

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"ESTUDIO Y DIAGNOSTICO DE LAS CUENCAS HIDROLOGICAS:  
LA CHIRIPA, EL CHARQUILLO Y SAN FCO. DE LOS DESMONTES,  
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE DR. ARROYO, N.L."

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
PRESENTA

HECTOR CANTU MARTINEZ

C.5  
MARIN, NUEVO LEON

SEPTIEMBRE DE 1992.

**TL**

**GB568**

**.16**

**C3**

**c.1**





1080061123

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"ESTUDIO Y DIAGNOSTICO DE LAS CUENCAS HIDROLOGICAS:  
LA CHIRIPA, EL CHARQUILLO Y SAN FCO. DE LOS DESMONTES,  
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE DR. ARROYO, N.L."

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
PRESENTA

HECTOR CANTU MARTINEZ

MARIN, NUEVO LEON

SEPTIEMBRE DE 1992.





Biblioteca Central  
Magna Solidaridad  
F. Tesis

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

" TESIS "

"ESTUDIO Y DIAGNOSTICO DE LAS CUENCAS HIDROLOGICAS:  
LA CHIRIPA, EL CHARQUILLO Y SAN FCO. DE LOS DESMONTES,  
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE DR. ARROYO, N.L."

ELABORADA POR:

HECTOR CANTU MARTINEZ

ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS



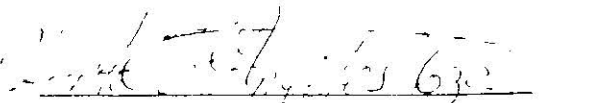
---

DR. JUAN FRANCISCO PISSANI ZUÑIGA  
ASESOR PRINCIPAL



---

ING. ROBERTO CARRANZA DE LA ROSA  
ASESOR AUXILIAR



---

ING. VICENTE ANGELES CALVA  
ASESOR AUXILIAR



AGRADECIMIENTOS:

GRACIAS A DIOS:

Por el don de la vida y por todos los beneficios,  
que de tí Señor, he recibido.

Gracias a mis asesores:

- Dr. Juan Francisco Pissani Zuñiga.

Por haberme dado la oportunidad de participar en el proyecto y por brindarme su ayuda en la realización del presente trabajo.

- Ing. Roberto Carranza de la Rosa.

- Ing. Oscar Solís Cerda.

A todo el personal del centro de apoyo No. V, del Distrito de Desarrollo Rural No. IV-Galeana, de la SARH, en el municipio de Dr. Arroyo, N.L., muchas gracias por las facilidades prestadas para llevar a cabo este estudio.

Gracias al Pbro. Miguel Angel Luna Lira.

Por su valiosa ayuda, tanto materialmente, pero sobre todo, espiritualmente; además de ser un gran sacerdote, es un gran amigo.

Gracias al Pbro. Rafael Guerrero Galván.

También por la ayuda que me brindó, en los momentos que lo necesité; además por su sencillez y su gran calidad humana.

Gracias a todos los maestros del Depto. de Ingeniería Agrícola que participaron en mi formación académica.



Gracias al Lic. Carlos Sandoval, por su ayuda desinteresada en los primeros semestres de mi carrera, además de ser maestro de maestros, también es un gran amigo.

Gracias al dibujante Juan Garnica, por su valiosa aportación en el presente trabajo.

Gracias también a los señores Jesús Alvaro Gzz. y Francisco Ortiz, por su amistad.

Gracias a la Sra. Elva I. Garza Mtz. a quien le debo tanto, Elva muchas gracias.

Gracias a las Familias: Bustamante Ortega y Martínez Ortega, por la confianza y amistad que me han brindado, particularmente quiero agradecerles, a las chinas, su valiosa participación en el presente trabajo, ellas son:

Maritza y Nancy.

Gracias a la familia Villarreal Mayorga, también por su amistad, sobre todo a las gotitas de agua: Mayra y Myriam.

Gracias a todos mis compañeros y amigos, por todos los momentos que pasamos juntos, específicamente a mis compañeros de carrera:

Agustín Martínez Macías.

Arnoldo Herberth Segura.

Federico Pimentel García.

Ricardo Vázquez Esparza.

DEDICATORIAS:

A mis padres:

Sr. Timoteo Cantú Garza.

Sra. Paula Martínez de Cantú.

A mis hermanos:

Angélica y Ruperto

Blanca Alicia y Roberto

Ma. Magdalena y José Alberto

Gerardo

José Angel

Sergio y Paula Margarita

Adrián e Irene.

Martín y Vicky

Rafael.

A mis sobrinos:

Eduardo Antonio, Adriana Corina, Mayra, Diana,  
Marcela, Mariana, José A., Juan José, Magda Paola,  
Jesús Mario, Ma. Gpe., Sergio, Tadeo, Diego, Adrián  
Martín, Elizabeth.

A todos mis familiares y parientes.

## R E S U M E N

En el sur del Estado de Nuevo León, los recursos naturales son limitados y con frecuencia no aprovechados de la manera más productiva posible, y para tal efecto, se localizaron y delimitaron tres cuencas pequeñas en la región denominada El Charquillo del municipio de Dr. Arroyo, N.L., esto como base para la realización de un estudio integral.

El área de estudio abarca una superficie total de 325.11 kilómetros cuadrados, que representan el 1.87% de la superficie total del Distrito de Desarrollo Rural No. IV Galeana; el 5.99% de la superficie del municipio de Dr. Arroyo y el 10.5% de la superficie del Centro de Apoyo del mismo municipio.

Para llevar a cabo el presente estudio, se tomaron en cuenta diferentes aspectos del área de estudio, entre ellos:

- a) Localización física del área de estudio
- b) Aspectos Socioeconómicos
- c) Climatología
- d) Geología
- e) Hidrología
- f) Hidrogeología, y
- g) Fisiografía

Estos aspectos se tomaron en cuenta con la finalidad de plantear alternativas para lograr un manejo adecuado, tendiente a la conservación de los recursos agua-suelo, así como la preservación y mejoramiento del medio ambiente.

## INDICE GENERAL

	Pág.
PROLOGO.....	I
INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE CUADROS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE.....	XI
<b>I INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.0.0. Objetivos.....	4
<b>II LOCALIZACION FISICA DEL AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>5</b>
2.0.0. Situación Geográfica.....	5
2.1.0. Situación Política.....	5
2.2.0. Vías de Comunicación.....	8
<b>III ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.....</b>	<b>9</b>
3.0.0. Demografía.....	9
3.0.1. Población.....	10
3.0.2. Nivel Económico.....	11
3.1.0. Tenencia de la Tierra.....	15
3.2.0. Servicios Públicos.....	18
<b>IV CLIMATOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.0.0. Clasificación del Clima.....	20
4.1.0. Climográfica de Gaussén.....	22
4.2.0. Precipitación.....	25



4.2.1. Probabilidad de Lluvia.....	26
4.2.2. Intensidad de la Lluvia.....	30
4.2.3. Frecuencia y Duración de la Lluvia.....	31
4.2.4. Distribución de la lluvia sobre la cuenca.....	33
4.2.5. Lluvia Promedio.....	33
<b>V GEOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
5.0.0. Características Generales.....	36
5.0.1. Provincia y Subprovincia Geológicas.....	36
5.1.0. Tectónica.....	38
5.2.0. Estratigrafía.....	38
<b>VI HIDROLOGIA.....</b>	<b>52</b>
6.0.0. Características Generales.....	52
6.1.0. Localización y Delimitación.....	53
6.2.0. Características Físicas.....	54
6.2.1. Area de la Cuenca.....	54
6.2.2. Forma de la Cuenca.....	54
6.2.3. Pendiente de la Cuenca.....	56
6.2.4. Indices.....	61
6.2.4.1. Coeficiente de Compacidad.....	61
6.2.4.2. Relación de Circularidad.....	62
6.2.4.3. Proporción de Elongación.....	63
6.2.5. Análisis Hipsográfico.....	64
6.2.5.1. Curva Hipsométrica.....	65

6.3.0. Caracterización Morfométrica de la red de drenaje.....	69
6.3.1. Clase de Corrientes.....	70
6.3.2. Orden de las Corrientes.....	71
6.3.3. Longitud de Tributarios.....	71
6.3.4. Densidad de Corrientes.....	72
6.3.5. Densidad de Drenaje.....	73
6.3.6. Patrones de Drenaje.....	74
6.4.0. Escurrimientos.....	75
<b>VII HIDROGEOLOGIA.....</b>	<b>79</b>
7.0.0. Aguas Subterráneas.....	79
7.1.0. Características de los Acuíferos.....	80
7.2.0. Localización y Distribución de los Acuíferos Areas de Recarga-Areas de Veda.....	81
7.3.0. Localización y Distribución de los Pozos.....	85
<b>VIII FISIOGRAFIA.....</b>	<b>86</b>
8.0.0. Localización y Características Generales: Región Fisiográfica-Provincia-Subprovincia-Sistema Terrestre.....	86
8.1.0. Clasificación y Distribución de los Suelos... 89	89
8.1.1. Características físicas y químicas de los suelos.....	93
8.2.0. Uso Actual del Suelo.....	98
8.3.0. Uso Potencial del Suelo.....	101

IX	CONCLUSIONES.....	105
X	RECOMENDACIONES.....	112
XI	BIBLIOGRAFIA REVISADA.....	114
XII	APENDICE.....	118

ANEXO CARTOGRAFICO

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
2.1.	Distribución espacial de los Centros de Apoyo.....	7
3.1.	Demografía de las localidades del área de estudio.....	10
3.2.	Actividades económicas de las localidades del área de estudio.....	13
3.3.	Porcentaje de habitantes para cada actividad.....	14
3.4.	Relación de predios ejidales.....	16
3.5.	Tipos de Tenencia de la Tierra.....	17
3.6.	Servicios Públicos Básicos.....	18
4.1.	Estaciones meteorológicas de la red del área de estudio.....	25
4.2.	Categorías de las estaciones de la red.....	25
4.3.	Probabilidad de lluvia de la estación Dr. Arroyo (No. 23).....	27
4.4.	Probabilidad de lluvia de la estación Cerrito del Aire (No. 15).....	28
4.5.	Probabilidad de lluvia de la estación Obregón (No. 96).....	29
4.6.	Intensidad media.....	31
4.7.	Precipitación promedio de la cuenca "La Chiripa".....	34
4.8.	Precipitación promedio de la cuenca "El	

	Charquillo".....	35
4.9.	Precipitación promedio de la cuenca "Sn Francisco de los Desmontes".....	35
5.1.	Rocas o suelo del área de estudio.....	41
6.1.	Localización del área del estudio.....	53
6.2.	Area de las cuencas pequeñas.....	54
6.3.	Factor Rf.....	55
6.4.	Pendiente de las cuencas.....	57
6.5.	Coeficiente de compacidad (K).....	62
6.6.	Relación de circularidad (Rc).....	63
6.7.	Proporción de elongación (PE).....	64
6.8.	Longitud de tributarios.....	72
6.9.	Densidad de corrientes.....	73
6.10.	Densidad de drenaje.....	74
6.11.	Gasto total escurrido.....	78
7.1.	Relación entre superficie y fuente de agua del municipio de Dr. Arroyo,N.L.....	80
8.1.	Sistema terrestre: El Jarro (EJ).....	87
8.2.	Clasificación de los suelos.....	90
8.3.	Características físicas y químicas del perfil representativo de la unidad de suelo Litosol.....	94
8.4.	Características físicas y químicas del perfil representativo de la unidad de suelo Xerosol cálcico.....	97



8.5.	Superficie y porcentaje de diferentes usos de la tierra en el Distrito de Desarrollo Rural IV-Galeana.....	98
8.6.	Uso del Suelo del área de estudio.....	99
8.7.	Superficie sembrada de maíz y frijol.....	100
8.8.	Clasificación agronómica de los suelos del área de estudio.....	103

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
2.1.	Localización de los Centros de Apoyo del Distrito de Desarrollo Rural No. IV-Gal.....6
4.1.	Climográfica de Gaussén. Estación Dr. Arroyo.....23
4.2.	Climográfica de Gaussén. Estación Obregón.....24
5.1.	Provincia Geológica del Noreste de México. Sub-provincia Sierra Madre Oriental.....37
5.2.	Columna Estratigráfica del área de Dr. Arroyo, N.L.....39
6.1.	Distribución de frecuencias de las pendientes analizadas de la cuenca " La Chiripa ".....58
6.2.	Distribución de frecuencias de las pendientes analizadas de la cuenca " El Charquillo ".....59
6.3.	Distribución de frecuencias de las pendientes analizadas de la cuenca " San Francisco de los Desmontes ".....60
6.4.	Distribución Area-Elevaciones de la cuenca "La Chiripa".....66
6.5.	Distribución Area-Elevaciones de la cuenca "El Charquillo".....67

6.6.	Distribución Area-Elevaciones de la cuenca "San Fco. de los Desmontes".....	68
6.7.	Patrones de drenaje del área de estudio.....	75
7.1.	Acuíferos del Estado de Nuevo León.....	82
8.1.	Sistema Terrestre El Jarro (EJ).....	88

## INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

CUADRO		PAGINA
1	Cálculo de la pendiente de la cuenca La Chiripa por el método de Nash.....	119
2	Cálculo de la pendiente de la cuenca El Charquillo por el mismo método.....	124
3	Cálculo de la pendiente de la cuenca San Fco. de los Desmontes.....	130
4	Análisis estadístico de las pendientes de la cuenca "La Chiripa".....	133
5	Análisis estadístico de las pendientes de la cuenca "El Charquillo".....	134
6	Análisis estadístico de las pendientes de la cuenca "San Fco. de los Desmontes".....	135
7	Relación área-elevación de la cuenca "La Chiripa".....	137
8	Relación área-elevación de la cuenca "El Charquillo".....	137
9	Relación área-elevación de la cuenca "San Fco. de los Desmontes".....	138
10	Cálculo del escurrimiento medio para las diferentes cuencas por el método de la Curva Numérica.....	139

## I.- INTRODUCCION.

El problema de la explotación continua de la tierra de las zonas áridas y semiáridas, no sólo se limita a la escasez de agua, sino que también se extiende a la calidad de ésta, restringiendo más con ello el uso de estas áreas en actividades agropecuarias, pues de lo contrario, se aceleraría más el proceso de desertificación ya existentes en aquellas franjas semihúmedas y semiáridas que rodean a los verdaderos desiertos por ser más susceptibles a la transformación, pudiéndose aumentar en un 35% la superficie desértica que ya existe en el mundo.

En la República Mexicana se considera que las zonas áridas y semiáridas abarcan una superficie de 84 millones de hectáreas aproximadamente, que representan el 42% de la superficie total. Dichas zonas se localizan en la Mesa Central y del Norte hasta los límites con E.U.A. entre las Sierras Madre Occidental y Oriental, a la altura del Trópico de Cáncer.

En el Estado de Nuevo León, las zonas áridas y semiáridas abarcan una superficie de 65,103 km<sup>2</sup>, siendo la parte sur, la más afectada por estar enclavada en dichas zonas, y es por lo tanto la de menor desarrollo.



En el sur de Nuevo León, los recursos naturales son limitados y con frecuencia no aprovechados de la manera más productiva posible. Además, existe una inercia hacia basar la actividad económica en la agricultura y ganadería.

La agricultura de temporal es la que más se practica en el sur de Nuevo León, siendo el principal factor limitante la escasa precipitación que se distribuye de una manera muy irregular durante el año, y cuando ocurre se presenta de manera torrencial provocando numerosos escurrimientos superficiales, que en la mayoría de los casos no son aprovechados por falta de infraestructura parcelaria, sin poder evitar que éste volumen de agua se pierda a través de ríos y arroyos.

El manejo de escurrimientos superficiales es una estrategia aplicada con la finalidad de aprovechar el volumen de agua generada por éstos eventos encausándolos hacia las parcelas agrícolas de temporal con el objetivo principal de inducir un incremento de la humedad del suelo, aprovechable por los cultivos.

Dentro del Estado de Nuevo León, en el Distrito de Desarrollo Rural No. IV-Galeana, también denominado Sur de Nuevo León, es donde más se requiere el manejo de los escurrimientos superficiales, y para tal efecto, se localizaron y delimitaron tres cuencas pequeñas en la región

denominada El Charquillo del municipio de Dr. Arroyo, N.L., como base para la realización de un estudio integral, con el fin de plantear alternativas para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos agua-suelo.

### 1.0.0. OBJETIVOS.

- 1.- Estudio y Diagnóstico de las cuencas: La Chiripa, El Charquillo y San Francisco de los Desmontes, del Distrito de Desarrollo Rural No. IV-Galeana, ubicadas en el municipio de Dr. Arroyo, N.L. con la finalidad de plantear alternativas para lograr un manejo adecuado, tendiente a la conservación de los recursos agua-suelo, así como la preservación y mejoramiento del medio ambiente.
  
- 2.- Proporcionar la información básica necesaria para la localización de futuras obras y prácticas para la Conservación del Suelo y Agua.

## II. LOCALIZACION FISICA DEL AREA DE ESTUDIO.

### 2.0.0. Situación geográfica.

El área de estudio se encuentra localizada geográficamente entre los paralelos 23°35' y 23°55' de latitud Norte y entre los meridianos 100°15' y 100°25' de longitud Oeste, a una altura aproximadamente de 1800 a 1850 metros sobre el nivel del mar.

### 2.1.0. Situación política.

El Distrito de Desarrollo Rural No. IV-Galeana está situado en la parte Sur del Estado de Nuevo León. Limitando al Norte con el Distrito de Montemorelos, al Sur con el Estado de San Luis Potosí, al Este con el Estado de Tamaulipas y al Oeste con los Estados de San Luis Potosí, Coahuila y Zacatecas.

Su área es de 17 377 Km<sup>2</sup>, representando su extensión el 29% de la superficie total del Estado.

Este Distrito cuenta con cinco municipios, los cuales se integran en seis Centros de Apoyo. La Jefatura del Distrito se ubica en la cabecera Municipal de Galeana, N.L. y la distribución espacial se presenta en el cuadro No.2.1. Así como en la figura No. 2.1.

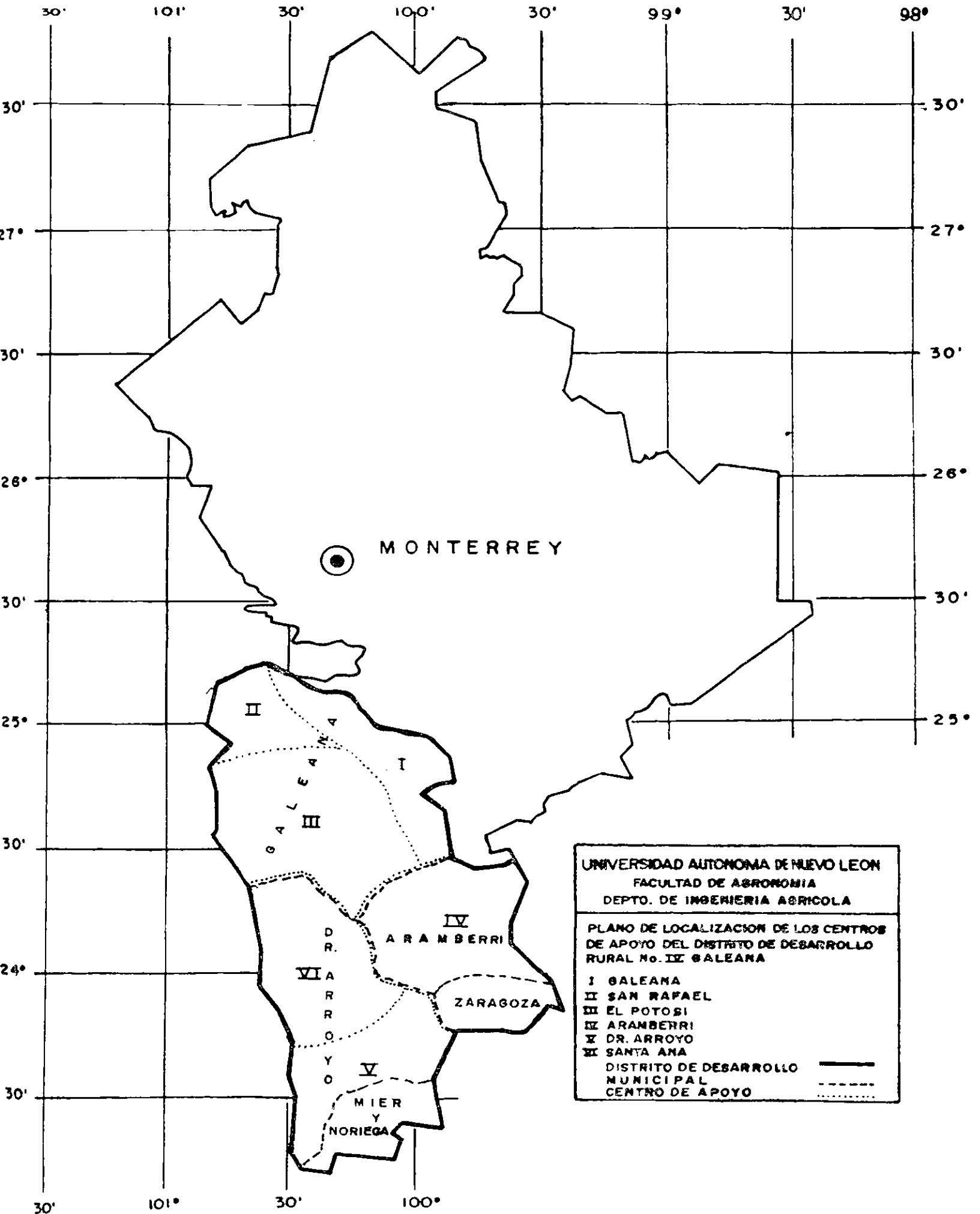


Figura 2.1. Plano de Localización de los Centros de Apoyo.

Cuadro No.2.1 Distribución espacial de los Centros de Apoyo.

NOMBRE Y SEDE DEL CENTRO DE APOYO	MUNICIPIOS	SUPERFICIE (HAS) *
I Galeana	Galeana	219 430
II San Rafael	Galeana	179 270
III El Potosí	Galeana	316 760
IV Aramberri	Aramberri	283 950
	Zaragoza	110 850
V Dr. Arroyo	Dr. Arroyo	309 510
	Mier y Noriega	116 800
VI Santa Ana	Dr. Arroyo	201 110
TOTAL		1'737 680

\* Superficie que ocupa el Centro de Apoyo dentro del Municipio.

Dentro del contexto del Estado de Nuevo León, el área de estudio se localiza en la parte suroeste, dentro del Distrito de Desarrollo Rural No. IV Galeana, N.L., en el municipio de Dr. Arroyo, en la región de El Charquillo y sus alrededores.

El área estudiada se subdividió en tres cuencas pequeñas que abarcan una superficie total de 325.11 Km<sup>2</sup> que representan 1.87% de la superficie total del Distrito, el 5.99% de la superficie del municipio de Dr. Arroyo y el 10.5% de la superficie del Centro de Apoyo del mismo municipio.

Para hacer referencia del área de estudio, a las tres cuencas se les asignó el nombre de una de las principales localidades comprendida en el área delimitada. Así a la cuenca No. I se le asignó el nombre de "La Chiripa", a la cuenca No. II se le denominó "El Charquillo" y por último, a la cuenca No. III se le denominó "San Francisco de los Desmontes".

### 2.3.0. Vías de comunicación.

Una de las vías de comunicación terrestre para llegar al área de estudio es la carretera Estatal No. 61 que pasa por Dr. Arroyo uniendo a las poblaciones de Linares, N.L. y Matehuala, S.L.P., el resto de la región está comunicada por medio de caminos vecinales tales como terracerías transitables en todo tiempo, terracerías transitables en tiempo seco, brechas y veredas, por lo que el acceso a los diferentes ejidos y rancherías presenta ciertas dificultades.



### III. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.

#### 3.0.0. Demografía.

De acuerdo al XI Censo General de Población y Vivienda, (Marzo de 1990) el municipio de Dr. Arroyo cuenta con una población total de 36 946 habitantes, de los cuales 18,976 son hombres, 17,970 son mujeres, 16,521 es la población alfabeta mayores de 15 años y 4,396 es la población analfabeta mayores de 15 años.

El conocimiento de la demografía es fundamental para la planeación de los Asentamientos Humanos, así mismo, el análisis de la población está enfocado a orientar y mejorar las acciones futuras para que éstas den por resultado la elevación del nivel de bienestar de los habitantes del municipio.

Este análisis demográfico se realizó a nivel Municipal y por localidad como lo muestra el cuadro No. 3.1.

Esto nos permite, conocer cómo está creciendo la población del municipio, y la población de cada una de las localidades, así como determinar la distribución actual de la misma.

El aspecto demográfico nos da un marco de referencia para analizar con detalle la problemática del Municipio cuando se relaciona con otros aspectos de planeación.

Los datos de población para las localidades que se encuentran en el área de estudio se muestran en el cuadro No.3.1.

Cuadro 3.1 Demografía de las localidades del área de estudio

MUNICIPIO Y LOCALIDAD	1	2	3	4	5
<b>CUENCA LA CHIRIPA</b>					
1.- La Chiripa	145	75	70	67	23
2.- La Esperanza	16	10	6	4	4
3.- El Milagro	88	44	44	47	9
4.- El Pocito	146	78	68	54	15
5.- San Gregorio	173	83	90	108	9
6.- El Toro	49	23	26	28	1
<b>T O T A L</b>	<b>617</b>	<b>313</b>	<b>304</b>	<b>308</b>	<b>61</b>
<b>CUENCA EL CHARQUILLO</b>					
7.- Carmen de las Lajas	266	149	117	146	33
8.- El Charquillo	320	168	152	194	18
9.- Los Cuartos	158	82	76	78	10
10.- El Jarro	177	95	82	95	22
11.- La Lajita	269	126	143	125	19
12.- La Puerta de Aguilar	108	53	55	54	4
13.- La Punta de la Loma	22	13	9	15	---
14.- El Refugio	132	71	61	51	16
15.- El Reparo	138	67	71	57	15
16.- San Agustín de Valdéz	73	33	40	34	4
17.- San Andrés	36	16	20	17	2
18.- San Diego	58	29	29	17	12
19.- San Ramón de Martínez	793	415	378	396	89
<b>T O T A L</b>	<b>2550</b>	<b>1317</b>	<b>1233</b>	<b>1279</b>	<b>244</b>
<b>CUENCA SAN FCO. DE LOS DESMONTES</b>					
20.- Las Jarillas	164	82	82	91	12
21.- San Fco. de los Desmontes	109	53	56	56	6
22.- Santa Anita	13	7	6	10	1
23.- La Tapona	24	13	11	10	4
<b>T O T A L</b>	<b>310</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>167</b>	<b>23</b>

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI 1990.

- 1.- POBLACION TOTAL.
- 2.- HOMBRES.
- 3.- MUJERES.
- 4.- POBLACION ALFABETA MAYORES DE 15 AÑOS.
- 5.- POBLACION ANALFABETA MAYORES DE 15 AÑOS.

En base a los datos del cuadro 3.1. se puede observar que las localidades de la cuenca La Chiripa que presentan mayor población son: San Gregorio, El Pocito y La Chiripa con 173, 146 y 145 habitantes respectivamente. El resto de las localidades presentan una población menor de 100 habitantes. La densidad de población para esta cuenca es de 12 habitantes por kilómetro cuadrado.

Las localidades de la cuenca El Charquillo que presentan una mayor población son: San Ramón de Mtz., El Charquillo, La Lajita y Carmen de las Lajas con 793, 320, 269 y 266 habitantes respectivamente. El resto de las localidades presentan una población menor de 200 habitantes. La densidad de población es de 10.53 habitantes por kilómetro cuadrado.

Así mismo, para la cuenca San Fco. de los Desmontes se tiene que las localidades que presentan una mayor población son: Las Jarillas y San Fco. de los Desmontes con 164 y 109 habitantes respectivamente. El resto de las localidades presentan una población menor de 50 habitantes. La densidad de población es de 9.84 habitantes por Km<sup>2</sup>.

### **3.0.2. Nivel Económico.**

Es de suma importancia conocer las actividades con que cuenta el municipio y sobre las que basa su desarrollo, los problemas y obstáculos a los que se enfrentan actualmente y que entorpecen el sano desarrollo urbano de sus localidades.

Estas actividades han sido separadas por sector para diferenciarlas y facilitar la programación de la infraestructura de apoyo que se necesita para su desarrollo óptimo. El cuadro 3.2 muestra éstas actividades.

Así, los Sectores *Primario* (Total de personas mayores de 12 años, que en la semana de referencia, realizaron su trabajo principal en cualquier actividad económica relacionada con la Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura, y los servicios relacionados con estas actividades), *Secundario* (Total de personas mayores de 12 años, que realizaron su trabajo principal en cualquier actividad económica relacionada con la Minería, Industria Manufacturera, Electricidad, Agua y Construcción) y *Terciario* (Personas mayores de 12 años que realizaron su trabajo principal en cualquier actividad económica relacionada con el Comercio, Transporte, Comunicaciones y Servicios) permiten establecer el análisis de las características sobresalientes de cada uno de ellos y del conjunto.

