



a)



b)

**Figura 29:** Fragmento de equinodermo. a) Estrato 3L. b) Estrato 6L. Escala 1cm.



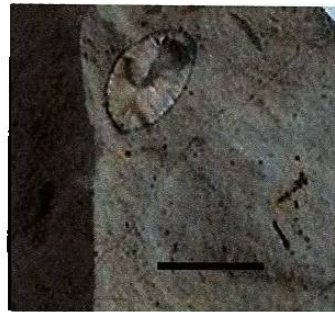
**Figura 30:** Fragmento de equinodermo. Estrato 8C. Escala 1cm.

#### 7.1.4 Belemnite

Fragmentos de belemnite (cefalópodo). (figura 31).



a)

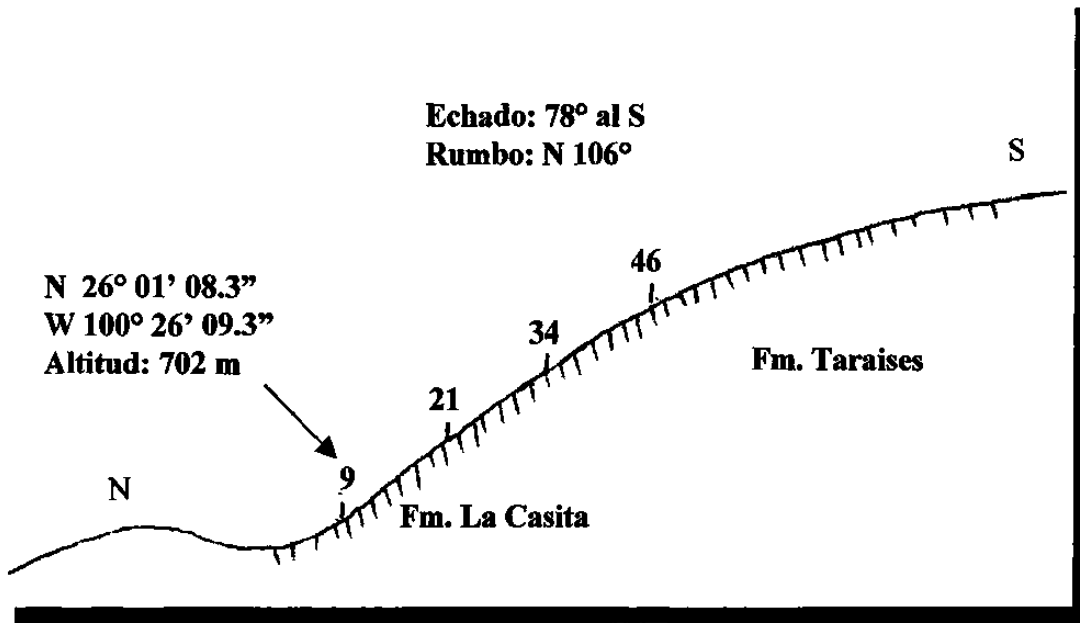


b)

**Figura 31:** Fragmento de belemnite. a) Estrato 3C. b) Estrato 10C. Escala 1cm.

## 7.2 Geología

Para tener una base de la información recopilada en campo se realizó un perfil del área de estudio (figura 32).



**Figura 32:** Perfil del área de estudio. Se muestran los números asignados a algunos de los estratos.

A partir de las observaciones y determinaciones realizadas en campo con ayuda de brújula, cinta y GPS, y utilizando como base la carta topográfica 1:50,000 de INEGI, se elaboró un mapa geológico de 500 m por 500 m en torno al área de estudio, a una escala de 1:2,500. Mediante diferentes colores se representan las edades de las rocas: verde = Cretácico, celeste = Jurásico, café = Terciario, amarillo = Cuaternario. Se marcó con una línea roja discontinua el límite entre las formaciones La Casita- Taraises. El sitio de muestreo se indicó mediante una negra punteada. Se menciona el rumbo (R) y el echado (E) (figura 33).

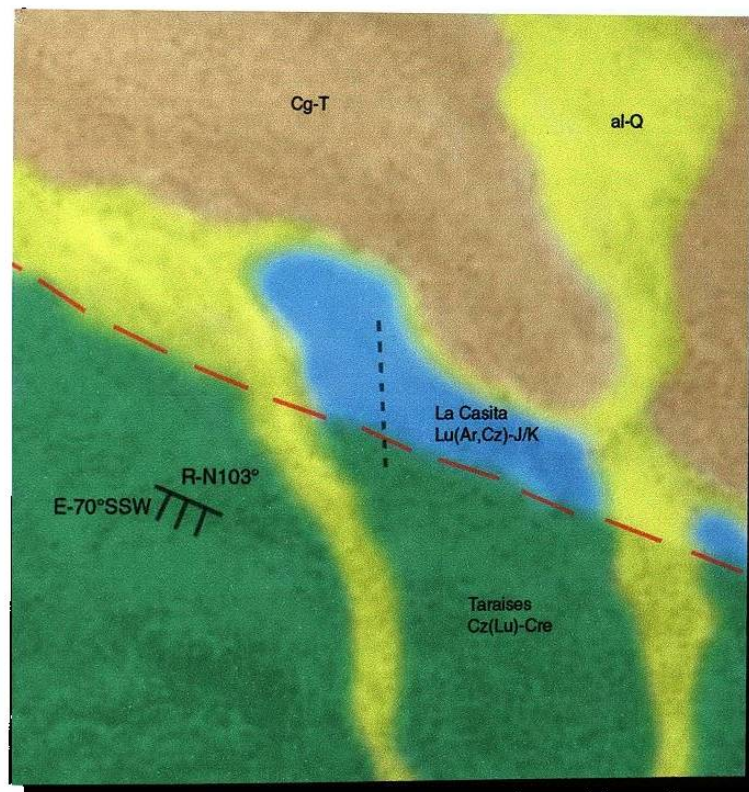


Figura 33: Mapa geológico del área de estudio, escala 1:2,500.

