad de drenaje, S corresponde a la pendiente, L es el uso de suelo, H define a la hidrogeología y, R corresponde a la precipitación.

Las capas vectoriales de entrada se rasterizan para redimensionar las celdas a un tamaño de 10, 50 para re-proyectar las capas de entrada. Las capas se reclasifican de modo que cada clase tenga una escala de 1 a 7 (demasiado baja a muy alta). Una vez reclasificados los mapas temáticos, se genera un mapa compuesto utilizando la combinación geométrica y las clases de las 7 capas temáticas de entrada, mostrando las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas en el área de estudio. La herramienta superpone múltiples capas ráster que representan las diferentes capas temáticas, en esto se genera una ecuación simple en la que se considera la suma de productos del factor de influencia de cada capa multiplicado por la clasificación dada a cada clase como se ve en la Ecuación [1] (Chamorro Mishell, 2016).

$$Re = 0.20H + 0.18L + 0.16T + 0.14S + 0.14D + 0.11R + 0.07F \quad (1)$$

Tabla 2. Valores asignados para cada capa temática y sus factores de influencia.

Capa temática	Alto valor de influencia =2	Bajo valor de influencia =1	PF (alto +bajo)	FI (Pf/∑Pf)*100
Hidrogeología	T+F+L	S+D+R	9.0	20
Uso de suelo	T+H+D	R+S	8.0	18
Tipo de suelo	L+H+D	S	7.0	16
Pendiente	D+H	R+T	6.0	14
Densidad de drenaje	S+R	F+L	6.0	14
Precipitación	D	H+T+S	5.0	11
Densidad de fallas	T	H	3.0	7
		∑=	44	100

Donde los parámetros H es Hidrogeología, L es Uso del Suelo, T es Tipo de Suelo, S es Pendiente, D es Densidad de Drenaje, R es precipitación y F es Densidad de Falla. Este enfoque mixto se utilizó en el análisis de superposición ponderada, esto se hace con los parámetros fisicoquímicos analizados, de los cuales, la temperatura y los nitratos se superpusieron con el mapa final del potencial de recarga de aguas subterráneas para identificar cómo influyen las interacciones.

Las mediciones de temperatura deben realizarse en el lugar donde se encuentra el agua, y el resultado debe expresarse en grados Celsius (ºC). Temperaturas elevadas indican actividad biológica, química y física en el agua, lo que influye en los tratamientos y suministros de agua (Jiménez Morales, 2011).

La toma de muestras in situ se realizó en lugares próximos al manantial de La Mintzita. Previamente, una vez que se tuvo el área de estudio, se realizó una visita de campo en conjunto con vecinos de la zona, que ayudaron a identificar los puntos estratégicos alrededor del manantial y de la zona en sí. Una vez que se conocieron las áreas, se propusieron los puntos de captación de agua subterránea, la medición de los parámetros fisicoquímicos se realiza con la ayuda de un multiparámetro Hanna, modelo HI 98194, para posteriormente enviarlos al laboratorio para el análisis e interpretación de los datos, relacionándolos con las zonas potenciales de recarga.

Resultados

Para alimentar el software WEAP y realizar el balance hídrico, se cargan los archivos vectoriales de la cuenca y ríos generados anteriormente, una vez ingresados los datos, se calculan las áreas de uso de suelo en kilómetros cuadrados dentro de la cuenca de la estación hidrométrica, los datos obtenidos se muestran en la **Tabla 3**.

Posterior a esto se ingresan de manera manual las áreas; se procede a ingresar el punto de salida de la cuenca y el río principal, realizando conexiones de cuenca a río y de cuenca a acuífero como se muestra en la **Figura 5** para realizar el cálculo del balance. Se realiza el traslado de parámetros calibrados obtenidos con la estación hidrométrica a las cuatro subcuencas y se hacen las simulaciones de escurrimiento superficial, evapotranspiración, infiltración y precipitación.

Las líneas en color azul representan los trazos de los ríos principales de cada subcuenca, las cuales están delimitadas por líneas grises, los puntos verdes representan las conexiones de la cuenca, punto de salida y cuenca a río, esto se realiza para cada subcuenca, se procede a la simulación obteniendo así los escurrimientos observados con el SMM, los valores que se obtiene para el balance hídrico ya en hm^3.

