

# **“Efectos del Cambio Climático en Quebec y en México”**

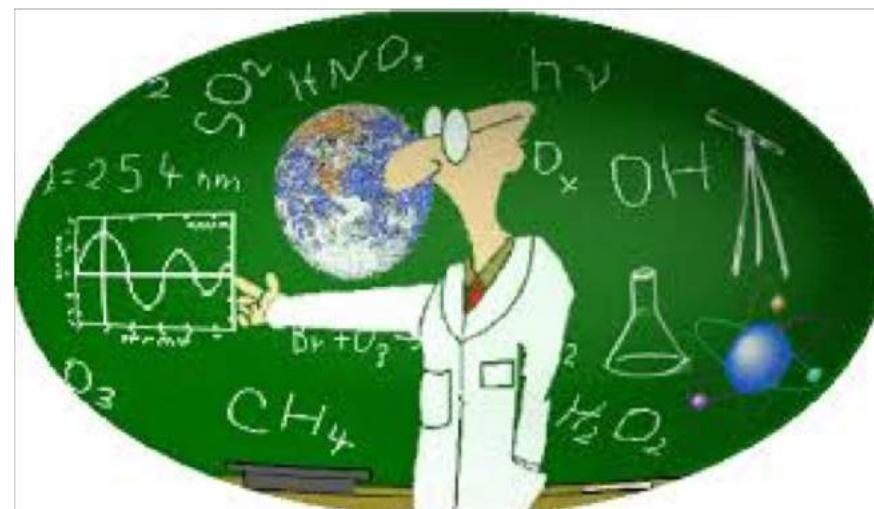
**Encuentro Universitario:  
Miradas sobre el cambio climático**

**Dr. Rabindranarth Romero-López  
Universidad Veracruzana**

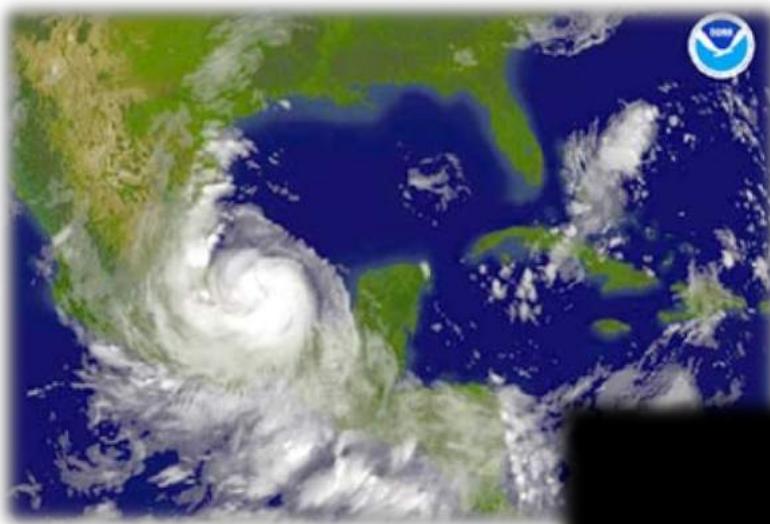
# Ingeniero Civil



# Investigación



# Introducción



# Algunos Efectos



# Algunos Efectos



# Creación del laboratorio



# HITA

Unidad de Investigación Especializada en  
**HIDROINFORMÁTICA**  
**Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL**