Se tomaron datos de los estratos de caliza (Tabla 1) y lutitas (Tabla 2) para la realización de la columna estratigráfica correspondiente a la sección medida en la Sierra de Minas Viejas (figura 34). Algunos de los estratos de caliza son discontinuos, presentando interrupciones; todos los estratos de lutitas son continuos.

número de estrato	espesor (m) calizas	tipo de estrato	clave muestra
1	.15	muy discontinuo	MVC 1
2	.13	muy discontinuo	MVC 2
3	.13	discontinuo	MVC 3
4	.13	discontinuo	MVC 4
5	.16	discontinuo	MVC 5
6	.30	continuo	MVC 6
7	.24	continuo	MVC 7
8	.22	continuo	MVC 8
9	.24	continuo	MVC 9
10	.16	discontinuo	MVC 10
11	.15	discontinuo	MVC 11
12	.10	discontinuo	MVC 12
13	.14	discontinuo	MVC 13
14	.30	continuo	MVC 14
15	.09	casi ausente	MVC 15
16	.20	discontinuo	MVC 16
17	.13	muy discontinuo	MVC 17
18	.08	casi ausente	MVC 18
19	.18	discontinuo	MVC 19
20	.12	discontinuo	MVC 20
21	.23	continuo	MVC 21
22	.08	muy discontinuo	MVC 22
23	.08	muy discontinuo	MVC 23
24	.09	muy discontinuo	MVC 24
25	.12	discontinuo	MVC 25
26	.10	muy discontinuo	MVC 26
27	.15	discontinuo	MVC 27
28	.22	discontinuo, capa doble	MVC 28
29	.08	casi ausente	MVC 29
30	.16	casi continuo	MVC 30
<b>Veta de calcita</b>			
31	.16	continuo	MVC 31
32	.30	continuo	MVC 32
33	.12	continuo	MVC 33
34	.16	continuo	MVC 34
35	.13	muy discontinuo	MVC 35
36	.15	discontinuo	MVC 36
37	.13	discontinuo	MVC 37
38	.22	continuo	MVC 38
39	.12	casi continuo	MVC 39
<b>A partir de aquí las capas de caliza son más frecuentes y no se muestrearon todas</b>			
40	.15	continuo	MVC 40
41	.10	discontinuo	MVC 41
42	.16	continuo	MVC 42
43	.16	continuo	MVC 43
44	.12	continuo	MVC 44
45	.15	continuo	MVC 45
46	.14	continuo	MVC 46

Tabla 1: Datos de los estratos de caliza, tomados en campo.



número de estrato	espesor (m) lutitas
1	1.65
2	1.01
3	0.97
4	1.36
5	0.78
6	0.43
7	1.01
8	1.21
9	0.66
10	0.59
11	0.37
12	0.13
13	1.01
14	0.97
15	0.31
16	0.80
17	1.35
18	0.90
19	1.76
20	0.94
21	0.53
22	0.65
23	0.11
24	0.75
25	0.10
26	0.32
27	0.27
28	0.59
29	0.61
30	0.60
31	0.91
32	0.33
33	0.83
34	0.03
35	1.17
36	1.03
37	0.78
38	0.57
39	0.73
40	0.78
41	0.35
42	0.27
43	0.77
44	0.69
45	0.85

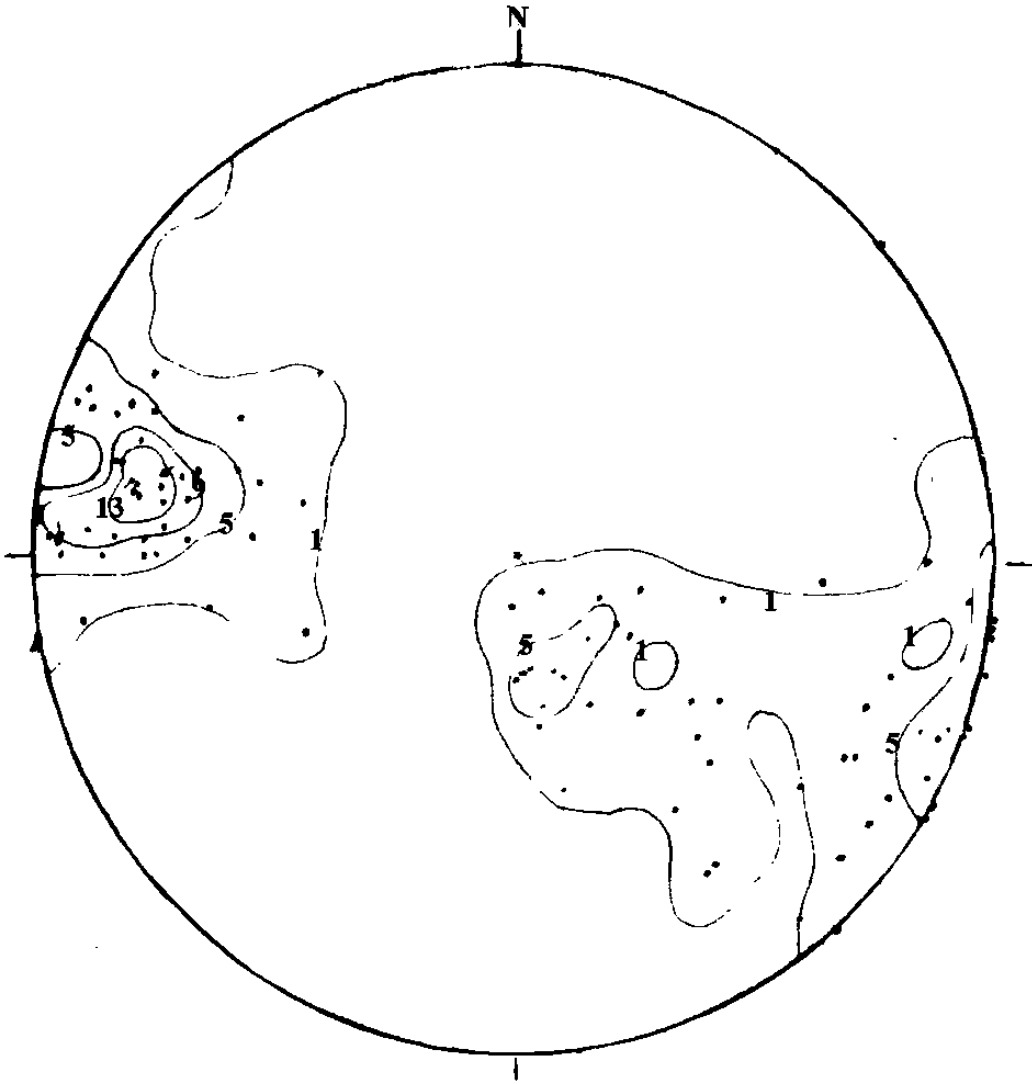
Tabla 2: Datos de los estratos de lutita, tomados en campo.



