

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



INVESTIGACIÓN SOBRE LAS TERRAZAS FLUVIALES DEL CAÑÓN  
SANTA ROSA, ITURBIDE, N.L., COMO BASE PARA EL  
ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTRATIGRAFÍA DEL  
CUATERNARIO EN EL NORESTE DE MÉXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

PRESENTA

ALBERTO DE LEÓN GUTIÉRREZ

LINARES, NUEVO LEÓN

AGOSTO 1999



ALBERTO DE LEÓN GUTIÉRREZ  
MAESTRÍA

TM  
QE741  
L4  
1999  
c.1



1080092570

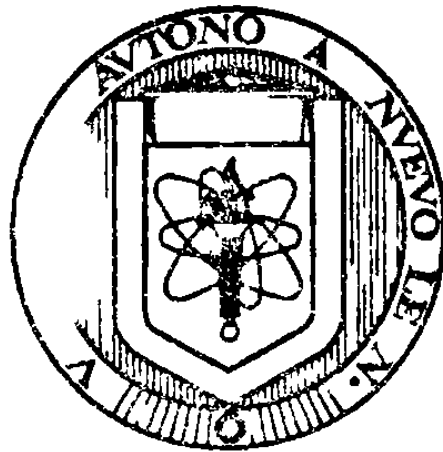
24<sup>28887</sup>



**DIVISION DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO**

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



INVESTIGACIÓN SOBRE LAS TERRAZAS FLUVIALES DEL CANON  
DE SAN ANTONIO DE NUEVO LEÓN COMO BASE PARA EL  
ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTRATEGIA DEL  
CUATERNARIO EN EL NORESTE DE MÉXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
ACADEMICO DE  
ESTRO EN CIENCIAS GEOLOGICAS

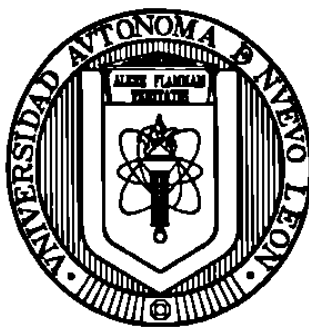
PRESENTA

ALBERTO DE LEÓN GUTIÉRREZ



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**



**INVESTIGACIÓN SOBRE LAS TERRAZAS FLUVIALES DEL CAÑÓN  
SANTA ROSA, ITURBIDE, N.L., COMO BASE PARA EL  
ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTRATIGRAFÍA DEL  
CUATERNARIO EN EL NORESTE DE MÉXICO**

**T E S I S**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS**

**P R E S E N T A**

**ALBERTO DE LEÓN GUTIÉRREZ**

**LINARES, NUEVO LEÓN**

**AGOSTO 1999**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**



La tesis

**Investigación sobre las terrazas Fluviales del Cañón Santa Rosa,  
Iturbide, N.L., como base para el establecimiento de una  
Estratigrafía del Cuaternario en el Noreste de México.**

elaborada por

**ALBERTO DE LEÓN GUTIÉRREZ**

Ha sido aceptada como requisito parcial para optar al grado académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS**

**COMITÉ DICTAMINADOR DE LA TESIS**

**Dr. Héctor de León Gómez**

**Dr. Juan Alonso Ramírez Fernández**

**Dr. Francisco Medina Barrera**

**Dr. José Guadalupe López Oliva**

**Dr. José Rosbel Chapa Guerrero**

Vo. Bo.

**Dr. G. Javier Castro Larragoitia  
Jefe de la División de Estudios de Postgrado**



**INVESTIGACIÓN SOBRE LAS TERRAZAS FLUVIALES DEL  
CAÑÓN SANTA ROSA, ITURBIDE, N.L., COMO BASE PARA EL  
ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTRATIGRAFÍA DEL  
CUATERNARIO EN EL NORESTE DE MÉXICO.**

El tema desarrollado en esta tesis fue propuesto y asesorado inicialmente por el  
Dr. Jörg Werner Paulus (†).