De acuerdo a los datos del XI censo de población y vivienda, 1990 (INEGI) de los 36,946 habitantes del Municipio de Dr. Arroyo, 9,734 es la población económicamente activa, 14,679 es la población económicamente inactiva, 6,146 es la población ocupada en el sector primario, 1,832 en el sector secundario y 1,343 en el sector terciario.

Las actividades económicas de la población para el resto de las localidades existentes en el área de estudio se resume en el cuadro No.3.2.

Cuadro 3.2 Actividades económicas de las localidades

MUNICIPIO Y LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6
<b>CUENCA LA CHIRIPA</b>						
1.- La Chiripa	145	44	60	36	8	---
2.- La Esperanza	16	5	4	4	---	---
3.- El Milagro	88	36	29	35	---	---
4.- El Pocito	146	39	48	37	---	---
5.- San Gregorio	173	53	82	53	---	---
6.- El Toro	49	10	25	10	---	---
<b>T O T A L</b>	<b>617</b>	<b>187</b>	<b>248</b>	<b>178</b>	<b>8</b>	<b>---</b>
<b>CUENCA EL CHARQUILLO</b>						
7.- Carmen de las lajas	266	59	143	56	1	2
8.- El Charquillo	320	88	156	64	2	11
9.- Los Cuartos	158	43	64	40	---	1
10.- El Jarro	177	47	83	43	1	2
11.- La Lajita	269	64	106	58	1	3
12.- La Puerta de Aguilar	108	22	46	22	---	---
13.- La Punta de la Loma	22	10	8	8	---	---
14.- El Refugio	132	37	48	37	---	---
15.- El Reparó	138	32	57	25	5	---
16.- San Agustín de Valdéz	73	17	23	15	---	---
17.- San Andrés	36	7	16	7	---	---
18.- San Diego	58	17	16	13	2	2
19.- San Ramón de Martínez	793	211	352	153	26	31
<b>T O T A L</b>	<b>2550</b>	<b>654</b>	<b>1118</b>	<b>541</b>	<b>38</b>	<b>52</b>
<b>CUENCA SAN FCO. DE LOS DESMONTES</b>						
20.- Las Jarillas	164	42	82	40	---	---
21.- San Fco. de los Desmontes	109	32	40	26	2	4
22.- Santa Anita	13	4	7	4	---	---
23.- La Taponá	24	6	11	5	1	---
<b>T O T A L</b>	<b>310</b>	<b>84</b>	<b>140</b>	<b>75</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI

- 1.- POBLACION TOTAL                      2.- POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA  
3.- POBLACION ECONOMICAMENTE INACTIVA    4.- POBLACION OCUPADA  
EN EL SECTOR PRIMARIO. 5.- POBLACION OCUPADA EN EL SECTOR  
SECUNDARIO 6.- POBLACION OCUPADA EN EL SECTOR TERCIARIO.

Con los datos de las actividades económicas se obtuvo el porcentaje de los habitantes para cada tipo de actividad para las diferentes cuencas en estudio lo cual se muestra en el cuadro No.3.3.

Cuadro 3.3 Porcentaje de habitantes para cada actividad.

TIPO DE ACTIVIDAD ECONOMICA \ CUENCA	LA CHIRIPA	EL CHARQUILLO	SAN FCO. DE LOS DESMONTES
Pob. Econ. Activa	30.2%	25.6%	27.0%
" " Inactiva	40.1	43.8	45.2
Sector Primario	28.4	21.2	24.2
Sector Secundario	1.3	1.5	1.0
Sector Terciario	0.0	2.0	1.3

Del cuadro anterior podemos observar que el mayor porcentaje en las tres cuencas corresponde a la población económicamente inactiva, muy probablemente sea reflejo de la escasa dinámica que existe en el mercado de trabajo; aunque hay que considerar que dentro de la población económicamente inactiva se incluye también a los estudiantes, jubilados, incapacitados para trabajar, personas dedicadas al hogar, etc.

De la población económicamente activa, para las tres cuencas, el mayor porcentaje de la población está ocupada en el sector primario, o sea, en actividades relacionadas con la agricultura, la ganadería, la caza, la silvicultura, y los servicios relacionados con estas actividades.

### 3.1.0. Tenencia de la tierra

La descripción de los elementos que ocupan el espacio físico del municipio y que se encuentran directamente relacionados con los asentamientos humanos, interviene de manera directa sobre las decisiones que deben tomarse en materia de desarrollo urbano. Para ello se deben identificar:

- \* Infraestructura
- \* Uso actual del suelo
- \* Tenencia de la tierra.

En lo que respecta a la tenencia de la tierra se puede tener la siguiente situación legal: a) Propiedad privada; b) Propiedad Federal, Estatal y Municipal; c) Propiedad comunal d) Propiedad Ejidal.

En el Distrito de Desarrollo Rural No.IV-Galeana se identifican tres tipos de tenencia de la tierra, predominando la Ejidal y la Pequeña Propiedad y en menor medida los Colonos.

En el cuadro No. 3.4 se muestra la relación de predios ejidales para las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desmontes.

Cuadro No. 3.4 Relación de Predios Ejidales.

CUENCA LA CHIRIPA			
CLPR	NOMBRE DEL PREDIO	C U T L	AREA (Has)
C 27	LA CHIRIPA, AMP. Pol. #1	E W A 1	499.98*
C 28	LA CHIRIPA, DOT. Pol. #1	E W A 1	943.97*
C 30	SAN GREGORIO, DOTACION	E W A 1	1070.10*
C 32	LA CHIRIPA, DOTACION Pol. #2	C T A 1	68.15
C 41	EL CONSUELO Y ALVARO OBR. AMP.	E W A 1	791.09*
I 16	F. DEL Y.Y.S.M. DE LOS A. DOT	E W A 1	2039.66*
I 17	STA. TERESA Y SN.JERONIMO.DOT	E W A 1	1235.68*
I 18	LA LAJITA, AMPLIACION	E W A 1	2160.61*
I 21	LA LAJITA, DOTACION	E W A 1	912.17*
CUENCA EL CHARQUILLO			
A 43	EL CHARQUILLO, 1A. AMP. Pol.#1	E W A 1	430.33
A 47	EL CHARQUILLO, AMP. Pol. #3	C T A 1	16.08
A 48	EL CHARQUILLO, 1A. AMP. Pol.#2	E I A 1	565.00
A 49	EL CHARQUILLO, DOT. Pol. #2	E W A 1	837.27
A 53	EL JARRO, 1A. AMP. Pol. #2	C T A 1	165.27
A 64	EL JARRO, 1A. AMP. Pol. #3	C T A 1	16.62
A 77	EL JARRO, 1A. AMP. Pol. #1	E W A 1	329.59*
C 26	LA CHIRIPA, AMP. Pol. #2	E W A 1	471.79
C 29	LA CHIRIPA, 1A. AMP. Pol. #2	E W A 1	225.37
C 30	SAN GREGORIO, DOTACION	E W A 1	1070.10*
C 40	EL REFUGIO Y EL REPARO, AMP.	E W A 1	599.21
D 2	MESA DEL TRAIADOR, 1A.AMP.Pol.#1	E W A 3	755.48*
D 3	SAN RAMON DE MTZ. DOT. Pol. #1	E W A 1	7504.51*
D 4	MESA DEL TRAIADOR, 1A.AMP.Pol.# 2	E W A 1	51.81*
D 5	PUERTA DE AGUILAR, 1A.AMP.Pol.#2	E W A 1	94.79
D 38	EL REFUGIO Y EL REPARO, DOT.	E W A 1	1493.26*
F 15	SN IGNACIO DE TORRES, DOT. Pol. #1	E W A 3	2641.61*
F 19	EL REFUGIO Y EL REPARO, AMP.	E W A 1	246.26
F 20	SAN IGNACIO DE TORRES, AMP.	E W A 1	673.50*
F 22	SAN AGUSTIN DE VALDEZ, DOT.	E W A 1	837.55*
G 24	LOS CUARTOS Y JARILLAS, 1A. P.#1	E W A 1	1367.08
G 25	LOS CUARTOS Y JARILLAS, DOT.P.#2	E W A 1	208.69
G 27	PUERTA DE AGUILAR, DOT. Pol. #1	E W A 1	1252.58*
G 28	MESA DEL TRAIADOR, DOT. Pol. #1	E W A 1	1883.37*
G 31	LA ROCA, DOTACION Pol. #3	C W A 1	165.62
G 32	LA ROCA, DOTACION Pol. #2	C W A 1	242.27
G 33	LA ROCA, DOTACION Pol. #1	C W A 1	266.80
G 34	CARMEN DE LA LAJA, DOT. Pol. #1	E W A 1	1985.84
G 37	LA LAJITA, DOTACION Pol. #2	E W A 1	159.77
CUENCA SAN FCO. DE LOS DESMONTES			
D 11	EL REFUGIO DE LAS VIEJAS, DOT.	E W A 1	2607.97*

FUENTE: Secretaría de la Reforma Agraria.

\* El área del predio sale fuera del límite de la cuenca.



Las siglas CLPR del cuadro 3.4 de la página anterior es la clave de identificación de predios y el significado de las siglas CUTL aparece en el plano de Tenencia de la Tierra del Anexo Cartográfico.

En el cuadro 3.5 se puede observar que existen dos tipos de tenencia de la tierra en el área de estudio y que son: a) Predio Ejidal y b) Propiedad Privada. Así mismo, podemos observar que para las cuencas La Chiripa y El Charquillo el tipo de tenencia que predomina es el predio ejidal con un 96.16% y un 81.32% respectivamente; y en la cuenca San Fco. de los Desmontes, el tipo de tenencia que predomina es la propiedad privada con un 89.37% con respecto a la superficie total de la cuenca.

Cuadro 3.5 Tipos de Tenencia de la Tierra.

Cuenca \ Tipo de Tenencia de la Tierra	Predios Ejidales (Km <sup>2</sup> )	Propiedad Privada (Km <sup>2</sup> )	P.E. (%)	P.P. (%)
LA CHIRIPA	49.62	1.98	96.16	3.84
EL CHARQUILLO	196.81	45.20	81.32	18.68
SAN FRANCISCO DE LOS DESMONTES	3.35	28.15	10.63	89.37

P.E. es el porcentaje de predios ejidales.

P.P. es el porcentaje de propiedad privada.

### 3.2.0. Servicios Públicos

Los servicios públicos básicos con los que se cuenta en las localidades de las cuencas delimitadas se resumen en el cuadro No. 3.6.

Cuadro 3.6 Servicios Públicos Básicos

MUNICIPIO Y LOCALIDAD	1	2	3	4	5
<b>CUENCA LA CHIRIPA</b>					
1.- La Chiripa	31	----	----	24	31
2.- La Esperanza	3	----	----	----	3
3.- El Milagro	13	----	----	----	13
4.- El Pocito	27	----	----	19	26
5.- San Gregorio	31	----	----	31	31
6.- El Toro	5	----	----	----	5
<b>CUENCA EL CHARQUILLO</b>					
7.- Carmen de las lajas	45	----	1	39	43
8.- El Charquillo	65	----	----	61	65
9.- Los Cuartos	32	----	----	30	30
10.- El Jarro	48	----	----	42	44
11.- La Lajita	60	----	----	52	55
12.- La Puerta de Aguilar	17	----	----	16	16
13.- La Punta de la Loma	3	----	----	----	3
14.- El Refugio	22	----	----	21	21
15.- El Reparó	26	----	----	21	26
16.- San Agustín de Valdéz	15	----	----	13	15
17.- San Andrés	8	----	----	6	8
18.- San Diego	12	----	----	1	10
19.- San Ramón de Martínez	154	1	2	146	148
<b>CUENCA SAN FCO. DE LOS DESMONTES</b>					
20.- Las Jarillas	31	----	----	26	31
21.- San Fco. de los Desmontes	17	----	----	----	16
22.- Santa Anita	4	----	----	----	4
23.- La Taponá	5	----	----	1	5

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI.1990

El significado de las columnas del cuadro 3.6. de la página anterior se menciona a continuación:

- 1.- VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS.
- 2.- VIVIENDAS PARTICULARES CON AGUA ENTUBADA.
- 3.- VIVIENDAS PARTICULARES CON DRENAJE.
- 4.- VIVIENDAS PARTICULARES CON ENERGIA ELECTRICA.
- 5.- VIVIENDAS PARTICULARES PROPIAS.

Del cuadro 3.6. podemos observar que para las tres cuencas, los servicios públicos básicos de los cuales se carece casi en su totalidad son los de agua entubada y drenaje, siendo las únicas fuentes de abastecimiento del vital líquido aljibes y cisternas que no cuentan con las condiciones sanitarias necesarias, provocando entre los habitantes enfermedades gastrointestinales, sobre todo en los niños. En algunas localidades se cuenta con casetas telefónicas. Y del total de las localidades de las tres cuencas el 81.5% cuenta con energía eléctrica.

#### IV. - CLIMATOLOGIA

Existen diferentes criterios para establecer las características climatológicas de una determinada zona, sin embargo, el sistema que mejor se adapta a nuestra zona es el de Köppen, modificado por Enriqueta García (1973), por lo cual es el sistema empleado en este trabajo.

Los tipos de climas que se presentan en el área de estudio pertenecen al grupo B (climas secos).

Los climas secos se caracterizan por el exceso de evaporación con respecto a la precipitación que presentan. No sobran remanentes de agua para mantener un nivel constante de humedad en el suelo, por lo cual las corrientes permanentes no son originales para éstos climas.

##### 4.0.0. Clasificación del clima.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, sólo dos tipos de climas predominan dentro del área de estudio y éstos pertenecen al grupo B (Climas secos) antes descritos y son los siguientes:

a, Tipo: Semiseco ( BS<sub>1</sub> ).

Subtipo: Semiseco Templado ( BS<sub>1</sub> Kx' ).

(Lluvias escasas todo el año, y un porcentaje de precipitación invernal mayor de 18 y verano cálido).

b) Tipo: Seco ( BSo ).

Subtipo: Seco templado (BS. kx').

(Lluvias escasas todo el año y un porcentaje de precipitación invernal mayor de 18 y verano cálido).

El tipo de clima Semiseco Templado se distribuye hacia el Suroeste de Dr. Arroyo y Galeana en donde la máxima incidencia de lluvia se registra en mayo y agosto.

El clima Seco Templado se distribuye en Dr. Arroyo, Galeana y Arramberri, en donde la máxima incidencia de lluvia es en el mes de Junio.

Con respecto al área de estudio se presentan temperaturas medias máximas y mínimas de 21 y 6°C respectivamente, en el período de Noviembre a Abril; en este mismo período, en las áreas de las cuencas La Chiripa y El Charquillo se presentan heladas de 1 a 8 días en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero; y en la cuenca San Fco. de los Desmontes se presentan heladas entre 1 y 8 días en los meses de Noviembre, Febrero y Marzo y más de 9 días en los meses de Diciembre y Enero. Para el período de Mayo a Octubre se presentan temperaturas medias máximas y mínimas de 28 y 10°C respectivamente; en este período se presentan lluvias apreciables que van desde 30 hasta 59 días (lluvia mayor de 0.1 mm.).

Los vientos predominantes en el área de estudio van de Sur a Norte y de Sureste a Noroeste.

#### 4.1.0. Climográfica de Gausсен.

En base a los datos de temperatura y precipitación correspondientes a las medias mensuales y anuales de las estaciones meteorológicas Dr. Arroyo y Obregón se obtuvo el climograma de Gausсен, el cual nos indica en qué meses de acuerdo a la temperatura y a la precipitación fueron los más húmedos y cuales fueron los más secos.

De tal manera que los meses más húmedos para la estación Dr. Arroyo fueron los meses de mayo hasta octubre, de los cuales el mes de mayor precipitación fue el mes de agosto.

Así mismo, los meses más secos fueron desde noviembre hasta abril, como lo muestra el climograma de Gausсен de la figura 4.1.

De igual manera, el climograma de Gausсен para la estación Obregón de la figura 4.2 nos muestra que los meses más húmedos también son de mayo hasta octubre, presentándose la mayor incidencia de precipitación en el mes de agosto. Los meses más secos son de noviembre a abril.

Las estaciones meteorológicas que conforman la red para los fines de este estudio son: Dr. Arroyo, Cerrito del Aire y Obregón. Cabe señalar que las últimas dos estaciones presentan una considerable heterogeneidad en cuanto a los períodos de tiempo, por ello, tomando en consideración el número de años de registro de datos del cuadro 4.1, se han establecido las categorías que se presentan en el cuadro 4.2, donde podemos observar que la estación Dr. Arroyo cae dentro

LATITUD 23 40' 18" NORTE  
 LONGITUD 100'10'29" OESTE  
 ALTITUD 1760 msnm

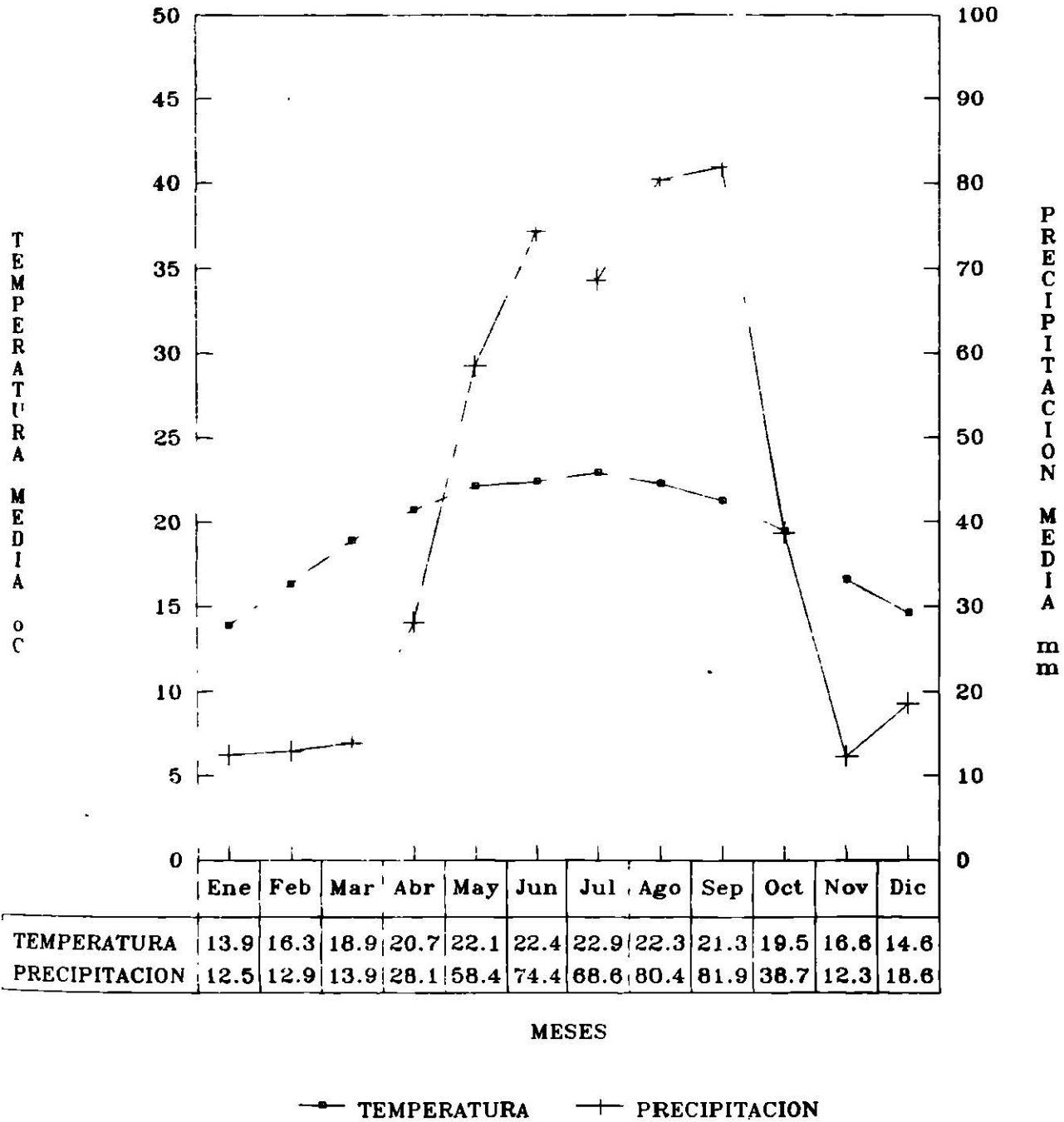
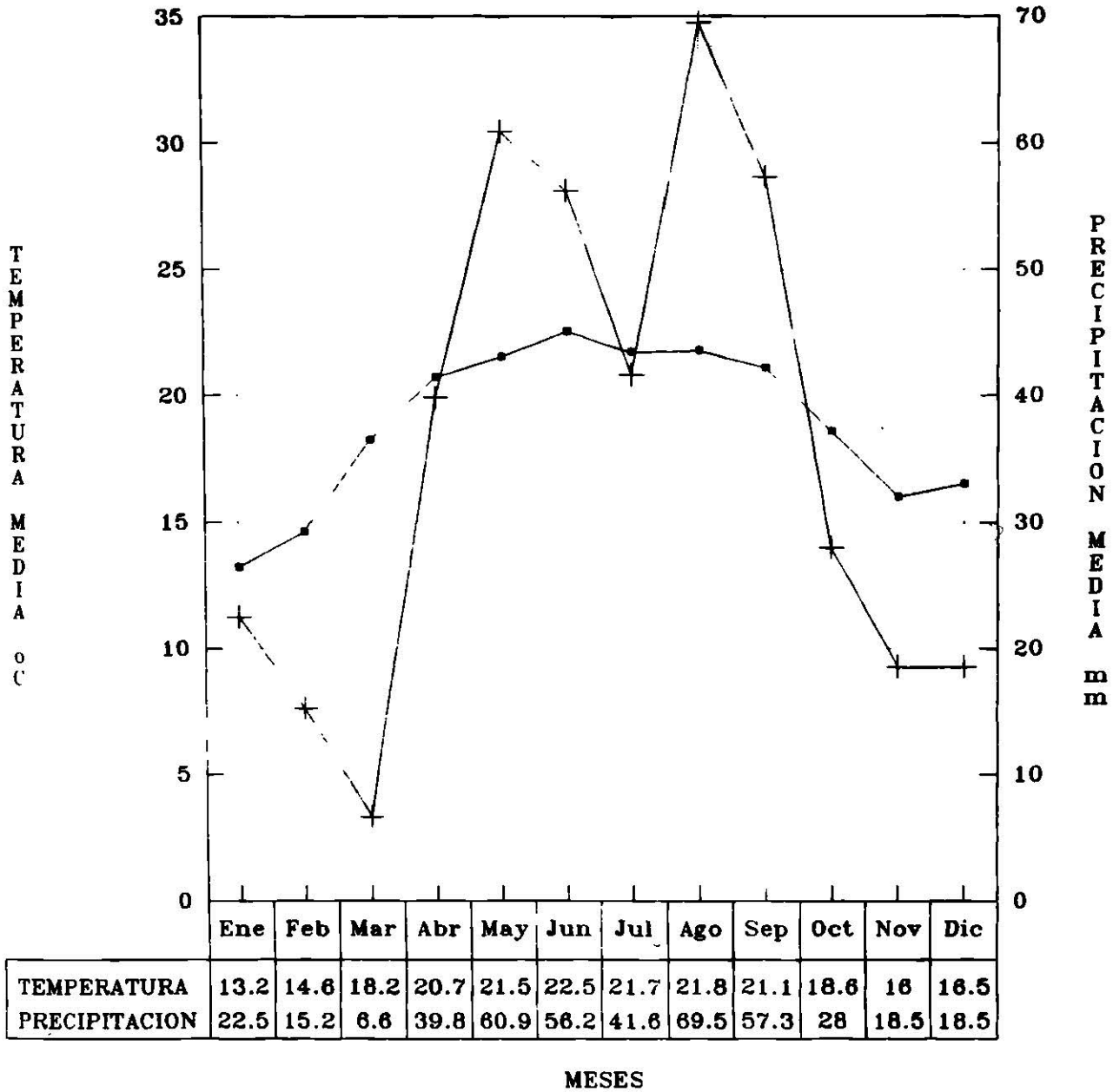


FIGURA 4.1 CLIMOGRAFICA DE GAUSSEN  
 ESTACION DR. ARROYO, N.L.

LATITUD 23°42'03" NORTE  
 LONGITUD 100°24'59" OESTE  
 ALTITUD 1740 msnm



—■— TEMPERATURA    —+— PRECIPITACION

FIGURA 4.2. CLIMOGRAFICA DE GAUSSEN  
 ESTACION OBREGON (#96), DR. ARROYO N.L.



del rango muy significativa, las otras dos caen en el rango de representativas.

Cuadro 4.1. Estaciones meteorológicas de la red.

Estación	No.	Coordenadas		Altitud (msnm)	Período de Registro
		Latitud	Longitud		
Dr. Arroyo	23	23° 40' 18"	100° 10' 29"	1760	1905-1988
Cerrito del Aire	15	23° 35' 19"	100° 13' 58"	1655	1984-1991
Obregón	96	23° 42' 03"	100° 24' 59"	1740	1980-1991

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

Cuadro 4.2. Categorías de las estaciones de la red.

Número de años	Categoría
20 o más	Muy significativa
10 a 20	Significativa
5 a 10	Representativa
Menos de 5	De apoyo

#### 4.2.0. Precipitación.

En las zonas áridas y semiáridas se considera a la precipitación como uno de los fenómenos meteorológicos que no tienen una distribución normal dada a la gran variación de su ocurrencia y a la dificultad de su predicción.

Para el análisis de la precipitación se tomaron datos existentes, reportados por la Comisión Nacional del Agua de las estaciones Dr. Arroyo, Cerrito del Aire y Obregón.

Así, para el área de estudio, de acuerdo al plano de isoyetas del Anexo Cartográfico, se puede observar que la precipitación oscila en el rango de 350 a 450 mm.

#### 4.2.1. Probabilidad de la lluvia.

El análisis de la probabilidad de lluvia nos permite conocer con que frecuencia se recibirá determinada cantidad de lluvia y la frecuencia con que se recibirá una cantidad superior o inferior a ella, y es la base fundamental para la planeación del uso del recurso hídrico disponible de acuerdo a un grado de probabilidad.

En los cuadros 4.3, 4.4 y 4.5 se muestran los datos de probabilidad de lluvia de las estaciones Dr. Arroyo, Cerrito del Aire y Obregón respectivamente mediante la fórmula:

$$P = \frac{N}{n + 1} * 100$$

Donde:

N = Número de orden.

n = Número de años.

P = Probabilidad de ocurrencia de una cantidad de mayor o igual a un valor establecido.

Cuadro No.4.3. Datos de probabilidad de lluvia de la estación  
Dr. Arroyo (23). Municipio Dr. Arroyo, N.L.

AÑO	PRECIPITACION ANUAL (mm)	PRECIPITACION ORDENADA (mm)	NUMERO DE ORDEN	% de PROB. FRECUENCIA	* P.R.
1905	401.0	963.0	1	1.61	62.00
1906	581.4	962.0	2	3.23	31.00
1907	452.5	871.0	3	4.84	20.67
1908	380.4	822.0	4	6.45	15.50
1909	539.2	747.5	5	8.06	12.40
1910	324.6	741.5	6	9.68	10.33
1911	558.0	689.1	7	11.29	8.86
1912	615.3	672.9	8	12.90	7.75
1913	470.1	667.9	9	14.52	6.89
1927	538.4	641.0	10	16.13	6.20
1928	511.5	636.0	11	17.74	5.64
1929	422.0	615.3	12	19.35	5.17
1930	591.2	609.2	13	20.97	4.77
1931	747.5	597.9	14	22.58	4.43
1932	349.7	594.5	15	24.19	4.13
1933	636.0	591.2	16	25.81	3.88
1934	466.5	581.4	17	27.42	3.65
1935	520.3	558.0	18	29.03	3.44
1936	280.0	547.0	19	30.65	3.26
1942	453.1	539.2	20	32.26	3.10
1943	594.5	538.4	21	33.87	2.95
1944	963.0	531.7	22	35.48	2.82
1945	741.5	530.5	23	37.10	2.70
1946	530.5	522.8	24	38.71	2.58
1947	482.3	520.3	25	40.32	2.48
1948	962.0	511.7	26	41.94	2.38
1949	547.0	511.5	27	43.55	2.30
1950	483.5	511.5	28	45.16	2.21
1951	364.5	503.5	29	46.77	2.14
1952	182.7	495.3	30	48.39	2.07
1953	358.0	483.5	31	50.00	2.00
1954	240.0	482.3	32	51.61	1.94
1955	415.0	470.1	33	53.23	1.88
1956	381.0	466.5	34	54.84	1.82
1957	416.3	455.2	35	56.45	1.77
1958	641.0	453.1	36	58.06	1.72
1959	689.1	452.5	37	59.68	1.68
1960	531.7	452.0	38	61.29	1.63
1961	452.0	422.0	39	62.90	1.59
1962	327.5	419.2	40	64.52	1.55
1963	455.2	416.3	41	66.13	1.51
1964	522.8	415.0	42	67.74	1.48
1965	419.2	414.1	43	69.35	1.44
1966	372.5	413.5	44	70.97	1.41

...Continuación del cuadro 4.3

1967	342.5	401.0	45	72.58	1.38
1968	511.7	381.0	46	74.19	1.35
1969	284.9	380.4	47	75.81	1.32
1975	318.4	372.5	48	77.42	1.29
1976	871.0	370.0	49	79.03	1.27
1977	413.5	364.5	50	80.65	1.24
1978	341.8	358.0	51	82.26	1.22
1979	609.2	349.7	52	83.87	1.19
1980	511.5	342.5	53	85.48	1.17
1981	672.9	341.8	54	87.10	1.15
1982	597.9	327.5	55	88.71	1.13
1983	370.0	324.6	56	90.32	1.11
1984	495.3	318.4	57	91.94	1.09
1985	667.9	284.9	58	93.55	1.07
1986	414.1	280.0	59	95.16	1.05
1987	822.0	240.0	60	96.77	1.03
1988	503.5	182.7	61	98.39	1.02

Cuadro No.4.4. Datos de probabilidad de lluvia de la estación Cerrito del Aire (15), Municipio Dr. Arroyo.

