

REPUBLICA DE BOLIVIA

IICA-CIDIA

09 JUN 1982

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

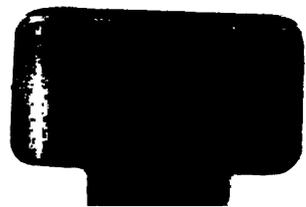
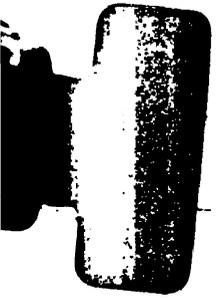
AGRINTER-AGRI

# IDENTIFICACION DE PROYECTOS ESPECIFICOS DE RIEGO

CONVENIO MACA-IICA  
COOPERACION TECNICA BID ATN/TF(SP)1583-BO

Volumen I  
Tomo IV

La Paz, 1981



REPUBLICA DE BOLIVIA

IICA-CIBIA  
0 9 30 1101

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

IICA  
P12  
10  
U1  
T.4.

# IDENTIFICACION DE PROYECTOS ESPECIFICOS DE RIEGO

CONVENIO MACA-IICA  
COOPERACION TECNICA BID ATN/TF(SP)1583-BO

Volumen  
Tomo

La Paz, 1981

00007486

# CONTENIDO

## Página

### CAPITULO I - ASPECTOS GENERALES

1.	ASPECTOS GENERALES	1
1.1	Localización Geográfica	1
1.2	Extensión y Provincias que Comprende	1
1.2.1	Extensión	1
1.2.2	Provincias que Comprende la Vertiente del Amazonas	1

### CAPITULO II - ASPECTOS FISICOS

2.	ASPECTOS FISICOS	3
2.1	Hidrología	3
2.1.1	Finalidad y Alcances del Estudio	3
2.1.2	La Cuenca Hidrográfica	4
2.1.3	Información Disponible	5
2.1.4	Análisis de la Información Disponible	7
2.1.5	Información Meteorológica Disponible	52
2.2	Geología	53
2.2.1	Regiones Morfológicas	53
2.2.2	Geomorfología	58
2.2.3	Estratigrafía y Estructura	60
2.2.4	Geotécnia	68
2.2.5	Hidrogeología	69
2.2.6	Proyecto B0L/78/005. Desarrollo Agrícola por Riego (FAO-MACA)	79
2.2.7	Abapó Izozog	81
2.3	Suelos	83
2.3.1	Introducción	83
2.3.2	Metodología y Criterios Determinantes	84
2.3.3	Características Geomorfológicas de la Vertiente del Amazonas	84
2.3.4	Caracterización Edáfica de las Unidades Morfopedológicas	85
2.3.5	Clasificación Edáfica	87
2.3.6	Conclusiones	98
2.4	Ecología	104
2.4.1	Introducción	104
2.4.2	Descripción General de las Zonas de Vida	104



CAPITULO III - ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

3.	ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	113
3.1	Estructura Demográfica y Ocupacional	113
3.1.1	Población Según Area de Residencia y por Sexos	113
3.1.2	Distribución de la Población	113
3.1.3	Migraciones	116
3.1.4	Estructura Ocupacional	120
3.2	Economía	123
3.2.1	Producto Interno Bruto Regional	123
3.2.2	Participación PIB Regional por Ramas de Actividad	125
3.3	Educación	125
3.3.1	Condición de Alfabetismo	125
3.3.2	Asistencia Escolar	128
3.4	Vivienda	128
3.4.1	Viviendas y Habitantes	128
3.4.2	Materiales de Construcción	137
3.4.3	Sistemas Sanitarios y Energía	140

CAPITULO IV - ASPECTOS AGROPECUARIOS

4.	ASPECTOS AGROPECUARIOS	144
----	------------------------	-----



# CAPÍTULO I

## ASPECTOS GENERALES



# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Localización Geográfica

La Vertiente del Amazonas, para los fines del presente estudio, comprende:

- La cuenca alta del Río Beni.
- La margen izquierda del Río Grande.

Su situación geográfica está comprendida entre los meridianos 62°45' y 69°15' longitud Este y los paralelos 14°51' y 20°11' latitud Sur.

## 1.2 Extensión y Provincias que Comprende

### 1.2.1 Extensión

La superficie estimada de la Vertiente del Amazonas materia del estudio es de 191,407 Km<sup>2</sup> que representa el 17.4% de la superficie del país.

La población en la región alcanzó en el año 1976 a 2,653,039 habitantes, lo que representa una densidad de 13.9 habitantes por Km<sup>2</sup>, índice que supera ampliamente al promedio nacional de 4.3 habitantes por Km<sup>2</sup>.

### 1.2.2 Provincias que Comprende la Vertiente del Amazonas

Para los efectos del diagnóstico se han considerado las provincias, tal como se detalla en el Cuadro 1.2.1. Al respecto cabe indicar que la región comprende íntegramente el Departamento de Cochabamba y parte de las provincias de los Departamentos de Chuquisaca, La Paz, Potosí y Santa Cruz.



CUADRO Nº 1.2.1PROVINCIAS QUE COMPRENDE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS

<u>Nº</u>	<u>Provincias</u>	<u>Departamentos</u>	
01	Oropeza - 25%	01 Chuquisaca	
02	Azurduy - 55%		
03	Zudañez		
04	Tomina		
05	H. Siles - 70%		
06	Yamparaez - 60%		
08	Boeto		
10	Luis Calvo - 70%		
11	Murillo		02 La Paz
15	Muñecas		
16	Larecaja		
19	Loayza		
20	Inquisivi		
21	Sud Yungas		
24	Nor Yungas		
26	B. Saavedra	03 Cochabamba*	
29	Cercado		
30	Campero		
31	Ayopaya		
32	Esteban Arce		
33	Arani		
34	Arque		
35	Capinota		
36	Jordan		
37	Quillacollo		
38	Chapare		
39	Tapacari		
40	Carrasco		
41	Mizque		
42	Punata		05 Potosí
54	Bustillos		
56	Chayanta		
57	Charcas		
59	A. de Ibañez		
65	Gral. Bilbao	07 Santa Cruz	
74	Andrés Ibañez		
75	Warnes		
77	Ichilo		
79	Sarah		
81	Vallegrande		
82	Florida		
83	O. Santiesteban		
86	Manuel Caballero		

NOTA: La codificación corresponde a la nomenclatura adoptada en el Censo de Población y Vivienda de 1976.

\* Todas las Provincias del Departamento.



## CAPÍTULO II

### ASPECTOS FÍSICOS



## 2. ASPECTOS FÍSICOS

### 2.1 Hidrología

#### 2.1.1 Finalidad y Alcances del Estudio

El diagnóstico hidrológico de la Vertiente del Amazonas se ha dirigido hacia la determinación de un modelo hidrológico regional con el cual, luego de analizar y compatibilizar toda la información hidrológica disponible a la fecha, se podrá lograr la determinación de patrones de comportamiento hidrológico que, a su vez, han de permitir la evaluación, a un nivel primario, de los recursos hídricos disponibles para cualquier proyecto de riego ubicado dentro de la Vertiente del Amazonas.

El modelo que ahora se presenta como una primera aproximación podrá ser mejorado con reajustes sucesivos si es que se organiza un sistema de producción de datos hidrológicos coherentemente estructurado manteniendo, supervisando y, sobre todo, ampliando la red de estaciones hidrológicas existentes. De esta forma, en la medida en que se cumplan las recomendaciones propuestas para el mantenimiento y ampliación de la red hidrológica, se podrá dar al modelo un mayor sustento técnico para, entonces, utilizarlo en la evaluación de futuros proyectos de desarrollo hidráulico con resultados que, si bien a nivel preliminar o de prefactibilidad, se lograrán en forma inmediata y a muy bajo costo.

Es importante recalcar el aspecto económico como una ventaja sustantiva del modelo regional sobre los estudios hidrológicos tradicionales con sus consecuentes etapas de recolección, depuración, análisis e interpretación de una gran cantidad de datos cada vez que se da inicio a un nuevo estudio. Manteniendo un modelo hidrológico regional permanentemente actualizado con un flujo constante de información de campo, se ahorraría el esfuerzo y el costo que significa el inicio de estudios aislados muchas veces repetitivos entre ellos, con la ventaja adicional de proporcionar al planificador una visión integral de las características y posibilidades de una amplia región del país.



### 2.1.2 La Cuenca Hidrográfica

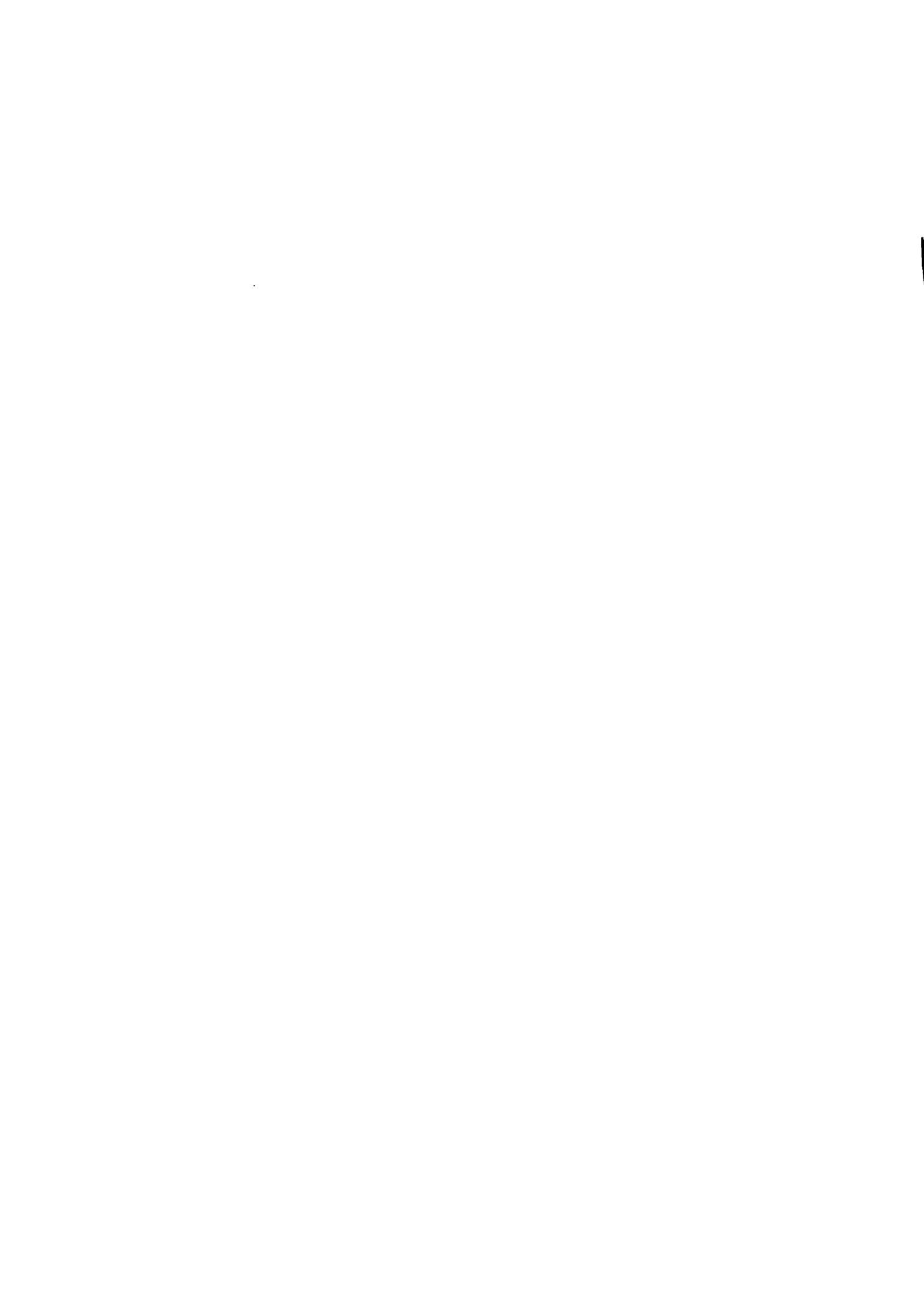
La Vertiente del Amazonas, región considerada en el presente estudio, está conformada por dos cuencas hidrográficas principales: la del Río Grande y la del Río Beni además de una tercera cuenca, la del Río Parapetí, que por escurrimiento superficial se pierde en una hondonada sin salida, los Bañados de Izozog, aunque subterráneamente se une al rendimiento de la red hidrográfica del Amazonas.

El presente análisis hidrológico se circunscribe al estudio de las cuencas de los Ríos Grande y Parapetí, no incluyéndose a la cuenca del Río Beni, que por su condición de humedad extrema, precipitaciones anuales entre 2,500 y 3,000 m.m., no presenta condiciones para el desarrollo de proyectos de riego que, en última instancia, es el objetivo fundamental del presente estudio.

El Río Grande tiene su origen en las Cordilleras del Tunari y Livichuco, donde se forman sus dos afluentes principales: el Río Rocha y el Guadalupe, respectivamente. Recorriendo hacia aguas abajo, el Río Grande recibe la confluencia de dos importantes ríos: el Mizque por su margen izquierda y el Azero por su margen derecha, mereciendo destacarse la cuenca del Río Mizque que por sus adecuadas condiciones climáticas y topográficas presenta un potencial para el desarrollo agrícola de grandes perspectivas.

Las Cordilleras del Tunari y de Tiraque que delimitan la cuenca del Río Grande por el Norte y que separan las aguas de ésta con las de la cuenca del Beni, presentan una barrera orográfica a los frentes húmedos provenientes del Amazonas en dirección Sur-Oeste, concentrándose, al otro lado de esta barrera, en la zona del Chapare, las más altas precipitaciones del territorio boliviano, precipitaciones que en algunos años sobrepasaron los 5,000 m.m.

La cuenca del Río Grande hasta la estación de aforos de Abapó, límite del estudio, tiene una superficie total de 60,900 Km<sup>2</sup>.



### 2.1.3 Información Disponible

Toda la información hidrometeorológica de la Vertiente del Amazonas disponible a la fecha en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, fue analizada, seleccionándose, para ser empleada en el presente estudio, la información correspondiente a las cuencas de los Ríos Grande y Parapetí. Inclusive, por la excesiva concentración de estaciones pluviométricas en la parte Norte de la cuenca del Río Grande, se descartó un buen número de estas estaciones por considerarlas innecesarias para el presente estudio.

Debido a la falta de información hidrométrica y a la insuficiente información pluviométrica proveniente de la parte Sur de la cuenca del Río Grande, no ha sido posible, dar, a los resultados del estudio hidrológico, un carácter definitivo y, más bien, es conclusión de éste el recomendar la implementación de nuevas estaciones para dar a la red la consistencia necesaria a fin de poder contar, en el mediano plazo, con una cantidad de información suficiente como para lograr, ya sea una afirmación más sólida de los resultados logrados en el presente estudio o, en caso contrario, detectando sus fallas, efectuar los reajustes y modificaciones necesarias para corregir los errores que, debido a la limitación de la información disponible, se hubieran cometido.

En el Cuadro 2.1.1 se presenta una síntesis de la red de estaciones pluviométricas e hidrométricas empleadas en el estudio. En el caso de las estaciones pluviométricas la densidad de la red es de 0.39/1,000 Km<sup>2</sup> y en el caso de las estaciones hidrométricas ésta llega a sólo 0.12/1,000 Km<sup>2</sup>.

Para las recomendaciones de lograr una red hidrometeorológica bien implementada se ha tomado en cuenta la red existente complementándola con una mínima cantidad de nuevas estaciones de tal forma de lograr una red uniforme y adecuadamente distribuída en toda la región.



CUADRO No 2.1.1RELACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN LA VERTIENTE  
DEL AMAZONAS (CUENCA DEL RÍO GRANDE)

<u>Subcuenca</u>	<u>Estaciones Consideradas en el Estudio</u>			<u>Estaciones Nuevas</u>	<u>Red Final Propuesta</u>
	<u>En Operación</u>	<u>Abandonadas</u>	<u>Total</u>		
Grande	22	2	24	5	29
Parapetí	<u>2</u>	-	<u>2</u>	-	<u>2</u>
Total	24	2	26	5	31

RELACIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN LA VERTIENTE  
DEL AMAZONAS (CUENCA DEL RÍO GRANDE)

<u>Subcuenca</u>	<u>Estaciones Consideradas en el Estudio</u>			<u>Estaciones Nuevas</u>	<u>Red Final Propuesta</u>
	<u>En Operación</u>	<u>Abandonadas</u>	<u>Total</u>		
Grande	4	3	7	6	13
Parapetí	-	<u>1</u>	<u>1</u>	-	<u>1</u>
Total	4	4	8	6	14



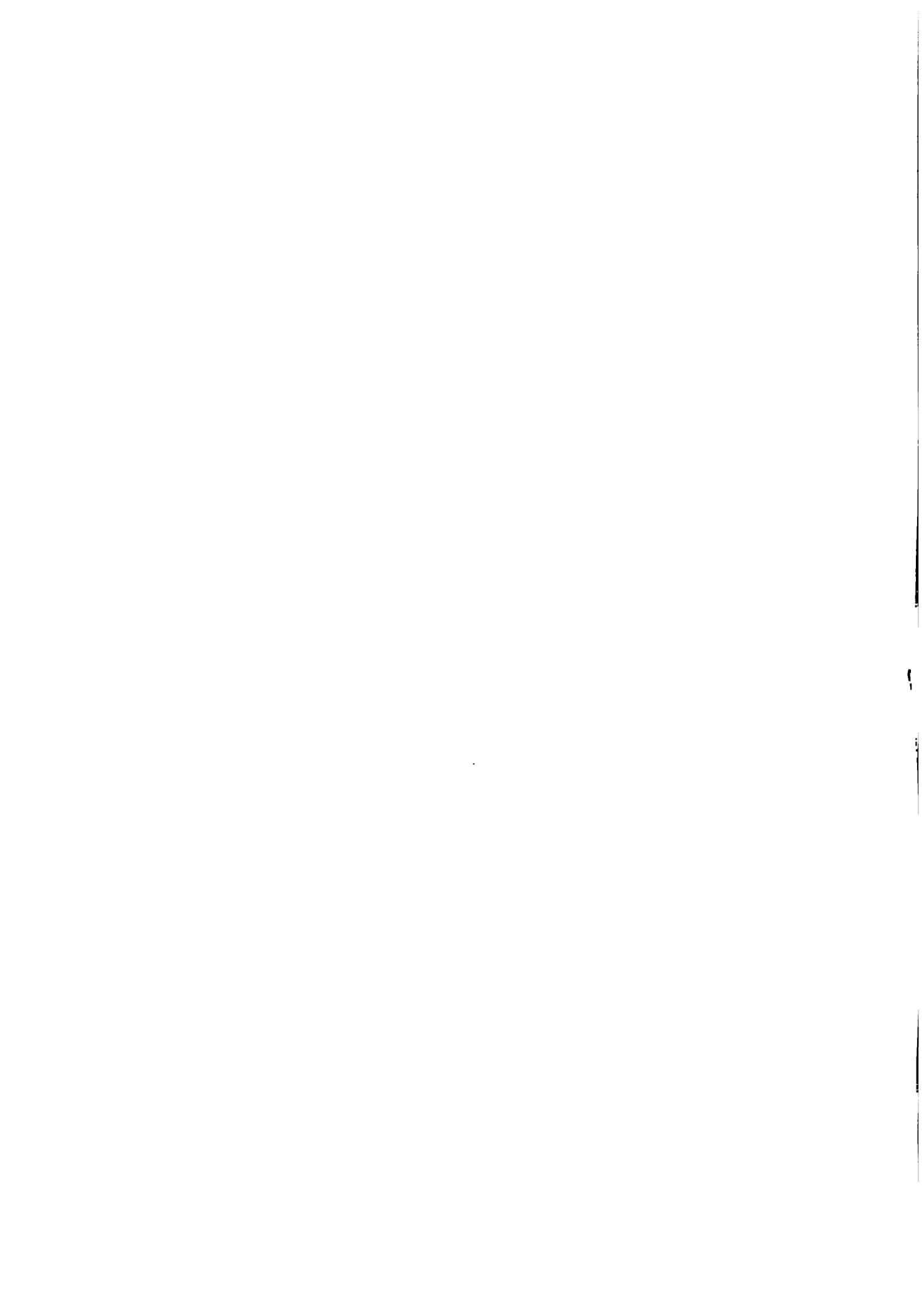
La red pluviométrica, actualmente de 26 estaciones, se recomienda sea ampliada a un total de 31 estaciones y la red hidrométrica, conformada actualmente por 8 estaciones, se recomienda su ampliación a un total de 14 estaciones de las cuales 3 serían nuevas y 3 necesarias de reinstalar. Las densidades logradas con esta implementación serían finalmente de  $0.47/1,000 \text{ Km}^2$  para la red pluviométrica y de  $0.21/1,000 \text{ Km}^2$  para la red hidrométrica. En los Cuadros 2.1.2 y 2.1.3 se presentan las relaciones completas de estaciones pluviométricas e hidrométricas empleadas en el estudio indicándose las coordenadas geográficas y los períodos de registro respectivos y en la Lámina 2.1.1 se ha planteado la red hidropluviométrica recomendada para la Vertiente del Amazonas diferenciándose en ella las estaciones nuevas de las actuales.

Además de la información hidropluviométrica se ha recopilado información meteorológica (temperatura media, media mínima y frecuencia de días con heladas) de 12 estaciones meteorológicas instaladas en la Vertiente del Amazonas. Esta información no ha sido empleada en el análisis hidrológico regional y su utilidad está referida a la determinación de calendarios, cédulas de cultivo y necesidades de evapotranspiración respectivas, información indispensable para la definición y evaluación de los perfiles de proyectos de riego reconocidos en la región.

#### 2.1.4 Análisis de la Información Disponible

##### a) Generalidades.

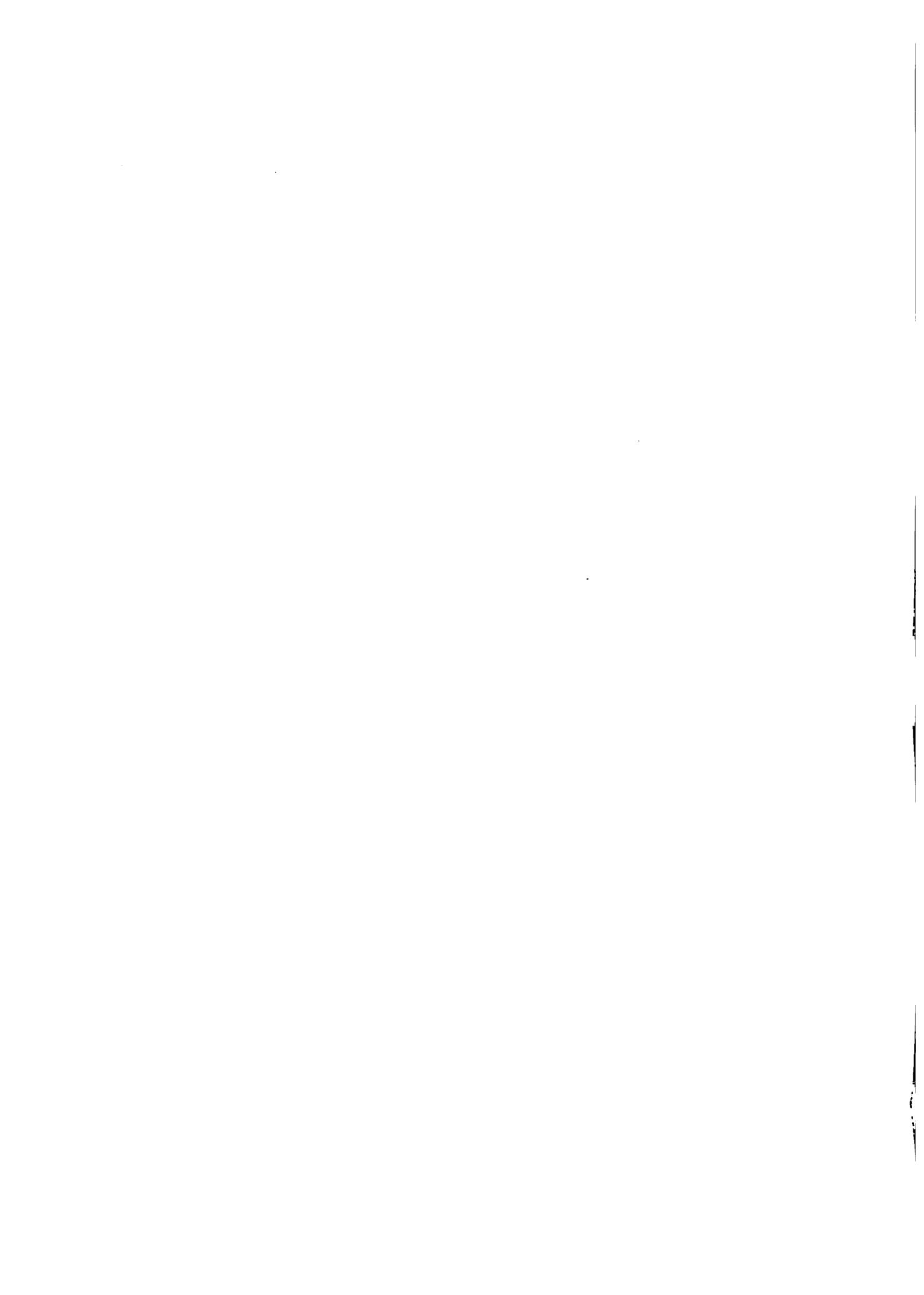
El análisis hidrológico que forma parte del diagnóstico de situación de la Vertiente del Amazonas, es presentado como una evaluación de los recursos hídricos de superficie disponibles para el desarrollo de la actividad agrícola en la región y, tal como se menciona en párrafo anterior, su objetivo ha sido la elaboración de un modelo hidrológico regional que contenga la suficiente versatilidad como para determinar las características del comportamiento hidrológico en cualquier punto ubicado dentro de la región de estudio en función a ciertos paráme-



tros regionales que, en este caso, resultan ser las coordenadas del punto dentro de un sistema de referencia precisado en forma empírica y la superficie de cuenca que drena hasta él.

Debido a que la información hidrométrica disponible no era lo suficientemente consistente, 8 estaciones con un período de registros promedio de 12 años y pocas posibilidades de efectuar correlaciones entre ellas, el análisis regional se sustenta en la información pluviométrica disponible, 26 estaciones con un período de registros promedio de 19 años, y con él se logra precisar tanto la magnitud como la variabilidad de la precipitación total anual a esperarse en un lugar ubicado dentro de la región estudiada en base a sus coordenadas espaciales y a la ecuación de regresión múltiple determinada. El escurrimiento superficial se puede obtener luego en base a la precipitación calculada con el modelo regional, al área de cuenca que drena hasta el lugar considerado y a una ecuación de regresión que relaciona el escurrimiento anual (E) con la precipitación media anual (P) representativa para la cuenca hidrográfica considerada.

