

# ROCAS Y MATERIALES GEOLOGICOS

*Jean Yves LOYER (1)*

## Introducción.

La influencia de los factores geológicos sobre los escurrimientos superficiales de una cuenca se manifiesta de diferentes maneras: por una parte, la naturaleza petrográfica y mineralógica de las rocas que afloran, de las cuales el origen y la composición mineralógica pueden orientar la calidad química de las aguas (Este tema se discute a detalle en el siguiente apartado); mientras que el tipo de rocas y de materiales, puede también intervenir en el plan cuantitativo para favorecer los escurrimientos superficiales o las infiltraciones, dependiendo de su dureza y su cohesión, o por el contrario de su friabilidad.

La estructura geológica, la forma de los plegamientos, los buzamientos, las fallas influyen igualmente el devenir de las aguas: estructuras verticales, horizontales y oblicuas no tienen el mismo tipo de reacción a las lluvias y a los escurrimientos. En particular el buzamiento de las capas, en relación con una estratificación homogénea o heterogénea, puede definir comportamientos totalmente opuestos de una y otra parte de un afloramiento disimétrico. Estos buzamientos normales o inversos pueden ser también una fuente de escurrimientos instantáneos o diferidos en el tiempo.

En esta primera escala de análisis, solo los dos primeros aspectos pueden ser tomados en cuenta. El tercero, en vista de su complejidad a nivel regional, no será explotado en esta escala del millonésimo, pero tendrá que ser considerado al efectuarse el enfoque experimental sobre las pequeñas cuencas vertientes. El presente estudio tiene únicamente el objeto, de presentar y cuantificar la repartición espacial de las principales unidades petrográficas reconocidas en el seno de las 13 unidades de escurrimiento de la RH 36. Una interpretación según el origen de las rocas, de acuerdo a su naturaleza química, y por su endurecimiento, será igualmente llevada a cabo para las principales unidades hidrográficas de la Región.

Los documentos explotados para este análisis son los mapas y guías geológicos del INEGI a escala 1:1'000,000, correspondientes a Chihuahua, Monterrey y Guadalajara. Los mapas geológicos del INEGI a escala 1:250,000 sirvieron de apoyo a las salidas de campo para el reconocimiento de estas diversas formaciones. Algunos mapas INEGI a escala 1:50,000 fueron por fin utilizados para precisar la petrografía de ciertos afloramientos, en particular en la parte oeste del alto Nazas, constituido por macizos eruptivos piroclásticos poco diferenciados.

(1) Investigador de ORSTOM en México. Coordinador del Proyecto.

## Presentación Geológica de la RH 36.

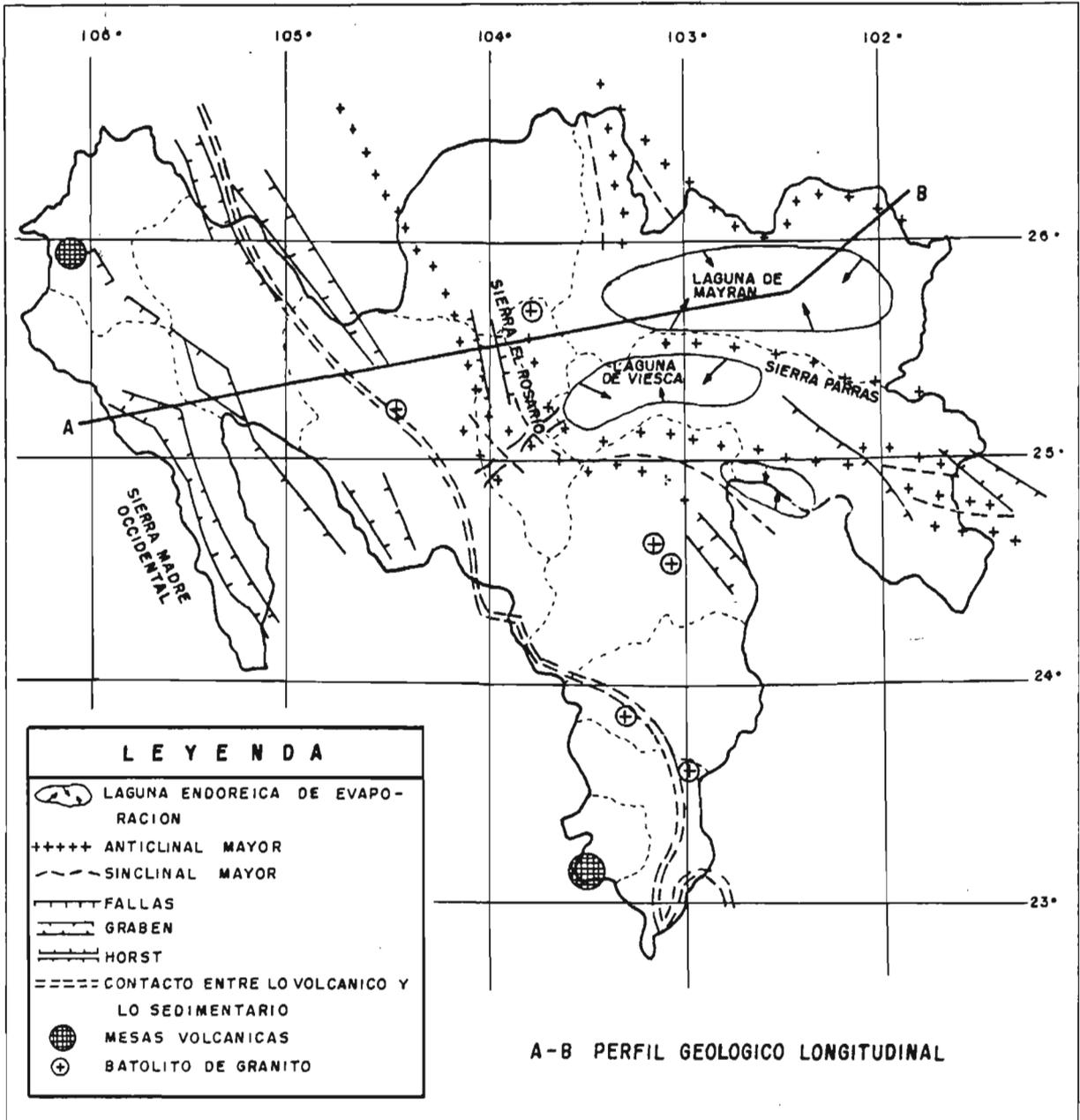
La RH 36 esta totalmente incluida en el Altiplano central del Norte de México, limitado por la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental. Es una zona de escurrimiento en-dor-reíco.