## **AGRADECIMIENTOS**

**Deseo agradecer a la Facultad de Ciencias de la Tierra, de la Universidad Autónoma de Nuevo León por ser la Institución donde desarrollé la investigación del período Cuaternario dentro de su programa de maestría.**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la oportunidad de la beca crédito para mis estudios.**

**Al Dr. Jorge Werner Paulus (†) por su ofrecimiento del tema para la investigación de sedimentos y eventos del Cuaternario así como por su generosa asesoría. Extrañaré su: "pues sí pero no".**

**Al Dr. Miguel Ángel Ruiz Martínez por su gran apoyo al incluir este trabajo dentro del Proyecto CONACYT " Investigaciones sobre la Geología y las Variaciones Climáticas durante el Cuaternario en el Noreste de México".**

**Al Dr. José Rosbel Chapa Guerrero quién fungió como mi asesor desde la ausencia del Dr. Jorge Werner y de quien siempre recibí apoyo.**

**Al Comité Dictaminador de Tesis, integrada por el Dr. Héctor de León Gómez, el Dr. Juan Antonio Ramírez Fernández, el Dr. Francisco Medina Barrera y el Dr. José Guadalupe López Oliva, quienes me ayudaron a mejorar con mucho el contenido de esta investigación.**

**A mis demás maestros y maestras de la Facultad de Ciencias de la Tierra por su profesionalismo y reconocido prestigio.**

**A mis amigos Enrique, Miguel, Roberto, Uriel, Ignacio, Efraín, Alejandra, Marcial, Salvador, Jorge y Fernando. Leales compañeros de escuela y de recorridos de campo.**

1.11.3 MATORRAL ALTO ESPINOSO CON ESPINAS LATERALES	38
1.11.4 BOSQUE ESCLERÓFILO	38
1.11.5 BOSQUE ESCLERO – ACICULIFOLIO	39
1.11.6 BOSQUE CADUCIFOLIO ESPINOSO DE <i>Prosopis</i>	39
1.12 HIDROGRAFÍA	40
<b>CAPÍTULO 2 PALEOLAGOS</b>	<b>44</b>
INTRODUCCIÓN	44
2.1 PALEOLAGO ITURBIDE	45
2.2 PALEOLAGO EL CALABOZO	45
2.2.1 EL CALABOZO 1	46
2.2.2 EL CALABOZO 2	47
2.3 PALEOLAGO LOS PINOS	50
<b>CAPÍTULO 3 TERRAZAS FLUVIALES DEL CAÑÓN SANTA ROSA</b>	<b>53</b>
INTRODUCCIÓN	53
3.1 SECCIÓN ITURBIDE - EL CALABOZO	55
3.2 SECCIÓN EL CALABOZO - LOS PINOS - EL PUENTE	59
3.3 SECCIÓN EL PUENTE - LAS CRUCITAS	61
<b>CAPÍTULO 4 SEDIMENTOLOGÍA</b>	<b>65</b>
INTRODUCCIÓN	65
4.1 LA ORIENTACIÓN DE LAS GRAVAS	66
4.2 OBSERVACIONES SOBRE EL GRADO DE REDONDEZ	67
4.3 SECCIÓN ITURBIDE - EL CALABOZO	69
4.4 SECCIÓN DESPUÉS DE EL CALABOZO	71
4.5 SECCIÓN LOS ALTARES	73
4.6 SECCIÓN LOS PINOS	75

4.7 SECCIÓN PUENTE SANTA ROSA	77
4.8 SECCIÓN MARGEN DE LA SIERRA	80
4.9 SECCIÓN LAS CRUCITAS	80
<b>CAPÍTULO 5 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL DEL CUATERNARIO</b>	<b>83</b>
INTRODUCCIÓN	83
5.1 REGIÓN DE LINARES	85
5.2 CAÑÓN SANTA ROSA	90
5.2.1 SECCIÓN ITURBIDE - EL CALABOZO	90
5.2.2 SECCIÓN EL CALABOZO - LOS PINOS - EL PUENTE	93
5.2.3 SECCIÓN EL PUENTE - LAS CRUCITAS	95
<b>CAPÍTULO 6 PALEOCLIMA</b>	<b>97</b>
INTRODUCCIÓN	97
6.1 GLACIARES	97
6.2 ASCENSO DEL NIVEL BASE DEL ARROYO	98
6.3 LEVANTAMIENTOS TECTÓNICOS	98
6.4 VARIACIONES CLIMÁTICAS	99
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO:</b>	
<b>VARIACIONES CLIMÁTICAS GLOBALES</b>	<b>115</b>



