



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA I

IMPORTANCIA DE UN ENFOQUE INTEGRAL EN LA INGENIERÍA DE SISTEMAS HÍDRICOS

Dr. Hugo Enrique Júnez Ferreira

Guadalajara, Jalisco. 20 de marzo de 2019



Cuerpo Académico

USO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (CA-UAZ-177)

Integrantes:

**Bautista Capetillo Carlos F., González Trinidad Julián,
Júnez Ferreira Hugo E. y Zavala Trejo Manuel**

- **Licenciatura en Ingeniería Civil**
- **Maestría en Ingeniería Aplicada con Orientación en Recursos Hidráulicos**
- **Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (Hidráulica)**



<https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/chapala/>



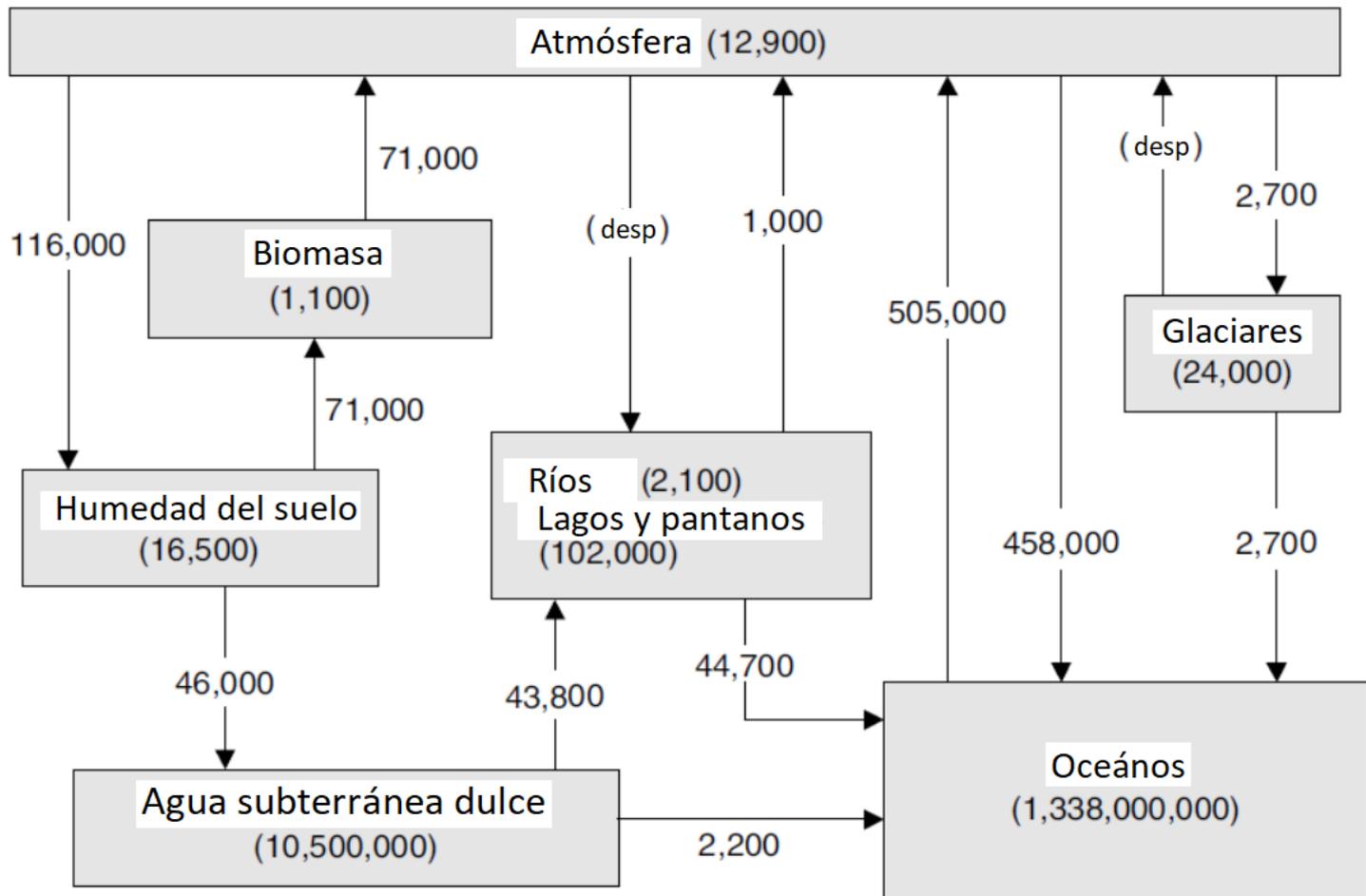
http://www.vmexicoalmaximo.com/destinos/areas_naturales/parque_nacional_uruapan

