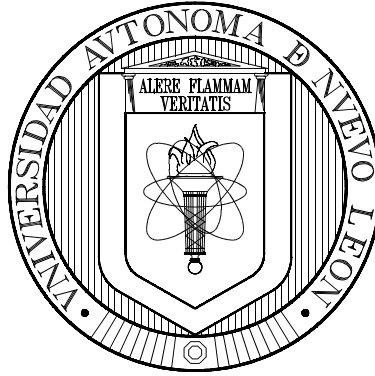


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**



**ANÁLISIS BIO-ESTRATIGRÁFICO Y MICROFACIAL DE LA FORMACIÓN  
ZULOAGA EN LA CAÑADA ALARDÍN, GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN,  
MÉXICO.**

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE

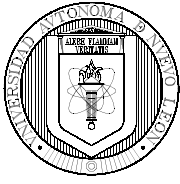
**MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS**

PRESENTA

**CONSUELO ARACELI RIVERA ESTRADA**

**LINARES, NUEVO LEÓN**

**Octubre de 2007**



**UANL**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

LA TESIS

**ANÁLISIS BIO- ESTRATIGRÁFICO Y MICROFACIAL DE LA FORMACIÓN ZULOAGA EN LA  
CAÑADA ALARDÍN, GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

ELABORADA POR

**CONSUELO ARACELI RIVERA ESTRADA**

HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS**

Vo. Bo.

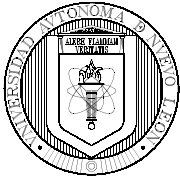
**DIRECTOR DE TESIS**

---

DR. JOSE GUADALUPE LOPEZ OLIVA

**LINARES, NUEVO LEÓN**

**OCTUBRE DE 2007**



**UANL**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

LA TESIS

**ANÁLISIS BIO- ESTRATIGRÁFICO Y MICROFACIAL DE LA FORMACIÓN ZULOAGA EN LA  
CAÑADA ALARDÍN, GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

ELABORADA POR

**CONSUELO ARACELI RIVERA ESTRADA**

HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS**

Vo. Bo.

**COMITÉ DE REVISION DE TESIS**

---

**DR. JOSE GUADALUPE LOPEZ OLIVA**  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

**DR. FRANCISCO MEDINA BARRERA**  
**Co-DIRECTOR DE TESIS**

---

**DR. UWE JENCKEN**  
**Co-DIRECTOR DE TESIS**

**LINARES, NUEVO LEÓN**

**OCTUBRE DE 2007**

## **Dedicatoria**

**A mis Hijos:**

**EMMANUEL**

**ALEJANDRO**

**A mis Padres:**

**MARÍA DE LA LUZ**

**MARIO**

**A mi Hermano:**

**ANTONIO**

**Al mejor compañero, aliado, incondicional, mi Esposo:**

**JUAN ANTONIO**

## **Agradecimientos**

**Gracias a todos y cada uno de los Profesores que confiaron en mí, sin dudar que la Arqueología merecía una oportunidad en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León: al Dr. Juan Alonso Ramírez, mi Tutor y al Dr. José Guadalupe López Oliva.**

**Mi reconocimiento y profundo agradecimiento a mis maestros, Catedráticos de la Facultad de Ciencias de la Tierra: Drs. José Rosbel Chapa, José Guadalupe López, Héctor de León, Francisco Medina, Uwe Jenchen, Dirk Masuch-Oesterreich; M. en C. Tomás Cossío y Mta. Manuelita González.**

**Por su asesoría en el Laboratorio de Preparación, a los M. en C. Andrés Ramos y Pedro Saavedra.**

**Al Dr. Wolfgang Stinnesbeck, por el enorme apoyo que me brindó para el primer proyecto de Tesis y durante la Estancia Académica en la Universidad de Karlsruhe, Alemania. Al Dr. Fernando Velasco Tapia y al Dr. Joaquín Arroyo Cbrales, por sus valiosas asesorías.**

**Al Director de Tesis, Dr. José Guadalupe López Oliva, mi admiración por sus espléndidas Cátedras. Sin cuyo aliento y optimismo no hubiera sido posible completar este ciclo. Por su paciencia y amistad, por compartir conmigo momentos difíciles pero también geniales ...Mi gratitud por siempre.**

**Al Dr. Francisco Medina mi reconocimiento por su valiosa asesoría para el presente Trabajo de Tesis; por su comprensión y cordialidad, Gracias.**

**Al Dr. Uwe Jenchen gracias también por sus oportunas observaciones al Trabajo de Tesis, por su entusiasmo y por compartir conmigo el interés por la Arqueología.**

**A la Facultad de Ciencias de la Tierra, a su personal Docente y Administrativo, Gracias.**

**Asimismo, agradezco al CONACYT por el financiamiento de la Maestría en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León; y al DAAD por la beca para la Estancia Académica en la Universidad de Karlsruhe, en Alemania.**

**Siempre presentes todas y cada una de las personas de la Comunidad de La Laguna, en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, que han sido substanciales para llevar a buen término el trabajo en la Cañada Alardín. A Don Crispín Cerda, mi afecto.**

**Agradezco a las autoridades del Centro INAH Nuevo León, al Lic. Héctor Jaime Treviño Villareal y al Sr. Carlos de la Peña Sandoval por la liberación de tiempo en mis actividades de Investigación, para concluir con los estudios de Maestría.**

**Finalmente, a mis compañeros y amigos del INAH y de la FCT que han estado cerca de mí todo este tiempo..., Gracias.**

# CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>Capítulo 1: GENERALIDADES</b>	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	
<b>3</b>	
1.3 CAÑADA ALARDIN	4
1.4 JUSTIFICACION	5
1.5 TRABAJOS PREVIOS	
<b>5</b>	
1.6 OBJETIVOS	5
1.7 METODOLOGÍA	6
1.7.1 Trabajo de campo	6
1.7.2 Trabajo de laboratorio	9
1.8 DATOS GENERALES	10
1.8.1 Hidrografía	10
1.8.2 Clima	10
1.8.3 Orografía	10
1.8.4 Edafología	11
1.8.5 Vegetación	11
1.8.6 Fauna	11
1.8.7 Fisiografía	12
1.8.8 Economía	12
<b>Capítulo 2: PROYECTO ARQUEOLOGICO CAÑADA ALARDIN</b>	13
<b>Capítulo 3: EVOLUCION TECNO ESTRATIGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO</b>	31
3.1 JURASICO	31
3.1. 1 Jurásico Tardío	34
3.2 PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE MEXICO	37
3.2.1 Jurásico Tardío	37
3.2.2 Sierra Madre Oriental	39
3.3 HISTORIA GEOLOGICA DEL NORESTE DE MEXICO	44
3.3.1 Formación La Gloria	
<b>44</b>	
3.3.2 Formación Zuloaga	45
3.3.3 Formación Olvido	48
3.3.4 Formación La Casita	
<b>49</b>	
3.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA CAÑADA ALARDÍN	52
3.4.1 Descripción Tectónica de la Carta Geológica Zaragoza F14A17	57
<b>Capítulo 4: ANALISIS DE MICROFACIES EN EL PERFIL ZULOAGA DE LA CAÑADA ALARDIN</b>	59
4.1 DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS	60
4.2 TIPOS DE FACIES PARA LA FORMACIÓN ZULOAGA	75
4.2.1 Zona de Facies (ZF)	
<b>84</b>	

4.2.2 Microfacies Estándar (SMF)	84
4.2.2.1 Fases Transicionales	86
4.2.3 Anotaciones a las SMF	86
4.2.4 Modelo de depósito para la Formación Zuloaga	

89

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>Página</b>
	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>100</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Fig. 1.-</b> Localización del municipio de General Zaragoza N.L.	<b>2</b>
<b>Fig. 2.-</b> Localización en foto aérea de la Cañada Alardín, General Zaragoza N.L.	<b>3</b>
<b>Fig. 3.-</b> Perfil bioestratigráfico I: Peñascos	<b>6</b>
<b>Fig. 4.-</b> Perfil bioestratigráfico II: planos de estratificación	<b>7</b>
<b>Fig. 5.-</b> Perfil bioestratigráfico II: puntos del muestreo	<b>7</b>
<b>Fig. 6.-</b> Muestreo de la Formación Zuloaga en sitios arqueológicos	<b>8</b>
<b>Fig. 7.-</b> Puntas de flecha del Tipo Toyah características del Prehistórico Tardío.	<b>16</b>
<b>Fig. 8.-</b> Mano de molienda con restos de pigmento rojo	<b>16</b>
<b>Fig. 9.-</b> Tajador sobre canto empleado para la tala de árboles	<b>16</b>
<b>Fig. 10.-</b> Fragmento de fósil usado como amuleto	<b>17</b>
<b>Fig. 11.-</b> Lista de artefactos por capa y materias primas	<b>19</b>
<b>Fig. 12.-</b> Punta de dardo con muescas característica del período Arcaico	<b>20</b>
<b>Fig. 13.-</b> Raspadores para enmangar empleados para actividades de talla o raspado	<b>20</b>
<b>Fig. 14.-</b> Lista de artefactos e instrumentos de molienda por capa y materia prima	<b>22</b>
<b>Fig. 15.-</b> Rutas de intercambio de materias primas líticas procedentes de Mesoamérica (Querétaro e Hidalgo) y del Noreste (Tamaulipas y Nuevo León)	<b>23</b>
<b>Fig. 16.-</b> Figura antropomorfa tallada en roca que muestra características culturales de los grupos indígenas de la región	<b>24</b>
<b>Fig. 17.-</b> Puntas de proyectil características de los distintos períodos de ocupación humana en la Cañada Alardín: a.- tipo Toyah; b.- tipo Matamoros; c.- tipo Tortugas; d.- tipo Lerma	<b>25</b>
<b>Fig. 18.-</b> Corte en perfil de Barrancos Caídos I, mostrando el mayor depósito cultural hacia la banqueta y parte frontal	<b>27</b>
<b>Fig. 19.-</b> Esquema con fósiles presentes del Jurásico Superior (tomado de Flügel, 1982)	<b>36</b>
<b>Fig. 20.-</b> Distribución paleogeográfica el Noreste de México durante el Oxfordiano (Modificado de SPP, 1982)	<b>38</b>
<b>Fig. 21.-</b> Localización de la Sierra de Catorce y situación geológica	



regional del Centro–noreste de México (Barboza, 2004)	43
<b>Fig. 22.-</b> Formaciones geológicas presentes en la región serrana de General Zaragoza N.L.	
<b>51</b>	
<b>Fig. 23.-</b> Diagrama de Schmidt con las mediciones estructurales de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín. El círculo máximo (SS) representa la estratificación y las curvas las fracturas ac y h0l	53
<b>Fig. 24.-</b> Perfil este- oeste del cañón del Río Blanco. INEGI. Carta Topográfica Zaragoza F14 A17 Esc 1: 50 000	56
<b>Fig. 25.-</b> Hidrografía. Fracturas tipo ac y h0l. Arroyos y escurrimientos de la sierra. INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales F14A17hl. Esc. 1: 50 000	56
<b>Fig. 26.-</b> Estructuras geológicas: fracturas y fallas inversas. INEGI. Carta Geológica. Zaragoza F14A17. Esc. 1: 50 000	58
<b>Fig. 27.-</b> Tablas del análisis microscópico de las muestras de la Formación Zuloaga	72
<b>Fig. 28.- a-b-c-d:</b> Grainstone de ooides, cementados por cristales de calcita esparítica; contiene litoclastos	76
<b>Fig. 29.-</b> Packstone–grainstone con <b>a:</b> pellets; <b>b-c:</b> ostrácodos; <b>d-e:</b> foraminíferos; <b>f:</b> estructuras algales	77
<b>Fig. 30.-</b> Pellets ( <i>Favreina sp</i> ) y foraminíferos bentónicos ( <i>¿</i> )	78
<b>Fig. 31.-</b> Mudstone- wackestone fosilífero con abundancia de ostrácodos y foraminíferos. <b>a:</b> ostrácodos; <b>b- c- d:</b> foraminíferos, algunos más complejos y laberínticos	79
<b>Fig. 32.-</b> Mudstone- wackestone fosilífero con <b>a:</b> <i>Nodosaria sp</i> ( <i>¿</i> ); <b>b:</b> foraminífero planctónico; <b>c:</b> foraminífero; <b>d:</b> ostrácodo ( <i>¿</i> ); <b>e:</b> molusco; y <b>f:</b> ocasionalmente restos esqueléticos ( <i>¿</i> )	80
<b>Fig. 33.-</b> Mudstone- wackestone fosilífero con <b>a- b:</b> ostrácodos y radiolarios; <b>c:</b> radiolarios y espículas (cubiertos con óxido de fierro); <b>d:</b> radiolarios; <b>e:</b> cemento esparítico; <b>f:</b> fracturas rellenas de calcita	81
<b>Fig. 34.-</b> Packstone–wackestone fosilífero consistente de <b>a:</b> radiolarios y ostrácodos; <b>b:</b> fragmentos de equinodermos; <b>c- d:</b> estructuras algales	82
<b>Fig. 35.-</b> Packstone–wackestone fosilífero consistente en <b>a- b:</b> foraminíferos y algunos bioclastos revestidos; <b>c:</b> ocasionalmente restos esqueléticos; <b>d:</b> calciesferas y huellas de bioturbación ( <i>¿</i> )	83
<b>Fig. 36.-</b> Cinturón de Facies de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín (modificado de Wilson, 1975)	85
<b>Fig. 37.-</b> Zonas de Facies de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín	90
<b>Fig. 38.-</b> Modelo idealizado de depósito para la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, de acuerdo al propuesto por Wilson, 1975	92
<b>Fig. 39.-</b> Perfil Bio- estratigráfico	
<b>Fig. 40.-</b> Cartografía Geológica	

## RESUMEN

Entre 1994 y 2003 se localizaron en un paraje del Río Blanco, llamado "Cañada Alardín", municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México, ochenta sitios arqueológicos consistentes en concentraciones líticas, cuevas y abrigos rocosos, habitacionales y/o con manifestaciones gráfico rupestres, emplazados en la Formación Zuloaga. En base a ello se lleva a cabo en el área, una investigación Geo-Arqueológica con el propósito de establecer la secuencia estratigráfica, basada en microfósiles característicos de la Formación (Fm.) Zuloaga. Se realizaron análisis de estratificación y de secciones delgadas para identificar las facies y microfacies, para explicar los ambientes de sedimentación.

**Palabras clave:** lítica, cueva, abrigo rocoso, Formación Zuloaga, Geo-Arqueología.

## ABSTRACT

Between 1994 and 2003, there were located on a place of the Blanco River, the "Cañada Alardín" in General Zaragoza County, Nuevo León, México, eighty archaeological sites. These show lithic concentrations, caves, rock-shelters, related to habitational use, and ancient graphic manifestations. All of these facts were found in the Zuloaga Formation (Fm.). Based on this data, a Geo-Archaeological investigation was carried out with the purpose of establishing the stratigraphic sequence of the area, distinguishing microfacies and the characteristic micro-fossils association, based on thin sections analysis from the Zuloaga Fm., in order to explaining the depositional environment.

**Keywords:** Lithic, cave, rock shelter, Zuloaga Formation, Geo-Archaeology.

## **1. GENERALIDADES.-**

### **1.1 INTRODUCCION.-**

El presente Proyecto de Tesis aborda un análisis micropaleontológico del período Jurásico, específicamente de la **Formación Zuloaga** (Oxfordiano-Kimmerigiano). La meta principal de la investigación fue reconstruir y modelar las condiciones paleobatimétricas y paleoecológicas así como la depositación de los sedimentos de la Formación Zuloaga. Es bien sabido que esta Formación contiene una alta concentración de estructuras ooides, en gran parte conteniendo materia orgánica que definitivamente podría aportar los componentes necesarios para la generación de hidrocarburos.

En especial la zona propuesta para estudio muestra el desarrollo de cuevas y abrigos rocosos<sup>1</sup> habitados por antepasados prehistóricos, lo que se consideró importante y que fue el motivo principal para desarrollar la tesis en esta zona. Es llamativo el hecho de que aquí y en otras zonas aledañas los sitios arqueológicos están ubicados precisamente en los estratos masivos basales de la Formación Zuloaga. Tienen sus componentes algún elemento que hizo atractivos los estratos a nuestros antepasados para que desarrollaran sus viviendas al abrigo de esta Formación?

Finalmente, cabe indicar que el área de estudio está localizada en la porción oeste de la Sierra Madre Oriental del estado de Nuevo León, en el municipio de General Zaragoza; y en donde son escasos o nulos los trabajos de investigación geológica, micropaleontológica y microfacial.

Para el desarrollo de este tema fue necesaria la fabricación y análisis de láminas delgadas y su posterior análisis bajo el microscopio petrográfico.

### **1.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.-**

El municipio de General Zaragoza esta ubicado en la Región Sur Ixtlera, entre las coordenadas 23°58' de latitud norte y 99°45' de longitud oeste (**Fig. 1**).

---

<sup>1</sup> Cavidades rocosas naturales con evidencia de material cultural visible en superficie, que fueron utilizadas como habitación por cazadores - recolectores en el pasado en el Noreste de México.

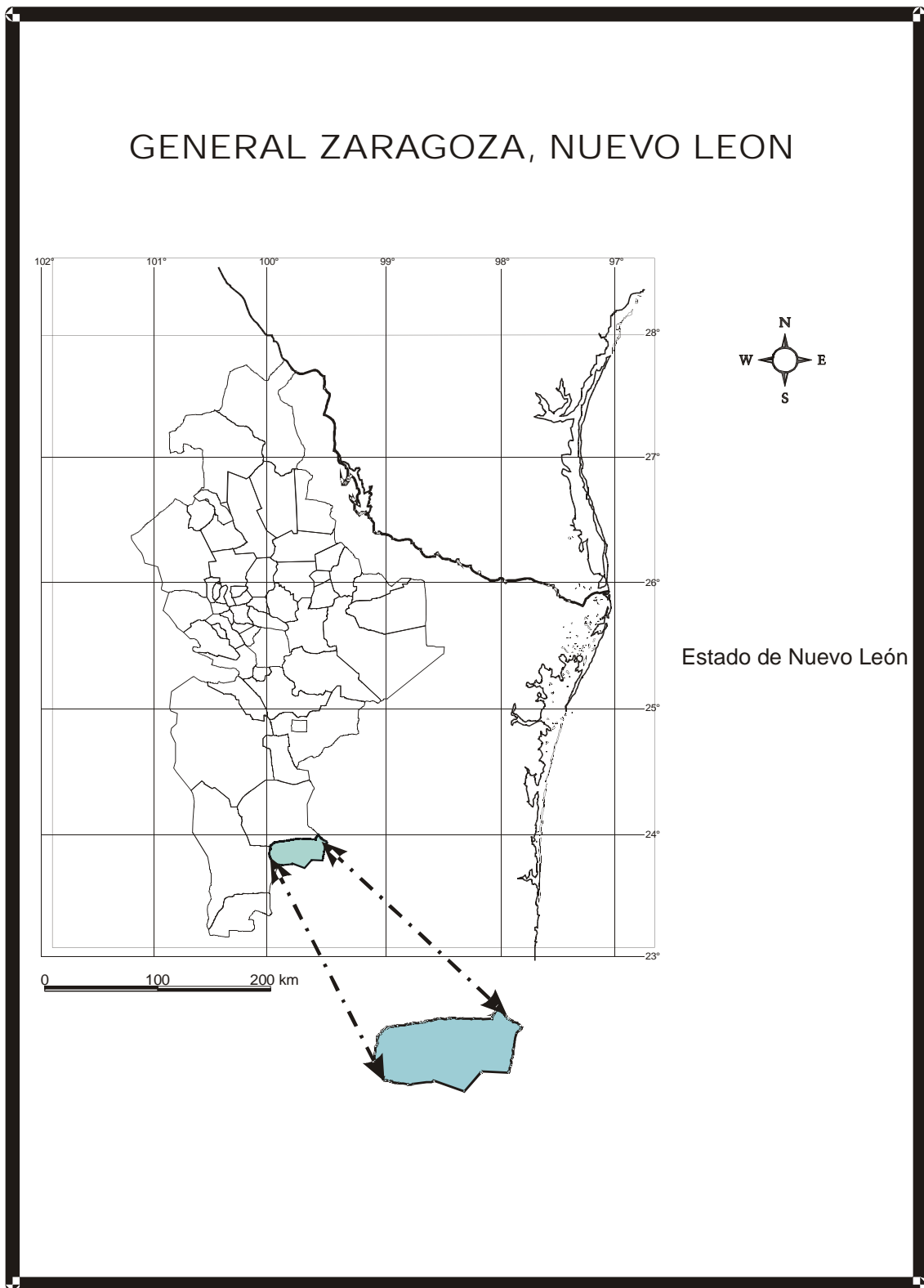
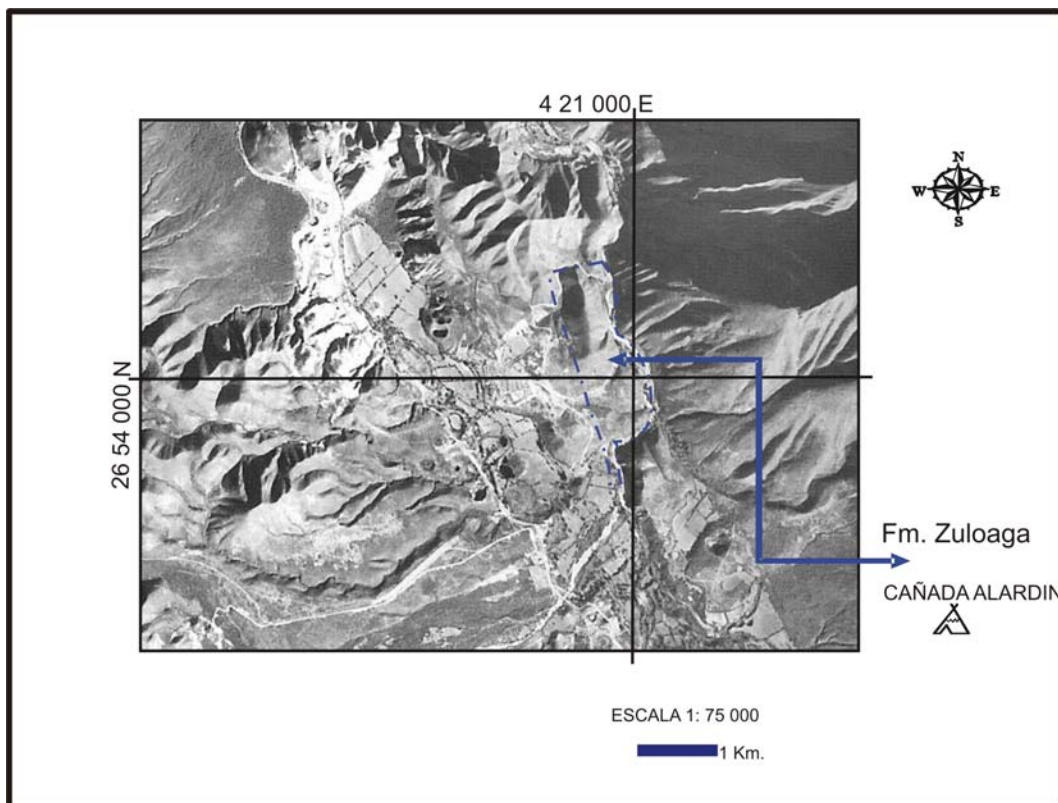


Fig. 1.- Localización del municipio de General Zaragoza N.L. (Rivera, 1996).

### 1.3 CAÑADA ALARDIN.-

La Cañada Alardín se sitúa en la porción oeste de la Sierra Madre Oriental (1 363 msnm), en el mismo municipio de General Zaragoza y sus coordenadas UTM son 4 20 917 E y 26 53 657 N (**Fig. 2**).



**Fig. 2.-** Localización en foto aérea de la Cañada Alardín, General Zaragoza N.L. INEGI. F14-2. Línea 158. Esc. 1: 75 000.

Entre 1994 y 2003 se localizaron en un paraje del Río Blanco, al que se dio el nombre de "Cañada Alardín", aproximadamente ochenta sitios arqueológicos consistentes en concentraciones líticas, cuevas y abrigos rocosos, habitacionales y/o con manifestaciones gráfico-rupestres. Algunos de ellos proporcionaron una diversidad importante de materiales arqueológicos resultantes de la prospección sistemática y de excavación intensiva: se cuenta así con objetos de cerámica, lítica, concha, textiles, fibras, cordaje, restos óseos animales, entierros humanos, elementos arquitectónicos; restos de carbón, polen, sedimentos, macrorestos vegetales y una figurilla antropomorfa en roca.

El área abarca aproximadamente siete kilómetros cuadrados y mantuvo una ocupación indígena desde el período Arcaico Medio (2 500 aC) hasta el siglo XVIII.

A partir del año 2000 se tiene noticia de los primeros hallazgos paleontológicos cenozoicos en la zona de "El Salitre", que precisamente se encuentra en el área de la Cañada Alardín.

#### **1.4 JUSTIFICACION.-**

La importancia de llevar a cabo el análisis microfacial y estratigráfico de la Formación Zuloaga en el área responde a los siguientes planteamientos:

1. Hasta el momento no ha sido llevada a cabo ningún estudio paleontológico en el área.
2. La ocupación humana reconocida arqueológicamente, tuvo lugar en abrigos rocosos y cuevas de composición calcárea en la Formación Zuloaga.
3. Incursionar en la Geoarqueología que se ha convertido en las dos últimas décadas en una disciplina cuyo valor ha sido ampliamente reconocido por los investigadores que indagan el pasado del ser humano. Este hecho se ha debido por una parte a que los arqueólogos han ido adquiriendo un mejor conocimiento y una mayor concientización del hecho de que los sedimentos y la estratigrafía aportan información fundamental sobre el contexto en el que se encuentran los artefactos y las estructuras que excavan. Entender el contexto sedimentario y sus implicaciones es un requisito necesario para desarrollar estudios arqueológicos modernos e interpretar el registro arqueológico de manera completa y precisa (Butzer, 1982).