## LISTA DE FIGURAS

		Página
Fig. 1.1	Localización del área de estudio.	4
Fig. 1.2	Clasificación de gravas según el grado de redondez (Reichelt, 1955, 1961, cit. en Schreiner, 1992).	8
Fig. 1.3	Terrazas fluviales de la Planicie Costera del Golfo de la región de Linares. Modificado de Ruiz, 1990.	11
Fig. 1.4	Figura de inversión de relieve / relictos de terraza.	16
Fig. 1.5	Columna Litológica y Estratigráfica de la región de estudio. Modificada de Lamy, 1994, Michalzik, 1988, Padilla y Sánchez, 1982.	18
Fig. 1.6	El levantamiento de la superficie puede incrementar el grado de erosión de un río. Modificado de Plummer y McGeary, 1991.	23
Fig. 1.7	Los cambios en el gradiente de un río pueden causar depositación y erosión. Modificado de Plummer y McGeary, 1991.	23
Fig. 1.8	Regiones de máxima velocidad de una corriente. Modificado de Plummer y McGeary, 1991.	24
Fig. 1.9	Formación de las terrazas pares. Modificado de Plummer y McGeary, 1991.	26
Fig. 1.10	Formación de las terrazas impares. Modificado de Plummer y McGeary, 1991.	27
Fig. 1.11	Diagrama de Temperatura Media Anual de las Estaciones Linares, Iturbide, San Francisco, Ojo de Agua Las Crucitas. Datos obtenidos de los registros de la Comisión Nacional del Agua.	29
Fig. 1.12	Diagrama de Precipitación Total Anual de las Estaciones Linares, Iturbide, San Francisco, Ojo de Agua Las Crucitas. Datos obtenidos de los registros de la Comisión Nacional del Agua.	30
Fig. 1.13	Diagrama de Evaporación Total Anual de las Estaciones Linares, Iturbide, San Francisco, Ojo de Agua Las Crucitas.	

	<b>Datos obtenidos de los registros de la Comisión Nacional del Agua.</b>	<b>31</b>
<b>Fig. 1.14</b>	<b>Diagrama Climático de la región de Linares. Modificado de Ruiz, 1990.</b>	<b>34</b>
<b>Fig. 1.15</b>	<b>Tipos de vegetación en los municipios de Hualahuises y Linares, N. L . Modificado de Villegas Durán, 1972.</b>	<b>36</b>
<b>Fig. 1.16</b>	<b>Diagrama de Gastos Máximos de Ríos. Estaciones San Francisco, Pablillo, Camacho y Las Adjuntas. Datos obtenidos de los registros de la Comisión Nacional del Agua.</b>	<b>43</b>
<b>Fig. 2.1</b>	<b>Diagrama de Susceptibilidad Magnética El Calabozo 2</b>	<b>49</b>
<b>Fig. 2.2</b>	<b>Diagrama de Susceptibilidad Magnética Los Pinos</b>	<b>51</b>
<b>Fig. 3.1</b>	<b>Fases de Acumulación y Erosión de Terrazas Fluviales</b>	<b>55</b>
<b>Fig. 3.2</b>	<b>Perfil Morfoestratigráfico Sección Iturbide - El Calabozo</b>	<b>56</b>
<b>Fig. 3.3</b>	<b>Perfil Morfoestratigráfico Sección El Calabozo - Los Pinos - El Puente</b>	<b>60</b>
<b>Fig. 3.4</b>	<b>Perfil Morfoestratigráfico Sección El Puente - Las Crucitas</b>	<b>62</b>
<b>Fig. 4.1</b>	<b>Perfil Sedimentológico de la Terraza de Iturbide</b>	<b>70</b>
<b>Fig. 4.2</b>	<b>Perfil Sedimentológico de la Terraza Posterior El Calabozo 2.</b>	<b>72</b>
<b>Fig. 4.3</b>	<b>Perfil Sedimentológico de la Terraza de los Altares</b>	<b>74</b>
<b>Fig. 4.4</b>	<b>Perfil Sedimentológico de la Terraza Los Pinos</b>	<b>76</b>
<b>Fig. 4.5</b>	<b>Perfil Sedimentológico de la Terraza El Puente</b>	<b>78</b>
<b>Fig. 4.6</b>	<b>Perfil Sedimentológico de abanico aluvial</b>	<b>81</b>
<b>Fig. 4.7</b>	<b>Perfil Sedimentológico de la Terraza Las Crucitas</b>	<b>81</b>
<b>Fig. 5.1</b>	<b>Tabla Estratigráfica de los Sedimentos Cuaternarios del Cañón Santa Rosa</b>	<b>91</b>
<b>Fig. 6.1</b>	<b>Desarrollo de Depósitos Glaciales en Volcanes de México durante el Cuaternario Superior. Modificado de Heine,1988.</b>	<b>100</b>