La parte occidental de la RH 36 se ubica en la Sierra Madre Occidental, que provee la mayor parte del agua de la RH. La Sierra Madre surgió en el Terciario y constituye un apilamiento de rocas volcánicas que pueden alcanzar 3000 m de espesor. Este surgimiento plegó los terrenos sedimentarios secundarios (esencialmente jurásicos y cretácicos); alzó el conjunto de los terrenos volcánicos y de los sedimentarios pre-existentes, así como el zócalo de granito. De esta manera, la toba ácida e intermedia terciaria empujó y cubrió estos terrenos, ocupando actualmente más de la tercera parte de la superficie de la RH 36, o sea toda la alta cuenca del Nazas, así como parte de su cuenca media y de la del Aguanaval (Figura 1).

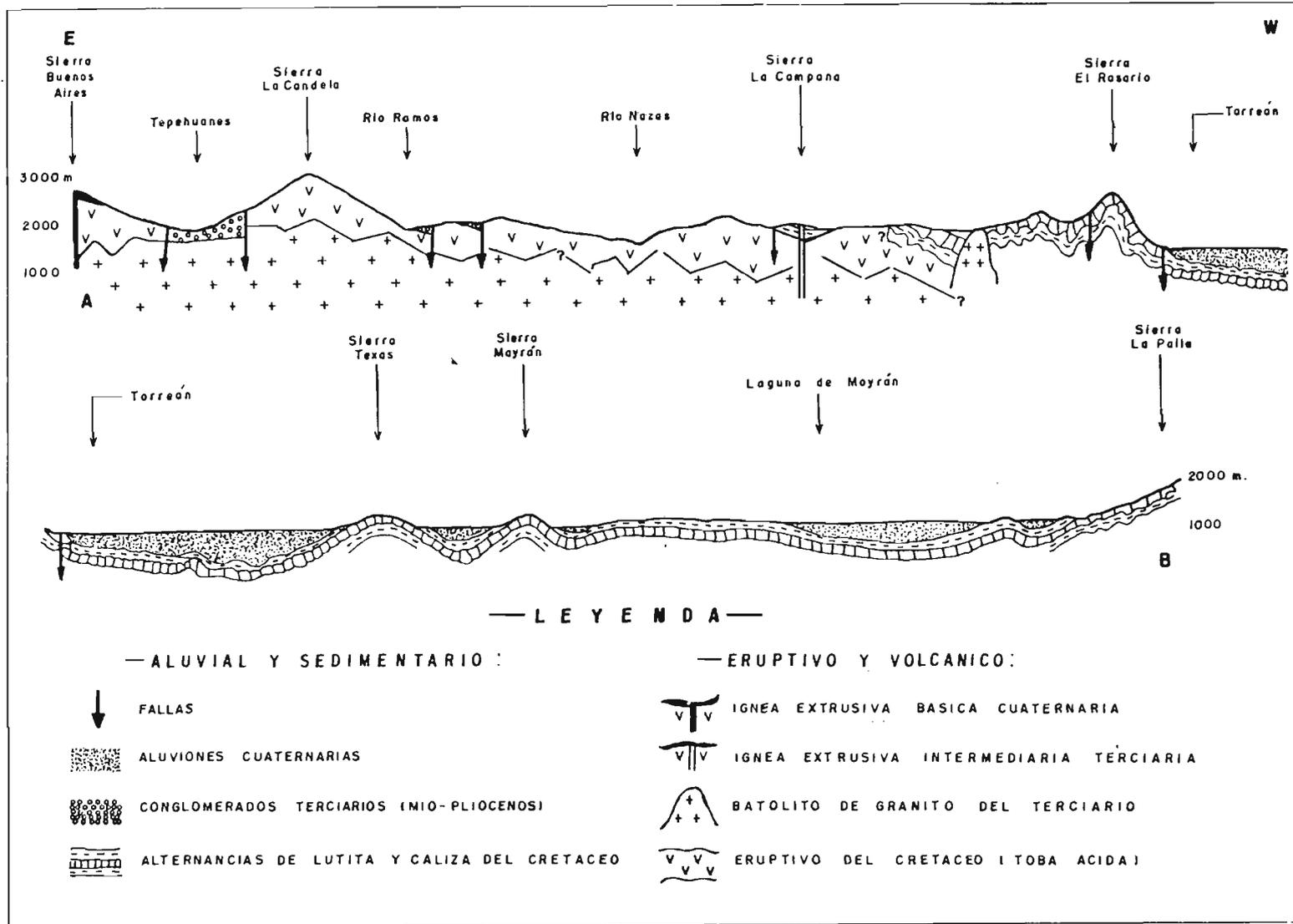
El relieve quedó en su mayoría ordenado en función de este alzamiento y de los plegamientos consecuentes; sus elementos tienen una orientación predominante del NNO al SEE: parteaguas con el pacífico, cadenas de la Sierra Madre, elementos tectónicos (fallas), contacto entre rocas volcánicas y sedimentarias, pliegues de los terrenos sedimentarios. Sólo en la parte baja (Lagunas) se nota una dirección O-E de los elementos del relieve.

En la Sierra Madre Occidental se encuentran zonas y mesetas de rocas extrusivas del Terciario (mesas basálticas, riolita). Luego se fracturaron, así como el apilamiento de tóbas, con muchas fallas las cuales delimitan graben y medio-graben (fenómeno de distensión). El mayor es el del Río Santiago, que se puede seguir desde Tepehuanes hasta Ignacio Zaragoza, esto permitió que fueran protegidos de la erosión los conglomerados mio-pliocenos. Estas fallas son en mayoría pliocenas o post-pliocenas, pudiendo ser algunas contemporáneas del volcanismo que se produjo a principios del Cuaternario en la Sierra Madre como en la parte sedimentaria. También se produjeron intrusiones de granito (batólitos) durante el Terciario.

La parte sedimentaria se encuentra bien plegada, sobre todo en la zona central, al límite de la parte baja: los Ríos Nazas y Aguanaval tuvieron que excavar barrancas para franquear los anticlinales mayores antes de entrar en sus lagunas de evaporación. Estos pliegues también fueron fracturados al final del Terciario, y la Sierra del Rosario, además de ser un anticlinal, es un horst (compartimiento elevado) delimitado por dos fallas importantes. Asimismo, las lagunas también se encuentran rodeadas por todas las otras partes por otros pliegues que las separan de las Regiones Hidrológicas vecinas. Al centro, el anticlinal de la Sierra de Parras separa las dos lagunas mayores (Viesca y Mayrán). También esta zona tiene fallas del final del Terciario. Así que las lagunas de evaporación tienen un origen principalmente tectónica.