En la **Figura 6** se observan los procesos hídricos de las cuencas, la precipitación en las cuencas WSI y WSII son muy similares debido principalmente a que sus áreas son prácticamente iguales, la WSIV es la que recibe mayores aportaciones; además se observa que el

Tabla 3. Áreas de uso de suelo de la estación hidrométrica de Santiago Undameo para calibrar el modelo.

Uso de suelo	Área	Unidad
Agrícola	301.60	km^2
Bosque	254.57	km^2
Pastizal	50.60	km^2
Suelo desnudo	0.38	km^2
Zona urbana	11.66	km^2

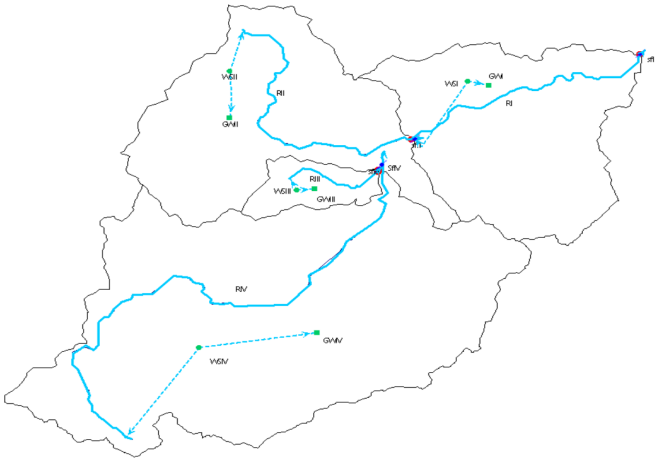

Figura 5. Modelo precipitación-escorrentía en WEAP.

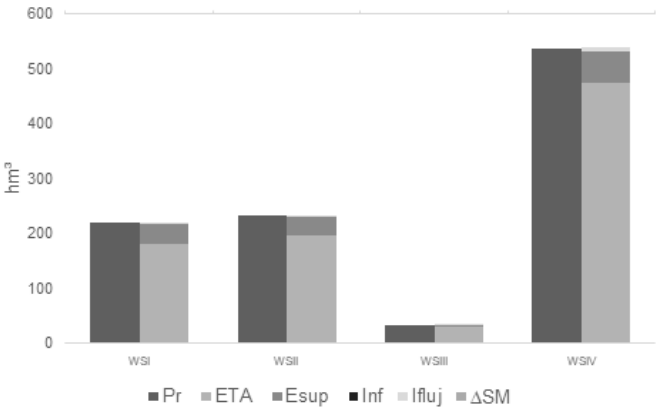

Figura 6. Balance hídrico; donde Pr es precipitación, ETA: Evapotranspiración Actual, Esup: Escurrimiento superficial, Inf: infiltración, Ifluj: interflujo y ΔSM: Diferencia del flujo de agua.

87% de los escurrimientos existentes en las subcuencas se evapotranspiran.

La escorrentía superficial promedio es de 11%, al flujo subsuperficial corresponde el 1%, el cual suele producirse más lento que la escorrentía superficial y el 0.5% corresponde a la infiltración. La escorrentía superficial que se presenta en el modelo es menor a los 100 hm³ al año, lo que representa poco menos del 10% del volumen precipitado y, cerca del 1% se infiltra. y todo lo restante da lugar al interflujo.

En la **Figura 7** se muestran las diferentes capas temáticas utilizadas en la elaboración del mapa PGR, considerando las siete capas temáticas en cuestión: 7a) densidad de fallas, 7b) densidad de drenaje, 7c) edafología, 7d) hidrogeología, 7e) pendientes, 7f) uso de suelo y, 7g) precipitación. En particular, el mapa de pendientes resulta interesante debido a que el manantial de La Mintzita se encuentra en una vulnerabilidad baja, pero es importante considerar que las zonas adyacentes tienen un potencial bastante alto, lo que permitiría que los contaminantes viajen hacia el manantial en cuestión.