## 1.5 TRABAJOS PREVIOS.-

El proyecto arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en la Cañada Alardín llevado a cabo entre 1994 y 2003 en el municipio de General Zaragoza, N.L., tuvo como propósito. **“Identificar y caracterizar los grupos humanos que habitaron al poniente de la Sierra Madre Oriental”**, para lo que se realizaron trabajos de prospección y excavación arqueológicos (Rivera, 1996).

La investigación arqueológica recurrió al empleo de métodos de las Ciencias de la Tierra tales como el manejo de información geográfica y geológica; el análisis de sedimentos y suelos (estudios texturales) para la determinación de los procesos de formación del registro (estratigrafía natural y cultural); dataciones relativas y absolutas (fechamientos por radiocarbono); e identificación de materias primas de los materiales líticos para el análisis tecnológico, principalmente (Rivera, 1997- 2003).

## 1.6 OBJETIVOS.-

### OBJETIVO GENERAL

- Establecer la secuencia estratigráfica del área muestreada distinguiendo sedimentos, componentes y microfósiles característicos de la Formación Zuloaga, así como reconocer las facies y microfacies para explicar los paleo-ambientes de sedimentación y su paleobatimetría, basados en el estudio de secciones delgadas.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Analizar facies y microfacies<sup>2</sup> sedimentarias para precisar las características paleo- ambientales en que vivieron los organismos.
- 2.- Examinar las propiedades de los sedimentos, para entender los diferentes procesos de depositación e inferir patrones paleo-ambientales y paleobatimétricos de tales procesos.

---

<sup>2</sup> El término **microfacies** es un término introducido en la nomenclatura estratigráfica desde el mundo de la Geología del Petróleo, para denominar al conjunto de características litológicas y paleontológicas observables al microscopio en lámina delgada y, correlativamente, a las condiciones genéticas que controlaron su depósito (Vera, 1994).

3.- Reconstruir las condiciones paleobatimétricas y/o paleosedimentarias, desarrollando un modelo de la batimetría de la cuenca en el área de estudio.

## 1.7 METODOLOGÍA.-

### 1.7.1 Trabajo de campo

a).- Se obtuvieron 65 muestras en dos perfiles del afloramiento de las calizas oolíticas de la **Formación** Zuloaga, a intervalos de un metro y a partir de la ribera poniente del río Blanco (**Fig. 39.-** Perfil Bio-estratigráfico).

Los perfiles fueron denominados:

**Perfil I Peñascos:** de este perfil se tomaron las muestras marcadas con las claves FZ-1 a FZ-15 y FZ-31 (16 muestras) (**Figs. 3 y 40**).



**Fig. 3.-** Perfil bioestratigráfico I Peñascos, Formación Zuloaga, Cañada Alardín, General Zaragoza, N.L.



**Perfil II La Huerta:** de este se tomaron las muestras denominadas con la clave FZ-60- FZ-109 (49 muestras) (Figs. 4, 5 y 40).



**Fig. 4.-** Perfil bioestratigráfico II: planos de estratificación.



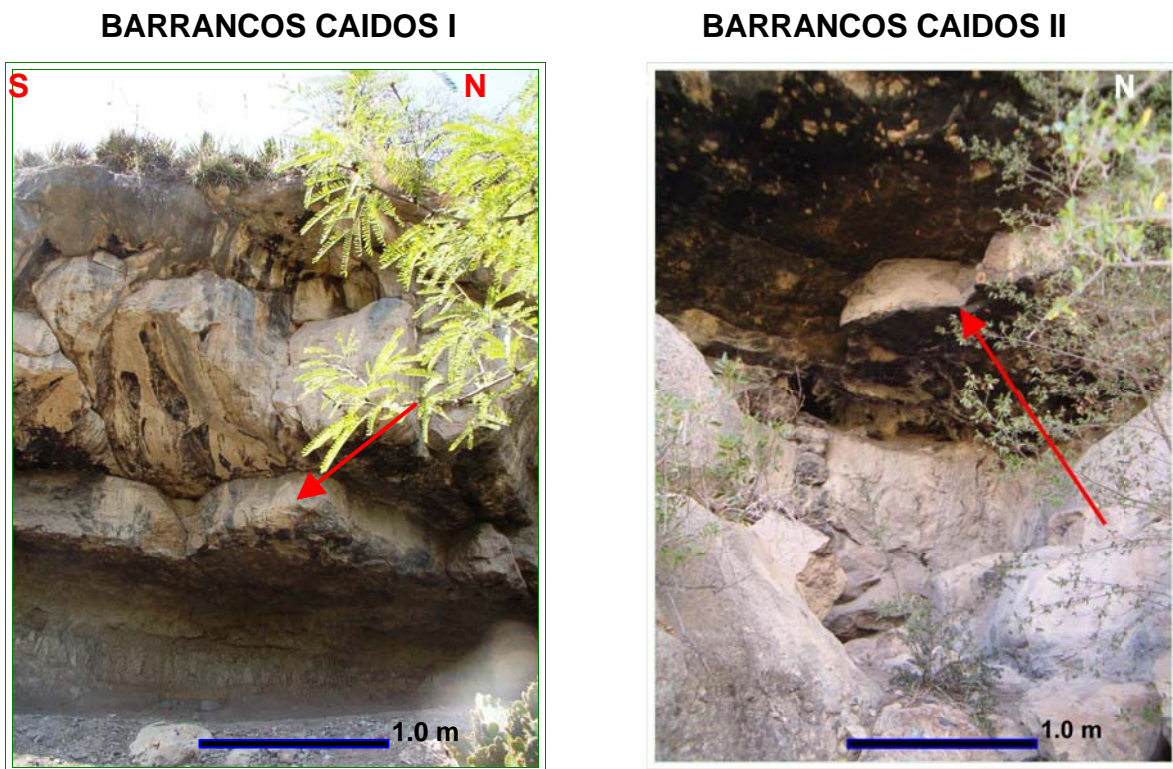
**Fig. 5.-** Perfil bioestratigráfico II: zona de muestreo.

b).- Se tomaron 7 muestras más tanto de las paredes como del techo de los abrigos rocosos Barrancos Caídos I, Barrancos Caídos II y Santo Niño II, identificados como sitios arqueológicos (**Fig. 6**):

**FZ- BC1 (1 muestra)**

**FZ- BC2 (5 muestras)**

**FZ- SN (1 muestra)**



**Fig. 6.-** Muestreo de la Formación Zuloaga en sitios arqueológicos.

**c).**- Se obtuvieron 149 mediciones consistentes en rumbo y buzamiento en la unidad litológica señalada en la Cartografía Geológica con el punto "A", para elaborar el diagrama de diaclasas y planos de estratificación del afloramiento (**Fig. 40**).

Cabe indicar que la muestra de Santo Niño no obstante haber sido analizada, no permitió llevar a cabo interpretación alguna pues se trata solamente de caliche.

#### ACTIVIDADES

- reconocimiento de la Formación Zuloaga para definir los perfiles más adecuados y llevar a cabo la toma de muestras.
- utilización de coordenadas UTM y altitud de cada muestra recolectada.

#### 1.7.2 Trabajo de laboratorio

Con las muestras de calizas recolectadas de los perfiles de la Cañada Alardín, se realizaron las siguientes:

#### ACTIVIDADES

- se elaboraron 72 secciones delgadas en el Laboratorio de preparación de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UANL
- se llevó a cabo la identificación microscópica de los lito- y biocomponentes de las muestras en las 72 secciones delgadas
- se realizó la determinación de las rocas, las facies, las microfacies y los ambientes de sedimentación según las clasificaciones de Dunham (1962), Folk (1980), Wilson (1986) y Flügel (1982, 2004)
- paralelamente se revisó bibliografía para integrar los distintos apartados del trabajo de tesis.

## **1.8 DATOS GENERALES.-**

### **1.8.1 Hidrografía**

El Río Blanco que nace en la Sierra de los Toros al Sur de General Zaragoza, cruza el municipio con corriente permanente, desembocando en el Río Soto la Marina, en el Barretal, Tamaulipas (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988). Pertenece a la región hidrológica "San Fernando - Soto la Marina" y a la cuenca del Río Soto la Marina, que en Nuevo León abarca el 12.1% de su superficie; este río nace en la Sierra de Agua de afuera y su longitud abarca 416 km. La hidrografía de esta corriente es compleja tanto por sus dimensiones como por su ubicación en una zona de topografía irregular, en la que existen numerosas cordilleras que dan lugar a la formación de afluentes y subafluentes de curso complicado, que en algunas ocasiones tienen sentidos opuestos a los que normalmente siguen los cauces principales a que están sujetos (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

### **1.8.2 Clima**

El municipio tiene un clima variable, debido principalmente a su topografía. En el centro es frío y semi - húmedo; al Norte, caliente y semiárido; al Oriente se manifiesta el más seco; al Sur - Poniente es templado y húmedo. La temperatura media anual es de 21° C y los meses mas calurosos se presentan en mayo, junio y julio; con régimen de lluvias en los meses de junio a septiembre (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

### **1.8.3 Orografía**

Se presentan dos formas características de relieve: las zonas orógenas que abarcan aproximadamente el 94% de la superficie; se localizan en todo el municipio y comprenden las sierras de los Toros, Peña Nevada, Los Borregos, La Tuna, Guacamayas, Cuervo y el Orégano; y las zonas semiplanas que abarcan aproximadamente el 4% de la superficie; éstas se sitúan en la cabecera municipal y están formadas por valles y llanuras. El 2% de la superficie corresponde a las zonas planas y se ubican también en los alrededores de la cabecera municipal (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

### **1.8.4 Edafología**

El suelo está constituido en su mayoría por los tipos: litosol y rendzinas, en los valles de las sierras del municipio; los suelos son oscuros y con alto contenido de materia orgánica (feozem calcáreo, luvisol crómico, xerosol háplico). Son fértiles pero impropios para la agricultura y por la poca profundidad son erosionables. En cuanto al uso potencial del suelo, la mayor parte de tierra se dedica a uso forestal, seguido por ganadería, agricultura y área urbana. La tenencia de la tierra es principalmente ejidal y algunas parcelas de propiedad privada (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

#### **1.8.5 Vegetación**

Los suelos contienen una vegetación de tipo matorral, pastizales y bosques; abundan árboles como el pino, piñón, cedro, roble, álamo y mezquite, así como maguey, lechuguilla, palma y candelilla (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

#### **1.8.6 Fauna**

Los animales que han vivido en la zona son: venado, oso, gato montés, zorrillo, conejo, coyote, lobo, jabalí, guacamaya, cardenal, pájaro azul, jilguero, murciélago y ardilla (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

#### **1.8.7 Fisiografía**

El municipio de General Zaragoza, se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Comprende sierras alargadas de calizas, alternadas con valles amplios y bolsones, así como una gran cordillera de cumbres muy abruptas; las sierras menores son de estratos plegados, consistentes de rocas sedimentarias marinas (Cretácico y Jurásico Tardío), entre las que predominan las calizas, seguidas por areniscas. En particular, el municipio se localiza en la subprovincia de la Gran Sierra Plegada, en la que dominan capas delgadas de calizas, con prominentes ejes estructurales anticlinales y sinclinales. Hay afloramientos yesíferos y fosfóricos, una gran falla inversa corre sobre los bordes orientales de la sierra, en tanto que algunas otras - de menor tamaño -, se extienden más o menos paralelas a aquella, y a los ejes estructurales. Hacia los bordes occidentales se presentan algunas

fallas normales importantes, las cumbres de la sierra sobrepasan los 2 000 msnm (INEGI/SPP, 1981).

### **1.8.8 Economía**

En la actualidad en el área existe el pastoreo extensivo de ganado caprino. En algunos lugares la agricultura de riego - se obtiene de ríos y se distribuye por gravedad o aspersión- produciendo: maíz, trigo, frijol, chícharo, papa, alfalfa, manzana, nogal, aguacate, durazno y melón. Básicamente la leña y la lechuguilla son utilizadas para el autoconsumo (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1988).

## **2. PROYECTO ARQUEOLOGICO CAÑADA ALARDIN.-**

Entre mil novecientos noventa y seis y dos mil cuatro se desarrolló el Proyecto CAÑADA ALARDIN, en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León, con el objetivo general de **“Identificar y caracterizar los grupos humanos que habitaron al poniente de la Sierra Madre Oriental sobre las márgenes del río Blanco”**, para lo cual se llevaron a cabo trabajos de prospección y excavación arqueológicos. El área abarca aproximadamente 7 km<sup>2</sup>, en donde se localizaron aproximadamente 80 sitios consistentes en campamentos abiertos, concentraciones de material lítico, cuevas y abrigos habitacionales o con manifestaciones rupestres, “cuicillos” y caleras.

Durante cinco temporadas de campo se efectuaron excavaciones sistemáticas y controladas en ocho sitios de la Cañada Alardín, rescatando un gran número de materiales arqueológicos, cuyo análisis permitió plantear tipologías para esta porción serrana del estado, así como sugerir conclusiones respecto a la actividad tecno-económica y organización socio-política de los grupos nómadas que ahí vivieron -mejor conocidos como cazadores recolectores- durante un período que abarcó desde el Arcaico Temprano hasta el Prehistórico Tardío esto es entre 6000 aC y 1600 dC (Rivera, 1996, 2007).

Como parte del proyecto se efectuaron distintos análisis y pruebas con los materiales arqueológicos -la mayoría de ellos únicos hasta ahora en el estado de Nuevo León-, con los siguientes productos:

- Se rescataron abundantes restos de cerámica, con lo cual se definieron tipos cerámicos locales, generalmente burdos, de pastas en colores naturales de la arcilla; y cerámicas procedentes de áreas vecinas, adquiridas por intercambio o comercio, decoradas mediante pintura, esgrafiado, incisión y alisado con fibras vegetales.
- Fueron recuperados materiales orgánicos como cordeles y nudos de fibras (fragmentos de bolsas, morrales o redes), así como textiles (vestigios de mantas y esteras).
- Entre los artefactos de hueso descubiertos se cuentan: agujas, astas de venado, puntas de hueso, perforadores, punzones, raspadores de uña, epífisis de cuenta, espátulas y un hueso rasurado; y ornamentos (o “cuentas”).

- Se localizaron diversos objetos de concha, roca y arcilla utilizados también como parte de su atavío, en forma de cuentas, pendientes y placas.
- En contexto arqueológico se encontraron macro restos vegetales como inflorescencias, semillas, frutos, hojas, tallos, ramas, cortezas, raíces y vainas, que permitieron identificar especies a nivel de estrato arbóreo: se trata de restos de mezquites, acacias, nogales, pinos y encinos; también fueron reconocidas plantas de matorral (como lechuguilla, agave, maguey y sotol), matorral xerófilo espinoso (mezquite, huizache, granjeno, ferocactus), matorral inerme (gobernadora), izotal (palma china), matorral desértico rosetófilo (guapilla, lechuguilla, sotol, palmilla, palma yuca) y matorral submontano (pinacate o palo prieto, charrasquillo, pata de vaca, fresno, lantrisco y pochote).
- Fueron excavados más de diez entierros humanos, cuyo análisis antropofísico aportó información osteológica básica además de reconocer por primera ocasión los sistemas de enterramiento empleados por grupos indígenas de la región; fueron detectadas también características como edad, sexo, patologías (dentarias, criba orbitaria, osteoporosis), y alteraciones culturales (prácticas de cocimiento y/o descarnamiento de sus muertos).
- Abundantes restos óseos faunísticos se obtuvieron del depósito arqueológico, por lo que fueron determinadas especies como venado (*Odocoileus virginianus*), cisne, perico (migración o comercio); coatí (límite altitudinal de la especie); puma (posible uso ceremonial); conejo del desierto, conejo de matorral, ardilla arbórea, ratón espinoso de abazones, rata magueyera, ocozón; zorra gris, coatí o pizote, zorrillo, puma o león de montaña, lince, gato rabón o de monte y jabalí de collar.
- Se observaron restos de pigmento en manos y piedras de molienda identificándose como hematita variedad ocre rojo, que seguramente aprovechaban para ataviarse y para preparar la pintura rupestre en las paredes de las cuevas.
- De los distintos lugares excavados y de las distintas capas, se recolectaron sedimentos diversos con el propósito de llevar a cabo análisis físicos y químicos; estos permitieron determinar una secuencia




estratigráfica compuesta de al menos tres capas culturales. Igualmente, de la evaluación de las “áreas de actividad” fue posible identificar tres actividades humanas desarrolladas en sus refugios: una relacionada con la preparación - procesamiento de animales, otra asociada con el calentamiento o cocción y una más que tiene que ver con la circulación de los individuos al interior de las cuevas y abrigos rocosos.


- Sin duda el material arqueológico más numeroso -aproximadamente el 80% del material recuperado- y que aportó importante información sobre la tecno- economía de los grupos indígenas de la región fue la “lítica”, es decir herramientas hechas sobre todo de pedernal y caliza.

Por tratarse de la mayor parte de material arqueológico descubierto en las excavaciones de la Cañada Alardín y que plantea una evidente relación con la Geo- Arqueología, presentamos ahora una breve descripción de su análisis:

Entre los artefactos líticos clasificados se cuentan puntas de proyectil (**Fig. 7**), micropuntas, alisadores, artefactos en proceso, bifaciales o cuchillos, buriles, desfibradores, lascas retocadas, manos de molienda (**Fig. 8**), navajillas retocadas, percutores, perforadores, piedras con incisiones o afiladores, piedras de molienda, raspadores y tajadores (**Fig. 9**); así como cristales de cuarzo, nódulos de óxido de hierro (aerolitos) y fósiles.

<b>Artefacto:</b>	<b>PUNTA DE PROYECTIL</b>	<b>Tipo:</b>	<b><u>TOYAH V1</u></b>
	<p>Puntas de flecha que se caracterizan por presentar bordes rectos a ligeramente cóncavos. Esta variedad presenta un par de muescas laterales y una basal para enmangue; se diferencia de la Harrell por la base que es completamente cóncava con aletas prolongadas.</p>		

**Fig. 7.-** Puntas de flecha del Tipo Toyah características del Prehistórico Tardío.

<b>Artefacto:</b>	<b>MANO DE MOLIENDA</b>	<b><u>CIRCULAR, OVAL Y RECTANGULAR</u></b>
	<p>Son rocas de arenisca o cantos rodados que por la fricción constante con otras han adquirido una o varias superficies pulidas. Se utilizaron principalmente para el procesamiento de partes vegetales como semillas o frutos en la producción de molidos.</p>	

**Fig. 8.-** Mano de molienda con restos de pigmento rojo.

<b>Artefacto:</b>	<b>TAJADOR SOBRE CANTO RODADO</b>
	<p>Los tajadores sobre canto comúnmente se les conoce con el nombre chopping tools; son cantos o guijarros rodados por la acción fluvial de los ríos que fueron aprovechados por el hombre para devastar troncos y otras materias primas de considerable dureza.</p>

**Fig. 9.-** Tajador sobre canto empleado para la tala de árboles.

Se encontraron algunos objetos de obsidiana, como puntas de proyectil, navajillas y lascas; lo interesante a destacar es su procedencia externa, ya que en los alrededores no existen yacimientos; el color alterna entre negro, verde y gris. El material es sin duda de procedencia externa y probablemente pasaba lentamente en una serie de intercambios entre grupos vecinos. A diferencia de otras áreas en que la obsidiana se explotó como artículo de intercambio o como tributo, en las comunidades norestenses este fue más bien un instrumento y producto de carácter utilitario no básico, por los vastos yacimientos de rocas sedimentarias del entorno.

Como se señaló anteriormente, las manos y piedras de molienda con residuos de pigmento rojo seguramente también tuvieron una función ritual.

Asimismo fueron recuperados algunos cuarzos cristalinos que eran empleados para moler o pulverizar algunas sustancias duras, o para desgastar implementos de grabado de algún tipo; usados para dar forma a las conchas y/o actividades socio-religiosas, es decir, en la magia y en la brujería.

Posiblemente función equivalente hayan tenido los fragmentos de fósiles encontrados en el depósito, que proceden de las elevaciones de la sierra (**Fig. 10**).



**Fig. 10.-** Fragmento de fósil usado como amuleto.

A continuación se exponen los resultados del análisis morfo- tecnológico de la lítica recobrada en excavación del sitio arqueológico Barrancos Caídos I por ser la más abundante y representativa de la Cañada Alardín:

Esta cueva presenta la mayor cantidad de restos culturales, por lo que al parecer su ocupación es mucho más prolongada que en el resto de los

refugios. Aquí, se identificaron seis capas estratigráficas entre las cuales se contabilizaron y clasificaron 47885 piezas que incluyen lascas, materia prima y núcleos; los artefactos también son numerosos con un total de 570 ejemplares completos entre los que destacan las puntas de proyectil.


La materia prima más utilizada para la elaboración de artefactos es el pedernal en sus diferentes tonalidades, aunque predomina la utilización del pedernal blanco en contraste con las tonalidades grises y negras; por su parte los desechos de obsidiana y lutita son bastante escasos. La arenisca se sigue utilizando para la producción de artefactos grandes como tajadores y raspadores (**Fig. 11**).

Capa	Artefacto	Materia Prima	Color	No.
I	Bifacial	Pedernal	Blanco	1
I	Bifacial	Pedernal	Negro	2
II	Bifacial	Pedernal	Negro	1
III	Bifacial	Pedernal	Gris	1
IV	Bifacial	Pedernal	Rojo	1
s/c	Buril	Pedernal	Blanco	1
I	Desfibrador	Arenisca	Gris	1
I	Desfibrador	Pedernal	Negro	2
II	Desfibrador	Pedernal	Negro	1
III	Desfibrador	Pedernal	Gris	1
s/c	Desfibrador	Pedernal	Gris	1
I	Navajilla	Pedernal	Amarillo	1
I	Navajilla	Pedernal	Blanco	1
I	Navajilla	Pedernal	Café	1
I	Navajilla	Pedernal	Gris	3
I	Navajilla	Pedernal	Negro	5
II	Navajilla	Pedernal	Blanco	2
II	Navajilla	Pedernal	Gris	8
II	Navajilla	Pedernal	Negro	3
II	Navajilla	Pedernal	Rojo	3
III	Navajilla	Pedernal	Gris	2
III	Navajilla	Pedernal	Negro	1
IV	Navajilla	Pedernal	Gris	1
IV	Navajilla	Pedernal	Rojo	1
V	Navajilla	Pedernal	Gris	1
III	Percutor	Pedernal	Gris	1
I	Tajador sobre Canto	Arenisca	Gris	2
II	Tajador sobre Canto	Pedernal	Gris	1
IV	Tajador sobre Canto	Arenisca	Café	1
s/c	Tajador sobre Canto	Pedernal	Gris	1
I	Tajador sobre Núcleo	Pedernal	Gris	1
I	Tajador sobre Núcleo	Arenisca	Negro	1
II	Tajador sobre Núcleo	Pedernal	Gris	1
s/c	Tajador sobre Núcleo	Pedernal	Gris	2

Capa	Artefacto	Materia Prima	Color	No.
I	Perforador	Pedernal	Gris	1
I	Perforador	Pedernal	Blanco	1
I	Perforador	Pedernal	Café	1
II	Perforador	Pedernal	Blanco	3
II	Perforador	Pedernal	Café	1
III	Perforador	Pedernal	Blanco	1
IV	Perforador	Pedernal	Blanco	1
IV	Perforador	Pedernal	Negro	2
IV	Perforador	Pedernal	Gris	1
V	Perforador	Pedernal	Rojo	1
s/c	Perforador	Pedernal	Gris	1
I	Raspador	Pedernal	Blanco	6
I	Raspador	Pedernal	Gris	5
I	Raspador	Pedernal	Negro	9
I	Raspador	Pedernal	Rojo	2
II	Raspador	Pedernal	Blanco	7
II	Raspador	Pedernal	Café	1
II	Raspador	Pedernal	Gris	1
II	Raspador	Pedernal	Negro	13
III	Raspador	Pedernal	Blanco	3
IV	Raspador	Pedernal	Blanco	3
IV	Raspador	Pedernal	Negro	2
IV	Raspador	Pedernal	Rojo	1


Fig. 11.- Lista de artefactos por capa y materias primas.

En las capas superiores las puntas de flecha son las de mayor presencia destacando los tipos Toyah, Fresno y Starr en todas sus variedades, Caracara, Harrell, Micropunta, NL22 Pisones, NL12 Anacua, NL05 Cataara y Soto. Los tipos de punta de dardo (más antiguas) que se reconocieron son principalmente Catán, Durán, Matamoros, NL02 La Rana variedades 1 y 2, NL23 Janambres (**Fig. 12**), NL20 El Paso, Shumla y Tortugas.

Artefacto:	PUNTA DE PROYECTIL	Tipo:	<u>NL23 JANAMBRES</u>
	<p>Son puntas de dardo que en el extremo distal presentan bordes cóncavos; en la parte medial se localizan dos pares de muescas; en la división de estas se encuentra la parte más ancha de la pieza; la base puede ser recta o cóncava; en algunos ejemplares esta sobrepasa el ancho de la pieza formando un pedúnculo expandido.</p>		

**Fig. 12.-** Punta de dardo con muescas característica del período Arcaico.

Los raspadores Coahuilo son numerosos y se constituyen en 11 tipos. Los bifaciales o cuchillos, tajadores sobre núcleo y sobre lasca son abundantes en las primeras capas; en tanto que los percutores son más bien escasos (**Fig.13**).