La sustentabilidad de los ecosistemas requiere de un enfoque integral en la **ingeniería de los sistemas hídricos**:

- Los que constituyen el ciclo hidrológico.
- Los construidos por el hombre.

EL CICLO DEL AGUA





Unidades en km³ y km³/año

- Los números con las flechas son tasas de flujo y las cantidades en paréntesis son volúmenes de agua (modificado de Pinder, G. F. y Celia, M. A. (2006) Subsurface hydrology. Ed. John Wiley & Sons)

Interacción agua superficial – agua subterránea

Journal of Hydrology 571 (2019) 235–243

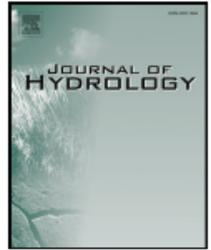


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



Research papers

Your work is my boundary condition!

Challenges and approaches for a closer collaboration between hydrologists and hydrogeologists

Maria Staudinger^{a,*}, Michael Stoelzle^b, Fabien Cochand^c, Jan Seibert^{a,d}, Markus Weiler^b, Daniel Hunkeler^c

^a Department of Geography, University of Zurich, Zurich, Switzerland

^b Faculty of Environment and Natural Resources, University of Freiburg, Freiburg, Germany

^c Centre for Hydrogeology and Geothermics, University of Neuchâtel, Neuchâtel, Switzerland

^d Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquatic Sciences and Assessment, Uppsala, Sweden



Sistemas hídricos construidos por el hombre (para uso potable e industrial)



<https://toutcequevousavezbesoin7.blogspot.com/2016/09/componentes-de-un-sistema-de.html>

Sistemas hídricos construidos por el hombre (para uso agrícola)



<https://sp.depositphotos.com/51199277/stock-photo-irrigation-canal-on-corn-field.html>

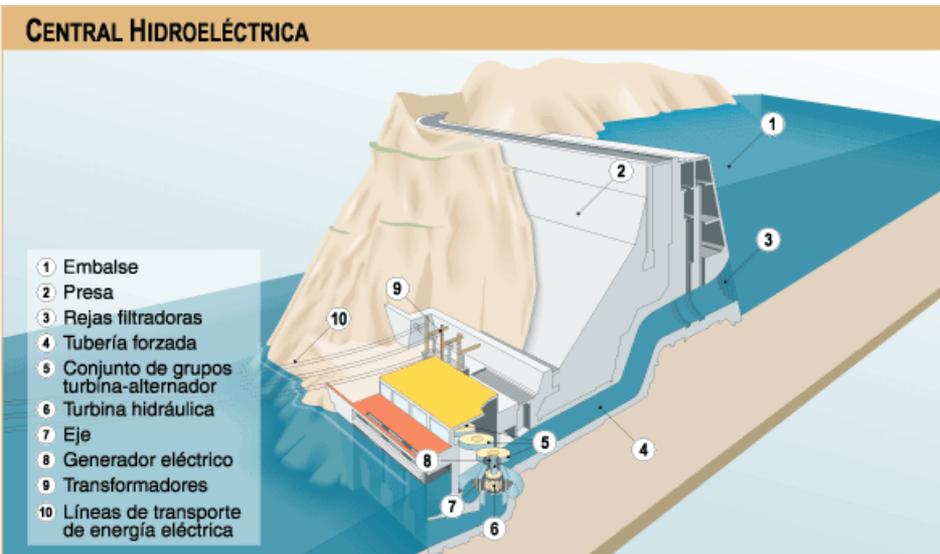


<http://www.info7.mx/seccion/almacenamiento-de-presas-en-zacatecas-aumenta-por-fuertes-lluvias/1533787>