La hidrogeología fue considerada la variable de mayor importancia, ya que la recarga depende de las principales condiciones hidrogeológicas del subsuelo, las cuales permitirán la infiltración o escurrimiento del agua. Por su parte, el uso de suelo se consideró la variable de menor importancia porque depende de la topografía, el suelo y el clima. La dirección del flujo en la zona se presenta en dirección noreste. Dentro del polígono propuesto para área natural protegida por sus especies endémicas, existen fallas y fracturas geológicas que favorecen la recarga del manantial.

Una vez que se tienen las diferentes capas temáticas, se realiza el mapa PGR en toda la zona a los cuales se les sobrepone información para nitratos (**Figura 8**) y temperatura (**Figura 9**).

Con respecto a la información de nitratos, se encontró que en la zona centro de la ciudad existe un pozo que rebasa el límite permisible de nitratos 11 ml/L establecido por la NOM-127-SSA1-2021 (Diario Oficial de la Federación, 2022) con un valor de 25.5 mg/L, lo que indica que el pozo de Centrika está siendo contaminado por diversas fuentes, atribuibles a fugas de drenaje en la zona urbana.

En la **Figura 9**, se muestra la información de temperatura considerando que los valores máximos registrados fueron de 34 °C; lo cual no es un valor tan elevado que permita la disociación de la molécula del agua. Sin embargo, no se encuentra correlación entre los valores de nitratos y las temperaturas obtenidas en campo.

Discusión

La temperatura del agua puede afectar la solubilidad de los gases, incluyendo el oxígeno y el dióxido de carbono. En aguas más cálidas, la capacidad del agua para retener oxígeno disminuye, lo que puede agravar el problema de la eutrofización en áreas con altas concentraciones de nitratos, en este estudio no se tiene esta afectación en el pozo localizado en el centro de la ciudad, pese a que tiene contaminación por nitratos la temperatura no es un factor que influya en la eutrofización. La modelación en WEAP es importante para validar que el flujo superficial no tiene relación con la contaminación en este pozo por lo que se propone la hipótesis de que la contaminación