En campo se midieron cien fracturas y sus datos se representan en la Tabla 3. Se determinó su orientación preferencial por el Método de la Red de Schmidt (Marshak, et al. 1988), en la que cada punto representa el eje perpendicular de una fractura; las curvas delimitan diferentes concentraciones de puntos (figura 34).

número de fractura	rumbo	echado	hacia el	número de fractura	rumbo	echado	hacia el
1	0	75	E	51	17	47	E
2	352	80	E	52	50	83	NW
3	0	74	W	53	0	66	E
4	0	64	E	54	28	70	NW
5	10	70	E	55	19	90	--
6	90	20	N	56	56	64	NW
7	80	18	N	57	25	72	SE
8	41	46	SE	58	8	90	--
9	204	15	W	59	20	69	E
10	13	38	E	60	70	20	N
11	16	70	W	61	22	84	NW
12	170	54	E	62	33	23	NW
13	77	39	N	63	18	82	E
14	56	50	N	64	20	86	W
15	16	70	E	65	80	28	N
16	38	38	NW	66	12	74	E
17	2	58	E	67	6	90	--
18	22	80	W	68	12	73	E
19	66	21	NW	69	10	70	E
20	10	64	E	70	30	20	W
21	48	90	--	71	8	63	E
22	4	63	E	72	9	69	E
23	86	19	N	73	8	68	E
24	82	14	N	74	12	22	W
25	33	42	NW	75	13	58	E
26	45	18	NW	76	12	64	E
27	14	58	E	77	20	84	E
28	79	25	NW	78	29	90	--
29	10	69	E	79	12	64	E
30	4	53	W	80	0	84	E
31	55	63	NW	81	9	59	E
32	160	38	NE	82	2	66	E
33	50	33	NW	83	21	68	W
34	10	36	NW	84	60	27	W
35	4	46	E	85	31	80	W
36	35	80	NW	86	170	90	--
37	26	54	E	87	8	90	--
38	16	51	E	88	170	90	--
39	90	8	N	89	30	90	--
40	2	72	E	90	13	90	--
41	37	64	NW	91	18	86	E
42	30	68	NW	92	20	90	--
43	44	48	NW	93	26	86	W
44	20	74	E	94	2	88	E
45	140	90	--	95	2	85	E
46	18	76	E	96	3	79	E
47	12	60	E	97	2	86	E
48	123	90	--	98	2	84	E
49	50	7	NW	99	4	84	W
50	45	43	NW	100	40	80	W

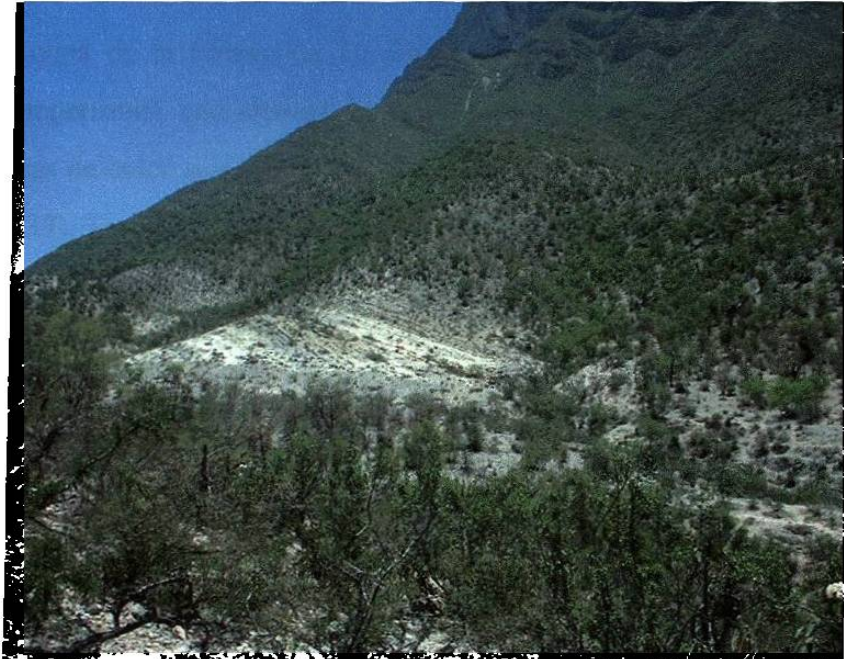
Tabla 3: Datos de rumbo y echado de las fracturas tomados en campo, que se graficaron mediante la Red de Schmidt.