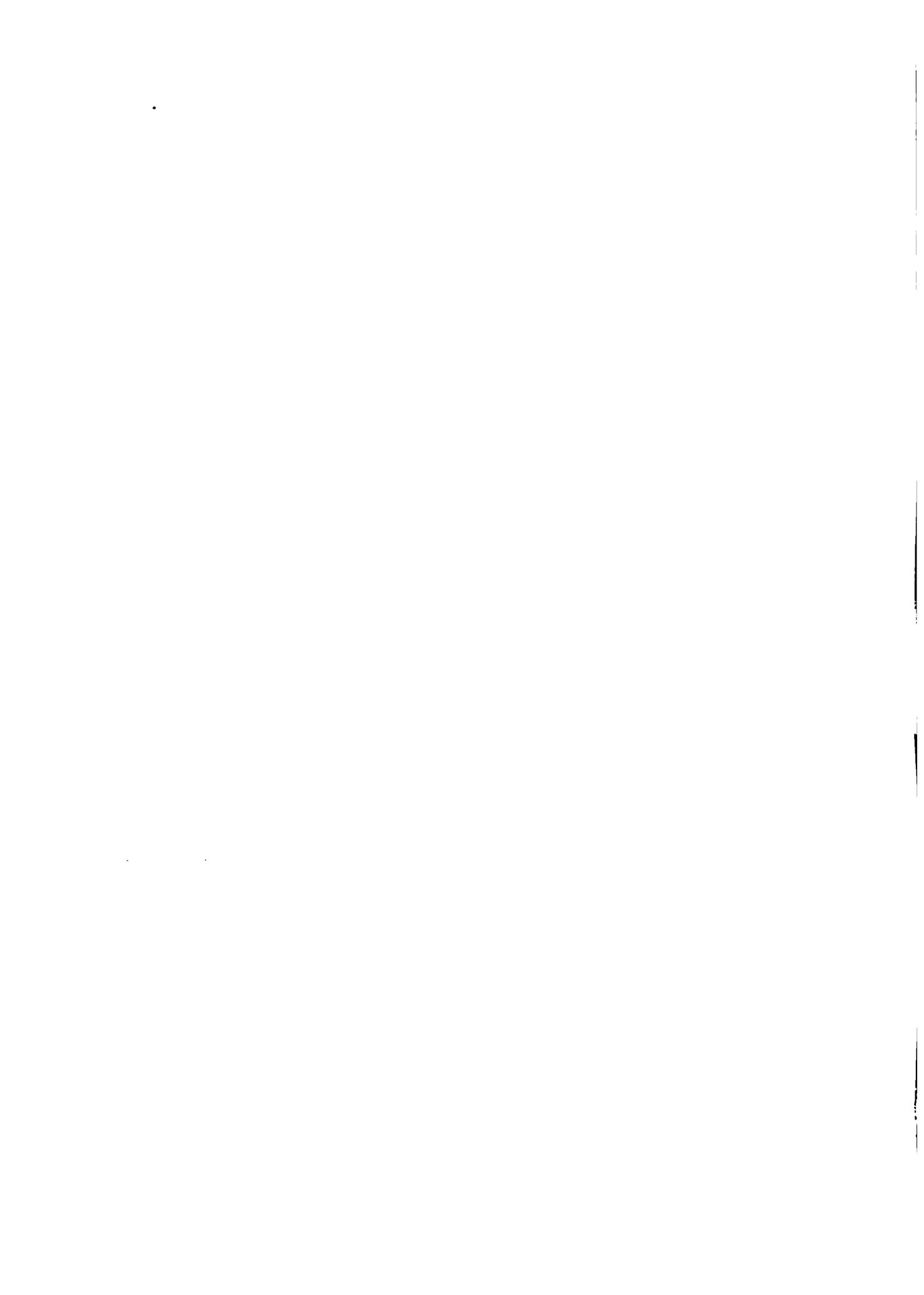
Los valores anuales de precipitación y de escurrimiento superficial pueden luego ser descompuestos en 12 valores medios mensuales empleándose para cada caso un modelo de descomposición diferente en los que los grados de dispersión o de irregularidad de los valores componentes del ciclo anual se obtienen en función, ya sea, de la precipitación total anual si se trata de la distribución de la precipitación, o del escurrimiento total anual, si se trata de la distribución de la escorrentía. Finalmente, con los elementos del modelo regional de precipitación, con la función de regresión precipitación-escorrentía anual y con los modelos de descomposición mensual se podrá determinar las precipitaciones y descargas medias mensuales componentes de un ciclo anual en cualquier lugar de interés y esto para el nivel o condición de humedad que se desee ya sea correspondiente a un año muy húmedo, húmedo, normal, seco o muy seco.



## Cuadro N° 2.1.2

## INFORMACION PLUVIOMETRICA EMPLEADA EN EL ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS

N°	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	45	50	55	60	65	70	75	80
1	La Cumbre	17°19'	66°14'	4.000						68	74	
2	Tapacarí	17°31'	66°35'	2.900						69	77	
3	Cona-Cona	17°51'	66°42'	3.788						68	75	
4	Arque	17°50'	66°28'	2.813						68	75	
5	Capinota	17°43'	66°14'	2.588	43					68	79	
6	Cochabamba	17°23'	66°10'	2.570	43					68	79	
7	Sacaba	17°22'	66°04'	2.704	43					68	79	
8	Tiraque	17°24'	65°44'	3.220						68	79	
10	Pocona	17°40'	65°46'	2.740						68	74	
11	Totora	17°42'	65°10'	2.902	48					68	79	
12	Mizque	17°55'	65°19'	2.035						68	79	
13	Vila Vila	17°59'	65°38'	2.560						68	74	
14	Tin Tin	18°01'	65°26'	2.190						68	74	
15	Aiquile	18°10'	65°10'	2.225						68	74	
16	Comarapa	17°53'	64°53'	1.814						68	74	
17	Saipina	18°05'	64°35'	1.360						68	74	
18	Paso Rapa	18°19'	64°40'	2.090						68	74	
19	Valle Grande	18°28'	64°07'	1.980						68	74	
20	Puesto Nava	18°42'	64°18'	1.011						68	74	
21	Padilla	19°19'	64°21'	2.130						68	74	
22	Monteagudo	19°48'	63°57'	1.130						68	74	
23	Camiri	20°06'	62°06'	780						68	74	
24	Mairana	18°06'	63°57'	1.350						68	74	
25	Abapó	18°55'	63°28'	440						68	74	
26	Itaguazurenda	19°47'	63°05'	690						68	74	







### RED HIDRO PLUVIOMETRICA DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS

ESCALA 1:1000000



- LEYENDA**
- Estacion Hidrometrica
  - Estacion Pluviometrica
  - Estacion Hidrometrica Pluviometrica
  - Estacion Pluviometrica Pluviometrica



b) Análisis de la Información Pluviométrica.

b.1) Análisis Estadístico a Nivel Anual

La información pluviométrica base del estudio regional está compuesta por los registros de precipitación total anual correspondientes a 26 estaciones de la Vertiente del Amazonas y esta información se presenta en el Cuadro 2.1.4.

El análisis estadístico realizado con dicha información ha consistido, en primer lugar, en la selección de una distribución teórica de probabilidades compatible con las distribuciones de las muestras analizadas y luego, en segundo lugar, seleccionando un amplio período de registros como base del estudio, en la determinación de los parámetros estadísticos representativos del período base y que definen la distribución de probabilidades aplicable a cada muestra.

Para la selección de la distribución de probabilidades más adecuada se analizó la información de las seis estaciones que contaban con más amplio período de registros; Cochabamba, Capinota, Totorá, Vallegrande, Padilla y Camiri, comprobándose el buen ajuste de la distribución logarítmico normal en cada una de las muestras analizadas (ver Gráficos 2.1.1 y 2.1.2).

Teniendo definida la distribución teórica de probabilidades el siguiente paso ha consistido en la determinación de los parámetros estadísticos, media (M) y desviación standard (S), representativos del período común tomado como base, para cada una de las estaciones.

Las ecuaciones de regresión empleadas con este propósito han sido las siguientes:

$$M_1^1 = M_1 + (M_2^1 - M_2) R S_1/S_2$$

$$S_1^1 = S_1 + (S_2^1 - S_2) R^2 S_1/S_2$$



En donde:

$(M_1^1 S_1^1)$  son los parámetros correspondientes al período base de la estación con corto período de registros.

$(M_2^1 S_2^1)$  son los parámetros correspondientes al período base de la estación tomada como referencia.

$(M_1 S_1, M_2 S_2)$  son los parámetros correspondientes al período común de registros de ambas estaciones.

R es el coeficiente de correlación entre ambas estaciones.

En el Cuadro 2.1.5 se presenta, en forma detallada, el procedimiento de cálculo seguido para la determinación de los parámetros estadísticos correspondientes al período base de 37 años (1942-1978) observándose que, en algunos casos, los coeficientes de correlación logrados han sido poco significativos.

En estos casos, ya que las ecuaciones de regresión tienen muy poca o ninguna influencia, los parámetros de las muestras originales deben mantenerse ante la imposibilidad de mejorarlos.

#### b.2) Análisis Regional a Nivel Anual

Habiéndose comprobado una buena adecuación de la distribución logarítmica normal a la variable "precipitación anual" según las muestras analizadas, surge el problema de la determinación de los parámetros de media (M) y desviación standard (S) que definen la forma de distribución de la variable.

Con el análisis regional planteado se enfoca este problema intentando establecer una correlación para determinar los parámetros estadísticos (M y S) en función de variables regionales adecuadas y que, en este caso, resultaron ser las coordenadas espaciales del lugar referidas a un sistema polar, que se define a continuación.





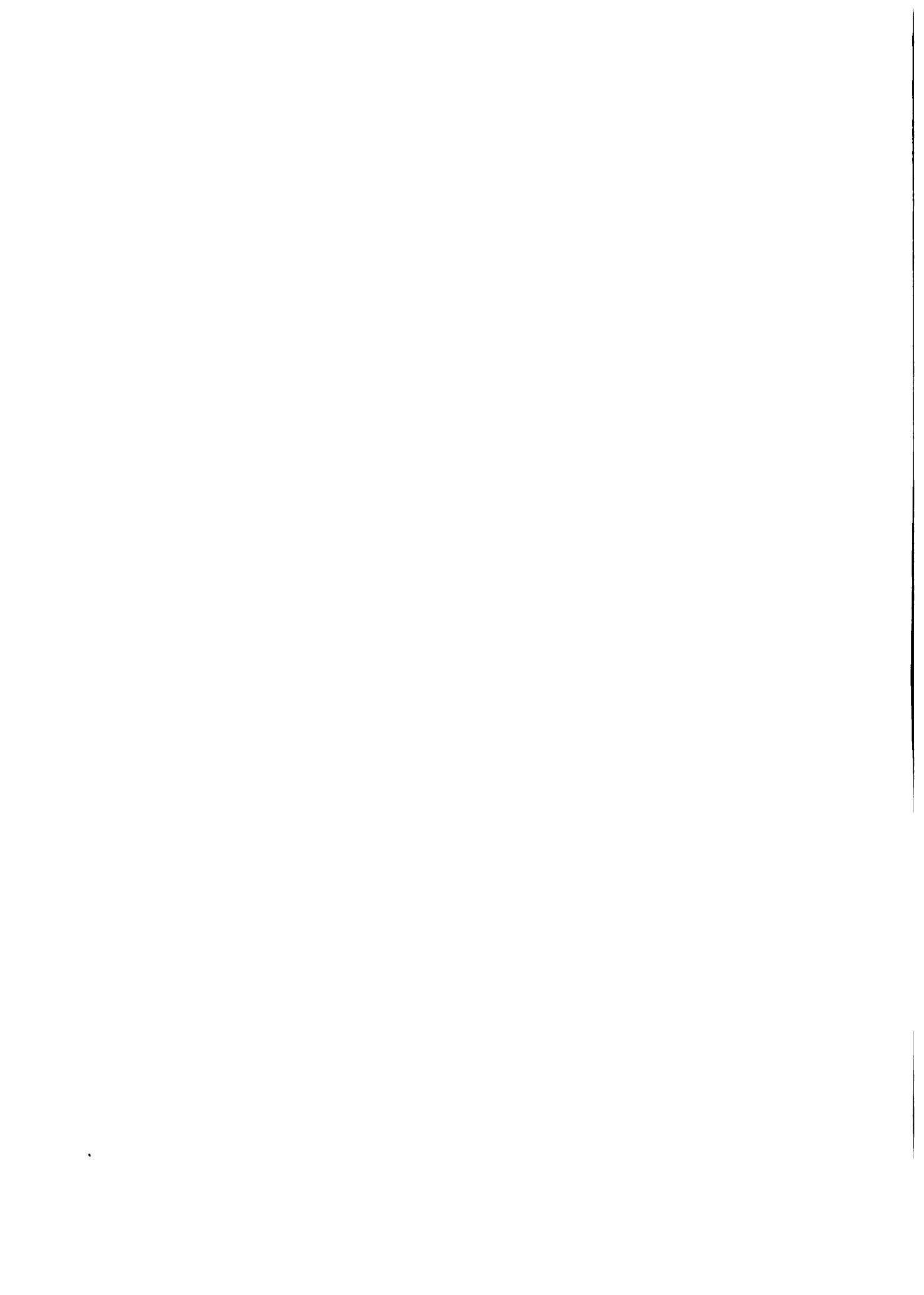


Gráfico N° 2.1.1

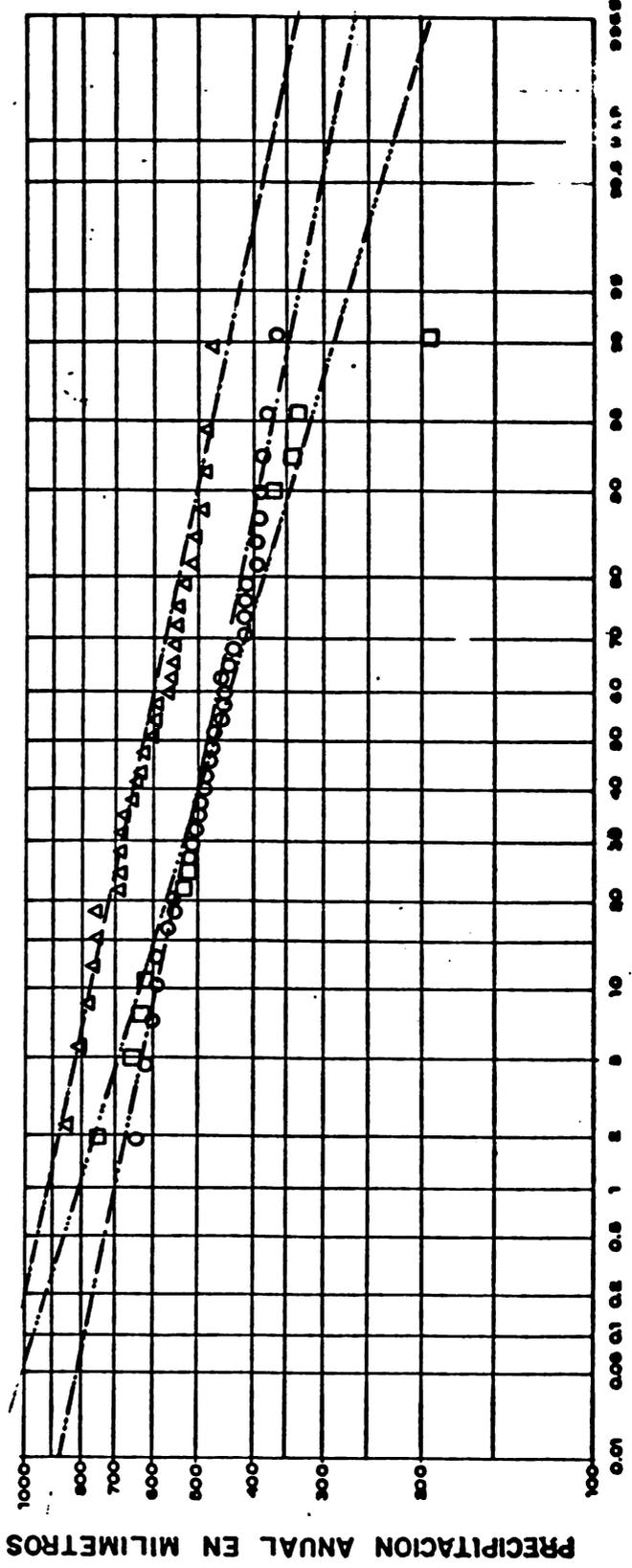
FRECUENCIA DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL

(Estaciones base)		
	M	S
OOO	COCHABAMBA 2.6777	0.0705
□□□	CAPINOTA 2.6687	0.1035
△△△	TOTORA 2.7870	0.0723

VARIABLE XI (PRECIPITACION TOTAL ANUAL EN m.m.)

M = MEDIA DE LOS LOGARITMOS DE XI

S = DESVIACION STANDARD DE LOS LOGARITMOS DE XI



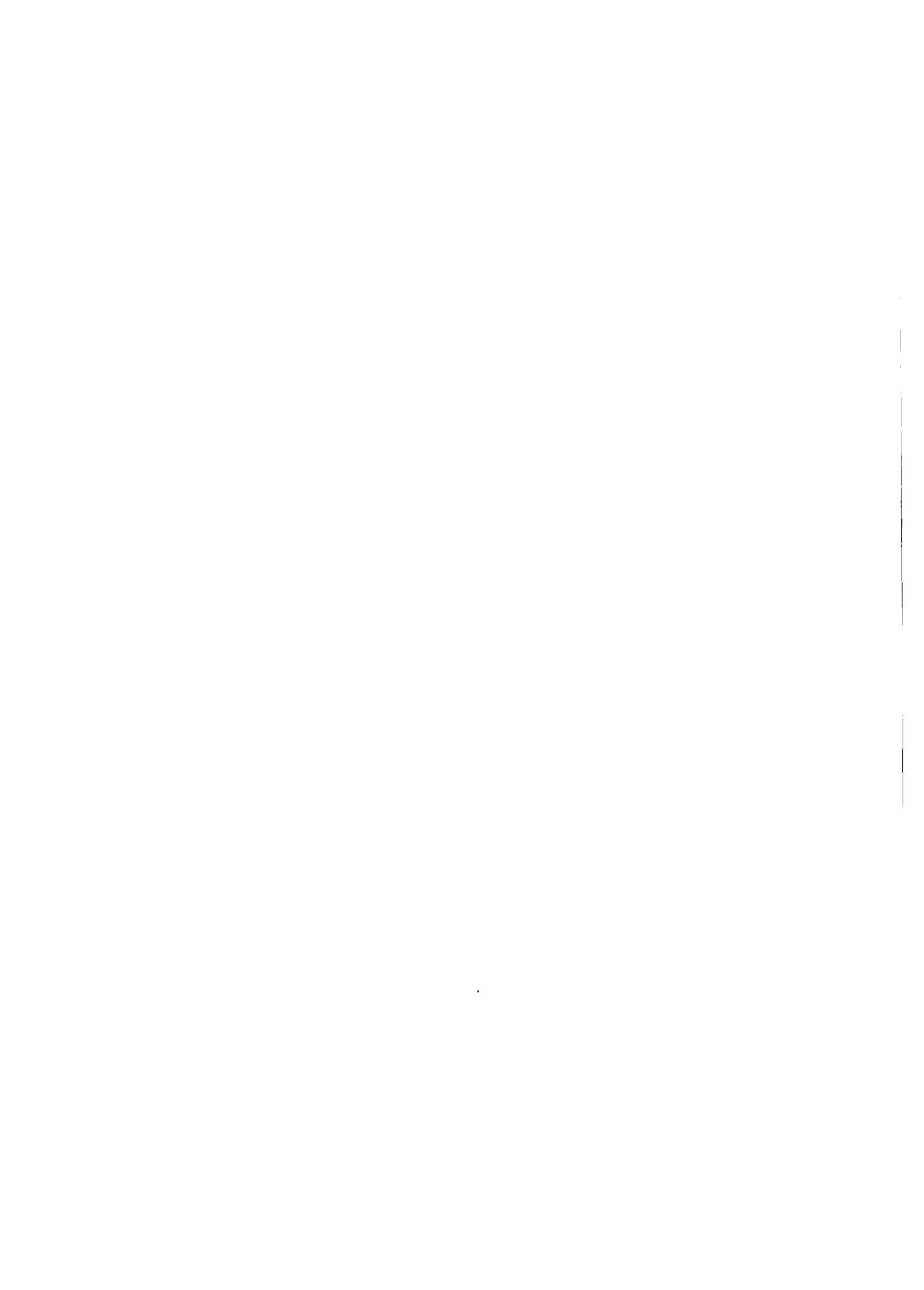
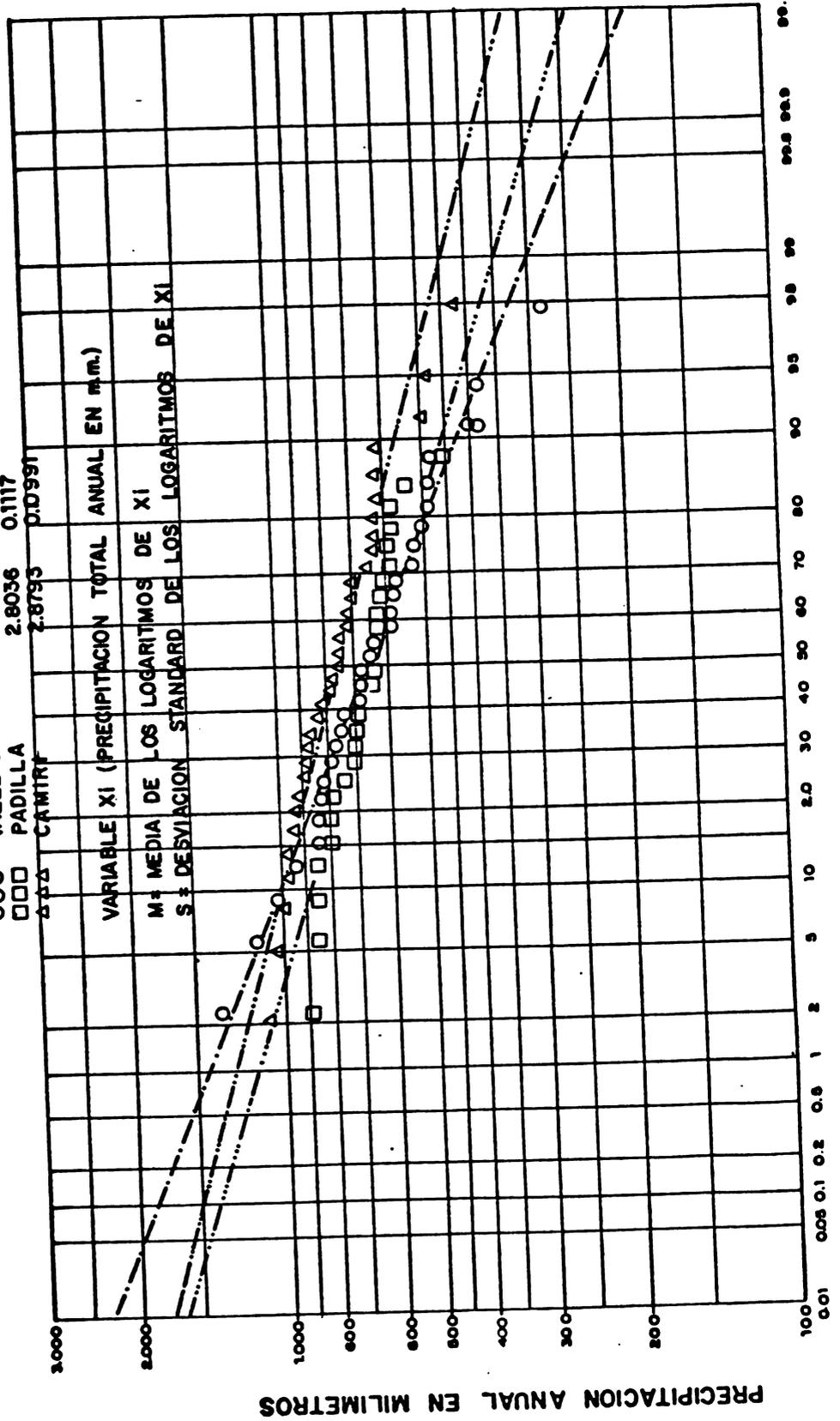


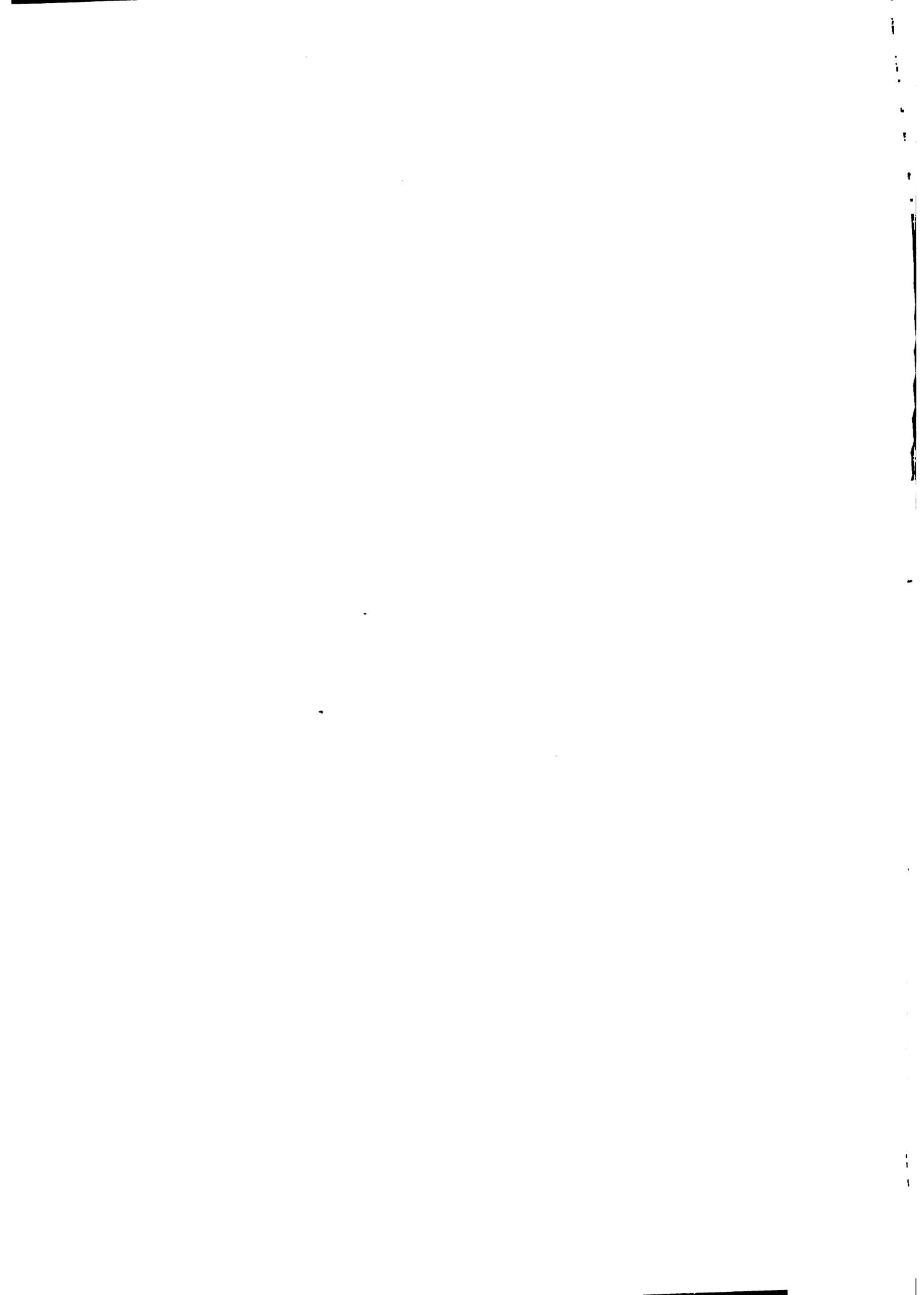
Gráfico N° 2.1.2

FRECUENCIA DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL

(Estaciones base)

	M	S
OOO VALLE GRANDE	2.8145	0.1446
□□□ PADILLA	2.8036	0.1117
△△△ CAMIRI	2.8793	0.0991

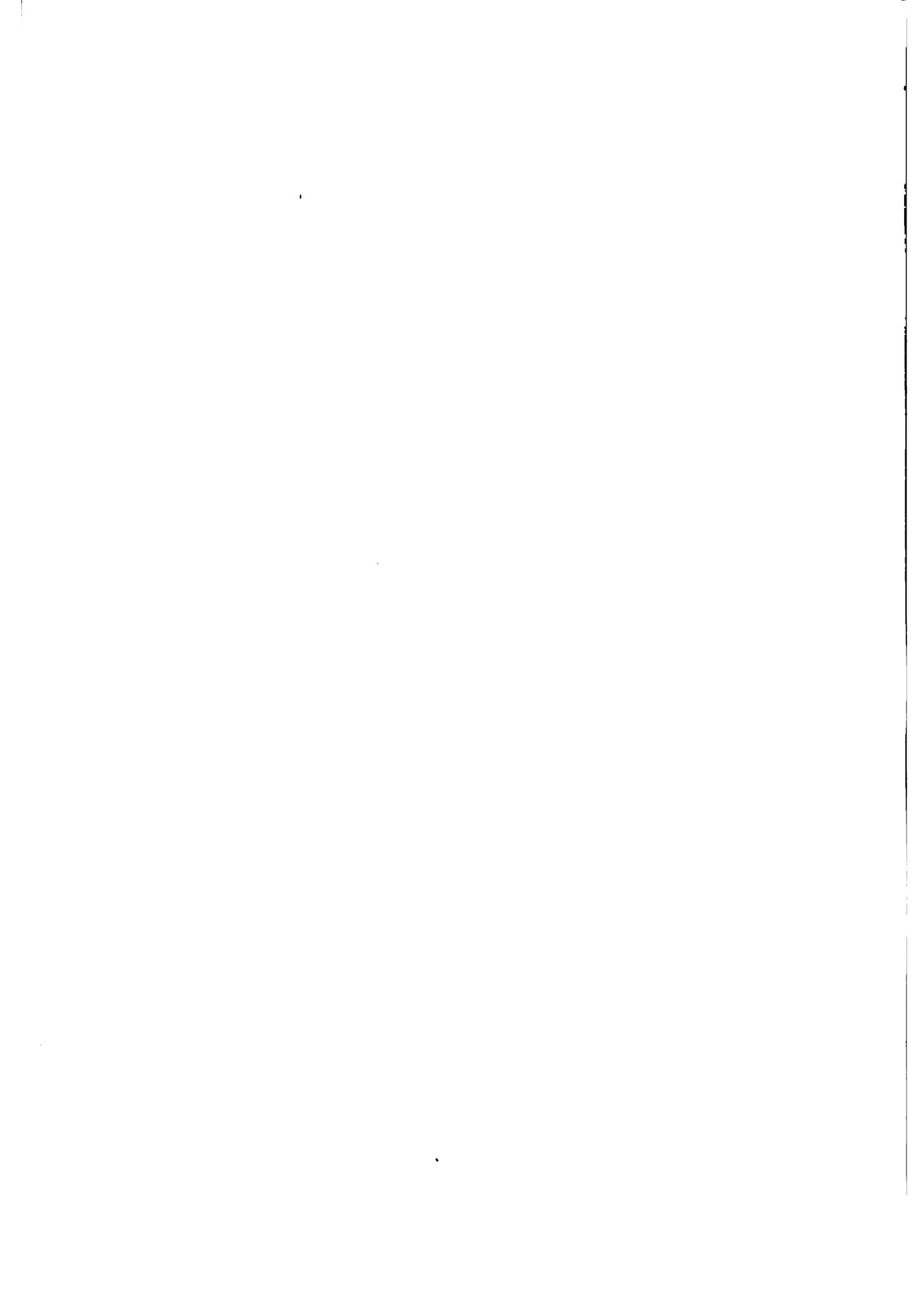




CUADRO No 2.1.5

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS CORRESPONDIENTES AL PERÍODO BASE