AÑOS	PRECIPITACION (mm)		No. DE ORDEN	% de PROB.O FRECUENCIA	* P.R.
	ANUAL	ORDENADA			
1984	395	475	1	11.11	9.00
1985	475	472	2	22.22	4.50
1986	305	395	3	33.33	3.00
1987	472	309	4	44.44	2.25
1988	280	305	5	55.56	1.80
1989	309	284	6	66.67	1.50
1990	284	280	7	77.78	1.29
1991	101	101	8	88.89	1.13

Cuadro No.4.5 Datos de probabilidad de lluvia de la estación Obregón (96), Municipio Dr. Arroyo, N.L.

AÑO	PRECIPITACION (mm)		No. DE ORDEN	% de PROB.O FRECUENCIA	* P.R.
	ANUAL	ORDENADA			
1980	304	592	1	7.7	13.00
1981	322	457	2	15.4	6.50
1982	263	446	3	23.1	4.30
1983	444	444	4	30.8	3.30
1984	316	415	5	38.5	2.60
1985	397	397	6	46.2	2.20
1986	264	322	7	53.8	1.90
1987	592	316	8	61.5	1.60
1988	446	304	9	69.2	1.40
1989	415	264	10	76.9	1.30
1990	457	263	11	84.6	1.20
1991	35	35	12	92.3	1.10

\* P.R. es el Período de Retorno en años

Así, podemos indicar que en la estación de Dr.Arroyo, existe una probabilidad del 90.32% que la lluvia sea mayor o igual que 324.6 mm, del 47% que rebase los 500mm y del 10% que rebase los 700mm. Este procedimiento se recomienda para obras de conservación de suelos.

Del mismo modo, podemos indicar que en la estación Cerrito del Aire, la lluvia esperada con un 50% de probabilidad es de 307 mm o más.

Así también, para la estación Obregón, la lluvia esperada con un 50% de probabilidad es de 360 mm o más.

#### 4.2.2. Intensidad de la lluvia.

La intensidad con que la lluvia cae, es uno de los factores importantes para determinar la porción de la lluvia que fluye por la superficie y el escurrimiento subterráneo. Cuando ocurre una lluvia intensa que excede a la capacidad de infiltración del suelo, contribuirá grandemente el escurrimiento superficial, mientras que si la lluvia cae con poca intensidad será absorbida por el suelo.

Vergnete 1977, citado por Castillo (1985), reporta que existe una correlación directa entre la intensidad de lluvia y la escorrentía. Comunmente la intensidad de la lluvia se mide por la cantidad de agua que cae en 15 min, de tal forma que se agrupa en baja si es inferior a 28 mm/hr, mediana si oscila entre 28 y 60 mm/hr y alta si es superior a 60 mm/hr.

Debido a que no se cuenta con las gráficas generadas por los pluviógrafos, y para fines de obtener un valor referencial de intensidad, se hizo uso en este estudio de la fórmula empírica propuesta por Luque (1984), la cual genera un valor de intensidad media a partir de un valor de magnitud. Este último se obtuvo de los registros de precipitación máxima anual para 24 horas de las estaciones que se encuentran en el área de estudio. Se tomó en cuenta el evento máximo anual para todo el período de registro y el valor medio de los eventos máximos del mismo.

La fórmula propuesta es la siguiente:

$$IM = 1.4774597 M^{0.4597959}$$

donde:

IM es la intensidad media (mm/hr)

M es la magnitud de la precipitación (mm).

El cuadro 4.6 muestra los resultados del uso de la fórmula empírica propuesta por Luque (1984).

Cuadro 4.6 Intensidad media

ESTACION	INTENSIDAD MEDIA PARA EL EVENTO	
	MAXIMO (mm/hr)	MEDIO (mm/hr)
Dr. Arroyo	11.39	8.30
Cerrito del Aire	8.28	7.08
Obregón	10.04	8.22

#### 4.2.3. Frecuencia y Duración de la lluvia.

La duración de una lluvia, es el tiempo transcurrido entre la iniciación y el término de una lluvia y se expresa en minutos. La frecuencia, representa el número de veces que un fenómeno determinado ocurre en un tiempo conocido y se expresa en porcentaje y/o en años.

La duración y la frecuencia son dos de las características más importantes de las lluvias para el cálculo y diseño de obras de drenaje y conservación de suelo y agua.

La frecuencia de la lluvia es la periodicidad media estadística en años en que pueden presentarse las tormentas de características similares en intensidad y duración. Los períodos comunmente utilizados son de 2,5,10,15,50, y 100 años. Por ejemplo, cuando se habla de una frecuencia o período de retorno de 5 años, se espera que la magnitud de la precipitación sea igualada o superada una vez cada 5 años.

Con respecto a los cuadros 4.3, 4.4 y 4.5 se puede observar que para las estaciones Dr. Arroyo, Cerrito del Aire y Obregón, con un período de retorno de 5 años se espera que la magnitud de la precipitación sea aproximadamente de 610, 473 y 450 mm respectivamente.

Para problemas típicos de conservación de suelo y agua, las frecuencias o períodos de retorno utilizados son de 5 años, en algunos otros casos especialmente cuando las obras por realizar representan fuertes inversiones y pongan en peligro vidas humanas o en terrenos de importancia, el período de retorno a utilizar deberá ser de 25 a 50 años.

Para calcular la frecuencia o períodos de retorno de lluvia con diferentes intensidades, se utiliza la siguiente fórmula:

$$F = \frac{t}{m}$$

Donde:

F = Frecuencia o período de retorno (P.R.)

t = Número total de años de registro.

m = Número de orden de la lluvia.



#### 4.2.4. Distribución de la lluvia sobre la cuenca.

En cuanto a la distribución de la lluvia sobre la cuenca independientemente de la forma, y del tipo de precipitación ocurrida en un tiempo se distribuye dependiendo de las condiciones que interactúan en el momento y en el lugar en que ocurre la precipitación.

De acuerdo al plano de Isoyetas, del Anexo Cartográfico podemos observar que para la cuenca La Chiripa las isoyetas que se distribuyen son la 350, cubriendo una superficie de 16.27 Km<sup>2</sup>, la 375 abarcando una superficie de 31.30 Km<sup>2</sup> y la 400 cubriendo una superficie de 4.03 Km<sup>2</sup>.

Así mismo, para la cuenca El Charquillo, las isoyetas que se distribuyen son la 350, la 375, la 400, la 425, la 450 y la 475 cubriendo una superficie de 0.85, 31.92, 69.92, 81.38, 48.15 y 9.79 Km<sup>2</sup> respectivamente.

De la misma manera, para la cuenca San Fco. de los Desmontes, las isoyetas que se distribuyen son la 425, la 450 y la 475 abarcando una superficie de 5.45, 24.67 y 1.38 Km<sup>2</sup> respectivamente.

#### 4.2.5. Lluvia promedio.

Existen diferentes métodos para obtener el valor de la lluvia promedio, entre los que destacan los polígonos de Thiessen y el método de las isoyetas. El método utilizado en este estudio fue el de las isoyetas por ser el más exacto y

además porque permite dividir en el plano las áreas con igual precipitación, lo cual permite obtener el valor de la precipitación media sobre el área. Ver Anexo Cartográfico (Plano de Isoyetas). Para calcular la precipitación con un mapa de isoyetas, se miden las áreas comprendidas entre dos de éstas líneas consecutivas y se multiplican por la precipitación media entre isoyetas. La suma de éstos productos dividida entre el área total nos da como resultado la precipitación media. Los cuadros 4.7, 4.8 y 4.9 muestran los datos correspondientes para obtener la lluvia promedio de las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desmontes respectivamente, donde podemos observar que para la primera cuenca se obtuvo un valor de precipitación media de 356.57 mm, para la segunda 405.42 mm y para la tercera 434.27mm.

Cuadro 4.7. PRECIPITACION MEDIA, CUENCA "LA CHIRIPA"

ISOYETAS	ALTURA DE PRECIPITACION (mm) hpi	AREA ENTRE ISOYETAS (Km <sup>2</sup> ) Ai	hpi Ai (mm km <sup>2</sup> )
325-350	337.5	16.27	5491.125
350-375	362.5	31.30	11346.250
375-400	387.5	4.03	1561.625
SUMA		51.60	18399.000
ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA = 356.57 mm.			

Cuadro 4.8. PRECIPITACION MEDIA, CUENCA "EL CHARQUILLO"

ISOYETAS	ALTURA DE PRECIPITACION (mm) hpi	AREA ENTRE ISOYETAS (Km <sup>2</sup> ) Ai	hpi Ai (mm km <sup>2</sup> )
325-350	337.5	0.85	286.875
350-375	362.5	31.92	11571.000
375-400	387.5	69.92	27094.000
400-425	412.5	81.38	33569.250
425-450	437.5	48.15	21065.620
450-475	462.5	9.79	4527.875
SUMA		242.01	98114.620
ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA = 405.42 mm.			

Cuadro 4.9. PRECIPITACION MEDIA, CUENCA "SAN FRANCISCO DE LOS DESMONTES".

ISOYETAS	ALTURA DE PRECIPITACION (mm) hpi	AREA ENTRE ISOYETAS (Km <sup>2</sup> ) Ai	hpi Ai (mm km <sup>2</sup> )
400-425	412.5	5.45	2248.125
425-450	437.5	24.67	10793.120
450-475	462.5	1.38	638.250
SUMA		31.50	13679.495
ALTURA DE PRECIPITACION MEDIA = 434.27 mm.			

## **V. - GEOLOGIA.**

### **5.0.0. Características Generales.**

En el estado de Nuevo León afloran principalmente rocas sedimentarias de origen marino (depósitos clásticos y químicos de edad mesozoica). Sólo hay pequeños afloramientos de rocas metamórficas y algunos de rocas ígneas intrusivas.

Las rocas más antiguas de Nuevo León son esquistos de edad precámbrica que afloran en el área de Aramberri. La mayor parte de las rocas que forman grandes estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales), que caracterizan a la Sierra Madre Oriental, son del Mesozoico. Los depósitos más recientes están constituidos por conglomerados y suelos aluviales, que pertenecen al Cuaternario.

#### **5.0.1. Provincia y Subprovincia Geológicas.**

El área de estudio se encuentra localizada en la provincia geológica No.VI denominada Noreste de México y en la subprovincia "d" denominada Sierra Madre Oriental, como se muestra en la figura 5.1.

Con este nombre de Sierra Madre Oriental se designa a una cadena montañosa de origen estructural, formada por una serie de plegamientos alargados, orientados al NNW-SSE, que se extienden desde el SW de Monterrey, N.L., hasta Teziutlán, Puebla.

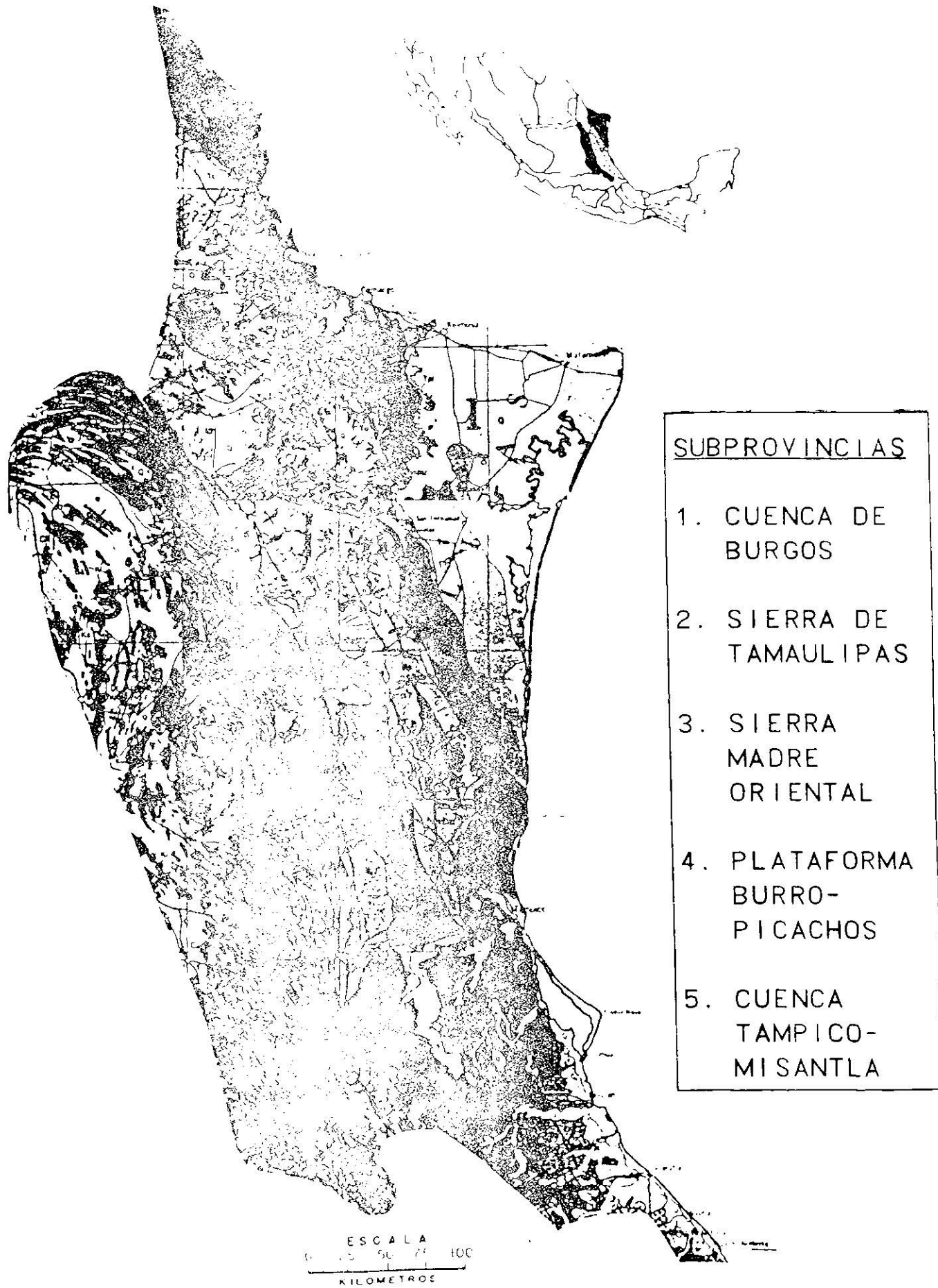


Figura 5.1. Provincia y Sub-provincia Geológicas.

La Sierra Madre Oriental ocupa la mayor parte de la porción occidental del estado de Nuevo León y limita al oriente con la Llanura Costera del Golfo Norte y con la Gran Llanura de Norteamérica.

#### 5.1.0. Tectónica.

Las estructuras que se encuentran en el municipio de Dr. Arroyo son consecuencia de los efectos orogénicos de la Revolución Larámide ocurrida a fines del Cretácico y a principios del Terciario. Esta orogenia plegó intensamente los sedimentos marinos del Cretácico y Jurásico mediante efectos compresionales del oeste al este, ocasionando que la mayoría de los anticlinales y sinclinales formados sufrieran una recumbencia o recostamiento hacia el este. En algunos sitios, estos mismos efectos propiciaron la formación de deslizamientos de los sedimentos sobre fallas inversas o de cabalgadura.

#### 5.2.0. Estratigrafía.

Las rocas más antiguas de esta provincia, en Nuevo León, son esquistos del Precámbrico. Hay afloramientos de areniscas y asociaciones de lutitas y areniscas intercaladas pertenecientes al Triásico. Del Jurásico Superior hay afloramientos masivas de caliza, de yeso y de yeso asociado con caliza. Además, afloran lutitas y varias asociaciones de lutitas y areniscas y de calizas con lutitas.

El Cretácico está representado por afloramientos de caliza, de lutitas y asociaciones de calizas-lutitas y lutitas-areniscas.

Las principales estructuras de la Sierra Madre Oriental están constituidos por pliegues anticlinales y sinclinales, afectados por grandes fallas de tipo normal y numerosas fallas inversas (cabalgaduras) que han trocado, las secuencias normales de depósito.

En la figura No. 5.2. se muestra las principales formaciones y la posición estratigráfica del área de Dr. Arroyo, N.L.

PERIODO	FORMACION	LITOLOGIA	
CUATERNARIO			
TERCIARIO (?)	CONGLOMERADO		ACUIFEROS (?)
	MENZEZ		CONFINANTE
	SAN FELIPE		
	AGUA NUEVA		SUPERIOR
	ABRA	CUESTA DEL CURA	
	TAMAULIPAS		ACUIFEROS
	OTATES		
	TAMAULIPAS INFERIOR		CALCAREOS
	TARAISES		
JURASICO	LA CASITA		CONFINANTE INFERIOR
	OLVIDO		

Fig. No.5.2. Columna Estratigráfica del área de Dr.Arroyo,N.L.

Con respecto al área de estudio, para la cuenca La Chiripa existen rocas sedimentarias tales como calizas, asociación de caliza-lutita y suelo aluvial. En esta cuenca lo que predomina es el suelo aluvial, ocupando una superficie de 38.435 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 74.48 % de la superficie total de la cuenca.

De la misma manera, en la cuenca El Charquillo se presentan también rocas sedimentarias: calizas, caliza-lutita, conglomerado y suelo aluvial. Al igual que la cuenca La Chiripa, en la cuenca El Charquillo también predomina el suelo aluvial, ocupando una superficie de 122.610 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 50.66 % de la superficie total de la cuenca.

Así mismo, en la cuenca San Fco. de los Desmontes se presentan caliza-lutita, conglomerado y suelo aluvial. En esta cuenca lo que predomina es la asociación de caliza-lutita, ocupando una superficie de 13.775 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 43.73 % de la superficie de la cuenca.

Todo lo descrito en los párrafos anteriores se resume en el cuadro 5.1 donde se muestra el tipo de rocas o suelo que existen para las diferentes cuencas del área de estudio. Así mismo, la distribución de los tipos de roca y suelo del área de estudio se muestra en el plano geológico del anexo cartográfico.



Cuadro 5.1 Rocas o suelo del área de estudio.

CUENCA LA CHIRIPA		
ROCA O SUELO	AREA (Km <sup>2</sup> )	PORCENTAJE QUE REPRESENTA
Caliza	2.640	5.12
Caliza-Lutita	10.525	20.40
Suelo aluvial	38.435	74.48
CUENCA EL CHARQUILLO		
Caliza	19.900	8.23
Caliza-Lutita	89.450	36.96
Conglomerado	10.050	4.15
Suelo aluvial	122.610	50.66
CUENCA SAN FCO. DE LOS DESMONTES		
Caliza-Lutita	13.775	43.73
Conglomerado	4.225	13.41
Suelo aluvial	13.500	42.86

De acuerdo a la columna estratigráfica del Area de Dr. Arroyo, N.L., de la figura No. 5.2., a continuación se hará una descripción de las consideraciones geohidrológicas para las diferentes formaciones, así como su litología.

PERIODO JURASICO SUPERIOR.

*Formación Olvido.*

La litología de la Formación Olvido del Jurásico Superior consiste de capas alternantes de yeso, lutitas y calizas de color gris oscuro, de estratificación gruesa a media.

### Consideraciones Geohidrológicas.

La composición litológica de esta unidad tiene una notable influencia geohidrológica debido a la facilidad que tiene el yeso (Ca SO<sub>4</sub>) para disolverse en presencia del agua subterránea, lo que motiva que algunos acuíferos están prácticamente invadidos por aguas saladas.

#### *Formación La Casita.*

La litología de esta unidad consiste de lutitas laminares color gris oscuro, intercaladas con margas y calizas arcillosas de estratificación media a delgada. En la región de Dr. Arroyo ésta formación aflora al este del Ejido de Peña Nevada. Tiene un espesor aproximado de 150 metros.

### Consideraciones Geohidrológicas.

Debido al carácter arcilloso de esta unidad y al hecho de encontrarse subyaciendo a las calizas, permite considerarla como un confinante inferior de los acuíferos calcáreos.

#### PERIODO CRETACICO

##### *Formación Taraises.*

El espesor total de la unidad es de unos 142 metros. Está formada por calizas de estratificación delgada a media en la parte inferior y por calizas ligeramente arcillosas en la porción superior. En el área de Dr. Arroyo el espesor de la Formación Taraises es de aproximadamente 30 metros, y consiste de capas de calizas arcillosas color gris claro.

Unicamente aflora en la porción oriental del área, cerca de la población de San Francisco.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

En algunos sitios como en la parte norte del Estado de Nuevo León, el contenido arcilloso de esta unidad la hace comportarse como un confinante inferior de las calizas acuíferas de las formaciones Aurora y Cupido. En cambio, en la porción de Dr. Arroyo, la unidad es predominantemente calcárea y actúa como acuífero.

#### *Formaciones Tamaulipas Inferior y Tamaulipas.*

Estas unidades afloran en la esquina suroriental y consisten de calizas de textura fina, de color gris y gris obscuro, con capas de estratificación gruesa a media. Estas formaciones están separadas por el delgado intervalo del Horizonte Otates.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

La mayoría de estas calizas son bastantes compactas; sin embargo el fracturamiento de las mismas afecta su permeabilidad y se comportan como acuíferos calcáreos.

#### *Formación Cuesta del Cura.*

Esta formación está caracterizada por capas delgadas de calizas de color gris y gris obscuro con abundantes lentes de pedernal negro. Tiene un espesor aproximado de 250 metros. Aflora extensamente en el área donde debido a la resistencia que ofrece a los procesos erosivos, generalmente está

formando las partes más altas de las estructuras. Otro aspecto importante que presenta esta formación, son los numerosos pliegues intraformacionales.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

Debido al fracturamiento y al hecho de formar la mayor superficie de recarga, esta unidad es sin lugar a dudas uno de los acuíferos calcáreos de mayor importancia. Por otro lado, el hecho de encontrarse subyaciendo a las unidades confinantes Agua Nueva y San Felipe, hace posible efectuar perforaciones exploratorias relativamente someras.

#### *Formación El Abra.*

Las calizas de esta unidad constituyen un cambio de facies con la Formación Cuesta del Cura; su diferencia consiste en el medio sedimentario en el que se formó, ya que mientras la formación El Abra fue depositada en un medio de aguas cálidas y someras que propiciaron la formación de arrecifes, la Formación Cuesta del Cura fue depositada en aguas relativamente profundas y tranquilas.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

De la misma manera que la Formación Cuesta del Cura, esta unidad se encuentra en las partes más altas de las estructuras y por lo tanto ocupa una extensa porción del área de recarga, principalmente en las márgenes oriental y occidental.

Aunque en ocasiones existen algunas cavidades de disolución en esta formación la mayor parte de su

permeabilidad depende del fracturamiento.

#### *Formación Agua Nueva.*

La litología consiste de calizas arenosas y arcillosas de color gris claro y estratificación delgada, interestratificadas con capas delgadas de lutitas amarillentas. Este carácter litológico de la unidad, ha propiciado que durante la etapa orogénica ocurrida a fines del Cretácico y principios del Terciario se haya plegado intensamente. Al mismo tiempo, esa misma litología la hace fácilmente erosionable, por lo que generalmente se encuentra formando las partes bajas y suaves de las estructuras.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

El carácter arcilloso de esta formación la hace comportarse como una unidad confinante para las calizas que están subyaciéndola. Sin embargo, el intenso fracturamiento y plegamiento a la que ha sido sometida, propicia en ocasiones una ligera infiltración del agua en los sitios donde esta unidad aflora en la superficie.

#### *Formación San Felipe.*

Aunque el espesor total de esta unidad no se pudo determinar, en las áreas cercanas se ha reportado un espesor aproximado de 180 metros. Su litología consiste de alternancias de lutitas color gris verdoso y calizas arcillosas de estratificación delgada a media.

### Consideraciones Geohidrológicas.

Debido a que la Formación San Felipe es esencialmente arcillosa, su comportamiento geohidrológico es de una unidad confinante para las calizas que la subyacen.

#### *Formación Méndez.*

La litología de la Formación Méndez está formada principalmente por lutitas laminares gris y gris verdoso con escasas intercalaciones de capas delgadas de calizas arcillosas.

En la región de Dr. Arroyo esta unidad se encuentra aflorando en muy pocos sitios, principalmente en las porciones bajas y protegidas de algunos sinclinales. Aunque el espesor de la formación de esta localidad no rebasa los 300 metros, en algunas otras áreas, como son las partes central y nororiental del Estado de Nuevo León, su espesor se aproxima a los 800 metros.

### Consideraciones Geohidrológicas.

La composición litológica de la Formación Méndez la hace ser el confinante superior más efectivo que cubre a las calizas; sin embargo, su restringida distribución superficial, limita su influencia e importancia geohidrológica.

#### PERIODO TERCIARIO

##### *Terciario Superior.*

En esta posición estratigráfica se han incluido a los

conglomerados fluviales, arenas y limos que afloran en la porción suroriental de Dr. Arroyo y Mier y Noriega. En ocasiones estos sedimentos terrígenos forman terrazas o simplemente se encuentran cubriendo discordantemente a las formaciones marinas del Cretácico.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

Tomando en cuenta las características texturales de los sedimentos terciarios, es probable que estos sedimentos presenten condiciones hidrogeológicas favorables en el subsuelo. Sin embargo, su variable distribución geográfica hace necesario efectuar estudios y exploraciones detalladas.

#### PERIODO CUATERNARIO

Los sedimentos del Cuaternario consisten de depósitos terrígenos formados por conglomerados, arenas, limos y arcillas, que están cubriendo discordantemente a los sedimentos plegados del Mesozoico y del Terciario; se encuentran principalmente en los numerosos valles endorreicos de la región de Dr. Arroyo.

No se tienen datos precisos relacionados con el espesor que pueden alcanzar los sedimentos cuaternarios; sin embargo se considera que dicho espesor es del orden de 100 metros, aunque es probable que existan algunos sitios donde el espesor sea mayor.

Es necesario aclarar que para poder tener una mejor idea del espesor de los sedimentos de relleno, se necesita efectuar en el futuro algunos levantamientos geofísicos en

sitios claves, apoyados en perforaciones de exploración que permitan tener un conocimiento más preciso de su distribución.

Los sedimentos terrígenos del Cuaternario que se encuentran aflorando en la región de Dr. Arroyo fueron divididos en las siguientes categorías:

- Sedimentos de Piedemonte (Qp)
- Sedimentos Transicionales (Qt)
- Sedimentos Fluviales (Qf)
- Sedimentos Aluviales (Qb)

La mayoría de los sedimentos terrígenos aluviales del Cuaternario (Qb) consisten principalmente de sedimentos aluviales formados de limos arcillosos y arcillas, que se depositaron generalmente en las partes centrales de los valles, como sucede en la porción sur del valle del Milagro y también en la parte sur del valle de Dr. Arroyo. En ocasiones los sedimentos aluviales tienen una relativa abundancia de yeso que al disolverse por el agua meteórica propicia la formación de dolinas.

Otro tipo común de sedimentos cuaternarios son aquellos considerados como depósitos transicionales (Qt); consisten de rellenos terrígenos que tienen la característica de haber sido depositados, ya sea por corrientes fluviales o como producto del transporte eólico, es decir, son unidades formadas por diversos procesos sedimentológicos.



La mayoría de las veces, este tipo de sedimentos consiste de limos arenosos, arcillosos y ligeramente conglomeráticos, que se encuentran adyacentes a las zonas de piedemonte.

Los sedimentos de piedemonte (Qp), lo forman un grupo de unidades terrígenas que han sido depositadas en la franja marginal de las zonas montañosas. Generalmente corresponden a sedimentos mal graduados, primordialmente, gravas y/o conglomerados formados de fragmentos angulosos y mal clasificados de calizas. Tienen sedimentos más finos como arenas y limos incluidos en la matriz. Frecuentemente los sedimentos de piedemonte están cubiertos por una capa gruesa de caliche, como se puede observar en la porción oriental del área de Dr. Arroyo. Cuando este tipo de sedimento no se encuentra cubierto por depósitos más finos, o por una capa considerable de caliche, es probable que la mayor parte de la infiltración se verifique en los sitios donde se encuentran aflorando, por lo que su importancia geohidrológica es bastante considerable.

Los sedimentos fluviales (Qf), como su nombre lo indica, corresponden a sedimentos formados a lo largo de los arroyos presentes en la región. Consisten esencialmente de gravas bien arredondadas y bastante bien clasificadas; tiene sedimentos finos del tamaño del limo y arcilla incluidos en la matriz.