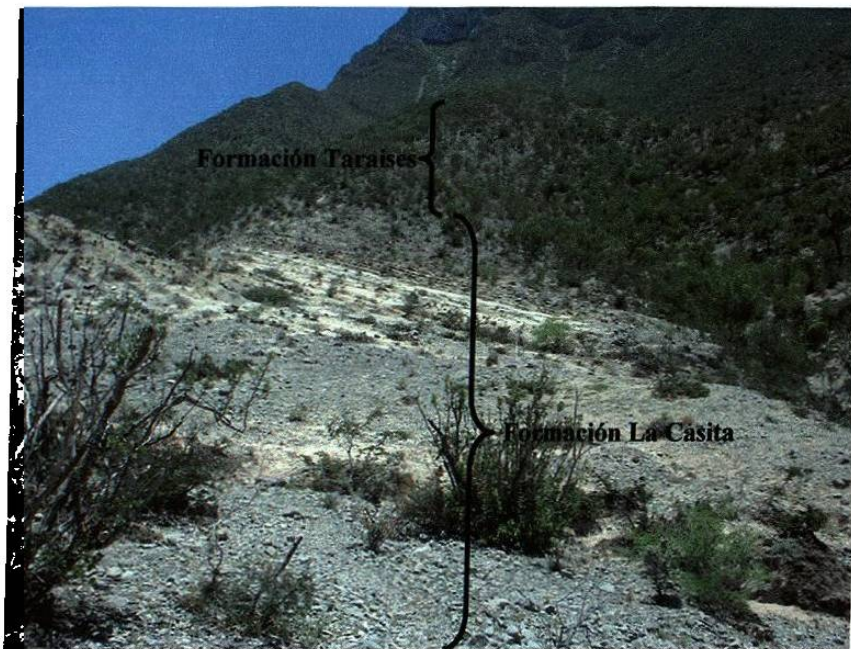
**Figura 34:** Orientación de las fracturas por el Método Red de Schmidt.

### 7.3 Litología

En la Sierra de Minas Viejas se tomaron muestras de roca a lo largo de un trayecto correspondiente a 39.05 m de columna estratigráfica, que corresponde a la parte final (cima) de la Formación La Casita (34 m) y la parte inicial (base) de la Formación Taraises (5.05 m), obteniéndose un total de 46 muestras de roca caliza (figuras 35 y 36).



**Figura 35:** Vista panorámica en dirección al sureste, donde se observa el área de estudio.



**Figura 36:** Vista en dirección al sureste, mostrando la zona de contacto entre las formaciones de estudio

En la cima de la Formación La Casita, la litología consistió de lutitas grises (crema al intemperismo), con espesor de estratos de .10 a 1.60 m, con intercalación de calizas arcillosas de color gris (crema al intemperismo), con espesor de estratos de .08 a .30 m (figura 37). En esta formación se observa la predominancia de estratos de lutitas. Algunos de los estratos de caliza son discontinuos, es decir, presentan interrupciones.

En los estratos de caliza se observaron nódulos de hematita, ejemplares completos y fragmentarios de equinodermos, belemnites y ammonites. En los estratos de lutita se encontraron algunos ammonites y equinodermos.

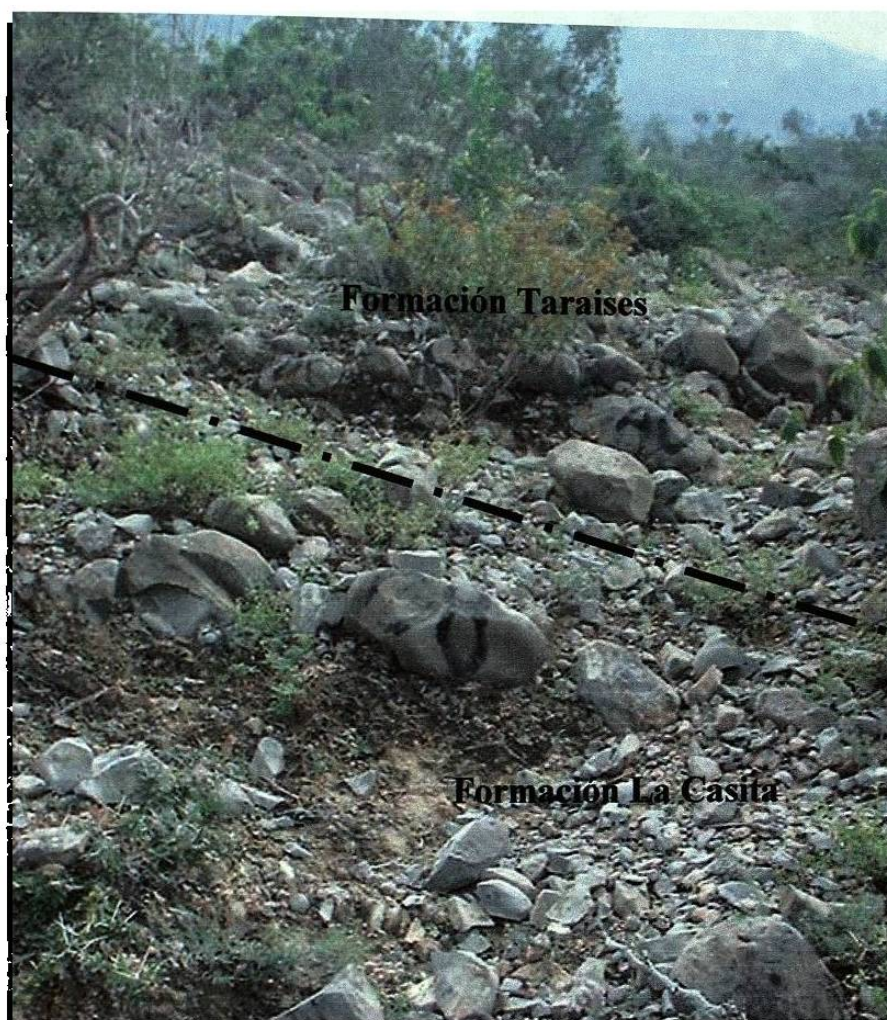




**Figura 37:** Imagen de la formación La Casita, con predominancia de rocas arcillosas. a: vista general en dirección al sur; b: vista al este.



En base a la observación en el campo, el límite entre las formaciones La Casita y Taraises se ubicó a la altura entre las muestras 39 y 40, en el punto en donde se encontró el cambio de la predominancia de estratos de lutitas a predominancia de estratos de calizas (figura 38 y 40).



**Figura 38:** Vista del límite litológico entre las Formaciones La Casita y Taraises (de abajo hacia arriba, la predominancia de roca arcillosa cambia a predominancia de caliza).

La base de la Formación Taraises presentó estratos de caliza gris (color pardo al intemperismo), con espesores de estratos de .10 a .16 m (figura 39).