**Figura 1**  
Esquema estructural de la  
Región Hidrológica 36.



**Figura 2**

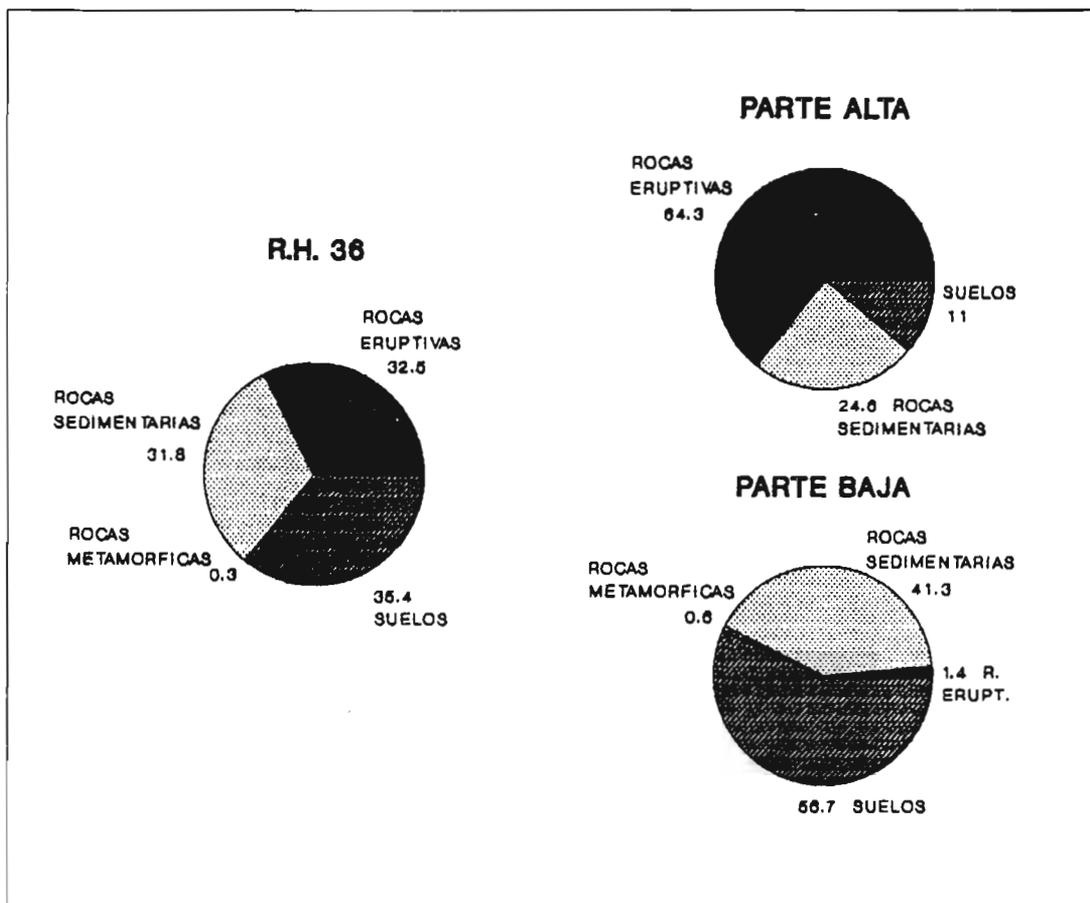
Perfil geológico longitudinal (A-B).

## Análisis Petrográfico de la RH 36.

Globalmente la RH 36 está dividida en forma sensiblemente igual entre dos principales tipos de afloramiento: Las rocas eruptivas y las rocas sedimentarias que ocupan los dos tercios de su superficie. Los afloramientos de suelos representan el tercer tercio. Las rocas metamórficas, como gnesis o pizarra tienen una importancia insignificante en esta escala de análisis; en cambio, entre las partes altas y bajas de la región, aparecen diferencias notables en esta repartición (Figura 3).

Los afloramientos eruptivos sobrepasan en superficie a los afloramientos sedimentarios y los suelos en la **parte alta**. Están sobre todo representados por los importantes macizos de rocas piroclásticas en estribaciones de la Sierra Madre Occidental, que constituyen el substrato de toda la cuenca del alto Nazas.

Por el contrario, en la **parte baja** de la RH 36, lo sedimentario y los suelos dominan a lo eruptivo, que representa solamente 1.4 por ciento de la superficie en relación a cerros aislados de granito y riolita.



**Figura 3**

Repartición porcentual de las rocas y materiales en la RH 36 y entre las partes alta y baja.

En la parte alta, los afloramientos eruptivos dominan en forma global tanto en la Cuenca del Nazas como en la del Aguanaval, (Cuadro 1), pero un análisis detallado hace ver las diferentes reparticiones entre las dos cuencas.

**Cuadro 1**  
Distribución espacial de las rocas y materiales en la parte alta de la RH 36.

Cuencas	Superficie (km <sup>2</sup> )				Total
	R. Erup	R. Meta	R. Sedi	Suelos	
Nazas	22,491	34	8,613	38,600	34,997
Aguanaval	6,509	0	5,104	7,520	19,133
Total P. alta	29,000	34	13,717	11,380	54,130
Porcentaje (%)					
Nazas	64.3	0.1	24.6	11.0	100
Aguanaval	34.0	0	26.7	39.3	100
Total P. alta	53.6	0.1	25.3	21.0	100