Comúnmente, debido a su mismo carácter sedimentológico, los depósitos fluviales tienen una distribución bastante

errática; en la actualidad, la mayoría de ellos están cubiertos por sedimentos más finos y aparentemente tienen una distribución limitada; sin embargo, es de suponer que durante el Terciario estos sedimentos hayan tenido una mayor distribución. En la actualidad la mayoría de ellos se encuentran cubiertos de sedimentos terrígenos más finos, por lo que al estudiar su posible distribución con mayor detalle, quizás permita encontrar en el futuro acuíferos importantes.

#### Consideraciones Geohidrológicas.

Sin duda los sedimentos que revisten mayor importancia geohidrológica debido a sus características texturales, son los depósitos fluviales y los sedimentos de piedemonte. Desafortunadamente, aunque los primeros gozan de una elevada permeabilidad, su distribución es muy errática, y se desconoce su espesor; además no se encuentran repartidos extensamente en la mayoría de los valles. En cambio los sedimentos de piedemonte tienen una distribución más extensa y aunque en ocasiones están cubiertos por sedimentos arcillosos o por caliche que limitan la infiltración, la mayoría de las veces constituyen importantes zonas de recarga en los márgenes de las áreas montañosas, de manera que en las épocas de lluvia la infiltración en las áreas de piedemontes bastante considerable.

Por lo que respecta a los depósitos transicionales (Qt), la mayoría de ellos consisten de sedimentos muy finos, con una permeabilidad bastante baja, que limita su importancia como acuíferos.

Es necesario volver a insistir, que para poder conocer con mayor detalle la verdadera importancia de cada uno de los sedimentos del Cuaternario, es necesario efectuar estudios detallados en las zonas de interés, principalmente estudios del tipo geofísico que permitan conocer mejor su distribución tridimensional, ya que sin duda estos sedimentos deben contener en el subsuelo acuífero que hasta la fecha no se han podido encontrar por la falta de pozos de exploración y de estudios más detallados.

## VI.- HIDROLOGIA.

La República Mexicana se ha dividido en 37 regiones hidrológicas diferentes, tomando como base exclusivamente la orografía (descripción de las formas superficiales de la tierra) y la hidrografía (descripción de corrientes de agua, lagos, lagunas, etc.); esto es, una región hidrológica comprende áreas que por su tipo de relieve y escurrimientos superficiales presentan características similares en su drenaje.

Las cuencas hidrológicas son divisiones de una región hidrológica, y existen cuando menos dos cuencas por cada región. La cuenca de una corriente principal y sus tributarios es el área que les proporciona una parte o la totalidad de su flujo de agua, y que está limitada por un parteaguas, esto es, por aquellos puntos de mayor nivel topográfico que forman la divisoria entre cuencas distintas.

Muchas veces se requiere dividir las grandes cuencas para facilitar su estudio. Las subáreas o cuencas tributarias estarán a su vez delimitadas por parteaguas interiores. En general estas subdivisiones se hacen de acuerdo con las estaciones hidrométricas existentes en la zona.

Es difícil distinguir una cuenca grande de una pequeña, considerando solamente su tamaño. En hidrología, dos cuencas del mismo tamaño son diferentes. Una cuenca pequeña se define como aquella cuyo escurrimiento es sensible a lluvias de alta intensidad y corta duración, y donde predominan las

características físicas del suelo con respecto a las del cauce. Así, el tamaño de una cuenca pequeña puede variar desde unas pocas hectáreas hasta un límite que, para propósitos prácticos, Chow (1964) considera de 250 km<sup>2</sup>.

El escurrimiento del agua en una cuenca depende de diversos factores, siendo uno de los más importantes las características fisiográficas de la cuenca. Entre estas se pueden mencionar principalmente su área, pendiente, características del cauce principal, como su longitud y pendiente, elevación de la cuenca y red de drenaje.

#### 6.1.0. Localización y delimitación.

El área de estudio se encuentra ubicada en la región hidrológica número 37 "El Salado"; cuenca H "Sierra Madre"; subcuenca "c" Doctor arroyo. Además, el área de estudio se subdividió en tres cuencas pequeñas, en base a parteaguas interiores. En el cuadro No. 6.1 y en el plano de Ubicación Hidrológica se muestra la localización del área de estudio.

Cuadro 6.1 Localización del área de estudio.

REGION HIDROLOGICA	CUENCA	SUBCUENCA	CUENCAS PEQUEÑAS
RH 37 El Salado (22,866)	H Sierra Madre (3,633)	c Doctor Arroyo (1,936)	I.- La Chiripa. II.-El Charquillo. III.-San Francisco de los Desmontes.

Los números entre paréntesis es la superficie en Km<sup>2</sup>.

## 6.2.0. Características físicas.

### 6.2.1. Area de la cuenca.

El área drenada de una cuenca es el área en proyección horizontal encerrada por el parteaguas y se expresa en kilómetros cuadrados. Las áreas pequeñas muchas veces se expresan en hectáreas. El área de las cuencas pequeñas se muestra en el cuadro No.6.2

Cuadro No.6.2 Area de las cuencas pequeñas.

Cuenca pequeña	Area (km <sup>2</sup> )	Hectáreas
La Chiripa (I)	51.60	5160
El Charquillo (II)	242.01	24201
San Fco. de los Desmontes (III)	31.50	3150

### 6.2.2. Forma de la cuenca.

Muchos han sido los esfuerzos para definir cuantitativamente la forma de las cuencas. Varios investigadores han sugerido el uso de figuras geométricas como forma de referencia, pero hasta el presente no existe unidad de criterios. Horton citado por Linsley (1977), sugirió un factor adimensional de forma Rf, como índice de la

forma de una cuenca, según la ecuación:

$$R_f = A/Lb^2$$

donde:

A es el área de la cuenca  $km^2$ .

Lb es la longitud de la misma km.

La longitud es medida desde la salida hasta el parteaguas, partiendo del cauce más largo en línea recta.

El valor recíproco de este índice ha sido usado extensamente como indicador de la forma del hidrograma unitario, sin embargo, la ecuación no implica una suposición especial de la forma de la cuenca. Para un círculo  $R_f = \pi/4 = 0.79$ ; para un cuadrado con salida en el punto medio de uno de los lados  $R_f = 1$ , y para el cuadrado con salida en una esquina,  $R_f = 0.5$ .

Aplicando el factor  $R_f$  en el área de estudio, como índice de la forma de las cuencas, el cuadro No. 6.3 muestra los valores del factor  $R_f$ .

Cuadro No. 6.3 Factor  $R_f$

Cuenca pequeña	Area ( $km^2$ )	Longitud ( $Lb^2$ )	$R_f = A/Lb^2$
La Chiripa	51.60	196	0.26
El Charquillo	242.01	1369	0.18
Sn.Fco.de los D.	31.50	64	0.49

La cuenca San Fco. de los Desmontes es la que más se aproxima al valor 0.5, por lo tanto su forma corresponde a un cuadrado con salida en una esquina o en forma de pera, como se puede apreciar en el Plano de Hidrología Superficial del Anexo Cartográfico.

Las cuencas La Chiripa y El Charquillo su valor es muy bajo, ya que sus formas correspondientes son alargadas, lo cual el coeficiente de compacidad lo confirmará más adelante.

### 6.2.3. Pendiente de la cuenca.

Existen diversos criterios para valorar la pendiente de una cuenca, dependiendo del uso posterior que se le vaya a dar al resultado o bien al criterio que lo requiere.

En el presente trabajo para obtener la pendiente de cada una de las cuencas se utilizó el criterio de Nash que análogamente al criterio de Horton, se requirió trazar una malla de cuadrados sobre el plano topográfico de las cuencas, de manera que se obtengan por lo menos 100 intersecciones, en cada una de las cuales se mide la distancia mínima entre las curvas de nivel y la pendiente en ese punto se considera como la relación entre la diferencia de nivel entre curvas y la mínima distancia medida, la pendiente así obtenida es la correspondiente a cada intersección y la media aritmética de ellas se considera como la pendiente de la cuenca.

La pendiente de cada una de las cuencas en estudio se muestra en el cuadro No.6.4. y el cálculo se encuentra en los



cuadros 1, 2 y 3 del apéndice.

Cuadro No.6.4 Pendiente de las cuencas

Cuenca pequeña	Pendiente
La Chiripa	0.059
El Charquillo	0.096
San Fco. de los Desmontes	0.129

En el apéndice, de los cuadros 4, 5 y 6 del Análisis estadístico de las pendientes, para la cuenca La Chiripa, podemos deducir que el 72.68% del área de la cuenca tiene una pendiente igual o mayor que 0.030, el 3.52% tiene una pendiente igual o mayor que 0.25, etc. Además, en la figura 6.1. se tiene la distribución gráfica de los valores del dicho análisis, para la cuenca La Chiripa.

Así mismo, para la cuenca El Charquillo se deduce que el 80.49% del área de la cuenca tiene una pendiente igual o mayor que 0.030, el 5.32% tiene una pendiente igual o mayor que 0.33, etc. De igual manera, en la figura 6.2. se tiene la distribución gráfica de los valores de las pendientes analizadas, de la cuenca El Charquillo.

De la misma manera, para la cuenca San Francisco de los Desmontes, se deduce que el 83.45% del área de la cuenca tiene una pendiente igual o mayor que 0.050, el 5.76 tiene una pendiente igual o mayor que 0.33, etc. En la figura 6.3 se tiene la distribución gráfica de los valores de las pendientes de la cuenca San Fco. de los Desmontes.

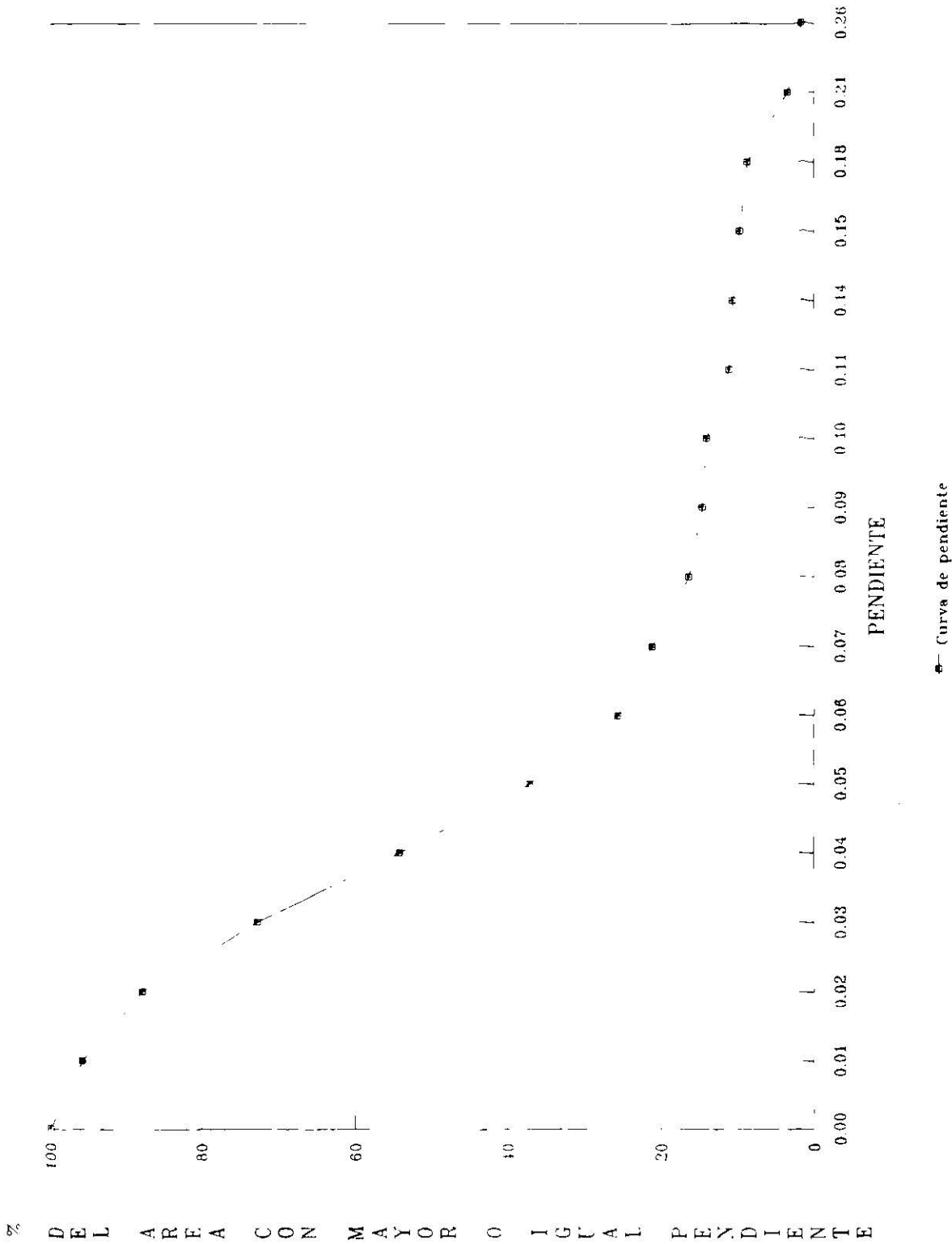


FIG. 6.1. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LAS PENDIENTES ANALIZADAS CUENCA LA CHIRIPA

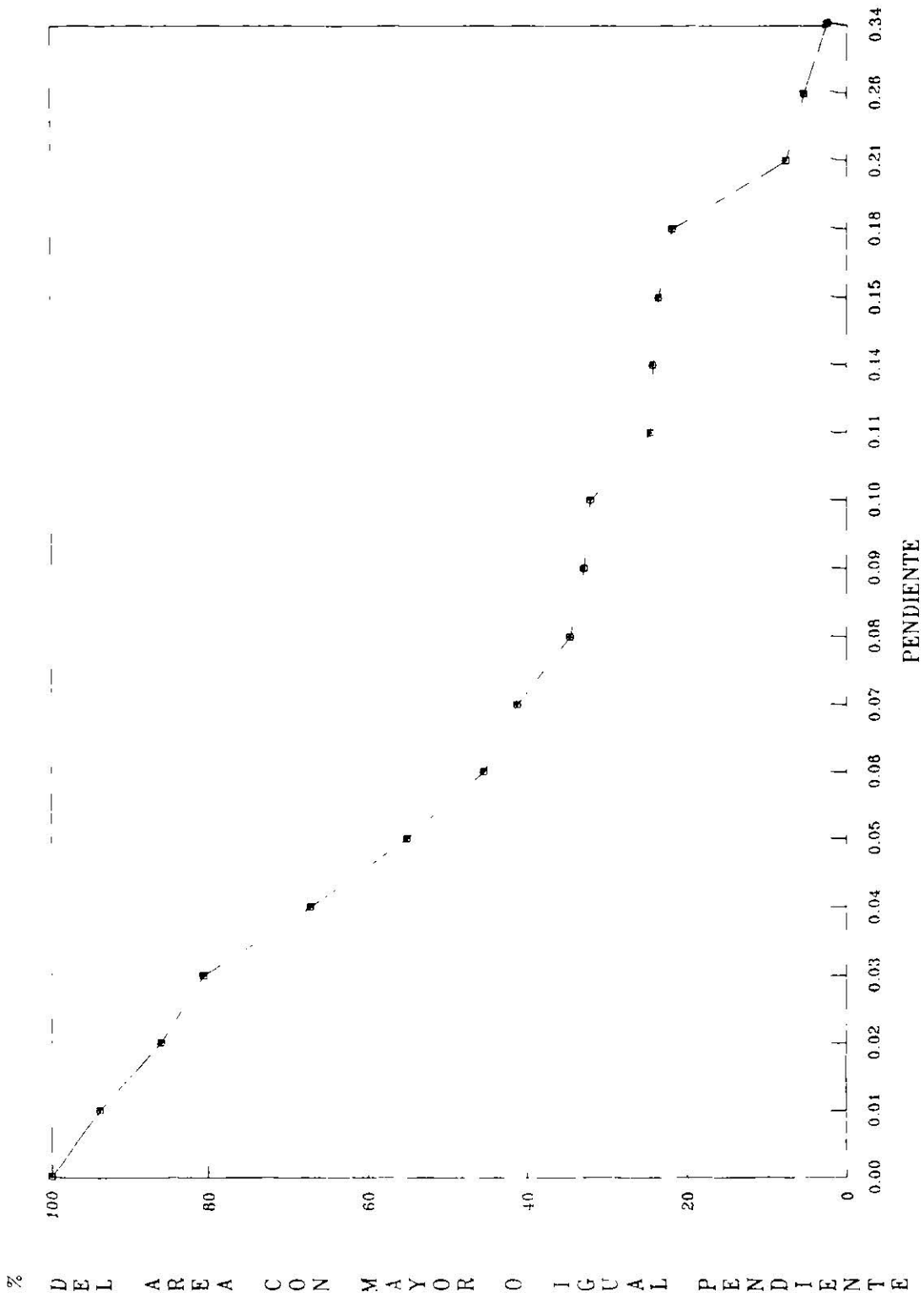


FIG. 6.2. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LAS PENDIENTES ANALIZADAS CUENCA EL CHARQUILLO

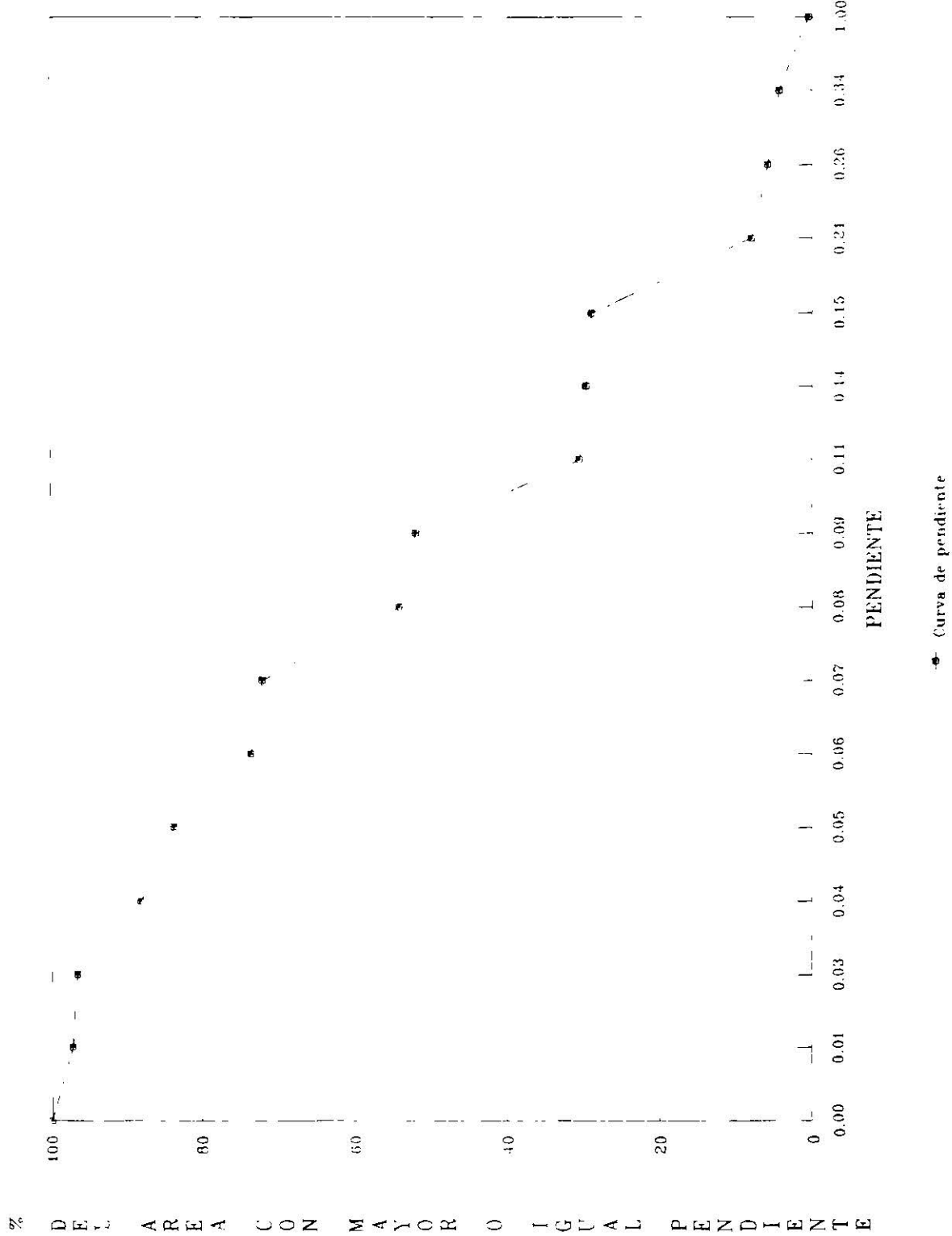


FIG. 6.3. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LAS PENDIENTES ANALIZADAS CUENCA SAN FCO DE LOS DESMONTES

#### 6.2.4. Indices

Los índices que gozan de mayor preferencia entre los hidrólogos son: Coeficiente de compacidad (K), Relación de circularidad (Rc) y Proporción de Elongación (PE).

##### 6.2.4.1. Coeficiente de compacidad

El coeficiente de compacidad o índice de Gravelius, es el primero que intenta explicar la forma a partir de un valor numérico, relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de igual área.

Su expresión analítica es:

$$K = P/2\pi r = 0.28 P/A$$

donde:

K = Índice de compacidad, adimensional.

P = Perímetro de la cuenca.

A = Area de la cuenca.

Cuanto más próximo a 1.0 se encuentre el índice, la forma de la cuenca tenderá a un círculo, en cambio en los alargados tomará un valor de 2.0.

En el área de estudio se obtuvieron los siguientes coeficientes de compacidad para las diferentes cuencas pequeñas, los cuales se muestran en el cuadro No. 6.5.

Cuadro No. 6.5 Coeficiente de compacidad (K)

Cuenca pequeña	Perímetro (km)	Area (km <sup>2</sup> )	K
La Chiripa	38.5	51.60	1.50
El Charquillo	102.7	242.01	1.85
Sn. Fco.de los D.	26.9	31.50	1.34

El coeficiente de compacidad (K) de las cuencas La Chiripa y El Charquillo confirma su forma alargada, ya que su valor tiende a 2.0 y en la cuenca San Fco. de los Desmontes, su forma está más definida estableciéndose como un cuadrado con salida en una esquina.

#### 6.2.4.2. Relación de circularidad

La relación de circularidad, definida por Miller (1953), citado por Gregory and Walling. (1973), es la relación que existe entre el área de un círculo que tenga el mismo perímetro de la cuenca. Analíticamente se expresa como:

$$Rc = 4\pi A/P^2$$

donde:

$$A = \text{Area (Km}^2\text{)}$$

$$P = \text{Perímetro (Km)}$$

La relación de circularidad (Rc) que se obtuvieron en el área de estudio se muestran en el cuadro No. 6.6.

Cuadro No.6.6 Relación de circularidad

Cuenca pequeña	Area (km <sup>2</sup> )	Perímetro	Rc
La Chiripa	51.60	38.50	0.44
El Charquillo	242.01	102.70	0.29
Sn. Fco.de los D	31.50	26.90	0.55

Según Miller (1953), valores de 0.5 a 0.6 indican cuencas con relieves accidentados. De acuerdo a esto la cuenca San Fco. de los Desmontes presenta esta característica. También Miller (1960), citado por Strahler (1964), ha encontrado que para cuencas ubicadas en Clinch Mountain, Virginia (USA), valores de 0.4 y 0.5 presentaban una marcada elongación. Esto confirma que las cuencas La Chiripa y San Fco. de los Desmontes presentan una marcada elongación.

#### 6.2.4.3. Proporción de elongación

Schunm (1956), citado por Gregory and Walling (1973), ha propuesto la descripción de la forma a través del uso de la Proporción de elongación en forma adimensional, que definió como "... la relación entre el diámetro de un círculo y la mayor longitud de ella paralela al cauce principal". Se expresa como:

$$PE = D/L = 1/L (4A/\pi)^{0.5}$$

donde:

D = Diámetro de un círculo de igual área que la cuenca.

L = Mayor longitud de la cuenca.

La Proporción de elongación que se obtuvo en el área de estudio se muestra en el cuadro No. 6.7.

Cuadro No. 6.7 Proporción de elongación (PE).

Cuenca pequeña	Longitud (L)	PE
La Chiripa	14 km	0.58
El Charquillo	37 km	0.47
Sn. Fco. de los D.	8 km	0.79

Según Strahler (1964), es de esperar valores de 0.6 a 0.8 en áreas con fuertes relieves y pendientes pronunciadas. Esto confirma que las cuencas La Chiripa y San Fco. de los Desmontes presentan estas características.

#### 6.2.5. Análisis hipsográfico.

La confrontación de la distribución de áreas con la altura se logra a partir de la representación de la curva hipsográfica. Para ésto, se determina por planimetría el área encerrada entre dos curvas de nivel consecutivas. La forma resultante es adimensional.

La distribución área-elevación permite individualizar el porcentaje de la superficie comprendida entre dos cotas.

El empleo de porcentajes de área es conveniente cuando se desea comparar distribuciones de elevaciones en cuencas de diferente tamaño.



#### 6.2.5.1. Curva hipsométrica

Esta representa las superficies dominadas por encima de cada cota y por tanto, caracteriza en cierto modo al relieve. La curva área-elevación se puede considerar como el perfil de la cuenca.

En el apéndice, de los cuadros 7, 8 y 9 de relaciones área-elevaciones, para la cuenca La Chiripa, se deduce que el 76.65% del área de la cuenca tiene una elevación igual o mayor que 1800 msnm y que sólo el 9.25% corresponde a una elevación mayor o igual que 2000 msnm. La distribución gráfica de los valores de área-elevación para la cuenca La Chiripa se muestra en la figura 6.4. De ésta se deduce que la elevación correspondiente al 50% es de 1865 msnm.

Así mismo, para la cuenca El Charquillo, se deduce que el 85.81% del área de la cuenca, tiene una elevación igual o mayor que 1800 msnm. y que sólo el 13.83% corresponde a una elevación mayor o igual que 2200 msnm. La distribución del área-elevación se muestra en la figura 6.5. De ésta se deduce que la elevación correspondiente al 50% es de 1906 msnm.

De la misma manera, para la cuenca San Fco. de los Desmontes, podemos deducir que el 79.86% del área de la cuenca tiene una elevación igual o mayor que 1950 msnm y que sólo el 2.88% corresponde a una elevación mayor o igual que 2300 msnm. La distribución del área-elevación se muestra en la figura 6.6. De ésta se deduce que la elevación correspondiente al 50% es de 1993 msnm.