Nº	Estación	M <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> <sup>1</sup>	S <sub>2</sub> <sup>1</sup>	R	M <sub>1</sub> <sup>1</sup>	S <sub>1</sub> <sup>1</sup>
ESTACION BASE: CAPINOTA										
2	Tapacari	2.7758	0.0884	2.6440	0.0869	2.6687	0.1035	0.7383	2.7944	0.0976
20	Puesto Nava	2.6493	0.0958	2.7394	0.0540	2.6687	0.1035	0.9746	2.5271	0.1792
ESTACION BASE: COCHABAMBA										
18	Paso Rapa	2.5163	0.1707	2.6578	0.0888	2.6777	0.0705	0.8245	2.5478	0.1468
8	Tiraque	2.6782	0.0834	2.6657	0.0672	2.6777	0.0705	0.4891	2.6855	0.0844
ESTACION BASE: SACABA										
9	Arani	2.5880	0.0733	2.6094	0.0872	2.6264	0.1197	0.5444	2.5958	0.0814
12	Mizque	2.6922	0.1335	2.6022	0.0829	2.6264	0.1197	0.4273	2.7089	0.1443
ESTACION BASE: TOTORA										
1	La Cumbre	3.0549	0.1645	2.7730	0.0734	2.7870	0.0723	0.9294	3.0841	0.1624
10	Pocona	2.9028	0.0796	2.7993	0.0720	2.7870	0.0723	0.6984	2.8933	0.0798
15	Aiquile	2.6644	0.0957	2.7889	0.0799	2.7870	0.0723	0.5557	2.6631	0.0929
17	Saipina	2.5716	0.0890	2.7979	0.0761	2.7870	0.0723	0.5165	2.5650	0.0878
22	Monteagudo	2.7311	0.3708	2.8075	0.0817	2.7870	0.0723	0.6786	2.6680	0.3512
ESTACION BASE: VALLEGRANDE										
3	Cona-Cona	2.8453	0.1960	2.7381	0.1371	2.8145	0.1446	0.6587	2.9172	0.2007
4	Arque	2.8922	0.1375	2.7381	0.1371	2.8145	0.1446	0.5995	2.9381	0.1402
13	Vila Vila	2.7670	0.2196	2.7567	0.1337	2.8145	0.1446	0.8649	2.8391	0.2330
16	Comarapa	2.7671	0.1121	2.7453	0.1331	2.8145	0.1446	0.7149	2.8088	0.1171
ESTACION BASE: PADILLA										
25	Abapó	2.9338	0.0657	2.8186	0.0547	2.8036	0.1117	0.6540	2.9220	0.0950
26	Itaguazurenda	2.7624	0.0784	2.8069	0.0950	2.8036	0.1117	0.5995	2.7613	0.0834
ESTACION BASE: CAMIRI										
14	Tin Tin	2.7077	0.1107	2.8989	0.0706	2.8793	0.0991	0.9477	2.6786	0.1508

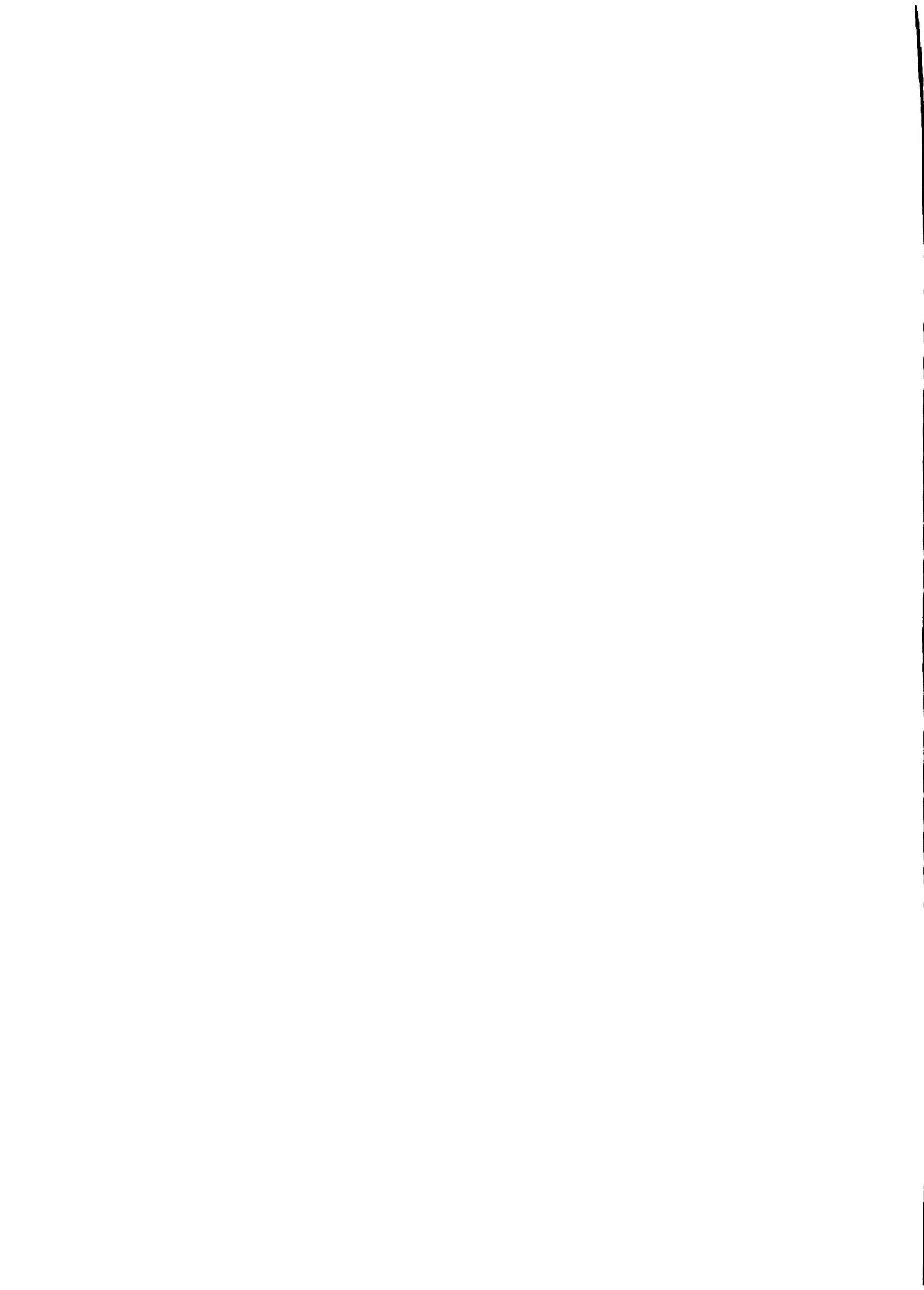


Partiendo de un centro polar de coordenadas geográficas de latitud Sur  $20^{\circ}43'$  y longitud Oeste  $65^{\circ}34'$  se ha trazado un arco de círculo, de radio 862 Km., que sigue una trayectoria coincidente con la línea divisoria Occidental de la Vertiente del Amazonas. Ubicando el origen del sistema en las coordenadas geográficas de latitud Sur  $17^{\circ}03'$  y longitud Oeste  $67^{\circ}26'$ , la distancia a lo largo del arco entre el punto de origen y el punto en que un radio de círculo que pasando por el lugar de interés intersecta al arco, define la coordenada X del sistema. La coordenada Y queda definida por la longitud de la perpendicular trazada desde el lugar de interés al arco de círculo. En la Lámina 2.1.2 se presenta, para mayor claridad, el sistema de coordenadas adoptado.

En el Cuadro 2.1.6 se presenta la relación de estaciones pluviométricas incluídas en el estudio, los valores de los parámetros estadísticos de media (M) y desviación standard (S) de sus respectivos registros de precipitación y sus coordenadas X, Y correspondientes.

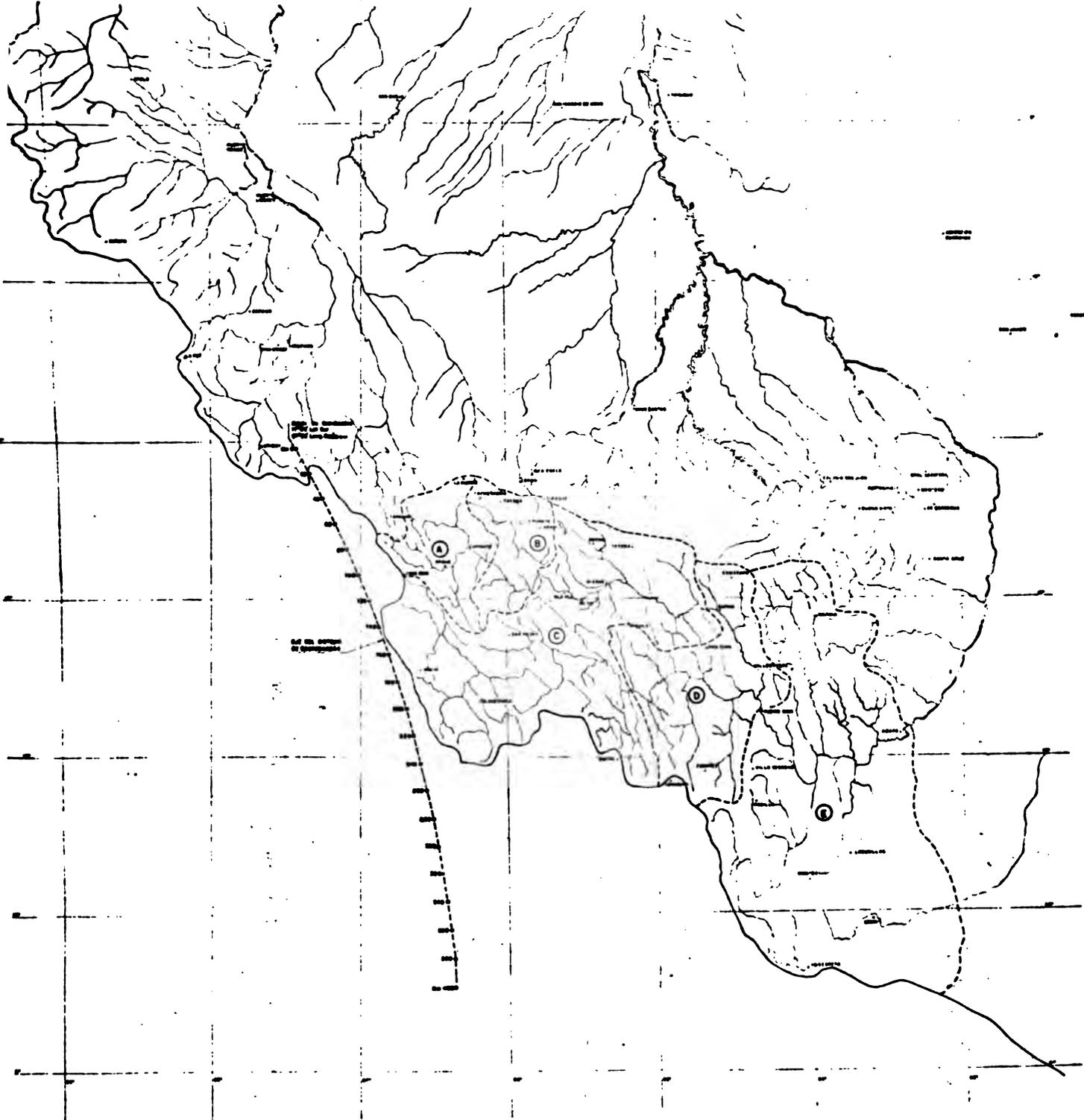
La regresión entre el parámetro M (media de los logaritmos de precipitación anual) y las coordenadas descritas (X, Y) se efectuó en dos fases determinándose, en la primera de ellas, la relación entre M y la coordenada X con una función envolvente. La diferencia entre los valores muestrales de M y los obtenidos de la función envolvente ( $\Delta M$ ) fueron luego, en la segunda fase, correlacionadas con la coordenada Y determinándose una regresión entre estas variables ( $\Delta M, Y$ ). El procedimiento de análisis explicado anteriormente se realizó independientemente para 5 zonas en que se subdivide la cuenca en estudio y el agrupamiento de estaciones pluviométricas adoptado para cada zona, se presenta a continuación:

	<u>Estaciones</u>
Zona A	1, 2, 3, 4, 5
Zona B	6, 7, 8, 9
Zona C	10, 11, 12, 13, 14, 15
Zona D	16, 17, 18, 19, 20
Zona E	21, 22, 23, 24, 25, 26



### ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES VERTIENTE DEL AMAZONAS

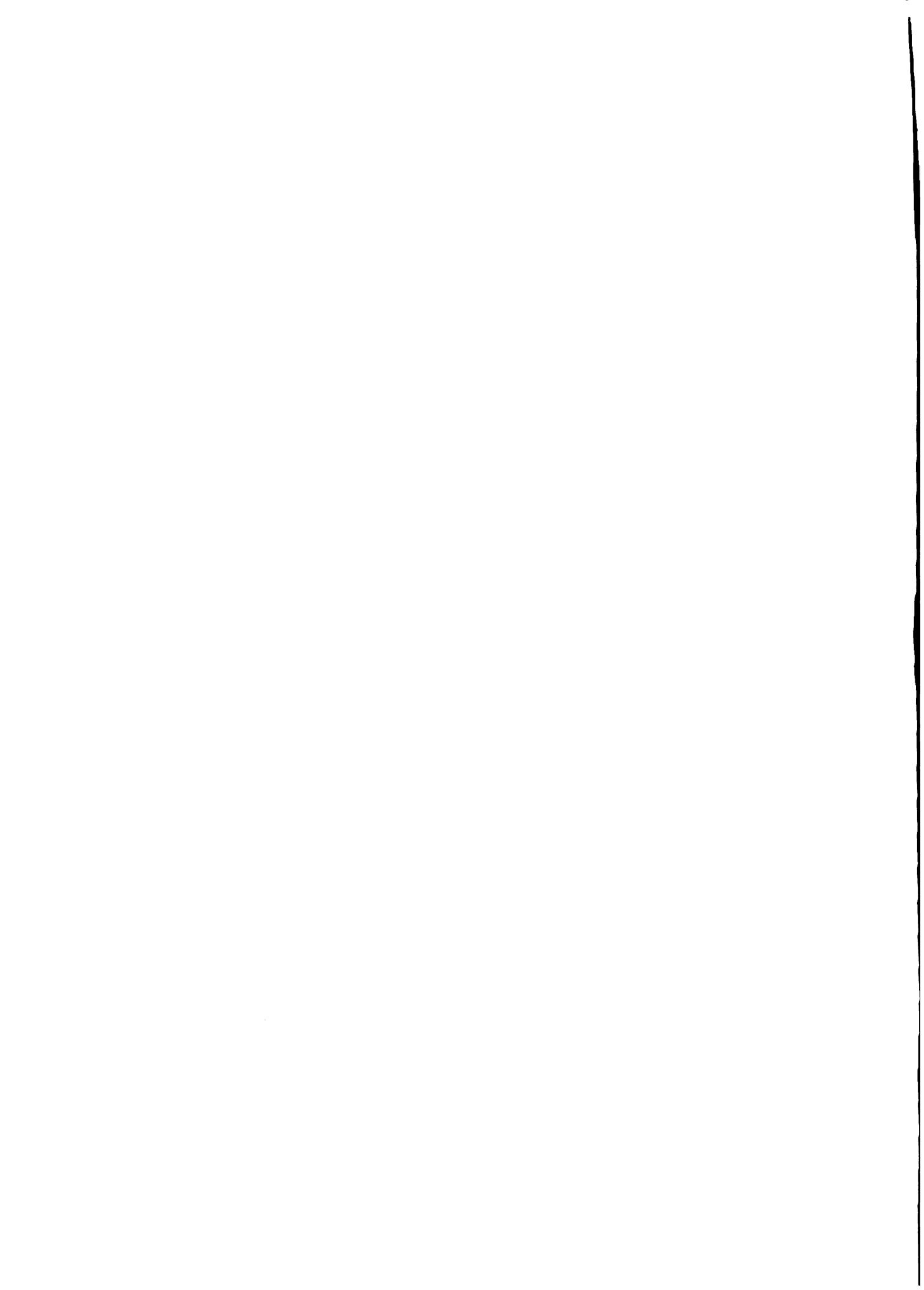
ESCALA 1:100000





CUADRO Nº 2.1.6INFORMACIÓN EMPLEADA EN EL ANÁLISIS REGIONAL  
DE PRECIPITACIONES

<u>Nº</u>	<u>Estación</u>	<u>M</u>	<u>S</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
1	La Cumbre	2.0841	0.1624	68.0	93.5
2	Tapacarí	2.7944	0.0976	80.0	49.0
3	Cona-Cona	2.9172	0.2007	112.5	30.0
4	Arque	2.9381	0.1402	117.0	58.0
5	Capinota	2.6687	0.1035	112.0	77.5
6	Cochabamba	2.6777	0.0705	86.0	100.0
7	Sacaba	2.6264	0.1197	92.5	112.5
8	Tiraque	2.6855	0.0844	102.0	141.5
9	Araní	2.5958	0.0814	117.0	130.5
10	Pocona	2.8933	0.0798	137.0	161.0
11	Totora	2.7870	0.0723	147.5	186.0
12	Mizque	2.7089	0.1443	162.0	160.0
13	Vila Vila	2.8391	0.2330	159.5	131.5
14	Tin Tin	2.6786	0.1508	167.5	141.0
15	Aiquile	2.6631	0.0929	188.5	166.5
16	Comarapa	2.8088	0.1171	181.0	245.0
17	Saipina	2.5650	0.0878	195.0	230.0
18	Paso Rapa	2.5478	0.1468	214.5	214.0
19	Vallegrande	2.8145	0.1446	237.5	268.0
20	Puesto Nava	2.5271	0.1792	254.0	244.0
21	Padilla	2.8036	0.1117	304.5	225.0
22	Monteagudo	2.6680	0.3512	351.5	252.0
23	Camiri	2.8793	0.0991	374.0	294.5
24	Mairana	2.7424	0.1381	211.5	293.5
25	Abapó	2.9220	0.0950	281.5	332.5
26	Itaguazurenda	2.7613	0.0834	357.0	347.0



En los Gráficos del 2.1.3 al 2.1.7 se presentan los resultados de la regresión regional del parámetro M (media de los logaritmos de las descargas anuales) y en la Lámina 2.1.2 la zonificación de la Vertiente del Amazonas (cuenca del Rfo Grande) resultante del análisis regional.

El análisis regional concluye con la determinación del parámetro (S) (desviación standard de los logaritmos de precipitación anual) estableciéndose un análisis de regresión entre las variables S y M ( $S = F(M)$ ) igualmente, en forma independiente, para las cinco zonas recorridas. Los resultados de este análisis se presentan en los Gráficos 2.1.8 al 2.1.12.

Por último, en el Cuadro 2.1.7 se presenta una síntesis del modelo regional de precipitaciones indicándose las funciones a emplearse en cada zona para la determinación de los parámetros M y S.

### b.3) Modelo de Descomposición a Nivel Mensual

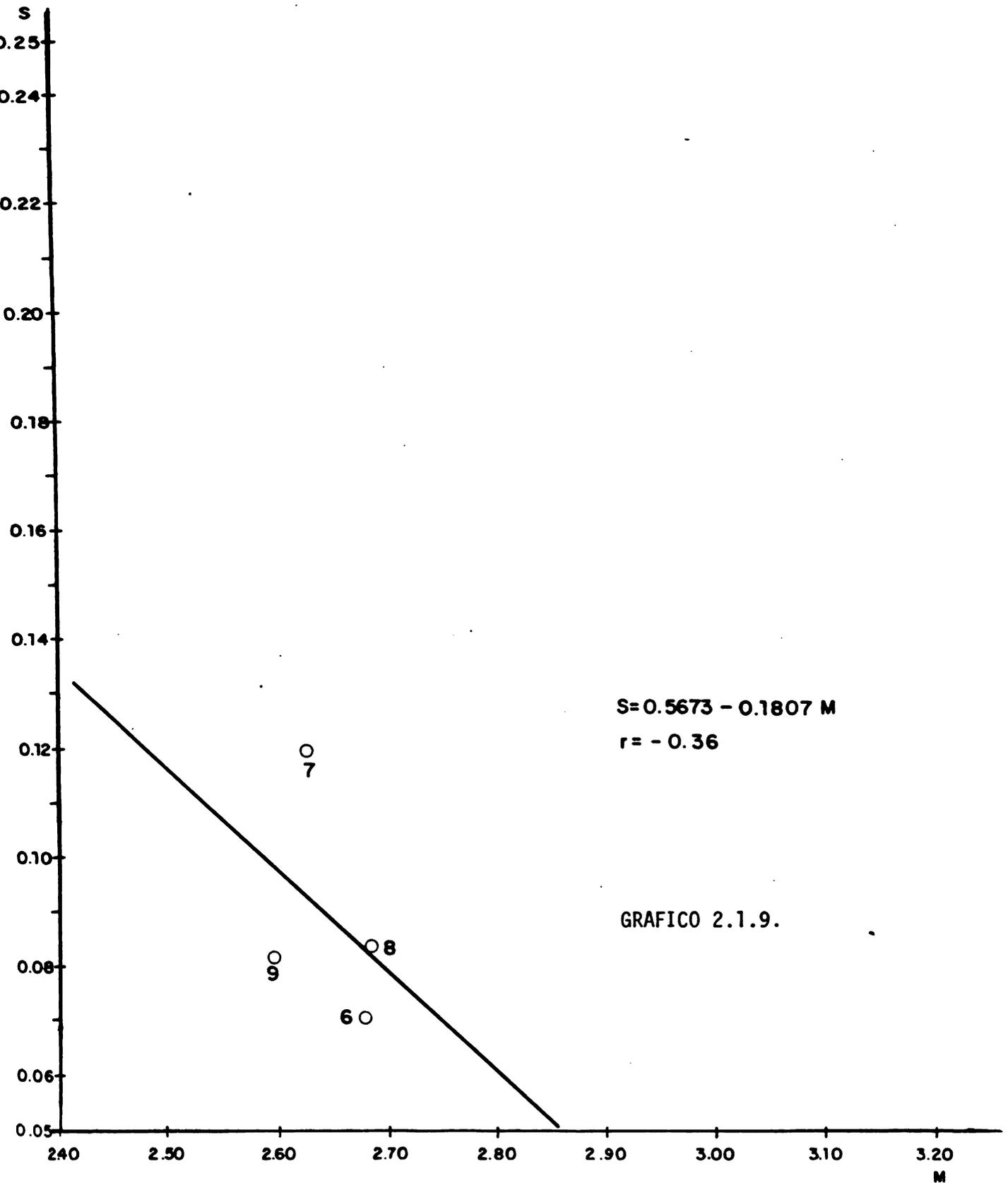
La variación de la precipitación determinada a nivel de cifras totales anuales no puede considerarse como aceptable para su empleo en la evaluación de recursos disponibles para el desarrollo de la agricultura ya que la variación que ésta muestra dentro del ciclo anual, con una alta concentración estacional, desvirtúa toda evaluación realizada con valores totales o promedios. Fue necesario, entonces, avanzar algo más en el análisis hidrológico para lograr un modelo de descomposición hasta, por lo menos, el nivel del período mensual.

Partiendo del procedimiento más simple de identificar coeficientes mensuales constantes ( $C_i$ ) de tal forma que la precipitación correspondiente al mes (i) se logre multiplicando la precipitación total anual ( $P_A$ ) por el coeficiente mensual respectivo ( $C_i$ ), es decir  $P_i = C_i \times P_A$ , se logró determinar un modelo, si bien más elaborado, con resultados más realistas que el procedimiento simplista descrito anteriormente.



ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA B)

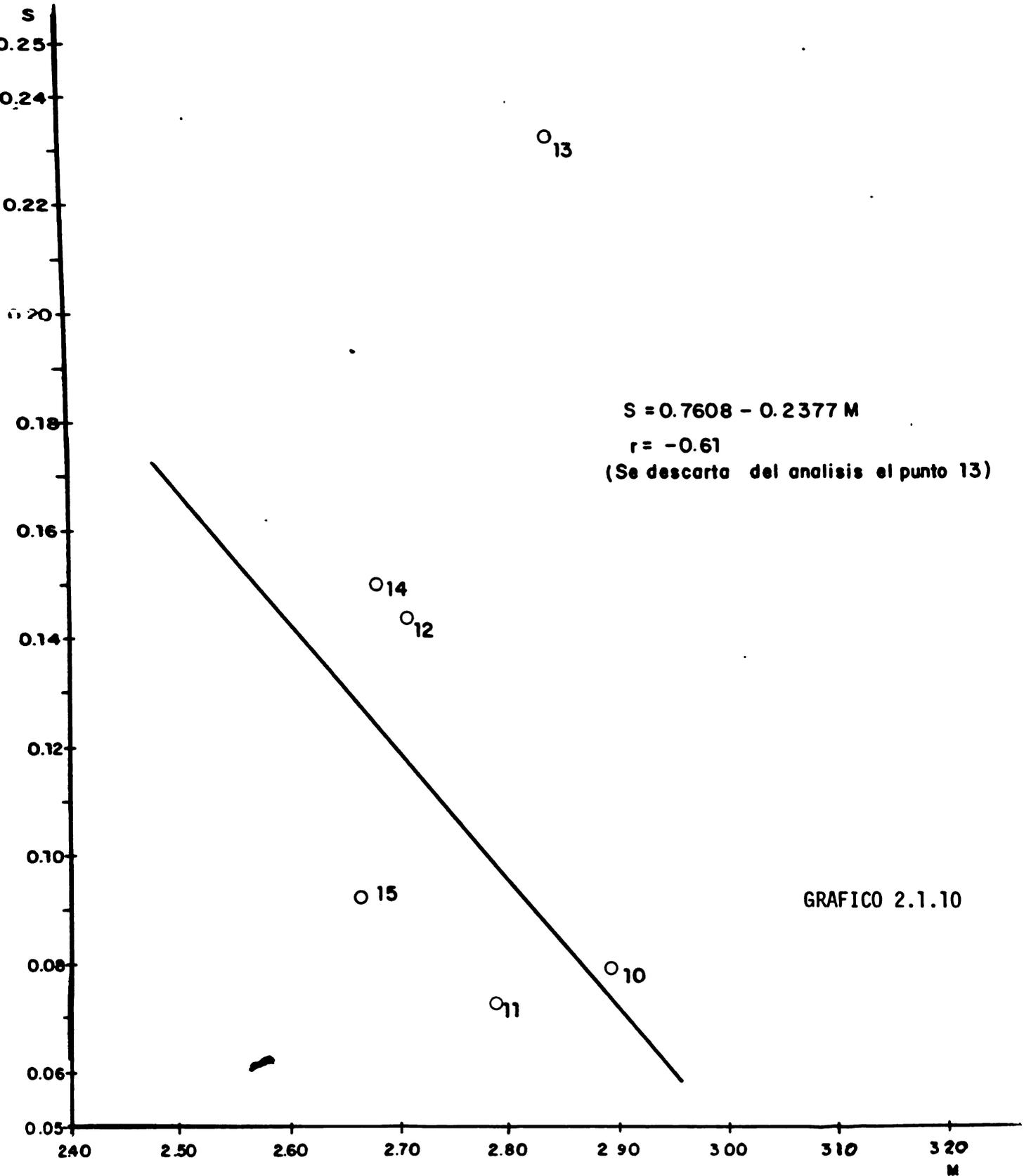
REGRESION ENTRE PARAMENTOS DE MEDIA (M)  
Y DESVIACION STANDARD (S)

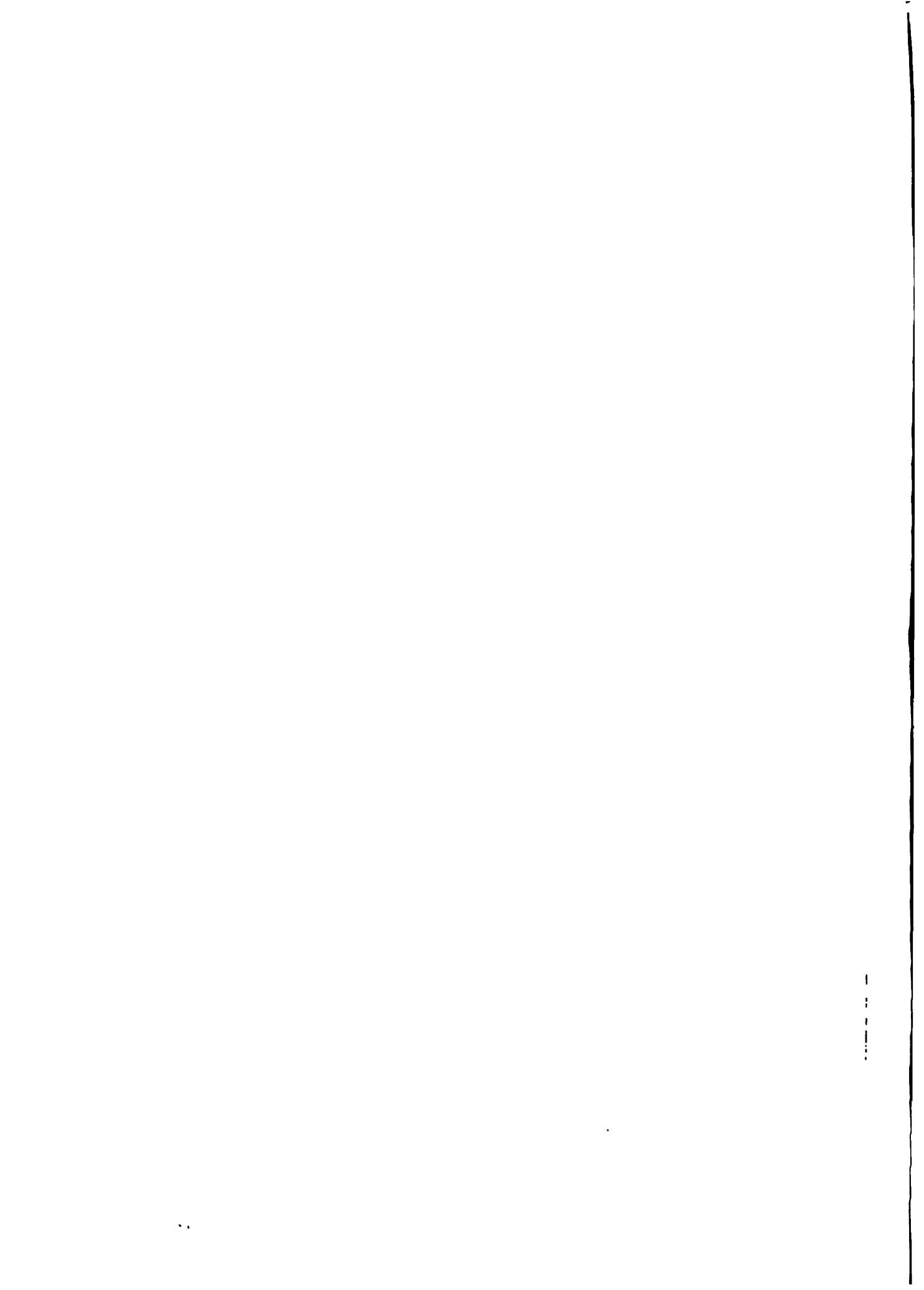




ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA C)

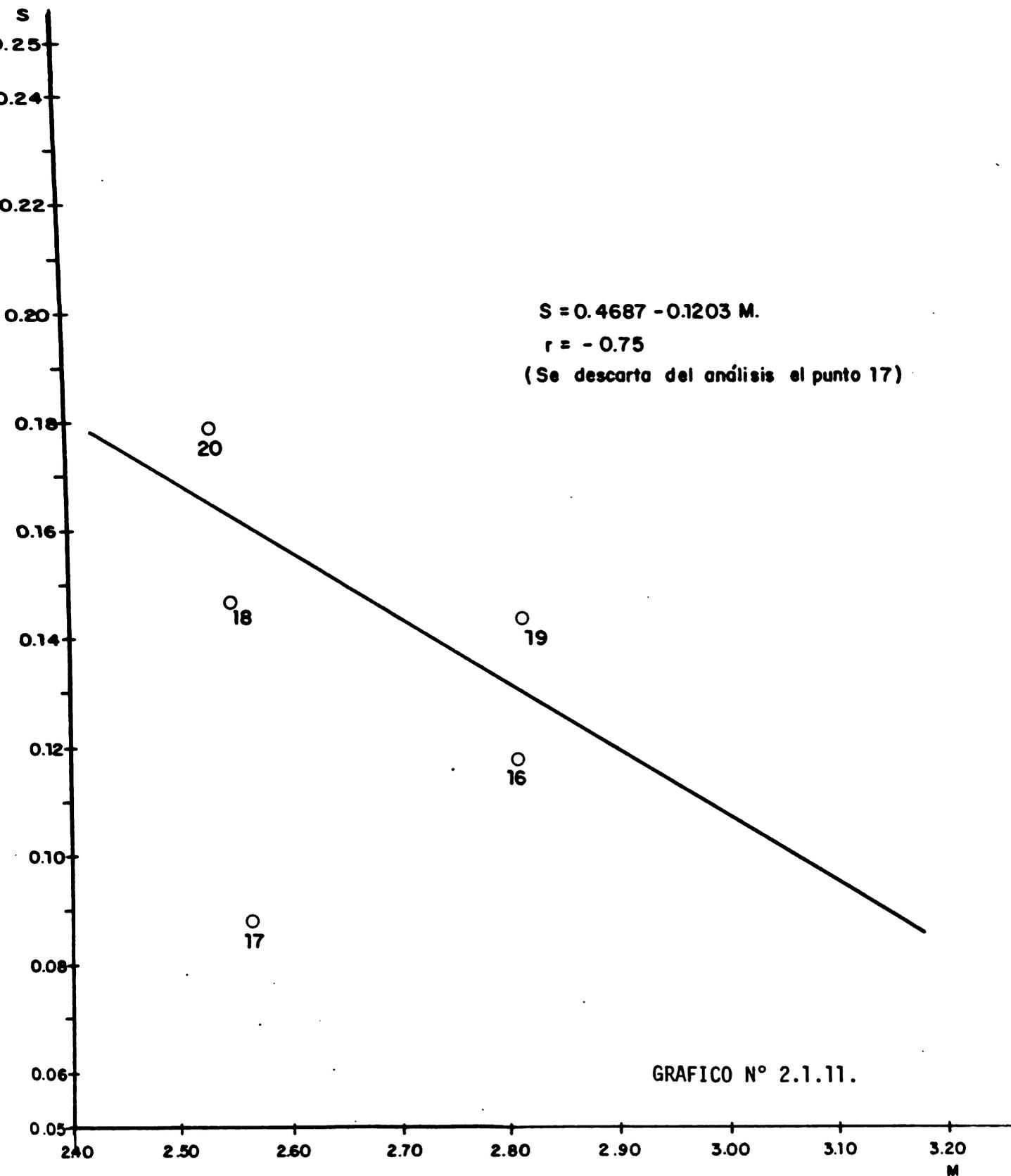
REGRESION ENTRE PARAMENTOS DE MEDIA (M)  
Y DESVIACION STANDARD (S)





ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA D)

REGRESION ENTRE PARAMENTOS DE MEDIA (M)  
Y DESVIACION STANDARD (S)





ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA E)

REGRESION ENTRE PARAMENTOS DE MEDIA (M)  
Y DESVIACION STANDARD (S)

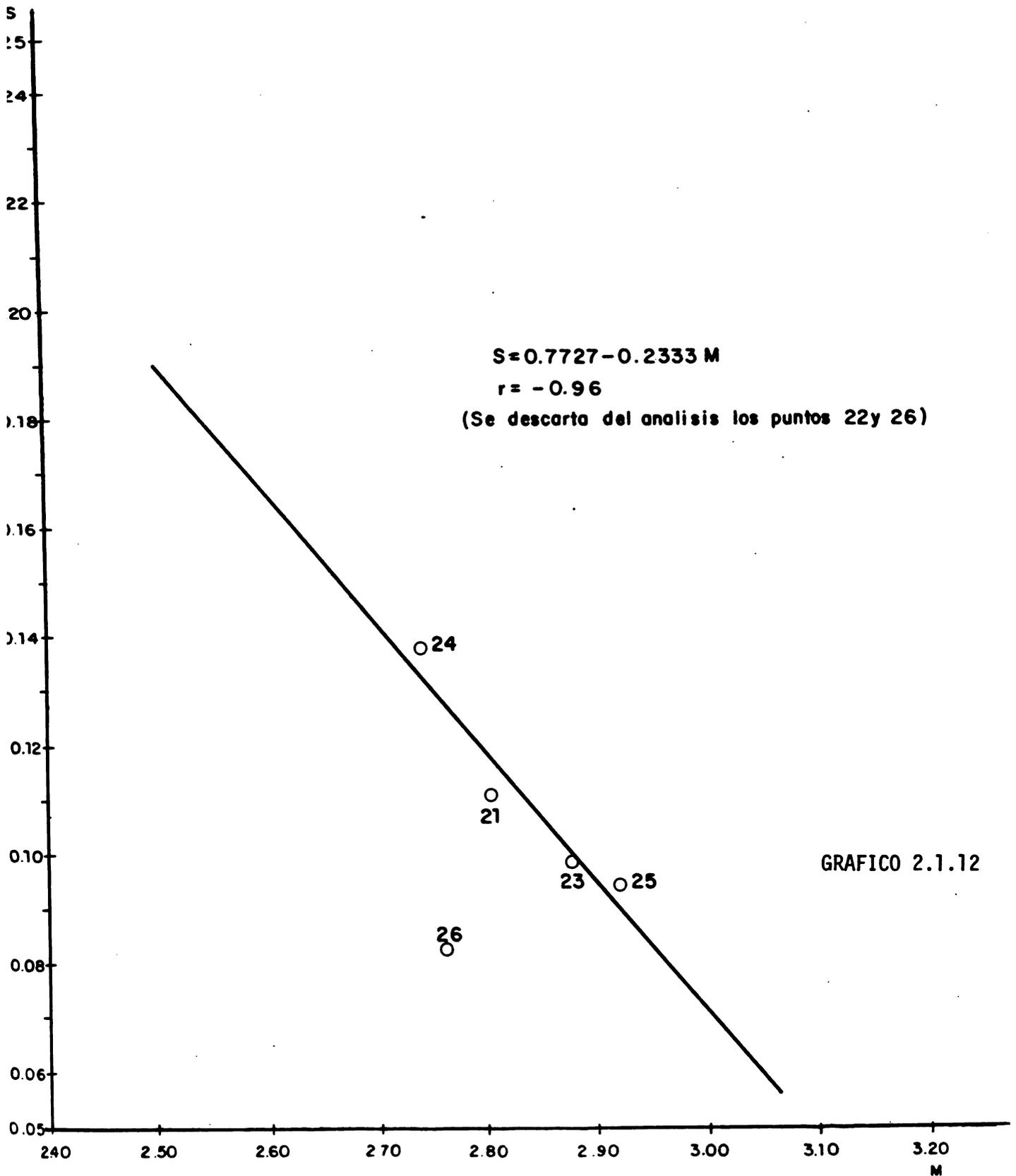
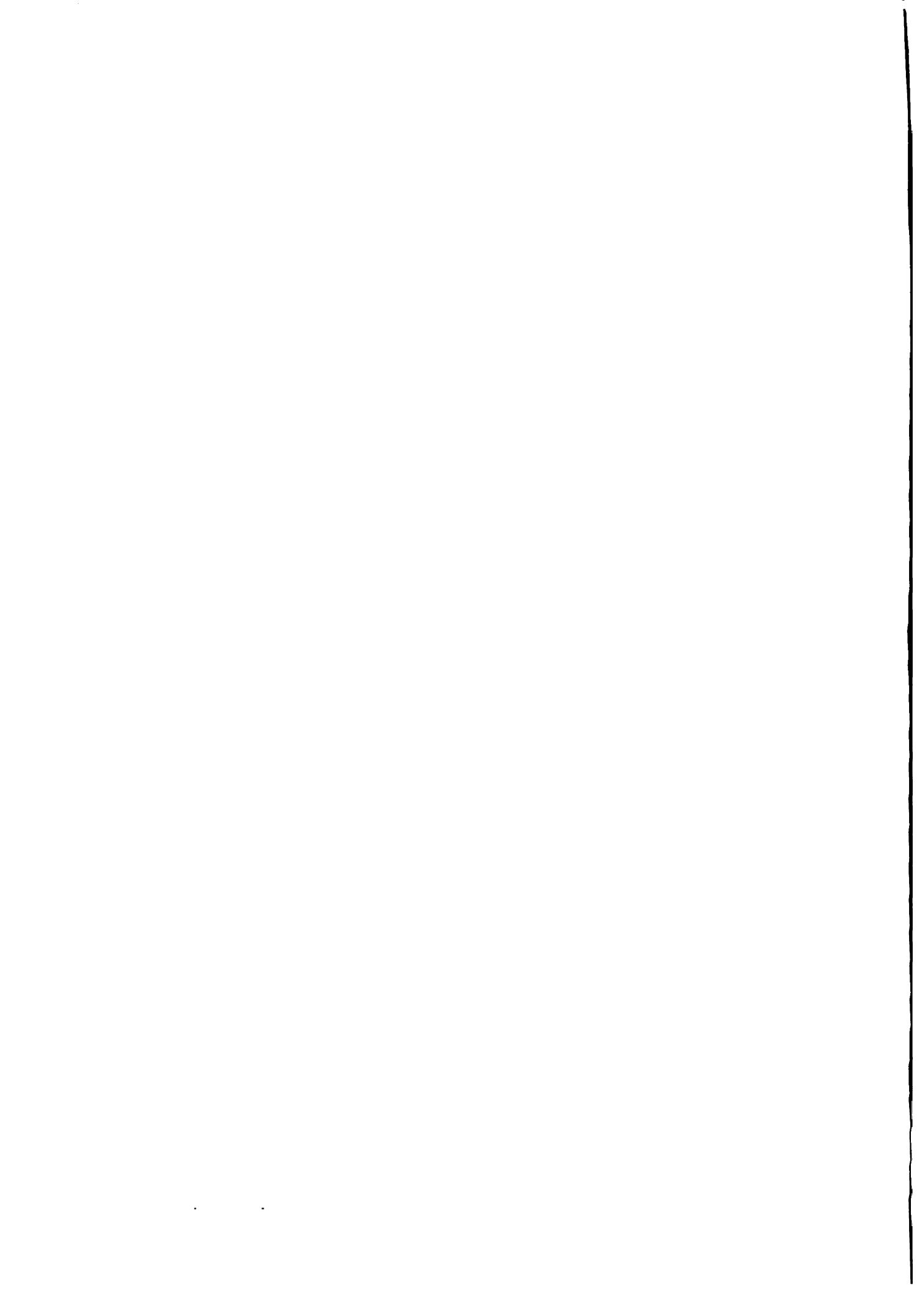
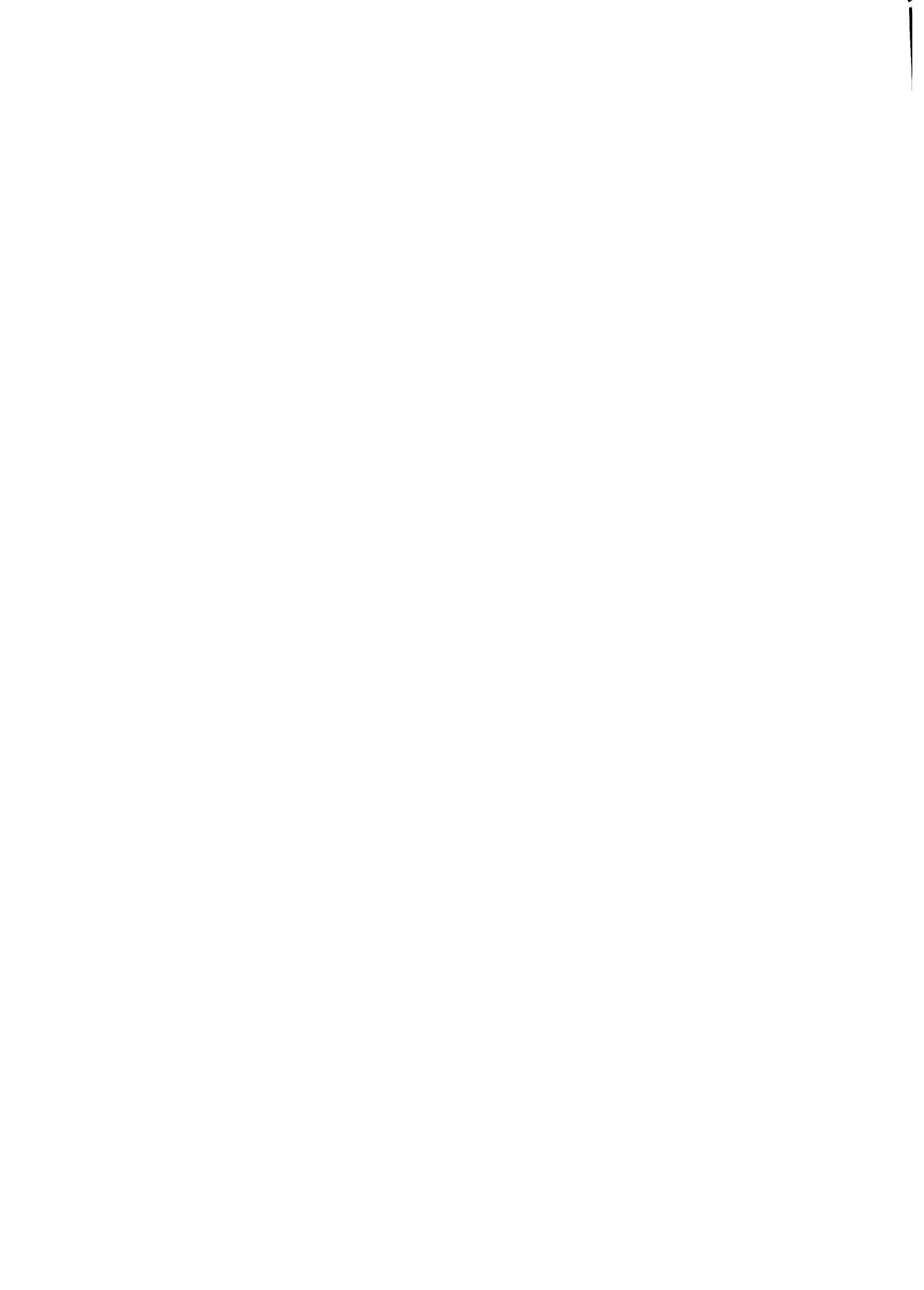


GRAFICO 2.1.12



CUADRO N° 2.1.1.7MODELO REGIONAL DE PRECIPITACIONES. ECUACIONES FINALES

Zona	Estaciones	$M = F(X, Y)$	$S = F(M)$
A	1, 2, 3, 4, 5	$M = 3,0468 - 0,0048 X + 6,07 \times 10^{18} X^{-10,67} + 0,0021 Y$	$S = -0,3324 + 0,1596 M$
B	6, 7, 8, 9	$M = 3,1000 - 0,0056 X + 0,0002 Y + 3,93 \times 10^{-13,0} Y^{5,38}$	$S = 0,5673 - 0,1807 M$
C	10, 11, 12, 13, 14, 15	$M = 2,7210 - 0,0040 X - 0,0018 Y$	$S = 0,7608 - 0,2377 M$
D	16, 17, 18, 19, 20	$M = 1,7407 - 0,0038 X + 0,0072 Y$	$S = 0,4687 - 0,1203 M$
E	21, 22, 23, 24, 25, 26	$M = 1,9744 + 0,0019 X - 9,20 \times 10^{-18} X^{6,32} + 0,0013 Y$	$S = 0,7727 - 0,2333 M$



El análisis seguido para determinar el modelo de descomposición se basa en el principio de que el coeficiente mensual  $C_i$  no es una constante sino, más bien, una variable que pueda acondicionarse a la variación que muestra el patrón de precipitaciones dentro del ciclo anual. Con este fin se empleó la siguiente ecuación:

$$C_i = m + t_i \cdot s$$

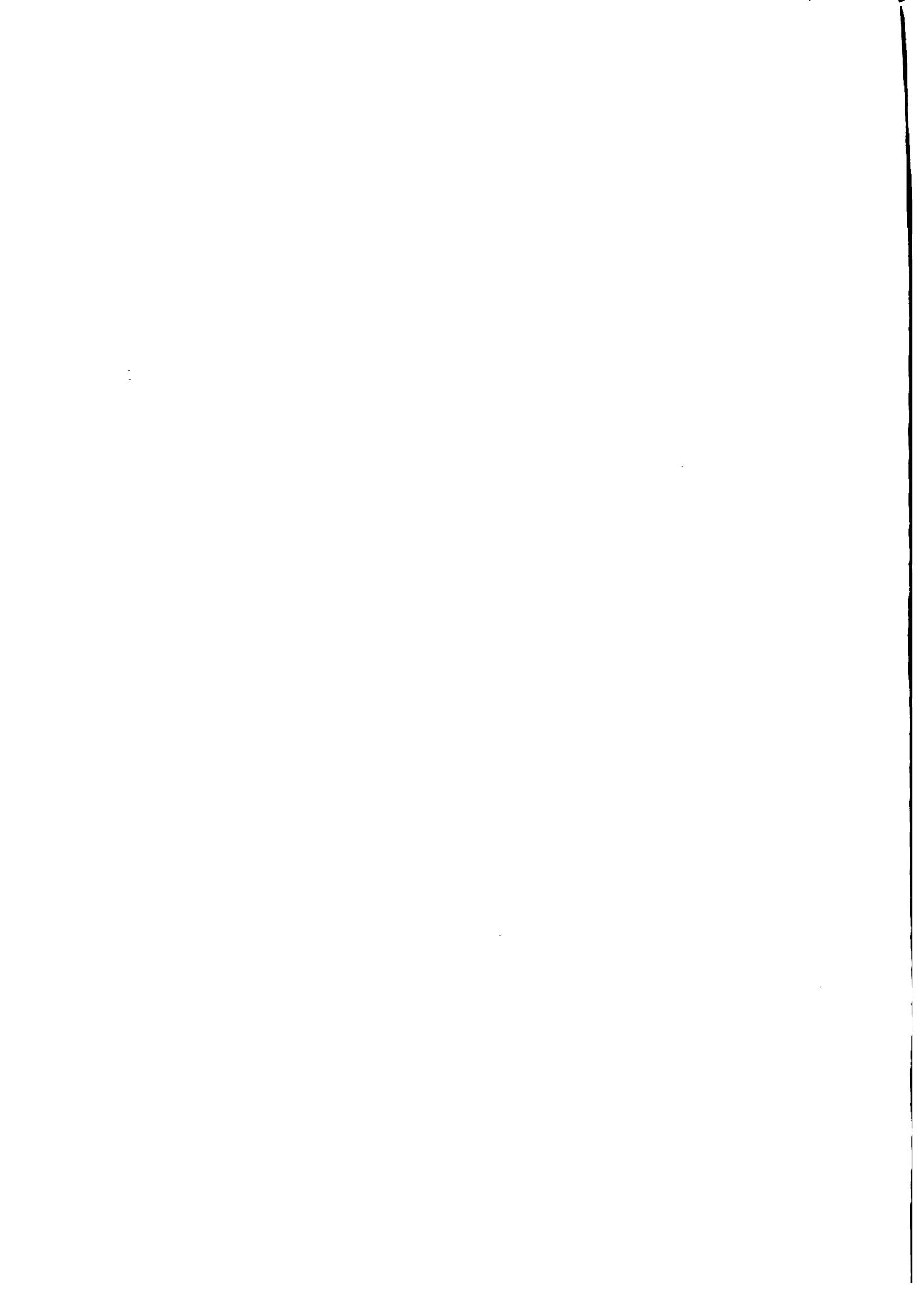
En donde:

- $m$  =  $1/12$  (constante igual al valor medio del vector  $C_i$  dentro de un ciclo anual).
- $t_i$  = Coeficiente mensual standard. El vector  $t_i$  (12 valores que componen el ciclo anual) tendrá media Cero y desviación standard Uno.
- $s$  = Desviación standard del vector  $C_i$ , variable cuya función se ha determinado en el análisis.

Calculándose los valores medios de la precipitación total anual ( $P_A$ ) y de la desviación standard del vector anual  $C_i$  ( $S$ ) para 25 casos analizados se estableció, luego, una correlación entre estos dos parámetros. Los 25 casos analizados se formaron agrupando los registros pluviométricos de las cinco estaciones base: Capinota, Cochabamba, Totorá, Camiri y Padilla; en 5 niveles o condiciones de humedad: años muy húmedos (MH), años húmedos (H), años normales (N), años secos (S) y años muy secos (MS). Estos niveles se precisaron empleando la distribución teórica de probabilidades ya definida y estableciéndose 5 rangos con probabilidades de ocurrencia de 20% cada uno y correspondientes a las 5 condiciones de humedad mencionadas.

Los parámetros correspondientes a cada uno de los 25 casos analizados se presentan en el Cuadro 2.1.8.

El resultado de la correlación establecida entre las dos variables ( $P_A$ ) y ( $S$ ) se presentan en el Gráfico 2.1.13, habiéndose obtenido un coeficiente de correlación aceptable  $r = -0.59$ .