<b>Fig. 6.2</b>	<b>Modelo Climático del Cuaternario Tardío para las zonas Altas del Centro de México. Modificado de Heine, 1994.</b>	<b>101</b>
-----------------	--	------------

## **LISTA DE TABLAS**

		<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	<b>Resumen de los parámetros climatológicos de la región de estudio. Datos obtenidos de los registros de la Comisión Nacional del Agua.</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 2</b>	<b>Tabla de Edades Absolutas y Métodos Empleados.</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 3</b>	<b>Modelo de Rohdenburg (1970) para los ciclos de erosión y acumulación según las condiciones climáticas en zonas de clima semiárido</b>	<b>103</b>

## LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

mm	milímetros
cm	centímetros
m	metros
km	kilómetros
°R	grado de redondez
gg	bien redondeado
g	redondeado
kg	subanguloso
kt	anguloso
# gg	número de gravas bien redondeadas
# g	número de gravas redondeadas
# kg	número de gravas subangulosas
# kt	número de gravas angulosas
70°	ángulo de 70 grados
°C	grados centígrados
Ka.	mil años
Ka. B.P.	mil años antes del presente
Fig.	figura
Fm.	Formación
SMO	Sierra Madre Oriental
EC1	Sedimentos Lacustres El Calabozo 1
EC2	Sedimentos Lacustres El Calabozo 2
EP	Terraza Baja del Puente Santa Rosa
=	igual a, equivalente a.
~	Aproximadamente
<	Menor que
>	Mayor que
prof.	Profundidad
Inf.	inferior
Corresp.	correspondiente
Abs.	Absoluta
T.	Terraza
T. Alta	Terraza Alta
T. Principal	Terraza Principal
T. Anterior	Terraza Anterior
T. Posterior	Terraza Posterior
L.P.	Los Pinos
T1	Terraza 1 (lecho actual de los arroyos)
T2	Terraza 2 (primer escalón de terraza)
T3	Terraza 3
T4	Terraza 4
T5	Terraza 5
<sup>14</sup> C	Datación radiométrica mediante Carbono 14
U/Th	Datación radiométrica mediante Uranio - Thorio

## RESUMEN

El Cañón Santa Rosa se localiza en la Sierra Madre Oriental, en la región que comunica a los municipios de Iturbide y Linares, Nuevo León, en el Noreste de México. El acceso es a través de la Carretera Número 58 transitable todo el tiempo y se encuentra en forma casi paralela al cauce del Arroyo Santa Rosa. Este arroyo, de carácter intermitente, inicia en la alta montaña, en Iturbide y baja a Linares, adentrándose en la Provincia Costera del Golfo de México.

Acompañando al Arroyo Santa Rosa, se encuentran niveles de terraza que se han cartografiado e identificado en el presente estudio y que bordean el cauce y paleocauce del Arroyo Santa Rosa a lo largo de más de 27 kilómetros que incluyen estructuras y sedimentos cuaternarios que se encuentran desde los 1360 m.s.n.m en la región de Iturbide hasta los 550 m.s.n.m., al frente del Margen Este de la Sierra Madre Oriental.