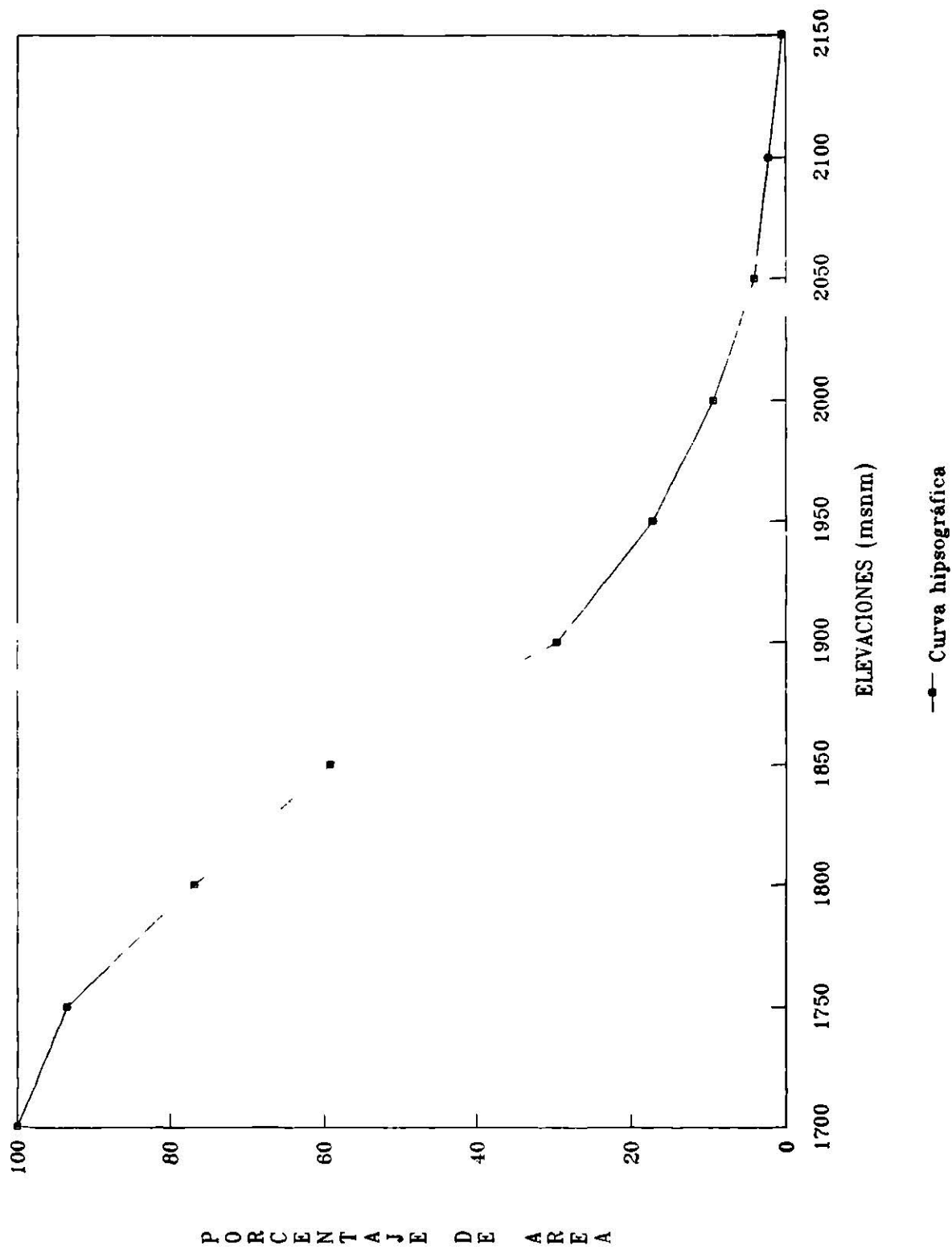


FIG. 6.4. DISTRIBUCION AREA-ELEVACIONES  
CUENCA LA CHIRIPA

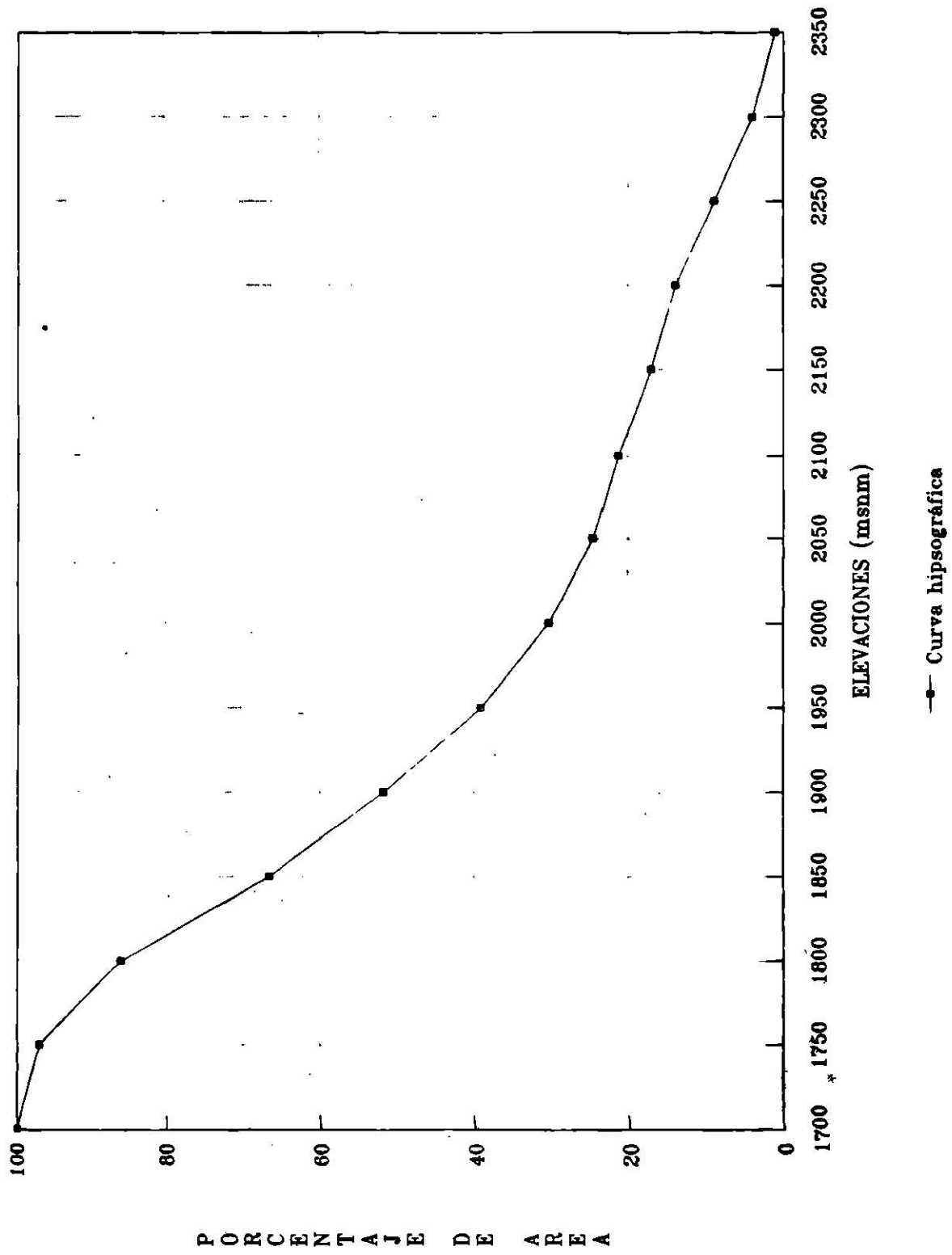


FIG. 6.5. DISTRIBUCION AREA-ELEVACIONES CUENCA EL CHARQUILLO

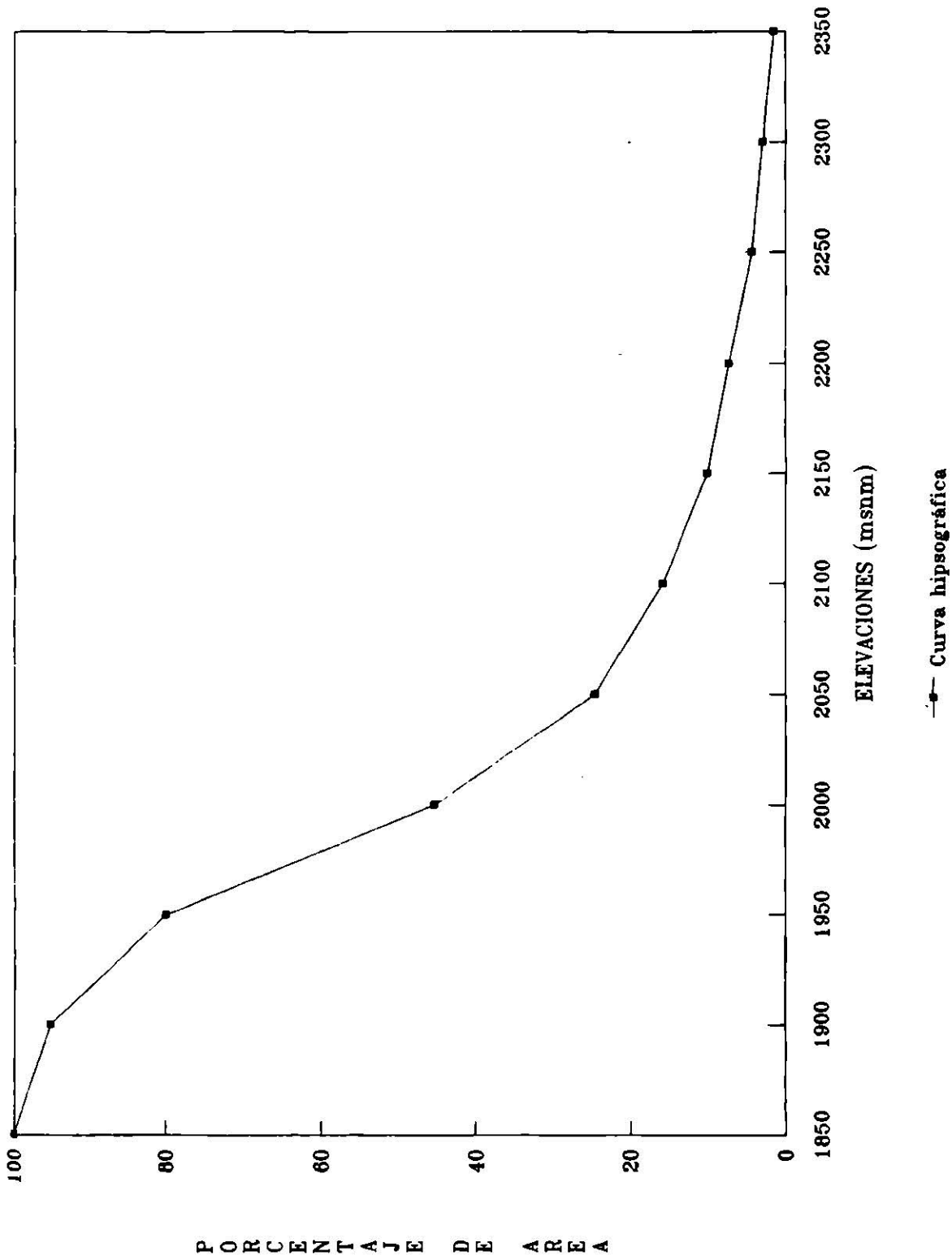


FIG. 6.8. DISTRIBUCION AREA-ELEVACIONES  
CUENCA SAN FRANCISCO DE LOS DESMONTES

### 6.3.0. Caracterización morfométrica de la red de drenaje.

Una característica importante de cualquier cuenca y que interviene enormemente en la magnitud de los escurrimientos es la red de drenaje, consistente en el número y trayectoria de los escurrimientos y su importancia radica en la eficiencia del drenaje de la cuenca, además la forma de drenaje es un indicador de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca.

Las características de una red de drenaje se describen de acuerdo con:

- La clase de corrientes.
- El orden de las corrientes.
- La longitud de los tributarios.
- La densidad de corrientes.
- La densidad de drenaje.
- Los patrones de drenaje.

A fin de tener una idea de los factores anteriores, a continuación se hace una breve descripción de cada uno. Además se describen estos factores en lo que respecta a el área de estudio.

### 6.3.1. Clase de corrientes.

Todas las corrientes se clasifican en tres clases dependiendo del tipo de escurrimiento, el cual involucra las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca; así las corrientes pueden ser:

Efímera.

Intermitente.

Perenne.

Una corriente es efímera porque solo conduce agua cuando llueve e inmediatamente después, es decir solo capta escurrimiento superficial.

Una corriente se le clasifica como intermitente debido a que lleva agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en épocas de lluvias, su aportación cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.

Son corrientes perennes aquellas que contienen agua todo el tiempo, ya que en épocas de estiaje es abastecida por las aguas freáticas, ya que el nivel de estas permanece por arriba del fondo del cauce.

En nuestro caso, como el área de estudio se encuentra en una región donde el clima es árido y las lluvias son escasas durante el año, la clase de corrientes que predominan son de tipo intermitente y efímera.

### 6.3.2. Orden de las corrientes.

La red de drenaje se compone de una corriente o cauce principal y una serie de afluentes y para ordenar las corrientes, se efectúa una clasificación, la cual considera como corriente de primer orden, aquellas que no tienen tributarios; de segundo orden a los que tienen tributarios de primer orden; de tercer orden aquellas corrientes que tienen dos o más tributarios de segundo orden, etc. Por lo tanto el orden de la corriente principal indicará la extensión dentro de la cuenca.

En el área de estudio como no existe una corriente principal, la mayoría de las corrientes son de orden uno y dos, muy pocas son de orden tres y solamente una corriente es de orden cuatro, como se muestra en el plano de Hidrología Superficial del Anexo Cartográfico.

### 6.3.3. Longitud de tributarios.

La topografía de una cuenca define en sí la longitud de los tributarios, ya que estos son indicadores de la pendiente. Generalmente las áreas escarpadas y con buen drenaje tienen numerosas corrientes pequeñas y efímeras, por el contrario las áreas planas con suelos profundos y permeables tienen corrientes largas generalmente perennes.

La longitud de las corrientes se mide a lo largo del eje de la cuenca, sin considerar los meandros, además, la

longitud se compone de una serie de segmentos lineales, trazados lo más próximo posible a la trayectoria del cauce de la corriente.

La longitud de tributarios de cada una de las cuencas pequeñas del área de estudio se muestra en el cuadro No. 6.8.

Cuadro No. 6.8 Longitud de tributarios

Cuenca pequeña	Longitud de tributarios
La Chiripa	43.50 kms.
El Charquillo	394.00 kms.
San Fco. de los Desmontes	50.70 kms.

#### 6.3.4. Densidad de corrientes.

Esta característica es un indicador de la eficiencia de drenaje de una cuenca, pero debe manejarse con criterio, debido a que puede ocurrir que se tengan dos cuencas diferentes con la misma densidad de corrientes y estar drenadas en diferente forma, dependiendo de la longitud y disposición de sus corrientes.

La densidad de corrientes se representa como la relación existente entre el número de corrientes y el área drenada, es decir:

$$Dc = Nc/A$$

donde:



Dc es la densidad de corrientes.

Nc es el número de corrientes.

A es el área total de la cuenca en km<sup>2</sup>.

La densidad de corrientes para la cuencas que comprende el área de estudio se muestran en el cuadro No. 6.9.

Cuadro No. 6.9 Densidad de corrientes

Cuenca pequeña	Densidad de corrientes
La Chiripa	43/51.6 = 0.833
El Charquillo	401/242.01 = 1.657
San Fco. de los Desmontes	48/31.5 = 1.524

#### 6.3.5. Densidad de drenaje.

Esta característica proporciona una información más real que la anterior, ya que se expresa como la longitud de las corrientes por unidad de área, o sea que:

$$Dd = L/A$$

donde:

A es el área total de la cuenca, en km<sup>2</sup>.

L es la longitud total de las corrientes perennes e intermitentes en la cuenca, en km.

Dd es la densidad de drenaje por km.

La densidad de drenaje de las cuencas en estudio se muestra en el cuadro No. 6.10.

Cuadro No. 6.10 Densidad de drenaje

Cuenca pequeña	Densidad de drenaje
La Chiripa	$43.50/51.60 = 0.843$
El Charquillo	$394.00/242.01 = 1.630$
San Fco. de los Desmontes	$50.70/31.50 = 1.610$

Del cuadro 6.10. podemos observar que la cuenca que presenta mayor eficiencia de drenaje es El Charquillo.

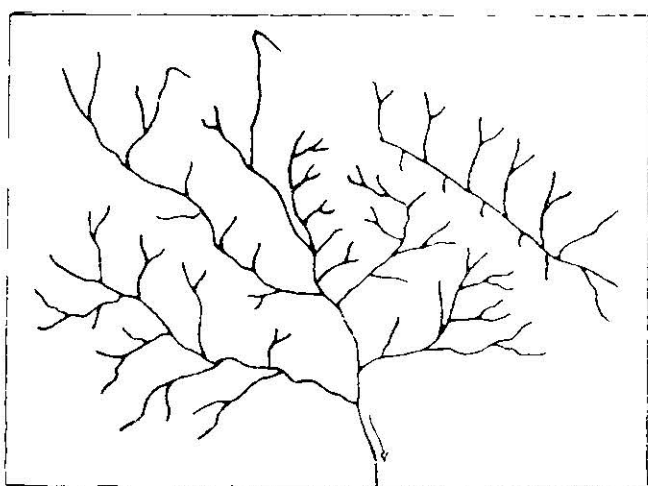
#### 6.3.6. Patrones de Drenaje.

Al escurrir el agua superficial, los patrones de drenaje nos representan las propiedades de los cuerpos rocosos. También nos indican la resistencia del suelo y del material rocoso a la meteorización y a la erosión. Los factores que afectan a los patrones de drenaje son: a) Las pendientes iniciales de la superficie del suelo; b) Las diferencias de dureza de la roca; c) La estructura de la roca madre; d) La textura del suelo; e) La topografía del terreno; f) Canales artificiales; g) La vegetación; h) La evaporación y i) La frecuencia y duración de las lluvias.

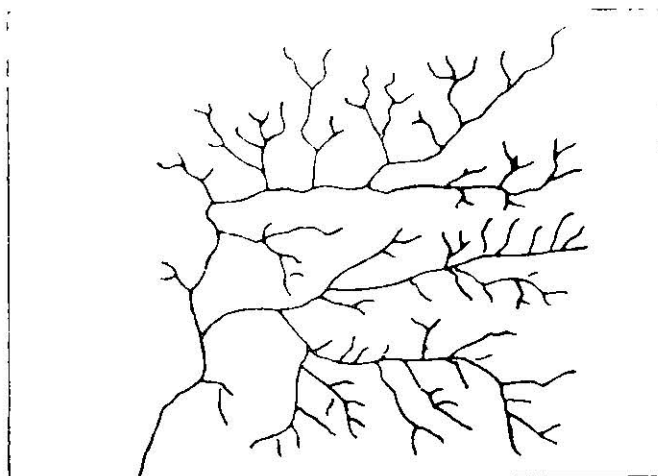
El tipo de patrón más común que se presenta en el área de estudio es el patrón dendrítico, el cual se desarrolla

libremente en todas direcciones y está caracterizado por ramales irregulares de corrientes tributarias también en todas direcciones. Aparece en materiales de grano fino, uniformemente impermeable y en pendientes suaves. Representan homogeneidad en la textura del suelo y también en resistencia a la erosión. Este patrón se modifica por las características físicas de las rocas que encuentra a su paso. Estas modificaciones que repercuten en sus detalles dan lugar a patrones "Pinados", "Pectinado" y "Subdendrítico".

En la figura 6.7. se muestran los patrones de drenaje existentes en el área de estudio.



Dendrítico



Subdendrítica

Fig. 6.7. Patrones de drenaje del área de estudio.

#### 6.4.0. Escurrimientos.

El escurrimiento es la parte de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de

la cuenca.

El agua proveniente de la precipitación que llega hasta la superficie terrestre, sigue diversos caminos hasta llegar a la salida de la cuenca. Conviene dividir estos caminos en tres clases: escurrimiento superficial, escurrimiento subsuperficial y escurrimiento subterráneo.

El flujo sobre el terreno, junto con el escurrimiento en corrientes, forma el *escurrimiento superficial*. Una parte del agua de precipitación que se infiltra escurre cerca de la superficie del suelo y más o menos paralelamente a él. A esa parte del escurrimiento se le llama *escurrimiento subsuperficial*; la otra parte, que se infiltra hasta niveles inferiores al freático, se denomina *escurrimiento subterráneo*.

De los tres tipos de escurrimiento, el superficial es el que llega más rápido hasta la salida de la cuenca. Por ello está relacionado directamente con una tormenta particular y entonces se dice que proviene de la precipitación en exceso o efectiva y que constituye el escurrimiento directo. El escurrimiento subterráneo es el que de manera más lenta llega hasta la salida de la cuenca (puede tardar años), y en general, difícilmente se le puede relacionar con una tormenta particular, a menos que la cuenca sea demasiado pequeña y su suelo muy permeable. Debido a que se produce bajo el nivel freático, es el único que alimenta a las corrientes cuando no hay lluvias y por eso se dice que forma el escurrimiento base.

El escurrimiento subsuperficial puede ser casi tan rápido como el superficial o casi tan lento como el subterráneo, dependiendo de la permeabilidad de los estratos superiores del suelo; por ello es difícil distinguirlo de los otros dos.

La clasificación anterior, aunque ilustrativa, no deja de ser arbitraria. El agua puede comenzar su viaje hacia la corriente como flujo superficial e infiltrarse en el camino, terminando como escurrimiento subsuperficial o subterráneo. A la inversa, el escurrimiento subsuperficial puede emerger a la superficie si en su camino se encuentra con un estrato muy permeable que aflora en una ladera. Lo importante en realidad es la rapidez con que una cuenca responde a una tormenta, pues esto es lo que determina la magnitud de las correspondientes avenidas.

En general, los factores que afectan el escurrimiento son: a) Las condiciones de la cuenca, b) Las propiedades del suelo, c) La topografía del terreno, d) La vegetación, y e) Las características mismas de la precipitación.

La escorrentía media en las diferentes cuencas del área de estudio se obtuvo con el método de la curva numérica, las cuales son una representación general de los coeficientes de escurrimiento y fueron obtenidas por el Servicio de Conservación de Suelos basados en la observación de hidrogramas procedentes de varias tormentas en diferentes áreas de los Estados Unidos. Estas curvas dependen del tipo

de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso del suelo, con su tratamiento y condición de humedad antecedente.

Para el cálculo del gasto total escurrido mediante el método de la curva numérica, de acuerdo al plano de Hidrología Superficial del Anexo Cartográfico, las cuencas del área de estudio fueron divididas en varias zonas, así tenemos que la cuenca La Chiripa se dividió en 4 zonas; la cuenca El Charquillo, que es la más extensa se dividió en 28 zonas y por último la cuenca San Fco. de los Desmontes se dividió en 3 zonas. En el cuadro 6.11 se muestran los resultados obtenidos del gasto total escurrido y el cálculo de dichos resultados se muestra en el cuadro No.10 del apéndice.

De acuerdo al cálculo del escurrimiento por el método de la curva numérica, se obtuvo que el coeficiente de escurrimiento para las cuencas La Chiripa y El Charquillo es del 45%, así mismo para la cuenca San Fco. de los Desmontes es de 51%.

Cuadro 6.11. Gasto Total Escurrido

CUENCA	GASTO TOTAL ESCURRIDO (miles de m <sup>3</sup> )
La Chiripa	1266.076
El Charquillo	5707.282
San Fco. de los Desmontes	801.785

## VII HIDROGEOLOGIA

### 7.0.0. Aguas Subterráneas.

En el municipio de Dr. Arroyo con 27 perforaciones y una superficie total de 510,600 Has. como se muestra en el cuadro 7.1, le corresponde una proporción de 18,911 Has. por cada fuente de agua subterránea, lo cual representaría un radio de 7.800 m. a cualquiera de las fuentes de agua. Sin embargo, las perforaciones no es posible que guarden una distribución uniforme por lo que existe una gran proporción de este municipio sujeto a depender de agua de bordos o presas de tierra y aljibes, cuyos sistemas operan con mucha deficiencia, ya que no reciben un mantenimiento adecuado para conservar las condiciones sanitarias necesarias para consumo humano. Cabe mencionar que de las aguas subterráneas del Sur del Estado de Nuevo León, las del municipio de Dr. Arroyo, son las que tienen una mayor concentración salina (Conductividad Eléctrica promedio 3,336 micromhos/cm. a 25°C), con lo cual puede fácilmente deducirse que existen pozos cuyas aguas definitivamente no se pueden utilizar para propósitos de consumo humano y en muchas ocasiones ni para consumo animal.

Cuadro 7.1 Relación entre superficie y fuentes de agua del municipio de Dr. Arroyo, N.L.

Municipio	Superficie (Has)	No.de Bordos y aljibes	No.de Pozos	Gasto lps	No.de Has. por fuente de agua subt.
Dr.Arroyo	510,600	49	27	36.7	18,911

#### 7.1.0. Características de los Acuíferos.

Las formaciones rocosas que tienen agua en el subsuelo, que se pueden extraer para su utilización, se les conoce como acuíferos.

Las rocas y suelos del estado de Nuevo León se han agrupado en cuatro categorías, de acuerdo con su permeabilidad y con las posibilidades de que funcionen o no como acuíferos: 1) Material consolidado con posibilidades altas, constituido principalmente por calizas, areniscas y horizontes de conglomerado; en general las rocas carbonatadas cuentan con buena porosidad y permeabilidad, debido al fracturamiento sufrido por los esfuerzos compresionales durante la orogenia mexicana. La existencia de agua está comprobada por los pozos y manantiales existentes; el agua que se extrae es de buena calidad (dulce) y se utiliza para riego, consumo doméstico y abrevaderos; se localiza principalmente en la parte centro y sur del estado.



2) Material consolidado con posibilidades medias, se encuentra constituido por diversos tipos de rocas, que se restringen a afloramientos de lutitas alternadas de calizas y areniscas, lo que las hace presentar una buena permeabilidad. Este material se encuentra localizado en la parte norte y noreste del estado.

3) Material consolidado con posibilidades bajas, constituido principalmente por rocas lutíticas que afloran por todo el estado. Tales rocas son impermeables y así el agua sólo se puede infiltrar en pequeñas cantidades en zonas de areniscas y calizas, que se alternan con las lutitas.

4) Material no consolidado con posibilidades altas, se encuentra formado por suelos aluviales y conglomerados extendidos en todo el estado. La presencia de agua está comprobada por numerosos aprovechamientos de buen gasto.

En la mayor parte de la superficie del municipio de Dr. Arroyo existen formaciones compuestas por lutitas y arcilla con gastos raquíuticos de 1 a 2 lts/seg. en algunos fracturamientos. También existen suelos profundos arcillosos con gastos muy bajos y salinos, como se puede observar en la figura 7.1. (Acuíferos en el Subsuelo del Estado de Nuevo León).

#### **7.2.0. Localización y Distribución de los Acuíferos, Areas de Recarga-Areas de Veda.**

1.- Roca con agua.

2.- Roca con posibilidades.

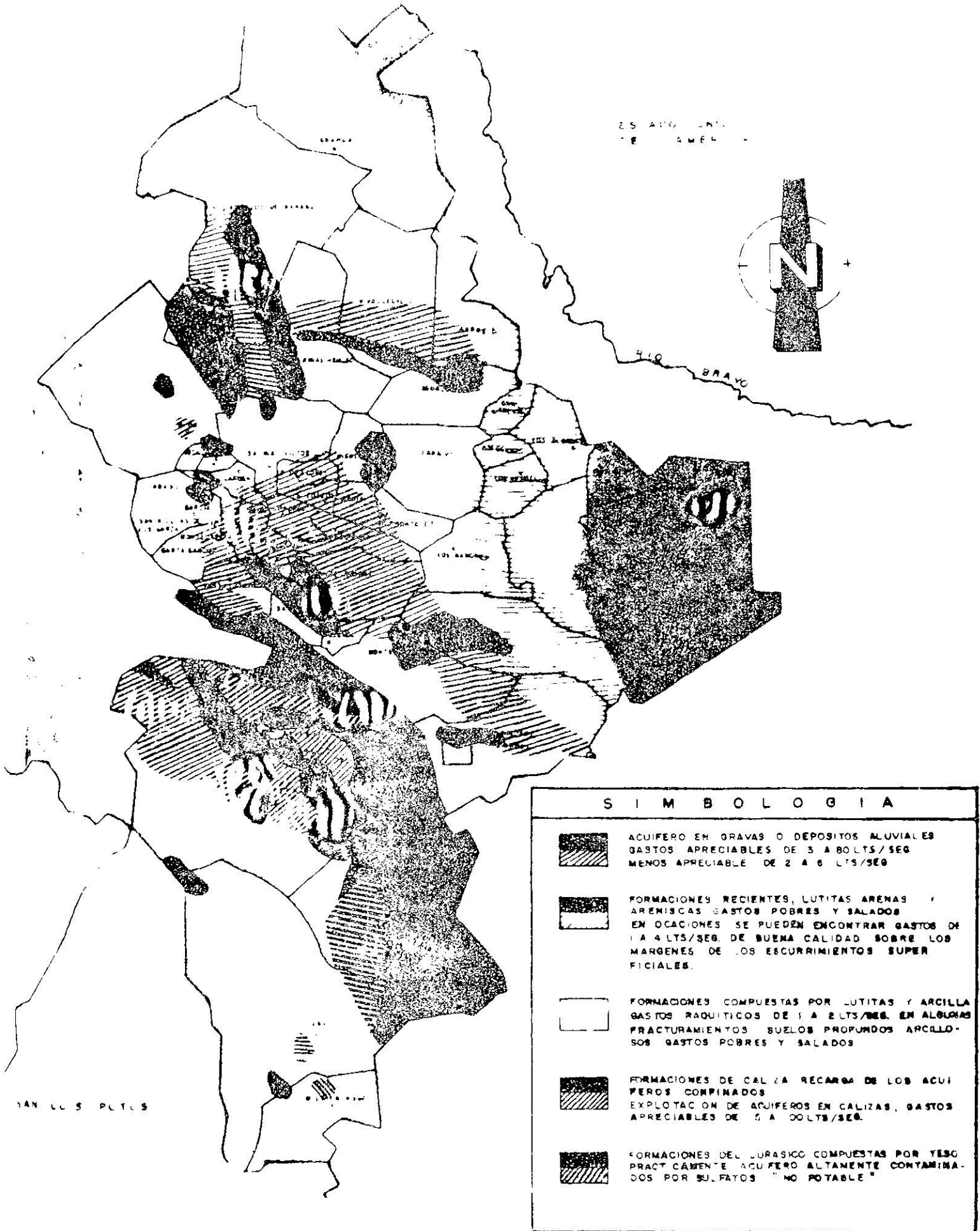


Figura 7.1. Acuíferos en el Estado de Nuevo León.

- 3.- Roca sin agua.
- 4.- Material granular con agua.
- 5.- Material granular con posibilidades.
- 6.- Material granular sin agua.

Estas unidades fueron constituidas por la agrupación de uno o varios tipos de roca y suelo cuya característica, en común, es que pueden o no funcionar como un acuífero.

Las unidades geohidrológicas que se localizan en el área de estudio son: a) Material granular con posibilidades, distribuyéndose en mayor proporción en las cuencas bajo estudio, y b) Roca sin agua, distribuyéndose en menor proporción que la unidad geohidrológica anterior.

La unidad de material granular con posibilidades, está constituida por materiales granulares, cuyos fragmentos varían desde el tamaño de la arcilla hasta el de la grava. En la unidad no existen obras para el aprovechamiento del agua subterránea, y se consideró con posibilidades, debido a sus condiciones de permeabilidad y porosidad, además de presentar características adecuadas para su recarga.