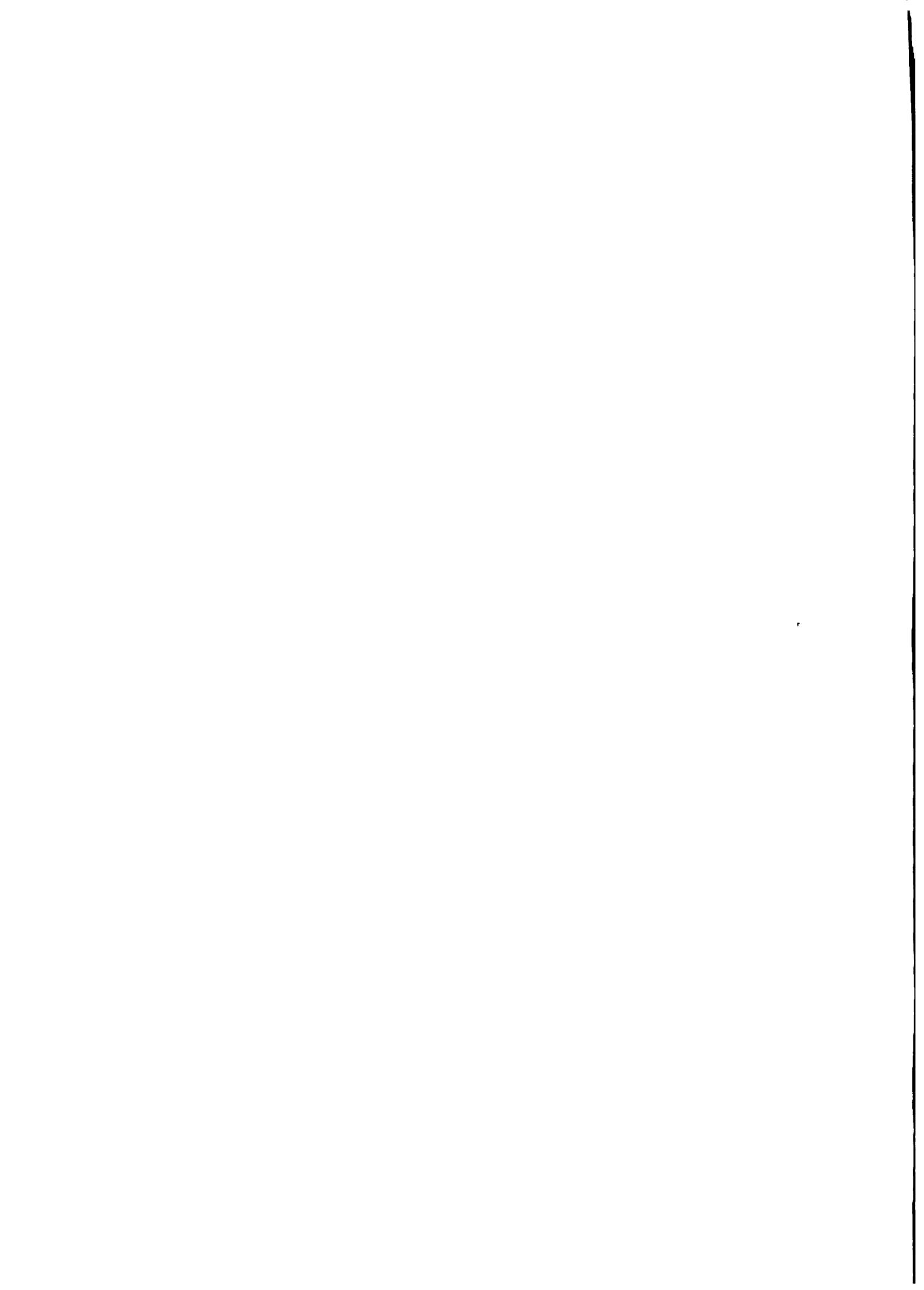


CUADRO No 2.1.8INFORMACIÓN EMPLEADA EN LA DETERMINACIÓN DEL MODELO  
DE DESCOMPOSICIÓN MENSUAL

Estación		Condiciones de Humedad				
		MH	H	N	S	MS
Capinota	P <sub>A</sub>	640.3	523.4	466.7	410.5	307.4
	S	0.1034	0.1021	0.1071	0.0972	0.1139
Cochabamba	P <sub>A</sub>	592.4	514.3	481.1	442.3	390.0
	S	0.1048	0.0960	0.0993	0.0913	0.1027
Camiri	P <sub>A</sub>	990.8	866.6	757.2	674.4	545.7
	S	0.0958	0.0904	0.0880	0.0936	0.0950
Padilla	P <sub>A</sub>	846.3	714.8	626.7	568.0	419.2
	S	0.0871	0.0794	0.0850	0.0931	0.1027

CUADRO No 2.1.9RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN T<sub>i</sub> - S

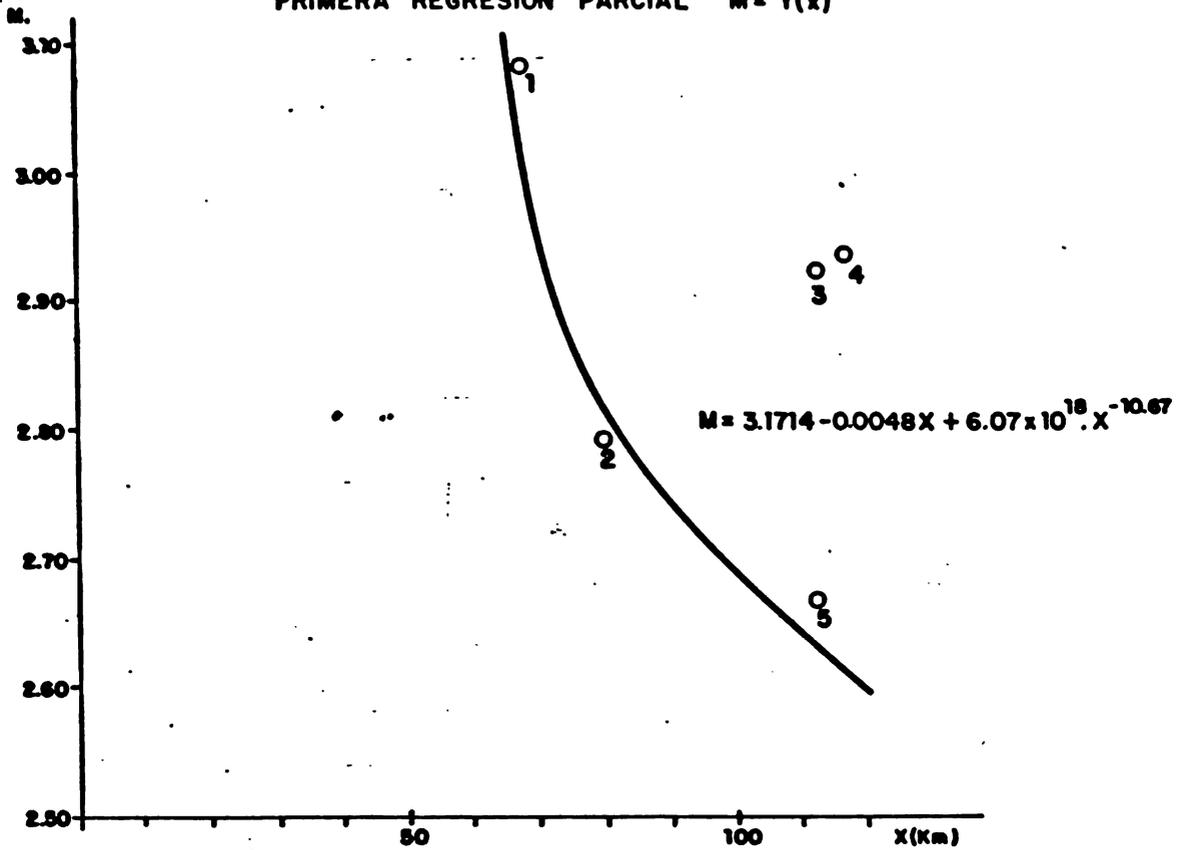
<u>i</u>	<u>a<sub>i</sub></u>	<u>b<sub>i</sub></u>	<u>r</u>	<u>Mes</u>
1	4.9254	2.7221	0.56	Enero
2	1.3294	0.1056	0.02	Febrero
3	-0.5050	-1.2246	-0.32	Diciembre
4	-1.3894	-1.7782	-0.50	Marzo
5	-2.1896	-2.2451	-0.66	Noviembre
6	-2.6666	-2.3791	-0.70	Abril
7	-2.1102	-1.6436	-0.61	Octubre
8	-0.8353	-0.2029	0.11	Septiembre
9	0.1223	0.8543	0.57	Mayo
10	0.7484	1.5399	0.89	Agosto
11	1.1073	1.9349	0.96	Junio
12	1.1944	2.0351	0.99	Julio



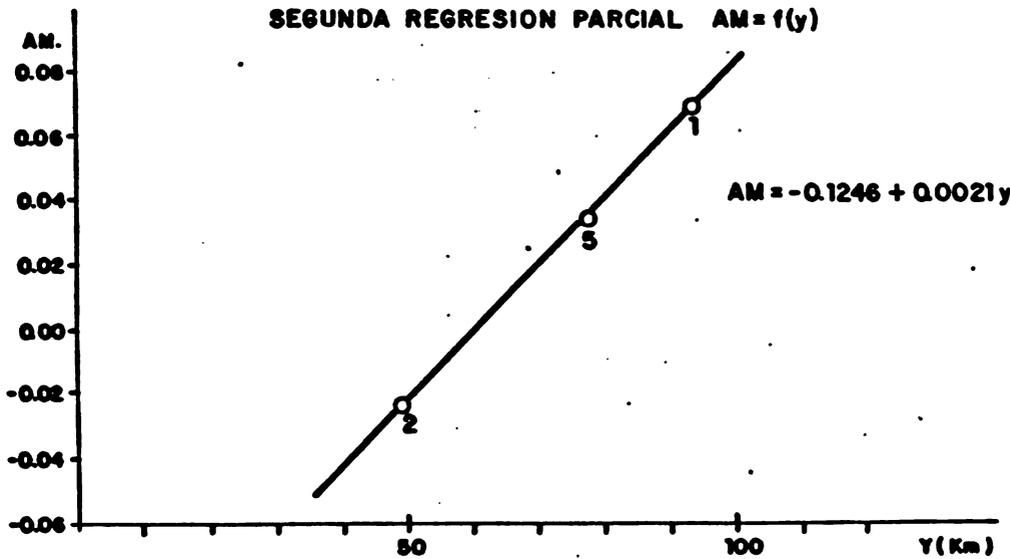
**ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES**

**(ZONA A)**

**PRIMERA REGRESION PARCIAL  $M = f(x)$**



**SEGUNDA REGRESION PARCIAL  $AM = f(y)$**



$M = 3.1714 - 0.0048x + 6.07 \times 10^{18} \cdot x^{-10.67} - 0.1246 + 0.0021y$

$M = 3.0468 - 0.0048x + 6.07 \times 10^{18} \cdot x^{-10.67} + 0.0021y$

**Gráfico 2.1.3**



**ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA B)**

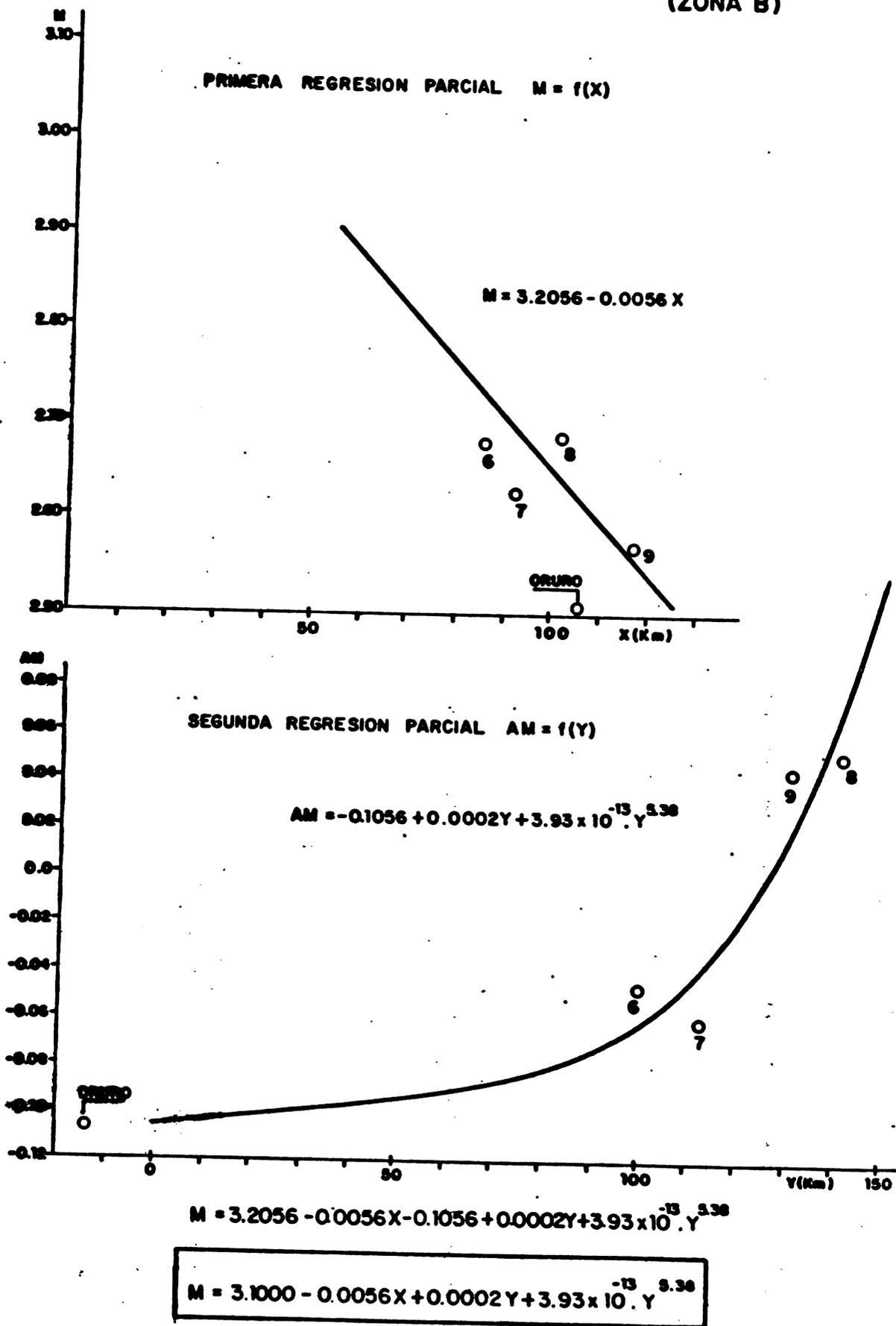
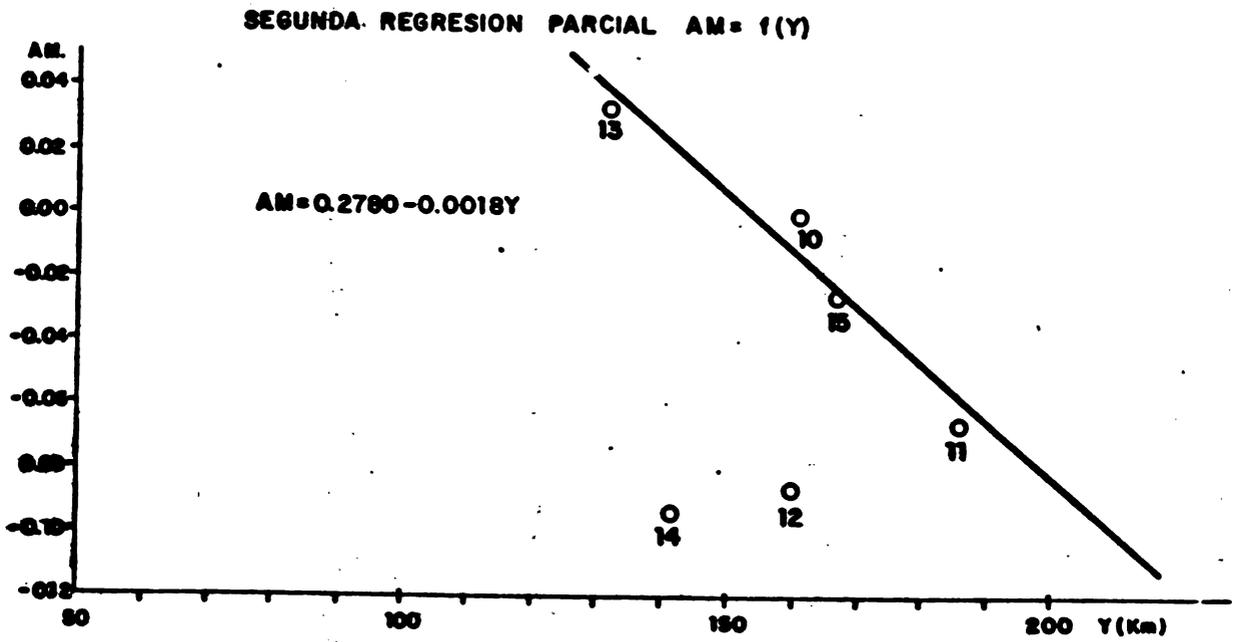
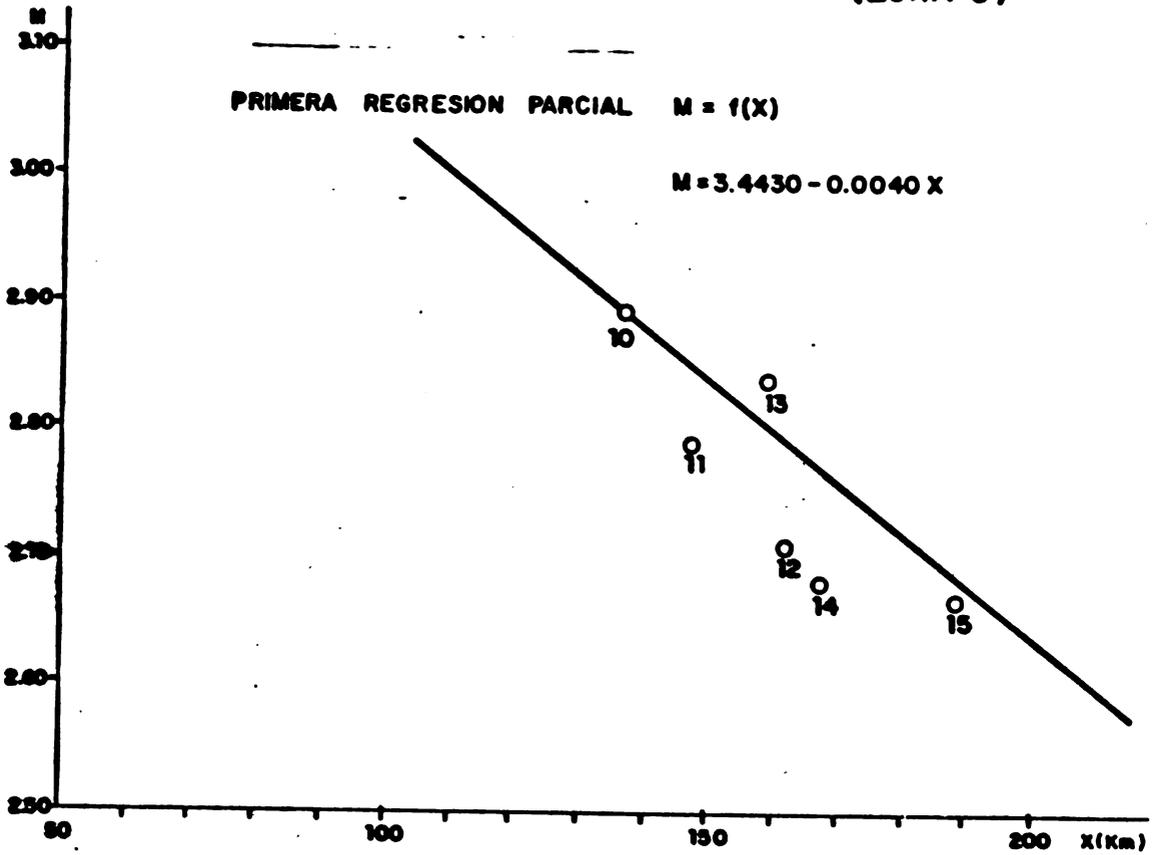


Gráfico 2.1.4



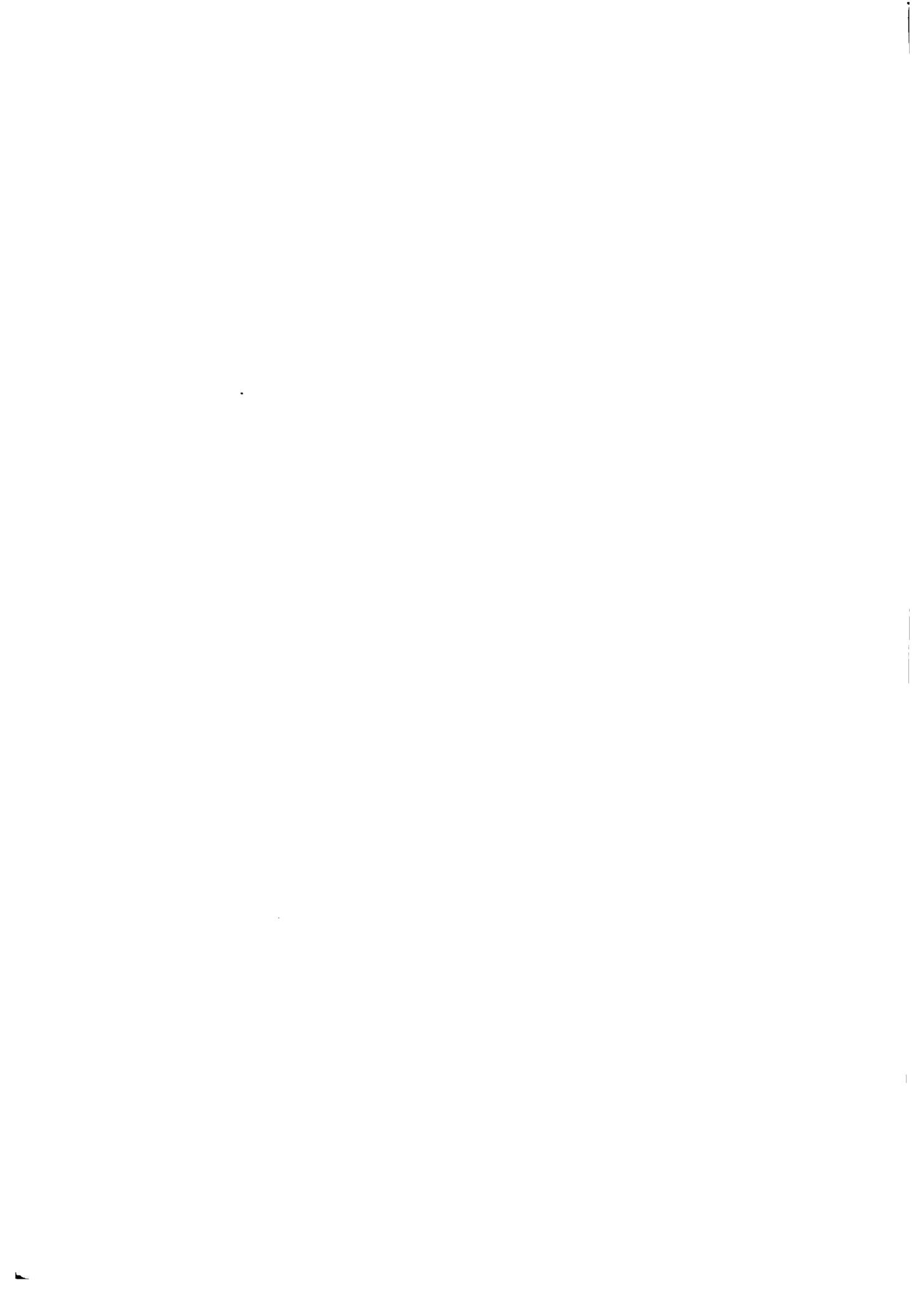
ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA C)



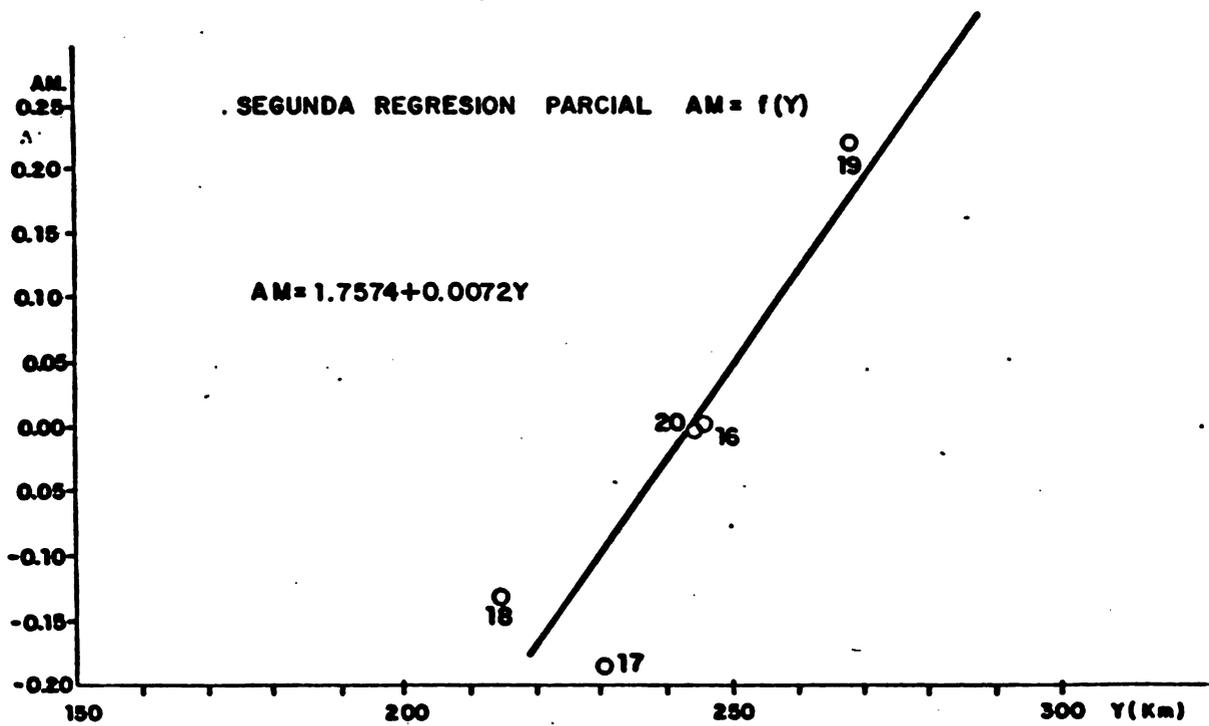
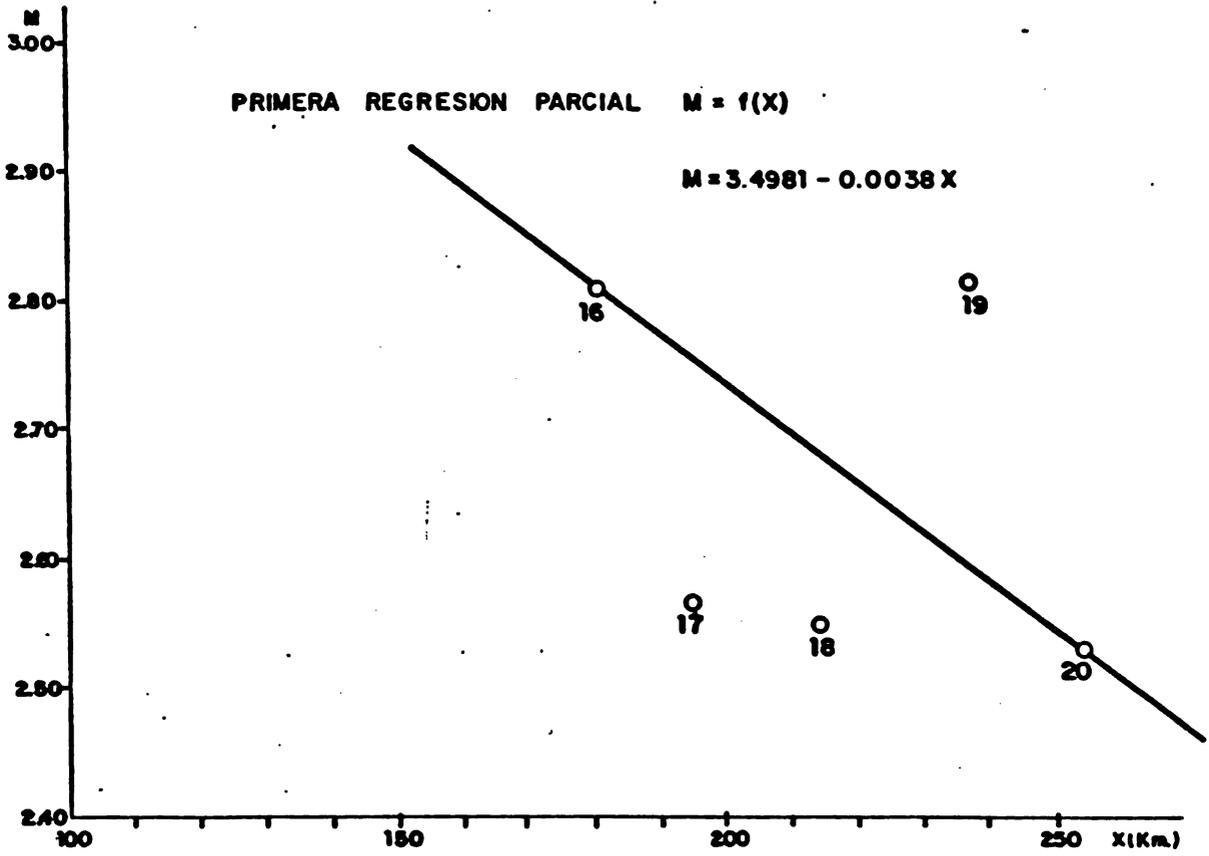
$M = 3.4430 - 0.0040 X + 0.2780 - 0.0018 Y$