<http://matutinazo.com/2017/04/07/ven-costoso-construir-pozos-agua-campo/>

Sistemas hídricos contruidos por el hombre (generación de energía)



<http://visitacentralhidroelectricaunaula.blogspot.com/2014/09/componentes.html>



<https://sipse.com/mexico/comision-federal-electricidad-llamado-apostar-energia-geotermica-162970.html>

Baja eficiencia en la entrega del agua



- Agua no tratada es descargada a corrientes superficiales de agua



- Plantas de tratamiento de agua que no trabajan al máximo de su capacidad
- Poco reúso del agua residual

Efectos de una planeación y manejo inadecuados del agua



<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/ecosistemas-marinos-su-dificil-situacion-segun-onu/31901>



<https://www.prensalibre.com/internacional/dano-ecosistemas-agrava-inundaciones-0-322167843/>

Efectos de una planeación y manejo inadecuados del agua



<https://www.milenio.com/estados/hundimiento-del-valle-de-mexico-es-critico-especialistas>



https://es.pngtree.com/freepng/falling-water-level_3299645.html

En el estado de Zacatecas existe una brecha hídrica de 400 Mm³

Esta brecha podría alcanzar los 528 Mm³ para el año 2030
(Programa hídrico estatal visión 2030)



Volumen anual de agua utilizada que proviene de fuentes de almacenamiento superficial:

787.7 Mm³

Volumen anual de agua utilizada que proviene de fuentes de almacenamiento subterráneo (acuíferos):

1,165.587 Mm³ (8,227 pozos)

988.859 Mm³ (86.45%) Agricultura

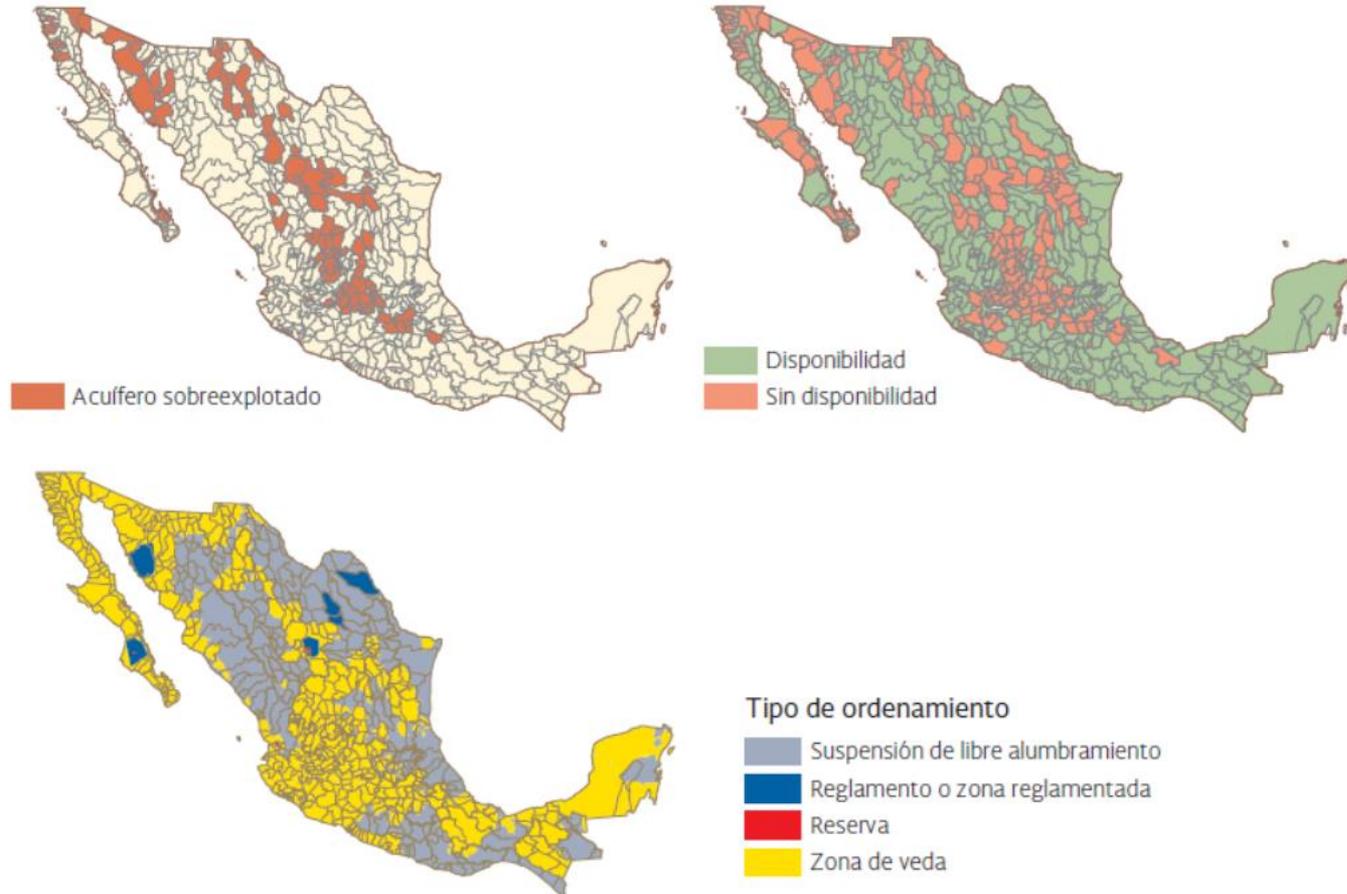
152.44 Mm³ (13.54%) uso urbano, rural e industrial.