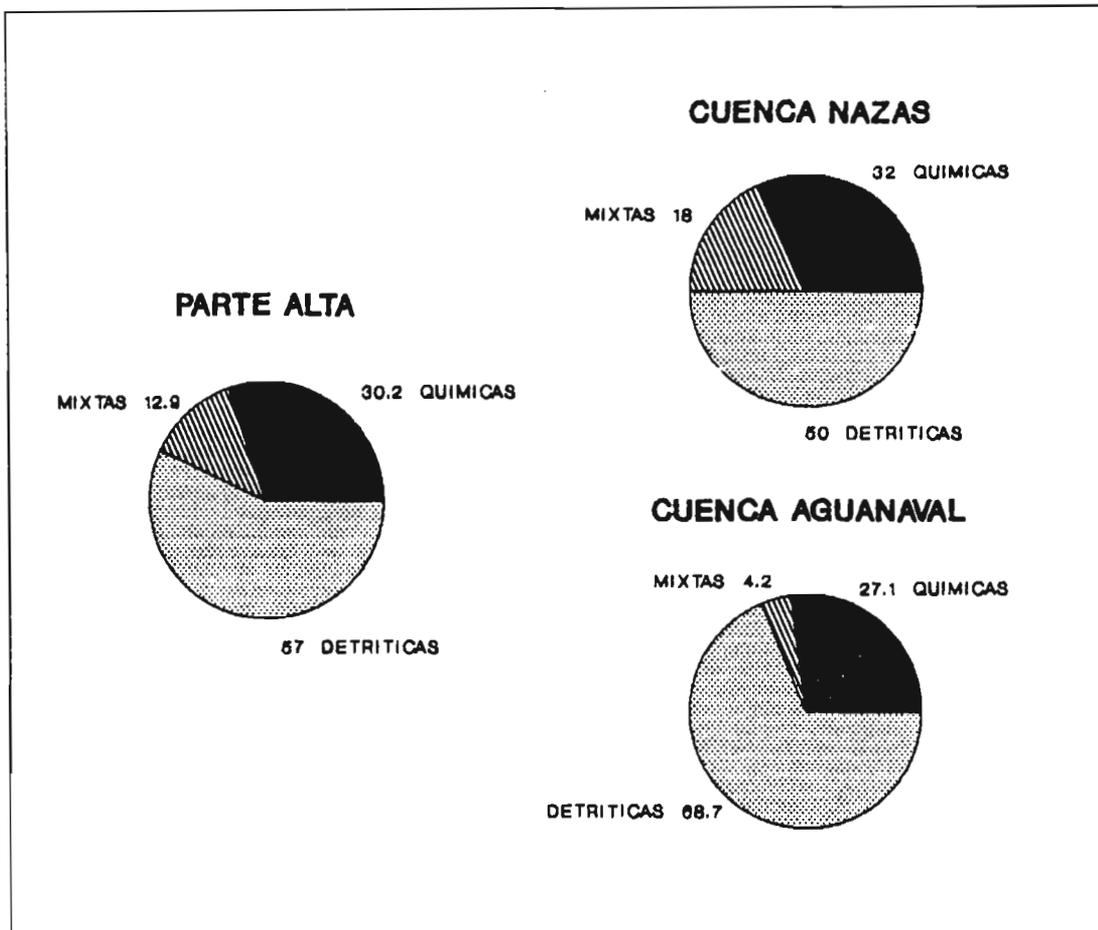
**CUENCA NAZAS:** Los materiales geológicos están representados por 64 por ciento de eruptivo en la cuenca Nazas, contra 34 por ciento en la cuenca Aguanaval (cuadro 1). Principalmente son materiales piroclásticos denominados “toba ácida”, relativamente suaves y asociados a bancos de riolita endurecida. En efecto, si la riolita tiene una reacción netamente ácida por causa de su riqueza en cuarzo, la toba por sí misma es mucho más heterogénea, tanto en endurecimiento del material, como de su reacción química, algunas veces alcalina por causa de la presencia de plagioclasas sódicas (río arriba del Nazas). De esta manera, globalmente el carácter ácido de los materiales eruptivos de la cuenca alta está débilmente marcado. Además de lo anterior, en 1,100 km<sup>2</sup> afloran rocas netamente básicas, representadas por basaltos, (Anexo 1).

En el 25 por ciento de la superficie de la cuenca del Nazas se observan afloramientos sedimentarios dominados por materiales de origen detrítico que corresponden a conglomerados, 3,800 km<sup>2</sup> o sea el 11 por ciento de la superficie total de la cuenca (Anexo 1), así como de materiales de origen químico, calcáreos duros, 8 por ciento de la superficie en unidades simples, y 4 por ciento en asociación con la lutita (Figura 4).

**CUENCA AGUANAVAL:** Los 19,000 km<sup>2</sup> de la cuenca del Aguanaval (Cuadro 1), están cubiertos por solamente el 34 por ciento de macizos eruptivos, de los cuales en 5,000 km<sup>2</sup> aflora la toba ácida en la alta cuenca; son la continuación de los afloramientos del Nazas con las mismas características. Las rocas basálticas cubren la misma superficie que en la cuenca del Nazas (1,100 km<sup>2</sup>). Los 5,100 km<sup>2</sup> de rocas sedimentarias están en la mayoría representadas por conglomerados, y también por calcáreos duros y asociaciones lutita-arenisca (Anexo 2). Los suelos cubren una superficie más importante que en la cuenca Nazas, (7,520 contra 3,860 km<sup>2</sup>) debido a un modelado de terreno netamente menos accidentado.

**En la cuenca del Nazas,** considerando la secuencia longitudinal desde la parte alta hasta la parte baja, (subcuenca Salomé Acosta a la subcuenca Los Angeles), los afloramientos eruptivos disminuyen regularmente en comparación a los afloramientos sedimentarios que presentan una evolución longitudinal inversa (Cuadro 2). En la Figura 5, se observa que existe un equilibrio de proporciones de ambos tipos de rocas a la altura de la subcuenca Agustín

Melgar. La subcuenca Salomé Acosta está constituida casi por completo por rocas eruptivas, principalmente macizos de toba ácida indiferenciada sobre las cartas, y contiene una alternancia de bancos riolíticos y de brechas más suaves. En la subcuenca más baja, Los Angeles, aproximadamente el 7 por ciento de las rocas eruptivas está compuesto por granito, no representado en otras partes, que afloran en un centenar de km<sup>2</sup> en la Sierra el Sarnoso (parteaguas de las subcuencas Mayrán y Los Angeles). Las rocas basálticas afloran principalmente en la subcuenca Sardinas sobre 700 km<sup>2</sup> a nivel del parteaguas nor-occidental (El Ocote, 3,150 m de altitud). En el Anexo 1 se indican los valores correspondientes.



**Figura 4**

Porcentaje de las rocas sedimentarias con origen en la parte alta de la RH 36.

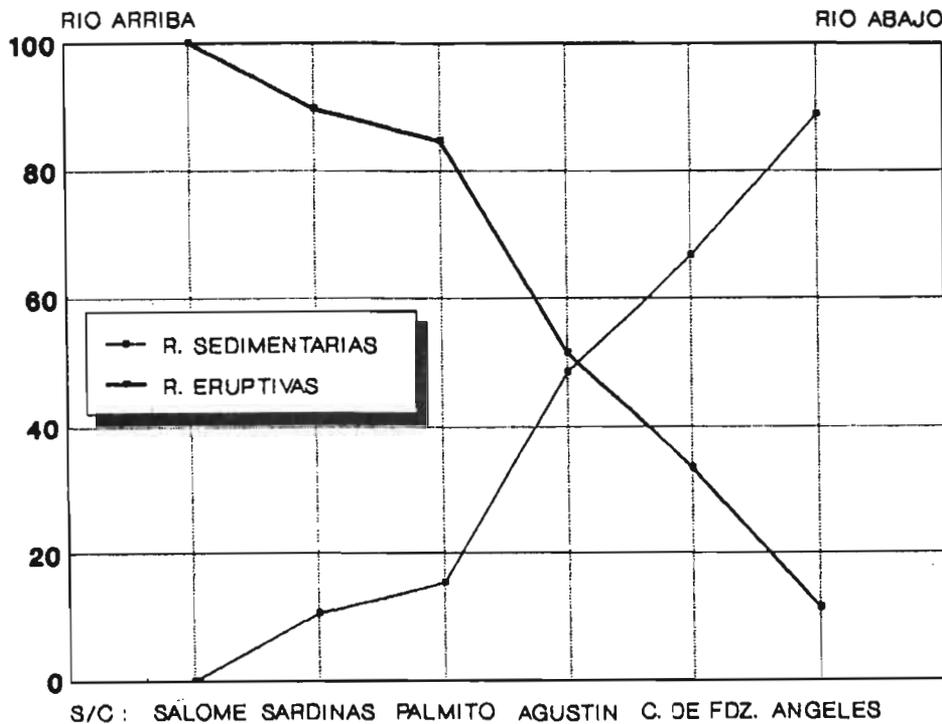
Las rocas metamórficas son casi inexistentes, con solamente 36 km<sup>2</sup> de pizarra en la subcuenca Palmito.