**Figura 39:** Vistas de la Formación Taraises.

Se elaboró la columna estratigráfica (figura 40) correspondiente a localidad de estudio. En ella se representan las formaciones estratigráficas, los espesores de los estratos y el tipo roca.



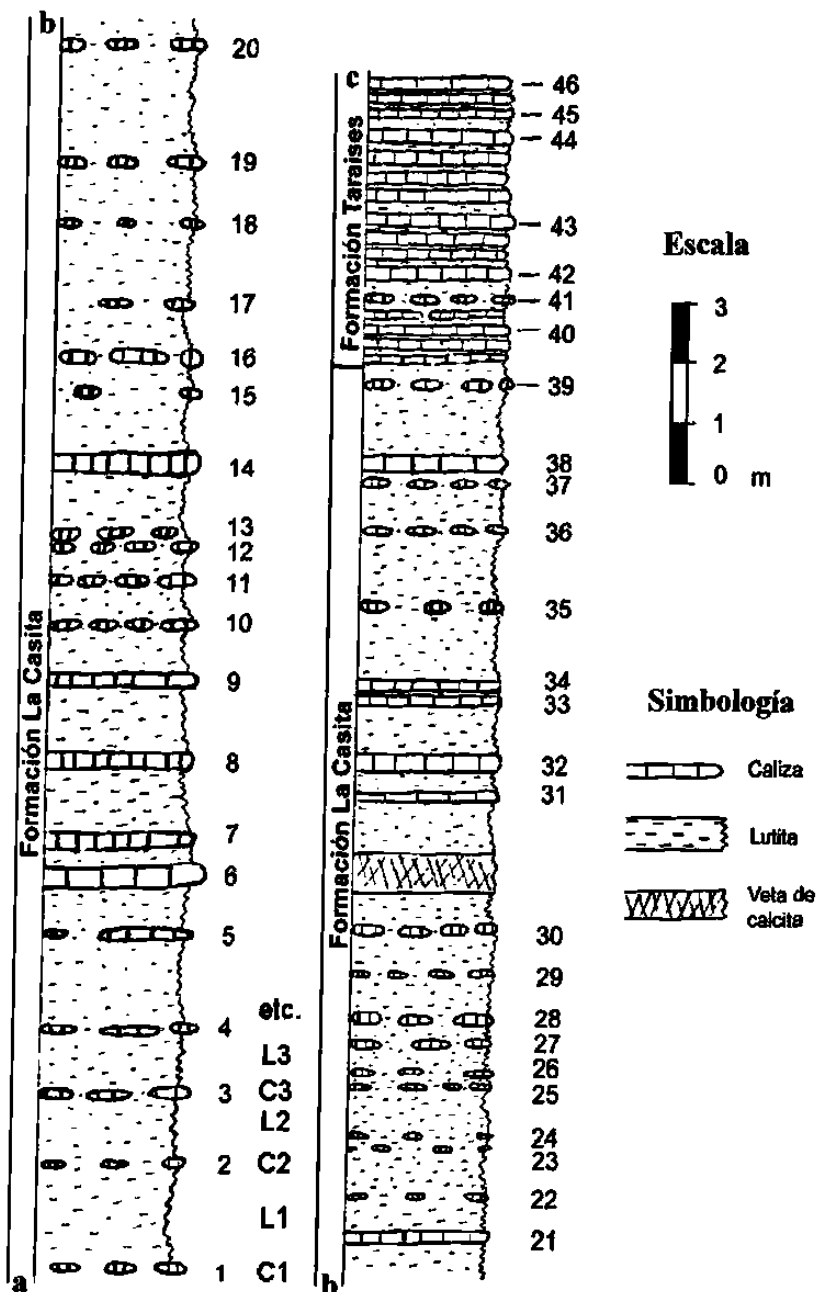


Figura 40: Columna estratigráfica correspondiente a la sección estudiada en la Sierra de Minas Viejas.

#### **7.4 Paleoecología**

Para la interpretación de los paleoambientes es necesario analizar en conjunto tanto a los macro y microfósiles encontrados como las características texturales (microfacies) presentes en las rocas de las formaciones de estudio.

Además de los ammonites y calpionélidos, se encontraron algunos foraminíferos planctónicos y bentónicos, radiolarios, radiolas y fragmentos de placas de equinodermos, y ostrácodos.

En el estrato 7 de caliza y en el estrato 7 de lutita se presentan indicios de actividad orgánica, con la presencia de conductos hechos por el paso de un invertebrado entre los sedimentos (figura 41).



a



b

**Figura 41:** Indicios de actividad orgánica. a: fragmento de relleno de conducto (estrato 7L); b: conducto (estrato 7C). Escala = 1cm.

El análisis microscópico revela que las calizas de la Formación La Casita presentan una composición más arcillosa que las calizas de la Formación Taraises, las cuales son más calcáreas.

Las determinación de las microfacies de las calizas se basó en los criterios de Folk (1962) (figura 42) y Dunham (1962) (figura 43).

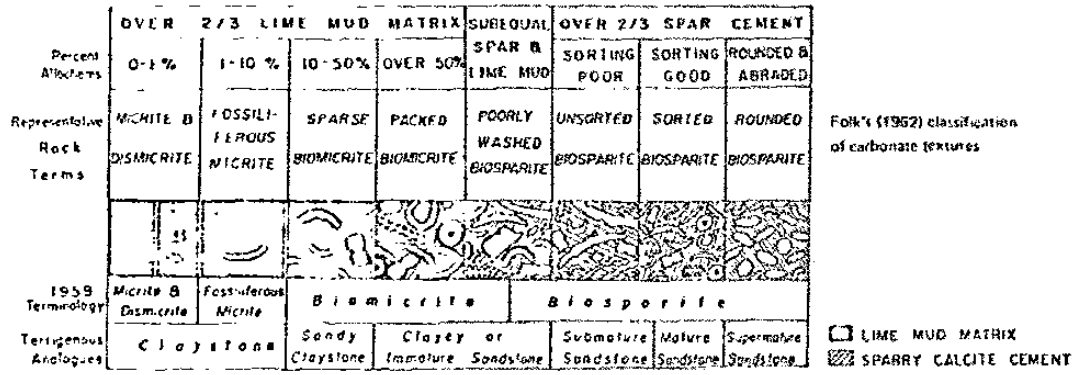


Figura 42: criterio de Folk (1962).