Los acuíferos en México se definieron por criterios administrativos , en algunos casos dejando de lado el aspecto geohidrológico.

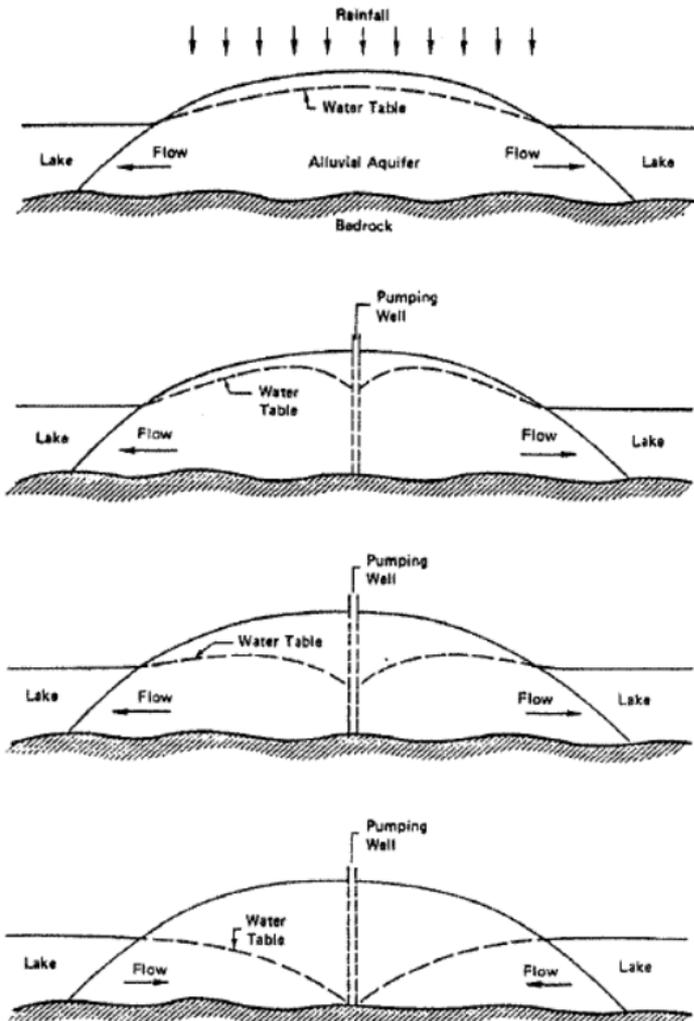
© www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/img/zac.png



En México, el balance de las aguas subterráneas es la herramienta oficial para determinar si un acuífero está sobre-explotado o no.