Artefacto:	RASPADOR	Tipo:	<u>COAHUILO II</u>
	<p>Este artefacto puede confundirse con una punta de proyectil de forma triangular, su principal distinción radica en que observándola en sección se aprecia su forma cóncava-convexa bastante prolongada. La punta que es la parte proximal constituye la zona por donde se enmangaba.</p>		

**Fig. 13.-** Raspadores para enmangar empleados para actividades de talla o raspado.

Las navajillas retocadas se emplearon como herramientas regulares y los desfibradores indican la explotación de vegetales para la obtención de fibras. Están ausentes los raspadores grandes de los tipos tortuga y lateral.

El conjunto de artefactos de lítica pulida está constituido por manos de molienda principalmente -indicando el procesamiento de plantas y semillas para el consumo humano-, y algunas piedras con incisiones, que bien pudieron servir para afilar los bordes de las puntas de proyectil denotando una técnica especializada.

Se cuentan también algunos alisadores que seguramente fueron utilizados para suavizar las pieles de animales para adoptarlas como vestido.

En esta cueva como se puede concluir, se elaboraban los artefactos de uso cotidiano para la cacería, pues se reconocieron desechos de todo el proceso de producción manteniendo una regularidad en todas las capas estratigráficas; por ello, se puede asegurar que las tendencias tecnológicas no tuvieron cambios a través del tiempo.

Aquí mismo, como ya se indicó, se localizó el mayor número de artefactos completos de los cuales casi todos son puntas de proyectil. En la lítica tallada resalta la ausencia y la poca densidad de artefactos para actividades de subsistencia relacionados al proceso de obtención de fibras vegetales y el procesamiento de pieles, como es el caso de los raspadores laterales y tortuga; de la misma forma los tajadores son escasos. Podemos destacar por último, que las manos y piedras de molienda sólo se localizaron en las capas superiores (**Fig. 14**).

Capa	Artefacto	Materia Prima	Color	No.
I	Punta de proyectil	Pedernal	Amarillo	1
I	Punta de proyectil	Pedernal	Blanco	46
I	Punta de proyectil	Pedernal	Café	8
I	Punta de proyectil	Pedernal	Gris	48
I	Punta de proyectil	Pedernal	Negro	56
I	Punta de proyectil	Pedernal	Rojo	7
II	Punta de proyectil	Pedernal	Blanco	45
II	Punta de proyectil	Pedernal	Café	5
II	Punta de proyectil	Pedernal	Gris	39
II	Punta de proyectil	Pedernal	Negro	50
II	Punta de proyectil	Pedernal	Rojo	3
II	Punta de proyectil	Cristal de roca	Transparente	1
II	Punta de proyectil	caliza	Verde	1
III	Punta de proyectil	Pedernal	Amarillo	1
III	Punta de proyectil	Pedernal	Blanco	16
III	Punta de proyectil	Pedernal	Café	2
III	Punta de proyectil	Pedernal	Gris	15
III	Punta de proyectil	Pedernal	Negro	15
III	Punta de proyectil	Pedernal	Rojo	2
IV	Punta de proyectil	Pedernal	Blanco	14
IV	Punta de proyectil	Pedernal	Gris	9
IV	Punta de proyectil	Pedernal	Negro	10
IV	Punta de proyectil	Pedernal	Rojo	5
V	Punta de proyectil	Pedernal	Blanco	6
V	Punta de proyectil	Pedernal	Gris	4
V	Punta de proyectil	Pedernal	Negro	1
V	Punta de proyectil	Pedernal	Rojo	1
VI	Punta de proyectil	Pedernal	Gris	1
VI	Punta de proyectil	Pedernal	Negro	1
VI	Punta de proyectil	Pedernal	Rojo	1

Capa	Artefacto	Materia Prima	Color	No.
s/c	Punta de proyectil	Pedernal I	Blanco	6
s/c	Punta de proyectil	Pedernal I	Café	1
s/c	Punta de proyectil	Pedernal I	Gris	5
s/c	Punta de proyectil	Pedernal I	Negro	9
s/c	Punta de proyectil	Pedernal I	Rojo	1

II	Alisador	Arenisca	Rojo	1
II	Alisador	Arenisca	Gris	1
II	Alisador	caliza	Gris	1
II	Alisador	Arenisca	Rojo	1
III	Alisador	caliza	Gris	2
V	Alisador	Arenisca	Gris	1
I	Mano de Molienda	Arenisca	Gris	7
I	Mano de Molienda	caliza	Negro	1
I	Mano de Molienda	Pedernal I	Blanco	1
I	Mano de Molienda	Arenisca	Negro	1
I	Mano de Molienda	Pedernal I	Gris	1
I	Mano de Molienda	Arenisca	Gris	1
I	Piedra con incisiones	Arenisca	Gris	1
II	Mano de Molienda	caliza	Rojo	1
II	Mano de Molienda	Arenisca	Gris	5
II	Mano de Molienda	caliza	Gris	1
III	Mano de Molienda	Arenisca	Gris	1
III	Piedra con incisiones	Arenisca	Gris	1
II	Piedra de Molienda	Pedernal I	Negro	1
II	Piedra de Molienda	caliza	Gris	1
II	Piedra de Molienda	Pedernal I	Gris	1

Fig. 14.- Lista de artefactos e instrumentos de molienda por capa y materia prima.



En base a la identificación de algunas materias primas en que fueron elaborados algunos de los artefactos aquí mencionados y que son de procedencia externa (en particular la obsidiana y algunas variantes de pedernal), se considera que los grupos que habitaron la Cañada Alardín participaron de un sistema de comunicación e intercambio cuyo cauce principal fluía en dirección norte- sur, por lo que se propone en la **Fig. 15** un Modelo de distribución de materiales líticos en base a referencias de hallazgos arqueológicos:



**Fig.15.-** Rutas de intercambio de materias primas líticas procedentes de Mesoamérica (Querétaro e Hidalgo) y del Noreste (Tamaulipas y Nuevo León).

Mención especial merece el hallazgo de una figurilla antropomorfa (**Fig. 16**) tallada en piedra, que si bien podría relacionarse con alguno de los tipos huastecos, muestra sin embargo rasgos locales.

Consiste en una figura erguida carente de cabeza y brazos, de sexo indeterminado, con piernas y caderas gruesas, tórax plano, ombligo y pies planos indicando los dedos con dos puntos grabados en cada uno; lleva sobre el cuello un grueso collar tallado y decorado con pequeñas líneas paralelas; con una especie de cinto alrededor de su cintura y que cuelga anudado hacia la parte izquierda de su pierna; posiblemente en la parte posterior del hombro derecho tuviera algún tipo de ornamento pero está erosionado. Un rasgo que la identifica es la serie de líneas grabadas en el torso y en las extremidades, simbolizando posiblemente la costumbre indígena de la escarificación.



**Fig.16.-** Figura antropomorfa tallada en roca que muestra características culturales de los grupos indígenas de la región.

En base a los resultados obtenidos con fechamientos por C<sup>14</sup> de materiales como carbón y ceniza procedentes de áreas de “fogones”, se elaboró el siguiente cuadro cronológico marcado como **Fig. 17**:

PREHISTORICO TARDIO	700 / 1 600 dC		a.-
ARCAICO TARDIO	1 000 aC / 300 dC		b.-
ARCAICO MEDIO	2 500 / 1 000 aC		...c.-
ARCAICO TEMPRANO	6 000 – 2 500 aC		...d.-

**Fig. 17.-** Puntas de proyectil características de los distintos períodos de ocupación humana en la Cañada Alardín: a.- tipo Toyah; b.- tipo Matamoros; c.- tipo Tortugas; d.- tipo Lerma.

## **Notas sobre la sedimentación en Barrancos Caídos II y Santo Niño II.-**

Según Schmid (1980), el proceso de sedimentación está determinado en gran medida por la forma de la cueva. En el caso de las cuevas y abrigos de la Cañada Alardín, emplazadas en la Formación Zuloaga que aquí se estudia como tema de Tesis, se pueden clasificar en el tipo de “cuevas exteriores o exógenas”, ya que son poco profundas; con frecuencia son erosionadas por un río (el Río Blanco), o están en las orillas de un lago o del mar (en este caso se ubican en el primer tipo). Generalmente el piso se inclina hacia abajo desde el interior (excepto Santo Niño).

El escombros se acumula primeramente en la entrada o al frente de la cueva, por lo que gradualmente se forma un piso más horizontal. Posteriormente se cubre también el piso de la parte posterior de la cueva o abrigo. En otros casos hay cuevas con piso originalmente horizontal.

Probablemente en el caso de Santo Niño II (capa X), los sedimentos fueron acarreados por el río en la época en que se formó su cauce o por inundaciones posteriores. Estos depósitos pueden auxiliar en la datación de la cueva.

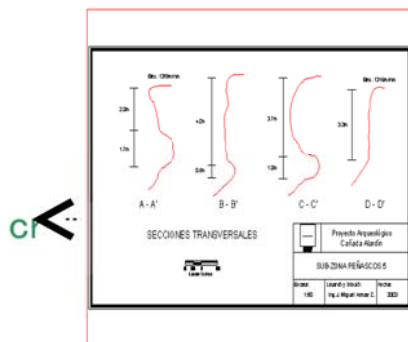
Los tipos de sedimentos al interior de una cueva o abrigo se originan de la siguiente forma:

- a. Por acción del agua (contenido de CO<sub>2</sub>) que se filtra al interior, se deposita travertino; es así que por la precipitación de CO<sub>2</sub> se forman estalactitas (Santo Niño I y II)
- b. La causa principal del desprendimiento de fragmentos de caliza de paredes y techo, puede deberse a la filtración de agua que contiene CO<sub>2</sub>, arcillas y arenas, lo que se da generalmente en climas templados o cálidos con precipitación considerable
- c. La depositación de sedimentos se realiza por acción del viento -componentes aluviales y arcillosos-; por escurrimiento de materiales finos desde el exterior -loess-; por acción del agua de lluvia; por el desprendimiento de piedra nativa; por el flujo de agua -que causa bandas que varían entre arenas gruesas y finas y arcillas-; y por la descomposición de materia orgánica.

Por otra parte, la dirección en que se abre una cueva produce efectos del clima externo en la sedimentación. Así en una cueva orientada al Sur el sol

incide largo tiempo en la entrada y por tanto, tendrá un efecto directo en la parte frontal del clima de la cueva. La orientación al Norte provocará una posición sombreada y sólo la temperatura del aire tendrá algún efecto. Si en cambio está orientada al Este recibirá calor del sol directamente después del frío de la noche. Finalmente, si la orientación es hacia el Oeste, recibirá los rayos solares después de que el aire se haya calentado durante muchas horas. Estos factores determinaron sin duda la ocupación humana indígena de cuevas y abrigos rocosos en la Cañada Alardín.

Para ilustrar la orientación que mantiene uno de los abrigos rocosos hacia el este, se presenta el siguiente corte en perfil (**Fig. 18**):



**Fig. 18.-** Corte en perfil de un abrigo rocoso en la Cañada Alardín, mostrando el mayor depósito cultural hacia la banqueta y parte frontal: lg: línea de goteo; bn: banqueta; tch: techo; cr: cresta.

Por último, de acuerdo a observaciones hechas sobre algunos rasgos geológicos de los sitios arqueológicos Barrancos Caídos I y Santo Niño II, fue elaborado el siguiente esquema comparativo:

### **Barrancos Caídos II**

#### Exterior:

- pendiente/talud pronunciado
- sedimento formado por humus
- roca madre superficial
- orientación general: Este-Oeste

#### Interior:

- escasa luz
- falta de vegetación
- derrumbe de techo y paredes
- techo bajo inclinado Norte-Sur
- dos entradas: Norte y Sur
- piso inclinado Sur-Norte

#### Depositación:

- relleno artificial -depositación humana
- sedimentación geológica

Dimensiones: largo 17.85m, altura mayor 5.485m, altura menor 1.955m, profundidad mayor 4.73m, profundidad menor 1.5m

### **Santo Niño II**

#### Exterior:

- sedimento formado por restos de vegetación y formación de suelos
- línea de goteo a la entrada por la que escurre agua desde la cresta del abrigo
- sin talud exterior
- orientación general: Norte- Sur

#### Interior:

- material llevado por el viento aunado a la descomposición de techos y paredes
- formación de fisuras en el techo por las que se filtra agua, provocando calcificación de sedimentos
- techo alto inclinado Norte-Sur entrada amplia
- piso inclinado Oeste-Este

#### Depositación:

- sedimentos acarreados por el río
- relleno artificial o depositación humana

Dimensiones: largo 15.0m, altura mayor 7.78m, altura menor 1.6m, profundidad mayor 9.5m, profundidad menor 1.08m.

## RECAPITULACION.-

Las fuentes históricas mencionan que para el área existían Bocalos, Borrados y Rayados durante el siglo XVII; y Pisones, Manacanes y Siguiyones en el XVIII; estos grupos bien pudieron ser los antiguos habitantes de la Cañada Alardín, un lugar fresco de primavera a verano y cálido en invierno, propicio para habitarse durante la mayor parte del año, por la abundancia de recursos que ofrece la sierra.

En los restos materiales hallados se ve reflejado el patrón de vida de sus habitantes, consistente en una variedad de actividades como la recolección, la pesca y la caza encaminadas a la obtención de medios de subsistencia; la manufactura y/o reparación de instrumentos de trabajo; y el intercambio al exterior de objetos de carácter primordialmente de status, aunque también de consumo.

El cuantioso material lítico descubierto, parece indicar una importante actividad de talla de artefactos -productos y desechos-, no sólo de materia prima local -pedernal negro- sino alóctona -pedernal blanco y obsidiana-.

Los numerosos restos de fauna encontrados en los abrigos indican la variedad de la dieta de sus pobladores. Básicamente, el hallazgo de objetos de concha, tanto de origen marino como de agua dulce, confirma actividades relacionadas a la alimentación, a la vestimenta e incluso al intercambio, tanto con grupos de la sierra como con grupos de la franja costera del Golfo.

Otro tipo de materiales que parecen confirmar la hipótesis de que en el área se cumplieron diversas funciones, son los punzones, astas de venado, espátulas y agujas, que parecen indicar actividades tanto de confección de vestimenta como de elaboración de algunos instrumentos.

El hallazgo de ciertos materiales arqueológicos, en particular la figurilla antropomorfa (**Fig. 16**), los objetos de obsidiana (puntas y navajillas), la cerámica y los artefactos de materiales orgánicos (cordaje, textil y estera), restos vegetales y semillas, reflejan un patrón de vida distinto al de los nómadas cazadores recolectores, que dominaron en otro tiempo la mayor parte del territorio de lo que ahora es Nuevo León.

En base a lo anterior, los abrigos rocosos de la Cañada Alardín parecen haber sido ocupados como campamentos habitacionales y como campamentos de trabajo, es decir, lugares donde se llevaron a cabo

actividades productivas encaminadas a satisfacer las necesidades básicas de subsistencia pero también actividades de carácter social e incluso ritual (Rivera 2003).



### **3. EVOLUCION TECNO- ESTRATIGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.-**

#### **3.1 JURÁSICO.-**

En este momento de la historia geológica del planeta se producen importantes cambios paleogeográficos vinculados con el comienzo del desmembramiento de la Pangea. El Paleotethys se fue reduciendo para finalmente desaparecer, siendo reemplazado por el Neotethys que con una orientación este-oeste separaba Laurasia de Gondwana.

Las fases iniciales de la ruptura de Pangea siguieron relacionadas a diversos sistemas de rift; a partir del Jurásico Temprano comenzó a formarse el Golfo de México y en el norte de América del Sur el desarrollo de fosas tectónicas en el Jurásico Medio permitió la comunicación del Tethys con el Paleopacífico y condujo a la separación entre América del Norte y América del Sur. Esta comunicación formó parte del nacimiento del Atlántico Central, que contó con desarrollo de corteza oceánica alrededor de los 160 ma.

La fragmentación del continente Pangea, con la concomitante aparición de dorsales centro-oceánicas motivó el aumento relativo del nivel del mar y el desarrollo de amplias transgresiones sobre los márgenes continentales. También con estrecha relación a la fragmentación del supercontinente se produjeron extensas efusiones volcánicas.

En Gondwana, el desarrollo de un canal transgondwánico durante el Jurásico Medio y Tardío constituyó otra importante vía de intercambio biótico entre el Tethys y el Paleopacífico.

El clima del Jurásico se caracterizó por su uniformidad, siendo principalmente templado cálido, aunque hay también amplios registros de estratos rojos y evaporitas.

Con respecto a la biota, especialmente los microorganismos, a partir del Jurásico Medio se registran los foraminíferos planctónicos y se diversifica el nanoplancton calcáreo. Los moluscos dominaron todos los mares; los arrecifes fueron comunes y aparecen los primeros equinoideos irregulares. En ambientes continentales se reconocen moluscos de agua dulce,

conchóstracos, ostrácodos e insectos. Las floras estuvieron formadas por helechos y gimnospermas, que alcanzaron su acmé en este período.

### **Diastrofismo**

Las regiones asiática y circumpacífica fueron afectadas por intensas orogenias.

A lo largo del borde occidental norteamericano, la orogenia Cordillerana estuvo relacionada a la colisión de una serie de terrenos alóctonos desde la Baja California hasta la Columbia Británica. La procedencia de algunos de estos terrenos puede deducirse por las afinidades de sus faunas de amonites.

La orogenia gondwánica finalizó en el Jurásico Temprano, pero a partir del Jurásico Medio se intensificó la actividad en la zona de subducción adyacente al margen occidental del supercontinente. Esta actividad estuvo relacionada a la separación entre América del Norte y América del Sur y la recomposición de las placas en la región del Paleopacífico. En este período se formaron una serie de arcos volcánicos desde el norte de América del Sur hasta la Península Antártica. Detrás de estos arcos volcánicos se desarrollaron cuencas de retroarco.

### **Paleogeografía**

El sistema de rifts que a finales del Triásico se constituyó entre Laurasia y Gondwana, se intensificó a comienzos del Jurásico y motivó la apertura del Atlántico central a partir del Toarciano.

En los continentes adyacentes, las fuerzas tensionales definieron grábenes que acumularon sedimentos, como por ejemplo en el mar del Norte, compuestos por rocas lutíticas ricas en materia orgánica que actualmente forman importantes reservorios petrolíferos.

En el Bajociano, el océano Atlántico Central era un océano angosto y poco profundo, que se comunicaba a través del Caribe con el Paleopacífico mientras que por el otro extremo lo hacía con el Neotethys. Esto significó una importante innovación en la circulación oceánica mundial que permitió la formación de una corriente circumequatorial que durante millones de años tuvo una decisiva influencia en la distribución de la biota marina.

## El Gondwana Jurásico

En el Jurásico Temprano América del Norte y América del Sur se separaron y tanto Laurasia como Gondwana pasaron a constituir dos placas independientes. En el interior gondwánico un canal transgondwánico estrecho y somero dividía el supercontinente. En el Jurásico Tardío de Antártica hay amonites que también se encuentran en África oriental e India los que habrían utilizado como ruta migratoria este canal. Si bien el Gondwana mantuvo su unidad durante el Jurásico, a partir del Dogger en distintas partes ocurrieron fuerzas distensivas acompañadas por intensas efusiones volcánicas, que comenzaron en el Jurásico Temprano.

En el Jurásico Tardío, Gondwana se hallaba separada de Laurasia comunicándose el Neotethys con el Paleopacífico a través del golfo de México y el Caribe. El paleoecuador cruzaba América del Sur en posiciones similares a las actuales. De este modo no existían áreas glaciales y el clima en general era uniforme, cálido, con rocas evaporíticas cerca del paleoecuador y más humedad en altas latitudes.

## Características biológicas

### INVERTEBRADOS

La vida planctónica resurgió durante el Jurásico. En el zooplancton participaron los tintínidos, radiolarios y a partir del Dogger, también los foraminíferos.

Las comunidades bentónicas contaron con esponjas y corales, importantes integrantes de los arrecifes, los braquiópodos estuvieron principalmente representados por terebratulidos y rinconélidos. El predominio de los bivalvos se acentuó en el Jurásico y muchas especies desarrollaron grandes y gruesas conchillas. Frecuentemente se encuentran asociados a algas, bryozoarios, hexacorales, crinoideos y amonoideos. Los géneros más comunes son: *Cucullaea*, *Ostrea*, *Grypaea*, *Exogyra*, *Isognomon*, *Pholadomya*, etc. En los gasterópodos aparecen las formas aladas (*Harpagodes*).

Las faunas de cefalópodos se compusieron principalmente de amonites y belemnites. Se conocen también los primeros registros de pulpos y sepias. La gran mayoría de los amonites jurásicos pertenece a los Ammonitina, caracterizados por la complejidad sutural, surgidos de los psiloceratidos

hettangianos. Los Ammonitina experimentaron una enorme radiación en el Jurásico medio cuando a partir de los hammatoceratáceos aalenianos surgieron los haploceratáceos, estefanoceratáceos y perisfíntidos en el Bajociano, formas que persistieron hasta el Cretácico.

En el Jurásico comenzaron a abundar los equinodermos regulares e irregulares; estos últimos se originaron en este período. Son comunes también los crustáceos decápodos.

En los ambientes jurásicos continentales se encuentran restos de conchóstracos, ostrácodos, insectos y moluscos dulceacuícolas.

### **Estratigrafía**

El Jurásico es un sistema eminentemente marino, en general de poca profundidad. La litología no es muy variada, se reduce casi exclusivamente a calizas –desde estratos delgados hasta masivos– y margas. Son escasas las facies continentales; tan sólo al principio y hacia el final del periodo, donde aparece una facies lacustre, quedando el Jurásico como un ciclo geológico completo.

Las características litoestratigráficas del Jurásico se pueden considerar bastante homogéneas generalmente. El gran ciclo sedimentario jurásico se caracteriza por una transgresión de un mar cálido poco profundo (siempre inferior a los 100 metros), dando lugar a calizas y margas de modo generalizado. Tan sólo a finales del período, como consecuencia de una reactivación de bloques, el mar se retira temporalmente, apareciendo los materiales transgresivos terrígenos.

#### **3.1.1 JURÁSICO TARDÍO.-**

**Oxfordiano: Formación de calizas con esponjas**

Se identifica con calizas de textura packstone a grainstone de tonos grises, frecuentemente con aspecto noduloso o brechoide, de estratificación irregular, con estratos de 15 a 30 cm de espesor.

Consta de una amplia plataforma de extensión con amortiguación de oleaje y de ambiente submareal con salinidad normal y de escasa profundidad.

Se caracteriza por ripples de pequeña escala, estratificación cruzada de bajo ángulo y gran escala, bioturbación abundante y hard-grounds.

Contiene fósiles abundantes como esponjas, belemnites, amonites, crinoides, braquiópodos, bivalvos y foraminíferos.

Al respecto Flügel (1982, 2004) propone el siguiente esquema el cual contiene los fósiles en secciones delgadas característicos de Jurásico Tardío, según frecuencias y significado estratigráfico (**Fig. 19**):

Radiolarios	✱
Otros tintinoideos	✚
Esponjas silíceas	✱
Estromatopóridos	⊕
Corales	⊕
Briozooarios	⊕
Gasterópodos	✚
Pelecípodos	✚
Filamentos	✱
Amonites	✚
Belemnites	✚
Serpúlidos	✚
Coprolitos de crustáceos	✚
Crinoideos sésiles	✚
Crinoideos planctónicos	✚
Equinodermos	✚
Ofiúridos	✚
Armazón de Algas azul- verde	✱
Porostromata	✱
Algas verdes:	
• Codiáceas	✱
• Dasicladáceas	✚
• Caráceas	✚
Rodofíceas:	
• Solenoporáceas	✱
• Coralináceas	-
Globoquetas	✚
Esporas / polen	+
Nanocónidos	✚

LEYENDA





-  raro en sección delgada
-  común en secciones delgadas
-  relativamente abundantes en secciones delgadas
-  necesitan secciones orientadas para determinaciones genéricas

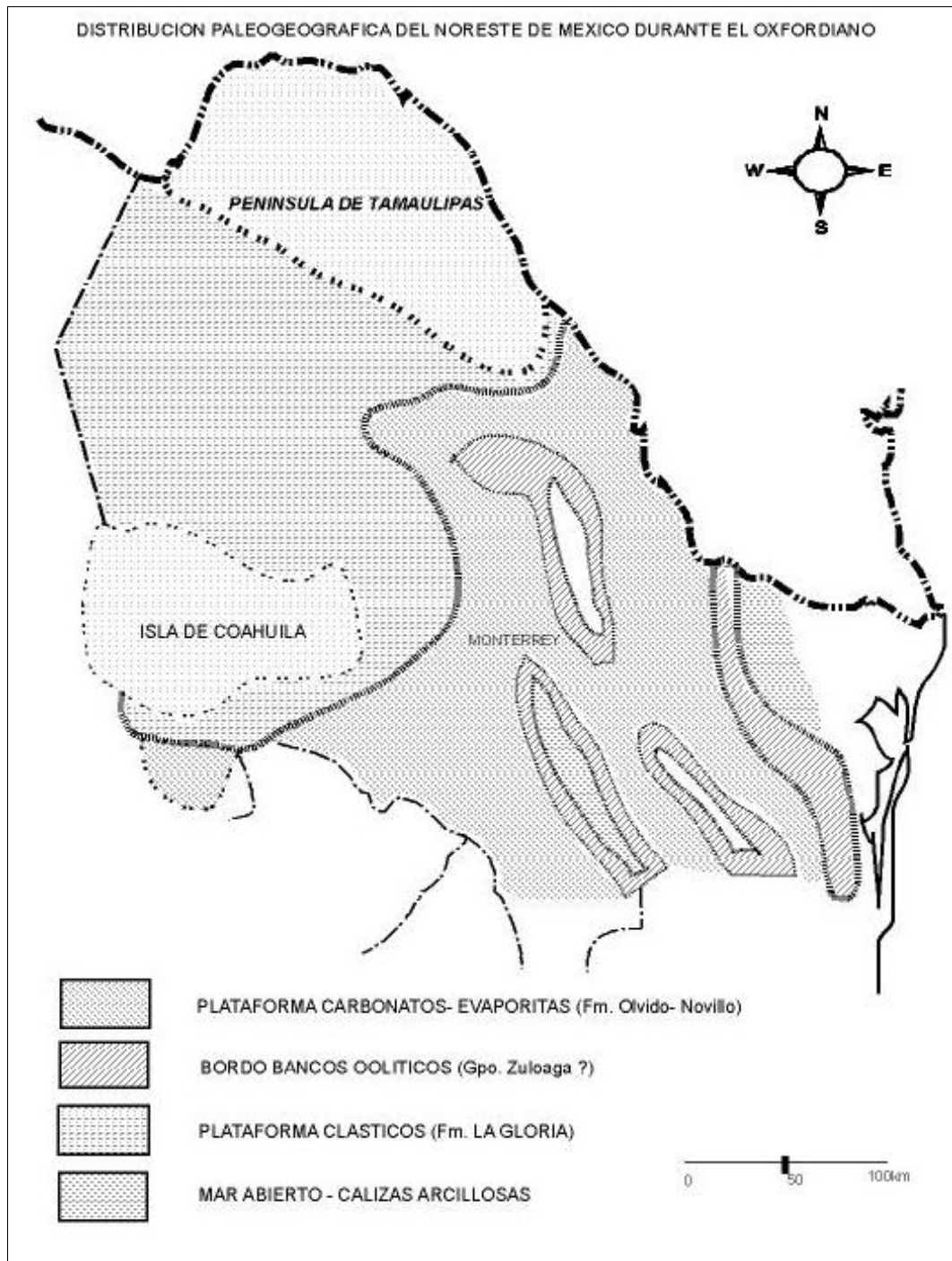
Fig. 19.- Esquema con fósiles presentes en el Jurásico Tardío (tomado de Flügel, 1982, 2004).