$M = 3.7210 - 0.0040 X - 0.0018 Y$

Gráfico 2.1.5



# ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES (ZONA D)



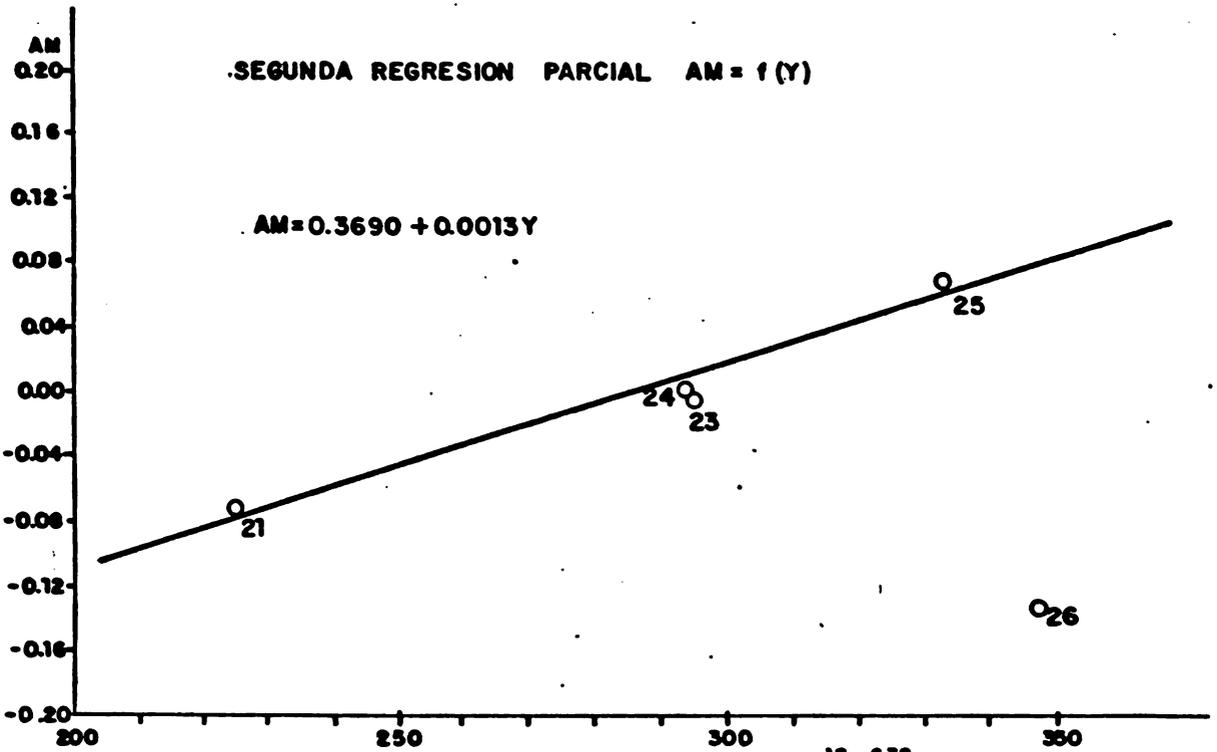
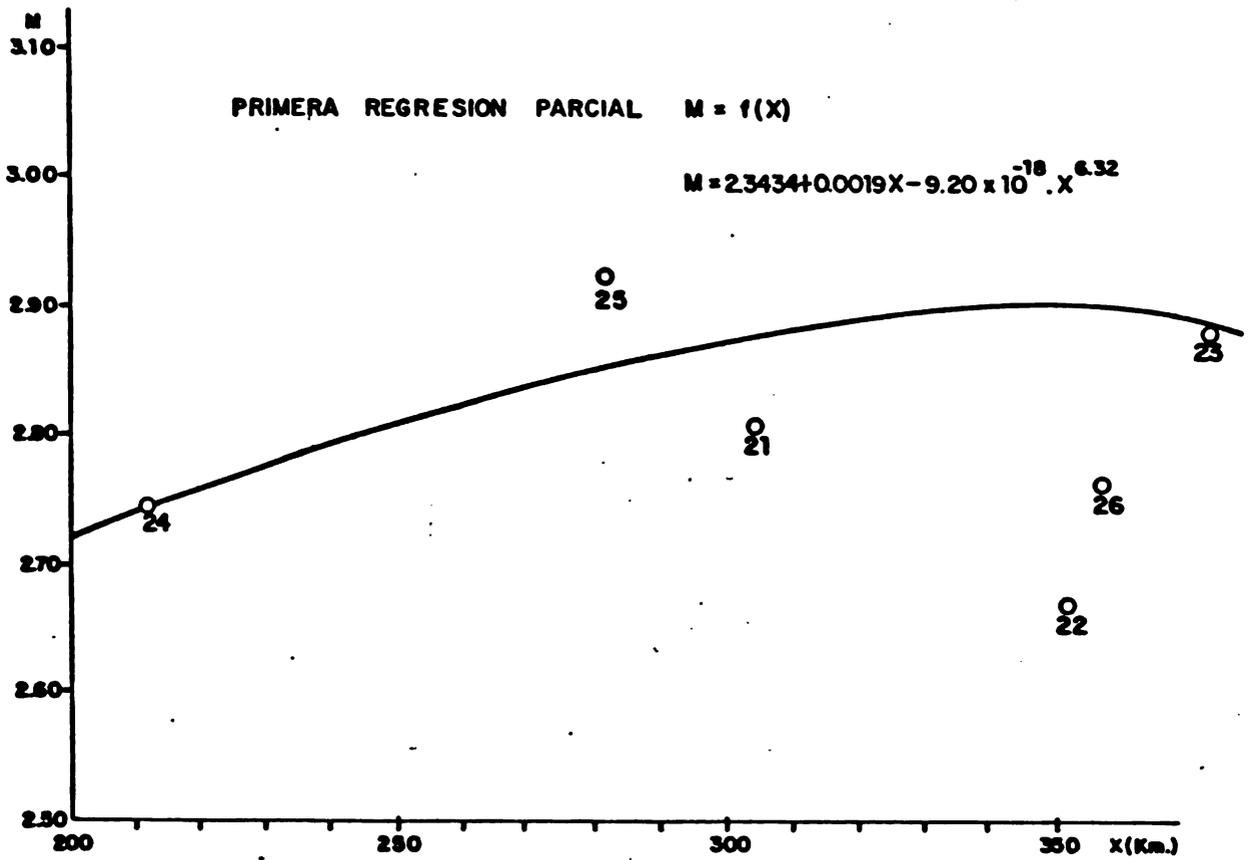
$M = 3.4981 - 0.0038 X - 1.7574 + 0.0072 Y$

$M = 1.7407 - 0.0038 X + 0.0072 Y$

Gráfico 2.1.6



ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA E)



$$M = 2.3434 + 0.0019X - 9.20 \times 10^{-18} \cdot X^{6.32} - 0.3690 + 0.0013Y$$

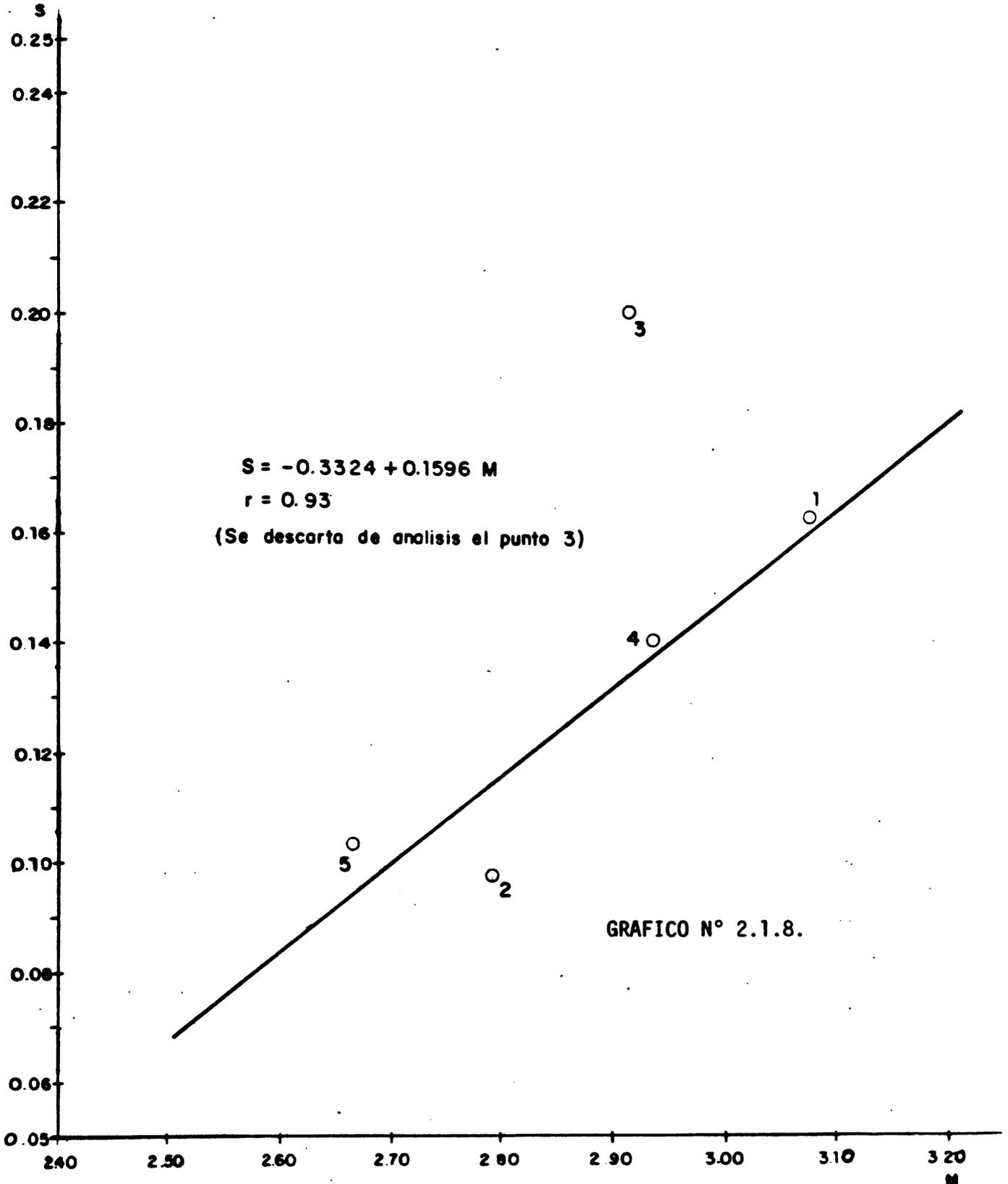
$$M = 1.9744 + 0.0019X - 9.20 \times 10^{-18} \cdot X^{6.32} + 0.0013Y$$

Gráfico 2.1.7



ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES  
(ZONA A)

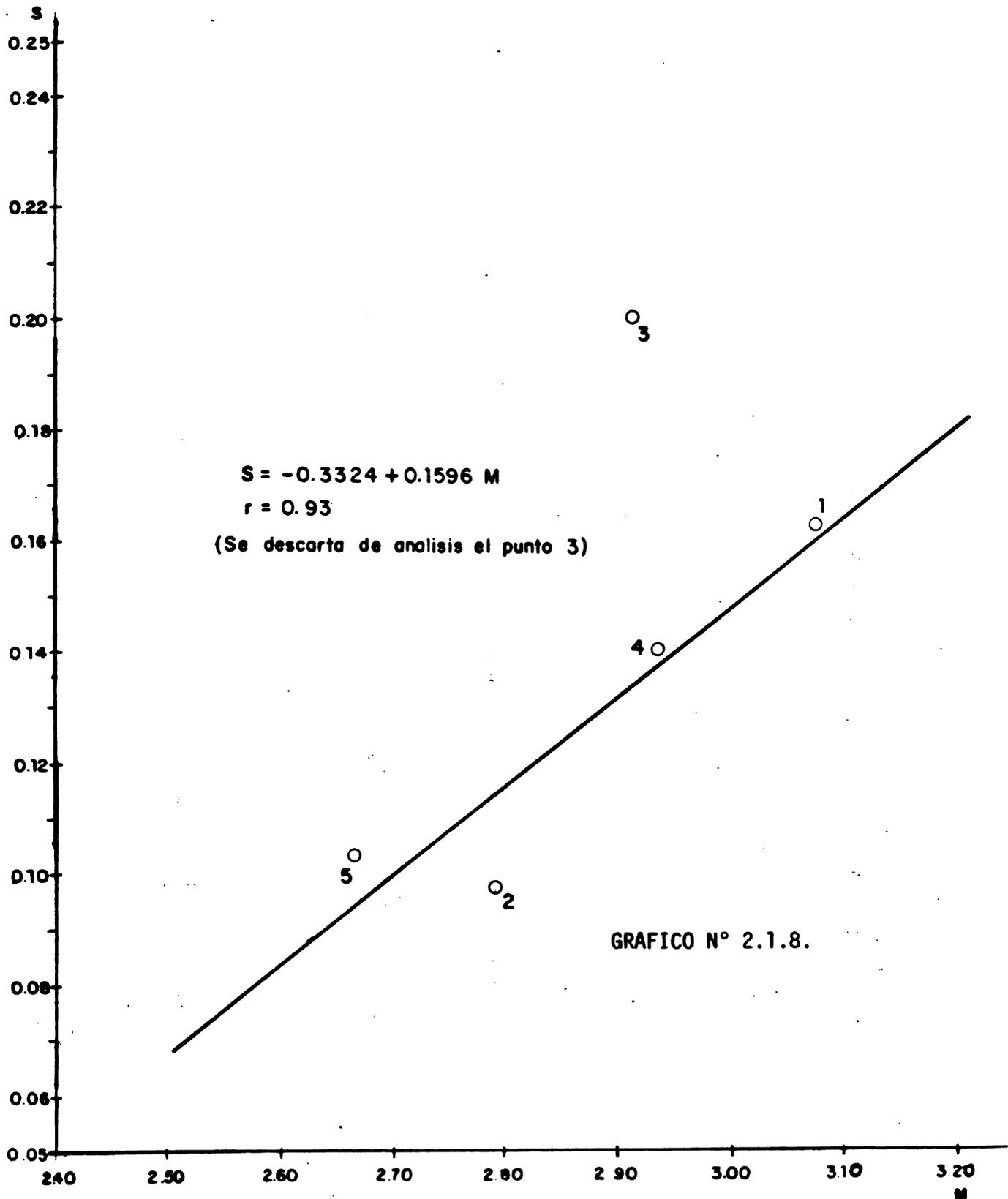
REGRESION ENTRE PARAMENTOS DE MEDIA (M)  
Y DESVIACION STANDARD (S)

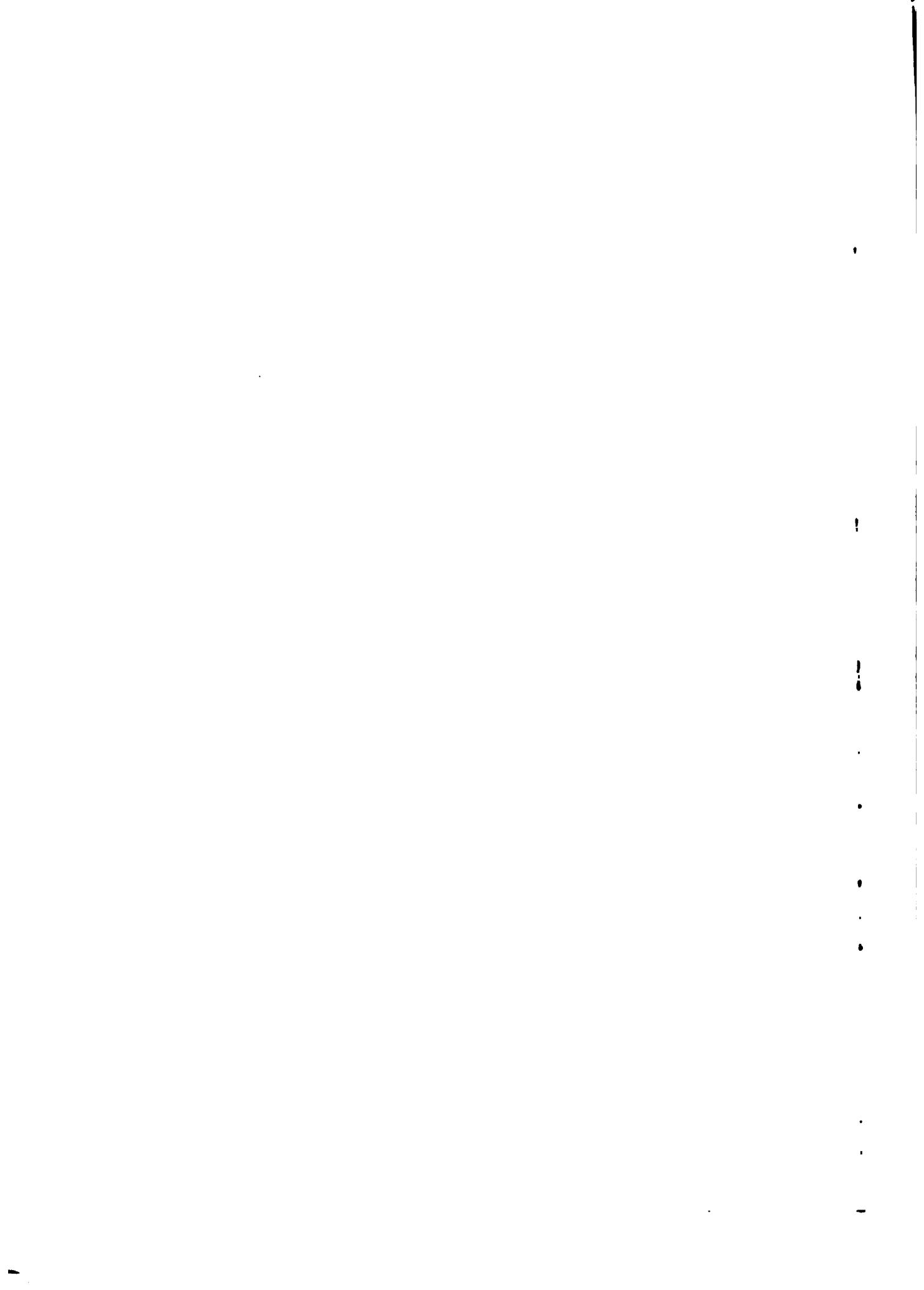




# ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES (ZONA A)

REGRESION ENTRE PARAMENTOS DE MEDIA (M)  
Y DESVIACION STANDARD (S)





# MODELO DE DESCOMPOSICION MENSUAL DE PRECIPITACION ANALISIS DE REGRESION $\lambda$ - P.A

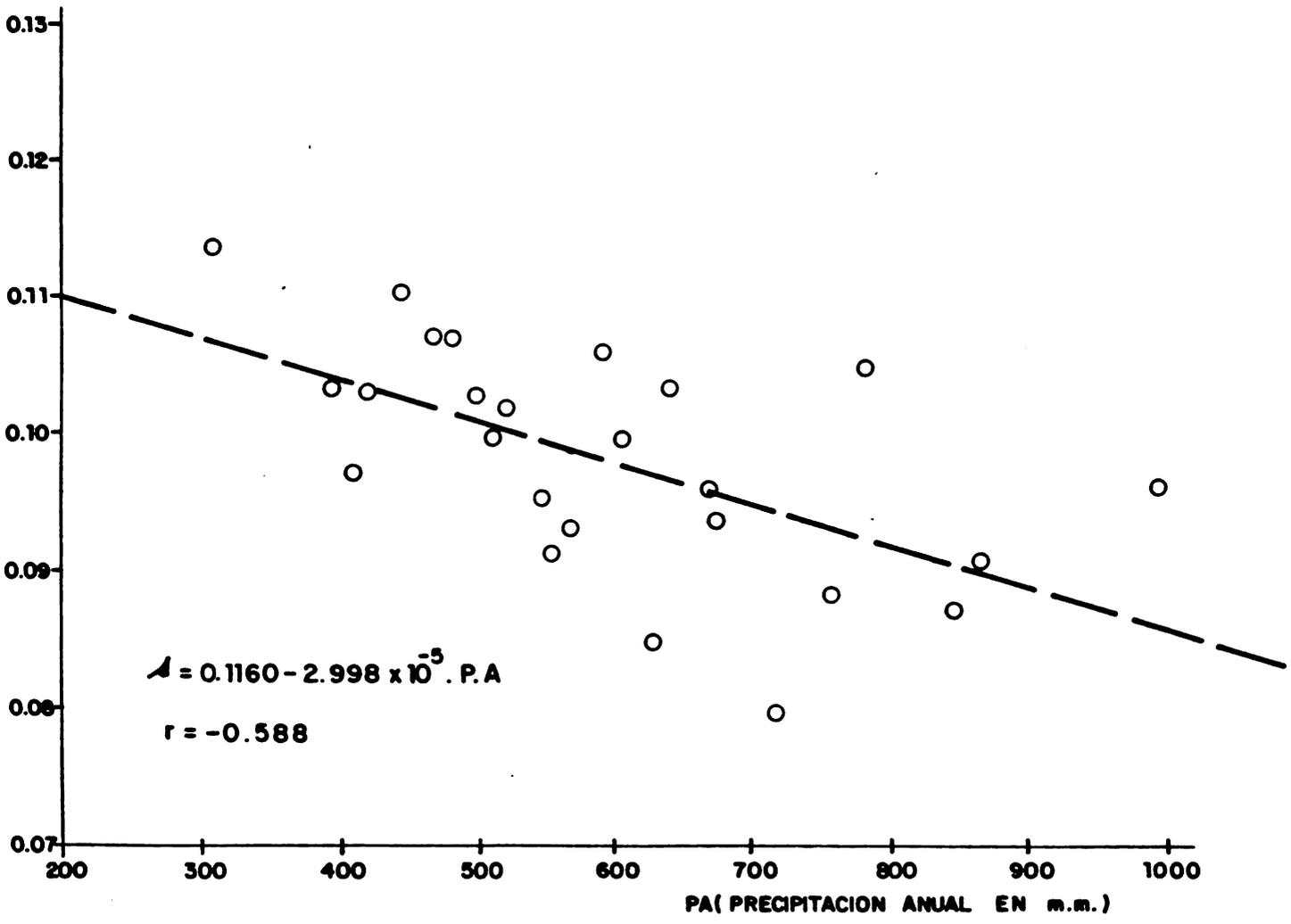


Gráfico 2.1.13



El valor negativo del coeficiente de correlación, que indica una disminución de la variable (S) conforme se incrementa el valor de la precipitación anual ( $P_A$ ), se manifiesta en una mayor uniformización en el patrón de precipitaciones conforme aumenta el valor de la precipitación total anual y, viceversa, una mayor irregularidad conforme disminuye el valor de ésta.

La composición del vector ( $t_i$ ) fue determinada calculándose éstos valores para cinco muestras de registros de 10 años cada una y pertenecientes a las mismas estaciones tomadas como base.

Luego, ordenándose en forma decreciente los 12 elementos componentes de cada vector anual se efectuó un análisis de regresión entre el parámetro S (desviación standard del vector  $C_i$ ) como variable independiente y cada uno de los elementos del vector  $t_i$  como variables dependientes, tomándolas de uno en uno y en el orden decreciente previamente establecido.

Como resultado de este análisis se determinó una función genérica de la forma:

$$t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$$

Obteniéndose los coeficientes de correlación y valores para los parámetros a y b que se presentan en el Cuadro 2.1.9.

Al calcularse los coeficientes  $t_i$  con las funciones de regresión logarítmicas ( $t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$ ) se produce un error ya que se pierden los valores de estandarización ( $M = 0, S = 1$ ) por lo que es necesario efectuar una corrección a los valores  $t_i$  y obtener nuevamente las condiciones de estandarización. Los coeficientes mensuales corregidos son llamados ( $K_i$ ) y se obtienen aplicando la ecuación normal de estandarización:

$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{S(t_i)}$$



c) Análisis de la Información Hidrométrica.

c.1) Generalidades

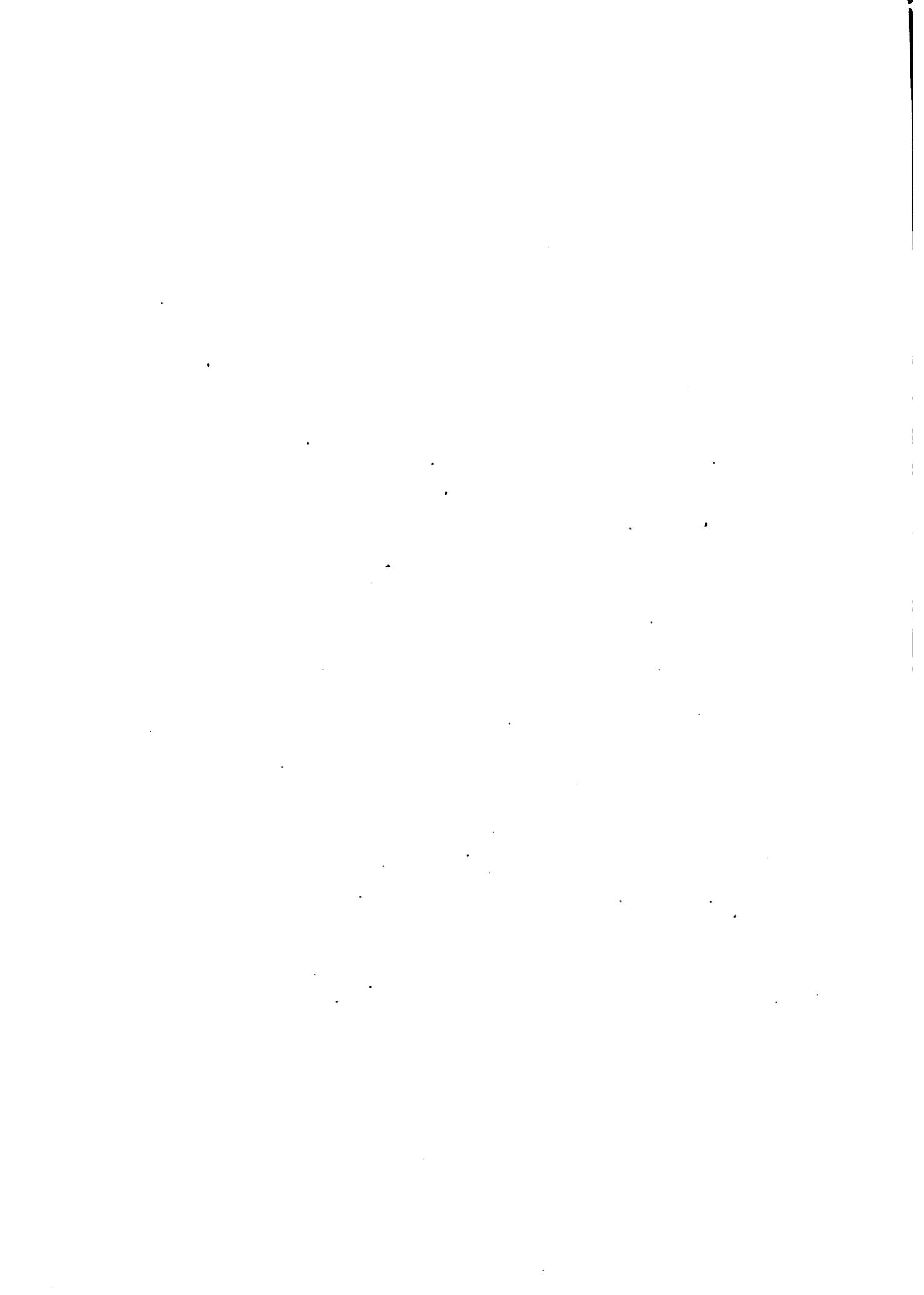
El tipo de análisis estadístico realizado con la información pluviométrica a nivel anual no puede repetirse con la información hidrométrica por la insuficiente cantidad de información disponible. En el Cuadro 2.1.10 se presenta dicha información y, como podrá observarse, exceptuando el caso de 4 ó 5 estaciones de un total de 8, los años con registros simultáneos no son suficientes imposibilitándose la realización de correlaciones con el fin de determinar parámetros estadísticos representativos de un período común y suficientemente amplio como para tomarse de base.

Por este motivo, el análisis de la información hidrométrica se ha circunscrito a un análisis de correlación precipitación-escurrecimiento y de esta forma, aceptándose los resultados del análisis estadístico y análisis regional de precipitaciones y amparándose en el análisis de regresión precipitación-escurrecimiento se definen las leyes que determinan tanto la variabilidad como la magnitud del escurrimiento superficial dentro de la Vertiente del Amazonas.

c.2) Correlación Precipitación-Escurrecimiento

Comparándose la información que se presenta en los Cuadros 2.1.4 (información pluviométrica) y 2.1.10 (información hidrométrica), se ha determinado la forma más adecuada en que dicha información puede compatibilizarse asignándosele a cada estación hidrométrica la estación pluviométrica con la cual le corresponde establecer su correlación. La relación de pares de estaciones se presenta a continuación:

<u>Estación Hidrométrica</u>	<u>Río</u>	<u>Estación Pluviométrica</u>
Molinero	Caine	Arque, Sacaba y Mizque
Pte. Arce	Grande	Capinota, Sacaba y Mizque
Pte. Taperas	Mizque	Mizque
Choreti	Parapeti	Camiri
Angostura	Durai	Mairana



CUADRO No 2.1.1.10

ESCURRIMIENTO TOTAL ANUAL REGISTRADO EN M.M.