La unidad de roca sin agua está constituida por caliza, lutita, arenisca, esquisto, basalto, riolita y toba ácida. Debido a sus características de porosidad y baja permeabilidad, ocasiona que la explotación del agua no sea económica, ya que la cantidad de agua contenida en estas rocas es mínima; por lo que a esta unidad se le consideró como roca sin agua, a excepción de las calizas que

constituyen las formaciones Cupido y Aurora, que son factibles de contener acuíferos confinados, ésto se observó en la ranchería El Desierto, al norte de la población de Dr. Arroyo, en el pequeño poblado El Sabino y al norte del poblado de Santo Domingo, en donde estas rocas que subyacen a la Formación Cuesta del Cura forman pequeños anticlinales que dan origen a lomeríos de poca altura, los cuales, en la zona de los valles se encuentran sepultados. En esta unidad existen pequeños manantiales en las cercanías del poblado La Presita, al sur de Dr. Arroyo, de San Francisco y de la ciudad de Matehuala.

En cuanto a la distribución de los acuíferos y el área de recarga, se muestran en el Plano de Aguas Subterráneas del Anexo Cartográfico.

Aparentemente en la cuenca La Chiripa no existen áreas de recarga; en la cuenca El Charquillo existen áreas de recarga a la altura de las localidades San Ramón de Martínez, La Puerta de Aguilar, La Puerta, Mesa del Traidor, Carmen de las Lajas, Los Cuartos y hacia el oriente del Charquillo; y en la cuenca San Francisco de los Desmontes en las localidades de Las Jarillas y en el mismo San Fco. de los Desmontes.

En el área de Dr. Arroyo, se considera que al igual que en la parte norte del Estado de Nuevo León, el flujo general del agua es en una dirección general de Oeste hacia el Este.

### 7.3.0. Localización y Distribución de los Pozos.

Desafortunadamente la región de Dr. Arroyo carece de un número adecuado de perforaciones profundas que nos permitan obtener una red de piezometría apropiada en los acuíferos calcáreos, sin embargo existen algunas perforaciones y sobre todo el conocimiento de las condiciones estructurales, que indudablemente influyen en el comportamiento de la piezometría. Específicamente en las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desmontes no existen perforaciones, las únicas perforaciones que existen cerca del área de estudio, son algunos pozos, cuyas características químicas del agua subterránea se describen en el estudio de la cuenca Dr. Arroyo.

## VIII. FISIOGRAFIA.

### 8.0.0. Localización y Características Generales:

#### Provincia-Subprovincia-Sistema Terrestre.

El Estado de Nuevo León está dividido fisiográficamente en tres provincias: 1) Gran Llanura de Norte América, 2) La Llanura Costera del Golfo Norte y 3) Sierra Madre Oriental.

El área de estudio queda comprendida en la provincia "Sierra Madre Oriental" y ésta a su vez está dividida en cinco subprovincias:

- a) Sierras Transversales.
- b) Sierras y Llanuras Occidentales.
- c) Gran Sierra Plegada.
- d) Pliegues Saltillo-Parras.
- e) Sierras y Llanuras Coahuilenses.

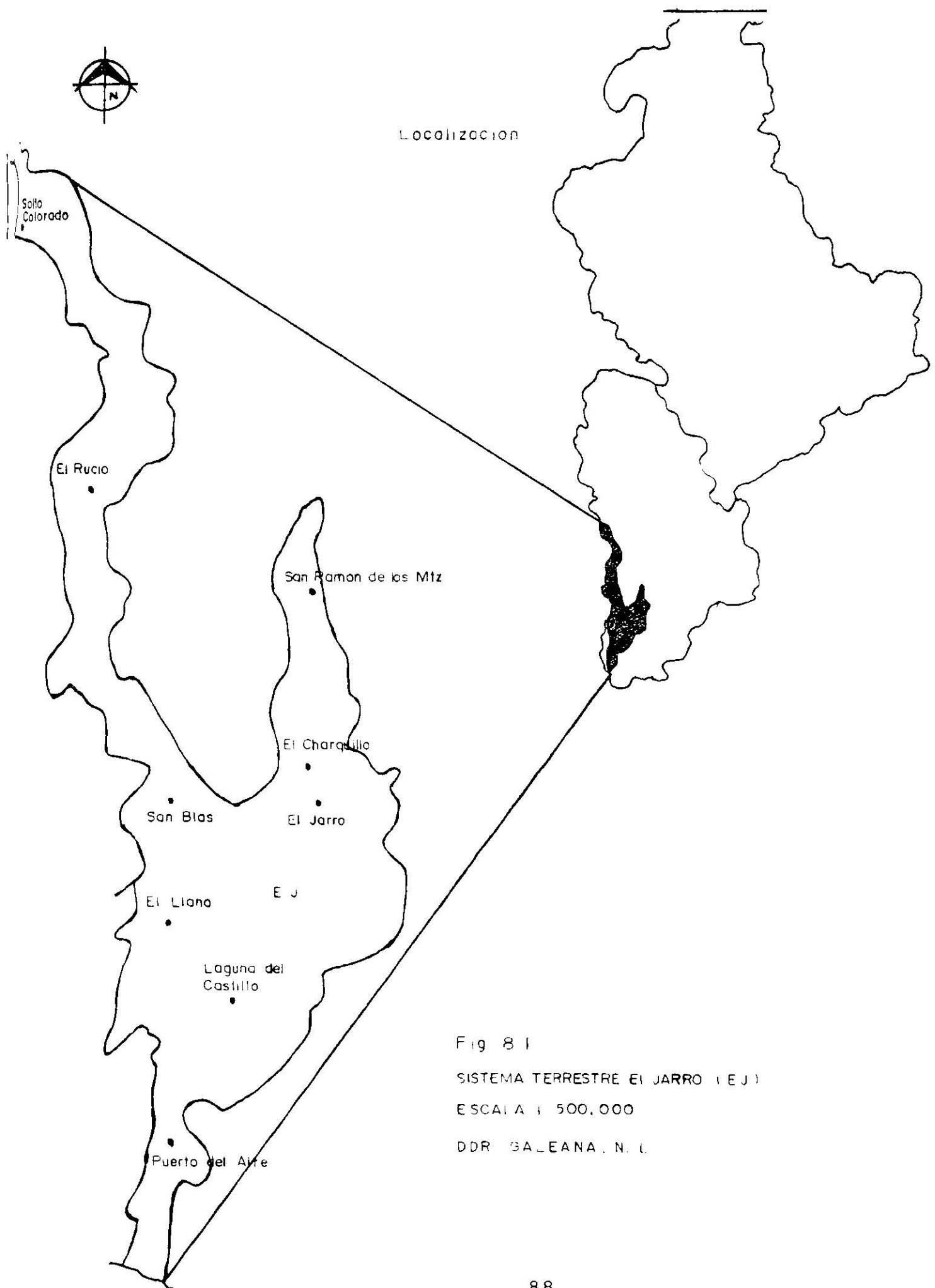
El área de estudio queda comprendida en la subprovincia de las Sierras y Llanuras Occidentales. El territorio de esta subprovincia se distribuye entre Nuevo León, San Luis Potosí y un rincón de Tamaulipas. Dentro del Estado de Nuevo León ocupa una extensión de 10,149.29 km<sup>2</sup>, lo que significa el 15.84 % de la superficie estatal. Engloba los municipios de Dr. Arroyo y Mier y Noriega y parte de Galeana y Aramberri.

En el Distrito de Desarrollo Rural IV-Galeana, denominado Sur de Nuevo León, Soria y Longoria (1990) delimitaron 25

Sistemas Terrestres, los cinco más grandes ocupan una extensión aproximada del 74% y los cinco más pequeños el 2.3%. En nuestro caso, el área de estudio queda comprendida en el Sistema Terrestre: El Jarro (EJ), cuyas características generales se describen a continuación en el cuadro No. 8.1.

Cuadro 8.1. SISTEMA TERRESTRE: EL JARRO (EJ).

FORMA	Lomeríos, con pendientes de 10-25%.
ALTITUD	1760-2020 m.s.n.m.
CLIMA	BSo hw(x'). Precipitación 300-400 mm. Temperatura 16-18°C.
GEOLOGIA	Rocas sedimentarias; caliza, lutita, conglomerados y suelos aluviales.
HIDROLOGIA SUPERFICIAL:	Coeficiente de escurrimiento de 10 a 55 mm.
SUBTERRANEA:	Permeabilidad media en materiales consolidados, dirección del flujo de NE a SW.
SUELOS	Al centro dominan los Litosoles, en la periferia los Xerosoles cálcicos y háplicos con fase petrocálcica y petrogypsica de textura media.
VEGETACION Y USO ACTUAL	Matorral subinermes, inerme, desértico rosetófilo y micrófilo. Agricultura de temporal, pastoreo y ramoneo.
MUNICIPIOS INVOLUCRADOS	Dr. Arroyo y Mier y Noriega.
SUPERFICIE	127,500 has.



Localizacion

Fig. 8.1  
 SISTEMA TERRESTRE EL JARRO (EJ)  
 ESCALA 1:500,000  
 DDR GALEANA, N. L.



### 8.1.0. Clasificación y Distribución de los Suelos.

Mulleried F. (1944), en su estudio de la Geología del Estado de Nuevo León (parte sur), hace la siguiente descripción de los suelos; "Se trata de depósitos muy superficiales y variados, porque han originado de diferentes clases de roca. Por la gran extensión de caliza, de marga y pizarra en el Sur de Nuevo León, se entiende fácilmente que las tierras son principalmente calcáreas, aunque existen también otras arcillosas o arenosas, que tampoco son buenas, y aún hay tierras salitrosas que son peores como en partes de las llanuras de la Altiplanicie, donde la vegetación es demasiada reducida. Hay también extensiones de terrenos sin tierra, donde la roca no se desintegra y hay peñascos y superficies rocallosas, como sucede en los terrenos extensos de la caliza, y en la zona reducida de la roca intrusiva. Además, por el clima semiárido la acumulación y formación de tierras es necesariamente reducida, por lo que la tierra vegetal es superficial y de poco espesor. Únicamente en las grandes alturas de varios cerros en la Sierra Madre Oriental, arriba de 3,000 metros, es donde hay tierras de bastante espesor, cubiertas de bosques y pinares, por el clima húmedo o bastante húmedo a causa de la altura".

Con respecto al área de estudio, la clasificación y distribución de los suelos para las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desmontes se resume a continuación en el cuadro No. 8.2.

Cuadro 8.2. Clasificación y Distribución de los suelos.

CUENCA LA CHIRIPA		
Clasificación del suelo	Area (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje
$\frac{Xk}{2a} *$	4.80	9.30
$\frac{Xh}{2a}$	6.28	12.17
$\frac{le}{2b}$	9.10	17.64
$\frac{le}{2a} *$	31.42	60.89
CUENCA EL CHARQUILLO		
$\frac{Jc + l}{2 a} *$	18.70	7.73
$\frac{Xk}{2a}$	18.90	7.81
$\frac{Xk}{2a} ^$	15.93	6.58
$\frac{le}{2b} ; \frac{l + E}{2 b} ; \frac{l + Hh}{2 a} ; \frac{l}{2c}$	89.35	36.92
$\frac{Jc + l}{2 a} ; \frac{le + Jk}{2 a}$		
$\frac{E + l}{2 a}$	3.45	1.43
$\frac{l}{2a} ; \frac{l + Xk}{2 b} ; \frac{le}{2a} *$	15.55	6.43
$\frac{Xk}{2a} *$	78.69	32.51
$\frac{Hc}{3a} *$	1.45	0.59

... Continuación del cuadro 8.2.

CUENCA SAN FCO. DE LOS DESMONTES		
$\frac{Hc}{3a} *$	3.55	11.27
$\frac{l}{2b} *$	7.05	22.38
$\frac{l + E}{2b} ; \frac{l}{2c} ; \frac{l}{2b} ; \frac{l + Xk}{2b}$	7.43	23.57
$\frac{Xk}{3a}$	13.48	42.78

Xk = Xerosol Cálcico  
 Xh = Xerosol Háptico  
 le = Litosol Eutríco  
 Jc + l = Fluvisol calcárico + Litosol  
 l + E = Litosol + Rendzina  
 l + Hh = Litosol + Phaeozem háptico  
 le + Jk = Litosol éutríco + Fluvisol cálcico  
 Hc = Phaeozem calcárico

\* Fase petrocálcica (Horizonte petrocálcico a menos de 50 cms de profundidad).  
 ^ Fase petrocálcica profunda (Horizonte petrocálcico entre 50 y 100 cms. de profundidad).

La distribución de los suelos se muestra en el Plano Edafológico del Anexo Cartográfico.

#### CLASES

#### TEXTURAL

1 Textura Gruesa      2 Textura Media      3 Textura Fina

## TOPOGRAFICA

- a Terreno plano a ligeramente ondulada -pendientes menores de 8%.
- b De lomerío a terreno montuoso -pendientes entre 8 y 20%
- c De terreno con disección severa a terreno montañoso -pendientes mayores de 20%.

Con respecto al cuadro 8.2. se puede observar que para la cuenca La Chiripa el tipo de suelo que predomina con un 60.89% de la superficie total de la cuenca es el Litosol, fase petrocálcica, Textura Media, con pendientes menores de 8%. El tipo de suelo Litosol son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cms. hasta la roca, tepetate o caliche duro. Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo, y pueden ser desde moderada hasta muy alta.

Así mismo, para las cuencas El Charquillo y San Fco. de los Desmontes tenemos que el tipo de suelo que predomina es el Xerosol Cálcico (Xk), representando un 32.51% y un 42.78% de la superficie total de las cuencas, respectivamente, además presentan textura media con pendientes menores del 8%. En la cuenca El Charquillo el tipo de suelos es de fase

petrocálcica. Los suelos Xerosol (Del griego xeros: seco. Literalmente, suelo seco.) se localizan en zonas áridas y semiáridas del Centro y Norte de México. Su vegetación natural es de matorrales y pastizales.

Estos suelos se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobre en humus. Debajo de ella puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal, y cristales de yeso, o caliche, de mayor o menor dureza. A veces son salinos. La agricultura de temporal, en este tipo de suelos, es insegura y de bajos rendimientos.

El uso pecuario es también importante en ellos, sobre todo en el Norte, en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León, en donde se cría ganado bovino, ovino y caprino, con rendimientos variables en función de la vegetación.

Los Xerosoles son suelos con baja susceptibilidad a la erosión, salvo cuando están en pendientes y sobre caliche o tepetate, en donde sí presentan este problema.

#### **8.1.1. Características Físicas y Químicas de los Suelos.**

Las características físicas y químicas de los suelos, aunadas a las características generales del clima y vegetación, permiten hacer un análisis de las posibilidades de desarrollo agropecuario de la zona de estudio y a la vez permiten sugerir algunas de las medidas necesarias para

lograr su mejor uso, manejo y conservación.

A continuación se describen las características físicas y químicas, de los perfiles representativos para las unidades de suelo existentes en el área de estudio. Así tenemos que para la cuenca La Chiripa, la unidad de suelo que predomina es el Litosol, cuyas características son las siguientes:

#### Horizonte A

Profundidad 0-7 cms. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupta y forma ondulada. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura franca. Consistencia suelta en seco y muy friable en húmedo. Adhesividad ligera, plasticidad ligera. Porosidad moderada y constitución finamente porosa. Raíces finas muy escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno drenado. Denominación del horizonte: Ocrico. Además, sin problemas de sales. pH moderadamente alcalino y rico en materia orgánica. En el cuadro 8.3. se muestra las características físicas y químicas del perfil representativo de la unidad de suelo Litosol.

Cuadro 8.3. Características físicas y químicas del perfil representativo de las unidad de suelo Litosol.

UNIDADES DE SUELO	LITOSOL
HORIZONTE	A
% ARCILLA	28
% LIMO	41
% ARENA	31

...Continuación del cuadro 8.3

C.E.	
mmhos/cm.	<2
PH	
1:1	8.30
% MATERIA ORGANICA	3.588
C.I.C.T.	
meq/100 gr.	16.75
POTASIO	
meq/100 gr.	3.57
CALCIO	
meq/100 gr.	32.0
MAGNESIO	
meq/100 gr.	0.14
SODIO	
meq/100 gr.	0.53
% SAT DE SODIO	<15
% SAT DE BASES	100

Así mismo, para las cuencas El Charquillo y San Fco. de los Desmontes, la unidad que predomina es el Xerosol, subunidad cálcico. En el cuadro 8.4. se muestran las características físicas y químicas de esta unidad de suelo.

#### Horizonte A1

Profundidad 0-23 cm. Color pardo grisáceo en húmedo. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia ligeramente dura en seco y friable en húmedo. Adhesividad moderada, plasticidad fuerte. Estructura de forma: bloques subangulares, tamaño fino y desarrollo moderado. Porosidad abundante y constitución finamente porosa. Raíces muy finas muy escasas, raíces finas escasas, raíces medias abundantes y raíces gruesas muy escasas. Actividad animal:

hormigas. Drenaje interno: drenado. Denominación del horizonte: Ocrico. Además, sin problemas de sales, ph moderadamente alcalino y medianamente pobre en M.O.

#### Horizonte B1

Profundidad 23-48 cm. Color pardo amarillento en húmedo. Reacción muy fuerte al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia dura en seco friable en húmedo. Adhesividad moderada, plasticidad moderada. Estructura de forma: bloques angulares, tamaño fino y desarrollo fuerte. Porosidad escasa y constitución porosa. Raíces muy finas muy escasas, raíces medias escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: drenado. Denominación del horizonte: Cámbico. Además, sin problemas de sales, pH alcalino y pobre en M.O.

#### Horizonte B21ca

Profundidad 48-67 cm. Color pardo rojizo en húmedo. Reacción muy fuerte al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia dura en seco y friable en húmedo. Adhesividad fuerte, plasticidad fuerte. Estructura de forma: bloques angulares, tamaño fino y desarrollo fuerte. Porosidad moderada y constitución finamente porosa. Concreciones de tamaño grueso, forma irregular, cantidad frecuente, solidez maciza, distribución dispersa. Reacción muy fuerte al HCl; naturaleza de carbonato de calcio y color blanco. Facetas de fricción/presión notables. Raíces muy finas muy escasas. Drenaje interno: drenado. Denominación del horizonte:



Cámbico. Además, medianamente salino, pH alcalino y pobre en materia orgánica.

Horizonte B22ca

Profundidad 67-90 cm. Color pardo rojizo en húmedo. Textura arcillosa. Consistencia dura en seco y friable en húmedo. Adhesividad fuerte, plasticidad fuerte. Estructura de forma: bloques angulares, tamaño fino, desarrollo fuerte. Drenaje interno: drenado. Denominación del horizonte: Cálcico. Además, medianamente salino, pH alcalino y extremadamente pobre en M.O.

Cuadro 8.4. Características físicas y químicas del perfil representativo de la unidad de suelo Xerosol cálcico.

UNIDADES DE SUELO	X E R O S O L (cálcico)			
	A1	B1	B21Ca	B22Ca
HORIZONTES				
% ARCILLA	56	58	60	54
% LIMO	12	20	16	28
% ARENA	32	22	24	18
C.E.				
mmhos/cm.	2	2	4.2	4.1
PH				
1:1	8.2	8.7	8.6	8.6
% MATERIA ORGANICA				
C.I.C.T.	1.6	1.0	0.7	0.3
meq/100 gr. POTASIO	20	18.8	19	20
meq/100 gr. CALCIO	0.7	0.3	0.3	0.3
meq/100 gr. MAGNESIO	21.9	21.3	18.8	18.8
meq/100 gr. SODIO	2.1	3.3	4.3	4.6
meq/100 gr.	0.3	1.4	3.2	6.0
% SAT DE SODIO	15	15	15	15
% SAT DE BASES	100	100	100	100

### 8.2.0. Uso Actual del Suelo.

En el Distrito de Desarrollo Rural IV-Galeana, la SARH menciona que en 1986 el uso del suelo era el siguiente: *Agrícola* (7.8%), de las cuales el 6.3 por ciento le corresponde a temporal y sólo el 1.5 por ciento a riego; *Pecuario* (80.9%) conformado por agostadero; *Forestal* (10.2%) formado por bosques con especies de entre 12 y 20 m. de altura; el restante (1.1%) lo conforman las áreas urbanas y erosionadas. Aún cuando no se cuenta con datos recientes del uso actual del suelo, es muy probable que los datos señalados en el cuadro 8.5 han sufrido cambios significativos.

Cuadro 8.5 Superficies y porcentajes de diferentes usos de la tierra en el Distrito de Desarrollo Rural IV-Galeana.

USO DE LA TIERRA	SUPERFICIE (Has.)	EXTENSION (%)
AGRICOLA	136,562	7.8
Temporal	109,785	6.3
Riego	26,777	1.5
PECUARIO	1'391,212.9	80.9
FORESTAL	176,290	10.2
ZONAS URBANAS E IMPRODUCTIVAS	20,056	1.1
TOTAL	1'724,120.9	100.0

Con respecto al área de estudio, en el cuadro 8.6 se muestran los datos relativos del uso actual para las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Francisco de los Desmontes.

Cuadro 8.6 Uso del Suelo del área de estudio

USO DEL SUELO	1	2	3	4	5	6
Agricultura de temporal permanente (Atp).	13.44	26	68.90	28.47	11.38	36.11
Pastizal natural (Pn)	0.58	1	7.35	3.04	0.55	1.75
Matorral	37.59	73	165.76	68.49	19.58	62.14

- 1.- Area en Km<sup>2</sup> del uso del suelo de la cuenca La Chiripa.
- 2.- Porcentaje que representa de la cuenca La Chiripa.
- 3.- Area del uso del suelo de la cuenca El Charquillo.
- 4.- Porcentaje que representa de la cuenca El Charquillo.
- 5.- Area del uso del suelo de la cuenca San Fco. de los Desm.
- 6.- Porcentaje que representa de la cuenca San Fco. de los D.

Del cuadro 8.6 se puede observar que el uso del suelo que predomina para las tres cuencas en estudio es Matorral (Vegetación arbustiva que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo y con altura variable, pero casi siempre inferior a cuatro metros. Se distribuye principalmente en las

zonas áridas y semiáridas del país.) de tipo inerme y subinerme principalmente.

El matorral inerme es una comunidad formada por más del 70 % de plantas sin espinas, como los matorrales de gobernadora (*Larrea tridentata*), hojasén (*Flourensia cernua*), hierba del burro (*Franseria dumosa*), etc.

El matorral subinerme es una comunidad compuesta por plantas espinosas o inermes cuya proporción de unas a otras es mayor del 30 % y menor de 70 %. Algunos elementos que forman este tipo de matorral son: la barreta (*Helietta parviflora*), granjeno (*Celtis pallida*), acebuche (*Forestiera spp.*), cenizos (*Leucophyllum spp.*), etcétera.

Ver plano de Uso Actual del Suelo del Anexo Cartográfico.

En el cuadro 8.7. se muestra las superficies sembradas de maíz y frijol de temporal, de algunos de los ejidos del área de estudio (8 de Junio de 1992).

Cuadro 8.7. Superficie de Maíz y Frijol.

CUENCA LA CHIRIPA			
EJIDO	SUPEFICIE SEMBRADA		NUMERO DE PRODUCTORES
	MAIZ	FRIJOL	
La Chiripa	293	----	48
San Gregorio	300	----	56
CUENCA EL CHARQUILLO			
El Charquillo	460	60	90
El Jarro	400	40	86
San Ramón de Martínez	681	----	114
Puerta de Aguilar	360	----	84

... Continuación del cuadro 8.7.

Carmen de la Laja	405	75	75
La Roca	200	20	48
La Lajita	420	40	75
Jarillas y Cuartos	340	77	48
El Refugio y El Reparó	365	----	55

Nota.- La superficie está dada en hectáreas.

### 8.3.0. Uso Potencial del Suelo.

#### POSIBILIDADES DE USO AGRICOLA DE LA TIERRA.

Las áreas que tienen posibilidad de uso agrícola de la tierra de la subprovincia a la que corresponde nuestra área de estudio (Subprovincia Sierras y Llanuras Occidentales) son las amplias llanuras, las cuales permiten que más de la mitad de la superficie de la subprovincia sea apta para la agricultura con labranza mecanizada, la cual sólo es posible en la región mediante el riego. Hay áreas con limitaciones ligeras, que tienen suelos de 50 a 90 cm de profundidad, pendientes de 3 a 6 % y pedregosidad en un 5 ó 15 % del área.

En cambio, la mayor parte de la superficie de los sistemas de topofomas identificados como sierras carecen de posibilidades de utilización agrícola, ya que tienen suelos de menos de 10 cm de profundidad y pendientes que fluctúan entre 12 y 70 %, además de afloramientos rocosos que en

ocasiones llegan a cubrir hasta un 70 % del área.

#### POSIBILIDADES DE USO PECUARIO DE LA TIERRA.

En dos pequeñas áreas del sistema denominado lomerío con bajadas, al centro y sureste del municipio de Dr. Arroyo, hay pastizales naturales que pueden ser aprovechados por los ganados bovino, ovino y caprino; así mismo, al sur del estado, en los municipios de Mier y Noriega, Dr. Arroyo y una pequeña parte de Aramberri, hay zonas que sustentan vegetación diferente al pastizal que también puede ser útil para el ganado, a menos que presenten limitantes topográficas o de obstrucción superficial que impidan su movilidad.

#### POSIBILIDADES DE USO FORESTAL DE LA TIERRA.

Aproximadamente 2,000 km<sup>2</sup> de la subprovincia están ocupados por vegetación con especies susceptibles de ser explotadas con fines comerciales, aunque con bajos rendimientos. Estas especies, así como las que son útiles solamente para la población local, se localizan principalmente en los sistemas de topofomas genéricamente identificados como sierras y lomeríos. Los restantes 5,053 km<sup>2</sup>, no ofrecen ninguna alternativa de uso forestal, ya que carecen de cobertura vegetal apta para estos fines, además de que esta área es, en gran parte, utilizada para la agricultura o la ganadería.

En el cuadro 8.8 se puede observar que en las cuencas bajo estudio, los suelos que existen corresponden a las clases 4,6,7 y 8, con sus diferentes factores limitantes.

Así mismo, para la cuenca La Chiripa podemos observar

que la clase de suelo que predomina es la 4 ocupando una superficie de 28.55 km<sup>2</sup>, lo que representa el 55.3% de la superficie total de la cuenca; siendo los factores limitantes la deficiencia de agua y la profundidad efectiva del suelo.

De la misma manera, podemos observar que en las cuencas El Charquillo y San Fco. de los Desmontes la clase de suelo que predomina es también la No.4 con los mismos factores limitantes de la cuenca La Chiripa, ocupando una superficie de 113 y 9.95 Km<sup>2</sup> lo que representan el 46.7% y el 31.5% de la superficie total de las cuencas respectivamente. Además, la distribución de las clases de suelo se muestra en el plano de Uso Potencial del Suelo del Anexo Cartográfico.

Cuadro 8.8. Clasificación agronómica de los suelos de las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desm.

CLASE DE SUELO	C U E N C A S					
	LA CHIRIPA		EL CHARQUILLO		SAN FCO. DE LOS DESMONTES	
	AREA	(%)	AREA	(%)	AREA	(%)
8	6.98	13.5	73.4	30.3	8.53	27.1
7	8.15	15.8	32.0	13.2	7.55	24.0
6	7.93	15.4	23.6	9.8	5.48	17.4
4	28.55	55.3	113.0	46.7	9.95	31.5

Nota.- El área está dada en km<sup>2</sup>.

A continuación se mencionan algunos de los cultivos viables para las clases de suelo 4 y 6:

CLASE 4

Frijol (*Phaseolus spp*).

Maíz (*Zea mays*)

Sorgo (*Sorghum vulgare*)

CLASE 6

Maguey mezcalero (*Agave longisepala*)

Maguey tequilero (*Agave tequilana*).



## IX CONCLUSIONES

En base a los diferentes aspectos que se tomaron en cuenta en el estudio de las cuencas hidrológicas de la región del Charquillo, en el municipio de Dr. Arroyo, N.L., se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- El área de estudio se subdividió en tres cuencas pequeñas que abarcan una superficie total de 325.11 Km<sup>2</sup>, que representan el 1.87% de la superficie total del Distrito de Desarrollo Rural No. IV-Galeana; el 5.99% de la superficie total del municipio de Dr. Arroyo, N.L. y, el 10.5% de la superficie del Centro de Apoyo No. V (Dr. Arroyo).
- 2.- De acuerdo al análisis demográfico, las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desmontes presentan una densidad de población de 12, 10.53 y 9.84 habitantes por km<sup>2</sup> respectivamente, con una población total de 3,477 habitantes para las tres cuencas.
- a).- En las cuencas del área de estudio, la mayor actividad económica se presenta en el sector primario (con un 27% en promedio), pero el mayor porcentaje en las tres cuencas corresponde a la población económicamente inactiva (43%), muy probablemente sea reflejo de la escasa dinámica que existe en el mercado de trabajo.

