



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA  
TIERRA

FACULTAD DE INGENIERÍA

## ***“Estimación de la Composición de Hidratos de Gas con Sismología de Exploración”***

### **TESIS**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO GEOFÍSICO**

P R E S E N T A :

**Bernal Manzanilla Saavedra**

DIRECTOR DE TESIS:  
Dr. Sergio Chávez Pérez

JURADO:  
Dr. Martín Cárdenas Soto  
M. C. David Escobedo Zenil  
Ing. Javier Arellano Gil  
Quím. Guadalupe Contreras Ordaz



Ciudad Universitaria, D. F., a 3 de diciembre de 2009

## Agradecimientos

Agradezco al Dr. Francisco Rocha Legorreta por su dirección técnica, motivación, orientación y la provisión de medios materiales para realizar esta tesis. El Dr. Rocha fungió como codirector durante todo el desarrollo de este trabajo.

A mi tutor, el Dr. Sergio Chávez Pérez por su motivación, dirección y apoyo metodológico. Su trabajo de edición ha sido acertado, sintético, y formativo para mí. A la M. C. Liliana Vargas Meleza, por su tiempo y orientación en la elaboración de la presentación.

A mis profesores y revisores de tesis, el Dr. Martín Cárdenas Soto, M. C. David Escobedo Zenil, Ing. Javier Arellano Gil y Quím. Guadalupe Contreras Ordaz, por su gran interés y apoyo en la corrección de este texto.

Agradezco a mis amigos y colegas: Francisco Ponce Núñez, Aidé González López, Cecilia Delgado Solórzano e I. Q. Edgar Doroteo Reyes. Su orientación y asesoría técnica en la elaboración la rutina de cómputo, la presentación y el texto fue sumamente útil.

Agradezco a aquellos que fueron una inspiración en las aulas y fuera de ellas. A mi amiga la Dra. Norma Mireles López, Dr. Rafael Sánchez Moreno, Dr. Jorge Aguirre González, Dr. Jesús Leonardo Heiras Aguirre y Dr. Agustín Hayashi Martínez†.

A mis mejores amigos, maestros, tutores y consejeros: mi padre Emilio, mi madre Rita y a mis hermanos Lorena y Rodrigo. Gracias por su apoyo. Margarita, Karolina, toda mi familia y al Dios Vivo. Gracias. Son increíbles.

Agradezco a todos mis amigos. Esta es la cereza del pastel ¡Me alegra que sus nombres no quepan en una sola hoja! Gracias por su apoyo y por permitirme aprender de ustedes.

A todos que fuimos a Saltillo y a sus familias. Les deseo todos sus días llenos.

A todos ustedes les deseo “que tengan todos los días de su vida y toda la vida de sus días.”

***“La imaginación es más importante que el conocimiento.”*** Albert Einstein.  
***“Y si alguno se imagina que sabe algo, aún no sabe nada como debe saberlo.”*** Jesucristo