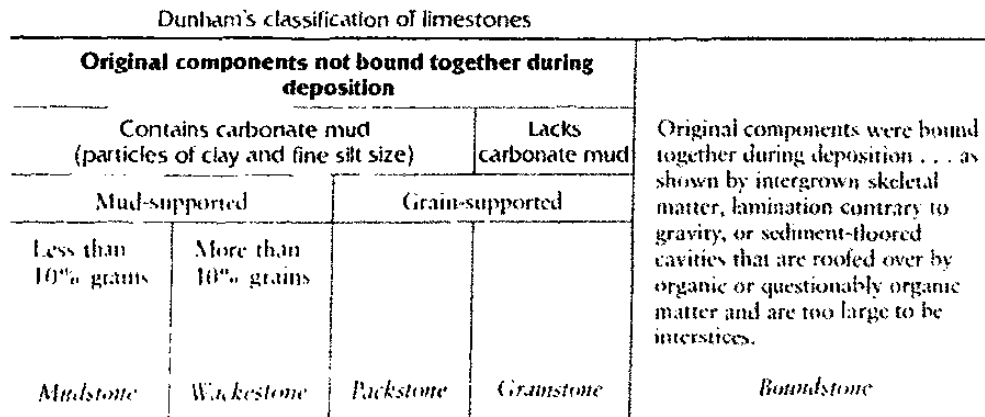


Figura 43: criterio de Dunham (1962).



En las calizas de ambas formaciones, se encontraron las siguientes microfacies:  
(figuras 44 a 47).

A) Formación La Casita:

Wackestone/biomicrita de radiolarios, muestra recristalizada, fragmentos de placas de equinodermos, radiolas.

Wackestone/biomicrita de radiolarios, espículas de esponja, radiolas de equinodermo, foraminíferos bentónicos con microfracturas selladas por calcita.

Wackestone/biomicrita con cristales de dolomita.

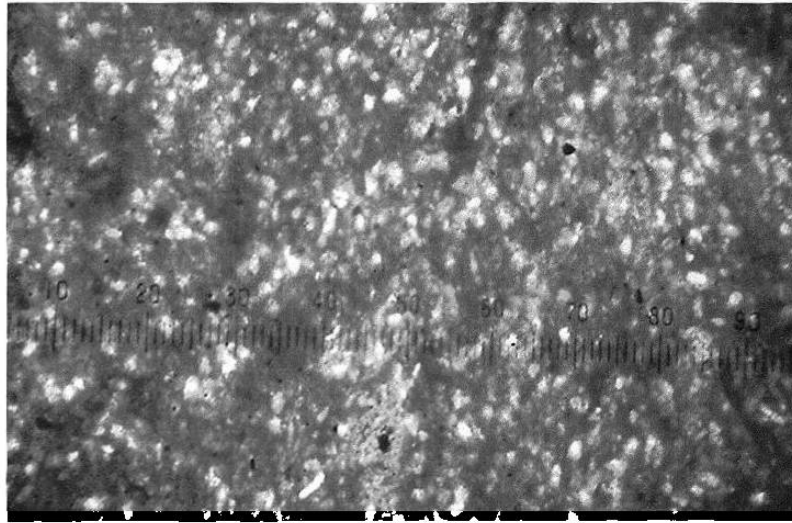
Wackestone/biomicrita con microfracturas rellenas de calcita.

Wackestone/biomicrita con múltiples fracturas selladas por calcita, fragmentos de ostrácodos.

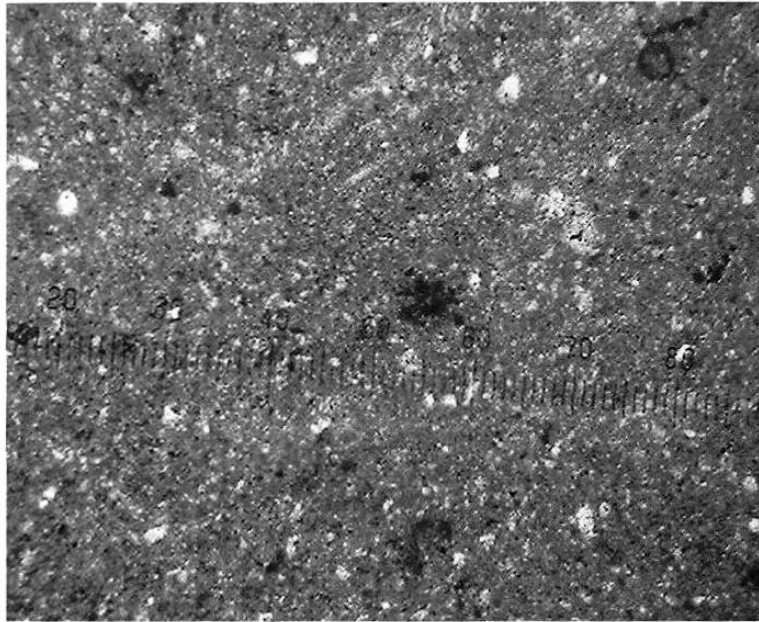
B) Formación Taraises:

Mudstone/biomicrita con fragmentos de placas de equinodermos, microfracturas selladas por calcita.