- b).- En el área de estudio existen dos tipos de Tenencia de la Tierra, que son: a) Predio Ejidal y b) Propiedad Privada. Para las cuencas La Chiripa y El Charquillo el tipo de tenencia que predomina es el predio ejidal con un 96.16% y un 81.32% respectivamente; y en la cuenca San Fco. de los Desmontes, predomina la propiedad privada ocupando un 89.37% de la superficie total de la cuenca.
- c).- En lo que respecta a servicios públicos básicos, se concluye que en el área de estudio, el servicio del cual se carece en su totalidad es el de agua entubada, siendo las únicas fuentes de abastecimiento del vital líquido los aljibes, los estanques y las cisternas, los cuales operan con mucha deficiencia.
- 3.- De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, en el área de estudio predominan dos tipos de climas que corresponden al grupo B (Climas secos) y son: a) Tipo: Semiseco ( $BS_1$ ), Subtipo: Semiseco Templado ( $BS_1 Kx'$ ). b) Tipo: Seco ( $BS_0$ ), Subtipo: Seco Templado ( $BS_0 Kx'$ ). Así mismo, los climogramas de Gaussen para la región del área de estudio, indican que los meses más húmedos son de Mayo a Octubre, siendo el mes de mayor incidencia de lluvia el mes de Agosto.
- a).- En base al análisis de la precipitación y de acuerdo al plano de isoyetas se concluye que el rango de precipitación media anual para el área de estudio oscila entre 350 y 450 mm.

- b).- De acuerdo a los datos de las estaciones Dr. Arroyo, Cerrito del Aire y Obregón, se concluye que la lluvia esperada en el área de estudio con un 50% de probabilidad es de 483, 307 y 360 mm respectivamente, con un período de retorno de 2 años. Además la intensidad media para las mismas estaciones es de 8.30, 7.08 y 8.22 mm/hr.
- 4.- Del plano geológico del área de estudio se concluye que para las cuencas La Chiripa y El Charquillo lo que predomina es el suelo aluvial ocupando un 75% y un 50% del área respectivamente, y en la cuenca San Fco. de los Desmontes lo que predomina es la asociación de caliza-lutita, representando el 44% de la superficie total de la cuenca.
- a).- De acuerdo a la columna estratigráfica del área de Dr. Arroyo, N.L., se concluye que el confinante inferior corresponde a la formación La Casita del período Jurásico. Así mismo, los acuíferos calcáreos corresponden a las formaciones Taraises, Tamaulipas inferior, Otates, Tamaulipas, Cuesta del Cura y Abra del período Cretácico; de la misma manera, el confinante superior corresponde a las formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez del mismo período.
- b).- La formación Cuesta del Cura está caracterizada por capas delgadas de calizas de color gris y gris oscuro con abundantes lentes de pedernal negro. Un aspecto importante que presenta esta formación, son los

numerosos pliegues intraformacionales. Por lo tanto, debido al fracturamiento y al hecho de formar la mayor superficie de recarga, se concluye que esta unidad es sin lugar a dudas uno de los acuíferos calcáreos de mayor importancia. Por otro lado, el hecho de encontrarse subyaciendo a las unidades confinantes Agua Nueva y San Felipe, hace posible efectuar perforaciones exploratorias relativamente someras.

5.- Del análisis estadístico de las pendientes, se concluye que para la cuenca La Chiripa el 72.68% del área tiene una pendiente (en m/m) igual o mayor que 0.030, y el 3.52% tiene una pendiente igual o mayor que 0.25. Así mismo, para la cuenca El Charquillo, el 80.49% del área de la cuenca tiene una pendiente igual o mayor que 0.030, y que el 5.32% tiene una pendiente igual o mayor que 0.33. También para la cuenca San Fco. de los Desmontes, el 83.45% del área de la cuenca tiene una pendiente igual o mayor que 0.050, y que el 5.76% tiene una pendiente igual o mayor que 0.33.

6.- Del análisis de relación área-elevación, se concluye que para la cuenca La Chiripa, el 76.65% del área tiene una elevación igual o mayor que 1800 msnm y que sólo el 9.25% corresponde a una elevación mayor o igual a 2000 msnm. Así mismo, para la cuenca El Charquillo, el 85.81% tiene una elevación igual o mayor que 1800 msnm. y que sólo el 13.83% corresponde a una elevación mayor o igual que 2200 msnm. De la misma manera, para la cuenca

San Fco. de los Desmontes, el 79.86% del área tiene una elevación igual o mayor que 1950 msnm y que sólo el 2.88% corresponde a una elevación mayor o igual que 2300 msnm.

7.- En las tres cuencas del área de estudio, no existen corrientes permanentes, predominando las corrientes efímera e intermitente, presentando el patrón dendrítico como patrón de drenaje. Además los coeficientes de escurrimiento son del 45% para las cuencas La Chiripa y El Charquillo, y del 51% para la cuenca San Fco. de los Desmontes.

a).- Para aprovechar los escurrimientos superficiales, el área de estudio se dividió en varias zonas con el fin de localizar futuras obras de carácter temporal o permanente, ya que la agricultura es totalmente de temporal, así tenemos que la cuenca La Chiripa se dividió en 4 zonas, la cuenca El Charquillo, que es la más extensa se dividió en 28 zonas y por último la cuenca San Fco. de los Desmontes se dividió en 3 zonas.

8.- En la mayor parte de la superficie del municipio de Dr. Arroyo existen formaciones compuestas por lutitas y arcilla con gastos raquíuticos de 1 a 2 litros por segundo en algunos fracturamientos. También existen suelos profundos arcillosos con gastos muy bajos y salinos.

a).- Para la cuenca El Charquillo existen áreas de recarga a la altura de las localidades San Ramón de Mtz., La

Puerta de Aguilar, La Puerta, Mesa del Traidor, Carmen de las Lajas, Los Cuartos y hacia el NE del Charquillo; y en la cuenca San Fco. de los Desmontes en las localidades de las Jarillas y en el mismo San Fco. de los Desmontes.

- 9.- En cuanto a la clasificación de los suelos, se concluye que para la cuenca La Chiripa, la unidad de suelo que predomina con un 60.89% de la superficie total de la cuenca es el Litosol, presentando fase petrocálcica y textura media; sin problemas de sales, con un pH moderadamente alcalino y rico en materia orgánica para el único horizonte A. Así mismo, para las cuencas El Charquillo y San Fco. de los Desmontes, se concluye que la unidad de suelo que predomina con un 32.51% y un 42.78% respectivamente es el Xerosol cálcico, presentando textura media y fase petrocálcica en la cuenca El Charquillo y sin fase para la otra cuenca. La unidad de suelo Xerosol presenta cuatro horizontes, cuyas características para el horizonte A1 son: sin problemas de sales, pH moderadamente alcalino y medianamente pobre en materia orgánica. El horizonte B1 tampoco tiene problemas de sales, pH alcalino y pobre en materia orgánica. El horizonte B21ca es medianamente salino con un pH alcalino y pobre en materia orgánica. El horizonte B22ca también es medianamente salino con un pH alcalino pero extremadamente pobre en materia orgánica.

10.- En cuanto al uso potencial del suelo, se concluye que la clase de suelo que predomina para las tres cuencas del área de estudio es la clase 4 con deficiencia de agua y profundidad efectiva del suelo como factores limitantes. Esta clase de suelo abarca un 55.3%, 46.7% y 31.5% para las cuencas La Chiripa, El Charquillo y San Fco. de los Desmontes respectivamente.

## X RECOMENDACIONES.

- 1.- Debido a que se carece de los servicios básicos de agua entubada y drenaje en el área de estudio, se recomienda realizar un mantenimiento adecuado a los aljibes y cisternas, ya que son las únicas fuentes de abastecimiento de agua, con el fin de conservar las condiciones sanitarias necesarias y evitar así enfermedades gastrointestinales entre los habitantes del lugar.
- 2.- Con el fin de conocer con mayor detalle la verdadera importancia de cada uno de los sedimentos del período Cuaternario, se recomienda efectuar estudios detallados así como pozos de exploración, ya que sin duda estos sedimentos deben contener en el subsuelo acuífero, que pudiera satisfacer las necesidades de agua, ya sea para consumo humano o para consumo animal, así como agua de riego, para asegurar el rendimiento de las áreas de cultivo ya existentes o para incorporar nuevas áreas de cultivo.
- 3.- Debido a que el área de estudio es totalmente de temporal, se recomienda hacer un mejor manejo de los escurrimientos superficiales, para aprovechar el volumen de agua encausándola hacia las parcelas agrícolas con el fin de inducir un incremento de la humedad del suelo, empleando técnicas como el



entarquinamiento.

- 4.- Con el fin de eliminar todo impedimento físico que pueda obstruir el libre paso del agua, se recomienda limpiar y darle mantenimiento regularmente al área de escurrimiento.
- 5.- Para regular los escurrimientos que se presenten después de una precipitación, se recomienda realizar una estructura derivadora para encausarlos posteriormente hacia una obra de toma y un canal conductor que regará el área agrícola. La ubicación de la estructura sería de acuerdo a las áreas de interés de la SARH, o por prioridad a productores que dependen únicamente de la agricultura de temporal.
- 6.- También se recomienda construir bordería y surcado a nivel que facilite la distribución de los escurrimientos para repartir en forma más homogénea el agua entre las parcelas cultivadas.
- 7.- Otra recomendación es colocar cercos vegetales en curvas de nivel de plantas de la región para favorecer la conservación del suelo y la humedad esenciales para una agricultura sustentable.

## XI BIBLIOGRAFIA REVISADA.

- 1.- Botello Parraguirre, J.J. 1985. Simulación de volúmenes de escurrimiento en cuencas no instrumentadas. Tesis. U.A.A.A.N. Saltillo, México.
- 2.- Castillo, O.A. 1985. El recurso hídrico en el manejo integral de una cuenca semiárida en el Estado de Hidalgo. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
- 3.- Centro Interamericano de Fotointerpretación. Análisis de corrientes individuales y patrones de drenaje. Bogotá Colombia.
- 4.- CONAZA. Diagnóstico de las zonas áridas y semiáridas de México. CONAZA, México.
- 5.- Cuanalao, de la C.H. et al. 1989. Provincias, Regiones y Sub-regiones Terrestres de México. Editorial Futura S.A. 1a. edición. México, D.F
- 6.- Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. 1979. Inventario de Areas Erosionadas en el Estado de Nuevo León. SARH, México, D.F.

- 7.- García, Enriqueta. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. edición. México.
- 8.- Hernández, D.G. 1987. Mesoclimas del Sur del Estado de Nuevo León. Tesis, Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N.L.
- 9.- INEGI. 1979. Cartas F14-A15, F14-A16, F14-A25 y F14-A26, Edafológica, Geológica, Topográfica, Uso Actual y Potencial del Suelo. México.
- 10.- INEGI. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. SPP. México, D.F.
- 11.- INEGI. 1991. Guías para la interpretación cartográfica (Climatología, Edafología, Geología, Uso del Suelo). 2a. reimpresión. México, D.F.
- 12.- Linsley, K.P. Hidrología para Ingenieros. Editorial Calipso. 2a. edición. México, D.F.
- 13.- López, R.E. 1980. Geología de México. Tomo II. 2a. edición. México, D.F.

- 14.- Luque Meraz, R.E. 1984. Patrones de distribución de la lluvia en el tiempo y su aplicación en modelos de simulación del sistema suelo-planta-atmósfera. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 15.- Springall, G.R. 1970. Hidrología. Primera Parte. UNAM. México, D.F.
- 16.- Soria, R.J. 1990. Levantamiento Fisiográfico del Sur de Nuevo León. SARH, México.
- 17.- SARH. Estudio Geohidrológico del Estado de Nuevo León. Tomo III. INSISA. México, D.F.
- 18.- SARH. Programa Distrital de Desarrollo Rural Galeana. SARH. México, D.F.
- 19.- SARH. 1972. Boletín Hidrológico No. 55 "Región Hidrológica 37 El Salado". México, D.F.
- 20.- SARH. 1974. Elementos de Escurrimientos Superficiales. Memorandum Técnico No. 330. México, D.F.
- 21.- SARH. 1991. Manual de Conservación de Suelo y Agua.

3a. edición. Chapingo, México.

- 22.- Velasco y Carmona. 1984. Cosecha de agua de lluvia en el altiplano semidesértico de México. SPP, CONAZA y PEMEX. México, D.F.
- 23.- Villarreal, G.J. 1977. Estudio de suelos y generalidades del aprovechamiento agropecuario de la zona sur del Estado de Nuevo León. SARH. México, D.F.
- 24.- Zamora Ibarra, Crisógono. 1991. Dinámica de la Humedad del Suelo en Durazno (*Prunus Persica* L.) para evaluar la agricultura por entarquinamiento. Tesis, U.A.A.A.N. Saltillo, México.

XII A P E N D I C E

CUADRO No. 1

Pendientes y elevaciones en los puntos de intersección de la malla trazada para la cuenca La Chiripa (I).

Intervalo entre curvas: 10 metros = 0.01 kms.

Intersección	Coordenadas		Distancia mínima (km)	Pendiente S	Elevación msnm
	x	y			
1	0	5	-----	-----	1700
2	1	3	0.750	0.0133	1704
3		4	0.600	0.0167	1708
4		5	0.400	0.0250	1714
5		6	0.300	0.0333	1720
6		22	0.050	0.2000	1970
7		23	-----	-----	2020
8	2	1	-----	-----	1700
9		2	0.500	0.0200	1705
10		3	0.650	0.0154	1709
11		4	0.600	0.0167	1713
12		5	0.600	0.0167	1720
13		6	0.400	0.0250	1730
14		7	0.270	0.0370	1742
15		8	-----	-----	1755
16		21	0.100	0.1000	1910
17		22	0.060	0.1667	1930
18		23	0.050	0.2000	1980
19		24	0.050	0.2000	2020
20		25	0.050	0.2000	2060
21	3	1	0.350	0.0286	1710
22		2	0.300	0.0333	1715
23		3	0.600	0.0167	1716
24		4	0.550	0.0182	1720
25		5	0.600	0.0167	1724
26		6	0.550	0.0182	1728
27		7	0.500	0.0200	1738
28		8	0.040	0.2500	1752
29		9	0.450	0.0222	1762
30		10	-----	-----	1774
31		20	0.200	0.0500	1870
32		21	0.250	0.0400	1895
33		22	0.180	0.0556	1918
34		23	0.060	0.1667	1941
35		24	0.070	0.1429	1980
36		25	0.040	0.2500	2010
37		26	0.120	0.0833	2015
38		27	0.030	0.3333	2060
39		28	0.030	0.3333	2120
40		29	0.040	0.2500	2140
41	4	1	-----	-----	1745
42		2	0.050	0.2000	1744
43		3	0.100	0.1000	1747
44		4	0.200	0.0500	1732

...Continuación (Cuenca La Chiripa).

45		5	0.400	0.0250	1734
46		6	0.760	0.0132	1730
47		7	0.700	0.0143	1735
48		8	0.250	0.0400	1742
49		9	0.420	0.0238	1754
50		10	0.300	0.0333	1766
51		11	0.300	0.0333	1775
52		12	0.200	0.0500	1790
53		18	0.350	0.0286	1844
54		19	0.350	0.0286	1852
55		20	0.260	0.0385	1868
56		21	0.160	0.0625	1888
57		22	0.200	0.0500	1910
58		23	0.200	0.0500	1934
59		24	0.180	0.0556	1955
60		25	0.080	0.1250	1971
61		26	0.100	0.1000	1992
62		27	0.050	0.2000	2050
63		28	0.050	0.2000	2035
64		29	0.030	0.3333	2095
65		30	0.030	0.3333	2090
66	5	4	0.150	0.0667	1775
67		5	0.100	0.1000	1760
68		6	0.220	0.0455	1745
69		7	0.450	0.0222	1745
70		8	0.550	0.0182	1745
71		9	0.800	0.0125	1747
72		10	0.250	0.0400	1755
73		11	0.300	0.0333	1765
74		12	0.250	0.0400	1770
75		13	0.200	0.0500	1780
76		14	0.700	0.0143	1792
77		15	0.700	0.0143	1798
78		16	0.600	0.0167	1807
79		17	0.500	0.0200	1817
80		18	0.340	0.0294	1832
81		19	0.160	0.0625	1848
82		20	0.280	0.0357	1862
83		21	0.320	0.0313	1882
84		22	0.250	0.0400	1898
85		23	0.200	0.0500	1920
86		24	0.230	0.0435	1940
87		25	0.210	0.0476	1964
88		26	0.200	0.0500	1980
89		27	0.150	0.0667	1990
90		28	0.150	0.0667	2010
91		29	0.050	0.2000	2100
92	6	7	0.120	0.0833	1770
93		8	0.200	0.0500	1760
94		9	0.250	0.0400	1762
95		10	0.320	0.0313	1760
96		11	0.600	0.0167	1760
97		12	0.850	0.0118	1764
98		13	0.850	0.0118	1768



...Continuación (Cuenca La Chiripa).

99		14	0.600	0.0167	1776
100		15	0.250	0.0400	1786
101		16	0.250	0.0400	1800
102		17	0.300	0.0333	1814
103		18	0.400	0.0250	1825
104		19	0.280	0.0357	1840
105		20	0.220	0.0455	1860
106		21	0.220	0.0455	1876
107		22	0.250	0.0400	1894
108		23	0.250	0.0400	1907
109		24	0.200	0.0500	1923
110		25	0.180	0.0556	1938
111		26	0.150	0.0667	1955
112		27	0.100	0.1000	1970
113		28	0.110	0.0909	1985
114		29	0.150	0.0667	1990
115	7	8	-----	-----	1790
116		9	0.100	0.1000	1790
117		10	0.210	0.0476	1780
118		11	0.240	0.0417	1775
119		12	0.250	0.0400	1772
120		13	0.480	0.0208	1774
121		14	0.850	0.0118	1776
122		15	0.550	0.0182	1780
123		16	0.380	0.0263	1790
124		17	0.300	0.0333	1802
125		18	0.250	0.0400	1816
126		19	0.200	0.0500	1830
127		20	0.250	0.0400	1850
128		21	0.220	0.0455	1865
129		22	0.230	0.0435	1878
130		23	0.120	0.0833	1890
131		24	0.150	0.0667	1908
132		25	0.200	0.0500	1920
133		26	0.250	0.0400	1935
134		27	0.250	0.0400	1953
135		28	0.200	0.0500	1960
136		29	0.200	0.0500	1964
137	8	10	0.040	0.2500	1850
138		11	0.050	0.2000	1800
139		12	0.140	0.0714	1795
140		13	0.270	0.0370	1786
141		14	0.400	0.0250	1785
142		15	0.500	0.0200	1786
143		16	0.750	0.0133	1788
144		17	0.500	0.0200	1796
145		18	0.420	0.0238	1807
146		19	0.400	0.0250	1822
147		20	0.200	0.0500	1938
148		21	0.250	0.0400	1852
149		22	0.300	0.0333	1860
150		23	0.260	0.0385	1870
151		24	0.250	0.0400	1883
152		25	0.250	0.0400	1898

...Continuación (Cuenca La Chiripa)

153		26	0.250	0.0400	1911
154		27	0.150	0.0667	1920
155		28	0.300	0.0333	1928
156		29	0.200	0.0500	1932
157	9	12	0.150	0.0667	1848
158		13	0.050	0.2000	1820
159		14	0.160	0.0625	1800
160		15	0.250	0.0400	1800
161		16	0.400	0.0250	1798
162		17	0.400	0.0250	1804
163		18	0.500	0.0200	1806
164		19	0.350	0.0286	1818
165		20	0.320	0.0313	1828
166		21	0.400	0.0250	1837
167		22	0.250	0.0400	1845
168		23	0.300	0.0333	1855
169		24	0.260	0.0385	1868
170		25	0.240	0.0417	1885
171		26	0.200	0.0500	1892
172		27	0.180	0.0556	1901
173		28	0.240	0.0417	1912
174		29	0.200	0.0500	1910
175	10	14	0.500	0.0200	1845
176		15	0.100	0.1000	1835
177		16	0.180	0.0556	1820
178		17	0.250	0.0400	1818
179		18	0.350	0.0286	1817
180		19	0.450	0.0222	1818
181		20	0.700	0.0143	1822
182		21	0.600	0.0167	1828
183		22	0.500	0.0200	1835
184		23	0.260	0.0385	1846
185		24	0.300	0.0333	1857
186		25	0.300	0.0333	1868
187		26	0.260	0.0385	1870
188		27	0.250	0.0400	1867
189		28	0.150	0.0667	1870
190	11	16	0.050	0.2000	1850
191		17	0.180	0.0556	1840
192		18	0.180	0.0556	1838
193		19	0.350	0.0286	1830
194		20	0.600	0.0167	1828
195		21	0.500	0.0200	1832
196		22	0.750	0.0133	1836
197		23	0.850	0.0118	1840
198		24	0.750	0.0133	1846
199		25	0.200	0.0500	1852
200		26	0.340	0.0294	1852
201		27	0.350	0.0286	1850
202		28	0.250	0.0400	1856
203	12	18	-----	-----	1850
204		19	0.150	0.0667	1860
205		20	0.200	0.0500	1850
206		21	0.320	0.0313	1845

...Continuación (Cuenca La Chiripa)

207		22	0.420	0.0238	1845
208		23	0.470	0.0213	1848
209		24	0.300	0.0333	1852
210		25	0.350	0.0286	1856
211		26	0.300	0.0333	1856
212		27	0.400	0.0250	1854
213	13	20	0.050	0.2000	1900
214		21	0.070	0.1429	1860
215		22	0.320	0.0313	1857
216		23	0.460	0.0217	1857
217		24	0.850	0.0118	1864
218		25	0.600	0.0167	1866
219		26	0.350	0.0286	1870
220		27	0.280	0.0357	1866
221	14	22	-----	-----	1882
222		23	0.300	0.0333	1868
223		24	0.750	0.0133	1866
224		25	0.900	0.0111	1870
225		26	0.900	0.0111	1875
226		27	-----	-----	1870
227	15	26	0.120	0.0833	1900
Total: 227-10 *				12.8711	419471
Valor mínimo				0.000	1700
Valor máximo				0.333	2140

\* Se tienen 227 puntos, de los cuales en diez de ellos la pendiente es cero, por lo que se consideraran solamente 217 puntos.

PENDIENTE DE LA CUENCA:  $12.8711/217=$

0.059

CUADRO No. 2

Pendientes y elevaciones en los puntos de intersección de la malla trazada para la cuenca El Charquillo (II). Intervalo entre curvas: 10 metros = 0.01 kms.

Intersección	Coordenadas		Distancia mínima (km)	Pendiente S	Elevación msnm
	X	Y			
1	2	6	0.450	0.0222	1705
2		7	0.150	0.0667	1730
3		8	-----	-----	1780
4	3	5	0.300	0.0333	1718
5		6	0.300	0.0333	1740
6		7	0.500	0.0200	1726
7		8	0.600	0.0167	1734
8		9	0.200	0.0500	1752
9		10	0.200	0.0500	1790
10	4	0	-----	-----	1710
11		1	0.150	0.0667	1680
12		3	0.100	0.1000	1710
13		6	0.050	0.2000	1780
14		7	0.180	0.0556	1765
15		8	0.350	0.0286	1762
16		9	0.350	0.0286	1758
17		10	0.300	0.0333	1760
18		11	0.170	0.0588	1790
19		12	-----	-----	1850
20	5	1	0.400	0.0250	1670
21		2	0.450	0.0222	1688
22		3	0.180	0.0556	1730
23		4	0.250	0.0400	1748
24		6	0.150	0.0667	1798
25		7	0.050	0.2000	1825
26		8	0.200	0.0500	1800
27		9	0.150	0.0667	1795
28		10	0.250	0.0400	1775
29		11	1.550	0.0065	1768
30		12	0.250	0.0400	1785
31		13	0.100	0.1000	1810
32		14	-----	-----	1850
33	6	1	0.300	0.0333	1685
34		2	0.300	0.0333	1705
35		3	0.300	0.0333	1735
36		4	0.150	0.0667	1780
37		5	0.700	0.0143	1768
38		6	0.100	0.1000	1805
39		7	0.050	0.2000	1880
40		8	0.050	0.2000	1850
41		9	0.100	0.1000	1870
42		10	0.200	0.0500	1818
43		11	0.300	0.0333	1795
44		12	0.900	0.0111	1776
45		13	0.800	0.0125	1774

...Continuación (Cuenca El Charquillo).

46		14	0.360	0.0278	1785
47		15	0.200	0.0500	1812
48		16	0.050	0.2000	1865
49	7	2	0.250	0.0400	1728
50		3	0.300	0.0333	1745
51		4	0.300	0.0333	1760
52		5	0.350	0.0286	1772
53		6	0.800	0.0125	1802
54		7	0.550	0.0182	1805
55		8	0.650	0.0154	1805
56		9	0.250	0.0400	1800
57		10	0.200	0.0500	1798
58		11	0.100	0.1000	1790
59		12	0.250	0.0400	1812
60		13	2.150	0.0047	1775
61		14	2.050	0.0049	1775
62		15	0.450	0.0222	1778
63		16	0.200	0.0500	1796
64		17	0.100	0.1000	1842
65		18	0.450	0.0222	1875
66	8	3	0.050	0.2000	1800
67		4	0.250	0.0400	1796
68		5	0.200	0.0500	1812
69		6	0.100	0.1000	1820
70		7	0.150	0.0667	1830
71		8	0.300	0.0333	1834
72		9	0.320	0.0313	1818
73		10	0.480	0.0208	1804
74		11	0.700	0.0143	1786
75		12	2.900	0.0034	1775
76		13	2.900	0.0034	1775
77		14	2.900	0.0034	1775
78		15	-----	-----	1765
79		16	0.720	0.0139	1775
80		17	0.250	0.0400	1790
81		18	0.150	0.0667	1810
82		19	0.100	0.1000	1830
83		20	0.100	0.1000	1860
84		21	0.050	0.2000	1900
85		22	0.050	0.2000	1885
86		23	0.050	0.2000	1890
87		24	-----	-----	1870
88	9	4	0.030	0.3333	1840
89		5	0.020	0.5000	1900
90		6	0.040	0.2500	1890
91		7	0.160	0.0625	1885
92		8	0.180	0.0556	1880
93		9	0.200	0.0500	1860
94		10	0.140	0.0714	1835
95		11	0.200	0.0500	1820
96		12	0.300	0.0333	1795
97		13	0.340	0.0294	1782
98		14	1.600	0.0062	1775
99		15	2.000	0.0050	1775

...Continuación (Cuenca El Charquillo)

100		16	1.500	0.0067	1775
101		17	1.060	0.0094	1784
102		18	0.350	0.0286	1790
103		19	0.600	0.0167	1806
104		20	1.150	0.0087	1815
105		21	0.900	0.0111	1825
106		22	1.250	0.0080	1835
107		23	1.500	0.0067	1840
108		24	3.050	0.0033	1836
109		25	1.600	0.0062	1844
110		26	1.600	0.0062	1848
111		27	1.000	0.0100	1857
112		28	0.800	0.0125	1868
113		29	0.700	0.0143	1880
114		30	0.500	0.0200	1902
115		31	0.350	0.0286	1918
116	10	5	0.050	0.2000	1885
117		6	0.050	0.2000	1960
118		7	0.030	0.3333	1960
119		8	0.050	0.2000	1960
120		9	0.050	0.2000	1940
121		10	0.200	0.0500	1878
122		11	0.150	0.0667	1860
123		12	0.220	0.0455	1830
124		13	0.250	0.0400	1808
125		14	0.300	0.0333	1784
126		15	2.150	0.0047	1775
127		16	1.650	0.0061	1778
128		17	0.560	0.0179	1788
129		18	0.550	0.0182	1805
130		19	0.550	0.0182	1820
131		20	0.600	0.0167	1827
132		21	0.350	0.0286	1840
133		22	0.350	0.0286	1853
134		23	0.400	0.0250	1856
135		24	0.400	0.0250	1854
136		25	0.400	0.0250	1853
137		26	0.250	0.0400	1857
138		27	0.250	0.0400	1870
139		28	0.280	0.0357	1880
140		29	0.300	0.0333	1888
141		30	0.350	0.0286	1904
142		31	0.200	0.0500	1921
143		32	0.300	0.0333	1938
144		33	0.700	0.0143	1946
145	11	6	-----	-----	1995
146		10	0.020	0.5000	1950
147		11	0.050	0.2000	1915
148		12	0.100	0.1000	1865
149		13	0.200	0.0500	1840
150		14	0.250	0.0400	1810
151		15	0.250	0.0400	1792
152		16	0.250	0.0400	1790
153		17	0.400	0.0250	1805

...Continuación (Cuenca El Charquillo)