Los sedimentos cuaternarios que se observaron corresponden a arcillas y arenas de antiguos lagos, de los cuales se identificaron cuatro de distinta edad y origen. Otros sedimentos son arenas, gravas y bloques en las terrazas de origen fluvial y material de escombros en las masas de derrumbe y abanicos aluviales. Además se identificaron masas de travertino y algunos restos fósiles de plantas y de un molar de mastodonte (muy mal conservado) dentro de los sedimentos lacustres.

Las determinaciones estratigráficas de las terrazas fluviales y de los sedimentos lacustres fueron posibles gracias a la aplicación del método morfoestratigráfico que correlaciona las alturas de los sedimentos y estructuras cuaternarias con respecto al nivel base del arroyo Santa Rosa a lo largo de todo el cañón. Los restos de las terrazas más antiguas aparecen generalmente como relictos separados en las zonas altas, mientras que los niveles más recientes afloran como bandas continuas a los lados del cauce del arroyo y en una posición más baja.

La aplicación del método arriba descrito, trajo por consiguiente que los sedimentos y estructuras del Cañón Santa Rosa fueran divididos en tres grandes perfiles morfoestratigráficos: Perfil Iturbide – El Calabozo; El Calabozo – Los Pinos – El Puente, y El Puente – Las Crucitas. Estos perfiles reflejan diferentes secuencias estratigráficas así como condiciones climáticas diferentes en el tiempo y en el espacio. Cada uno se describe por separado.

Para un mejor conocimiento e interpretación de su formación, se realizaron perfiles sedimentológicos de las terrazas fluviales, describiendo su composición así como las estructuras primarias encontradas.



La correlación estratigráfica de los sedimentos cuaternarios se basó en dataciones de  $^{14}\text{C}$  en materia orgánica y de U/Th para muestras de travertino. Dichas dataciones fueron realizadas en laboratorios de Alemania y Polonia.

Con las determinaciones morfoestratigráficas y las edades absolutas se elaboró la primera Tabla Estratigráfica de los sedimentos cuaternarios de esta región del Noreste de México. La estratigrafía cuaternaria incluye a los sedimentos así como a algunos de los eventos que los formaron y alcanza rangos que van desde los menores a los seis mil años, Holoceno, hasta más antiguos que 350 mil años, del Pleistoceno Tardío al Pleistoceno Temprano. Además presenta una correlación con la estratigrafía glacial norteamericana denominadas edades glaciales: Wisconsin, Illinoian y Kansan.

La correlación con las edades glaciales arriba citadas no debe ser ajena a las determinaciones estratigráficas de los sedimentos de las latitudes más meridionales. Dichas edades corresponden a alternancia de tiempos con duración de algunas hasta varias decenas de miles de años de máximo enfriamiento (Edades Glaciales) y calentamiento (Edades Interglaciales).

Las variaciones climáticas se reflejaron en el crecimiento y decrecimiento de los glaciares de los casquetes polares, mientras que en las regiones más cercanas a los Trópicos y al Ecuador la manifestación climática en esos períodos fue, como la extensa bibliografía lo presenta: las Edades Pluviales.

Estos tiempos presentaron períodos de precipitación irregularmente distribuida en el año que se concentra en grandes y frecuentes tormentas (Edades Pluviales), con pobre desarrollo de la vegetación, flujo laminar torrencial y destrucción del suelo, y períodos con precipitación uniforme en el año (Edades Interpluviales), con altas tasas de infiltración y desarrollo de la vegetación y de suelo.

En la región de estudio, los eventos pluviales causaron los grandes derrumbes que formaron diques, los cuales dieron lugar a los paleolagos y al arrastre de miles de toneladas de sedimentos y bloques que se depositaron como lecho y relleno de los ríos y arroyos de la región. En tanto que en los períodos Interpluviales, el bajo caudal del arroyo, erosionó su propio cauce, dando lugar a la formación de las terrazas y a sus diferencias de altura.

Tales investigaciones contribuirán a un mejor conocimiento de las condiciones climáticas de un tiempo geológico que alcanza y enmarca al Hombre: El Cuaternario.