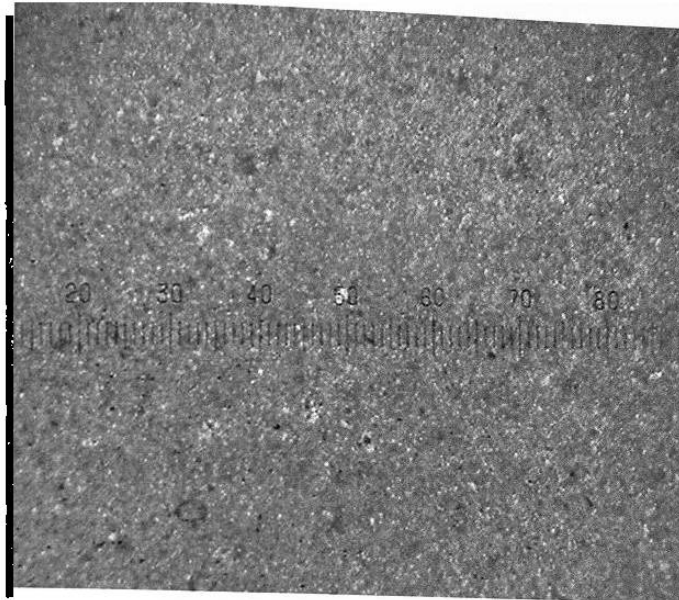
Mudstone/biomicrita, muestra muy calcárea, foraminíferos bentónicos y planctónicos, fragmentos de conchas de moluscos y espículas de esponjas, radiolas.



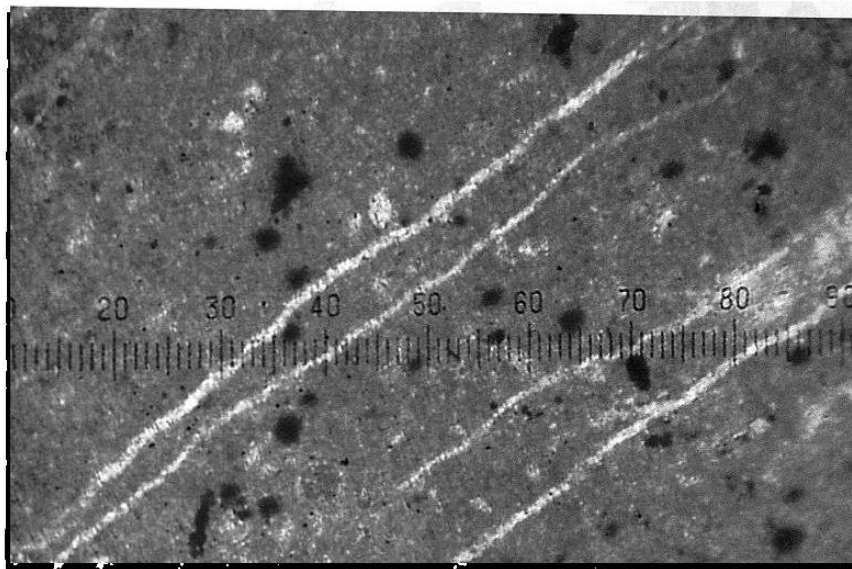
**Figura 44:** Wackestone/biomicrocristalino de radiolarios. Muestra MVC1. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.



**Figura 45:** Wackestone/biomicrocristalino de radiolarios. Muestra MVC13. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.

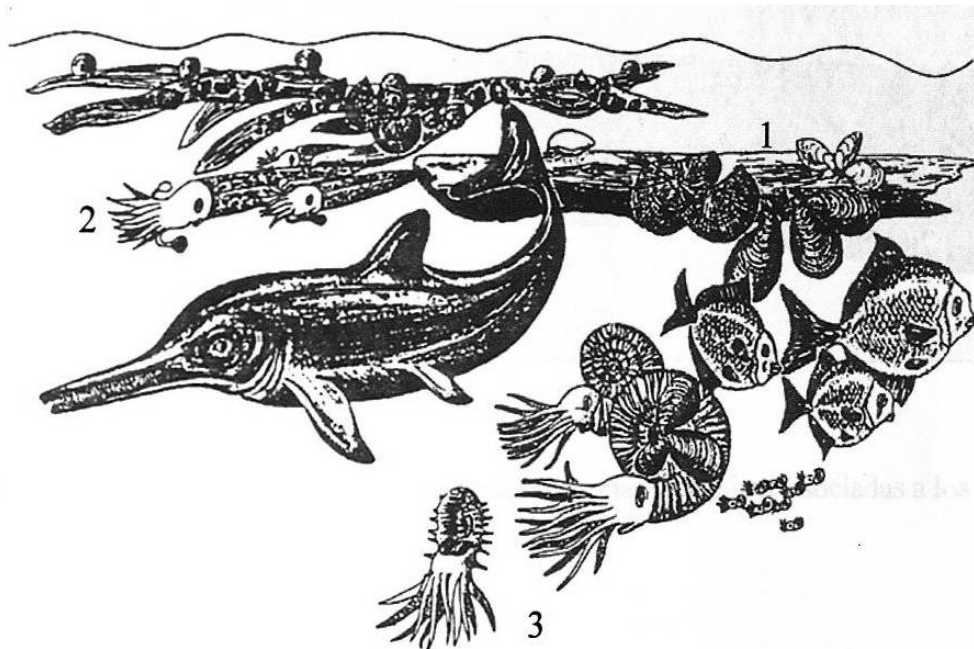


**Figura 46:** Mudstone/biomicrita. Muestra MVC34. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.



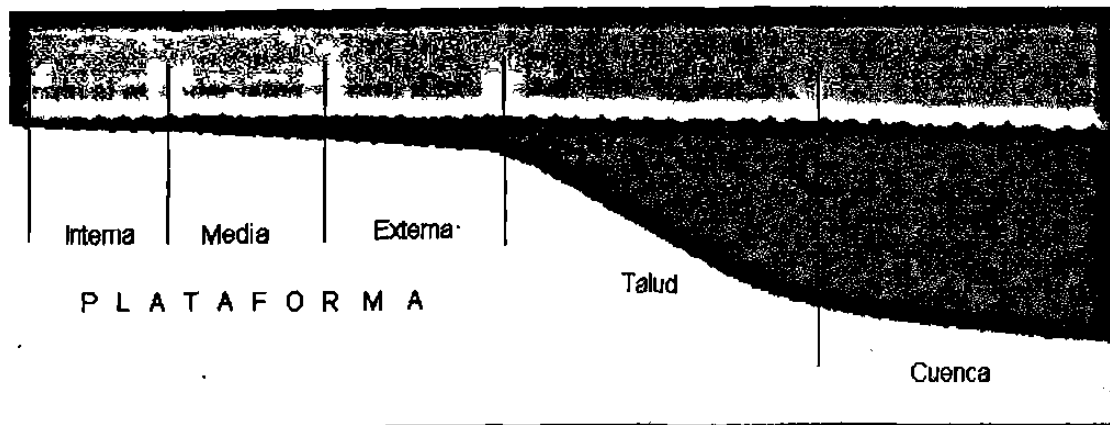
**Figura 47:** Mudstone/biomicrita de radiolarios. Muestra MVC34. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.