---

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

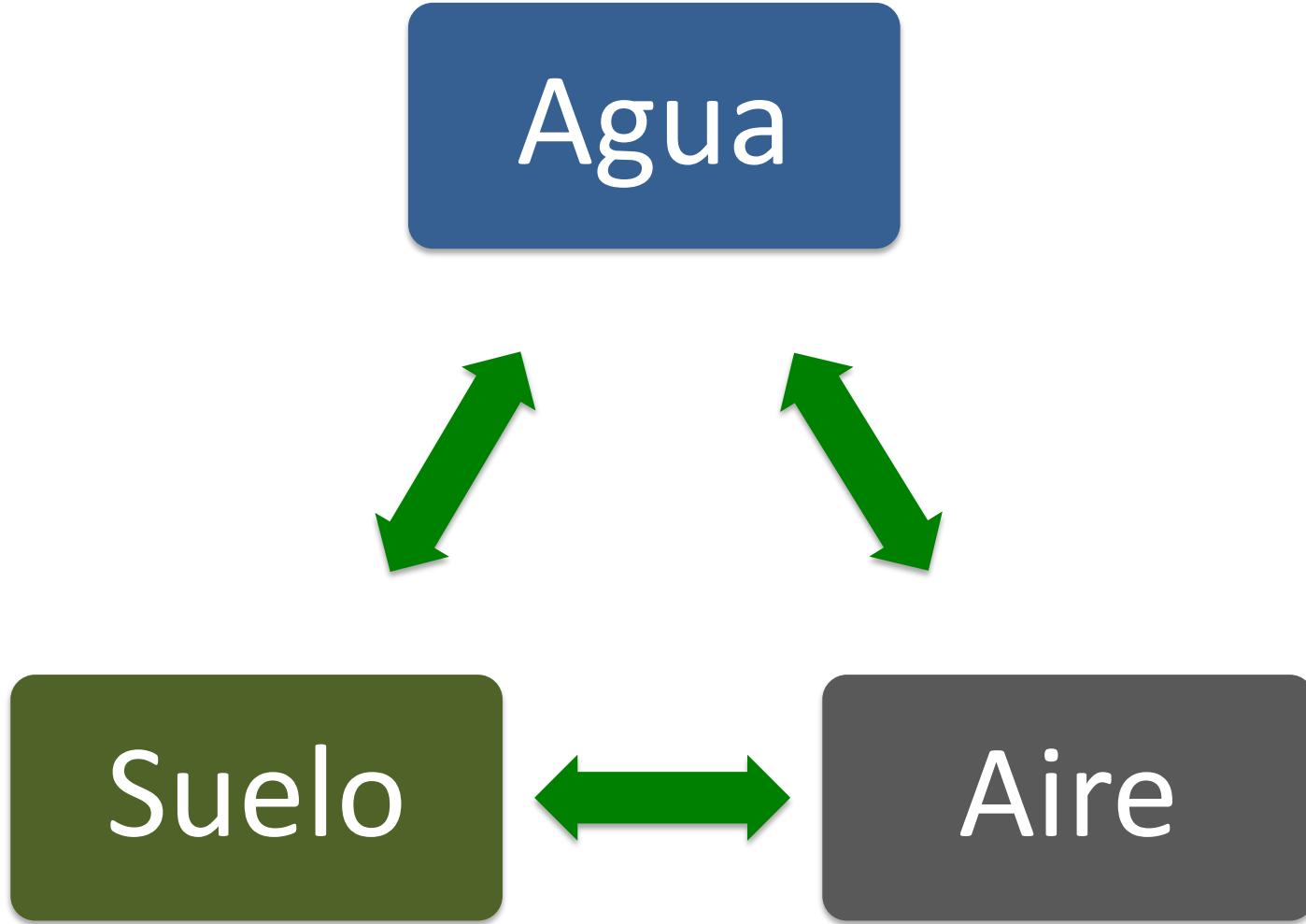
# VINCULACIÓN



Investigadores



# Ejes de Investigación

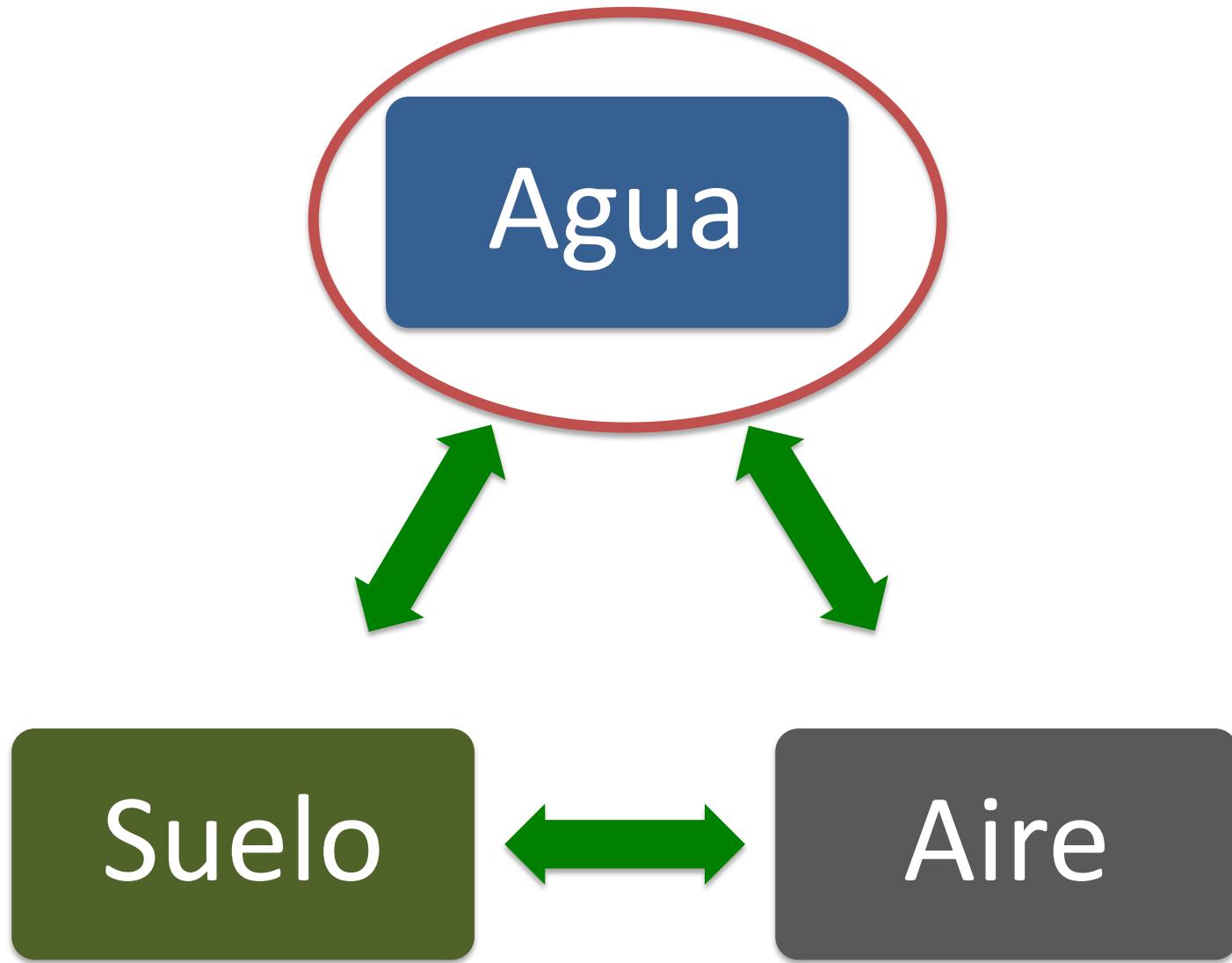


# Proyectos Financiados

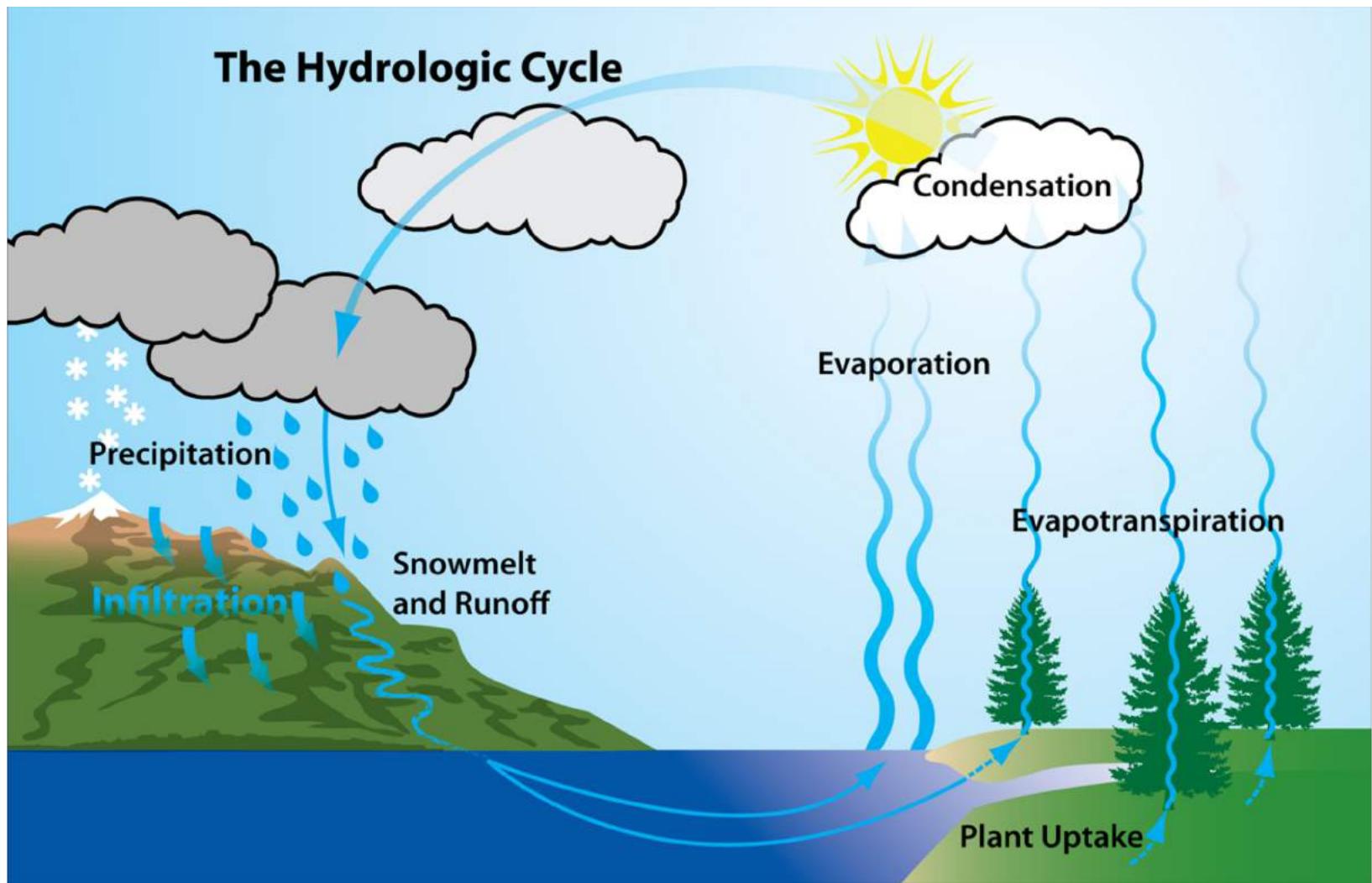
1. «Qualité des eaux et vulnérabilité des populations en contexte de changements climatiques: études du bassin versant central du Golfe du Mexique» Universités Canada, CRDI (2013-2015).
2. «Écologie industrielle et planification territoriale au service de la protection de l'environnement», Ministère de Relations internationales et Francophonie Québec-CONACYT (2016-2019).
3. «Complémentarité et diversité Québec-Mexique en matière de gestion de l'eau dans le contexte des changements climatiques: impacts sur les régimes hydriques et prise de décision en adaptation», Ministère d'Économie, innovation et exportations, Québec (2016-2020)
4. Pitt Community College, North Carolina, E.U., «WATER Scholars: Water Awareness through Environmental Research», le 100,000 Strong in the Americas Innovation Fund du président Obama (2016-2017).
5. Appui à la collaboration inter-universitaire sous la thématique «technologies appropriées en assainissement» (2018-2020).



# Ejes de Investigación



# Ciclo del Agua



# MOHYSE vs HEC-HMS

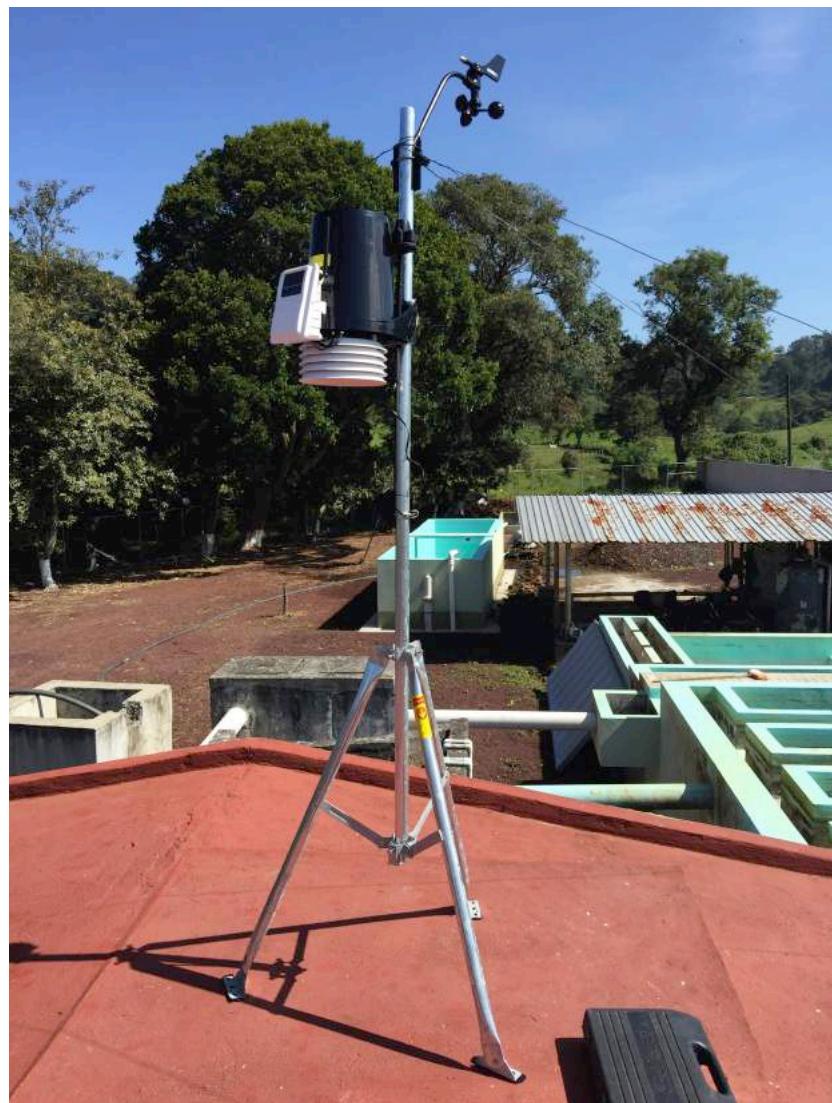
## (Modelo Hidrológico Simplificado al Extremo)



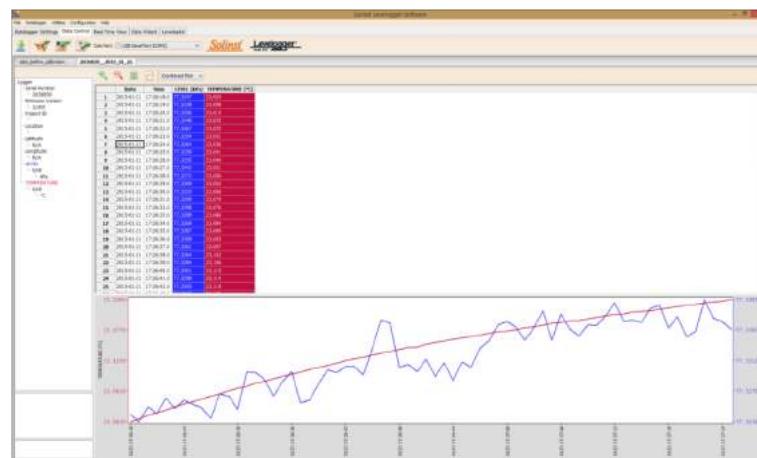
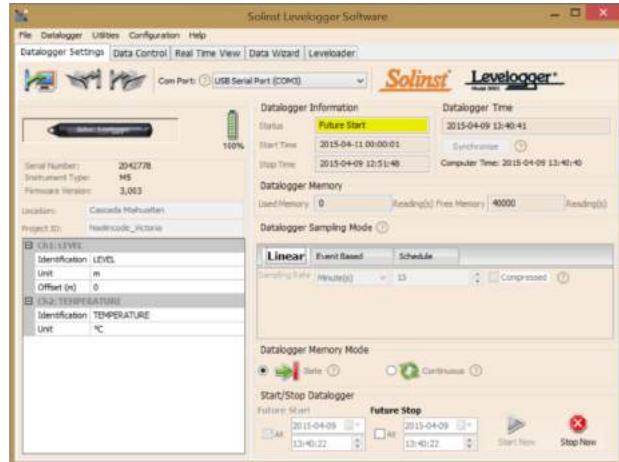
# Proyecto en Campo