Los materiales sedimentarios son los más extensamente representados en las subcuencas inferiores (Cuadro 2) y tienen su más larga extensión en la subcuenca Agustín Melgar (de igual superficie que las rocas extrusivas, 5,000 km<sup>2</sup>); dentro de éstas, los conglomerados dominan

ampliamente. La subcuenca Agustín Melgar se presenta pues, desde el punto de vista petrográfico, compartida entre lo eruptivo y lo sedimentario; ocupa una situación longitudinal clave entre la alta y la baja cuenca del río Nazas (Figura 5).

**Cuadro 2**  
Distribución espacial de las rocas y materiales en la cuenca del Nazas.

S/Cuenca	Superficie (km2)						
	Salome A.	Sardinas	Palmito	Agustín M.	C. de Fdz.	L. Angeles	Nazas
Roc Sedi.	0	472	956	4,872	1,527	787	8,613
Roc Erup.	7,085	4,090	5,284	5,169	762	101	22,491
Roc Meta.	0	0	34	0	0	0	34
Suelos	0	0	610	1,742	937	571	3,860
Total km2	7,085	4,562	6,884	11,782	3,226	1,458	34,997
	Porcentaje (%)						
Roc Sedi.	0	10.4	13.9	41.3	47.3	53.9	24.6
Roc Erup.	100	89.6	76.8	43.9	23.6	6.9	64.3
Roc Meta.	0	0	0.5	0	0	0	0.1
Suelos	0	0	8.8	14.8	29.1	39.2	11.0
Total %	100	100	100	100	100	100	100

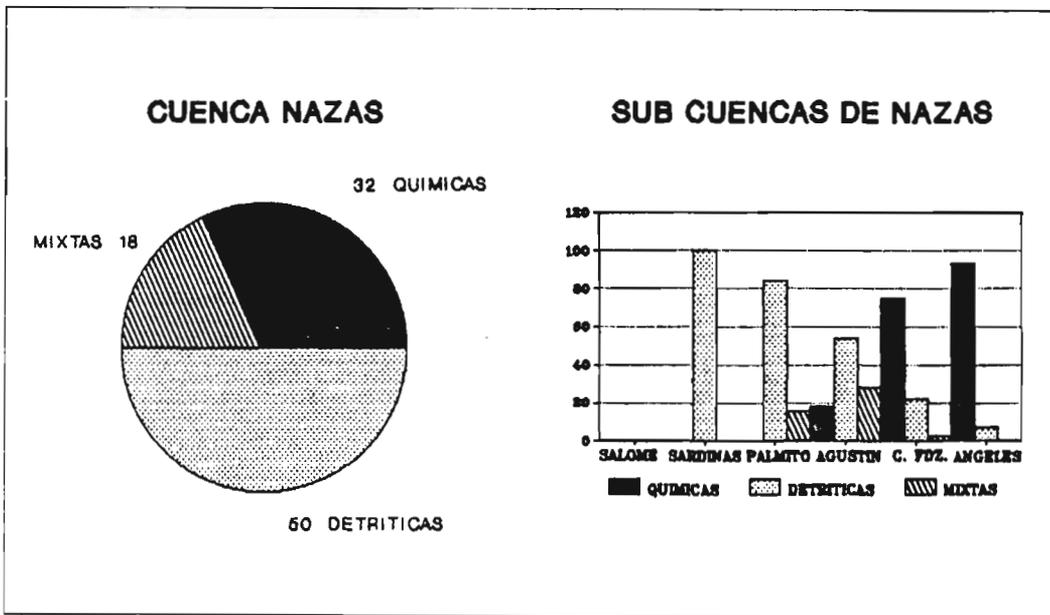


**Figura 5**  
Distribución longitudinal de los tipos de rocas en la cuenca del Nazas.

Entre los materiales sedimentarios, los calcáreos aparecen solamente en las tres subcuencas de la parte inferior de la cuenca donde su superficie crece hacia la parte baja de la RH 36, en relación a los materiales detríticos. Estos últimos afloran de manera extensa en la subcuenca Agustín Melgar bajo la forma de conglomerados (2,300 km<sup>2</sup>), y de alternancias lutita-arenisca (1,300 km<sup>2</sup>), (Cuadro 3). En la Figura 6 se puede observar a detalle las tendencias de los valores indicados.

**Cuadro 3**  
Distribución espacial de las rocas sedimentarias por origen en la cuenca del Nazas.

S/Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )						Total Nazas
	Salome A.	Sardinas	Palmito	Agustín M.	C. de Fdz.	L. Angeles	
Químicas	0	0	0	872	1,149	734	2,755
Detritic.	0	472	807	2,638	337	53	4,307
U. Mixta	0	0	149	1,362	41	0	1,552
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>472</b>	<b>956</b>	<b>4,872</b>	<b>1,527</b>	<b>787</b>	<b>8,613</b>
	Porcentaje (%)						
Químicas	0	0	0	17.9	75.2	93.3	32.0
Detritic.	0	100	84.4	54.1	22.1	6.7	50.0
U. Mixta	0	0	15.6	28.0	2.7	0	18.0
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Figura 6**  
Porcentaje de las rocas sedimentarias por origen en la cuenca y las subcuencas del Nazas.

Desde el punto de vista de la característica física del conjunto de los materiales, y en particular de su endurecimiento que condiciona los escurrimientos al más alto nivel, a menudo se trata de unidades mixtas que presentan alternancias de materiales endurecidos (riolita, caliza, arenisca, granito, basalto), y de materiales suaves más permeables (toba, lutita). Los conglomerados, desde este punto de vista, pueden tener dos comportamientos diferentes: ya sea que permanezcan relativamente penetrables, por no estar cimentados, por la ausencia de material calcáreo, como en las tres subcuencas de la parte más alta; o bien que se comporten como materiales endurecidos y poco permeables, por estar bien cimentados por el material calcáreo bajo la forma de una costra continua; es el caso de todos esos materiales encontrados a partir de la subcuenca Agustín Melgar hasta la parte más baja, donde el material calcáreo está en todos lados presente; cimentando todos los pie de monte y bajadas detríticas, situados al pie de los relieves, aunque los materiales endurecidos dominan ampliamente sobre los materiales suaves en las subcuencas Cañón de Fernández y Los Angeles.