Críticas al uso del Balance Hídrico en la Gestión del Agua Subterránea



Tomada de Bredehoeft (2000)

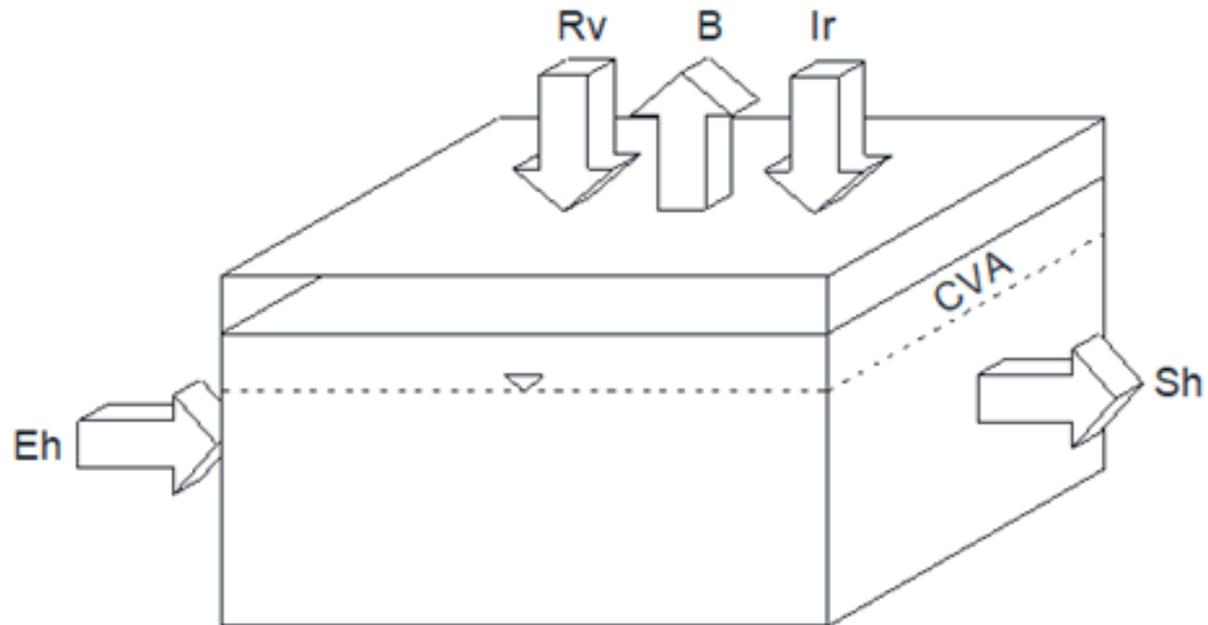
- - LAS TASAS DE RECARGA VÍRGENES SON IRRELEVANTES PARA DETERMINAR UN BOMBEO **SOSTENIBLE** (DEVLIN Y SOPHOCLEOUS, 2005)
- - LA GESTIÓN PARA LA **SUSTENTABILIDAD** DEL AGUA DEBIERA REALIZARSE A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE **MODELOS NUMÉRICOS DE SIMULACIÓN DE FLUJO**

Custodio E. 2002. Aquifer overexploitation: what does it mean? Hydrogeology Journal. Vol. 10. pp. 254-277.

Bredehoeft J. 2000. The water budget myth revisited: Why hydrogeologists model? Groundwater. Vol. 40, No 4, pp. 340 – 345.