- Análisis barométrico del río





# Descarga de datos



Modelo  
hidrológico  
MOHYSE



# DIAGRAMA METODOLÓGICO HEC-HMS

## Esquema Modelación Hidrológica (HEC-HMS)

### Sistema de Modelación Hidrológica (HEC-HMS)

Modelo de la cuenca

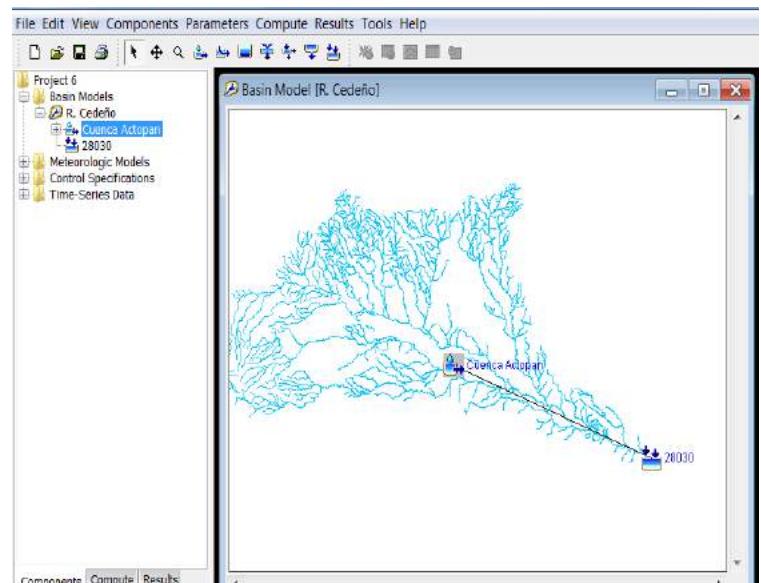
Modelo meteorológico

Especificaciones de control

Simulación

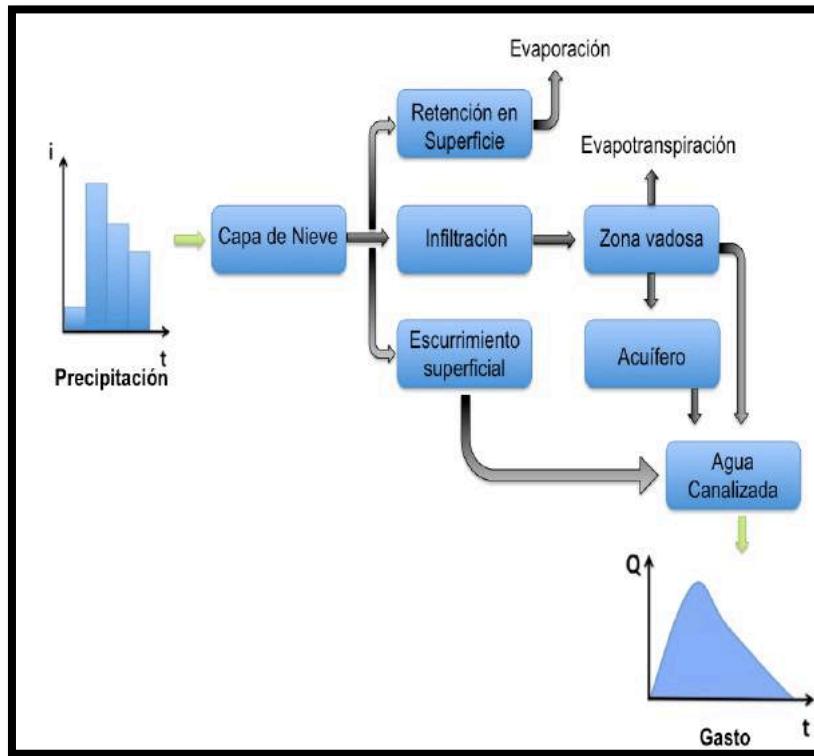
Calibración

## Modelo de cuenca en HEC-HMS



# DIAGRAMA METODOLÓGICO MOHYSE

## Esquema de Producción del MOHYSE



## Parámetros del modelo MOHYSE

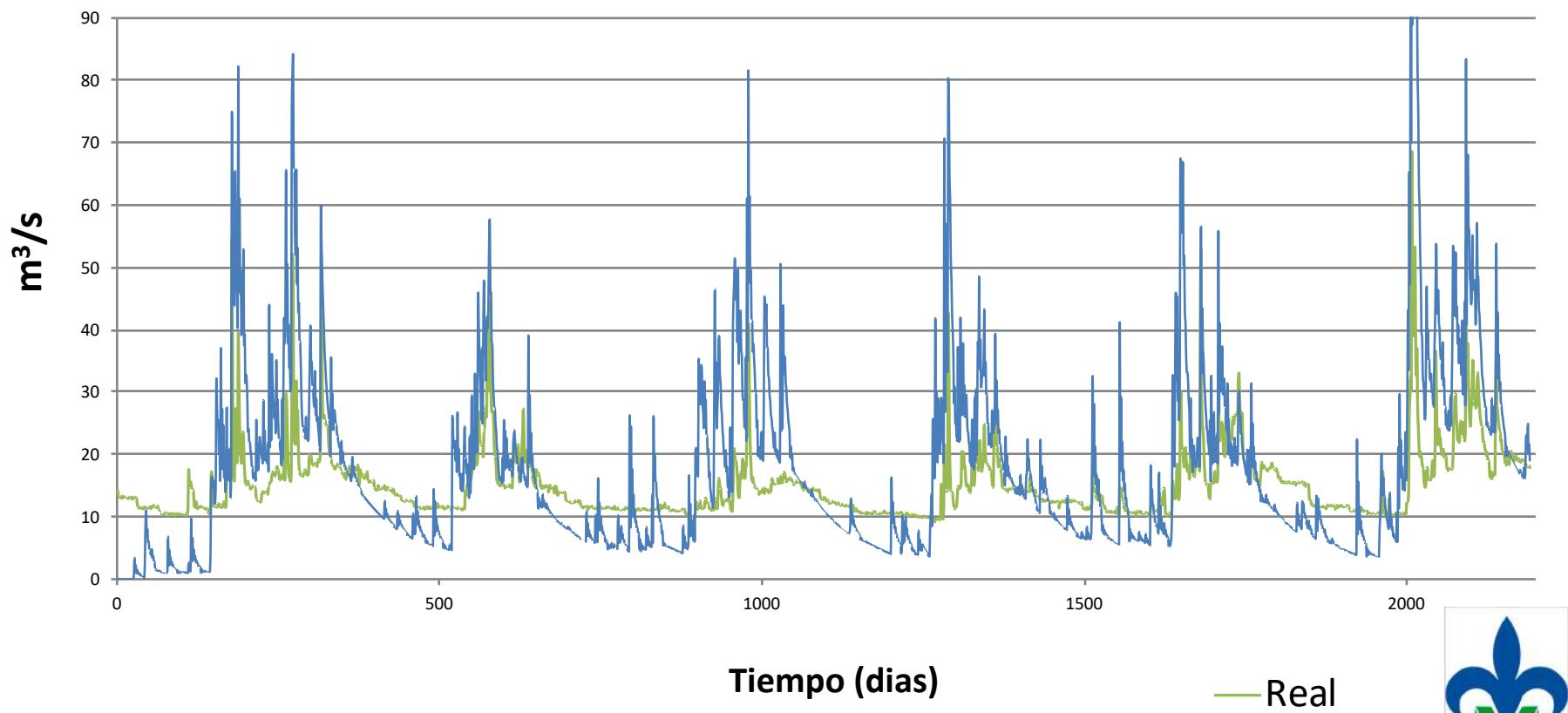
Símbolo	Significado	Unidad
$C_{ETP}$	Coeficiente de ajuste de la evapotranspiración potencial	mm/ $\Delta t$
$C_{TR}$	Coeficiente de ajuste de la transpiración	$(\Delta t)^{-1}$
$C_f$	Velocidad de deshielo	mm/Celsius/ $\Delta t$
$T_f$	Temperatura límite de deshielo	Celsius
$C_{inf}$	Tasa máxima de infiltración	mm/ $\Delta t$
$C_{VA}$	Coeficiente de drenaje de la zona vadosa hacia el acuífero	$(\Delta t)^{-1}$
$C_v$	Coeficiente de drenaje de la zona vadosa hacia el curso del agua	$(\Delta t)^{-1}$
$C_a$	Coeficiente de drenaje del acuífero hacia el curso del agua	$(\Delta t)^{-1}$
$\alpha$	Parámetro de forma del HU	adimensional
$\beta$	Parámetro de escala del HU	adim

Fuente: Fortin, et al (2006)



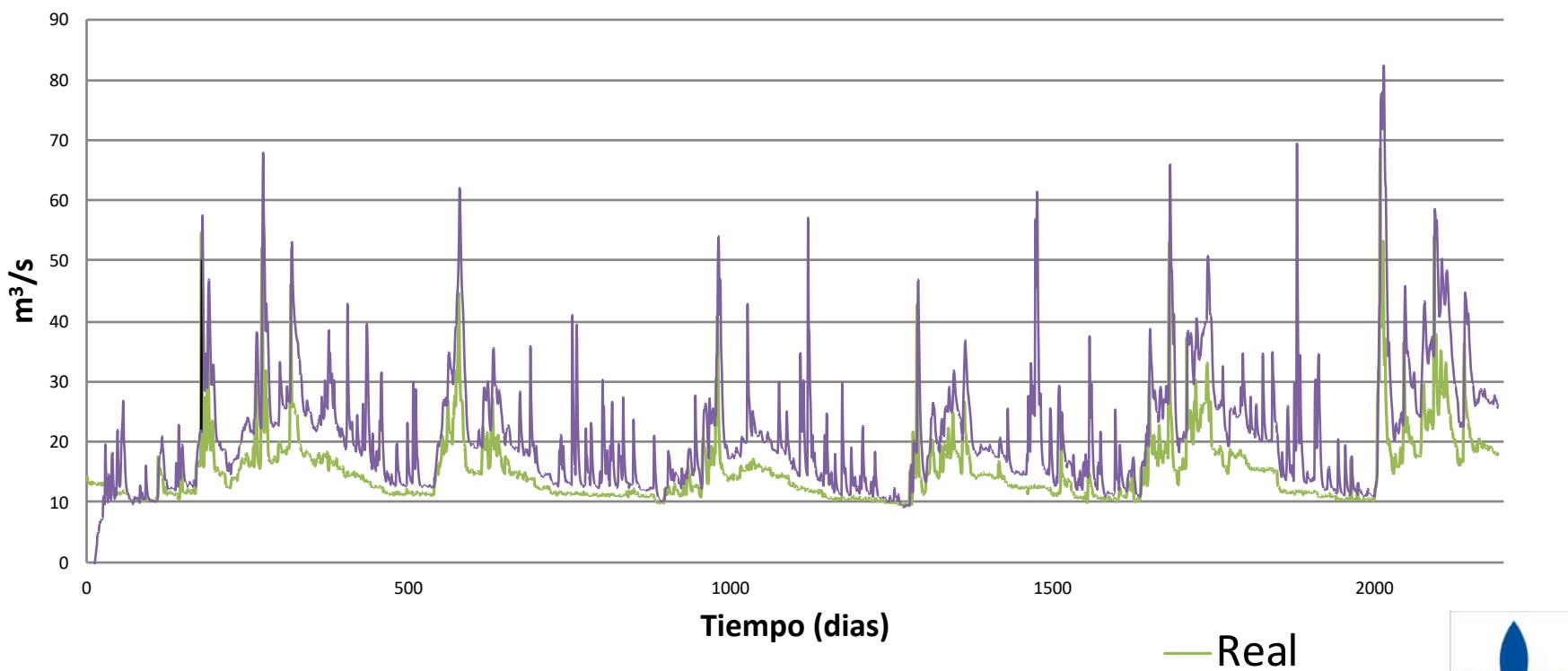
# RESULTADOS

## Modelación HEC-HMS vs Hidrograma Observado



# RESULTADOS

# Modelación MOHYSE vs Hidrograma Observado





Universidad Veracruzana

# SENSITIVITY ANALYSIS IN HYDROLOGICAL MODELING FOR THE GULF OF MEXICO

Sara Ibarra<sup>a</sup>, Rabindranath Romero<sup>b</sup>, Annie Poulin<sup>c</sup>, Mathias Glaus<sup>c</sup>, Eduardo Cervantes<sup>d</sup>, José Bravo<sup>d</sup> and Eduardo Castillo<sup>b</sup>.

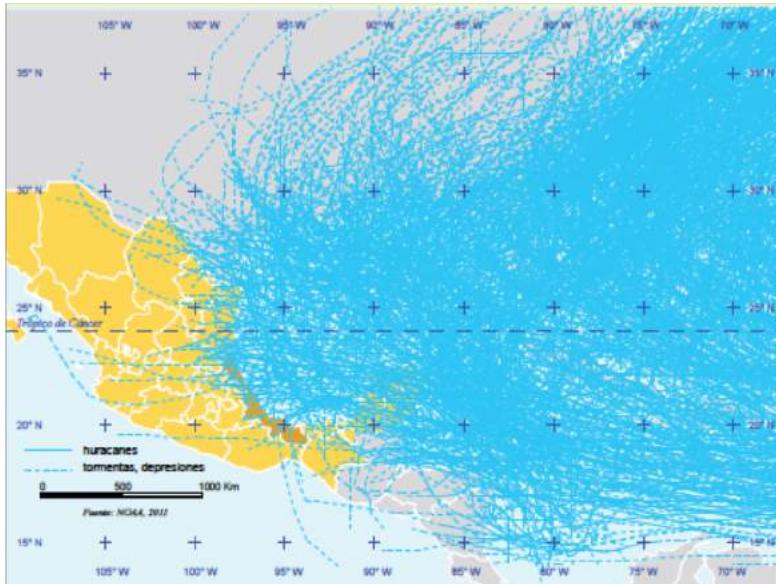
<sup>a</sup> Universidad Veracruzana, Doctorado en Ingeniería, Xalapa, Ver., México

<sup>b</sup> Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Civil. Xalapa, Ver., México

<sup>c</sup> École de Technologie Supérieure, Département de Génie de la Construction

<sup>d</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, subcoordinaciones: Planificación Hídrica y Hidrología, Jiutepec, Mor., México

# Problematic: Intense Hurricanes



Intense Hurricanes that  
impact on Mexico  
categories III-IV-V Saffir-  
Simpson scale  
during the period 1970-2011



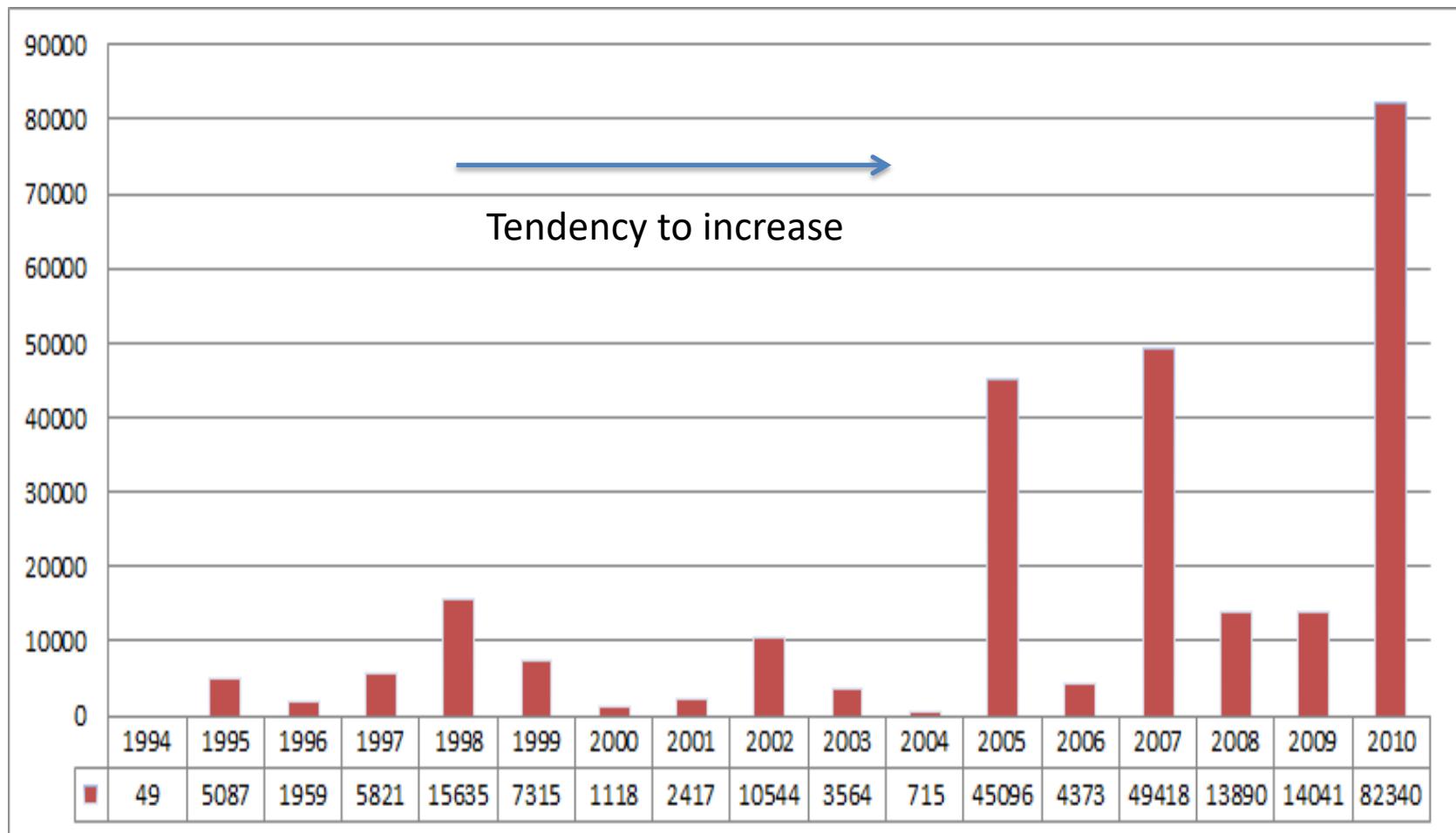
Categorie V.  $\geq 252$  km/h  
Categorie IV. 209-251 km/h  
Categorie III 178-208 km/h



Coord. Gen. del Servicio  
Meteorológico Nacional  
Ing. Alberto H. Urdan



# Economic Losses USD Millions



**Source:** State Risk Atlas. Department of Civil Protection, 2011  
(Atlas Estatal de Riesgos. Secretaría de Protección Civil, 2011).