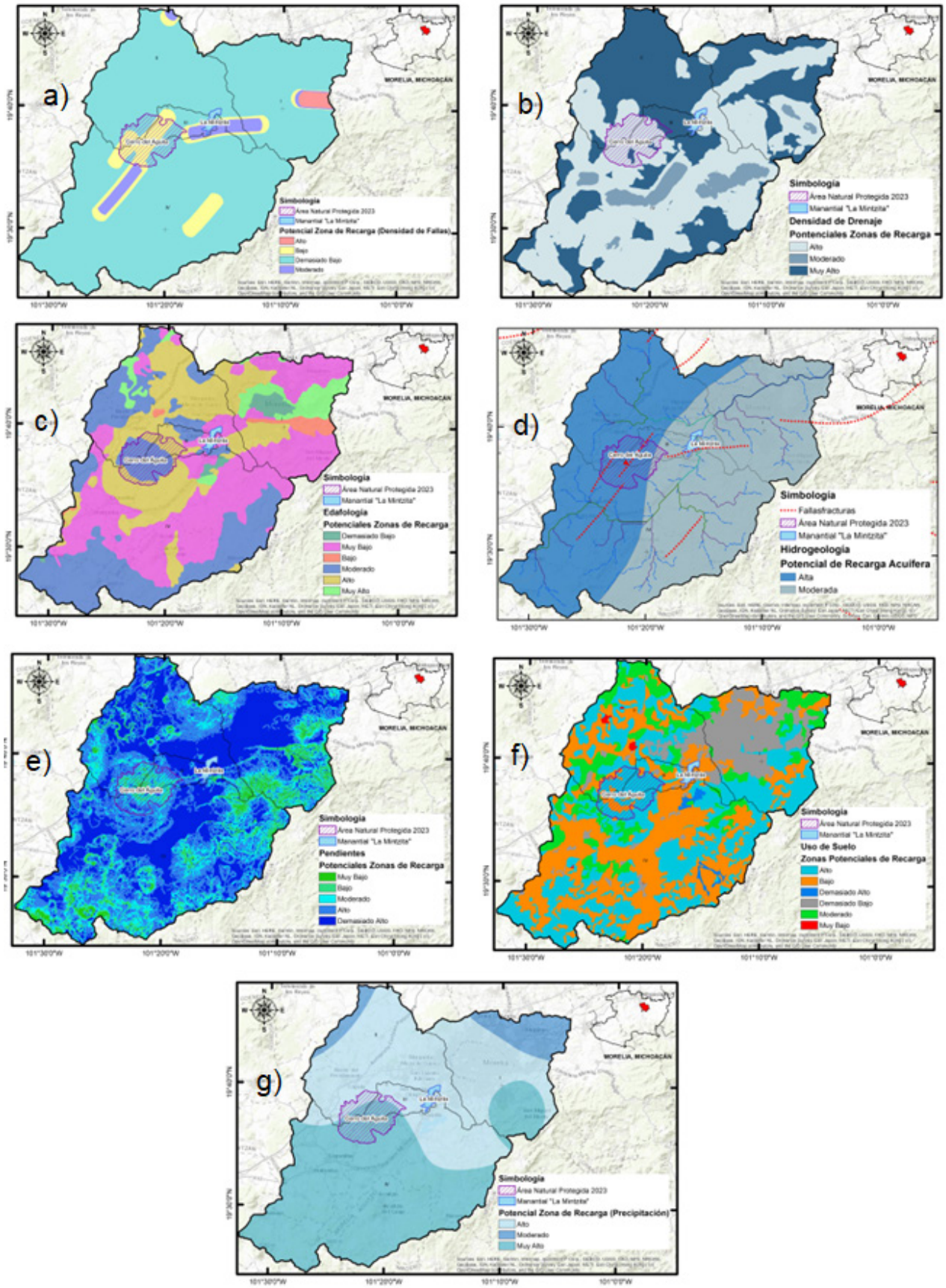

Figura 7. Mapa densidad de fallas.