Año	Molinerro Cafne 9,750 Km2	Pte. Arce Grande 23,800 Km2	Pte. Taperas Mizque 7,630 Km2	Pto. Nava Grande 42,400 Km2	Abapó Grande 60,910 Km2	Pte. Choretí Parapetí 5,400 Km2	Lajas Mairana 390 Km2	Angostura Pirai 1,394 Km2
1943	-	-	-	-	-	191	-	-
1944	-	-	-	-	-	181	-	-
1945	-	-	-	-	-	86	-	-
1946	-	-	-	-	87	169	40	137
1947	-	-	-	-	157	247	150	131
1948	-	-	-	-	150	192	88	181
1949	-	-	-	-	175	141	62	138
1950	-	-	-	-	-	-	35	98
1951	-	-	-	-	-	175	24	111
1952	-	-	-	-	-	151	67	93
1953	-	-	-	-	-	137	29	168
1954	-	-	-	-	-	186	40	88
1955	-	-	-	-	-	-	44	174
1956	-	-	-	-	-	-	60	179
1957	-	-	-	-	-	-	40	121
1958	-	-	-	-	-	-	41	99
1959	-	-	-	-	-	-	32	145
1960	-	-	-	-	-	-	23	82
1961	-	-	-	-	-	-	35	87
1962	-	-	-	-	-	-	37	64
1963	-	-	-	-	-	-	48	73
1964	-	119	103	-	-	-	44	61
1965	-	191	105	-	-	-	35	58
1966	-	-	-	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-	-	-	-
1968	-	286	-	-	-	-	-	-
1969	-	136	85	-	-	-	-	-
1970	-	135	112	-	-	-	-	-
1971	-	141	81	92	-	-	-	-
1972	162	154	75	116	-	-	-	-
1973	124	155	93	103	-	-	-	-
1974	290	330	255	337	-	-	-	-
1975	200	239	148	-	-	-	-	-
1976	161	182	158	124	-	-	-	-
1977	140	184	152	100	-	-	-	-
1978	238	262	205	-	-	-	-	-
1979	395	298	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-	-	-	-



No se incluyen en el análisis las estaciones de Puesto Nava y Abapó sobre el Rfo Grande por la dificultad que presentan las grandes dimensiones de las cuencas respectivas (42,000 y 61,000 Km<sup>2</sup>, respectivamente). Tampoco se incluye la estación de Las Lajas sobre el Rfo Mairana debido a las dudas que se tiene sobre la calidad de los registros disponibles.

La correlación se ha realizado entre la precipitación media anual ( $\bar{P}_2$ ) determinada como representativa de la cuenca hidrográfica en cuestión y el escurrimiento anual registrado (E), valor tomado del Cuadro 2.1.10.

La precipitación representativa ( $\bar{P}_2$ ) se ha calculado en base a la siguiente ecuación:

$$\bar{P}_2 = 10^{(M_2 + t S_2)}$$

En donde  $M_2$  y  $S_2$  representan, respectivamente, la media y desviación standard de la distribución logarítmico normal correspondiente a las precipitaciones, en el punto del centro de gravedad de la cuenca hidrográfica. Estos parámetros, calculados en el modelo regional de precipitaciones, se presentan en el Cuadro 2.1.11.

(t) representa la transformada a una distribución normal standard de la variable  $\text{Log}(P_1)$  y se obtiene de la siguiente forma:

$$t = \frac{\text{Log}(P_1) - M_1}{S_1}$$

En donde  $P_1$  = precipitación anual registrada en m.m.  $M_1$  y  $S_1$  representan, respectivamente la media y desviación standard de la variable  $\text{Log}(P_1)$ , valores que se obtienen del análisis regional en función de las coordenadas de la estación pluviométrica.



CUADRO No 2.1.1.11

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN  
ANUAL REPRESENTATIVA EN LAS CUENCAS DE CONTROL

Rfo	Estación	Zona	Área Km <sup>2</sup>	X Km	Y Km	M <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>
Caine	Molínero	A	4,620	107.0	62.0	2.6647	0.0929
		B	3,950	121.0	107.0	2.4763	0.1198
		C	1,180	173.5	124.0	2.8038	0.0943
Grande	Pte. Arce	A	4,620	107.0	62.0	2.6647	0.0929
		B	3,950	121.0	107.0	2.4763	0.1198
		C	15,230	192.0	76.5	2.8153	0.0916
Mizque	Pte. Taperas	C	7,630	159.0	173.5	2.7727	0.1017
Parapeti	Choreti	E	5,400	378.0	255.0	2.8440	0.1090
Pirai	Angostura	E	1,394	226.5	310.0	2.8007	0.1193



En el Cuadro 2.1.12 se presentan los valores de los parámetros estadísticos  $M_1$ ,  $S_1$ ,  $M_2$  y  $S_2$  así como las precipitaciones anuales registradas en las estaciones pluviométricas de referencia ( $P_1$ ) y las precipitaciones representativas de las cuencas de control ( $P_2$ ) y determinadas con el procedimiento que se ha descrito.

Analizando y graficando todos los valores simultáneos de  $E$  (Cuadro 2.1.10) y  $P_2$  (Cuadro 2.1.12) se determinan tres tipos diferentes de comportamiento en las cuencas hidrográficas concluyéndose en atribuir la causa de esta diferencia al hecho de que en unos casos los registros de escurrimiento representan el escurrimiento total de la cuenca ( $E_1$ ) debido a que por una formación rocosa e impermeable en el lecho del río, en la sección de control, el flujo subterráneo de la cuenca aflora a la superficie y, por lo tanto, puede ser medido juntamente con el escurrimiento superficial, en un segundo caso, los registros de escurrimiento representan solamente el escurrimiento superficial ( $E_2$ ) existiendo un flujo subterráneo no medido y de relativa importancia y, por último, en un tercer caso, cuando a la condición anterior se le añade el efecto de una importante evapotranspiración ocasionada por un bosque húmedo que cubre densamente la cuenca hidrográfica resultando un escurrimiento mayormente disminuido ( $E_3$ ).

En el primer grupo ( $E_1$ ) se ubicó a la estación del Angosto del Molinero, en el segundo grupo ( $E_2$ ) a las estaciones de Pte. Arce y Pte. Taperas y en el tercer grupo ( $E_3$ ) a las estaciones de Pte. Choreti y Angostura.

Los resultados de los análisis de regresión obtenidos para cada una de las tres condiciones se presentan en Gráfico 2.1.14.

### c.3) Modelo de Descomposición a Nivel Mensual

Determinándose la escorrentía total anual con la ecuación de regresión ya descrita, ésta debe luego ser descompuesta en 12 valores mensuales habiéndose desarrollado para ello un modelo de



descomposición muy similar al que se desarrolló, para igual propósito, con la precipitación.

Convirtiendo los registros de descargas medias mensuales ( $Q_i$ ) en coeficientes mensuales ( $C_i$ ) que representan la relación de las descargas mensuales entre la descarga total anual ( $C_i = Q_i/Q_a$ ) se ha calculado la desviación standard ( $S$ ) de la variable  $C_i$  para el ciclo anual, tomándose este parámetro ( $S$ ) como representativo del grado de variabilidad del hidrograma anual de descargas. En el Cuadro 2.1.13 se muestran los valores anuales de la variable ( $S$ ) obtenidos para las cuencas controladas.

La correlación entre los valores anuales de la variable ( $S$ ) con los escurrimientos anuales correspondientes ( $E$ ), tal como se efectuó en el análisis regional de la Vertiente del Plata, ha dado resultados significativos efectuando previamente la diferenciación de los tipos de escurrimiento en dos categorías.

$E_1$  y  $E_2$  en la primera categoría en donde se considera a los registros de las estaciones de aforo de Molinero, Pte. Arce y Pte. Taperas, y  $E_3$  en la segunda categoría en donde se considera a los registros de las estaciones de aforo de Pte. Choretí y Angostura.

Como podrá observarse de los resultados obtenidos, el grado de irregularidad para un mismo valor del escurrimiento anual ( $E$ ) es mayor para las cuencas de la primera categoría que para las de segunda categoría, explicándose éste por la densa cobertura vegetal que caracteriza a las cuencas de la segunda categoría y que ejerce un notable efecto regulador en las descargas de estas cuencas presentando, por lo tanto, hidrogramas anuales bastante más uniformes que las que ocurren en las cuencas pertenecientes a la primera categoría.

Los resultados del análisis de regresión se presentan en el Gráfico 2.1.15.



CUADRO No 2.1.12

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN ANUAL Y PRECIPITACIÓN REPRESENTATIVA EN LAS CUENCAS DE CONTROL

Año	Estación Aforos	Río	Estación Pluviométrica de Referencia	$M_1$	$S_1$	$M_2$	$S_2$	$P_1$	$P_2$			
1972	Molinero (A) (4,620 Km2)	Caine	Arque	2.9381	0.1402	2.6647	0.0929	704	402			
1973				752	420							
1975				563	347							
1976				497	320							
1977				920	481							
1978	912	478										
1972	Molinero (B) (3,950 Km2)	Caine	Sacaba	2.6264	0.1197	2.4763	0.1198	489	346			
1973				310	219							
1975				472	334							
1976				432	306							
1977				408	289							
1978	695	492										
1972	Molinero (C) (1,180 Km2)	Caine	Wizque	2.7089	0.1443	2.8038	0.0943	665	756			
1973				388	531							
1975				512	637							
1976				606	711							
1977				564	678							
1978	770	831										
1964	Pta. Arce (A) (4,620 Km2)	Grande	Capinota	2.6687	0.1035	2.6647	0.0929	656	628			
1965				334	342							
1968				486	480							
1969				462	458							
1970				340	348							
1971				361	367							
1972				518	508							
1973				475	470							
1974				625	601							
1975				392	395							
1976				415	416							
1977				433	432							
1978				590	571							
1964				Pta. Arce (B) (3,950 Km2)	Grande	Sacaba	2.6264	0.1197	2.4763	0.1198	366	359
1965							400	283				
1968	430	304										
1969	385	272										
1970	425	301										
1971	396	280										
1972	488	346										
1973	310	219										
1974	456	323										
1975	472	334										
1976	432	306										
1977	408	289										
1978	695	492										
1964	Pta. Arce (C) (15,230 Km2)	Grande	Wizque				2.7089	0.1443	2.8153	0.0916	450	602
1965							528	667				
1968				678	782							
1969				524	664							
1970				507	650							
1971				528	667							
1972				665	772							
1973				388	548							
1974				366	528							
1975				512	654							
1976				606	728							
1977				564	695							
1978				770	847							
1964				Pta. Taperos	Wizque	Wizque	2.7089	0.1443	2.7727	0.1017	450	541
1965							528	606				
1968	524	603										
1969	507	589										
1970	528	606										
1971	665	713										
1972	388	488										
1973	366	468										
1974	512	593										
1975	606	668										
1976	564	635										
1977	770	790										
1978	770	790										
1946	Choretí	Parapetí	Camiri				2.8793	0.0991	2.8448	0.1090	990	939
1947							1,084	1,038				
1948				649	590							
1949				995	944							
1951				707	649							
1952				991	940							
1953				755	697							
1954				891	836							
1948	Anejosura	Pirai	Maironi	2.7424	0.1381	2.8007	0.1193	789	860			
1949				668	744							
1950				434	513							
1951				468	547							
1952				412	490							
1953				470	550							
1954				417	496							
1955				411	489							
1956				265	335							
1957				269	339							
1959				273	344							
1960				485	565							
1961				686	762							
1962				542	622							
1963				552	631							
1964				528	608							
1965				546	625							



# ANALISIS DE REGRESION - PRECIPITACION - ESCURRIMIENTO

$$E_1 = -9.00 + 0.19P + 4.42 \times 10^3 P^{1.59}$$

$$E_2 = -9.00 + 0.19P + 8.41 \times 10^3 P^{2.10}$$

$$E_3 = -9.00 + 0.19P + 2.32 \times 10^{12} P^{4.88}$$

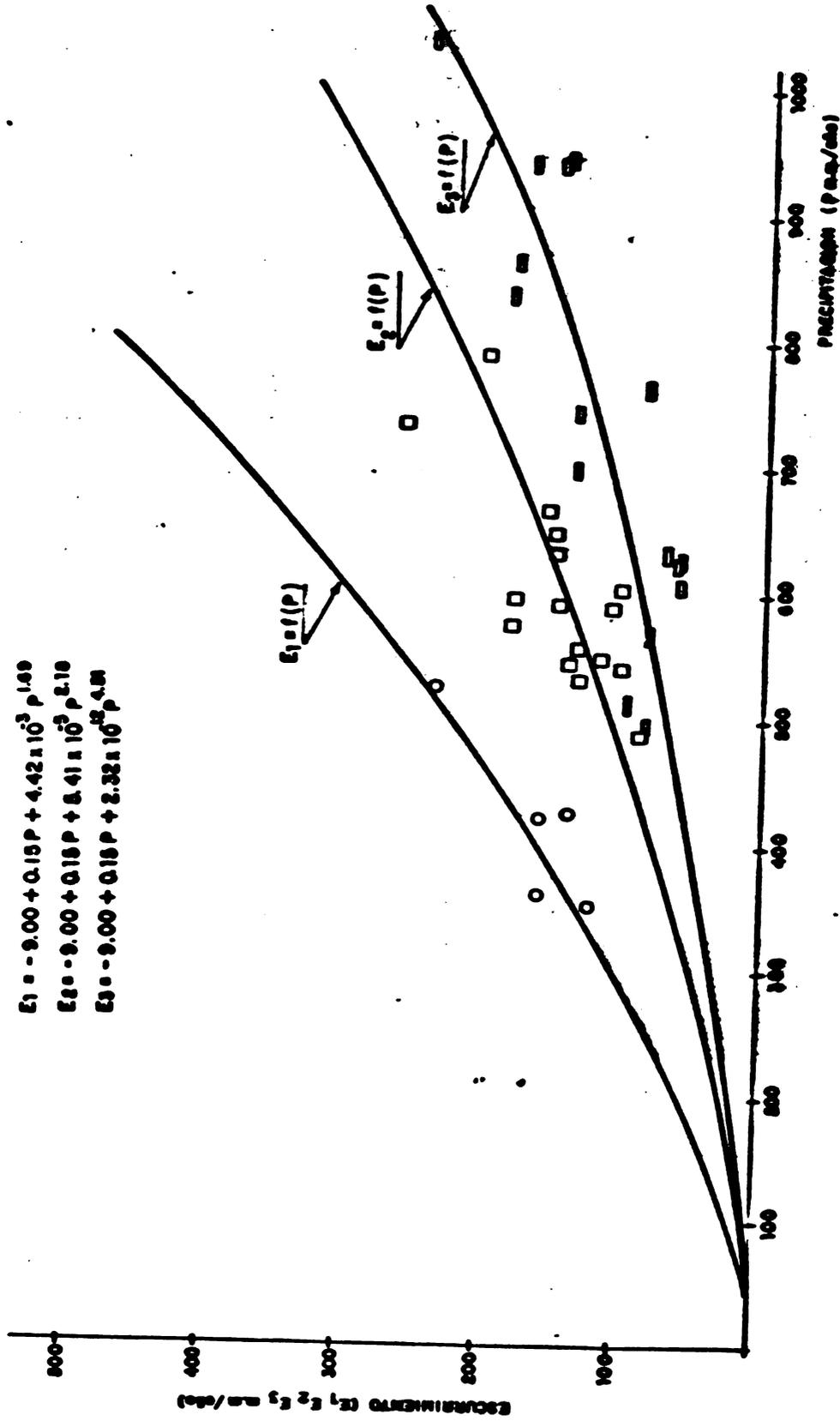
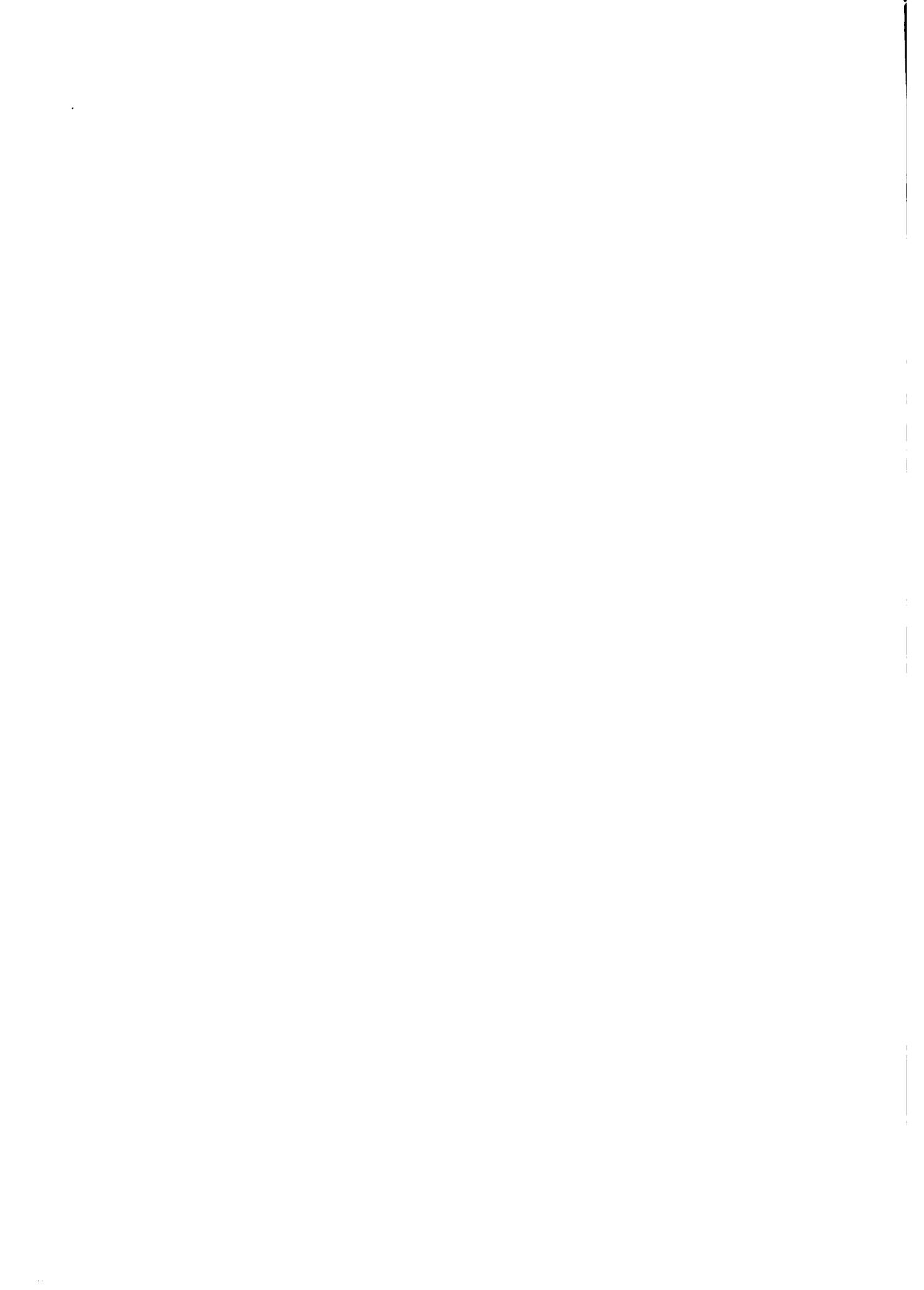


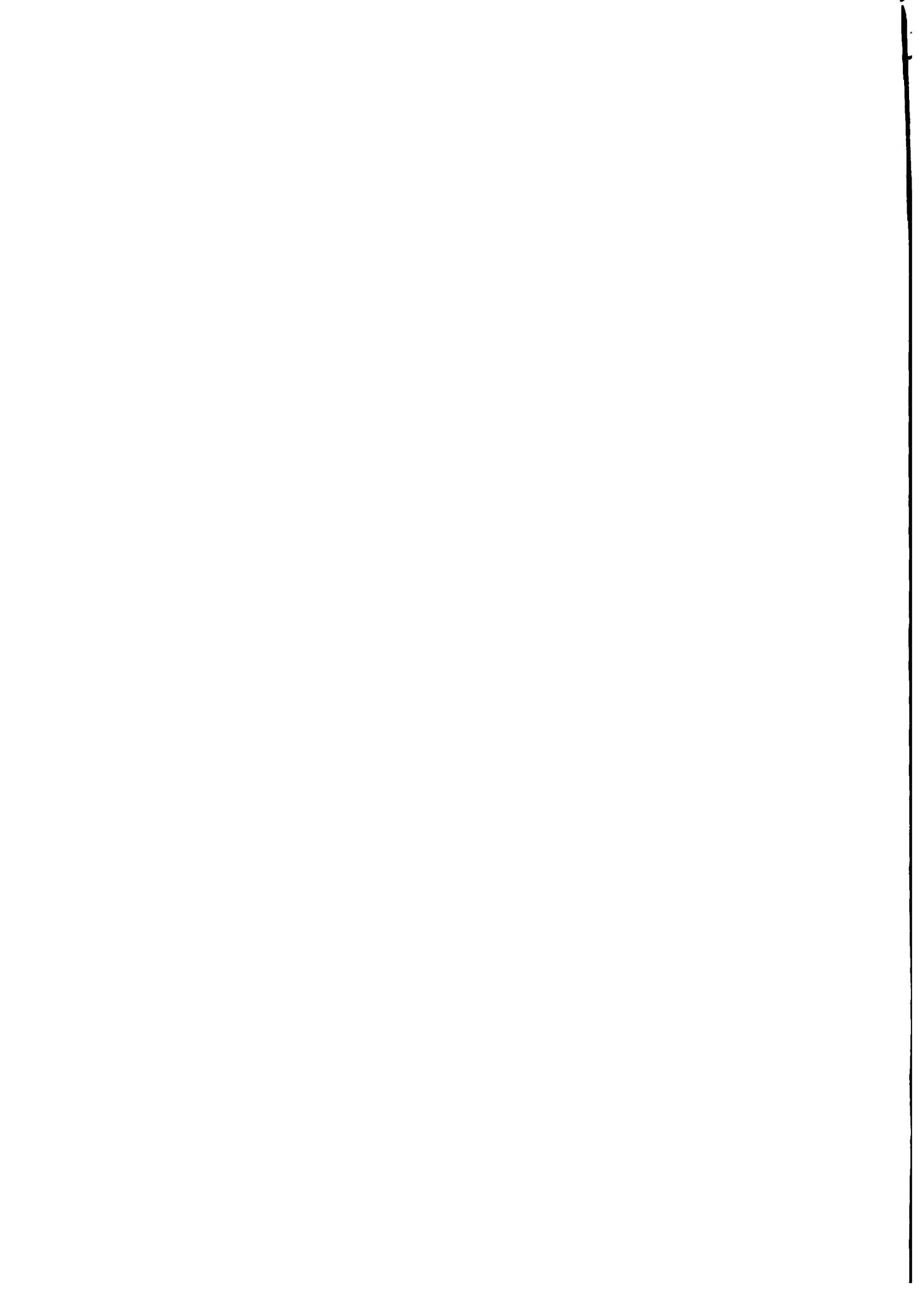
Gráfico 2.1.14





CUADRO Nº 2.1.13DESVIACIÓN STANDARD DEL VECTOR DE COEFICIENTES MENSUALES (S)

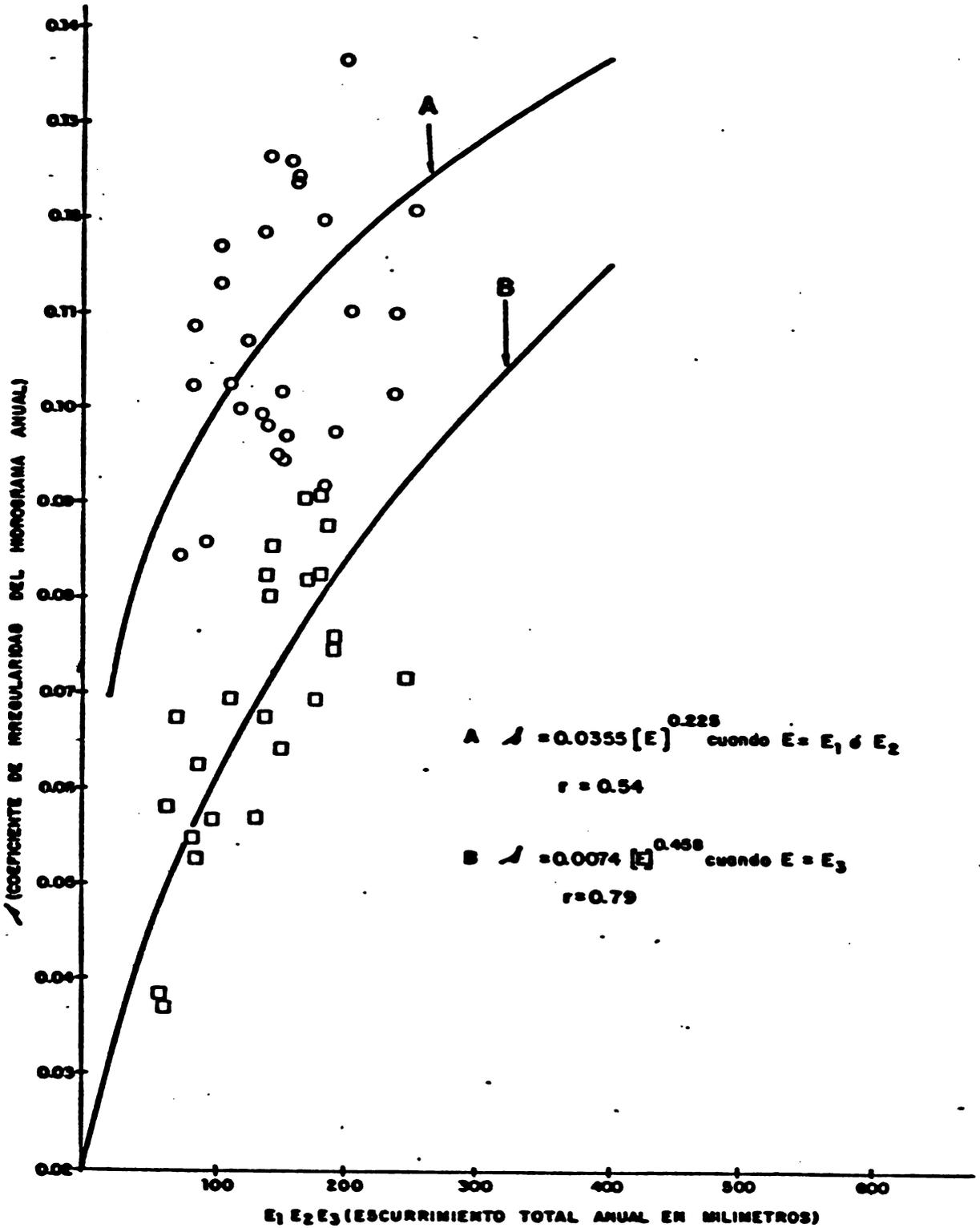
<u>Año</u>	<u>Molinero</u>	<u>Pte. Arce</u>	<u>Pte. Taperas</u>	<u>Pte. Choreti</u>	<u>Angostura</u>
1943	-	-	-	0.0745	-
1944	-	-	-	0.1111	-
1945	-	-	-	0.0624	-
1946	-	-	-	0.1056	0.1013
1947	-	-	-	0.0715	0.0572
1948	-	-	-	0.0759	0.0825
1949	-	-	-	0.0802	0.0824
1950	-	-	-	-	0.0567
1951	-	-	-	0.0690	0.0689
1952	-	-	-	0.0638	0.0863
1953	-	-	-	0.0675	0.0907
1954	-	-	-	0.0877	0.0299
1955	-	-	-	-	0.0821
1956	-	-	-	-	0.0909
1957	-	-	-	-	0.1042
1958	-	-	-	-	0.0245
1959	-	-	-	-	0.0854
1960	-	-	-	-	0.0545
1961	-	-	-	-	0.0526
1962	-	-	-	-	0.0581
1963	-	-	-	-	0.0675
1964	-	0.1006	0.1172	-	0.0372
1965	-	0.0976	0.1129	-	0.0386
1966	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-
1968	-	0.1603	-	-	-
1969	-	0.1185	0.1085	-	-
1970	-	0.0990	0.1024	-	-
1971	-	0.1265	0.1024	-	-
1972	0.1236	0.0944	0.0845	-	-
1973	0.1069	0.0971	0.0857	-	-
1974	0.1460	0.1158	0.1212	-	-
1975	0.1363	0.1106	0.0949	-	-
1976	0.1233	0.1200	0.1260	-	-
1977	0.0982	0.0913	0.1015	-	-
1978	0.1015	0.1007	0.1109	-	-
1979	0.1180	0.1034	-	-	-
1980	-	-	-	-	-





# MODELO DE DESCOMPOSICION MENSUAL DE LA ESCORRENTIA

## ANALISIS DE REGRESION $\lambda$ -E



Gráfica 2.1.15





Aceptándose que el coeficiente ( $C_j$ ) para cada mes se obtiene, al igual que en el modelo de descomposición mensual de precipitaciones, de la transformación de un coeficiente standard ( $t_j$ ), resulta que:

$$C_j = m + t_j \cdot s$$

donde ( $s$ ) se obtiene en función del escurrimiento anual empleándose, según sea el caso, cualquiera de las ecuaciones de regresión que se muestran en el Gráfico 2.1.15 y  $m = 1/12$  constante igual al valor medio del vector  $C_j$  dentro del ciclo anual.