## **Vulnerability of municipalities in the presence of hydrometeorological phenomena**

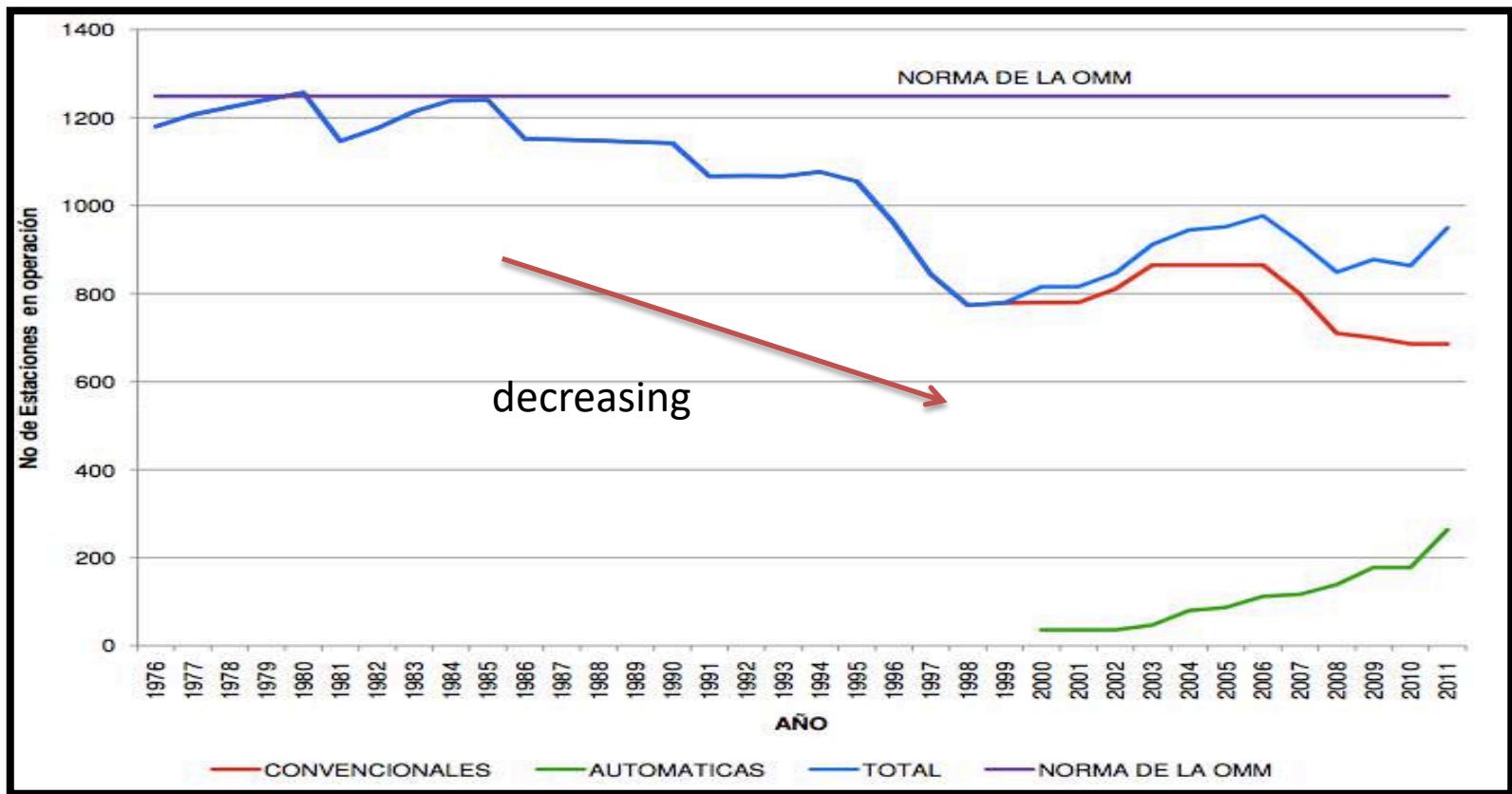
<b>Region</b>	<b>Floods</b>
<b>North</b>	16
<b>Central</b>	30
<b>South</b>	29
<b>Total</b>	75

**Source:** State Risk Atlas. Department of Civil Protection, 2011  
(Atlas Estatal de Riesgos. Secretaría de Protección Civil, 2011).



# Problematic: Lack of information

## National Climatological Network



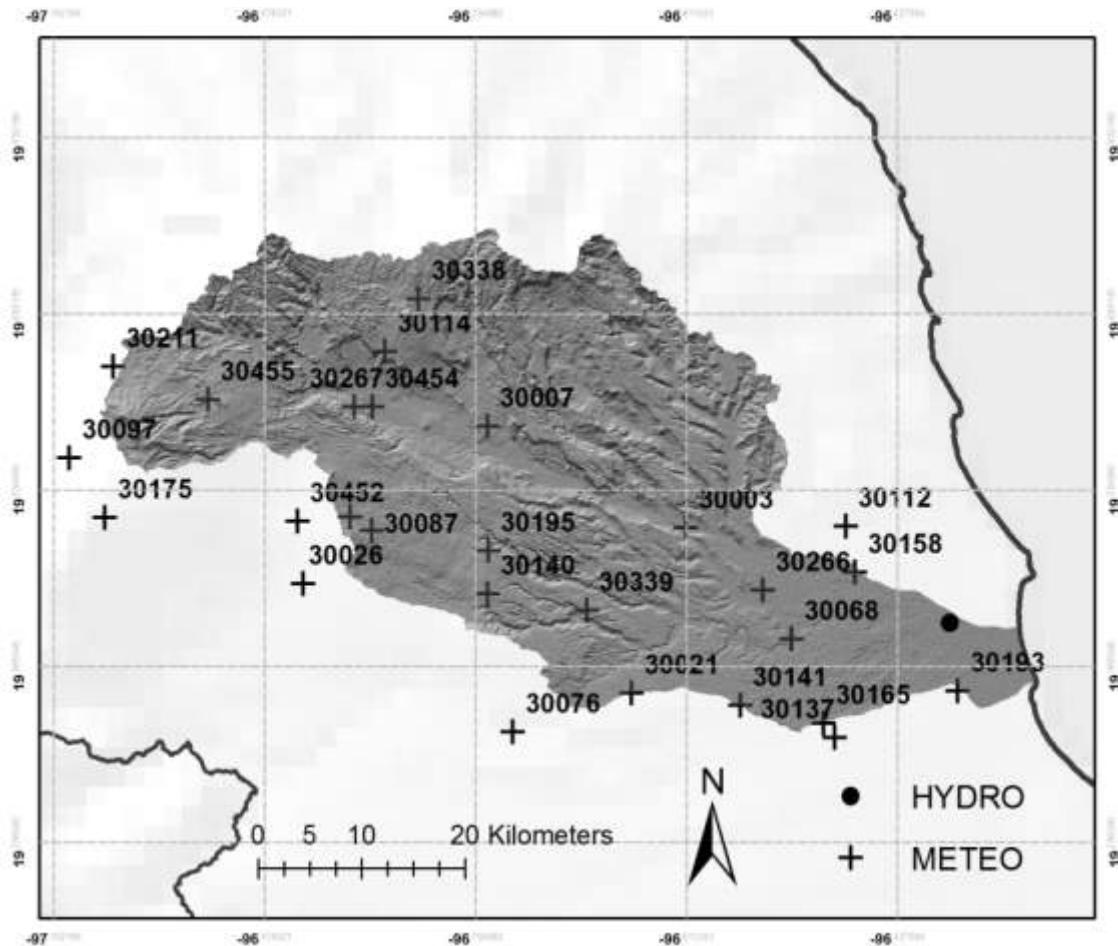
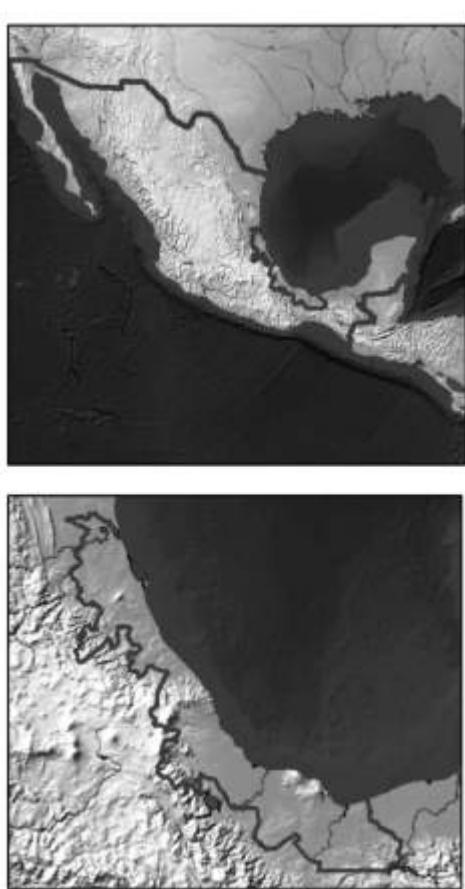
**Source:** National Center for Disaster Prevention, 2010  
 (CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2010).





HITA

## Case Study



**Figure 2.** Location of the study area (The central basins of the Gulf of Mexico) and locations of climatological and hydrometric stations.