## 3.2 PALEOGEOGRAFIA DEL NORESTE DE MEXICO.-

### 3.2.1 Jurásico Tardío

El agua marina alcanzó el área del actual Golfo de México durante el Calloviano y al inicio del Jurásico Tardío empieza una extendida y prolongada transgresión en la mayor parte del Noreste de México. Durante este tiempo las aguas marinas alcanzaron las zonas positivas y definieron los límites de islas y penínsulas. Los cuerpos de agua hipersalina somera en los que se formaron secuencias de sal durante el Calloviano fueron reemplazados en el Oxfordiano por un cuerpo de agua más amplio y profundo con circulación restringida y salinidad normal, representado por el antiguo Golfo de México (Salvador, 1987).

A través del Oxfordiano Superior – Kimmeridgiano Inferior (**Fig.20**) se depositaron sedimentos terrígenos en la parte oeste del Golfo de Sabinas y en los bordes de la península Burro- Peyotes, así como en las islas de Coahuila y La Mula y el Archipiélago de Tamaulipas.



**Fig. 20.-** Distribución paleogeográfica el Noreste de México durante el Oxfordiano (Modificado de Secretaría de Programación y Presupuesto, 1982).



Durante el Oxfordiano se depositaron carbonatos de agua somera (Formación Zuloaga y Formación Novillo), así como evaporitas (Formación Olvido y Formación Minas Viejas) en una sección que abarca desde el frente de la Sierra Madre Oriental hasta el sur de Ciudad Victoria. Un cinturón de bancos oolíticos restringió la circulación de las aguas en el Golfo de Sabinas, permitiendo la depositación de evaporitas en esta área (Padilla y Sánchez, 1982).

A fines del Oxfordiano se origina una transgresión hacia el Oriente, propiciando la invasión del mar en áreas antes emergidas. Esta transgresión arrastró gran cantidad de material vegetal y terrígenos mar adentro, formando un depósito de terrígenos con abundante materia orgánica. La consolidación de estos sedimentos son las Formaciones La Casita, La Caja y Pimienta (Padilla y Sánchez, 1982).

### 3.2.2 Sierra Madre Oriental

De acuerdo a Eguiluz, el término Sierra Madre Oriental “designa a un rasgo orográfico, formado por un macizo montañoso rugoso, angosto y alargado, situado en el oriente de la República Mexicana, que emerge de la planicie costera del Golfo de México y se yergue majestuoso e imponente, con cumbres que sobrepasan los 2,500 m sobre el nivel del mar, luego descienden de altura hacia el poniente y pasan a una extenso altiplano situado en el centro del país” (Eguiluz, 2000).

Diversos autores (Álvarez, 1961; Tamayo, 1941; Raisz, 1959), ubican a la Sierra Madre Oriental a partir de la Faja Volcánica Transmexicana y la proyectan en forma continua hacia el NW, internándose en la parte central de Coahuila y Chihuahua, hasta la frontera norte de México (Eguiluz, 2000).

La Sierra Madre Oriental es una unidad fisiográfica, con más de 800 km de longitud y de 80 a 100 km de amplitud. En términos geológicos, la Sierra Madre Oriental es el producto del levantamiento y deformación de rocas principalmente mesozoicas, incluido su basamento.

Por otra parte, corresponde a una franja del frente plegado y cabalgado durante el período de deformación conocido como Iaramídico, al que De Cserna (1960), denominó Hidalgoense (Eguiluz, 2000).

Existen varias opiniones sobre el concepto morfoestructural de la provincia en cuestión; Guzmán y De Cserna (1963), incluyen a todas las rocas

plegadas del centro y norte de México como parte de la Sierra Madre. Siguiendo el criterio anterior, Tardy (1972a) y De Cserna (1989), incluyen subdivisiones morfoestructurales al conjunto antes definido; aquí se propone que bajo ese esquema, es más conveniente utilizar el término Orógeno Mexicano, y dejar restringido el término Sierra Madre Oriental, para referirse al cinturón plegado (Eguiluz, 2000).

Diferentes autores (Aranda, 1991; Gray y Johnson, 1995) consideran que el frente plegado Sierra Madre Oriental, presenta dos ramas subparalelas, una se interna en la porción central de Coahuila y Chihuahua, mientras que otra se aparta hacia el poniente. De acuerdo con el concepto descrito por Lugo-Hubp (1990), la Sierra Madre Oriental es un relieve morfoestructural curvado, que se ubica desde la Faja Volcánica Transmexicana, hasta la proximidad de la Ciudad de Torreón, Coah. (Eguiluz, 2000).

Eguiluz considera que el conjunto Sierra Madre Oriental, en términos estructurales, concuerda con este criterio y además lo extiende en sus extremos noroeste, hacia la proximidad de Parral, Chih. y sureste hacia el área de Tuxtepec, Oaxaca: “el frente de montaña está bien definido a lo largo de casi toda su extensión, pero lateralmente, al poniente, esta franja plegada pierde claridad en el Altiplano Mexicano” (Eguiluz, 2000).

El basamento de la Sierra Madre Oriental, consiste de un caleidoscopio de rocas que varían en litologías y edades, desde gneisses de edad Precámbrica, en Peregrina, Tamps. (Carrillo, 1961; De Cserna et al., 1977, Ramírez, 1978) o el núcleo del Anticlinorio de Huayacocotla (Carrillo, 1965), hasta esquistos de edad preoxfordiana, que aparecen esparcidos en San Julián, Zac. (Córdoba, 1965), Jimulco, Coah. (Kellum, 1932), Aramberri, N.L. y Miquihuana, Tamps. (Imlay, 1937), Peregrina (Carrillo, 1961) y Teziutlán, Pue. (Eguiluz, 2000).

Sedimentos del Paleozoico que afloran en Las Delicias, Coah. (King, 1934) y Peregrina, Tamps. (Carrillo, 1961), completan un cuadro poco entendido sobre la distribución del complejo basal que soporta a la columna mesozoica; más complejo es aun, si consideramos que estas rocas están fuertemente deformadas y transportadas por orogenias anteriores (Eguiluz, 2000).

En el área que ocupa la franja plegada del frente de la Sierra Madre Oriental, los primeros sedimentos marinos mesozoicos aparecen entre el

Triásico Superior y el Jurásico Inferior. Su distribución está restringida a dos franjas: una al suroriente, en la región de Huayacocotla y otra al poniente, que va desde Santa María del Oro, Dgo., hasta Guanajuato, pasando por Zacatecas, Real de Catorce y Charcas, S.L.P.

Su característica al poniente consiste en aparecer como un cinturón turbidítico complejo en extremo, orientado NW-SE, con vulcanismo marino asociado, mientras que al oriente, rocas correlativas carecen de rocas volcánicas y se interdigitan con secuencias continentales del Alogrupo Los San Pedros (Eguiluz, 2000).

Mientras que los depósitos occidentales representan zonas internas de una cuenca sedimentaria, que según Eguiluz (2000) pudiera ser de tipo pull apart, ubicada en el Centro de México, los sedimentos del oriente representan el relleno de fosas relacionadas a la apertura del Golfo de México. En ambos casos presentan faunas que indican la posible invasión marina relacionada con el ancestral Océano Pacífico.

Estas secuencias del Triásico- Liásico están plegadas y limitadas por discordancias angulares con las rocas a las que sobreyacen y con los sedimentos a los que subyacen, por lo que se infiere la existencia de un evento tectónico que pudo ocurrir posterior al Liásico o Jurásico Medio.

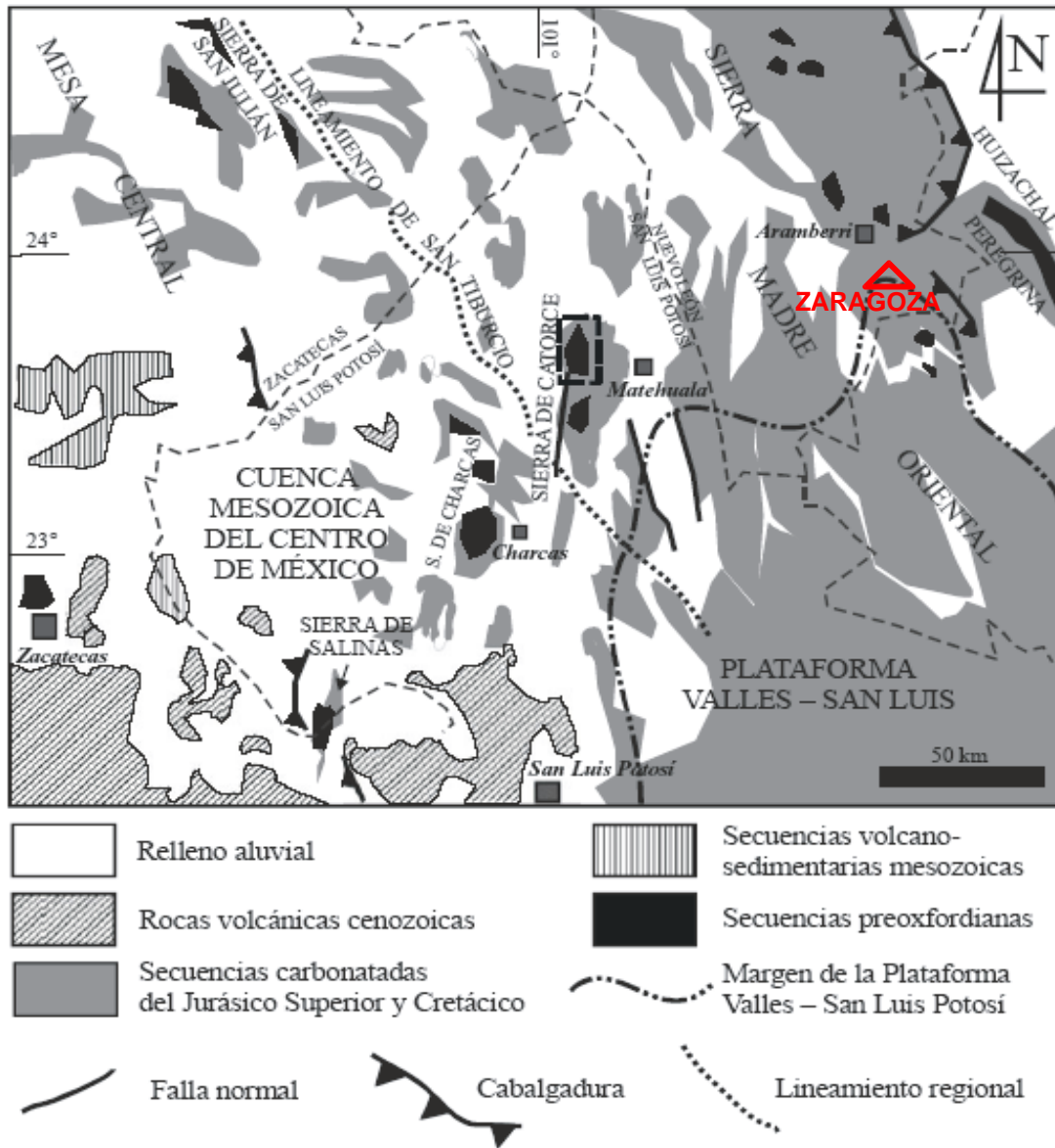
La importancia de conocer la existencia, litología y espesor de estas rocas, facilita el entendimiento para conocer que durante la deformación Laramide, actuaron como niveles de despegue potenciales. En las regiones antes descritas, al poniente, durante el Jurásico Tardío y Cretácico Inferior, otro cinturón turbidítico se depositó y quedó sobrepuesto al cinturón turbidítico anterior Triásico-Liásico, que continuó representando a la zona interna de la cuenca; mientras que al oriente, sobre la secuencia ¿triásica?-liásica se sobrepuso una sedimentación de lechos rojos, evaporitas, carbonatos y terrígenos mioclinales (Eguiluz, 2000).

A lo largo y ancho de la Sierra Madre Oriental, en la base de la columna sedimentaria preoxfordiana, se encuentran, en superficie y subsuelo, capas rojas (Formaciones Nazas, Cahuasas, Tenexcate y La Joya), con material volcánico; en la mayoría de los casos, estas rocas cubren al complejo basal antes mencionado.

Los lechos rojos representan el relleno de fosas tectónicas y son el cambio de una sedimentación continental, hacia una sedimentación marina, que inició en el Jurásico Tardío y continuó sin abandono durante el Cretácico. Magníficos afloramientos se observan desde la Sierra de Atotonilco y Villa Juárez, Dgo., al noroeste, pasando por San Julián, Zac., Huizachal, Tamps., Galeana, Aramberri, Miquihuana, N.L., Real de Catorce, S.L.P. y en el Anticlinorio de Huayacocotla, hasta Teziutlán, Pue., en el sureste (Eguiluz, 2000).

En cuanto a su estratigrafía, cabe anotar que las rocas más antiguas son esquistos de edad paleozoica en el área de Aramberri, así como lechos rojos triásicos en Galeana; estos se encuentran cubiertos por evaporitas, terrígenos, clásticos y rocas carbonatadas del Jurásico y Cretácico. Tiene estructuras muy características con pliegues muy cerrados, a veces isoclinales y frecuentemente fallados. Los pliegues recostados casi todos al este forman cabalgaduras, especialmente en el frente de la Sierra desde Monterrey hasta Ciudad Victoria (Eguiluz, (2000).

En la **Fig. 21** se muestra una carta con la ubicación geológica de la Sierra Madre Oriental (según Barboza, et. al., 2004).



**Fig. 21.-** Localización de la Sierra de Catorce y situación geológica regional del Centro-noreste de México (Modificado de Barboza, et. al., 2004).

### 3.3 HISTORIA GEOLÓGICA DEL NORESTE DE MÉXICO.-

Las rocas más antiguas que afloran en la región Noreste de México han sido asignadas al Grupo Huizachal (Tavera- Amezcua, 1960) del Triásico Tardío (Padilla y Sánchez, 1982). Esta unidad consiste principalmente de lechos rojos, más finos hacia la base y más gruesos hacia la cima, que representan depósitos netamente continentales. Estas rocas han sido interpretadas como el resultado de erosión de horsts formados en el Mesozoico Temprano.

Durante el Jurásico Tardío, el Noreste de México fue transgredido por aguas marinas, que propiciaron el depósito de gruesas secuencias de rocas terrígenas clásticas, carbonatadas y evaporíticas. En el área de la Curvatura de Monterrey se formaron extensas plataformas, sobre las que se depositaron principalmente carbonatos y evaporitas, que en esta región están representados por la Formación Zuloaga y la Formación Olvido.

Las calizas de la Formación Zuloaga son principalmente packstone y grainstone con intercalaciones de limolitas rojas hacia su base, no aflorantes. Lateralmente cambia sus facies a yeso, caliza y limolitas interestratificadas que constituyen la Formación Olvido. Esta descansa discordantemente sobre el Grupo Huizachal, al Suroeste de Galeana; pero se ignora si la Caliza Zuloaga yace en forma discordante sobre los lechos rojos o descansa directamente sobre rocas del basamento pre- mesozoico.

A finales del Jurásico Tardío ocurrió el depósito de las Formaciones La Casita y La Caja, las cuales representan facies litorales y de plataforma, respectivamente. Ambas sobreyacen concordantemente tanto a la Caliza Zuloaga como a la Formación Olvido (Padilla y Sánchez, 1985).

#### 3.3.1 Formación La Gloria.-

La Formación La Gloria es de edad Oxfordiano Temprano (Imlay, 1936) y representa el intervalo clástico transgresivo, de la Formación Zuloaga (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

Es la primera arena prominente de origen marino que sobrepasa a la discordancia por ruptura de los 150.5 millones de años. Es equivalente en parte a la Formación Norphlet del norte del Golfo y forma hacia el centro de la

cuenca una cuña adelgazante de areniscas finas a gruesas, cuarzo-feldespáticas y que cubren los altos estructurales del basamento expuesto. Los espesores típicos son de 50-100m pero exceden los 600-700m en áreas próximas a los bloques de basamento (en el flanco SW del Bloque de Coahuila).

La parte basal de la Formación La Gloria cubre discordantemente a la Formación Minas Viejas, a las capas rojas Huizachal, o basamento Paleozoico. A su vez está cubierta en forma concordante por los carbonatos de la Formación Zuloaga. Los ambientes de depósito varían de marino marginal (playa) a costero y a marino somero, donde las litologías detríticas se intercalan con carbonatos de origen marino. Hacia la cuenca, la Formación La Gloria pasa a carbonatos de rampa de la Formación Zuloaga (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

### **3.3.2 Formación Zuloaga (Oxfordiano – Kimmeridgiano).-**

Burckhardt (1930), las llamó "Calizas de Nerineas" y posteriormente Imlay (1938), las denominó "Calizas Zuloaga". En la localidad tipo, ubicada en la Sierra de Sombrerete, al Norte de Melchor Ocampo, Zacatecas, consta de 548 m., de calizas gris oscuro, de estratificación media a gruesa y con nódulos de pedernal negro en las capas superiores. Las calizas son poco fosilíferas pero contienen moluscos (*Nerinea sp.*), muy mal conservados así como corales no determinados.

En el núcleo del anticlinal Minas Viejas, sólo afloran unos 157m, de estas calizas (Díaz, 1952). Pero en forma general, las calizas Zuloaga son de color gris a gris claro, de grano fino a litográficas, de estratificación mediana, con capas de 1.50m., a 1m., de potencia, con horizontes de calizas oolíticas y ocasionalmente calcarenitas, así como intercalaciones de lutitas ligeramente arenosas.

Presentan abundantes moldes de megafósiles mal conservados. No hay dificultad al extender esta Formación hacia el Norte de Nuevo León y hacia el Sur y Este de San Luis Potosí y Tamaulipas, respectivamente. En el Golfo

Mesozoico de Sabinas, el contacto inferior de las calizas Zuloaga parece ser discordante con los yesos Minas Viejas, en tanto que el contacto superior es posible que sea concordante con el Grupo La Casita, marcándose por el cambio litológico al desaparecer las calizas oolíticas y al aparecer las lutitas negras carbonosas, con concreciones calcáreas. Las calizas Zuloaga, posiblemente representan la transgresión inicial del Jurásico Tardío (Oxfordiano), sobre los elementos positivos de la plataforma de Coahuila y la del Burro – Picachos (López- Ramos, 1980).

Por su parte Goldhamer señala que la Formación Zuloaga "...marca el establecimiento de condiciones de mar abierto para el Noreste de México con la transición de una etapa de ruptura continental a una de deriva" (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

La Formación Zuloaga es de edad Oxfordiana (Imlay, 1943) y es correlacionable con la Formación Smackover de la costa norte del Golfo. Los tipos de granulometría y las facies de depósito son muy similares a la Smackover del sur de Texas.

La Formación Zuloaga cubre en forma discordante a las capas rojas Huizachal o evaporitas Minas Viejas. Estos carbonatos de transgresión formaron extensas rampas de bajo ángulo y suave inclinación con núcleos de bloques de basamento expuesto.

Patrones regionales de facies e isópacas sugieren que el Bloque de Coahuila actuó como un alto topográfico prominente, mientras que el Arco de Tamaulipas consistió de un mosaico de islas formando un archipiélago con dirección NNW-SSE (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

Siliciclastos depositados cerca de la costa (Formación La Gloria) bordearon las islas aflorantes pasando a medios de sabhka, llanuras de intermarea y lagunares de la parte interna de la rampa que a la vez, estaban rodeados por bancos de arena carbonatada de alta energía a lo largo del borde de la rampa.



En áreas más profundas, ambientes de inframarea y poca energía caracterizan la parte externa de la rampa. Marcadas variaciones, laterales en los espesores y facies de depósito resultaron debido a los efectos de la antigua topografía (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

Las texturas por depósito varían a través del perfil de la rampa, de un mudstone- wackstone peloidal arcilloso (perimarea/ laguna restringida), a un packstone- grainstone oolítico en el borde de la rampa (bancos) y a un mudstone-wackestone en la parte exterior de la rampa. Además las evaporitas (sulfatos de calcio) fueron un componente importante evidenciado por los numerosos moldes cristalotópicos, brechas de colapso por solución y capas intercaladas de anhidrita y/o yeso remplazado por calcita. Los espesores varían entre 150-500m a mayores de 450m (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

En la parte posterior del borde de la rampa, la Formación Zuloaga se caracteriza por un gran número de ciclos de depósito de alta frecuencia con escalas de varios metros y de ambientes más someros hacia la cima. Estos ciclos consisten de sucesiones verticales de litofacies que varían de acuerdo a su posición a lo largo del perfil de la rampa (copetes laminares de perimarea echado arriba vs. copetes de ciclos de bancos de grainstones a lo largo del borde de la rampa).

Pocas son las secuencias de mayor escala (en cientos de pies), que reconocidas en base a sus sucesiones verticales de litofacies y patrones de apilamiento de parasecuencias, registran cambios relativos del nivel del mar de menor frecuencia (tercer orden)" (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

### 3.3.3 Formación Olvido.-

La Formación Olvido se ubica en el Kimmeridgiano Temprano y consta de dos porciones: una inferior caracterizada por evaporitas (anhidrita y yeso) y lutitas rojas; y otra porción superior predominantemente carbonatada pero con cantidades variables de siliciclastos, dependiendo de la proximidad de las paleoestructuras y de las áreas de aporte de material clástico (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

Informalmente, a la Formación Olvido inferior se le asignó el término “Evaporita Olvido” mientras que a la Formación Olvido superior se le llamó “Caliza Olvido”. Stone (1975) indica que la evaporita Olvido es correlacionable con la Anhidrita Buckner del norte del Golfo, a la cual se le determinó una edad del Kimmeridgiano Temprano (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

La evaporita Olvido cubre en aparente concordancia, a la Formación Zuloaga y a la vez, está concordantemente cubierta por la transgresiva caliza Olvido del Kimmeridgiano.

En el área Monterrey-Salttillo, la evaporita Olvido es usualmente del orden de 20 a 50m, mientras que la caliza Olvido varía de 100 a 200m; pero en el Norte de la Cuenca de Sabinas, el intervalo evaporítico llega a medir de 100-300m, mientras que el carbonato Kimmeridgiano tiene un espesor aproximado de 100-200m. Esta variación de espesores refleja los diferentes grados de subsidencia entre las dos áreas.

La Cuenca de Sabinas fue originalmente un bajo estructural del basamento, el cual se hundió más, en relación a la plataforma del flanco sur del Bloque de Coahuila. La evaporita inferior Olvido, registra depositación en un marco marino marginal muy restringido, indicando una breve pero significativa fase de regresión en la tendencia general transgresiva Oxfordiano-Kimmeridgiano (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

En las cercanías de Monterrey y Saltillo, la Caliza Olvido es similar a la subyacente Zuloaga en términos de los tipos de granulometría, textura, facies de carbonatos y desarrollo de ciclos, los cuales seguramente representan un régimen de rampa de carbonatos.