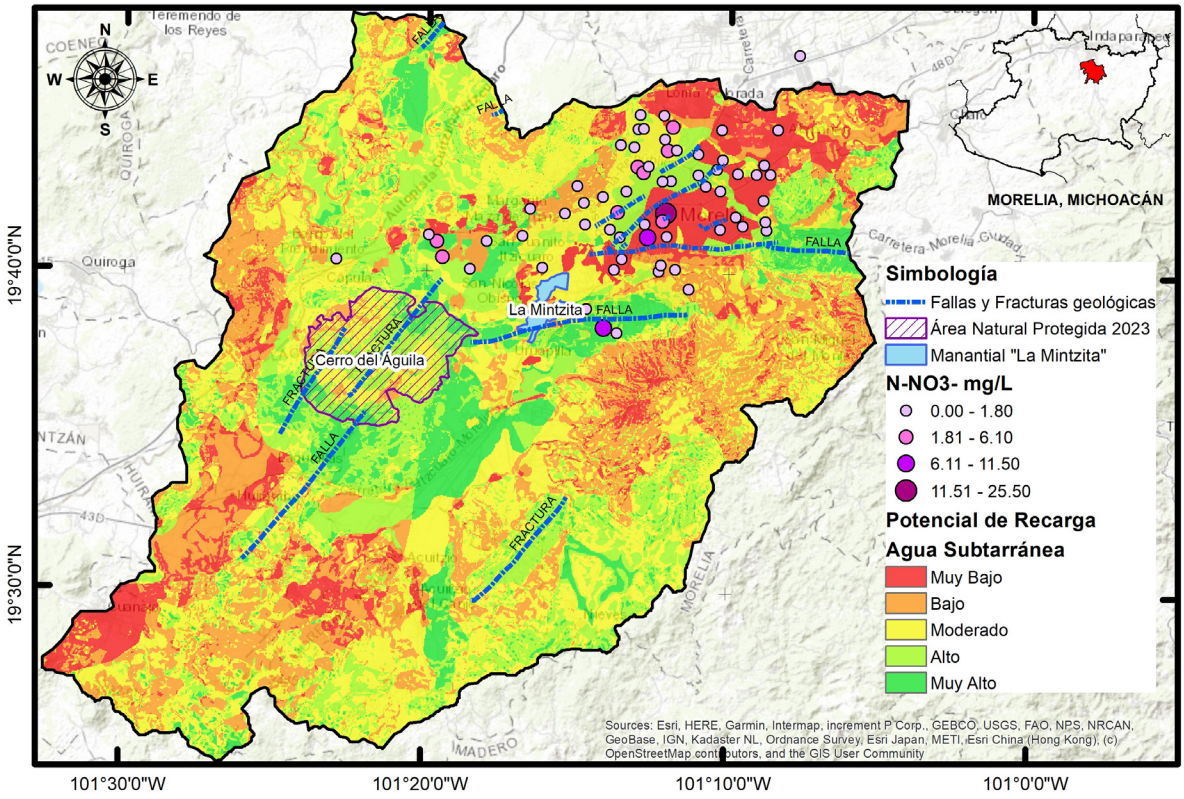

Figura 8. Mapa de zonas potenciales de recarga y pozos con concentraciones de nitratos en la ciudad de Morelia.

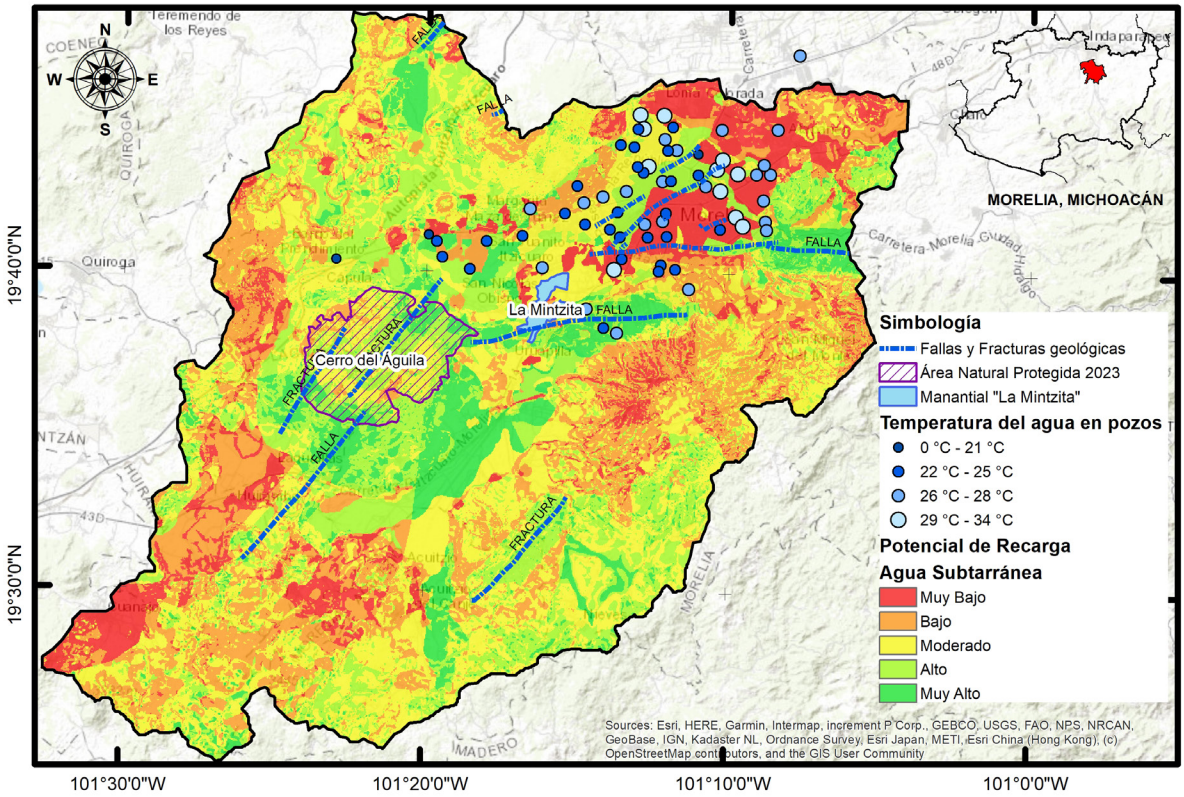

Figura 9. Mapa de zonas potenciales de recarga y valores de temperatura del agua en pozos de la ciudad de Morelia.

proviene de flujos subterráneos, ya que está en una zona de baja infiltración.