Químicamente, los diferentes materiales geológicos de la cuenca, tienen una reacción neutra a ligeramente alcalina. Lo mismo en las subcuencas altas, las rocas eruptivas y los materiales francamente ácidos (riolita, dacita), están poco representados en relación a las brechas, de reacción más neutra. Desde la aparición de las rocas sedimentarias, ricas en carbonato de calcio (subcuenca Agustín Melgar y sobre todo Cañón de Fernández y Los Angeles, es dominante la reacción alcalina de los materiales.

En lo que corresponde a la **cuenca del Aguanaval**, la repartición entre lo sedimentario y lo eruptivo aparece de manera menos ordenada que en la del Nazas, tomando en cuenta la secuencia longitudinal desde la alta hasta la cuenca baja. Los materiales metamórficos no existen; las superficies en suelos crecen de la cuenca alta a la baja, donde representan más del 40 o 50 por ciento de la superficie de las subcuencas San Francisco y La Flor, es decir, más que en cada una de las subcuencas del Nazas. Es una diferencia importante que, a pluviosidad igual, privilegia, *a priori*, las infiltraciones sobre los escurrimientos en comparación a la cuenca del Nazas.

Los 5,000 km<sup>2</sup> de toba riolítica de la cuenca vertiente están repartidos de manera desigual en las cuatro subcuencas (Cuadro 4). Este material representa el 70 por ciento de la superficie de la subcuenca El Sauz que es típicamente montañosa con solamente 11 por ciento de su superficie cubierta por suelos.

**Cuadro 4**  
Distribución espacial de las rocas y materiales entre las subcuencas del aguanaval.

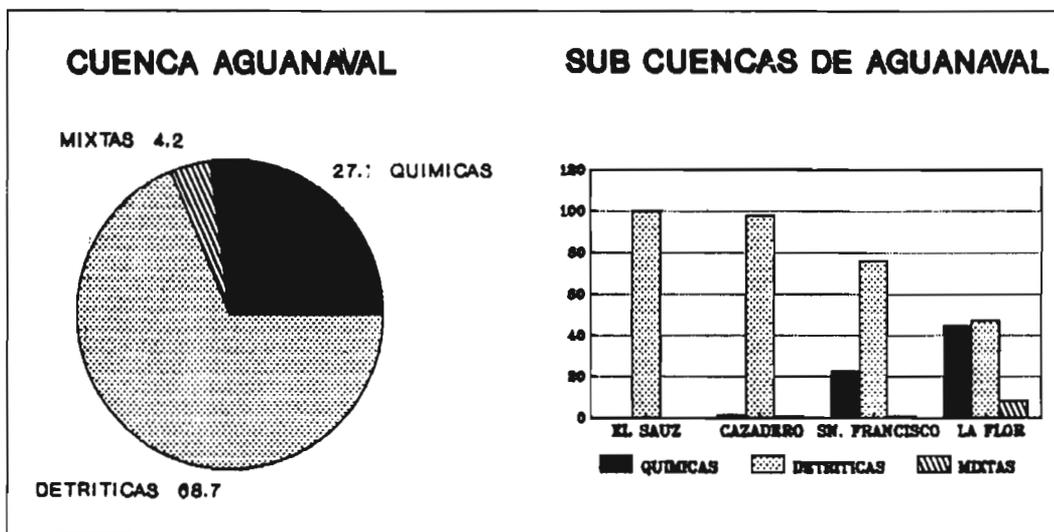
S/Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )				
	El Sauz	Cazadero	San Fco.	La Flor	Aguanaval
eruptivo	1,013	1,695	1,347	2,454	6,509
meta.	0	0	0	0	0
sedi.	148	1,148	1,513	2,294	5,104
suelos	155	857	1,986	4,523	7,520
Total	1,316	3,699	4,846	9,271	19,133
	Porcentaje (%)				
eruptivo	77.0	45.8	27.8	26.5	34.0
meta.	0	0	0	0	0
sedi.	11.2	31.0	31.2	24.7	26.7
suelos	11.8	23.2	41.0	48.8	39.3
Total	100	100	100	100	100

Los afloramientos sedimentarios aparecen desde lo alto de la cuenca y son en su mayoría representados en las cuatro subcuencas por materiales de origen detrítico esencialmente conglomerados; del hecho de la presencia general de los materiales carbonatados, estos son siempre cimentados por la costra calcárea, contrariamente a las subcuencas del alto Nazas (Cuadro 5). En la Figura 7 se ilustra lo anterior.

**Cuadro 5**

Distribución espacial de los materiales sedimentarios por origen en las subcuencas del Aguanaval.

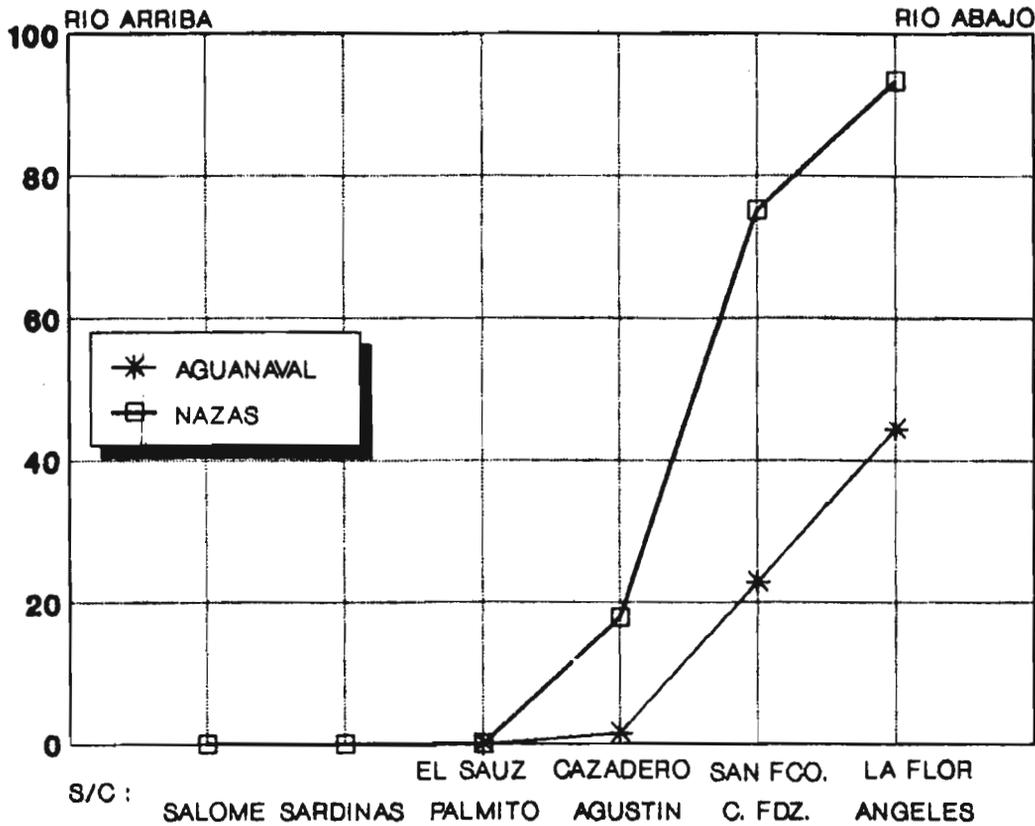
S/Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )				Total
	El Sauz	Cazadero	San Fco.	La Flor	
Químicos	0	17	346	1,019	1,383
Detriticos	148	1,123	1,153	1,085	3,508
Mixtos	0	8	14	191	213
Total	148	1,148	1,513	2,294	5,104
Porcentaje (%)					
Químicos	0	1.5	22.9	44.4	27.1
Detriticos	100	97.8	76.2	47.3	68.7
Mixtos	0	0.7	0.9	8.3	4.2
Total	100	100	100	100	100