La caliza Olvido es equivalente a la Formación Haynesville del Kimmeridgiano del Sur de Texas, con la cual es muy similar litológicamente, al igual que con otras calizas kimmeridgianas del Golfo (Caliza Gilmer del este de Texas; Ahr, 1981). Por ejemplo en la porción norte y oeste de la Cuenca de Sabinas, predominan packstones a grainstones llenos de ooides, pellets endurecidos y oncolitos (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

Hacia el Sur en el Campo Arenque al Oriente de Tampico, la Sección del Kimmeridgiano consiste de un sistema de rampas carbonatadas con núcleo de basamento aflorante dentro del tren estructural Tamaulipas. Aquí las facies de llanura de intermarea, con laminillas criptoalgáceas se vuelven costa-afuera en gruesos espesores (100m) de grainstones oolíticos marcando así, el borde de la rampa (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

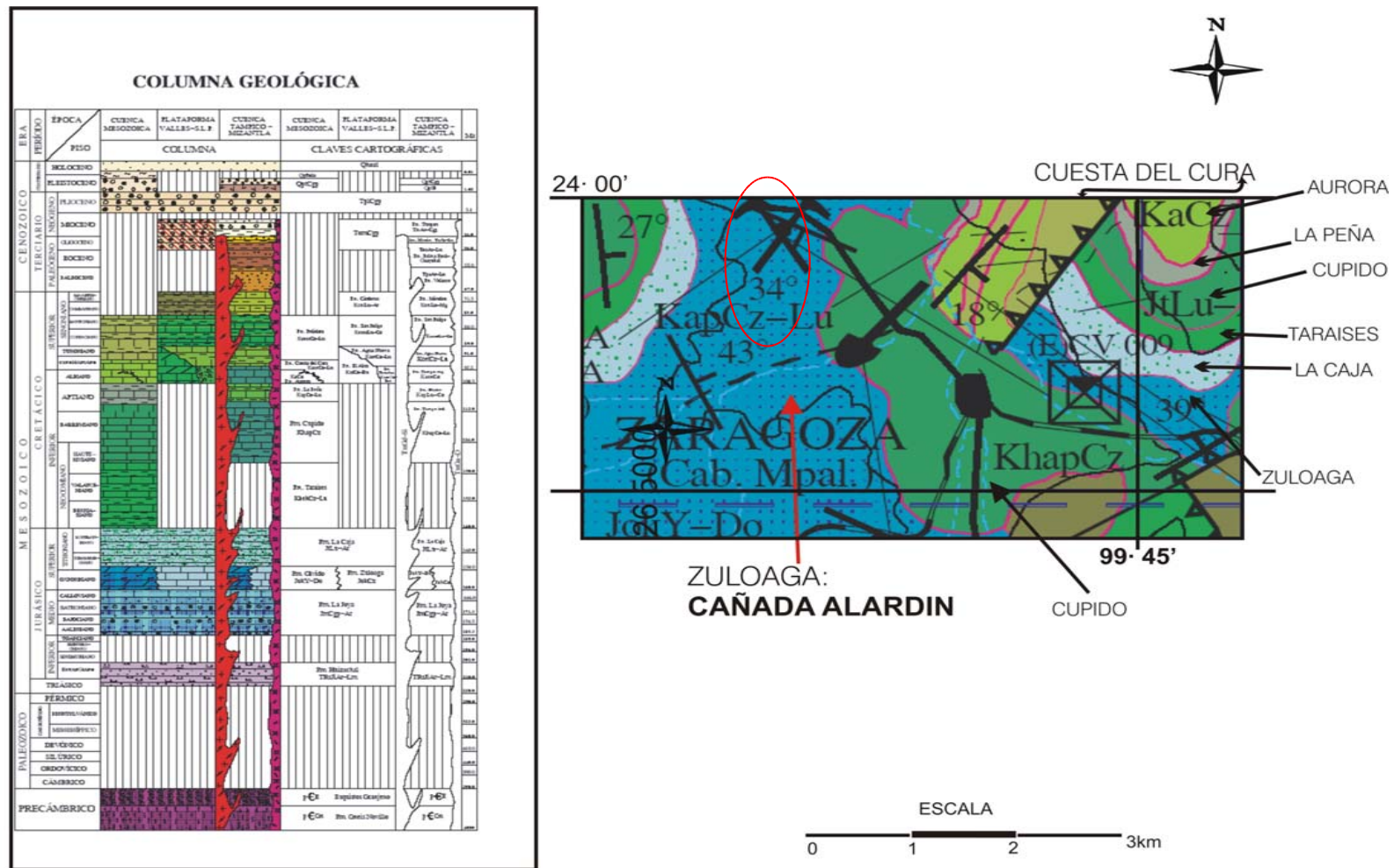
La sección subyacente del Oxfordiano consiste en su mayoría de siliciclastos y carbonatos depositados cerca de la costa, diferentes a la Zuloaga típica depositada hacia el Norte. Estos ejemplos sirven para ilustrar el papel que los altos estructurales desempeñaron controlando la evolución de facies y espesores durante el Oxfordiano- Kimmeridgiano (Goldhamer, et.al., 1993) y Goldhamer, R.K. (1999).

### **3.3.4 Formación La Casita.-**

Fue definida por Imlay (1936) en el Cañón La Casita, situado en la parte media de la Sierra de Parras, Coahuila. Está constituida por intercalaciones de lutitas y areniscas, las primeras son calcáreas y en ocasiones carbonosas, presenta concreciones silíceas intercaladas de diferente tamaño y algunos

horizontes de evaporitas. Su espesor se considera de 365m aproximadamente y estratificación delgada. Subyace discordantemente a la Formación Taraises y se le considera una edad Kimmeridgiano- Portlandiano por su contenido de fósiles. Se interpreta que se depositó en un ambiente de aguas someras parcialmente lacustre.

En la **Fig. 22** se presenta la columna geológica del Noreste de México así como la Carta Geológica de la Cañada Alardín (Secretaría de Economía, 1997).



22.- Formaciones geológicas del Noreste de México (Carta Geológico- Minera Ciudad Victoria. Secretaría de Economía, 1997).

### 3.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA CAÑADA ALARDÍN.-

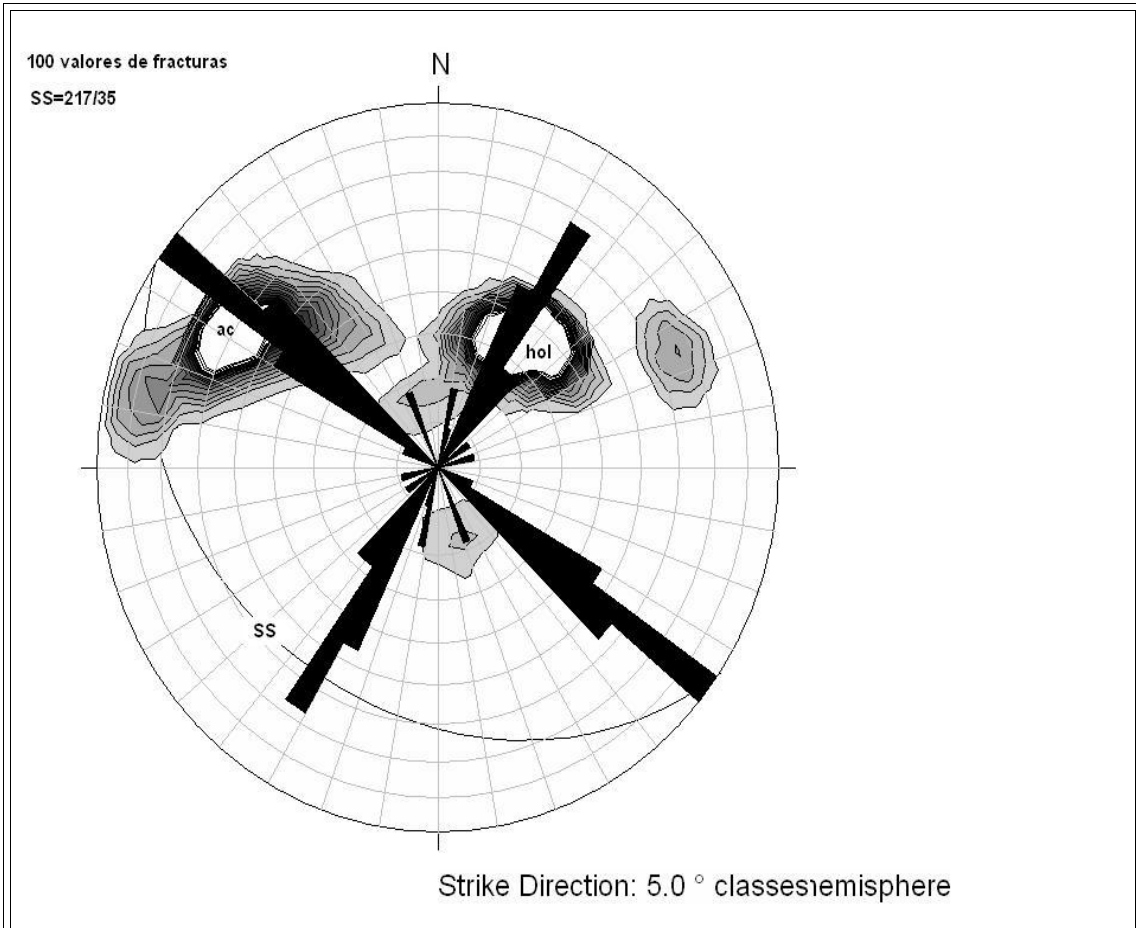
Como se indicó en el primer capítulo, se tomaron 149 mediciones estructurales consistentes en rumbo y buzamiento en la unidad litológica señalada en la Cartografía Geológica con la letra "A" (**Fig. 40**), para elaborar el diagrama de diaclasas y planos de estratificación del afloramiento.

El diagrama de densidad de Schmidt de la **Fig. 23** representa fracturas de tipo **ac** y **h0I**; esto es que según este sistema de tipo ortogonal se conjugan estructuras de extensión y cizallamiento: las primeras perpendiculares a la estratificación y las segundas diagonales al eje B.

Las mediciones estructurales de la Formación Zuloaga reportan dos sistemas de fracturamiento:

- 1.- buzamiento 35° con dirección NE – SW (fracturas tipo h0I)
- 2.- buzamiento 55° con dirección NW – SE (fracturas tipo ac).

Por tanto, existe relación de fracturas y de planos de estratificación medidos para la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, con el sistema regional del fracturamiento NW – SE de la Sierra Madre Oriental.



**Fig. 23.-** Diagrama de Schmidt con las mediciones estructurales de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín. El círculo máximo (SS) representa la estratificación y las curvas las fracturas **ac** y **hol**.

El patrón de asentamiento indígena de los grupos cazadores-recolectores del Estado de Nuevo León se caracteriza por la localización de sitios arqueológicos ubicados en la cima de lomas, laderas y planicies especialmente asociados a márgenes de ríos, arroyos permanentes o de temporal y escurrideros. Particularmente en la Cañada Alardín encontramos estos asentamientos emplazados en cuevas y abrigos rocosos de la Formación Zuloaga en la ribera del Río Blanco, hacia el que vierten en forma transversal numerosos arroyos y escurrideros provenientes de la sierra <sup>3</sup> (**Fig. 24**); igualmente existen cascadas, manantiales, “ojos de agua” y “lagunas” <sup>4</sup> que descargan hacia este cauce. Como se muestra en la **Fig. 25** estas filtraciones coinciden precisamente con los dos sistemas de fracturamiento resultantes de las mediciones estructurales; es decir, convergen con las fracturas de cizalla tipo **h01** en dirección NE– SW, y con las fracturas de extensión tipo **ac** en dirección NW– SE, lo cual relaciona la orientación de los afluentes tributarios y el cauce principal del Río Blanco. Por ejemplo:

Fracturas tipo **ac**: 200° / 75°, 202° / 30°, 190 / 34°, 218° / 21°, 215° / 42°, 232° / 66°, 215° / 68°, 210° / 21°, 186° / 55° (dirección NW- SE).

Fracturas tipo **h01**: 128° / 24°, 129° / 30°, 130° / 80°, 165° / 80°, 177° / 65°, 155° / 77°, 130° / 60°, 300° / 45°, 327° / 35° (dirección NE- SW).

Cabe señalar también que las cuevas localizadas en la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín son muestra de relieve cárstico, el cual se relaciona con los planos de estratificación y las debilidades tectónicas de la caliza (en este caso el sistema de fracturas). Algunas de ellas son galerías que llegan a estrecharse en túneles y pasillos, a menudo ramificados y sin salida. Localmente se desarrollan salas de dimensiones considerables, cuya parte superior forma una bóveda.

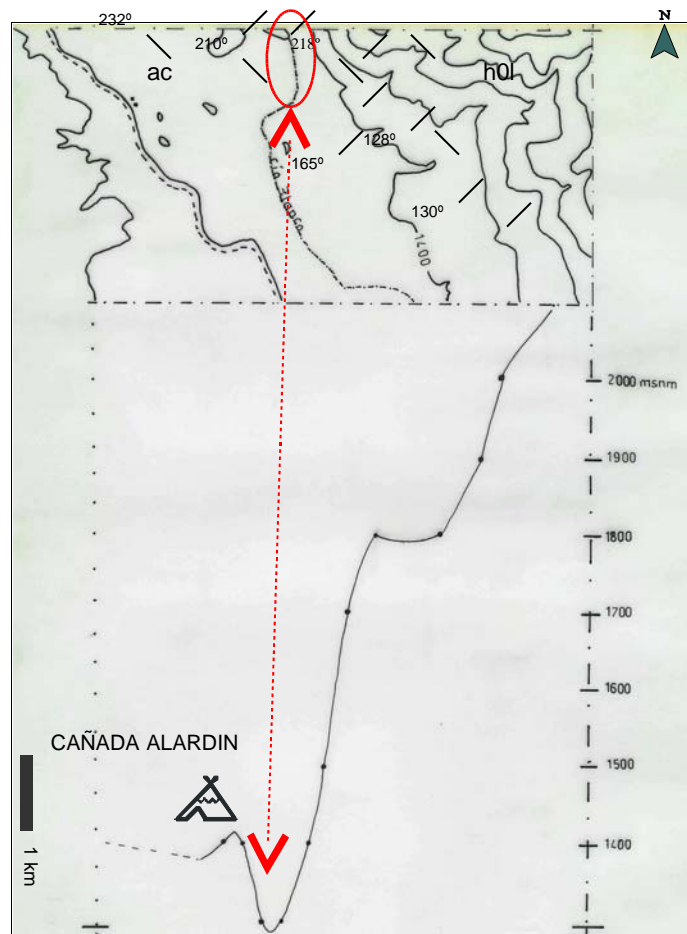
Como en general el ambiente es húmedo y el agua a presión deja de circular por las galerías, el agua cae continuamente desde el techo y las bóvedas. Esa agua lleva disuelta caliza, que se precipita formando estalactitas y estalagmitas (como en Santo Niño). Las aguas kársticas terminan por emerger al exterior por medio de surgencias. El cambio de presión que se

<sup>3</sup> Tardy (1976) lo define como el graben con dirección NNW- SSE -entre Aramberri y Zaragoza- por el cual corre el Río Blanco.

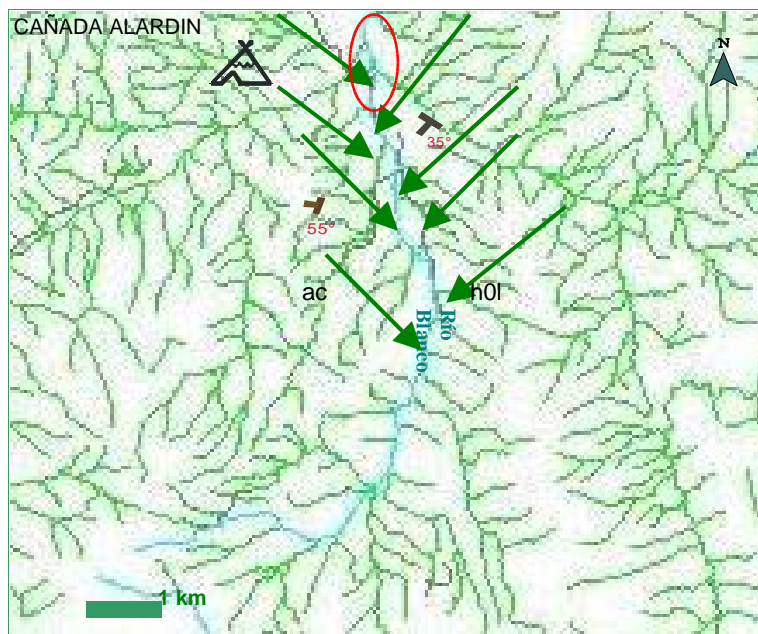
<sup>4</sup> La Laguna del Perico es una dolina de pozo de paredes subverticales que comunica con una red subterránea.



produce en las surgencias hace que la caliza disuelta se precipite. Esas concreciones calcáreas situadas al pie de las surgencias son las tobas que se consolidan sobre órganos vegetales. Estas tobas son comunes al exterior de la mayor parte de las cuevas y abrigos habitacionales de la Cañada Alardín.



**Fig. 24.-** Perfil este- oeste del cañón del Río Blanco. INEGI. Carta Topográfica Zaragoza F14 A17 Esc 1: 50 000.



**Fig. 25.-** Hidrografía. Fracturas tipo ac y h0l. Arroyos y escurrimientos de

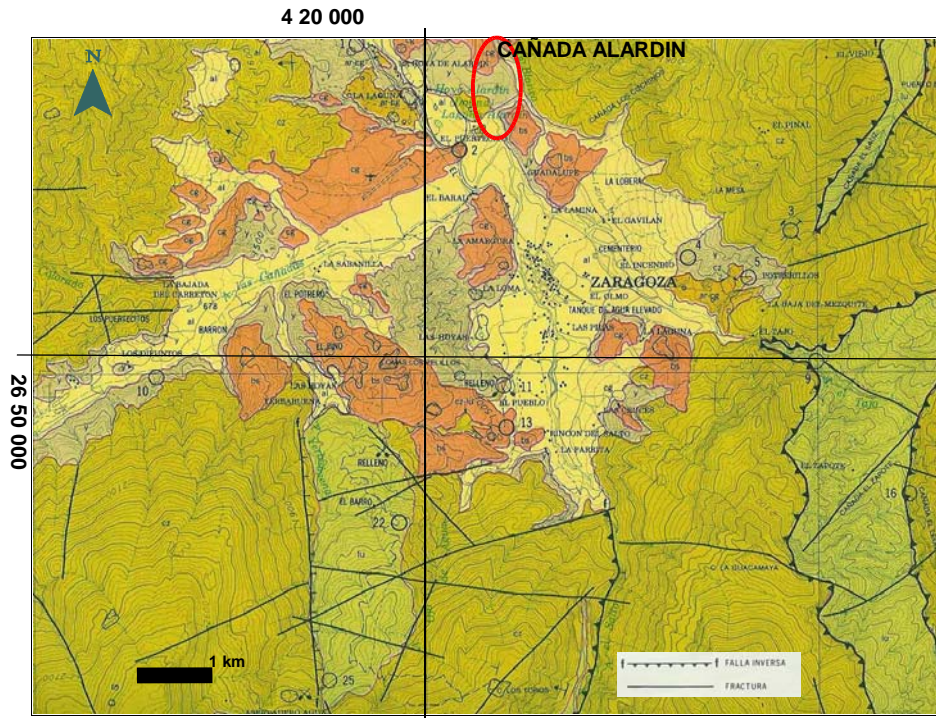
la sierra. INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales F14A17hl. Esc. 1: 50 000.

### 3.4.1 Descripción Tectónica de la Carta Geológica Zaragoza F14A17

Para complementar la información recolectada en campo mediante la medición de fracturas y planos de estratificación, fue revisada la Carta Geológica de INEGI Zaragoza F14A17, realizando las siguientes observaciones sobre estructuras geológicas:

1. Las estructuras constan de fracturas, fallas inversas, fallas normales, una falla de desplazamiento oblicuo y ejes de pliegue.
2. La dirección de las estructuras es tanto NW/ SE como NE/ SW; algunas fallas y ejes de pliegue muestran una orientación N-S y E-W.
3. Las fracturas generalmente son perpendiculares a los ejes de pliegue.
4. La inclinación principal (fallas normales e inversas) se registra entre los 70° y 90°.
5. Las fallas normales son generalmente perpendiculares a los ejes de pliegue, y solo algunas se muestran paralelas a los mismos; la falla normal no. 1 El Salitre- Puerto El Pino alcanza una longitud de aproximadamente 15 km.
6. Las fallas inversas se muestran paralelas a los ejes de pliegues, generalmente; los picos de estas fallas indican un desplazamiento E - W, aunque también W – E.
7. La falla de desplazamiento lateral derecha (con componente de falla normal), se observa además oblicua a la dirección de los ejes de pliegue; mide aproximadamente 300 m de longitud.
8. Respecto a los ejes de pliegue se advierte hacia la porción oriente, un conjunto de anticlinales (rumbo E/ W) y sinclinales (rumbo NW/ SE y NE/ SW), alternantes tanto normales como recumbentes; e inmersión N-S.

En la **Fig. 26** se muestra la sección de la Carta Geológica Zaragoza F14- A17 incluyendo fracturas y fallas inversas circundantes a la Cañada Alardín y cuya descripción tectónica se anotó en el apartado anterior.



**Fig.** Estructuras geológicas: fracturas y fallas inversas. INEGI. Carta Geológica. Zaragoza F14A17. Esc. 1: 50 000. **26.-**

## **4. ANALISIS DE MICROFACIES EN EL PERFIL ZULOAGA DE LA CAÑADA ALARDIN.-**

Los sistemas de clasificación que aquí se han aplicado, están basados en características de las rocas carbonatadas en secciones delgadas tales como matriz, cemento y partículas o granos.

Aunque existen muchos sistemas de clasificación de las rocas carbonatadas, los esquemas de Dunham (1962) y Folk (1962) son los más usados.

El primero denomina a los constituyentes esenciales de las calizas como aloquímicos y ortoquímicos y tiene como ventaja la identificación y clasificación de las rocas directamente en el campo

El segundo proporciona una subdivisión de las rocas de acuerdo a su textura esto es en base a la presencia o ausencia de lodo carbonatado, abundancia de granos carbonatados y signos de ligadura o unión entre las estructuras orgánicas.

Es importante hacer notar que las texturas, cuando se estudian bajo el microscopio, pueden llegar a jugar un papel sumamente importante, tanto en la clasificación como en la definición de ambientes de sedimentación de las rocas carbonatadas.

Para Flügel (1982, 2004) “Microfacies es el total de criterios paleontológicos y sedimentológicos que pueden ser clasificados en secciones delgadas, membranas y láminas pulidas. La clasificación de los datos toma en cuenta criterios cualitativos y cuantitativos (ej. Asociaciones orgánicas, clasificación de calizas y composición modal)”. Considera que “una parte esencial del análisis de facies es la diferenciación de tipos de microfacies (=MF) que pueden ser interpretados genéticamente. El criterio para definir tipos debe ser preferentemente de aquellos rasgos cuya existencia y frecuencia se deben a factores medioambientales relativamente escasos o que son vinculados con ciertos ambientes sedimentarios. Esencialmente estas características comprenden:

Matriz, partículas, cementante, tamaño y forma de partículas, clase y formas de crecimiento de organismos, asociaciones de organismos, fabricas de partículas (Flügel, 1982, 2004).

#### **4.1 DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS.-**

Los aspectos más importantes considerados para el análisis de microfacies de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, incluyen los siguientes indicadores.

**# MUESTRA:** Formación Zuloaga (FZ)

##### **ZONA DE FACIES (FZ):**

Clasificación de Wilson (1986)

##### **TIPO DE FACIES (SMF):**

Clasificación de Wilson (1986)

##### **TEXTURA:**

Clasificación de Dunham (1962)

**BIOGENICOS:** presencia de foraminíferos, calciesferas, radiolarios, ostrácodos, briozoarios, moluscos, pellets, placas (equinodermos) y espículas (esponjas)

**NO BIOGENICOS:** ooides o litoclastos

##### **CEMENTO (ESPARITICO):**

Clasificación de Folk (1962)

##### **MATRIZ (MICRITICA):**

Clasificación de Folk (1962)

##### **FRACTURAS / ESTIOLITAS:**

En relación a presencia de estructuras geológicas

**COMPONENTES TERRIGENOS:**

En relación a fragmentos de minerales transportados: pedernal, cuarzo, pirita

**% ALOQUIMICOS:****COLOR:**

Tabla Munsell

**RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROSCÓPICO:** \*El concentrado de información para cada una de ellas se incluye como **Fig. 27**.

**# MUESTRA: FZ 1****OOSPARITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

oncoides y peloides en cemento esparítico; en parte se observan foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos, espículas y radiolarios en micrita (\*)<sup>5</sup>; litoclastos (**Fig. 24a**)

**# MUESTRA: FZ 2****BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: fragmentos de equinodermos, ostrácodos y radiolarios; litoclastos

**# MUESTRA: FZ 3****PELESPARITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

pellets, foraminíferos, fragmentos de equinodermos, espículas y ostrácodos en cemento esparítico; en parte se observan radiolarios (\*); litoclastos angulosos, algunos revestidos

**# MUESTRA: FZ 4****BIOMICRITA / MUDSTONE**

contenido fosilífero: radiolarios y ostrácodos; estratificación paralela; organismos recristalizados; litoclastos

---

<sup>5</sup> (\*) Indicador de cambios bruscos del nivel del mar: ambiente somero a profundo.