En base al contenido fósil y el análisis de microfacies de las rocas, se determinó para la parte superior de la Formación La Casita un ambiente de depósito marino cercano a la costa, con aporte de terrígenos finos (arcillas) (Figura 48). La procedencia de tales sedimentos se asocian a la existencia de tierras emergidas hacia el noroeste (Isla de Coahuila), y el aporte de sedimentos de delta. También se interpreta una deficiente producción de carbonatos de origen biológico.



**Figura 48:** Representación idealizada de la fauna (biocenosis) de la Formación La Casita, con bivalvos en colonias flotantes (1), belemnites (2) y ammonites (3), además de peces y un ictiosaurio. Tomado de Adatte, 2000.

El cambio litológico al pasar a la Formación Taraises representa un importante cambio en las condiciones. Los sedimentos calcáreos predominantes de esta formación, indican una mayor productividad en lo que respecta a organismos con esqueleto calcáreo, en un ambiente propicio de mar de plataforma, que aunque somero, supera en profundidad al ambiente atribuido a la Formación La Casita. (Figura 49).



**Figura 49:** Perfil marino en donde se muestran las formas del relieve asociadas a los diferentes paleoambientes.

## 7.5 Posición Cronoestratigráfica

En base a los alcances estratigráficos de las especies de calpionélidos *Calpionella elliptica*, *Tintinnopsella longa*, *Calpionella alpina*, *Lorenziella hungarica*, *Calpionellopsis oblonga*, y de los géneros de ammonites *Olcostephanus*, *Oosterella*, *Neocomites*, *Karakaschiceras*, se interpretó para la sección estratigráfica estudiada una edad de Valanginiano Inferior, correspondiendo a la parte superior de la biozona D-3 de acuerdo al estándar internacional Remane et al, 1986 (figura 50).

		AMONITES		CALPIONELLIDS		NANNOFOSSILS				
CRETACEOUS	LOWER VALANG.	<i>Thurmannoceras carpyloides</i>		?			Sub-zone	Zona		
		<i>Thurmannoceras perianthium</i>		E		<i>Calpionellites</i>	<i>P. wisel</i> (NK-3A)	<i>C. oblongata</i> (NK-3)		
		<i>Thurmannoceras ottopi</i>								
	BERRIASIAN	Fauriella bolsheri	<i>Berisella callosa</i>	3	D	<i>Calpionellopsis oblonga</i>	<i>Calpionellopsis</i>	<i>P. fenestrata</i> (NK-2B)	<i>C. angustiforetus</i> (NK-2)	
			<i>Pachiceras pictum</i>	2						
			<i>Melissoiceras parannuliceras</i>	1						
		Tirnovella occitanica	<i>Dalmatoceras dalmati</i>	C		<i>Calpionella</i>			<i>A. intracrotacea</i> (NK-2A)	<i>N. steinmanni steinmanni</i> (NK-1)
			<i>Berisella prietensis</i>							
			<i>Tirnovella subalpinis</i>							
	Berisella jacobii	<i>Pseudosubplanites grandis</i>	B					<i>N. steinmanni minor</i> (NJK-D)	<i>M. chiestius</i> (NJK)	
<i>Berisella jacobii</i>										
JURASSIC	TITHONIAN UPPER	<i>Dunegibis</i>	A	3	<i>Crassicoelaria intermedia</i>	<i>Crassicoelaria</i>	<i>U. granulosa granulosa</i> (NJK-B)	<i>M. chiestius</i> (NJK)		
		<i>Micranthoceras microcarinum</i>		2	<i>Tintinnopsella renardi</i>					
		<i>Duninceras ponti</i>		1						
	LOWER	<i>Saakomoceras latius</i>					<i>Chilinoidea</i>	<i>H. noelae</i> (NJK-A)	<i>C. mexicana</i> (NJ-20)	
		<i>Saakomoceras saakomoceras</i>						<i>P. beckmanni</i> (NJ-20B) <i>H. civillien</i> (NJ-20A)		

Figura 50: Tabla comparativa que muestra la correlación de las zonas de los ammonites con las zonas de calpionélidos, de acuerdo al estándar internacional Remane et al, 1986 (Tomado de Adatte, et al. 2000).

Es decir, en el área de estudio la posición del contacto entre las formaciones La Casita y Taraises se ubica en el Valanginiano Inferior, dentro del Cretácico Inferior (figura 51). El límite cronológico Jurásico - Cretácico, por lo tanto, debe estar más abajo en la columna estratigráfica, dentro de la Formación La Casita.

Michalzik 1988	FM. LA CASITA						FM. TARAISES						FM. CUPIDO					
Minas Viejas	FM. LA CASITA						FM. TARAISES						CUP					
	JURÁSICO						CRETÁCICO											
	Kimm.			Titho.			Berr.			Val.			Haut.			Barr.		
	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S
<b>AMMONITES:</b>																		
<i>Olcostephanus</i>										X	X	X	X					
<i>Oosterella</i>										X	X	X	X					
<i>Neocomites</i>										X	X	X						
<i>Karakaschiceras</i>									X	X	X	X						
<b>CALPIONÉLIDOS</b>																		
<i>Lorenziella hungarica</i>									X	X								
<i>Calpionella alpina</i>					X	X	X	X	X									
<i>Tintinopsella longa</i>									X	X								
<i>Calpionella elíptica</i>						X	X	X	X									
<i>Calpionellopsis oblonga</i>									X	X								

Figura 51: Posición cronoestratigráfica del área de estudio en base a las especies encontradas.