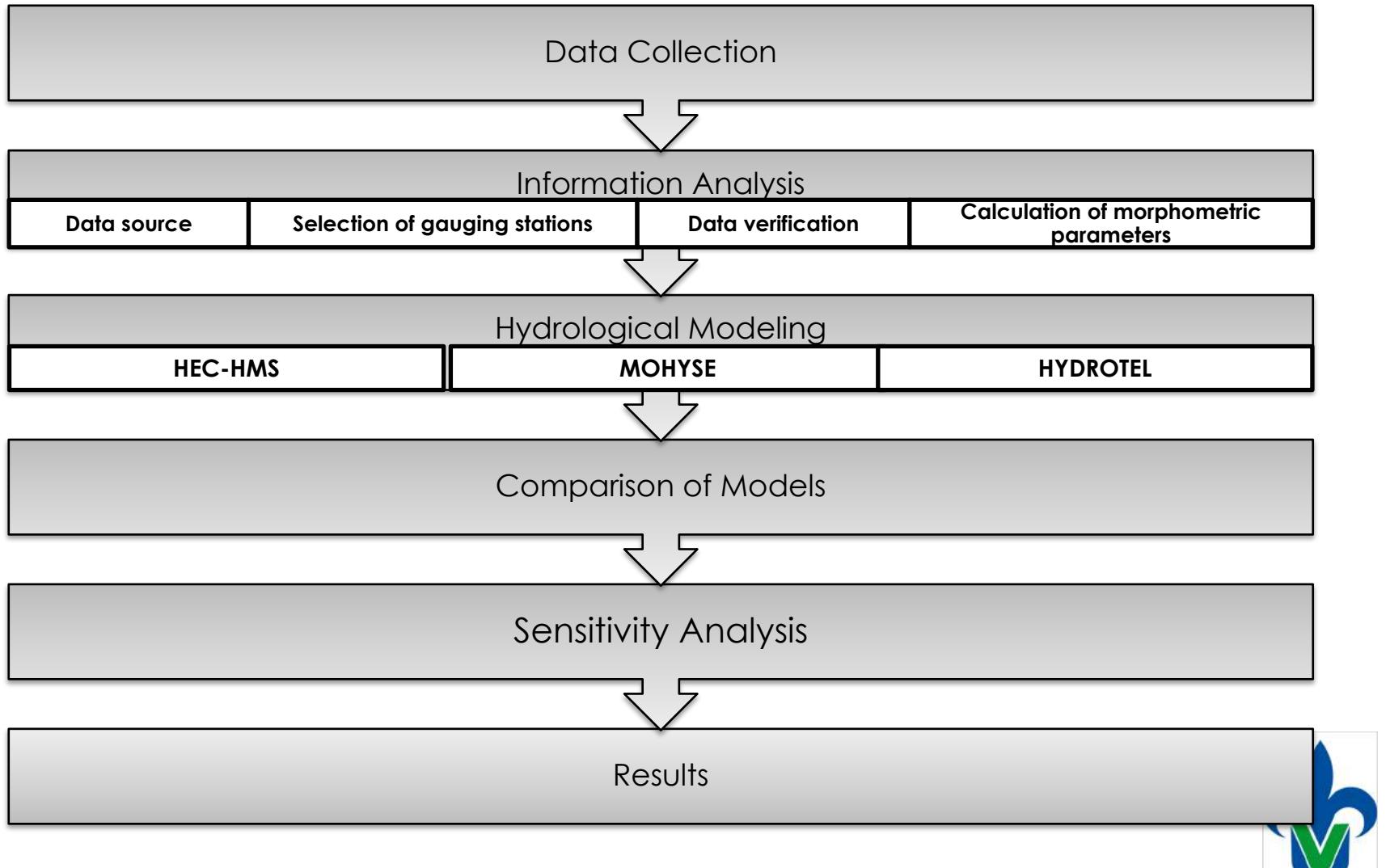




HITA



## Methodology



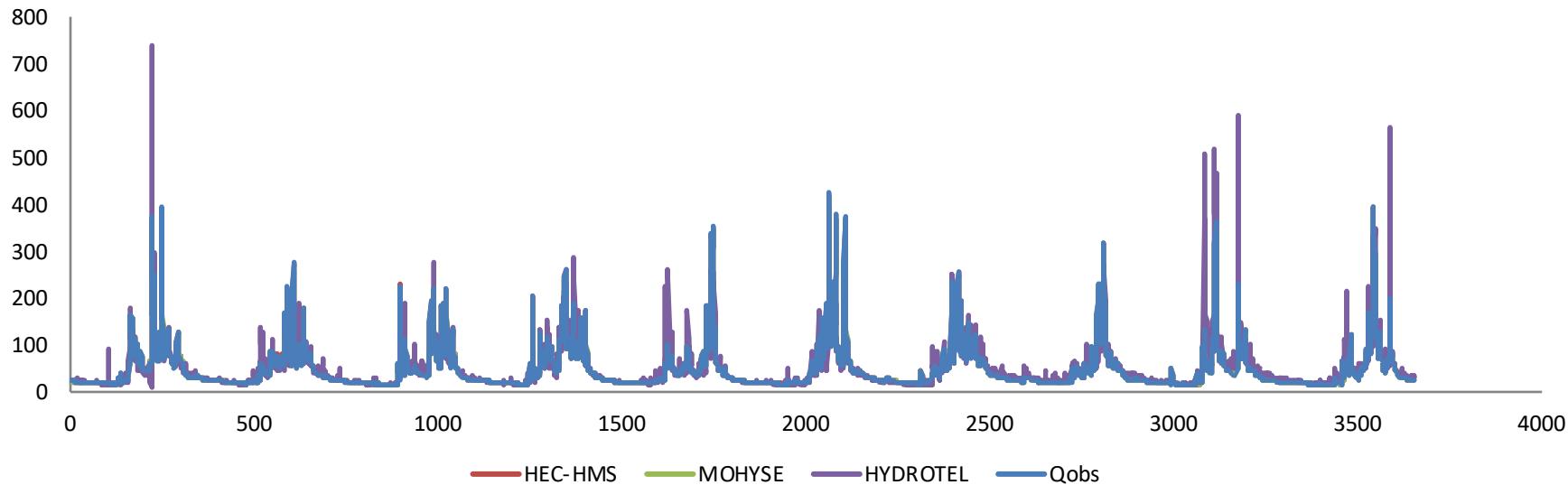


HITA



## Results

### *Calibration 1990-1999*



Models	Nash Sutcliffe
MOHYSE	0.68
HEC-HMS	0.66
HYDROTEL	0.60



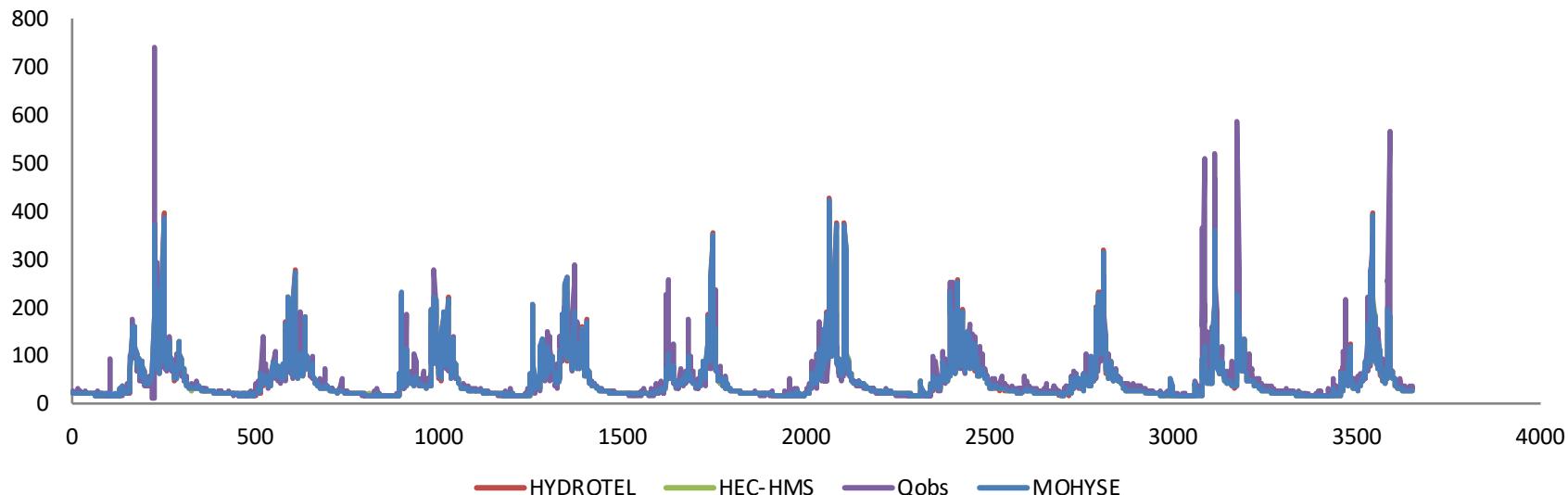


HITA



## Results

### Calibration 2000-2009



Models	Nash Sutcliffe
MOHYSE	0.66
HEC-HMS	0.60
HYDROTEL	0.64

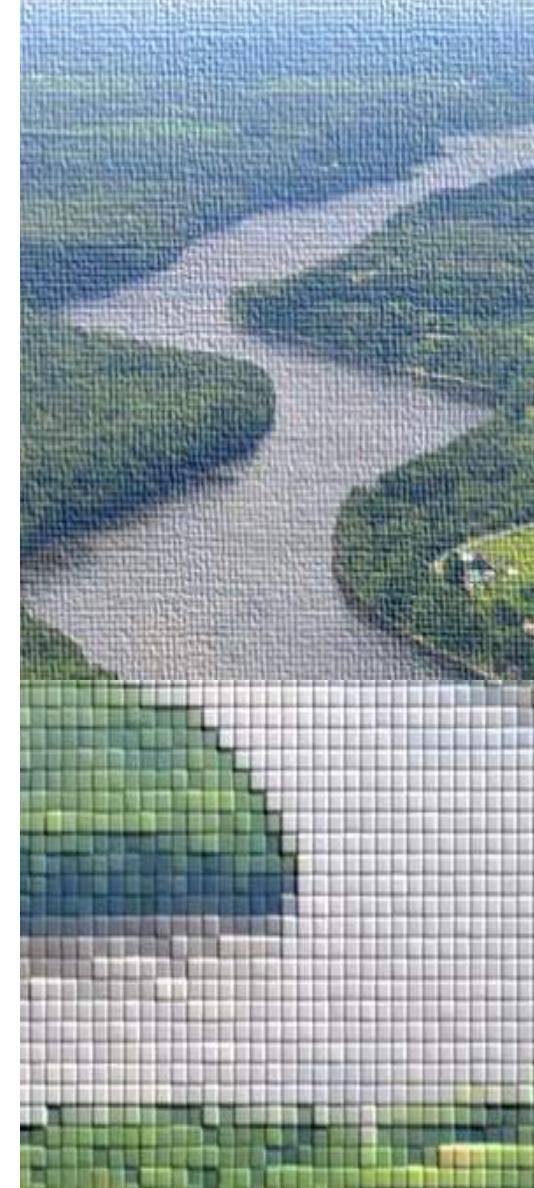


# Étude du recours à des simulations climatiques à fine résolution spatiale et temporelle pour la modélisation des extrêmes hydrologiques

*Projet Québec-Mexique  
AXE-I*

Mariana Castañeda González

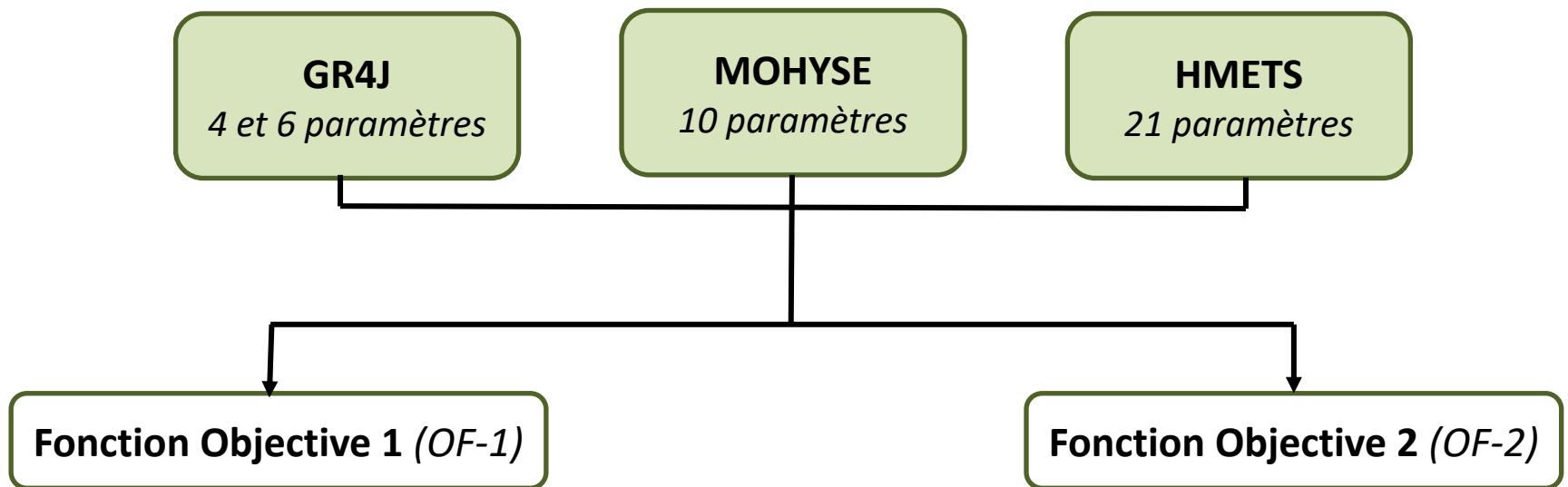
Mexique, 24 mai 2017



# Modélisation hydrologique

- Trois modèles hydrologiques de complexité différente et deux fonctions objectives différentes utilisant les critères de Kling-Gupta Efficiency (KGE).