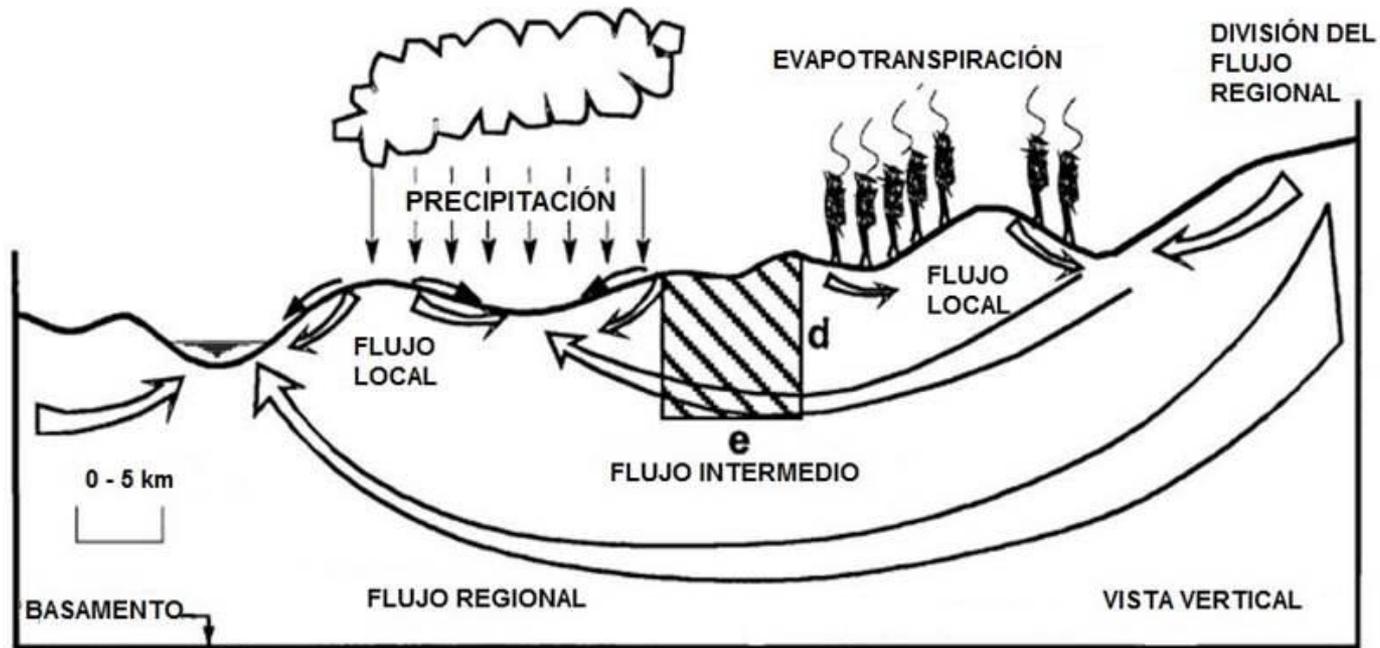
Devlin J., Sophocleous, M. 2005. The persistence of the water budget myth and its relationship to sustainability. Hydrogeology Journal. Vol. 13, pp 549 – 554.

Esquema del balance de aguas subterráneas



Entradas – Salidas = Cambio en el Volumen Almacenado

Sistemas de flujo de agua subterránea (adaptado de Carrillo-Rivera et al. 2008)



- d** Profundidad de aprovechamientos = Balance de frontera del agua subterránea
- e** Extensión lateral del área de balance del agua subterránea
- Sección vertical del área de balance del agua subterránea
- Dren a agua superficial
- Escorrentia
- Dirección del flujo del agua subterránea

ENFOQUE INTEGRAL – Ingeniería de sistemas hídricos

1. Mejorar entendimiento del ciclo hidrológico.
 - Redes de monitoreo
2. Caracterización de fuentes de abastecimiento.
3. Planes de desarrollo para ecosistemas sustentables.
4. Mejorar eficiencias redes de distribución del agua.
5. Plantas de tratamiento de agua – uso del agua residual.

RETOS

- EVALUAR LA FORMA EN QUE SE **ADMINISTRA** EL AGUA EN LA ACTUALIDAD
- INTEGRACIÓN DE ASPECTOS **SOCIALES, ECONÓMICOS , AMBIENTALES Y TÉCNICOS** EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS
- **FORMACIÓN E INSERCIÓN** EN EL CAMPO LABORAL DE ESPECIALISTAS DE ALTO NIVEL EN TEMAS DEL AGUA

RETOS (2)

- GESTIONAR UNA MAYOR **INVERSIÓN** A LA INVESTIGACIÓN
- SOCIALIZAR LOS PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN PARA **EMPATAR** EL MARCO TEÓRICO DE ANÁLISIS DEL AGUA ENTRE TOMADORES DE DECISIONES Y LA ACADEMIA

¡Muchas gracias por su atención!



hejunez@uaz.edu.mx