**# MUESTRA: FZ 5**

**BIOMICRITA / WACKSTONE- Packstone** con foraminíferos, moluscos, ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 6**

**PELESPARITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

pellets, foraminíferos, ostrácodos y espículas en cemento esparítico; en parte se observan radiolarios (\*)

**# MUESTRA: FZ 7**

**PELESPARITA / WACKSTONE**

pellets en cemento esparítico; bioclastos micritizados; huellas de bioturbación; fósiles como foraminíferos, espículas y ostrácodos; en parte se observan radiolarios (\*); compresión; recristalización; litoclastos

**# MUESTRA: FZ 9**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: equinodermos, foraminíferos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 10**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: foraminíferos, moluscos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; parcialmente se observa cemento esparítico; litoclastos

**# MUESTRA: FZ 11**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: diversos foraminíferos, ostrácodos, moluscos y radiolarios; litoclastos

**# MUESTRA: FZ 12**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

contiene radiolarios y ostrácodos

**# MUESTRA: FZ 13**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos y radiolarios; compresión; recristalización de bioclastos

**# MUESTRA: FZ 14**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con ostrácodos y radiolarios; compresión; recristalización

**# MUESTRA: FZ 15**

**PELMICRITA / WACKSTONE**

pellets abundantes; en parte se observan ostrácodos, espículas y radiolarios (\*)

**# MUESTRA: FZ 31**

**PELMICRITA / WACKSTONE**

se observan pellets abundantes; en parte ostrácodos, fragmentos de equinodermos, espículas y radiolarios (\*); recristalización de componentes; bioclastos revestidos

**# MUESTRA: FZ 60**

**PELMICRITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

abundantes pellets; en parte se observan algunos foraminíferos, ostrácodos, espículas y radiolarios (\*)

**# MUESTRA: FZ 61**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

contiene foraminíferos, ostrácodos, moluscos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 62**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; fracturas rellenas de Fe; calciesferas <sup>6</sup>

**# MUESTRA: FZ 63**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, calciesferas, ostrácodos, moluscos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 64**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 65**

**INTRASPARITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: ostrácodos y radiolarios; litoclastos angulosos, en cemento esparítico; bioclastos en matriz micrítica

**# MUESTRA: FZ 66**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, calciesferas, ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 67**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con foraminíferos, calciesferas, ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 68**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

---

<sup>6</sup> Cuarzo.

con ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 69**

**INTRASPARITA / WACKSTONE**

con ostrácodos y radiolarios; parcialmente se observa cemento esparítico con algunos bioclastos (intrasparita); litoclastos

**# MUESTRA: FZ 70**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 71**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; clastos (envueltos en óxido de hierro)

**# MUESTRA: FZ 72**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 73**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, moluscos, ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 74**

**PELMICRITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

pellets abundantes; contenido fosilífero: foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y espículas; en parte se observan radiolarios (\*); clastos (envueltos en óxido de hierro)

**# MUESTRA: FZ 75**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; clastos (envueltos en óxido de hierro); calciesferas

#### **# MUESTRA: FZ 76**

##### **PELMICRITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

contenido fosilífero: ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; posterior depósito de pellets

#### **# MUESTRA: FZ 77**

##### **BIOMICRITA / WACKSTONE**

diversos foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; calciesferas

#### **# MUESTRA: FZ 79**

##### **PELMICRITA / WACKSTONE- PACKSTONE**

pellets abundantes; bioclastos como ostrácodos, fragmentos de equinodermos y espículas; en parte se observan radiolarios (\*)

#### **# MUESTRA: FZ 81**

##### **BIOMICRITA / MUDSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; se observan clastos (envueltos en óxido de hierro)

#### **# MUESTRA: FZ 82**

##### **BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos y radiolarios; presencia de óxido de hierro

#### **# MUESTRA: FZ 83**

##### **BIOMICRITA / WACKSTONE - PACKSTONE**

contenido fosilífero de ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; se observa presencia de óxido de hierro

**# MUESTRA: FZ 84**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; se observa presencia de óxido de fierro

**# MUESTRA: FZ 85**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; hay presencia de óxido de fierro

**# MUESTRA: FZ 86**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 87**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 88**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 89**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; compresión; recristalización de partículas

**# MUESTRA: FZ 90**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 91**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos y radiolarios; son observables bandas anchas de calcita; compresión y recristalización de componentes

**# MUESTRA: FZ 92**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 93**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero de diversos foraminíferos, ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 94**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; fracturas abundantes

**# MUESTRA: FZ 95**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos y radiolarios; fracturas abundantes

**# MUESTRA: FZ 96**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 97**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: ostrácodos y radiolarios; bioclasto no identificado

**# MUESTRA: FZ 98**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

diversidad y alta concentración de bioclastos como ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 99**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

contenido fosilífero: foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; bioclastos envueltos en óxido de hierro y con inversión textural

**# MUESTRA: FZ100**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

diversidad de foraminíferos; hay también ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 101**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; compresión y recristalización de componentes

**# MUESTRA: FZ 102**

**BIOMICRITA / MUDSTONE**

con ostrácodos y radiolarios

**# MUESTRA: FZ 103**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero: ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; bioclastos revestidos; calciesferas

**# MUESTRA: FZ 104**



**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero de foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; algunos bioclastos revestidos; calciesferas

**# MUESTRA: FZ 105**

**DISMICRITA / MUDSTONE**

se observan escasos radiolarios; fracturas abundantes; en parte hay cemento esparítico

**# MUESTRA: FZ 106**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero de ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; algunos bioclastos revestidos; calciesferas; litoclastos

**# MUESTRA: FZ 107**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero consistente en ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; biógeno no identificado; algunos bioclastos revestidos; compresión y recristalización de componentes; calciesferas

**# MUESTRA: FZ 108**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero de diversos foraminíferos, ostrácodos y radiolarios; algunos bioclastos revestidos; se observa recristalización; calciesferas

**# MUESTRA: FZ 109**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

con ostrácodos, fragmentos de equinodermos y radiolarios; recristalización de componentes y compresión

**# MUESTRA: BC1**

**BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero de foraminíferos, ostrácodos y radiolarios; parcialmente con pellets

### **# MUESTRA: BC2- 1**

#### **PELESPARITA / WACKSTONE**

abundantes pellets y foraminíferos (miliólidos<sup>7</sup>) en cemento esparítico; algunos ostrácodos; litoclastos

### **# MUESTRA: BC2 - 2**

#### **PELESPARITA / WACKSTONE**

con ostrácodos y pellets; parcialmente esparita fibrosa; algunos clastos están revestidos; litoclastos

### **# MUESTRA: BC2 - 3**

#### **BIOMICRITA / WACKSTONE**

contenido fosilífero de ostrácodos; litoclastos

### **# MUESTRA: BC2 - 4**

#### **BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, fragmentos de foraminíferos, espículas y radiolarios; algunos litoclastos y bioclastos están revestidos y recristalizados

### **# MUESTRA: BC2 - 5**

#### **BIOMICRITA / WACKSTONE**

con foraminíferos, ostrácodos, moluscos, fragmentos de equinodermos, espículas y radiolarios.

---

<sup>7</sup> Medio marino de plataforma, con circulación de aguas restringida.

MUESTRA	Z F	M F	TEXTURA	MUDSTONE	WACKSTONE	PACKSTONE	BIOGENICOS	FORAMINIFEROS	CALCIESFERAS	RADIOLARIOS
1	8	22			X	X		X		X
2	1 o 3	3			X					X
3	1	3			X	X		X		X
4	1	3		X						X
5	1	3			X			X		X
6	2 o 7	8			X	X		X		X
7	1	3			X			X		X
9	1	3			X			X		X
10	1	3			X			X	X	X
11	1	3			X			X		X
12	1	3		X						X
13	7	9			X					X
14	1	3		X						X
15	1	3			X					X
31	1	3			X					X
60	7	9			X	X		X		X
61	1	3		X				X		X
62	1	3			X			X	X	X
63	1	3			X			X	X	X
64	1	3			X			X		X
65	1	3			X			X		X
66	1	3			X			X	X	X
67	1	3		X				X	X	X
68	1	3		X				X		X
69	1	3			X			X		X
70	1	3		X				X		X
71	1	3			X			X		X
72	1	3		X				X		X
73	1	3			X			X		X
74	7	16			X	X		X		X
75	1	3			X			X		X
76	1	3			X	X				X
77	1	3			X			X		X
79	7	8			X	X				X
81	1	3		X				X		X
82	1	3			X			X		X
83	1	3			X	X				X
84	1	3			X			X		X
85	1	3		X						X
86	1	3			X				X	X
87	1	3		X						X
88	1	3			X					X
89	7	8			X					X
90	1	3			X					X
91	7	8			X					X
92	1	3		X				X		X
93	7	8			X			X		X
94	7	8			X			X		X
95	7	8			X			X		X
96	7	8			X			X		X
97	7	8			X					X
98	7	9			X					X
99	1	3		X				X		X
100	7	8			X			X		X
101	7	9		X				X		X
102	7	8		X						X
103	7	9			X				X	X
104	7	9			X			X	X	X
105	1	3		X						X
106	7	9			X				X	X
107	7	9			X				X	X
108	7	9			X			X	X	X
109	7	9			X					X
BC-1	1	3			X					X
BC2-1	6	11			X					
BC2-2	6	11			X			X		
BC2-3	7	16			X					
BC2-4	7	9			X			X		X
BC2-5	7	9			X			X		X

Fig.

27a.- Tabla del análisis microscópico de las muestras de la Formación Zuloaga.

MUESTRA	OSTRACODOS	MOLUSCOS	PELETS	Frag. (equinod)	ESPICULAS	NO BIÓGENOS	OOIDES	LITOCLASTOS	CENOCYTES ESPÁRITICAS	DOSPARITA
1	X		X	X	X		X	X		X
2	X							X		
3	X		X	X	X			X		
4	X							X		
5	X	X								
6	X		X		X		X			
7	X		X		X			X		
9	X									
10	X	X		X				X		
11	X	X						X		
12	X									
13	X									
14	X									
15	X		X		X					
31	X		X	X	X					
60	X		X		X					
61	X	X		X						
62	X									
63	X	X								
64	X			X						
65	X							X		
66	X									
67	X									
68	X									
69	X						X	X		
70	X			X						
71	X			X						
72	X			X			X			
73	X	X								
74	X		X	X	X		X			
75	X			X			X			
76	X		X	X						
77	X			X						
79	X		X	X	X					
81	X			X						
82	X									
83	X			X						
84	X			X						
85	X			X						
86	X			X						
87	X			X						
88	X									
89	X			X						
90	X			X						
91	X									
92	X									
93	X									
94	X			X						
95	X									
96	X			X						
97	X									
98	X									
99	X			X						
100	X									
101	X			X						
102	X									
103	X			X						
104	X			X						
105										
106	X			X				X		
107	X			X						
108	X									
109	X			X			X			
BC-1	X									
BC2-1	X		X					X		
BC2-2	X		X					X		
BC2-3	X							X		
BC2-4	X			X	X					
BC2-5	X	X		X	X					

Fig. 27b.- Tabla del análisis microscópico de las muestras de la Formación Zuloaga.

MUESTRA	PELESPARITA	INTRAESPARITA	MATRIZ MICRITICA	BIOMICRITA	PELMICRITA	DISMICRITA	% ALOQUIMICOS	FRACTURAS	TERRIGENOS	COLOR
1							60	X		2.5Y 9:1
2				X			20	X	X	2.5Y 9:1
3	X						20	X	X	2.5Y 8:6
4				X			10	X	X	2.5Y 8:6
5				X			20	X	X	2.5Y 9:2
6	X						40	X	X	5.0Y 9:4
7	X						20	X		2.5Y 8:2
9				X			20	X		5.0Y 9:4
10				X			20	X	X	2.5Y 8:2
11				X			30	X	X	2.5Y 8:2
12				X			10	X	X	2.5Y 7:2
13				X			20	X	X	2.5Y 5:2
14				X			10	X	X	2.5Y 8:2
15				X	X		20	X	X	5.0Y 9:4
31				X	X		20		X	5.0Y 9:4
60				X	X		40	X	X	2.5Y 8:1
61				X			10	X	X	2.5Y 8:2
62				X			20	X	X	2.5Y 9:1
63				X			20	X	X	2.5Y 8:1
64				X			20	X	X	2.5Y 9:1
65		X					10	X	X	2.5Y 8:1
66				X			20	X	X	2.5Y 7:1
67				X			10	X		2.5Y 7:1
68				X			10	X	X	2.5Y 7:1
69		X					20	X	X	2.5Y 6:4
70				X			10	X	X	2.5Y 7:1
71				X			20	X	X	2.5Y 7:1
72				X			10	X		2.5Y 5:1
73				X			20	X	X	2.5Y 8:1
74				X	X		20	X	X	2.5Y 8:2
75				X			20	X	X	2.5Y 7:1
76				X	X		40	X	X	2.5Y 8:1
77				X			20	X	X	2.5Y 7:1
79				X	X		40	X	X	2.5Y 8:2
81				X			10	X	X	2.5Y 8:1
82				X			20	X	X	2.5Y 8:6
83				X			40	X	X	2.5Y 8:1
84				X			30	X	X	2.5Y 8:1
85				X			10		X	2.5Y 7:1
86				X			20	X	X	2.5Y 9:1
87				X			10	X		2.5Y 9:1
88				X			30	X	X	2.5Y 7:2
89				X			30	X		5.0Y 9:4
90				X			20	X	X	2.5Y 9:1
91				X			30	X		2.5Y 6:1
92				X			10		X	2.5Y 7:1
93				X			20	X	X	2.5Y 6:1
94				X			20	X	X	2.5Y 7:1
95				X			20	X	X	2.5Y 6:1
96				X			20	X	X	2.5Y 9:1
97				X			20	X	X	2.5Y 9:1
98				X			30	X	X	2.5Y 7:6
99				X			10	X	X	2.5Y 7:1
100				X			30		X	2.5Y 6:1
101				X			10	X	X	2.5Y 7:1
102				X			10	X	X	2.5Y 8:4
103				X			50	X		2.5Y 6:1
104				X			50	X		2.5Y 5:1
105				X		X	10	X	X	2.5Y 9:1
106				X			50			2.5Y 6:2
107				X			50	X	X	2.5Y 6:2
108				X			50	X		2.5Y 5:1
109				X			50	X		2.5Y 6:1
BC-1				X			40			5.0Y 9:4
BC2-1	X						40	X	X	2.5Y 8:2
BC2-2	X						60			2.5Y 9:2
BC2-3				X			60	X	X	2.5Y 9:2
BC2-4				X			30	X	X	2.5Y 4:2
BC2-5				X			30	X		2.5Y 6:2

Fig. 27c.- Tabla del análisis microscópico de las muestras de la Formación Zuloaga.

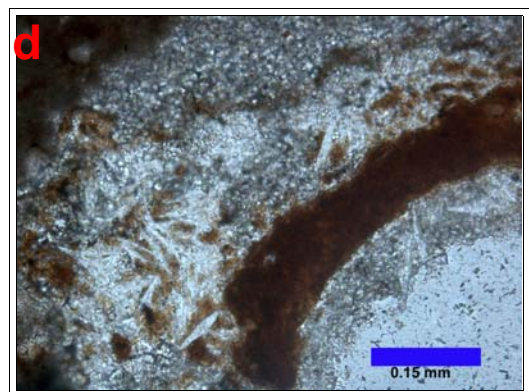
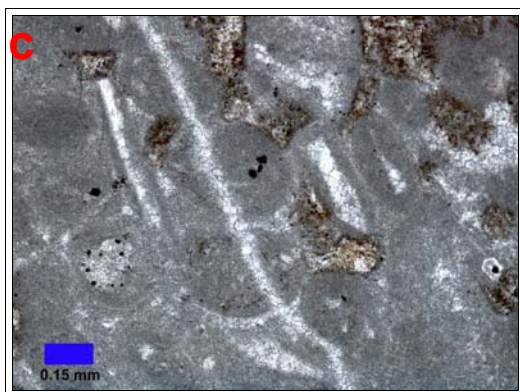
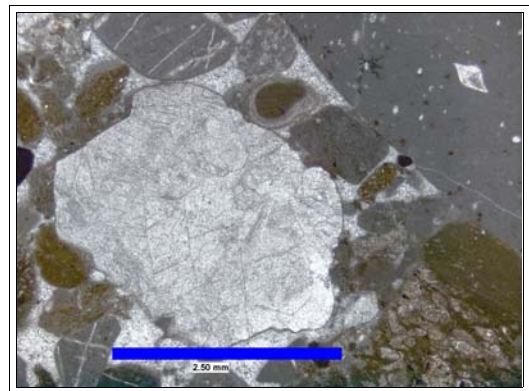
## **4.2 TIPOS DE FACIES PARA LA FORMACION ZULOAGA EN LA CAÑADA ALARDIN.-**

Considerando que las secciones delgadas analizadas en el presente estudio mostraron similitudes paleontológicas y litológicas, se integraron cuatro Tipos de Facies (**FZ-CA**<sup>\*8</sup>) que se describen a continuación (según la clasificación de Dunham (1962), Folk (1962) y (Wilson, 1986):

---

<sup>8</sup> En este caso FZ indica Formación Zuloaga y CA Cañada Alardín.

**FZCA- 1:** Capa de corto espesor representada por un grainstone de ooides cementados por cristales de calcita esparítica. Los ooides presentan una fábrica tangencial en el arreglo textural concéntrico de sus capas. Los bioclastos están constituidos principalmente por foraminíferos y fragmentos de equinodermos (**oesparitas**). (Fig. 28).

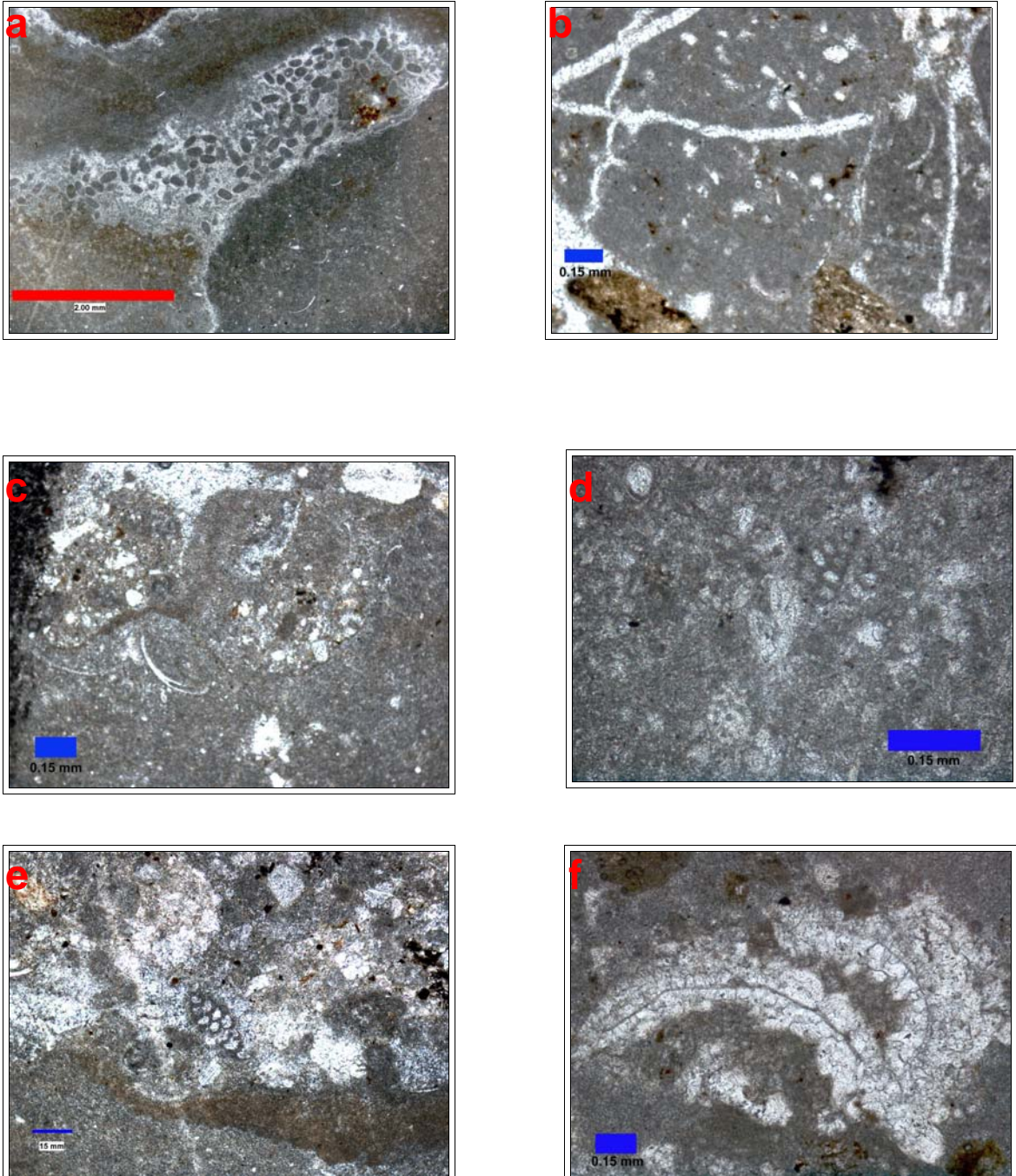


**Fig. 28.- a-b-c-d:** Grainstone de ooides, cementados por cristales de calcita esparítica; contiene litoclastos.

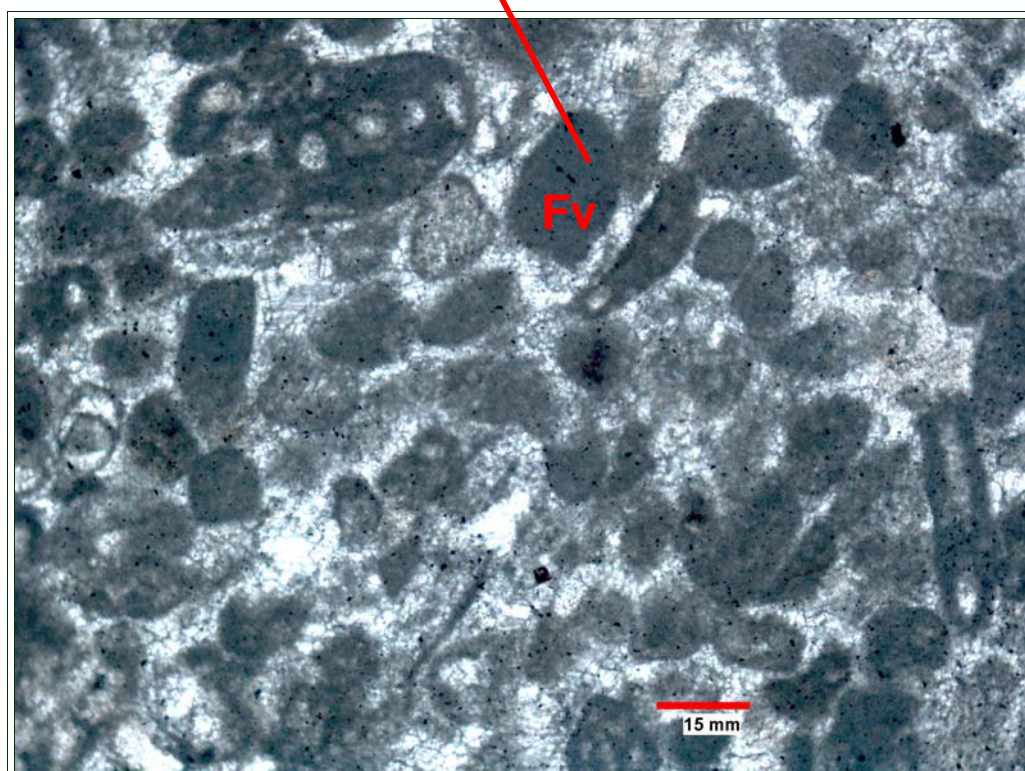
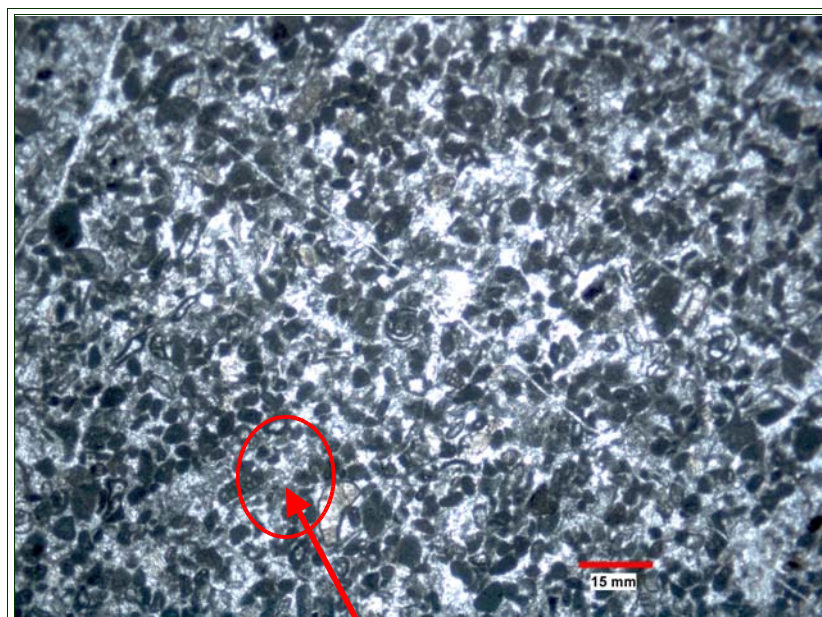




**FZCA- 2:** Packstone–grainstone pelletífero de aproximadamente 16 m de espesor. Foraminíferos, ostrácodos, moluscos, fragmentos de equinodermos y estructuras algales (*¿*) son bioclastos presentes. Los pellets (*Favreina* sp) son representativos de esta unidad (**pelesparitas**) (**Figs. 29 y 30**).