**Figura 7**  
Porcentaje de las rocas sedimentarias por origen en la cuenca y las subcuencas del Aguanaval.

Los materiales calcáreos duros aparecen esencialmente en las subcuencas inferiores, San Francisco y la Flor, por tanto, los materiales sedimentarios de origen químico (calizas) están al igual que en las subcuencas del río Nazas, sobre todo representadas en las subcuencas situadas en la parte más baja: Agustín Melgar, Cañón de Fernández y los Angeles por el Nazas; San Francisco y la Flor por el Aguanaval (Figura 8).

Desde el punto de vista del endurecimiento de los materiales en las diferentes subcuencas, la repartición entre materiales suaves y duros es muy irregular debido a la presencia de estratos mixtos, que dificultan la caracterización de ambos grupos de materiales a esta escala de 1:1'000,000.



**Figura 8**

Evolución longitudinal de la superficie porcentual de calizas en las subcuencas del Nazas y Aguanaval.

Los materiales geológicos constituyentes de la cuenca Aguanaval son muy poco ácidos y son por doquier materiales neutros y alcalinos que dominan el conjunto de las cuatro subcuencas.

En el plano químico igualmente, ya sea para la cuenca del Nazas o la del Aguanaval, la lutita constituida sobre todo de montmorillonita, contiene algo de sales que pueden contribuir de manera localizada, a la salinización de las aguas de ciertos arroyos (ejemplo: Arroyo Naycha y Dolores en la subcuenca Agustín Melgar).

Finalmente, el análisis de la información para la parte de escurrimiento no ordenado de la RH 36, **subcuencas Bolsón, Mayrán y Viesca**, a un lado de los suelos, mismos que representan

poco menos del 60 por ciento de la superficie, solo los afloramientos sedimentarios son importantes, representando el 41 por ciento de la superficie. Estos están repartidos aproximadamente entre las subcuencas Bolsón y Mayrán (35 por ciento), más marcados en cuanto a los relieves de la subcuenca Viesca, 51 por ciento (Cuadro 6).

**Cuadro 6**  
Distribución espacial de las rocas y materiales en la parte baja de la RH 36.

S/Cuencas	Superficie (km <sup>2</sup> )				Total
	R. Erup.	R. Meta.	R. Sedi.	Suelos	
Viesca	154	202	7,302	6,552	14,210
Bolson	218	0	2,313	4,003	6,533
Mayrán	156	0	5,564	10,270	15,990
Total	528	202	15,178	20,825	36,733
	Porcentaje (%)				
Viesca	1.1	1.4	51.4	46.1	100
Bolson	3.3	0	35.4	61.3	100
Mayrán	1.0	0	34.8	64.2	100
Total	1.4	0.6	41.3	56.7	100

Desde el punto de vista del origen de los materiales sedimentarios, los de origen químico, (calcareos duros), dominan en las tres subcuencas. Es importante enfatizar el hecho de que las calizas están en las subcuencas Bolsón y sobre todo en la de Mayrán, frecuentemente asociados al yeso, que constituye una importante fuente de sulfato y calcio susceptible de afectar las propiedades químicas de las aguas superficiales.

Los materiales sedimentarios detríticos están compuestos esencialmente de conglomerados, y de asociaciones de las cuales las más representadas son las de lutita-arenisca, y las de caliza-lutita. (Cuadro 7).

**Cuadro 7**  
Distribución espacial de los materiales sedimentarios por origen en las unidades de la parte baja.

S/Cuencas	Superficie (km <sup>2</sup> )			Total
	Químicos	Detritic.	U. Mixta	
Viesca	5,139	1,565	598	7,302
Bolsón	1,145	828	340	2,313
Mayrán	4,000	1,307	256	5,563
Total	10,284	3,700	1,194	15,178
	Porcentaje (%)			
Viesca	70.4	21.4	8.2	100
Bolsón	49.5	35.8	14.7	100
Mayrán	71.9	23.5	4.6	100
Total	67.7	24.4	7.9	100

En el Anexo 3 se indica la petografía de esta parte baja de la RH 36, en unidades de superficie y porcentaje de afloramiento.

## Conclusión.

Las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval se distribuyen entre dos tipos de afloramientos geológicos de diferente origen :

- Los materiales eruptivos en la parte más alta de las cuencas.
- Los materiales sedimentarios en la parte media inferior de las cuencas.

Entre los factores geológicos que más influyen los escurrimientos superficiales, el buzamiento de los bancos, sus interestratificaciones y su característica más o menos endurecida son primordiales.

A la escala de 1/1'000,000, una diferenciación petrográfica precisa, no fue siempre posible a partir de los mapas geológicos. Al interior de las unidades de "toba ácida" por ejemplo, las que cubren casi la mitad de la parte alta de la RH 36, numerosos bancos riolíticos monoclinales, endurecidos e impermeables, afloran regularmente.

El hecho, por ejemplo, de que para una pluviometría y una pendiente media equivalente, la subcuenca Sardinias presenta coeficiente de escurrimiento y sobre todo de avenidas superiores a los que se encuentran en Salomé Acosta (17 contra 15 y 27 contra 8, respectivamente), podría ser atribuido a una más importante presencia de estos bancos.