*KGE = Biais, variance et corrélation entre deux ensembles de données*

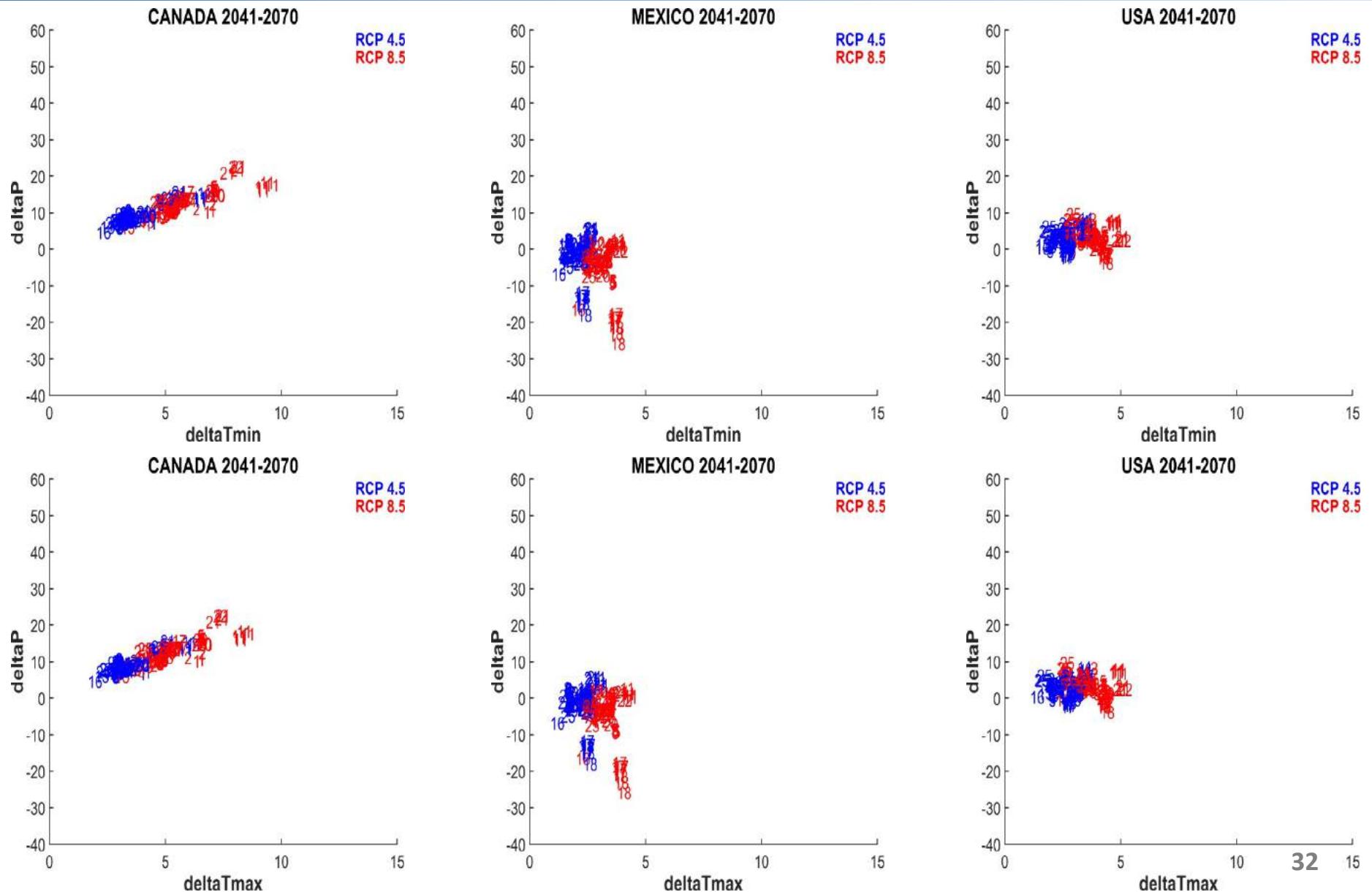


$$\frac{KGE_{interannual\ mean}}{2} + \frac{\log(KGE_{hiver})}{2}$$

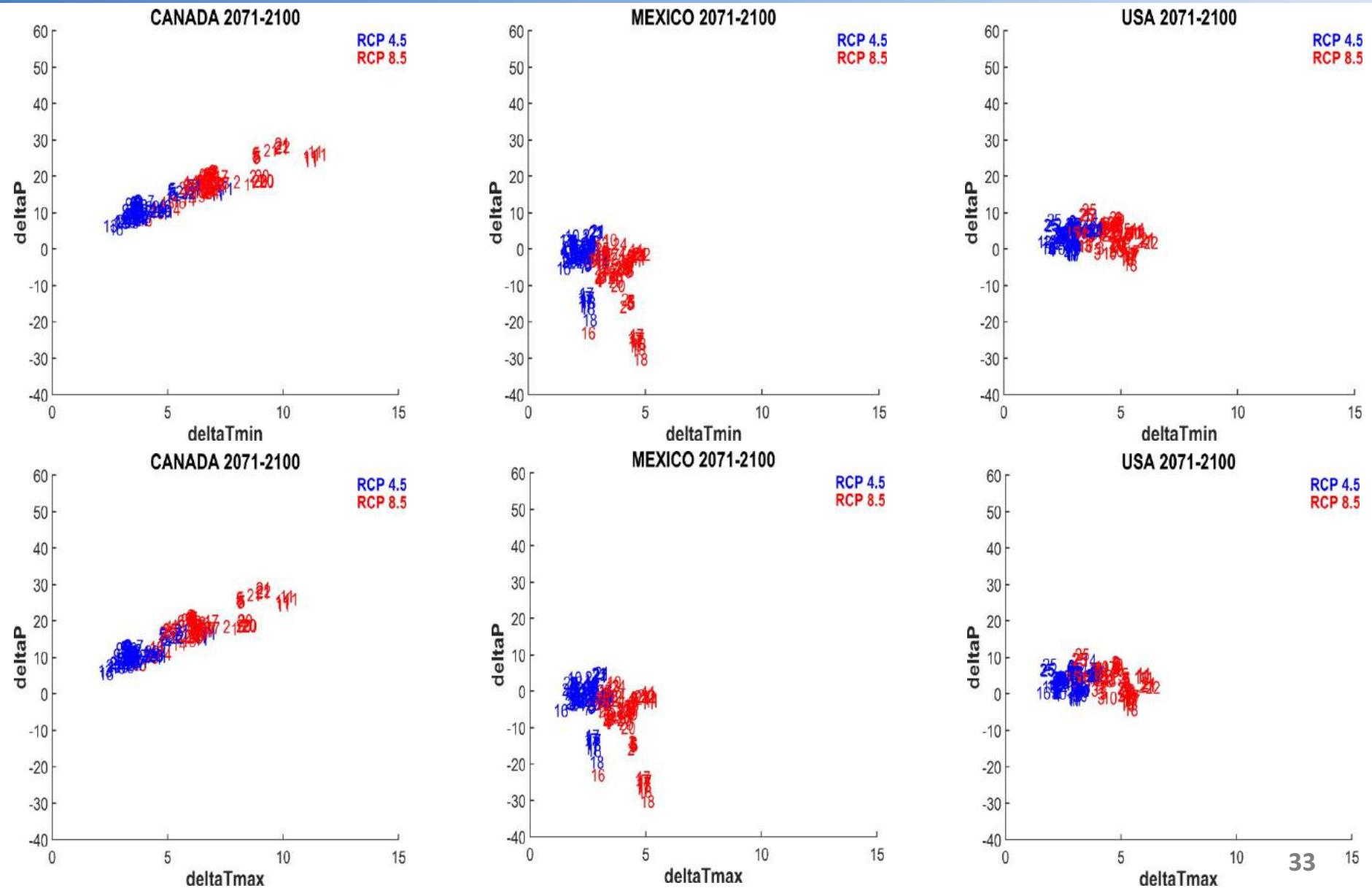
$$\frac{KGE_{interannual\ mean}}{2} + \frac{KGE_{été-automne}}{2}$$



# Évaluation des données climatiques



# Évaluation des données climatiques



# **Evaluación de los Modelos Climáticos Regionales (RCM, por sus siglas en inglés), y la respuesta hidrológica en cuencas del norte y sur de México, a través de la representación de índices de teleconexión en Modelos Climáticos Globales (GCM, por sus siglas en Inglés)**