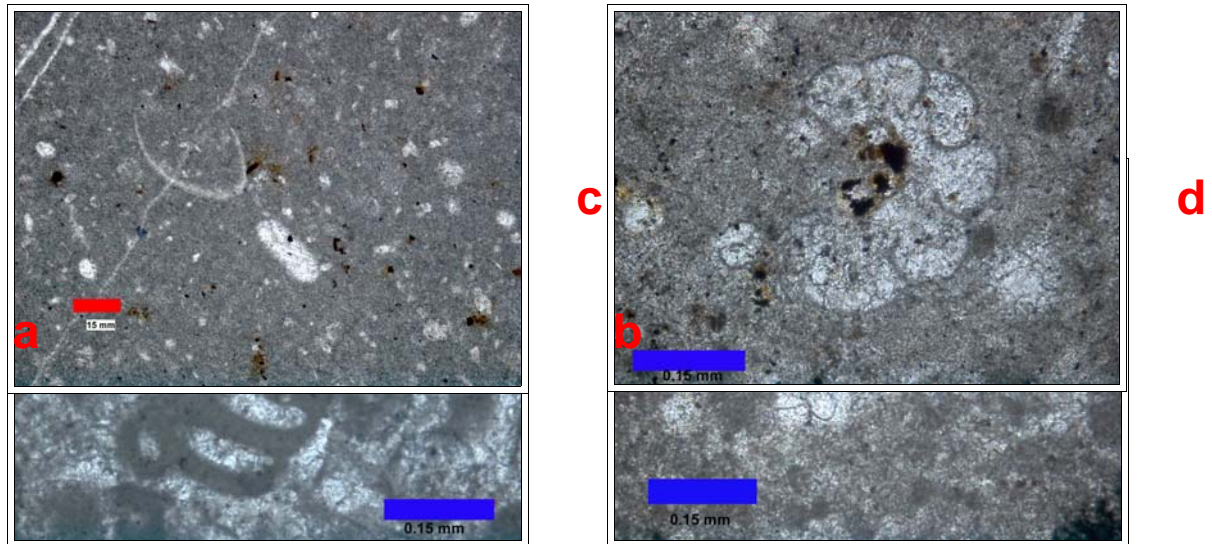


**Fig. 29.-** Packstone–grainstone con **a:** pellets; **b-c:** ostrácodos; **d-e:** foraminíferos; **f:** estructuras algales.

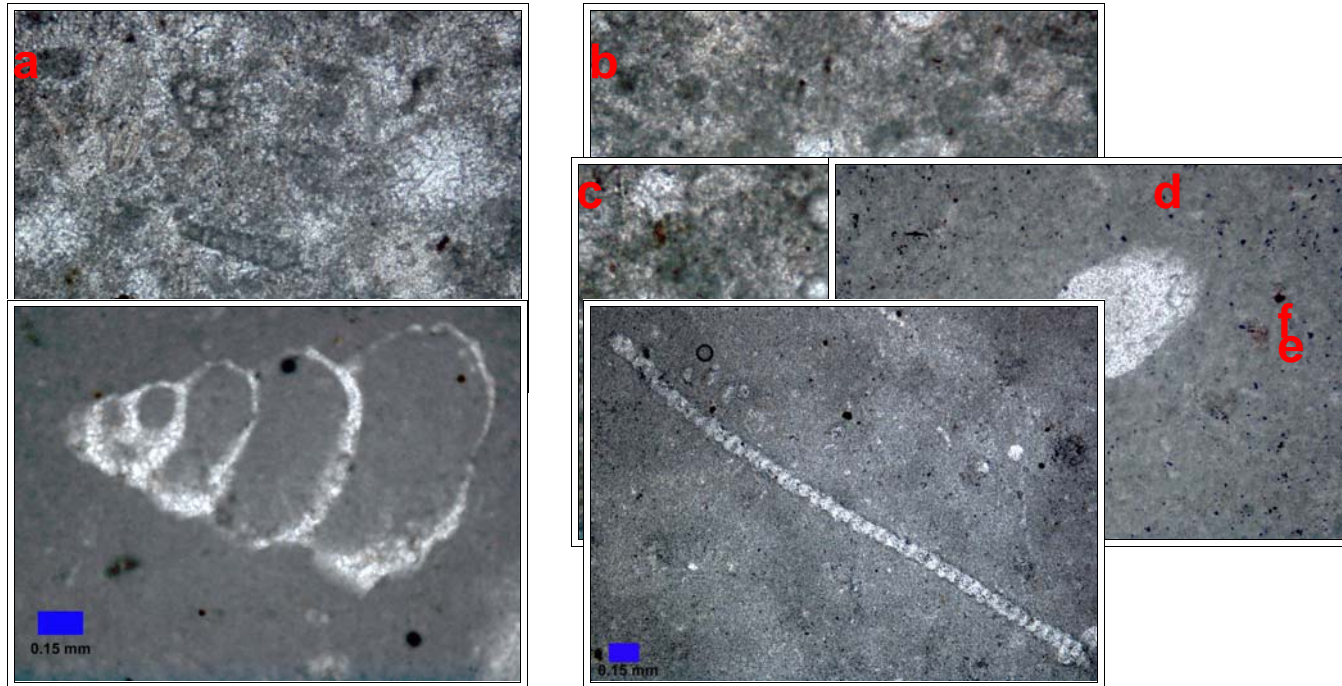


**Fig. 30.-** Pellets (*Favreina* sp) y foraminíferos bentónicos (¿).

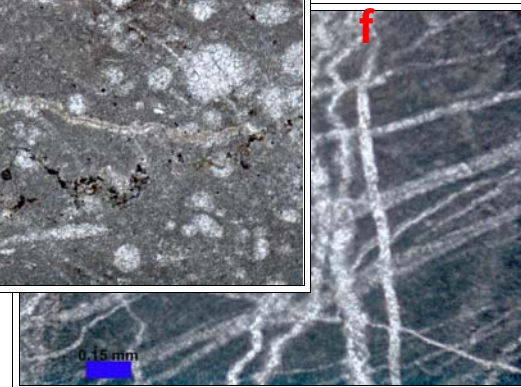
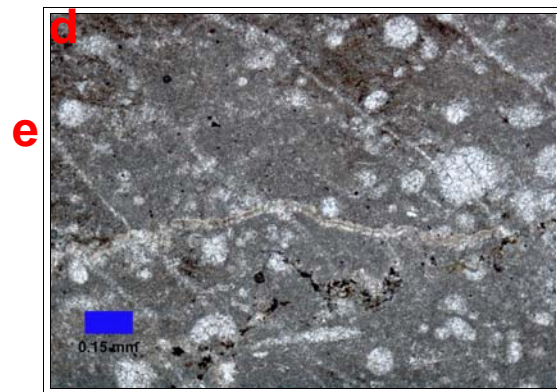
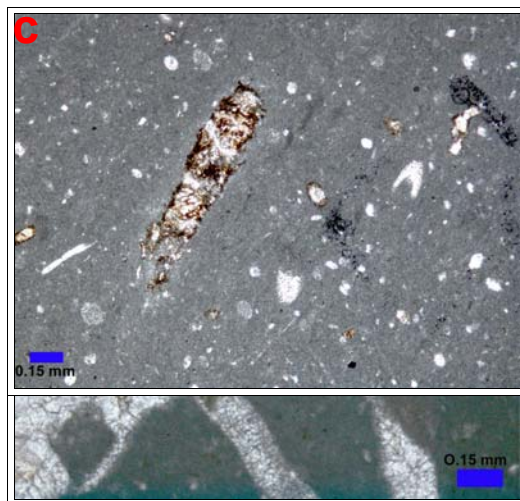
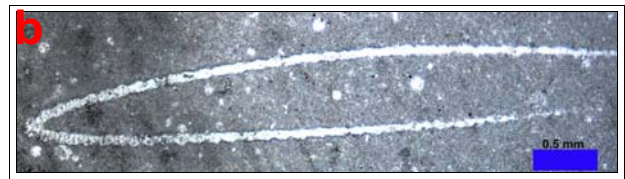
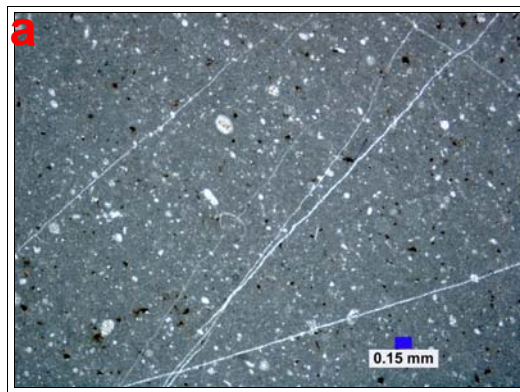
**FZCA- 3:** 41 m aproximadamente de mudstone- wackestone fosilífero cuyos espesores varían entre 20 y 40 cm. Esta unidad está caracterizada por la abundancia de foraminíferos bentónicos y planctónicos. Ostrácodos, radiolarios y fragmentos de equinodermos son bioclastos comunes en esta unidad; algunos > de 15 mm; ocasionalmente restos esqueléticos (¿) (FZ- 97) (micritas) (Figs. 31, 32 y 33).



**Fig. 31.-** Mudstone- wackestone fosilífero con abundancia de ostrácodos y foraminíferos. **a:** ostrácodos; **b- c- d:** foraminíferos, algunos más complejos y laberínticos.



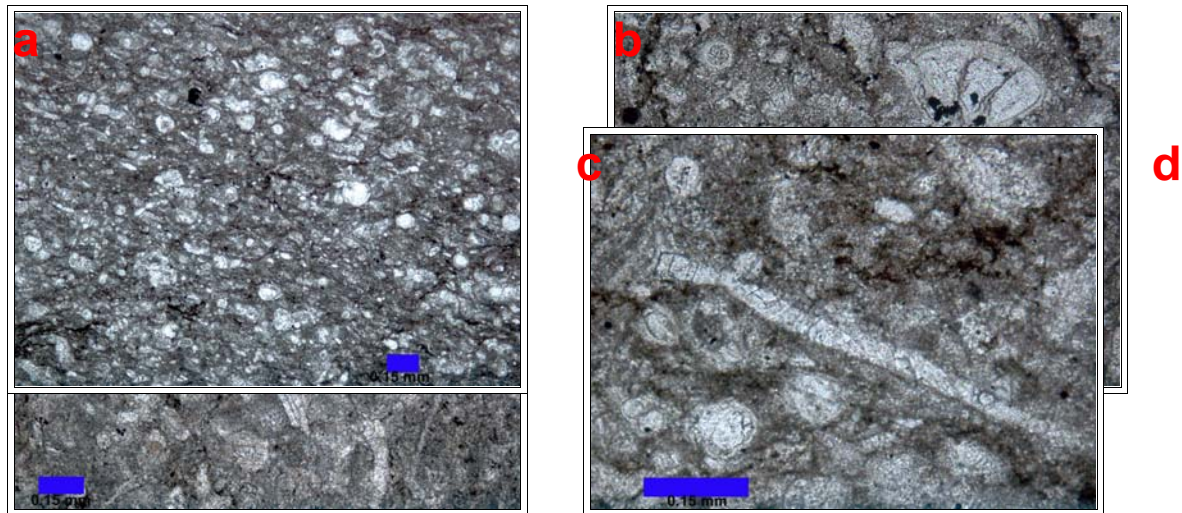
**Fig. 32.-** Mudstone- wackestone fosilífero con **a:** *Nodosaria sp* ( $\zeta$ ); **b:** foraminífero planctónico; **c:** foraminífero; **d:** ostrácodo ( $\zeta$ ); **e:** molusco; y **f:** ocasionalmente restos esqueléticos ( $\zeta$ ).



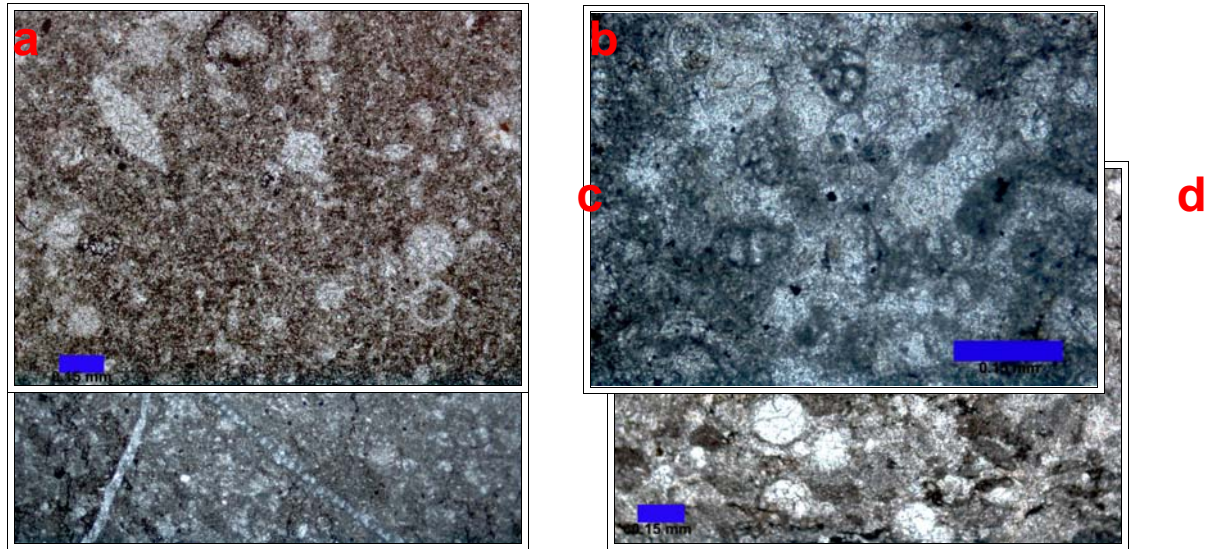
**Fig. 33.-**  
Mudstone-  
wackestone

fosilífero con **a- b:** ostrácodos y radiolarios; **c:** radiolarios y espículas (cubiertos con óxido de hierro); **d:** radiolarios; **e:** cemento esparítico; **f:** fracturas rellenas de calcita.

**FZCA- 4:** 6 m aproximadamente de packstone–wackestone fosilífero alternado regularmente. El contenido aloquímico en las facies de esta unidad consiste principalmente de foraminíferos, radiolarios, ostrácodos así como fragmentos de equinodermos y bioclastos revestidos; ocasionalmente restos esqueléticos (FZ- 107) (**biomicritas**) (**Figs. 34 y 35**).



**Fig. 34.-** Packstone–wackestone fosilífero consistente de **a:** radiolarios y ostrácodos; **b:** fragmentos de equinodermos; **c- d:** estructuras algales.



**Fig. 35.-** Packstone–wackestone fosilífero consistente en **a- b:** foraminíferos y algunos bioclastos revestidos; **c:** ocasionalmente restos esqueléticos; **d:** calciesferas y huellas de bioturbación ( $\zeta$ ).

#### 4.2.1 ZONA DE FACIES (FZ)

De acuerdo al análisis microfacial de las muestras de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, se identificaron las siguientes **FZ** propuestas por Wilson (1986) y Flügel (2004):

**FZ 1.- cuenca:** ambiente de agua profunda con sedimentación lenta

**FZ 2.- plataforma profunda** (circulación abierta): plataforma de mar abierto, cerca del talud inferior

**FZ 3.- margen profundo** de plataforma interna o cuenca

**FZ 6.- atrás de los arrecifes** (o arenas del margen de la plataforma): plataforma somera influida por el viento, áreas con acción de oleaje constante en o arriba de la base de oleaje

**FZ 7.- plataforma abierta:** las partículas dominantes provienen de ambientes de alta energía en barras y se movieron por taludes locales, para ser depositados en agua tranquila

**FZ 8.- plataforma restringida:** en barras de marea o canales de lagunas; moderada circulación de agua.

#### 4.2.2 MICROFACIES ESTÁNDAR (SMF):

Las **FZ** y las correspondientes **SMF** determinadas mediante el análisis microfacial de las muestras de la Formación Zuloaga, se incluyen en la **Fig. 36** (modificado de Flügel 1982, 2004 y Wilson, 1986):



<p><b>FZ 1-</b> cuenca, ambiente de agua profunda con sedimentación lenta</p>	<p><b>(SMF1):</b> ZONA ABISAL (o pelágica) conchas de ostrácodos, radiolarios, espículas (organismos pelágicos); alto contenido de óxido de hierro (cuenca aislada no mayor de 100m), con escasa depositación; ambiente de agua profunda</p>
<p><b>FZ 1-</b> cuenca; ambiente de agua profunda con sedimentación lenta <b>ZF 3-</b> margen profundo de plataforma</p>	<p><b>(SMF3):</b> ZONA BATIAL wackstone con microfósiles: foraminíferos bentónicos (miliólidos) y planctónicos; conchas de ostrácodos y radiolarios (pelágicos); espículas y espinas de equinodermos; ambiente de agua profunda y pendiente suave; baja energía, oxigenado y poca circulación</p>
<p><b>FZ 6-</b>arenas del margen de la plataforma; area con constante acción del agua o bajo la base del oleaje</p>	<p><b>(SMF11):</b> ZONA sub e intertidal grainstone con envolturas oncolíticas: oolítico – ooesparita; relativa profundidad del agua; bioclastos envueltos en cemento esparítico; clastos de forma subredondeada de granulometría desigual ; ambiente con constante acción de las olas</p>
<p><b>FZ 7-</b> laguna de plataforma con circulación abierta; agua tranquila bajo la base normal de las olas; inversión textural; las partículas dominantes de ambientes de muy alta energía en barras y se han desplazado por taludes locales para ser depositados en aguas tranquilas</p>	<p><b>(SMF8):</b> ZONA NERITICA (o subtidal) wackstone con fósiles bien conservados: crinoides, moluscos, peloides, lamelibranquiados <b>(SMF9):</b> ZONA NERITICA (o subtidal) agua somera y tranquila, con circulación abierta, bien oxigenada; baja energía(-100m); wackstone bioclástico: moluscos, braquiópodos, ostrácodos, briozoarios, foraminíferos y pellets</p>
<p><b>FZ 8-</b> agua somera muy caliente con circulación de agua solo moderada en barras de marea (tidal) y canales de lagunas; medios de agua tranquila, poco profunda; atrás del arrecife</p>	<p><b>(SMF10):</b> ZONA NERITICA (o subtidal) escasos foraminíferos bentónicos; alto contenido de pellets (cubriendo bioclastos) y peloides ; packstone – wackstone con bioclastos con envolturas oncolíticas; microgalerías que indican bioturbación en condiciones de buena oxigenación; bioclastos angulosos o envueltos; ambiente de agua profunda</p>
<p>frecuente en bordes de lagos o formada como depósito de barro en canales de marea (tidal)</p>	<p><b>(SMF16):</b> ZONA DE PLATAFORMA conchas de ostrácodos, algas, briozoarios, foraminíferos (bentónicos y planctónicos), pellets; ambiente de aguas someras con moderada circulación del agua; en bordes de lagunas o plataformas someras <b>(SMF 18):</b> ZONA DE PLATAFORMA packstone– grainstone de foraminíferos ; sedimento granular grueso, se encuentra en barras y barras de marea, apilados por corrientes de marea en lagunas someras y bahías</p>

**Fig. 36.- Cinturón de Facies de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín**  
(modificado de Flügel 1982, 2004 y Wilson 1986).

#### 4.2.2.1 FASES TRANSICIONALES

Considerando que algunas muestras contienen rasgos distintos en cuanto a ciertos constituyentes de la roca y textura, se hacen las siguientes observaciones:

- muestras que marcan una transición de wackstone a packstone por el tamaño y proporción de componentes (muestras FZ- 1 y FZ- 2): muestran un contraste ya que revelan características pelágicas de ambiente de cuenca (espículas, radiolarios, foraminíferos) pero también características de zona nerítica (ostrácodos, foraminíferos, pellets) (ejemplo muestra FZ- 60)
- algunas muestras contienen clastos (angulosos a subredondeados) en cemento esparítico, de textura mudstone a grainstone, envolviendo biógenos diversos, sugiriendo diferentes ambientes de deposición (entre aguas someras y profundas) (ejemplo muestras FZ- 1 a FZ- 10).

#### 4.2.3 ANOTACIONES A LAS MICROFACIES ESTANDAR (SMF)

En este apartado se describen algunos otros constituyentes observados mediante el análisis microfacial de las muestras de la Formación Zuloaga:

##### 1. COMPONENTES TERRIGENOS / MINERALES AUTIGENICOS:

En la mayor parte de las muestras analizadas de la Formación Zuloaga, se advierte óxido de hierro, en cantidades cambiantes; en algunas láminas se aprecian manchas y en otras envolviendo o saturando algunos bioclastos o incluso fracturas (muestras FZ- 11, FZ- 74, FZ- 81, FZ- 84). Manchas de fierro alrededor o en los litoclastos o bioclastos; en matriz se les llama residuales; implica un largo tiempo de no deposición en un ambiente marino somero de reducción.

Granos de cuarzo, de pedernal y de ópalo (?) son visibles microscópicamente.

También se observan fracturas rellenas con calcita (en algunas láminas escasas y otras muy abundantes como en la muestra FZ- 105) y clastos recristalizados.

Hay asimismo litoclastos, de granulometría heterogénea (observables macroscópicamente) y algunos más perceptibles al microscopio. Angulosos (desgastados) y subredondeados (ambientes someros).

## **2. BIOGENOS:**

Una mayor cantidad de organismos silíceos, como esponjas y radiolarios muestran un ambiente profundo por debajo del nivel de oxigenación.

También una mayor cantidad de pellets o microgalerías indican actividad de organismos bentónicos (bioturbación).

Por otra parte, una menor cantidad de pellets o microgalerías advierten un ambiente disódico (bajo nivel de oxigenación).

Un mayor número de oncoides sugiere depositación de sedimentos en aguas con movimientos de partículas.

## **3. ORIENTACION PREFERENCIAL DE ORGANISMOS:**

La sedimentación lenta y gradual indica homogeneidad. Presencia de valvas horizontales son muestra de aguas tranquilas. Huellas de espículas más o menos paralelas indican agua tranquila. En cambio rastros de paleocorrientes manifiestan heterogeneidad.

## **4. DESGASTE DE BIOCLASTOS- LITOCLASTOS:**

Trazas de clastos de forma más angular representan depósitos en el flanco del arrecife y por tanto, menos transporte.

En tanto que al ser más redondeados indican depósito en barras de área de plataforma y por transporte del agua (desgaste regular) en tiempo o distancia antes de la depositación.

## **5. CEMENTO:**

La calcita y la calcita esparítica constituyen el relleno de espacios vacíos entre los bioclastos. Algunos de ellos están parcialmente calcificados.

El cemento entre los granos es un mosaico de calcita sugiere una diagenésis tardía.

Cristales en forma de hojas (en micrita), que fueron reemplazados por yeso, indican un ambiente de sabkha (muestras FZ- 68e, FZ- 74d, FZ- 95b).

**6. ESTRATIFICACION:**

La estratificación cruzada (sedimento grueso) está relacionada a barra de marea, muy somera; o bien a la cresta de la barra en la zona de humedad.

**7. PRESERVACION:**

La preservación de fósiles completos (en una matriz de micrita) indica un entierro in situ y un ambiente de agua muy tranquilo (muestras FZ- 84 y FZ- 9).

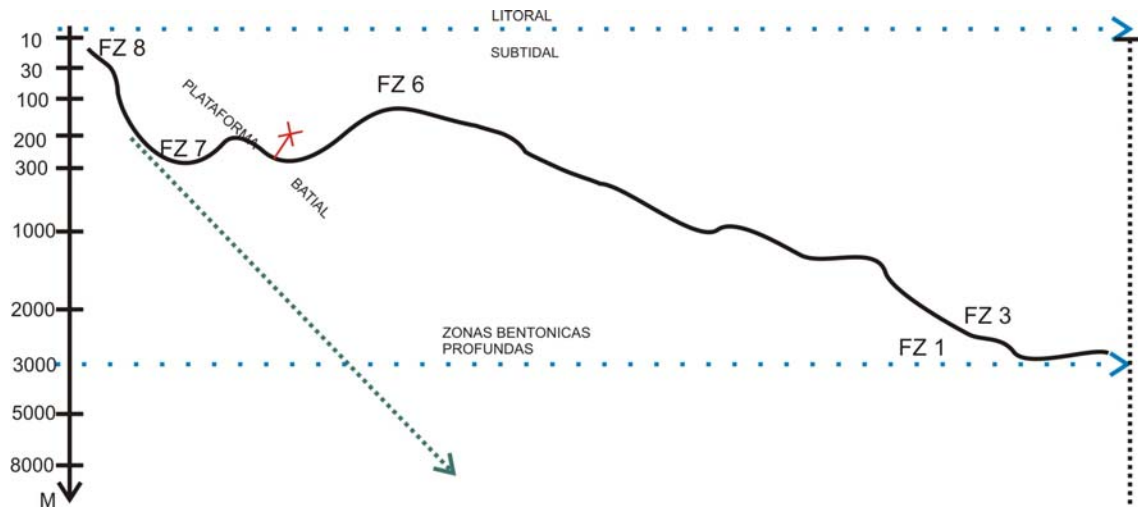
#### 4.2.4 MODELO DE DEPÓSITO PARA LA FORMACIÓN ZULOAGA

Se identificaron dos fases principales en base al estudio de las muestras:

- a. las zonas de facies FZ 1 y FZ 3 indican un margen profundo de cuenca y pie de talud de plataforma; esto es un ascenso del nivel del mar.
- b. con las zonas de facies FZ 6 y FZ 7 se advierte un cambio de margen profundo a zona tras el arrecife y plataforma lagunar, que sugieren un descenso en el nivel del mar.