En primera aproximación, es posible hacer una estimación de la proporción de esos materiales endurecidos, en unidades puras para cada subcuenca (riolita, diorita, traciandesita, granito, basalto, conglomerados cementados, calizas) (Cuadro 8). El resto de la superficie se constituye de materiales suaves o de mezclas (lutita, lutita-arenisca, lutita-caliza).

**Cuadro 8**

Distribución de los materiales endurecidos entre las subcuencas del Nazas y del Aguanaval

Porcentaje de superficie por subcuenca			
Salomé Acosta	4	El Sauz	18
Sardinias	17	Cazadero	29
Palmito	2	San Fco.	23
Agustin M.	9	La Flor	28
C. de Fdz.	51		
Los Angeles	57		
Promedio		Promedio	
NAZAS	13	AGUANAVAL	26

## Referencias.

- SCHULZE G., (1953). Conglomerados Terciarios Continentales en la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila y sus relaciones con fenómenos igneos, geomorfológicos y climatológicos (52 p.) INIRM. México, D. F.
- INEGI, (1980). Cartas geológicas a 1/1000'000, Guadalajara-Chihuahua-Monterrey.
- INEGI, (1981). Guías para la interpretación de cartografía: Geología. 32 p.
- LOPEZ RAMOS E., (1982). Geología de México Tomo II. 3a. Ed. México, D. F.
- BREIMER R. F., (1984). Soil and landcape survey of the Mapimí Biosphere Reserve, Durango, México. UNESCO-MAB, Instituto de Ecología A. C. Durango.
- BORTOLINO I. R., (1988). Cenozoic Geology of the Eastern Hald of the La Flor Quadrangle Durango and Chihuahua, México in "Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí", (pp. 77-97) Instituto de Ecología MAB, México, D. F.
- BREIMER R. F., (1988). Physiographic Soil Survey in Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. (pp. 115-135) Instituto de Ecología - MAB, México, D.F.

**Anexo 1**

Petrografía de la cuenca y de las subcuencas del Nazas.

PETRO. km2	Superficie (km2)												Total km2
	Toba+Riolita	Granito	Basalto	Traciandesita	Diorita	Arenisca	Lutita+Arenisca	Caliza	Conglomerado	Caliza+Lutita	Pizarra	Suelos	
Salomé A.	6,800	0	285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,085
Sardinas	3,330	58	702	0	0	0	0	0	472	0	0	0	4,562
Palmito	5,229	48	0	0	7	0	34	0	774	149	34	610	6,885
Agustín M.	5,118	23	20	8	0	75	248	872	2,315	1,362	0	1,742	11,783
C. de Fdz.	538	0	134	90	0	0	70	1,149	266	41	0	937	3,225
Los Angeles	30	70	0	0	0	23	19	734	10	0	0	571	1,457
NAZAS km2	21,045	199	1,141	98	7	98	371	2,755	3,837	1,552	34	3,860	34,997
	Porcentaje												
Salomé A.	96.0	0	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Sardinas	73.0	1.3	15.3	0	0	0	0	0	10.4	0	0	0	100
Palmito	76.0	0.7	0	0	0.1	0	0.5	0	11.2	2.2	0.5	8.9	100
Agustín M.	43.3	0.2	0.2	0.1	0	0.6	2.1	7.4	19.6	11.6	0	14.8	100
C. de Fdz.	16.7	0	4.2	2.8	0	0	2.2	35.5	8.3	1.3	0	29.0	100
Los Angeles	2.1	4.8	0	0	0	1.6	1.3	50.3	0.7	0	0	39.2	100
NAZAS %	60.0	0.6	3.3	0.3	0	0.3	1.1	7.9	11.0	4.4	0.1	11.0	100

## Anexo 2

Petrografía de la cuenca y de las subcuencas del Aguanaval.

PETRO Km2	Superficie en km2											Total
	granito	diorita	toba + riolita	basalto	lutita	arenisca	conglomerado	caliza	lutita+arenisca	caliza+lutita	suelos	
El Sauz	0	0	927	86	0	0	148	0	0	0	155	1,316
Cazadero	0	0	1,632	62	0	0	977	17	146	8	857	3,699
San Fco.	30	0	1,141	175	28	0	560	346	564	14	1,986	4,846
La Flor	311	14	1,347	783	3	0	476	1,019	606	191	4,523	9,271
AGUANAVAL	341	14	5,047	1,107	31	0	2,161	1,383	1,316	213	7,520	1,913
	Porcentaje											
El Sauz	0	0	70.4	6.6	0	0	11.2	0	0	0	11.8	100
Cazadero	0	0	44.1	1.7	0	0	26.4	0.5	4.0	0.2	23.2	100
San Fco.	0.6	0	23.6	3.6	0.6	0	11.6	7.1	11.6	0.3	41.0	100
La Flor	3.4	0.2	14.5	8.4	0	0	5.1	11.0	6.5	2.1	48.8	100
AGUANAVAL	1.8	0.1	26.4	5.8	0.2	0	11.3	7.2	6.9	1.1	39.3	100

**Anexo 3****Petrografía de la parte baja de la RH 36.**

1. Rocas Eruptivas y Metamórfica									
Superficie en km2									
S/cuenca	Granito	Diorita	Toba- Riolita	Traci- Andesita	Basalto	Pizarra	Esquisto	Gneis	
S/C Bolsón	17	0	90	102	9	0	0	0	
S/C Mayrán	0	0	30	0	126	0	0	0	
S/C Viezca	25	35	94	0	0	116	70	16	
TOTAL	4	35	214	102	135	116	70	16	
Porcentaje									
S/C Bolsón	0.3	0	1.4	1.6	0.1	0	0	0	
S/C Mayrán	0	0	0.2	0	0.8	0	0	0	
S/C Viezca	0.2	0.2	0.6	0	0	0.8	0.5	0.1	
2. Rocas Sedimentarias									
Superficie en km2									
S/cuenca	Lutita	Arenisca	Conglo.	Caliza	Caliza Yeso	Caliza Lutita	Lutita Arenisca	Suelos	Total
S/C Bolsón	0	20	508	925	220	340	300	4,003	6,534
S/C Mayrán	0	0	190	3,148	852	256	1,118	10,270	15,990
S/C Viezca	8	18	846	5,139	0	598	693	6,552	14,210
TOTAL	8	38	1,544	9,212	1,072	1,194	2,111	20,825	36,734
Porcentaje									
S/C Bolsón	0	0.3	7.7	14.2	3.4	5.2	4.5	61.3	100
S/C Mayrán	0	0	1.2	19.7	5.3	1.6	7.0	64.2	100
S/C Viezca	0.1	0.1	6	36.2	0	4.2	4.8	46.1	100