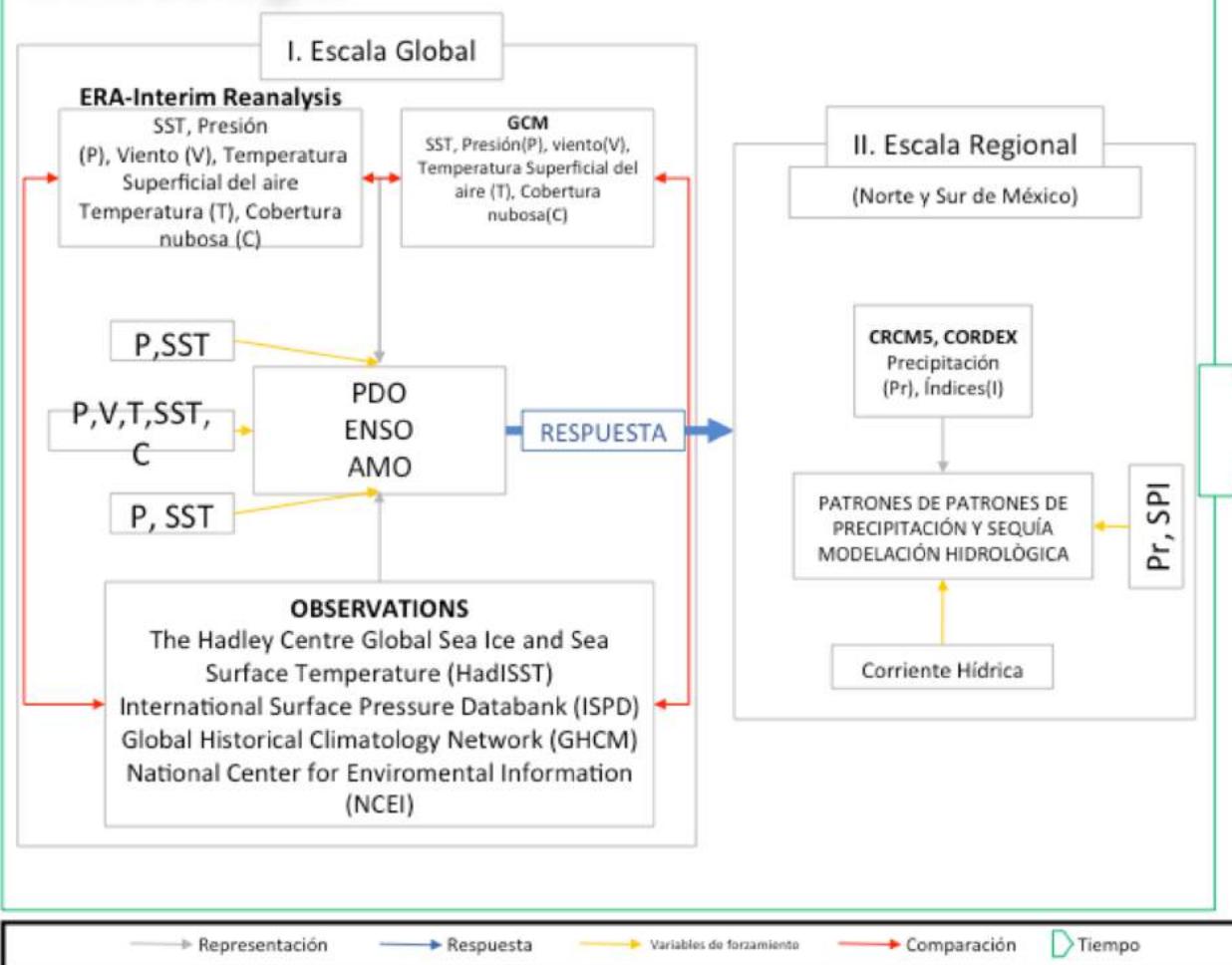
Candidato: Abraham Hernández García

Tutor Intenacional: Anniel Poulin

Tutor Mexicano: Rabindranarth Romero López

# Metodología

## PASADO

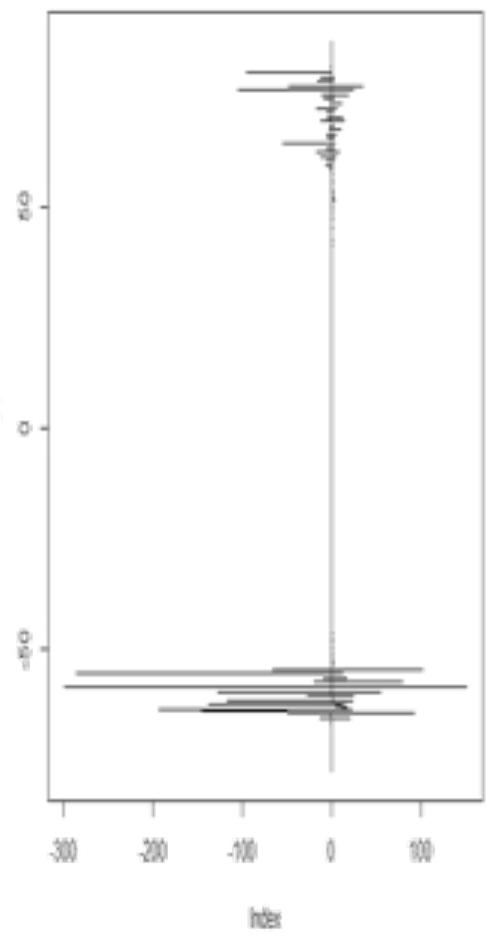


## FUTURO



# Resultados preliminares

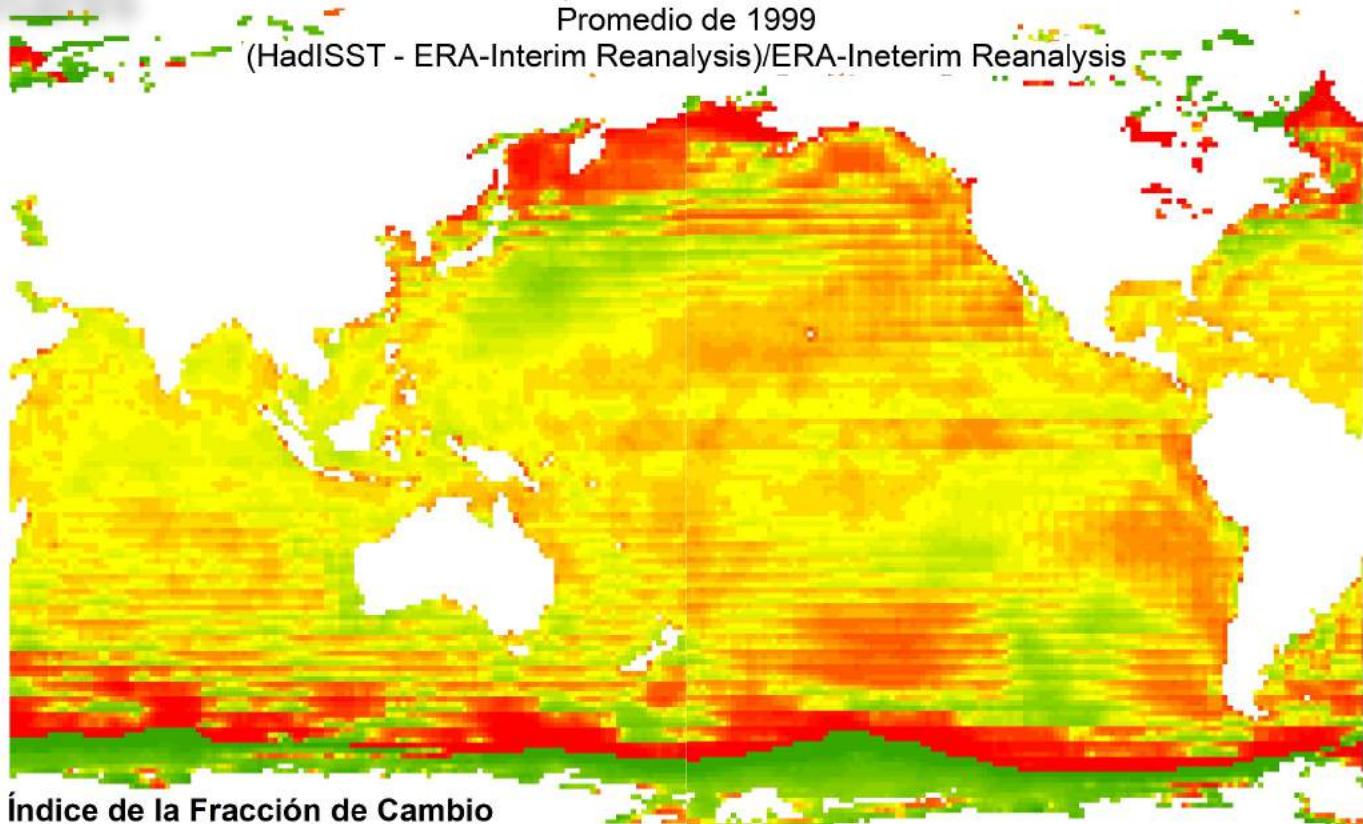
Variación Latitudinal



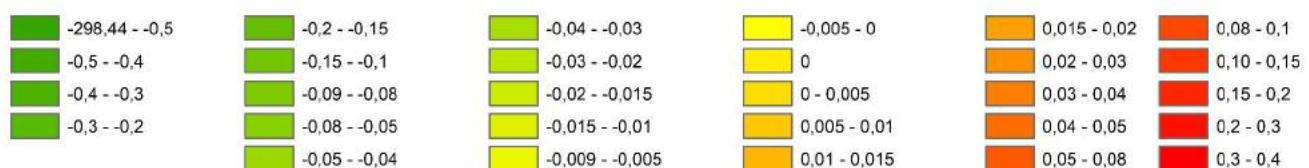
Variabilidad espacial de la Fracción de Cambio

Promedio de 1999

(HadISST - ERA-Interim Reanalysis)/ERA-Ineterim Reanalysis



Índice de la Fracción de Cambio



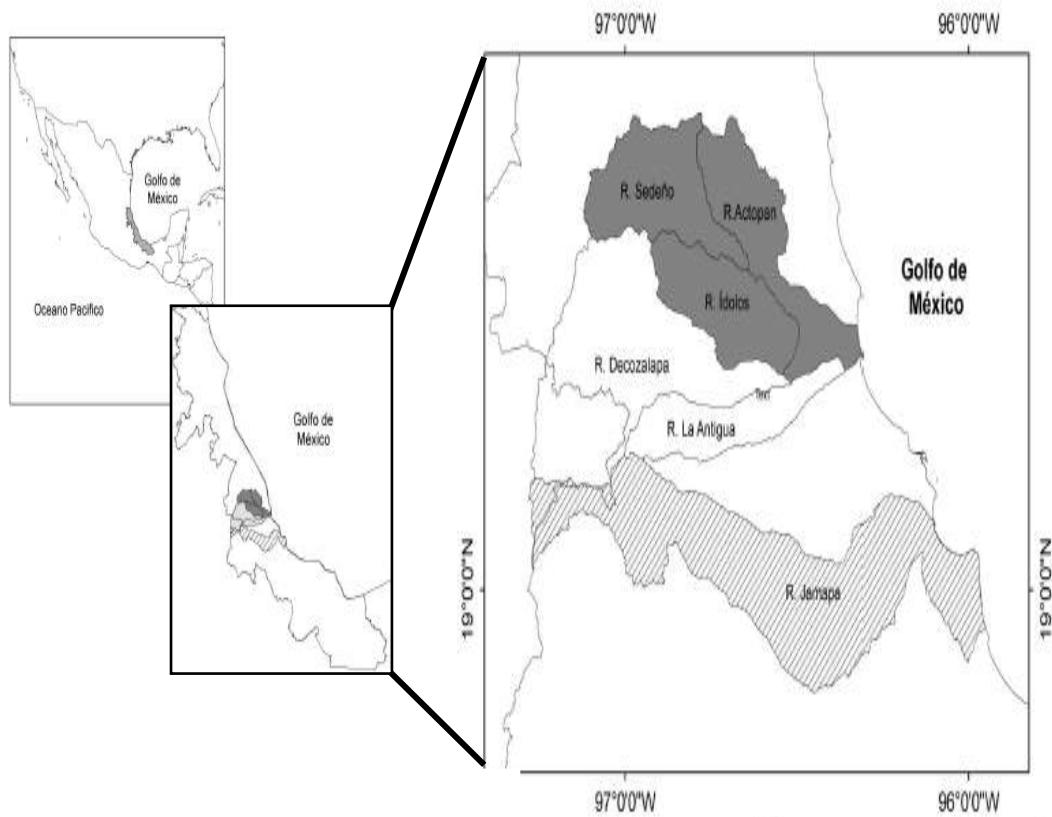
**Modelación hidrológica en eventos hidrometeorológicos y energía:  
Caso de estudio en las cuencas centrales del Golfo de México**

**Presenta:** Sara Patricia Ibarra Zavaleta

**Director:** Dr. Rabindranath Romero López

**Co-Director:** Dra. Annie Poulin

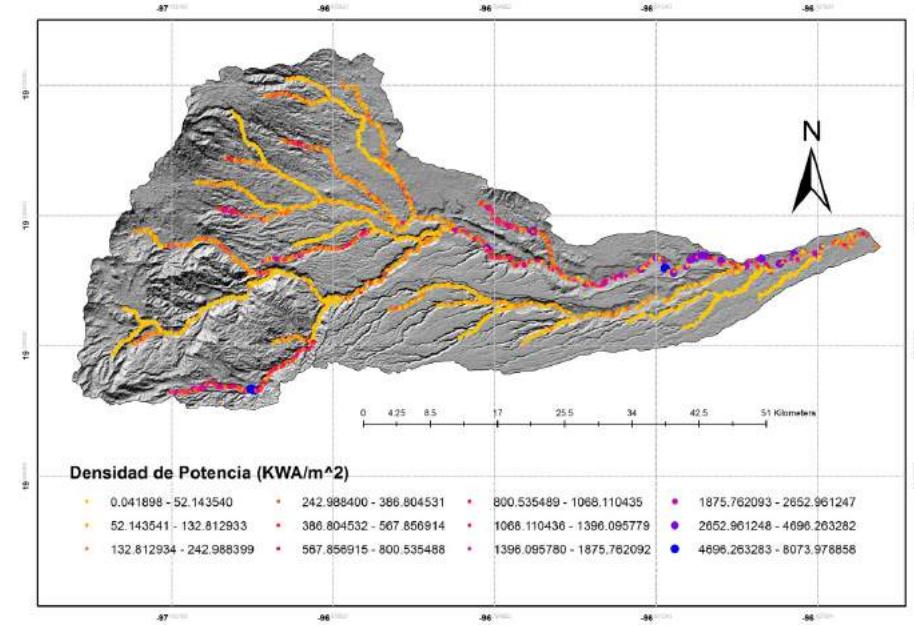
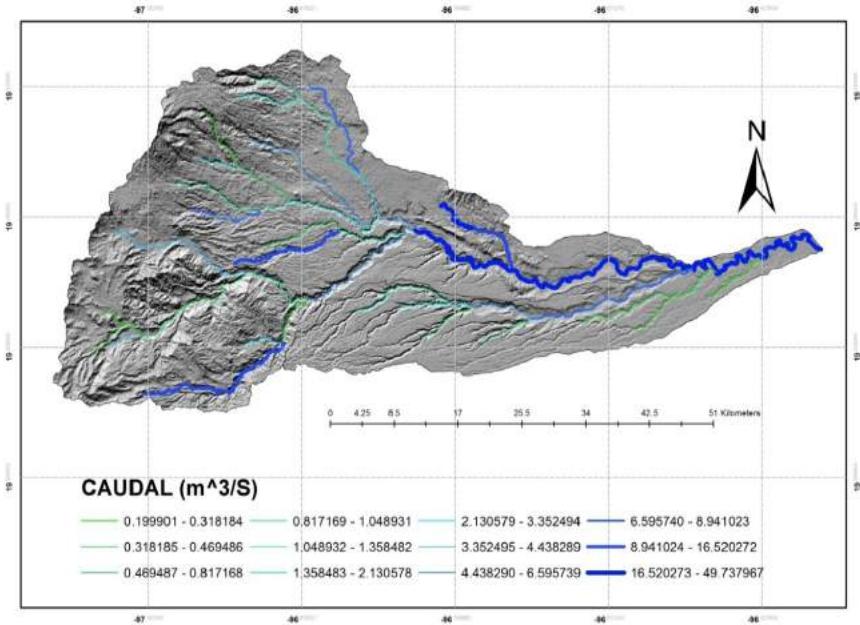
## Fase 1: Objetivo general y la zona de estudio



**Objetivo General.** Desarrollar un modelo hidro-energético que se aadecue a las condiciones hidrográficas y de información disponibles, para la determinación del potencial hidráulico teórico y el escurrimiento ante eventos hidrometeorológicos extremos.

La ubicación geográfica de la zona de estudio

**Fuente:** INEGI, 2015



- El escurrimiento en el periodo de calibración va desde  $0.049 m^3/s$  a  $49.049 m^3/s$ .

Distribución del escurrimiento de la modelación hidrológica distribuida y densidad de potencia para la cuenca del río de Antigua, Veracruz.

Fuente: elaboración propia

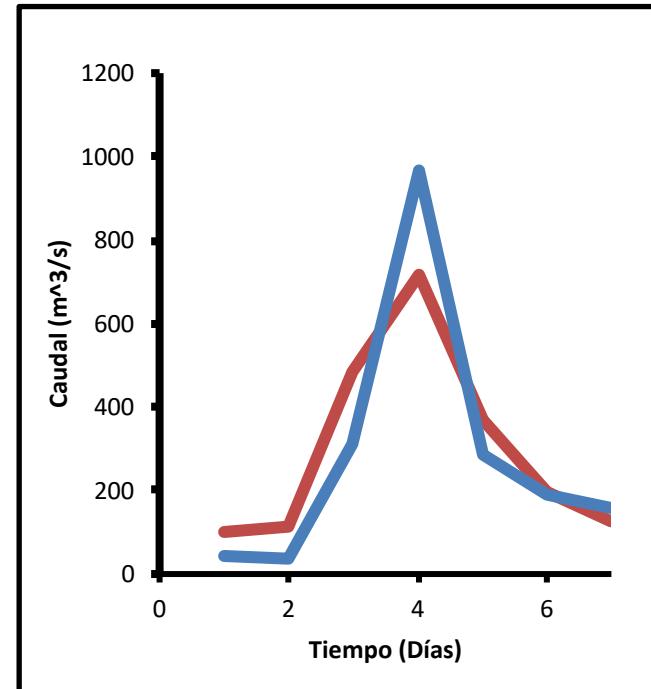
- El escurrimiento en el periodo de calibración va desde  $0.041 kwa/m^2$ . a  $8073.97 kwa/m^2$ .