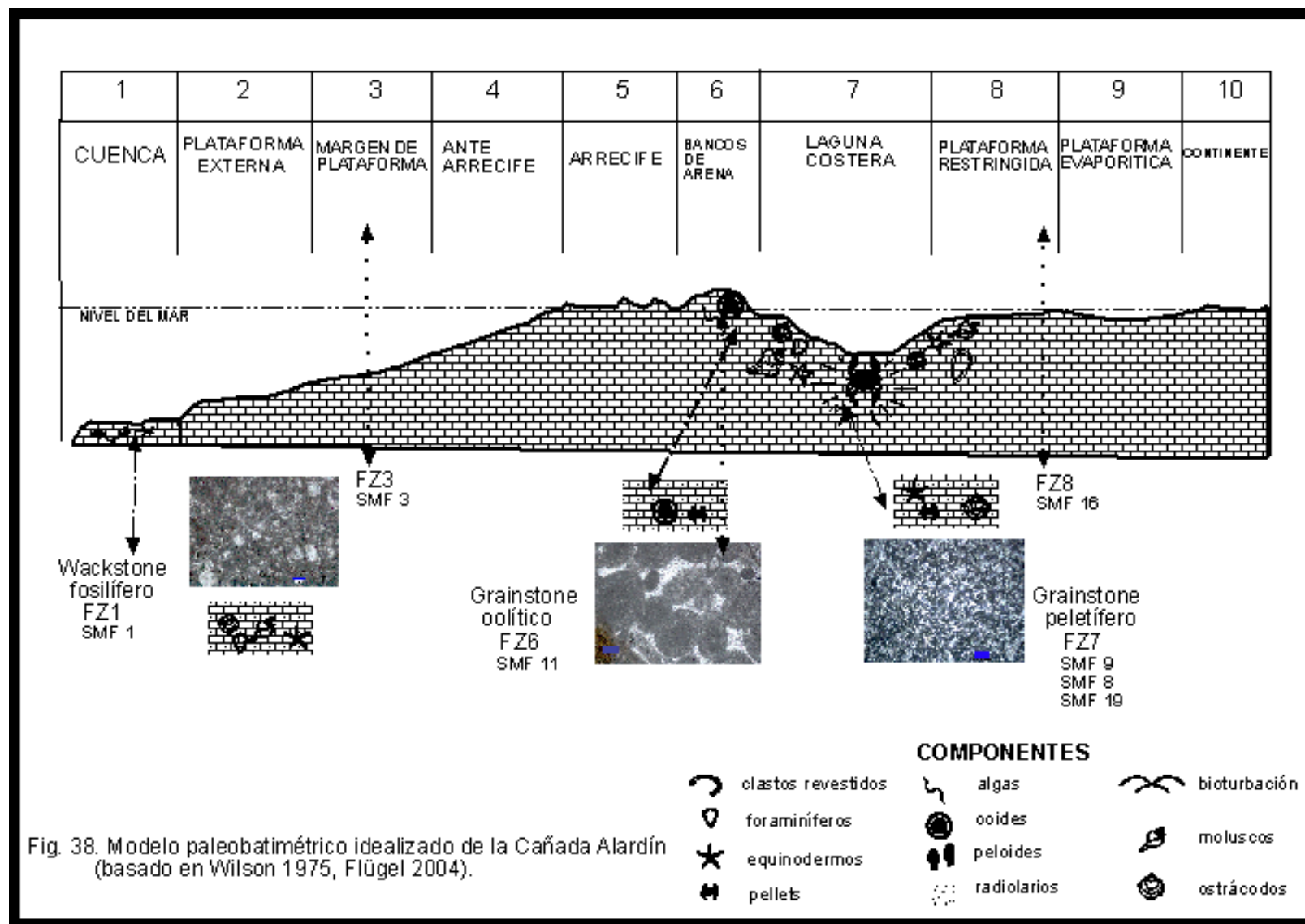
Es decir, se observa un ambiente de baja energía y poca circulación; una fase intermedia, tras arrecifal con oleaje, de alta energía y que es una de las características de la Formación Zuloaga; pero también características que corresponden a una fase lagunar carbonatada o plataforma interna. Por ello, se deduce una alternancia de facies someras y profundas durante la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, que se presentaron en forma cíclica, moderada o súbita, por lo que la tendencia apunta hacia zona de cuenca, bancos de arena y plataforma lagunar.

En la **Fig. 37** se muestra una propuesta de modelo Paleo- Batimétrico de los **Cinturones Faciales** determinados en base al análisis de microfacies de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín:



**Fig. 37.-** Cinturones Faciales de la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín.

En la **Fig. 38** se presenta el modelo idealizado de depósito para la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, de acuerdo al propuesto por Wilson 1986 y Flügel 2004.





## CONCLUSIONES.-

La Formación Zuloaga en el área de estudio está caracterizada por la presencia de rocas marinas carbonatadas masivas y un paquete conglomerático en la base. Se encuentra sobreyacida transicionalmente por la Formación La Casita.

La litología se caracteriza por calizas micríticas y esparíticas con estratos de 0.3 m a 1 m de espesor, con pedernal y estilolitas tectónicas.

En base al estudio de las láminas delgadas de la Formación Zuloaga de la Cañada Alardín se identificaron los siguientes Tipos de Facies con las correspondientes texturas y paleoambientes (según la clasificación de Dunham (1962), Folk (1962) y (Wilson, 1986):

**Ooesparitas** en la porción basal de la Formación Zuloaga consistentes en grainstones de ooides empaquetados, ubicándose en un área combinada de zonas de moderada energía y agua muy somera y zonas de alta energía en barras oolíticas, playas y barras de marea; los microfósiles y bioclastos predominantes son foraminíferos bentónicos y fragmentos de equinodermos (**FZCA- 1**).

**Pelesparitas** consistentes en packstone- grainstone peletífero de 16m de espesor con foraminíferos bentónicos, ostrácodos, fragmentos de moluscos, equinodermos y *Favreina sp.*, que es característica para la Fm. Zuloaga e indica una edad del Oxfordiano-Kimmeridgiano (Jurásico Tardío), depositados en una zona de plataforma somera con agua cálida y circulación restringida (**FZCA- 2**).

**Micritas** con espesor de estratos que varía entre 20 y 40cm. consistentes en mudstone y wackstone con radiolarios, ostrácodos, foraminíferos bentónicos y planctónicos. Fragmentos de equinodermos acumulados en una zona de depósito de cuenca con ambiente de agua profunda y de margen profundo de plataforma (**FZCA- 3**).

**Biomicrocritas** con espesor 6m, consistentes en wackstone- packstone con foraminíferos planctónicos, radiolarios y ostrácodos así como fragmentos de equinodermos, moluscos, algas y bioclastos revestidos, que indican una zona de depósito de plataforma con circulación restringida (**FZCA- 4**).

Los **Cinturones Faciales** reconocidos para la Formación Zuloaga en la Cañada Alardín, son sintetizados a continuación (según la clasificación de Wilson 1986 y Flügel 2004):

**FZ 1.-** zona de cuenca caracterizada por ambiente de agua profunda con sedimentación lenta.

**(SMF 1):** organismos pelágicos principalmente radiolarios y espículas; alto contenido de óxido de hierro.

**FZ 3.-** margen profundo de plataforma

**(SMF 3):** wackstone con foraminíferos bentónicos y planctónicos; conchas de ostrácodos y radiolarios (pelágicos); espículas de equinodermos; representa un ambiente de agua profunda, baja energía, oxigenado, baja circulación y pendiente suave.

**FZ 6.-** Arenas del margen de la plataforma, en ambiente con constante acción del agua o bajo la base del oleaje

**(SMF 11):** grainstone con envolturas oncolíticas, bioclastos envueltos en cemento esparítico; con relativa profundidad del agua y ambiente con constante acción de las olas; clastos de forma subredondeada de granulometría desigual.

**FZ 7.-** Laguna de plataforma abierta con circulación moderada, somera y con partículas de ambientes de alta energía. Esto indica una zona de acumulación en barras que se desplazaron por taludes locales para ser depositados en aguas tranquilas.

**(SMF 8):** wackstone con fragmentos de moluscos, foraminíferos y peloides

**(SMF 9):** wackstone bioclástico de moluscos, ostrácodos, foraminíferos bentónicos y pellets; huellas de microgalerías

**(SMF 10):** packstone– wackstone con bioclastos revestidos a manera de estructuras oncolíticas.

**FZ 8.-** Plataforma y depósitos costeros con circulación restringida; de agua somera.

**(SMF 16):** grainstone con pellets fecales de vez en cuando mezclados con restos de ostrácodos o foraminíferos bentónicos.

A manera de síntesis se concluye que:

1. La Fm. Zuloaga (Oxfordiano-Kimmeridgiano) muestra cambios bruscos en el nivel del mar que indican el cambio de una fase de regresión, con packstones - grainstones de ooides y pellets cementados en esparita, a otra fase de transgresión, con mudstone- wackestone pelágico, de matriz micrítica y componentes de radiolarios, foraminíferos planctónicos y espículas.
2. La alternancia de facies someras y profundas -que se presentan en forma cíclica, moderada o súbita-, implican la sucesión de plataforma marina abierta o cuenca y plataforma somera abierta durante la depositación de la Fm. Zuloaga en la Cañada Alardín.
3. Los depósitos oolíticos son significativos de ambientes de alta energía en bancos de arena limítrofes al ambiente de laguna costera.
4. La identificación microfacial de las calizas oolíticas en la base de la columna estratigráfica (característica de la Fm. Zuloaga) y las calizas micríticas y esparíticas, con lutitas y nódulos de pedernal, sugieren una alternancia de ambos ambientes de depositación.
5. Los cambios tanto en el contenido como en la cantidad de bioclastos son indicadores de una tasa de sedimentación variable; sugieren ciclos de alta y baja productividad y están determinados por los cambios repentinos y graduales alternantes durante la depositación, indicando ambientes lagunares (presencia de pellets) y pelágicos (radiolarios y espículas).

Durante la última década el objetivo de la investigación arqueológica en Nuevo León ha sido la exploración de cuevas y abrigos rocosos, característicos del patrón de asentamiento indígena serrano y parte de su estrategia de subsistencia durante miles de años.

Las cuevas y abrigos rocosos por su naturaleza particular contienen un registro estratigráfico detallado permitiendo establecer secuencias culturales importantes, además de ser “archivos” sedimentarios y medio ambientales.

La particularidad de los procesos geológicos en la región influyó en la preservación del registro arqueológico de materiales orgánicos como fibras, textiles, cordeles, restos esqueléticos, pintura rupestre... considerando las variaciones climáticas de los últimos 5 mil años.

Pero ¿qué factores influyeron para su selección original por los habitantes prehistóricos de esa región, que continuaron incidiendo durante su ocupación y que fueron responsables de su sepultamiento y de su posterior preservación?

Las condiciones geo- climáticas de cada una de las cavernas fueron importantes para el establecimiento no sólo estacional sino semi- permanente de cazadores recolectores e incluso grupos pre- agrícolas.

Seleccionadas por su accesibilidad, disponibilidad de recursos vegetales y faunísticos, cercanía y abundancia de fuentes de agua (río, manantial, laguna), fueron usadas como resguardos, lugares de habitación o bien como sitios de enterramiento.

Significativa es la dirección en que se abren estas cavidades, pues produce efectos del clima externo en la sedimentación. Así en una cueva orientada al Sur el sol incide largo tiempo en la entrada y por tanto, tendrá un efecto directo en la parte frontal del clima de la cueva. La orientación al Norte provocará una posición sombreada y sólo la temperatura del aire tendrá algún efecto. Si la orientación es hacia el Oeste, recibirá los rayos solares después de que el aire se haya calentado durante muchas horas. Y si en cambio está orientada al Este recibirá calor del sol directamente después del frío de la noche (como ocurre en la mayor parte de los sitios en la Cañada Alardín).

Por último, otro efecto trascendente de la ocupación humana intensiva de cuevas y abrigos rocosos en la Cañada Alardín, originados en la caliza de la

Formación Zuloaga que aquí se estudia, fue precisamente la de abastecer de este tipo de rocas a la población indígena local para la elaboración de artefactos líticos con funciones especializadas.

## UNA ÚLTIMA REFLEXION.-

Para muchos Arqueólogos hoy día el yacimiento arqueológico sigue siendo considerado como el objetivo central de la investigación. Sin embargo, no debe perderse de vista que la actividad humana raramente se circunscribe de forma exclusiva al espacio representado sólo por el yacimiento. Es imprescindible para la práctica arqueológica contextualizar el entorno del yacimiento ya que tal combinación nos puede ofrecer una visión más aproximada de la compleja relación de los grupos humanos con los medios que estos habitaron y de los cuales obtuvieron sus recursos.

El campo de mi experiencia personal en la investigación en Ciencias de la Tierra comienza precisamente aquí, en la Cañada Alardín, ante las dificultades para abordar una verdadera investigación interdisciplinaria por la complejidad del registro arqueológico resultante de la excavación de los abrigos rocosos y cuevas en esta porción de la Sierra Madre Oriental.

Como una primera fase de gabinete se comenzó por recopilar toda la información disponible sobre el área (cartografía, datos climáticos, geología, hidrografía), que ayudara a la comprensión de las peculiaridades del objeto de estudio. Una vez que se recolectaron algunas muestras en la excavación arqueológica, fue necesario recurrir en primera instancia al análisis de sedimentos y suelos, para determinar áreas de actividad y explicar procesos de depositación cultural y/o natural. Esto es, inferir la secuencia estratigráfica del sitio.

Simultáneamente para contrastar la cronología relativa dada por el análisis de los numerosos objetos líticos que se rescataron en la exploración, se obtuvieron fechamientos de  $C_{14}$  por el carbón proveniente de los "fogones" del interior de los lugares de habitación indígenas prehistóricos de la Cañada Alardín.

En una de las últimas etapas de la investigación, se propuso cartografiar las Formaciones geológicas circundantes a los sitios arqueológicos, aún sin tener en claro lo trascendente que habría de resultar incursionar en el campo de la micro- paleontología al analizar precisamente la Formación geológica en que se localizaron los primeros asentamientos humanos de toda esa región: la Formación Zuloaga.

Lo anterior posibilitará entender los paleoambientes que caracterizaron aún en épocas tan remotas del Jurásico la misma, así como los usos y aprovechamiento del territorio y sus recursos más tardíamente durante el Cuaternario, por parte de los grupos humanos, y sus repercusiones a escala de paisaje.

La formación académica legada por Tutores y Catedráticos de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León a mi profesión como Arqueóloga, así como esta experiencia metodológica en particular, permitirán abordar problemáticas específicas de la Geo- Arqueología en Nuevo León desde una nueva perspectiva, sin duda totalmente invaluable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.-

**Barboza Gudiño, J. R., Hoppe M., Gómez Anguiano M. y Martínez Macías P. R., (2004):** Aportaciones para la interpretación estratigráfica y estructural de la porción noroccidental de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 21, núm. 3, pp. 299-319.

**Burckhardt, C., (1930):** Etude synthétique sur le Mesozoique Mexicain. Memoires de la Societe Paléontologique Suisse, v. 49-50, 280 p.

**Butzer, K. W., (1982):** Archaeology as human ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

**Dunham, R. J., (1962):** Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Textura. In Classification of Carbonate Rocks: A Symposium. Bulletin American Association of Petroleum Geologists. Memoir. No. 1. pp.108-121.

**Eguiluz de Antuñano, S., Aranda García M. y Marte R., (2000):** Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. V. LIII. pp. 1-26.

**Exton, J. and Gradstein F. M., (1984):** Early Jurassic stratigraphy and micropaleontology of the grand banks and Portugal. Geological Association of Canada. Special Paper 28.

**Flügel, E., (1982):** Microfacies Analysis of Limestone. Springer Verlag. New York.

**Flügel, E. (2004):** Microfacies of carbonate rocks. Springer. Berlin. 976 p.

**Folk, R. L., (1962):** Spectral Subdivision of limestone Types. In Ham, E.W. ed. Classification of Carbonate Rocks: The American Association of Petroleum Geologist. Tulsa, Oklahoma. USA. pp. 62- 84.

**Folk, R. L., (1980):** Petrology of sedimentary rocks. Hempill Publishing Company. Austin Texas.

**Gobierno del Estado de Nuevo León, (1988):** Los Municipios de Nuevo León. Enciclopedia de los Municipios de México. Nuevo León. México.

**Goldhamer, R. K., Lehmann P. J. y Todd R. G., (1993):** Estratigrafía secuencial y cicloestratigrafía del Mesozoico de la Sierra Madre Oriental, Noreste de México. Libreto guía. Sin publicar.



- Goldhamer, R. K., (1999):** Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico. Geological Society of America. Special Paper 340. Colorado.
- INEGI/SPP, (1981):** Síntesis Geográfica de Nuevo León. Coordinación de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI/DETENAL, (1977):** Carta Geológica. Zaragoza F14A17. Escala 1: 50 000. México.
- Imlay, R.W., (1936):** Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico: Part IV, Geology of the western part of the Sierra de Parras: Geological Society of America Bulletin, 47, p. 1091–1152.
- Imlay, R.W., (1938):** Studies of the Mexican geosyncline: Geological Society of America Bulletin, 49, pp.1651-1694.
- Imlay, R. W., (1943):** Jurassic formations of gulf region. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 27, pp.1407-1533.
- Michalzick, D., (1988):** Trias bis tiefste unter- kreide der Nordostlichen Sierra Madre Oriental, México. - Fazielle entwicklung eines paassiven kontinentalrandes. Inaugural Dissertation dem Fachbereich. Geowissenschaften und Geographi der Technischen Hochschule Darmstadt.
- Padilla y Sánchez, R., (1985):** Las estructuras de la curvatura de Monterrey, Estados de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. Revista del Instituto de Geología. UNAM. Vol. 6, no. 1. pp. 1- 20.
- Pichardo Barrón, Y., (2002):** Evolución paleogeográfica de la fauna arrecifal (Hauteriviano- Aptiano) del Cerro de Labradores, Galeana, Nuevo León, México. Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Geológicas. FCT. UANL. Sin publicar. Linares.
- Rivera Estrada, C. A., (1996):** Proyecto de Investigación Cañada Alardín. General Zaragoza, N.L. Centro INAH Nuevo León. Sin publicar. Monterrey.
- Rivera Estrada, C. A., (1997- 2003):** Proyecto Arqueológico Cañada Alardín, Gral. Zaragoza, N.L. Informes Técnicos. Centro INAH Nuevo León. Sin publicar. Monterrey.
- Rivera Estrada, C. A., (2007):** Cultura Indígena Serrana: Cañada Alardín, General Zaragoza, Nuevo León. AIHR. Monterrey. N.L. México. 141 p.

**Schmid, E., (1980):** Sedimentos en cuevas en los estudios prehistóricos. En Don Brothwell, Ciencia en Arqueología. FCE. México.

**Secretaría de Economía, (1997):** Carta Geológico Minera Ciudad Victoria F14- 2. México.

**Secretaría de Programación y Presupuesto, (1982): Geología de la Región Norte y Noreste de México.** En Geología de la República Mexicana. México. pp. 33- 52.

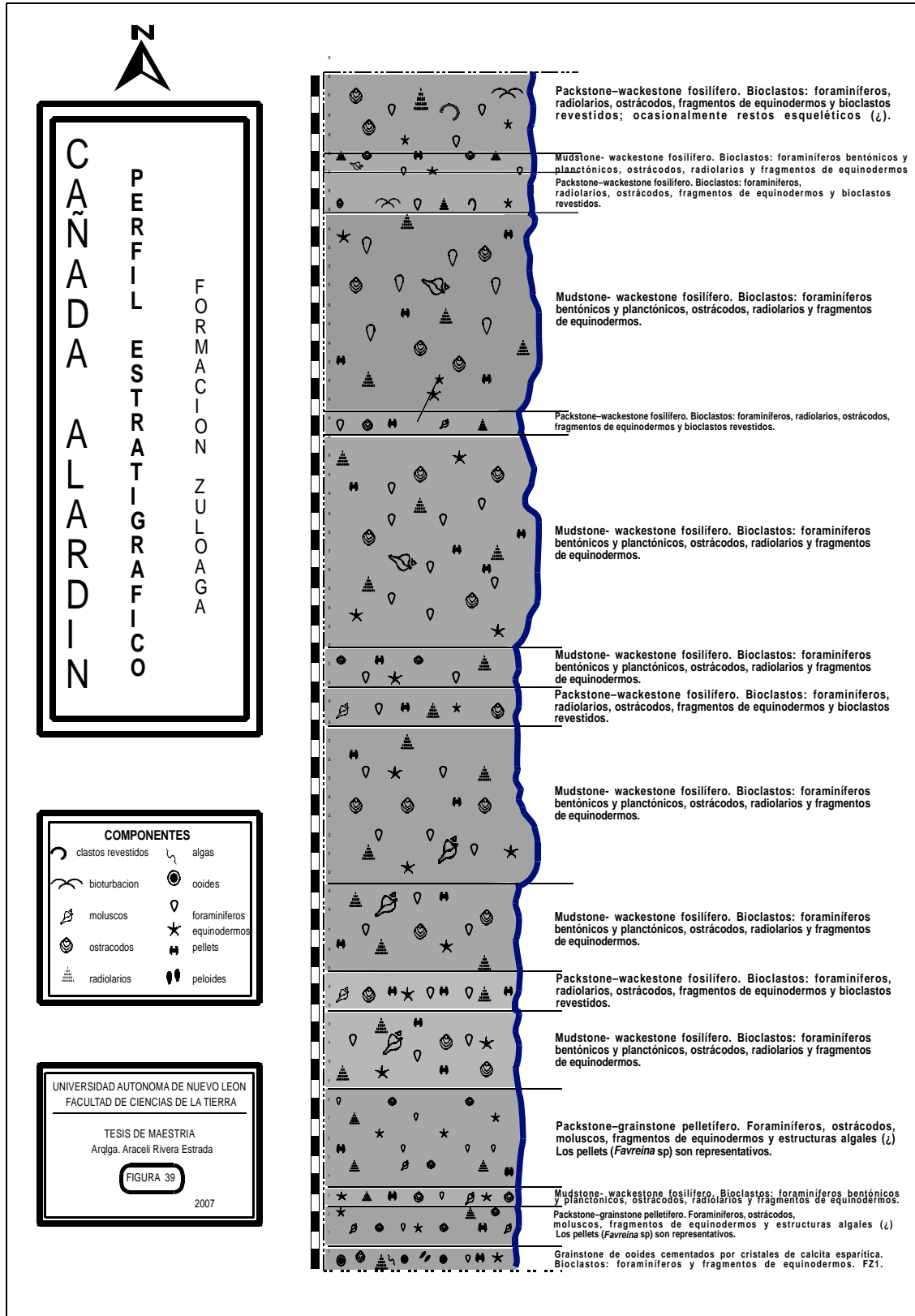
**Tardy, M. C. y Ramírez R., (1976):** El frente de la Napa de Parras (Conjunto Cadena Alta- Altiplano Central) en el Area de Aramberri, N.L., Sierra Madre Oriental, México. Revista del Instituto de Geología. UNAM. No. 2. pp. 1- 12.

**Vera Torres, J. A., (1994):** Estratigrafía. Principios y Métodos. Ed. Rueda. Madrid.

**Wilson, J. L., (1986):** Carbonate facies in Geologic History. Springer Verlag. New York.

# **ANEXO**

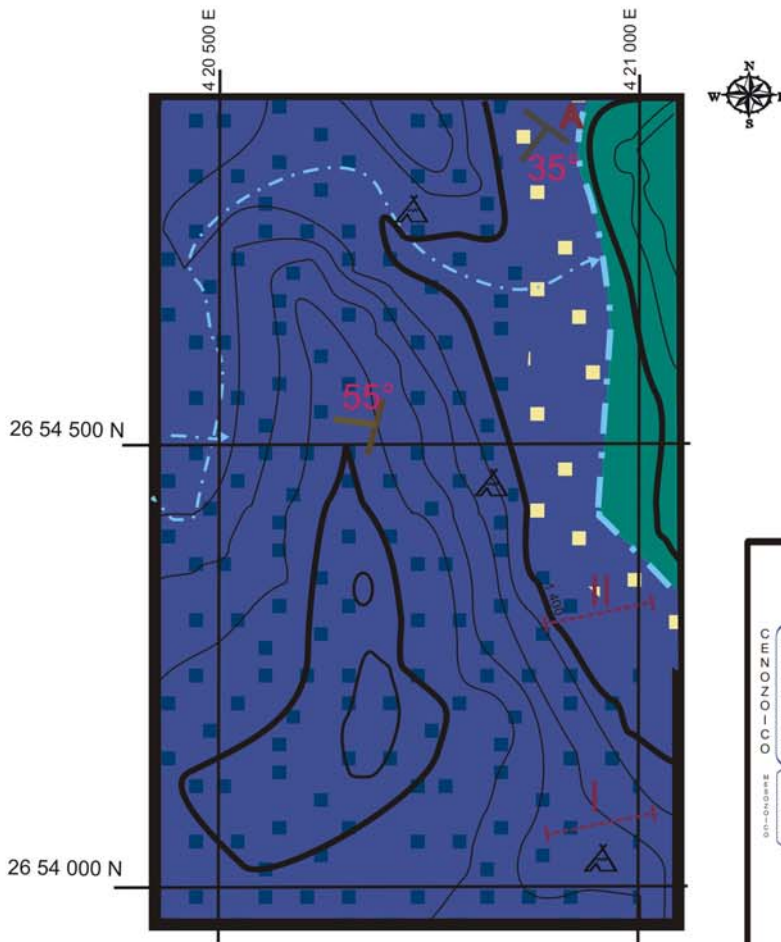
**Fig. 39.- Perfil Bio- Estratigráfico.**



# **ANEXO**

**Fig. 40.- Cartografía Geológica.**

## CARTA GEOLOGICA ESTRUCTURAL DE LA FORMACION ZULOAGA EN LA CAÑADA ALARDIN, GENERAL ZARAGOZA, NUEVO LEON



**SIMBOLOGIA**

**COLUMNA GEOLOGICA**

	ALUVION
	FORMACION CUPIDO
	FORMACION ZULOAGA YESO DOLOMITA

**SIMBOLOS GEOLOGICOS**

	RUMBO
	PERFILES BIOESTRATIGRAFICOS
	MEDICIONES ESTRUCTURALES
	DIAGRAMA DE DENSIDAD

**SIMBOLOS TOPOGRAFICOS**

	ZONA ARQUEOLOGICA
	CORRIENTE PERENNE
	CURVA NIVEL @ 100 m
	CURVA NIVEL @ 20 m

CARTA TOPOGRAFICA  
I N E G I  
F14A17 ZARAGOZA  
G14C87 ARAMBERRI  
E S C. 1: 50 000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
TESIS DE MAESTRIA  
ARQLGA. ARACELI RIVERA E.  
FIGURA 40 2007