154		18	0.400	0.0250	1822
155		19	0.300	0.0333	1838
156		20	0.300	0.0333	1850
157		21	0.280	0.0357	1868
158		22	0.250	0.0400	1890
159		23	0.280	0.0357	1892
160		24	0.250	0.0400	1885
161		25	0.250	0.0400	1880
162		26	0.200	0.0500	1890
163		27	0.200	0.0500	1910
164		28	0.250	0.0400	1918
165		29	0.220	0.0455	1921
166		30	0.250	0.0400	1938
167		31	0.200	0.0500	1962
168		32	0.250	0.0400	1978
169		33	0.300	0.0333	1978
170		34	0.300	0.0333	1972
171	12	11	0.020	0.5000	1960
172		12	0.050	0.2000	1950
173		13	0.050	0.2000	1920
174		14	0.100	0.1000	1878
175		15	0.150	0.0667	1840
176		16	0.160	0.0625	1828
177		17	0.200	0.0500	1832
178		18	0.260	0.0385	1855
179		19	0.150	0.0667	1870
180		20	0.250	0.0400	1885
181		21	0.250	0.0400	1905
182		22	0.160	0.0625	1926
183		23	0.300	0.0333	1932
184		24	0.260	0.0385	1921
185		25	0.220	0.0455	1918
186		26	0.200	0.0500	1935
187		27	0.200	0.0500	1960
188		28	0.160	0.0625	1960
189		29	0.120	0.0833	1970
190		30	0.200	0.0500	1985
191		31	0.160	0.0625	2010
192		32	0.250	0.0400	2020
193		33	0.250	0.0400	2014
194		34	0.160	0.0625	2020
195		35	0.170	0.0588	2035
196		36	0.110	0.0909	2075
197	13	15	0.040	0.2500	1960
198		16	0.050	0.2000	1920
199		17	0.120	0.0833	1888
200		18	0.200	0.0500	1890
201		19	0.250	0.0400	1916
202		20	0.250	0.0400	1930
203		21	0.350	0.0286	1932
204		22	0.250	0.0400	1962
205		23	0.200	0.0500	1970
206		24	0.220	0.0455	1955
207		25	0.150	0.0667	1965

...Continuación (Cuenca El Charquillo)

208		26	0.150	0.0667	1990
209		27	0.100	0.1000	2010
210		28	0.140	0.0714	2020
211		29	0.100	0.1000	2045
212		30	0.110	0.0909	2060
213		31	0.100	0.1000	2065
214		32	0.140	0.0714	2080
215		33	0.050	0.2000	2100
216		34	0.030	0.3333	2120
217		35	0.150	0.0667	2108
218	14	18	-----	-----	2010
219		20	0.050	0.2000	1990
220		21	0.060	0.1667	2010
221		22	0.050	0.2000	2045
222		23	0.030	0.3333	2025
223		24	0.050	0.2000	2100
224		25	0.040	0.2500	2080
225		26	0.100	0.1000	2048
226		27	0.250	0.0400	2095
227		28	0.120	0.0833	2100
228		29	0.050	0.2000	2150
229		30	0.030	0.3333	2170
230		31	0.020	0.5000	2180
231		32	0.020	0.5000	2170
232		33	0.050	0.2000	2140
233		34	0.250	0.0400	2185
234		35	0.060	0.1667	2200
235	15	20	0.050	0.2000	2020
236		21	0.050	0.2000	2050
237		22	0.100	0.1000	2085
238		23	0.040	0.2500	2090
239		24	0.080	0.1250	2160
240		25	0.050	0.2000	2185
241		26	0.020	0.5000	2170
242		27	0.020	0.5000	2220
243		28	0.050	0.2000	2220
244		29	0.070	0.1429	2310
245		30	-----	-----	2350
246		31	0.040	0.2500	2310
247		32	0.060	0.1667	2270
248		33	0.050	0.2000	2290
249		34	0.150	0.0667	2265
250	16	20	0.050	0.2000	2070
251		21	0.050	0.2000	2105
252		22	0.070	0.1429	2145
253		23	0.060	0.1667	2125
254		24	0.030	0.3333	2165
255		25	0.030	0.3333	2200
256		26	0.050	0.2000	2200
257		27	0.100	0.1000	2270
258		28	0.050	0.2000	2270
259		29	0.050	0.2000	2275
260		30	0.120	0.0833	2278
261		31	0.200	0.0500	2285



...Continuación (Cuenca El Charquillo)

262		32	0.100	0.1000	2280
263		33	0.150	0.0667	2285
264		34	0.100	0.1000	2260
265	17	20	0.050	0.2000	2150
266		21	0.140	0.0714	2184
267		22	0.120	0.0833	2205
268		23	0.050	0.2000	2235
269		24	0.100	0.1000	2200
270		28	-----	-----	2250
271		29	0.180	0.0556	2265
272		30	0.050	0.2000	2260
273		31	-----	-----	2250
274		32	0.300	0.0333	2264
275	18	20	0.050	0.2000	2250
276		21	0.040	0.2500	2200
277		22	0.060	0.1667	2275
278		23	0.100	0.1000	2222
279		24	0.030	0.3333	2210
280	19	20	0.050	0.2000	2300
281		21	0.050	0.2000	2340
282		22	0.050	0.2000	2350
Total: 282-11 *				25.780	542431
Valor mínimo				0.000	1765
Valor máximo				0.500	2180

\* Se tienen 282 puntos, de los cuales en once de ellos la pendiente es cero, por lo que se consideraran solamente 271 puntos.

PENDIENTE DE LA CUENCA: $25.980/282=$	0.091
---------------------------------------	-------

CUADRO No. 3

Pendientes y elevaciones en los puntos de intersección de la malla trazada para la cuenca San Fco.de los Desmontes

Intervalo entre curvas: 10 metros = 0.01 kms.

Intersección	Coordenadas		Distancia mínima (km)	Pendiente S	Elevación msnm
	x	y			
1	0	3	0.050	0.2000	1998
2		4	-----	-----	2000
3	1	2	0.150	0.0667	1970
4		3	0.100	0.1000	1980
5		4	0.050	0.2000	1955
6		5	0.100	0.1000	1964
7		6	0.050	0.2000	1965
8		7	0.050	0.2000	2000
9	2	2	0.200	0.0500	1950
10		3	0.100	0.1000	1958
11		4	0.050	0.2000	1960
12		5	0.020	0.5000	1950
13		6	0.320	0.0313	1930
14		7	0.100	0.1000	1930
15		8	0.150	0.0667	1948
16		9	0.100	0.1000	1964
17	3	1	0.150	0.0667	1930
18		2	0.300	0.0333	1932
19		3	0.200	0.0500	1930
20		4	0.100	0.1000	1930
21		5	0.050	0.2000	1920
22		6	0.050	0.2000	1930
23		7	0.050	0.2000	1940
24		8	0.100	0.1000	1945
25		9	0.200	0.0500	1950
26		10	0.350	0.0286	1954
27		11	0.200	0.0500	1955
28		12	0.100	0.1000	2000
29	4	1	0.050	0.2000	1970
30		2	0.100	0.1000	1935
31		3	0.200	0.0500	1906
32		4	0.200	0.0500	1900
33		5	0.250	0.0400	1888
34		6	0.050	0.2000	1920
35		7	0.100	0.1000	1940
36		8	0.050	0.2000	1980
37		9	0.100	0.1000	1965
38		10	0.250	0.0400	1952
39		11	0.200	0.0500	1935
40		12	0.600	0.0167	1948
41		13	0.100	0.1000	1965
42		14	0.050	0.2000	1990
43		15	0.050	0.2000	2020
44		16	0.050	0.2000	2020
45		17	0.150	0.0667	2005

...Continuación (Cuenca San Fco. de los Desmontes).

46		18	0.100	0.1000	2000
47		19	0.150	0.0667	2000
48	5	1	-----	-----	1970
49		2	0.010	1.0000	1950
50		3	0.120	0.0833	1900
51		4	0.250	0.0400	1880
52		5	0.100	0.1000	1874
53		6	0.150	0.0667	1885
54		7	0.150	0.0667	1895
55		8	0.100	0.1000	1910
56		9	0.150	0.0667	1920
57		10	0.050	0.2000	1960
58		11	0.150	0.0667	1935
59		12	0.200	0.0500	1950
60		13	0.300	0.0333	1962
61		14	0.250	0.0400	1975
62		15	0.400	0.0250	1988
63		16	0.300	0.0333	1995
64		17	0.280	0.0357	2000
65		18	0.200	0.0500	2000
66		19	0.150	0.0667	2002
67	6	2	0.020	0.5000	1940
68		3	0.030	0.3333	1950
69		4	0.100	0.1000	1870
70		5	0.300	0.0333	1855
71		6	0.300	0.0333	1868
72		7	0.150	0.0667	1882
73		8	0.200	0.0500	1894
74		9	0.350	0.0286	1905
75		10	0.300	0.0333	1920
76		11	0.200	0.0500	1930
77		12	0.250	0.0400	1945
78		13	0.300	0.0333	1965
79		14	0.300	0.0333	1984
80		15	0.200	0.0500	2000
81		16	0.150	0.0667	2010
82		17	0.150	0.0667	2024
83		18	0.150	0.0667	2032
84		19	0.150	0.0667	2040
85	7	3	0.020	0.5000	1890
86		4	0.100	0.1000	1852
87		5	0.050	0.2000	1860
88		6	0.040	0.2500	1910
89		7	0.100	0.1000	1910
90		8	0.150	0.0667	1912
91		9	0.200	0.0500	1918
92		10	0.150	0.0667	1932
93		11	0.150	0.0667	1948
94		12	0.150	0.0667	1965
95		13	0.100	0.1000	1980
96		14	0.150	0.0667	2000
97		15	0.150	0.0667	2015
98		16	0.170	0.0588	2034
99		17	0.200	0.0500	2048

...Continuación (Cuenca San Fco. de los Desmontes).

100		18	0.150	0.0667	2062
101		19	0.120	0.0833	2070
102	8	5	0.050	0.2000	1865
103		6	0.050	0.2000	1895
104		7	0.050	0.2000	1990
105		8	0.050	0.2000	1950
106		9	0.150	0.0667	1945
107		10	0.100	0.1000	1965
108		11	0.100	0.1000	1980
109		12	0.100	0.1000	1995
110		13	0.170	0.0588	2008
111		14	0.120	0.0833	2035
112		15	0.100	0.1000	2050
113		16	0.100	0.1000	2070
114		17	0.150	0.0667	2078
115		18	0.100	0.1000	2096
116		19	0.150	0.0667	2110
117	9	9	0.100	0.1000	1980
118		10	0.050	0.2000	2030
119		11	0.050	0.2000	3035
120		12	0.070	0.1429	3045
121		13	0.050	0.2000	2050
122		14	0.050	0.2000	2070
123		15	0.100	0.1000	2092
124		16	0.100	0.1000	2120
125		17	0.050	0.2000	2125
126		18	0.100	0.1000	2135
127		19	0.100	0.1000	2140
128	10	12	0.020	0.5000	2120
129		13	0.020	0.5000	2100
130		14	0.040	0.2500	2130
131		15	0.050	0.2000	2150
132		16	0.030	0.3333	2190
133		17	0.040	0.2500	2220
134		18	0.050	0.2000	2190
135		19	0.080	0.1250	2190
136	11	17	-----	-----	2260
137		18	0.050	0.2000	2290
138		19	0.050	0.2000	2230
139	12	19	-----	-----	2280
Total: 139-4 *				17.351	276172
Valor mínimo				0.000	0
Valor máximo				25.780	542431

\* Se tienen 139 puntos, de los cuales en cuatro de ellos la pendiente es cero, por lo que se consideraran solamente 135 puntos.

PENDIENTE DE LA CUENCA: $17.325/135=$	0.129
---------------------------------------	-------

Cuadro No. 4  
Análisis estadístico de las pendientes de la cuenca  
"La Chiripa"

1	2	3	4	5
S (intervalo de clasificación)	n	n/227	n/227 (%)	n/227 (%) acumulado
0.3300	4	0.0176	1.76	1.76
0.3200	0	0.0000	0.00	1.76
0.3100	0	0.0000	0.00	1.76
0.3000	0	0.0000	0.00	1.76
0.2900	0	0.0000	0.00	1.76
0.2800	0	0.0000	0.00	1.76
0.2700	0	0.0000	0.00	1.76
0.2600	0	0.0000	0.00	1.76
0.2500	4	0.0176	1.76	3.52
0.2400	0	0.0000	0.00	3.52
0.2300	0	0.0000	0.00	3.52
0.2200	0	0.0000	0.00	3.52
0.2100	0	0.0000	0.00	3.52
0.2000	12	0.0529	5.29	8.81
0.1900	0	0.0000	0.00	8.81
0.1800	0	0.0000	0.00	8.81
0.1700	2	0.0088	0.88	9.69
0.1600	0	0.0000	0.00	9.69
0.1500	0	0.0000	0.00	9.69
0.1400	2	0.0088	0.88	10.57
0.1300	1	0.0044	0.44	11.01
0.1200	0	0.0000	0.00	11.01
0.1100	0	0.0000	0.00	11.01
0.1000	7	0.0308	3.08	14.09
0.0900	1	0.0044	0.44	14.53
0.0800	4	0.0176	1.76	16.30
0.0700	11	0.0485	4.85	21.14
0.0600	10	0.0441	4.41	25.55
0.0500	26	0.1145	11.45	37.00
0.0400	39	0.1718	17.18	54.18
0.0300	42	0.1850	18.50	72.68
0.0200	34	0.1498	14.98	87.66
0.0100	18	0.0793	7.93	95.59
0.0000	10	0.0441	4.41	100.00
<b>SUMA</b>	<b>227</b>	<b>1.0000</b>	<b>100.00</b>	

Cuadro No. 5  
Análisis estadístico de las pendientes de la cuenca  
"El Charquillo"

1	2	3	4	5
0.5000	7	0.0248	2.48	2.48
0.4900	0	0.0000	0.00	2.48
0.4800	0	0.0000	0.00	2.48
0.4700	0	0.0000	0.00	2.48
0.4600	0	0.0000	0.00	2.48
0.4500	0	0.0000	0.00	2.48
0.4400	0	0.0000	0.00	2.48
0.4300	0	0.0000	0.00	2.48
0.4200	0	0.0000	0.00	2.48
0.4100	0	0.0000	0.00	2.48
0.4000	0	0.0000	0.00	2.48
0.3900	0	0.0000	0.00	2.48
0.3800	0	0.0000	0.00	2.48
0.3700	0	0.0000	0.00	2.48
0.3600	0	0.0000	0.00	2.48
0.3500	0	0.0000	0.00	2.48
0.3400	0	0.0000	0.00	2.48
0.3300	8	0.0284	2.84	5.32
0.3200	0	0.0000	0.00	5.32
0.3100	0	0.0000	0.00	5.32
0.3000	0	0.0000	0.00	5.32
0.2900	0	0.0000	0.00	5.32
0.2800	0	0.0000	0.00	5.32
0.2700	0	0.0000	0.00	5.32
0.2600	0	0.0000	0.00	5.32
0.2500	6	0.0213	2.13	7.44
0.2400	0	0.0000	0.00	7.44
0.2300	0	0.0000	0.00	7.44
0.2200	0	0.0000	0.00	7.44
0.2100	0	0.0000	0.00	7.44
0.2000	40	0.1418	14.18	21.63
0.1900	0	0.0000	0.00	21.63
0.1800	0	0.0000	0.00	21.63
0.1700	5	0.0177	1.77	23.40
0.1600	0	0.0000	0.00	23.40
0.1500	0	0.0000	0.00	23.40
0.1400	2	0.0071	0.71	24.11
0.1300	1	0.0035	0.35	24.47
0.1200	0	0.0000	0.00	24.47
0.1100	0	0.0000	0.00	24.47
0.1000	21	0.0745	7.45	31.91
0.0900	2	0.0071	0.71	32.62
0.0800	5	0.0177	1.77	34.39
0.0700	19	0.0674	6.74	41.13
0.0600	12	0.0426	4.26	45.39
0.0500	27	0.0957	9.57	54.96
0.0400	34	0.1206	12.06	67.02
0.0300	38	0.1348	13.48	80.49

...Continuación del cuadro anterior (Cuenca El Charquillo).

0.0200	15	0.0532	5.32	85.81
0.0100	22	0.0780	7.80	93.61
0.0050	7	0.0248	2.48	96.10
0.0000	11	0.0390	3.90	100.00
282		1.0000	100.00	

Cuadro No. 6  
Análisis estadístico de las pendientes de la cuenca  
"San Francisco de los Desmontes"

1	2	3	4	5
1.0000	1	0.0072	0.72	0.72
0.5000	5	0.0360	3.60	4.32
0.4900	0	0.0000	0.00	4.32
0.4800	0	0.0000	0.00	4.32
0.4700	0	0.0000	0.00	4.32
0.4600	0	0.0000	0.00	4.32
0.4500	0	0.0000	0.00	4.32
0.4400	0	0.0000	0.00	4.32
0.4300	0	0.0000	0.00	4.32
0.4200	0	0.0000	0.00	4.32
0.4100	0	0.0000	0.00	4.32
0.4000	0	0.0000	0.00	4.32
0.3900	0	0.0000	0.00	4.32
0.3800	0	0.0000	0.00	4.32
0.3700	0	0.0000	0.00	4.32
0.3600	0	0.0000	0.00	4.32
0.3500	0	0.0000	0.00	4.32
0.3400	0	0.0000	0.00	4.32
0.3300	2	0.0144	1.44	5.76
0.3200	0	0.0000	0.00	5.76
0.3100	0	0.0000	0.00	5.76
0.3000	0	0.0000	0.00	5.76
0.2900	0	0.0000	0.00	5.76
0.2800	0	0.0000	0.00	5.76
0.2700	0	0.0000	0.00	5.76
0.2600	0	0.0000	0.00	5.76
0.2500	3	0.0216	2.16	7.91
0.2400	0	0.0000	0.00	7.91
0.2300	0	0.0000	0.00	7.91
0.2200	0	0.0000	0.00	7.91
0.2100	0	0.0000	0.00	7.91
0.2000	29	0.2086	20.86	28.78
0.1900	0	0.0000	0.00	28.78
0.1800	0	0.0000	0.00	28.78

...Continuación del cuadro anterior (cuenca Sn Fco.)

0.1700	0	0.0000	0.00	28.78
0.1600	0	0.0000	0.00	28.78
0.1500	0	0.0000	0.00	28.78
0.1400	1	0.0072	0.72	29.50
0.1300	1	0.0072	0.72	30.22
0.1200	0	0.0000	0.00	30.22
0.1100	0	0.0000	0.00	30.22
0.1000	30	0.2158	21.58	51.80
0.0900	0	0.0000	0.00	51.80
0.0800	3	0.0216	2.16	53.96
0.0700	25	0.1799	17.99	71.94
0.0600	2	0.0144	1.44	73.38
0.0500	14	0.1007	10.07	83.45
0.0400	6	0.0432	4.32	87.77
0.0300	12	0.0863	8.63	96.40
0.0200	1	0.0072	0.72	97.12
0.0100	0	0.0000	0.00	97.12
0.0000	4	0.0288	2.88	100.00
SUMA	139	1.0000	100.00	



Cuadro No. 7  
Relación área-elevación de la cuenca "La Chiripa".

Elevación (msnm)	n	n/227	n/227 (%)	n/227 (%) acumulado
2150	1	0.0044	0.44	0.44
2100	4	0.0176	1.76	2.20
2050	4	0.0176	1.76	3.96
2000	12	0.0529	5.29	9.25
1950	18	0.0793	7.93	17.18
1900	28	0.1233	12.33	29.51
1850	67	0.2952	29.52	59.03
1800	40	0.1762	17.62	76.65
1750	38	0.1674	16.74	93.39
1700	15	0.0661	6.61	100.00
<b>SUMA</b>	<b>227</b>	<b>1.0000</b>	<b>100.00</b>	

Cuadro No. 8  
Relación área-elevación de la cuenca "El Charquillo".

Elevación (msnm)	n	n/282	n/282 (%)	n/282 (%) acumulado
2350	3	0.0106	1.06	1.06
2300	8	0.0284	2.84	3.90
2250	14	0.0496	4.96	8.86
2200	14	0.0496	4.96	13.83
2150	9	0.0319	3.19	17.02
2100	12	0.0426	4.26	21.27
2050	9	0.0319	3.19	24.46
2000	16	0.0567	5.67	30.14
1950	25	0.0887	8.87	39.00
1900	36	0.1277	12.77	51.77
1850	42	0.1489	14.89	66.66
1800	54	0.1915	19.15	85.81
1750	31	0.1099	10.99	96.80
1700	9	0.0319	3.19	100.00
<b>SUMA</b>	<b>282</b>	<b>1.0000</b>	<b>100.00</b>	

Cuadro No. 9  
Relación área-elevación de la cuenca "San Francisco de  
los Desmontes"

Elevación (msnm)	n	n/139	n/139 (%)	(%) acumulado
3050	2	0.0144	1.44	1.44
3000	0	0.0000	0.00	1.44
2950	0	0.0000	0.00	1.44
2900	0	0.0000	0.00	1.44
2850	0	0.0000	0.00	1.44
2800	0	0.0000	0.00	1.44
2750	0	0.0000	0.00	1.44
2700	0	0.0000	0.00	1.44
2650	0	0.0000	0.00	1.44
2600	0	0.0000	0.00	1.44
2550	0	0.0000	0.00	1.44
2500	0	0.0000	0.00	1.44
2450	0	0.0000	0.00	1.44
2400	0	0.0000	0.00	1.44
2350	0	0.0000	0.00	1.44
2300	2	0.0144	1.44	2.88
2250	2	0.0144	1.44	4.32
2200	4	0.0288	2.88	7.20
2150	4	0.0288	2.88	10.07
2100	8	0.0576	5.76	15.83
2050	12	0.0863	8.63	24.46
2000	29	0.2086	20.86	45.32
1950	48	0.3453	34.53	79.86
1900	21	0.1511	15.11	94.97
1850	7	0.0504	5.04	100.00
	139	1.0000	100.00	

## Cuadro No. 10

## CALCULO DEL ESCURRIMIENTO PROMEDIO PONDERADO PARA LAS 4 ZONAS DE LA CUENCA "LA CHIRIPA."

ZONA	AREA (Has)	USO DEL SUELO	CONDICION HIDROLOGICA	GRUPO DE SUELO	CN	CAH	CN*	S	P (mm)	Q (mm)	QA	Qmed (mm)	Q total escurrido miles de m <sup>3</sup>	
I														
	138.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.120	3742.560			
	784.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.020	18831.680			
SUMAS	922.000											22574.240	24.484 225.742	
II														
	64.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.120	1735.680			
	578.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.020	13883.560			
SUMAS	642.000											15619.240	24.329 156.192	
III														
	74.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.120	2006.880			
	666.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.020	15997.320			
SUMAS	740.000											18004.200	24.330 180.042	
IV														
	999.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.120	27092.880			
	1713.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.020	41146.260			
	143.000	Pastizal Nat	Regular	C	79	II	79	67.520	54.00	15.180	2170.740			
SUMAS	2855.000											70409.880	24.662 704.099	
												TOTAL PARA LA CUENCA =		1266.076

## CALCULO DEL ESCURRIMIENTO PROMEDIO PONDERADO PARA LAS 28 ZONAS DE LA CUENCA "EL CHARQUILLO."

I													
	223.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.120	6047.760		
	535.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.020	12850.700		
	134.00	Pastizal Nat	Regular	C	79	II	79	67.520	54.00	15.180	2034.120		
SUMAS	892.000											20932.580	23.467 209.326
II													
	117.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	3172.884		
	621.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	14913.674		
	39.00	Pastizal Nat	Regular	D	84	II	84	48.381	54.00	21.192	826.488		
SUMAS	777.000											18913.046	24.341 189.130
III													
	214.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	5803.395		
	749.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	17987.668		
	91.00	Pastizal nat	Regular	C	79	II	79	67.519	54.00	15.183	1381.609		
	16.00	Pastizal nat	Regular	D	84	II	84	48.381	54.00	21.192	339.072		
SUMAS	1070.000											25511.744	23.843 255.117

IV													
	645.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	15490.048		
	277.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	7511.871		
SUMAS	922.000										23001.918	24.948	230.019
V													
	1030.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	27932.227		
	258.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	6196.019		
SUMAS	1288.000										34128.246	26.497	341.282
VI													
	53.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	1437.289		
	482.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	11575.508		
SUMAS	535.000										13012.798	24.323	130.128
VII													
	46.00	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	1247.459		
	640.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	15369.970		
	205.00	Pastizal nat	Regular	C	79	II	79	67.519	54.00	15.183	3112.416		
	23.00	Pastizal nat	Regular	D	84	II	84	48.381	54.00	21.192	487.416		
SUMAS	914.000										20217.260	22.120	202.173
VIII													
	167.000	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	4528.817		
	389.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	9342.060		
SUMA	556.000										13870.877	24.948	138.709
IX													
	225.000	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	6101.700		
	338.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	8117.265		
SUMA	563.000										14218.965	25.256	142.190
X													
	70.000	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	1898.307		
	253.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	6075.941		
	28.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.09	54.00	34.300	960.400		
SUMA	351.000										8934.648	25.455	89.346
XI													
	513.000	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	13911.876		
	420.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	10086.543		
SUMA	933.000										23998.419	25.722	239.984
XII													
	327.000	Agricultura de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	8867.804		
	914.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	21950.238		
	229.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	54.00	34.302	7855.240		
	147.000	Pastizal nat	Regular	C	79	II	79	67.52	54.00	15.180	2231.460		
	16.000	Pastizal nat	Regular	D	84	II	84	48.38	54.00	21.190	339.040		
SUMA	1633.000										41243.782	25.256	412.438

XIII										
	Agricultura									
803.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	21776.290
722.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	17339.247
80.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	54.00	34.302	2744.160
SUMA	1605.000								41859.697	26.081 418.597
XIV										
	Agricultura									
166.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	54.00	27.119	4501.699
664.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	54.00	24.016	15946.344
SUMA	830.000								20448.042	24.636 204.480
XV										
	Agricultura									
63.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	1504.089
254.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	5324.069
SUMA	317.000								6828.158	21.540 68.282
XVI										
	Agricultura									
1259.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	30057.901
222.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	4653.320
SUMA	1481.000								34711.221	23.438 347.112
XVII										
	Agricultura									
237.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	5658.239
356.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	7462.081
SUMA	593.000								13120.320	22.125 131.203
XVIII										
	Agricultura									
104.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	2482.940
313.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	6560.763
SUMA	417.000								9043.703	21.688 90.437
XIX										
	Agricultura									
47.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	1122.098
403.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	8447.244
21.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	644.799
SUMA	471.000								10214.141	21.686 102.141
XX										
	Agricultura									
137.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	3270.796
779.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	16328.543
SUMA	916.000								19599.339	21.397 195.993
XXI										
	Agricultura									
33.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	787.856
280.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	5869.053
14.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	429.866
SUMA	327.000								7086.775	21.672 70.868

<b>XXII</b>											
	Agricultura										
136.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	3246.922	
732.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	15343.381	
39.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	1197.484	
<b>SUMA</b>	<b>907.000</b>									<b>19787.786</b>	<b>21.817 197.878</b>
<b>XXIII</b>											
	Agricultura										
124.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	2960.429	
1119.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	23455.250	
<b>SUMA</b>	<b>1243.000</b>									<b>26415.679</b>	<b>21.252 264.157</b>
<b>XXIV</b>											
	Agricultura										
110.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	2626.187	
331.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	6938.059	
<b>SUMA</b>	<b>441.000</b>									<b>9564.246</b>	<b>21.688 95.642</b>
<b>XXV</b>											
	Agricultura										
222.000	de Temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	5300.122	
883.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	18508.477	
378.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	11606.490	
<b>SUMA</b>	<b>1483.000</b>									<b>35415.089</b>	<b>23.881 354.151</b>
<b>XXVI</b>											
	Agricultura										
15.000	de Temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	358.116	
477.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	9998.351	
<b>SUMA</b>	<b>492.000</b>									<b>10356.467</b>	<b>21.050 103.565</b>
<b>XXVII</b>											
	Agricultura										
71.000	de temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	1695.084	
639.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	13394.017	
<b>SUMA</b>	<b>710.000</b>									<b>15089.101</b>	<b>21.252 150.891</b>
<b>XXVIII</b>											
	Agricultura										
230.000	de Temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	5491.118	
1265.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	26515.542	
39.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	1197.484	
<b>SUMA</b>	<b>1534.000</b>									<b>33204.143</b>	<b>21.645 332.041</b>
										<b>TOTAL PARA LA CUENCA = 5707.282</b>	

**CALCULO DEL ESCURRIMIENTO PROMEDIO PONDERADO PARA LAS 3 ZONAS DE LA CUENCA  
"SAN FRANCISCO DE LOS DESMONTES".**

<b>I</b>											
	Agricultura										
81.000	de Temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	1933.828	
322.000	de Temporal	Mala	D	91	II	91	25.121	50.00	28.858	9292.157	
363.000	Matorral	Mala	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	7608.808	
242.000	Matorral	Mala	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	7430.539	
<b>SUMA</b>	<b>1008.000</b>									<b>26265.332</b>	<b>26.057 262.653</b>

II											
	Agricultura										
389.000	de Temporal	Mala	C	88	II	88	34.636	50.00	23.874	9287.151	
285.000	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	5973.857	
191.000	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	5864.599	
<b>SUMA</b>	<b>865.000</b>								<b>21125.608</b>	<b>24.423</b>	<b>211.256</b>

III											
	Agricultura										
447.00	de temporal	Mala	D	91	II	91	25.121	50.00	28.858	12899.361	
460.00	Matorral	Regular	C	86	II	86	41.349	50.00	20.961	9642.015	
307.00	Matorral	Regular	D	92	II	92	22.087	50.00	30.705	9426.345	
64.00	Pastizal nat	Regular	C	79	II	79	67.520	50.00	12.810	819.840	
<b>SUMA</b>	<b>1278.000</b>								<b>32787.561</b>	<b>25.655</b>	<b>327.876</b>

TOTAL PARA LA CUENCA = 801.785