Conclusiones

En este trabajo se ha demostrado que una combinación de datos hidrológicos, topográficos, climatológicos y geológicos puede determinar la eficacia de un área como zona potencial de recarga, lo que es importante comprender para una gestión adecuada de los recursos hídricos. Las áreas designadas como buenas zonas de recarga (valores superiores a 5 en el mapa PGR) se recomiendan para estructuras artificiales alternativas para mejorar la recarga de las aguas subterráneas. De acuerdo con los mapas temáticos de parámetros medidos en campo y laboratorio, se puede tener un análisis más completo de la relación entre el agua y sus fuentes contaminantes. No se identificó una relación de las fuentes contaminantes con las zonas de recarga, pero sí la dirección del flujo, que, junto con las fallas geológicas en la zona demuestra que los plaguicidas y fertilizantes utilizados en las zonas altas del cerro se filtran, generando el proceso de lixiviación, causando la contaminación del acuífero.

Agradecimientos

Al Consejo de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) y a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por su apoyo para la realización de este proyecto.

Referencias

Aller L, Hackett G, Thornhill J (1987). DRASTIC: A standardized system for evaluating ground ater pollution potential using hydrogeologic settings. National Water Well Association: Dublin, Ohio.

Bardales Espinoza WA (2010). Metodología para la identificación de zonas de recarga hídrica naturales en las cuencas de Guatemala. pp 1-10.

Chamorro Mishell RO (2016). Identificación y caracterización de las zonas de recarga hídrica mediante herramientas SIG de los acuíferos de La Carbonería, Guaraczapas, Yuyucocha y Santa Clara para la protección de las fuentes de aprovisionamiento de agua en la zona urbana de Ibarra.

CONAGUA (2018). Estadísticas del Agua en México.

Diario Oficial de la Federación (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

Hernández Juárez RA, Manuel L, Rivera M, Peñuela-arévalo LA (2020). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio.

Lara-Vásconez NX, Cushquicullma-Colcha DF, Guaiña-Yungán JI, Espinoza VM, Ati-Cutiupala GM (2021). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la subcuenca del Río Chambo mediante los sistemas de información geográfica y el análisis multicriterio. *Polo del Conocimiento* 6(6):122-148. doi:10.23857/pc.v6i6.2745.

Marín Togo MC (2009). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR).

Moriasi DN, Wilson BN, Douglas-Mankin KR, Arnold JG, Gowda PH (2012). Hydrologic and water quality models: use, calibration, and validation. *Transactions of the ASABE* 55(4):1241-1247. doi:10.13031/2013.42265

Navarro-Farfán M del M, García-Romero L, Martínez-Cinco MA, Domínguez-Sánchez C, Sánchez-Quispe ST (2024b). Methodology for the assessment of poor-data water resources. *PeerJ* 12:e17755. doi:10.7717/peerj.17755

Navarro-Farfán M del M, García-Romero L, Martínez-Cinco MA, Hernández-Hernández MA, Sánchez-Quispe ST (2024a). Comparison between MODFLOW groundwater modeling with traditional and distributed recharge. *Hydrology* 11(1):9. doi:10.3390/hydrology11010009

Sánchez-Quispe ST, Navarro-Farfán M del M, García-Romero L (2021). Methodology for the processing of meteorological and hydrometric data at the basin scale. In CIERMMI Women in Science TXVI Engineering and Technology. ECORFAN. pp 107-145.

Secretaría de Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. (2012). Decreto de la Zona de Restauración y Protección Ambiental del Área de Recarga del Manantial de La Mintzita. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, Tomo CLV, Num 4.

Souza E De (2019). Spatial and temporal potential groundwater recharge: the case of the Doce River Basin, Brazil. 1-27.

Stockholm Environment Institute (2009). Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el Modelo WEAP.