# Fase 6: evaluación del rendimiento de modelacion hidrológica distribuida ante eventos hidrometeorológicos extremos

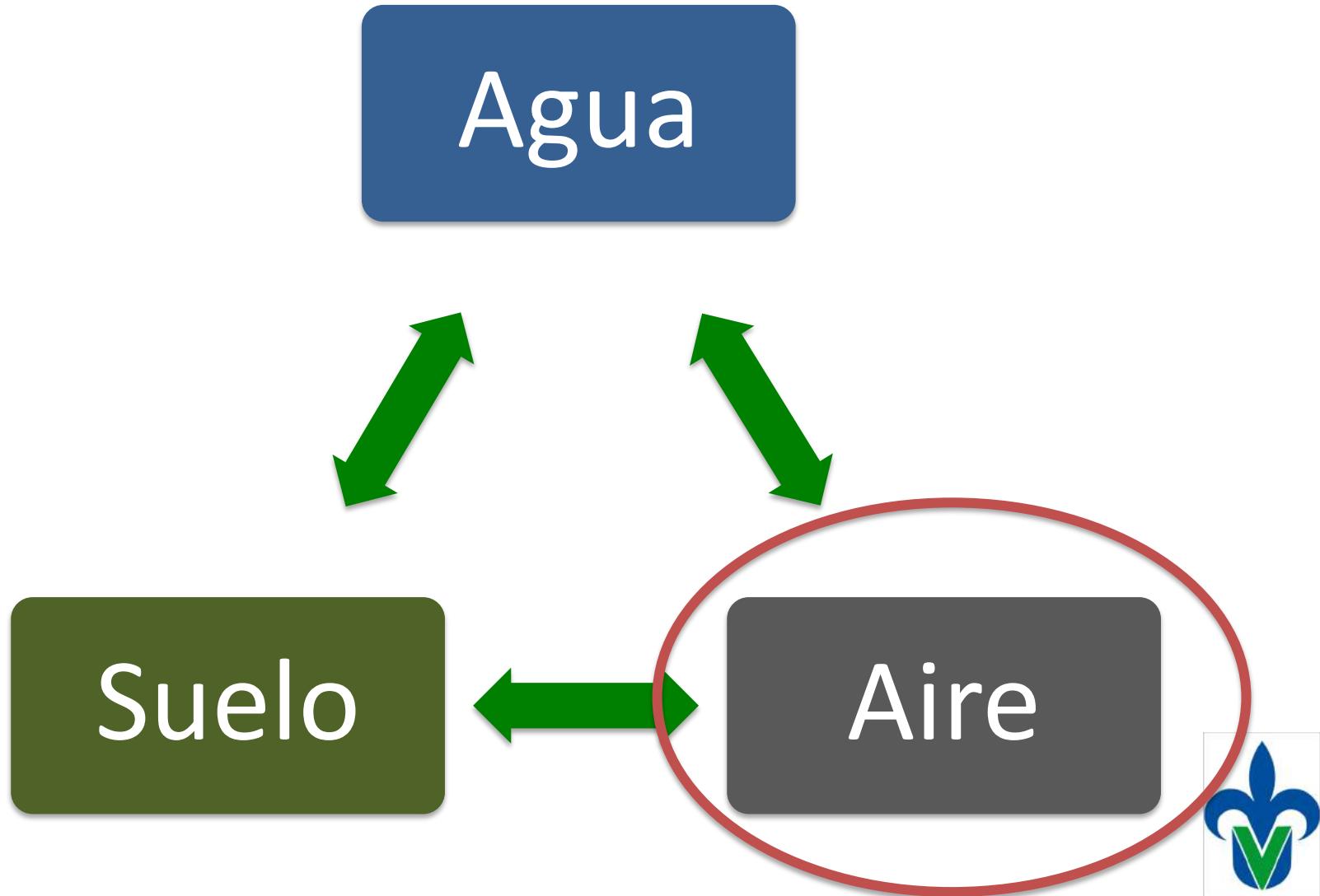
Resumen de ciclones tropicales del Océano Atlántico, que afectó a la zona de estudio 1990-2009.

Nombre	Año	NSE	R2
Huracán Gert	1993	0.87	0.960
Depresión Tropical 5	1994	0.61	0.797
Huracán Roxanne	1995	0.74	0.854
Depresión Tropical 6	1995	0.94	0.710
Huracán Dolly	1996	0.54	0.866
Huracán Mitch	1997	0.87	0.933
Depresión Tropical 2	1998	0.70	0.845
Depresión Tropical 2	1999	0.79	0.90
Huracán Keith	2000	0.64	0.89
Tormenta Tropical José	2005	0.8	0.914
Huracán Stan	2005	0.96	0.933
Tormenta Tropical Marco	2008	0.87	0.95
Huracán Fred	2009	0.86	0.946

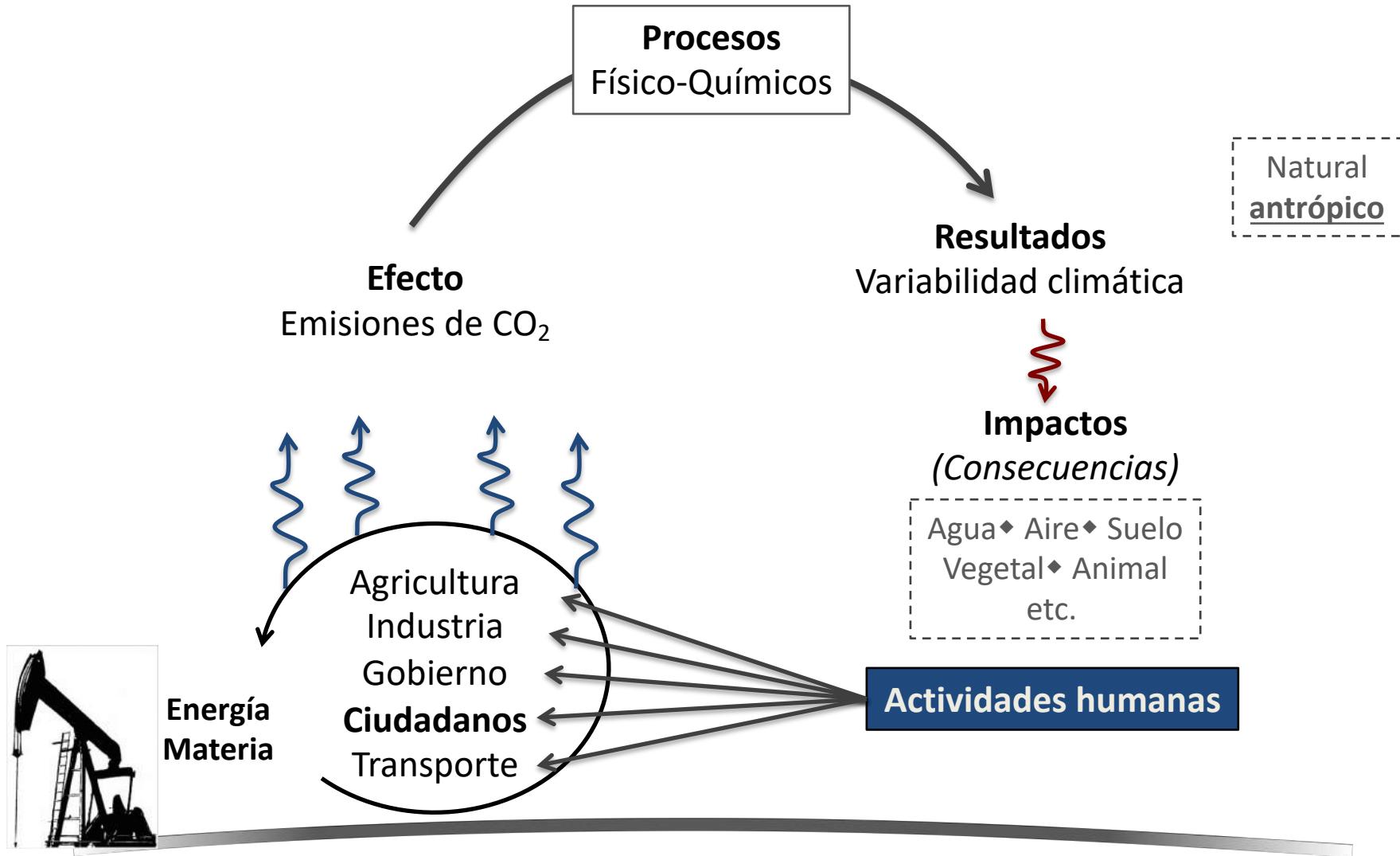
Fuente: elaboración propia



# Ejes de Investigación



# Enfoque Sistémico e Integrado



# **SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE LA INDUSTRIA Y LA FABRICACIÓN: EL PAPEL DE LOS MÉTODOS DE ENERGÍA Y DE ANÁLISIS DE LA ENERGÍA, UN ENFOQUE PARA MEJORAR LAS ESTRATEGIAS SOSTENIBLES.**

**Raul Arango Miranda**

**Director : Robert Hausler**

**Co-Director : Rabindranarth Romero-Lopez**

*Montreal, Qc. 2018*

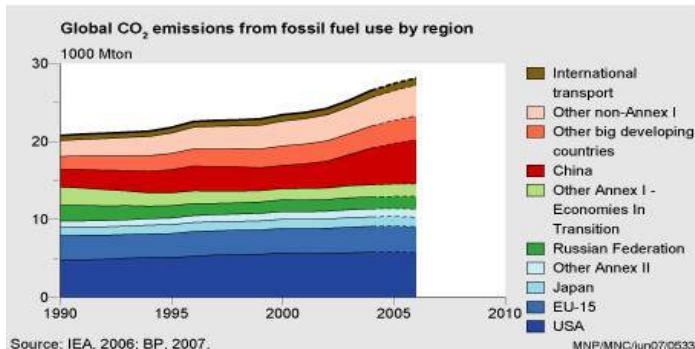


Le génie pour l'industrie



# 1. Problemática

Aumento en consumo de combustibles fósiles



Crecimiento población / Macro-urbes-  
Demanda de Bienes y servicios



World population distributions trends, un-Habitat, 2010

Gobernanza energética-ambiental

Aumento en contaminantes atmosféricos (CO<sub>2</sub>)

Económico

CO<sub>2</sub> allowance prices

1 ton CO<sub>2</sub> ≈ \$20 USD, 2014

Social

Afectaciones a la salud  
Incremento en tasa de urbanización

Tasa mundial de 53.4%, 2014

Ambiental



Can-Mex-USA ≈ 20% GHG's



# Contribuciones



En el pasado reciente, cuando el costo de la energía era muy bajo, el objetivo de los ingenieros era inventar sistemas térmicos con un costo de fabricación mínimo. Hoy en dia, enfrentamos tiempos en que los países no son capaces de sostener el desarrollo de su sociedad debido al aumento del costo de la energía, un camino para resolver este desafío para estos países son los sistemas con una alta eficiencia de segunda ley



Toda vez que las eficiencias basadas en exergía, a diferencia de las basadas en la energía, son siempre medidas desde un enfoque de la idealidad, por lo tanto, brindan información más significativa al evaluar el desempeño del MIS. El método propuesto determina los enlaces donde tiene lugar la destrucción exergética.

# Articulos-Sumision- publicaciones

**1<sup>er</sup> Articulo. CO<sub>2</sub> emissions, consumption and economic growth: A empirical study of selected developed and developing countries. The role of exergy.**

Enviado al Journal Energies, MDPI; Septiembre del 2018.

**2ºArticulo. The drivers of CO<sub>2</sub> emissions; energy consumption and economic growth; the influence of exergy. Testing the EKC in the NAFTA countries.**

A someterse en el Journal Energy Policy, Elsevier; Octubre del 2018.

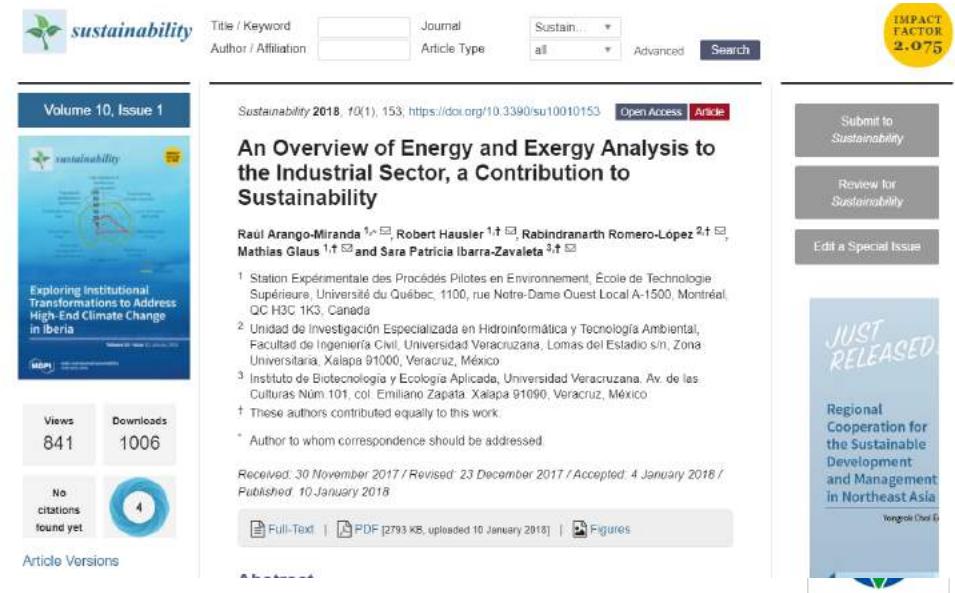
**3<sup>er</sup> Articulo**

**An overview of energy and exergy analysis to the industrial sector, a contribution to sustainability.**

Publicado en:

MDPI, Enero del 2018

Journal **Sustainability** 2018, 10(1), 153; doi:10.3390/su10010153



The screenshot shows a journal article from the **sustainability** journal, Volume 10, Issue 1. The title is "An Overview of Energy and Exergy Analysis to the Industrial Sector, a Contribution to Sustainability". The authors listed are Raúl Arango-Miranda, Robert Hausler, Rabindranath Romero-López, Mathias Glauß, and Sara Patricia Ibarra-Zavalete. The abstract discusses exploring institutional transformations to address high-end climate change in Iberia. The article was received on November 30, 2017, revised on December 23, 2017, accepted on January 4, 2018, and published on January 10, 2018. It has 841 views and 1006 downloads. The journal has an Impact Factor of 2.075. There are also links to submit, review, and edit special issues.

# Proyecto en Puerta sobre Cambio Climático





## Agradecimientos

Universidad Veracruzana



Facultad de Ingeniería Civil



Hidroinformática y  
Tecnología Ambiental



École de Technologie  
Supérieure



Le génie pour l'industrie

Fonds d'internationalisation de la  
recherche (FIR) - ÉTS

Association of Universities and  
Colleges of Canada



# Gracias por su atención

Dr. Rabindranarth Romero López

Correo: rabromero@uv.mx



# HITA

Unidad de Investigación Especializada en

**HIDROINFORMÁTICA  
Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL**

UNIVERSIDAD VERACRUZANA