La composición del vector ( $t_j$ ) fue determinada calculándose estos valores con los registros de descargas anuales de las estaciones de Molinero, Pte. Arce, Pte. Taperas, Pte. Choreti y Angostura.

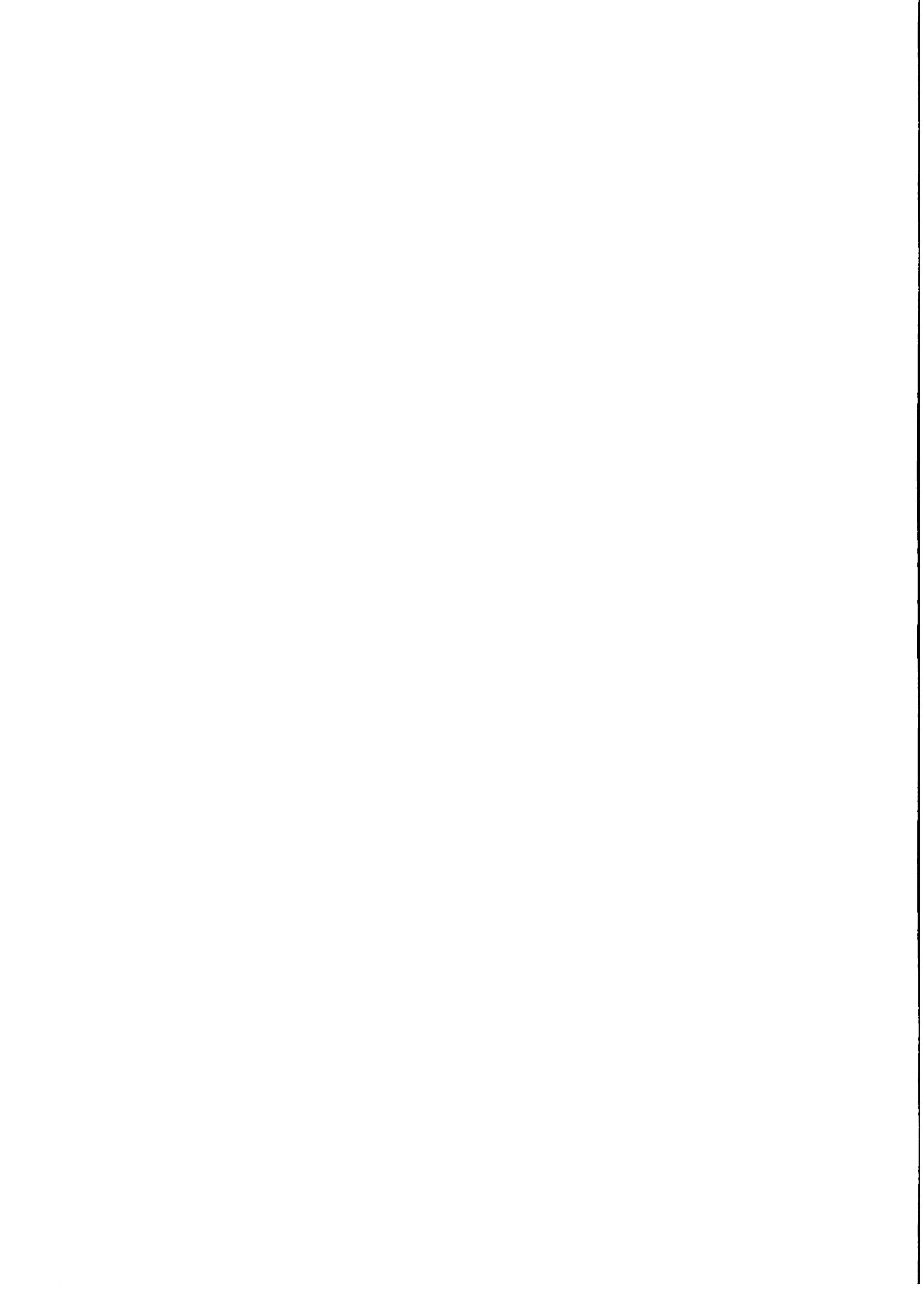
Luego, ordenándose en forma decreciente los 12 elementos componentes de cada vector anual se efectuaron dos análisis de regresión independientes entre los parámetros  $S$  (desviación standard del vector  $C_j$ ) como variable independiente y cada uno de los elementos del vector  $t_j$  como variables dependientes, tomándolas de uno en uno y en el orden decreciente previamente establecido.

En la primera regresión se emplearon las estaciones relacionadas con un comportamiento de escurrimiento ya sea  $E_1$  o  $E_2$ , es decir las estaciones de Molinero, Pte. Arce y Pte. Taperas y en la segunda las estaciones relacionadas con un comportamiento de tipo  $E_3$ , es decir las estaciones de Pte. Choreti y Angostura.

Como resultado de este análisis se determinó una función genérica de la forma:

$$t_j = a_j + b_j \text{ Log } (s)$$

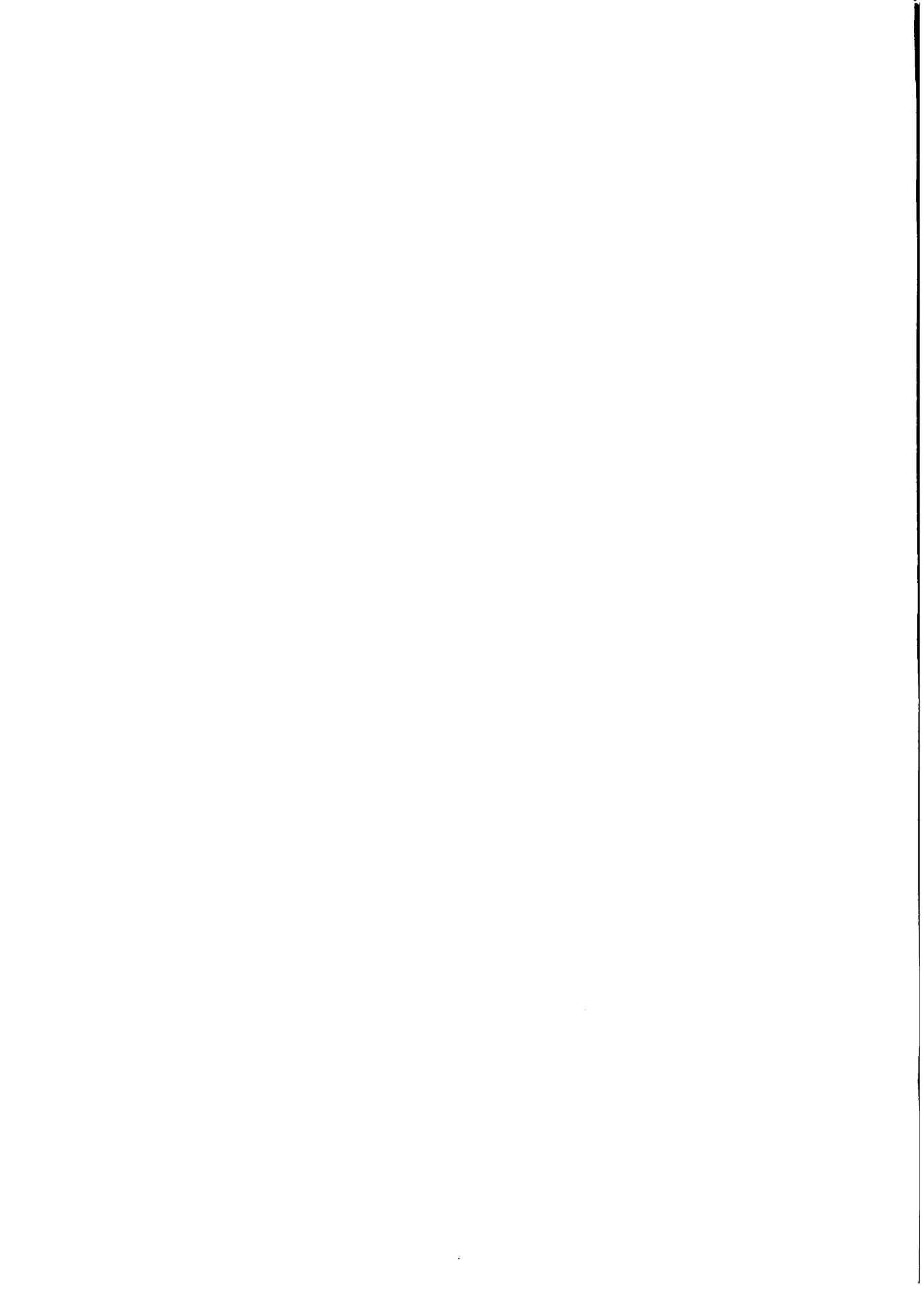
Obteniéndose los coeficientes de correlación y valores para los parámetros  $a$  y  $b$  que se presentan en el Cuadro 2.1.14.



CUADRO No 2.1.1.14

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN T<sub>1</sub> - S

i	Caso de Ecurrimiento de Tipo E <sub>1</sub> y E <sub>2</sub>			Caso de Ecurrimiento de Tipo E <sub>3</sub>				
	a <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	r	t	a <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	r	Mes
1	5.8184	3.6298	0.68	1	4.0625	1.6882	0.52	Febrero
2	-1.3034	-2.8185	-0.39	2	1.5044	0.0397	0.01	Marzo
3	-2.6129	-3.3432	-0.59	3	0.1143	-0.5314	-0.16	Enero
4	-2.6978	-2.9344	-0.66	4	-1.0840	-1.1780	-0.44	Abril
5	-0.9314	-0.6947	-0.32	5	-1.4188	-1.1925	-0.53	Diciembre
6	-0.3272	0.1137	0.08	6	-1.2287	-0.8072	-0.58	Noviembre
7	-0.0073	0.5586	0.58	7	-0.7971	-0.2875	-0.23	Mayo
8	0.1978	0.8140	0.74	8	-0.9440	-0.3102	-0.25	Octubre
9	0.3309	0.9805	0.77	9	-0.8748	-0.1622	-0.13	Junio
10	0.4057	1.0915	0.86	10	-0.4988	0.2357	0.28	Julio
11	0.5220	1.2355	0.89	11	-0.2311	0.5233	0.49	Septiembre
12	0.5326	1.2613	0.90	12	1.3445	1.9569	0.76	Agosto



Al calcularse los coeficientes  $t_i$  con las funciones de regresión logarítmicas ( $t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$ ) se produce un error ya que se pierden los valores de estandarización ( $M = 0, S = 1$ ) por lo que es necesario efectuar una corrección a los valores  $t_i$  y obtener nuevamente las condiciones de estandarización. Los coeficientes mensuales corregidos son llamados  $K_i$  y se obtienen aplicando la ecuación normal de estandarización:

$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{S(t_i)}$$

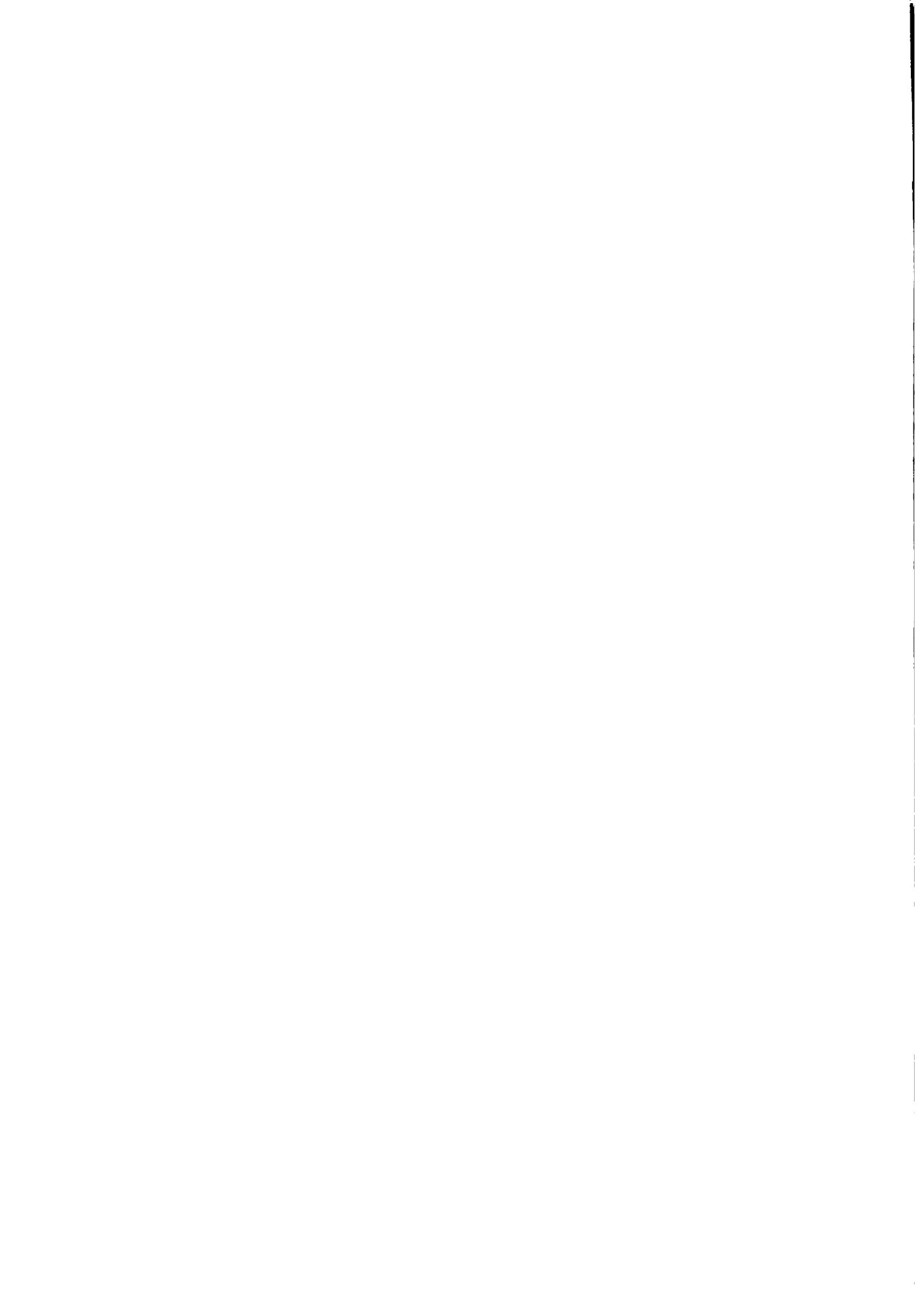
#### d) Síntesis del Modelo Hidrológico Regional y Reglas de Empleo.

Con el modelo hidrológico regional desarrollado en el presente estudio, basado en una información hidroluviométrica no muy adecuada por su escasez, se intenta la determinación de parámetros de comportamiento hidrológico, que comprenden tanto la precipitación como el escurrimiento superficial, en cualquier lugar ubicado dentro de la Vertiente del Amazonas y a un nivel de detalle suficiente como para ser empleados en estudios preliminares de evaluación de recursos hídricos para proyectos de desarrollo hidráulico ya sean estos de riego o de otro propósito.

Considerando que, para una mejor comprensión del modelo, es necesario presentar una recapitulación de sus componentes a continuación se presenta un resumen de las funciones desarrolladas indicándose los pasos que se deben seguir para su empleo.

##### d.1) Precipitación

- i. En base a las coordenadas (X, Y) y a la zona en que se encuentre el lugar de interés se determinan los parámetros M y S de la distribución de probabilidades asignada a la variable precipitación total anual (distribución logarítmica normal). Las ecuaciones que se emplean con este fin se indican en el Cuadro 2.1.7.



- ii. La precipitación total anual en milímetros, para una persistencia requerida, se obtiene empleándose la siguiente ecuación:

$$P (\%) = 10^{(M + t (\%) S)}$$

En donde:

M: Media de la distribución logarftmico normal.

S: Desviación standard de la distribución logarftmico normal.

t (%): Ordenada de una distribución normal standard correspondiente a una persistencia dada en %.

P (%): Precipitación anual en milímetros.

- iii. La descomposición de la precipitación total anual ( $P_A$ ) en valores mensuales ( $P_i$ ) se logra empleándose las siguientes ecuaciones:

$$P(i) = C_i \cdot (P_A)$$

$$C_i = m + K_i \cdot s$$

$$m = 1/12$$

$$s = 0.1160 - 2.998 \times 10^{-5} \cdot P_A$$

$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{S(t_i)}$$

$$t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$$

Obteniéndose los valores mensuales de  $a_i$  y  $b_i$  del Cuadro 2.1.9.

#### d.2) Escurrimiento

- i. En base a las coordenadas (X, Y) y a la zona en que se encuentra el centro de gravedad de la cuenca hidrográfica, cuyo escurrimiento se quiere determinar, se obtienen los parámetros M y S de la distribución de probabilidades



asignadas a las precipitaciones en dicho centro de gravedad y, por lo tanto, representativas a la cuenca hidrográfica.

Las ecuaciones que se emplean son las mismas que se presentan para el caso de precipitaciones (d.1-i.).

- ii. La precipitación total anual en milímetros, para una persistencia requerida, se obtiene siguiendo el mismo procedimiento que se indica en el punto anterior (d.1-ii.).
- iii. Para convertir la precipitación anual (P) que se obtiene del punto d.2-ii. en cualquiera de los tres tipos de escurrimiento reconocidos en el análisis, se emplean las siguientes ecuaciones:

$$E_1 = -9.00 + 0.15 P + 4.42 \times 10^{-3} \cdot P^{1.69}$$

$$E_2 = -9.00 + 0.15 P + 5.41 \times 10^{-5} \cdot P^{2.18}$$

$$E_3 = -9.00 + 0.15 P + 2.32 \times 10^{-12} \cdot P^{4.51}$$

- iv. La descomposición del escurrimiento anual, ya sea éste  $E_1$ ,  $E_2$  o  $E_3$  en valores mensuales ( $E_j$ ) se logra empleándose las siguientes ecuaciones:

$$E_j = C_j \cdot E \quad (E = E_1, E_2 \text{ o } E_3)$$

$$C_j = m + K_j \cdot s$$

$$m = 1/12$$

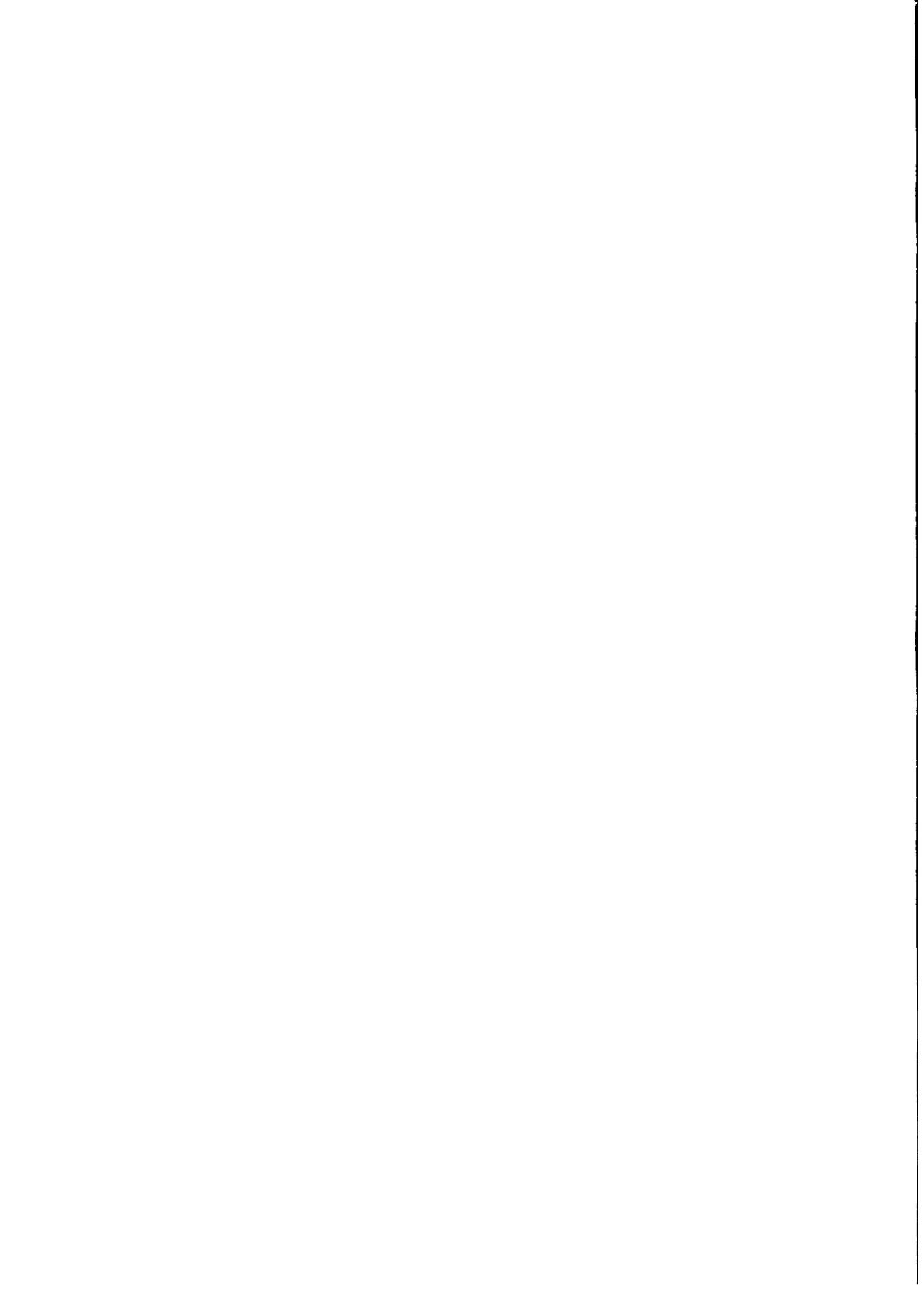
$$s = 0.0355 (E)^{0.225} \quad (\text{cuando } E = E_1 \text{ o } E_2)$$

$$s = 0.0074 (E)^{0.458} \quad (\text{cuando } E = E_3)$$

$$K_j = \frac{t_j - M(t_j)}{S(t_j)}$$

$$t_j = a_j + b_j \text{ Log}(s)$$

Obteniéndose los valores mensuales de  $a_j$  y  $b_j$  del Cuadro 2.1.14.



- v. El cálculo de las descargas medias mensuales se logra a partir del escurrimiento anual (E) ya sea éste  $E_1$ ,  $E_2$  o  $E_3$ , área de cuenca (A) y coeficiente de distribución mensual ( $C_i$ ), empleándose la siguiente ecuación:

$$Q_i = \frac{E \times A \times C_i \times 12}{31.536 \times 10^3}$$

En donde:

$Q_i$ : Descarga media mensual en  $m^3/Seg$ .

E: Escurrimiento anual en m.m. ( $E_1$ ,  $E_2$  o  $E_3$ )

A: Area de cuenca en  $Km^2$ .

$C_i$ : Coeficiente de distribución mensual obtenido según procedimiento descrito en el punto d.2-iv.).

### 2.1.5 Información Meteorológica Disponible

En el Cuadro 2.1.15 se presenta la información meteorológica de la Vertiente del Amazonas que se ha logrado recopilar para los fines de evaluación climatológica de las zonas donde se han de desarrollar los perfiles de proyectos de riego. En total, se han logrado identificar 12 estaciones meteorológicas.

Se ha calculado la evapotranspiración potencial correspondiente a 2 de las estaciones meteorológicas empleándose el método de Christian-Hargreaves el cual utiliza los datos de temperatura, humedad relativa, altitud sobre el nivel del mar y radiación extraterrestre.

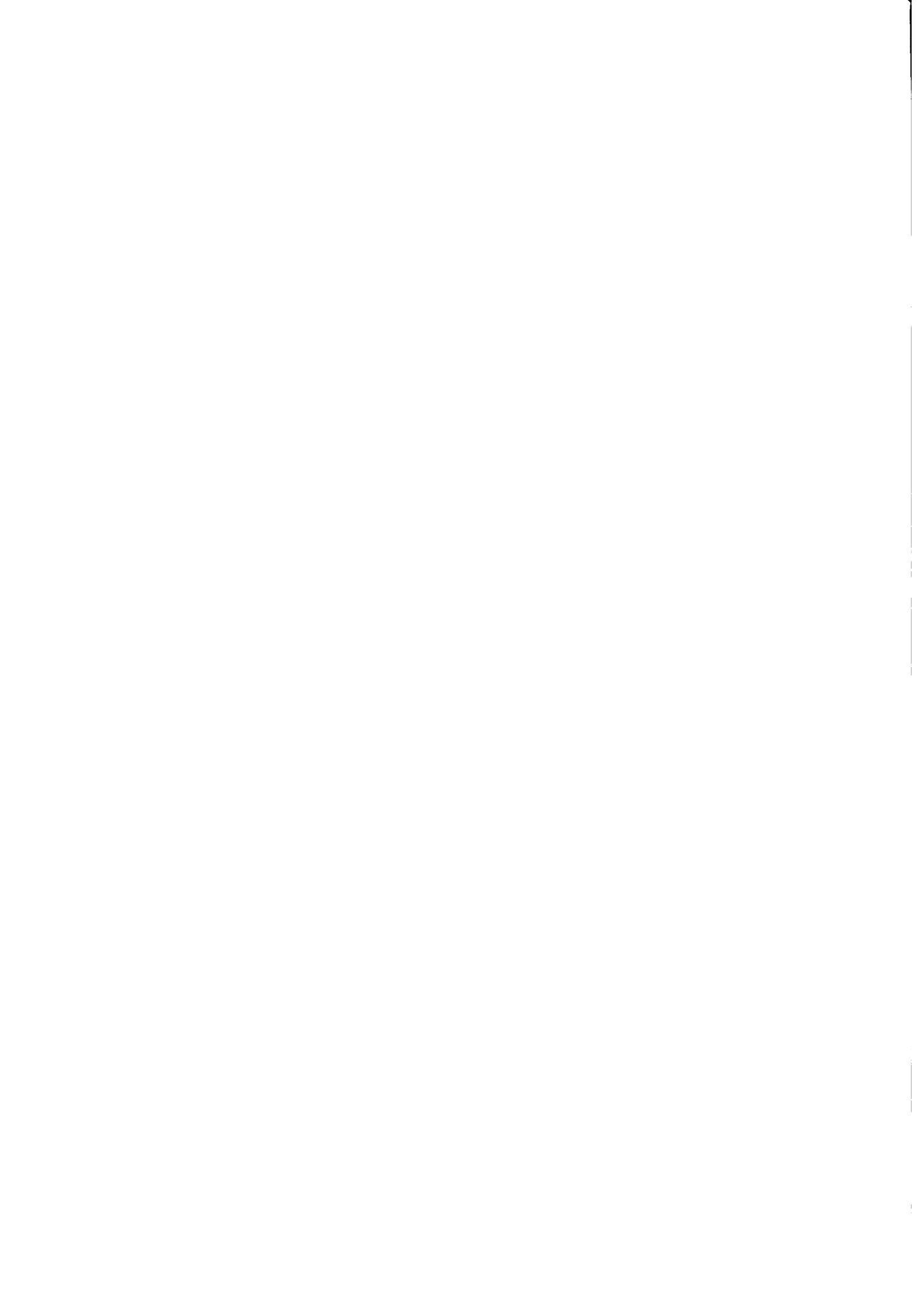
La ecuación planteada es la siguiente:

$$ETP = 0.344 \cdot RT \cdot CTT \cdot CHT \cdot CE$$

En donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en m.m./dfa.

RT = Radiación extraterrestre (m.m./dfa). Los valores se obtienen de una tabla en función de la latitud.



$$CTT = 0.463 + 0.425 (T/T_0) + 0.112 (T/T_0)^2$$

T = Temperatura media en °C

T<sub>0</sub> = 20 °C

$$CHT = 1.035 + 0.240 (H/H_0)^2 - 0.275 (H/H_0)^3$$

H = Humedad relativa media en %

H<sub>0</sub> = 60%

$$CE = 0.970 + 0.030 (E/E_0)$$

E = Elevación en metros sobre el nivel del mar

E<sub>0</sub> = 305 m.s.n.m.

En el Cuadro 2.1.16 se presentan los resultados de aplicar el método a 2 estaciones meteorológicas, transformando las cifras a m.m./mes.

## 2.2 Geología

Para la elaboración del diagnóstico de la Vertiente del Amazonas se ha utilizado la misma metodología adoptada para las Vertientes Cerrada y del Plata, por lo que y con la finalidad de evitar repeticiones, se han omitido los aspectos y características geológicas y geotécnicas similares que fueron consideradas en los diagnósticos formulados para aquellas.

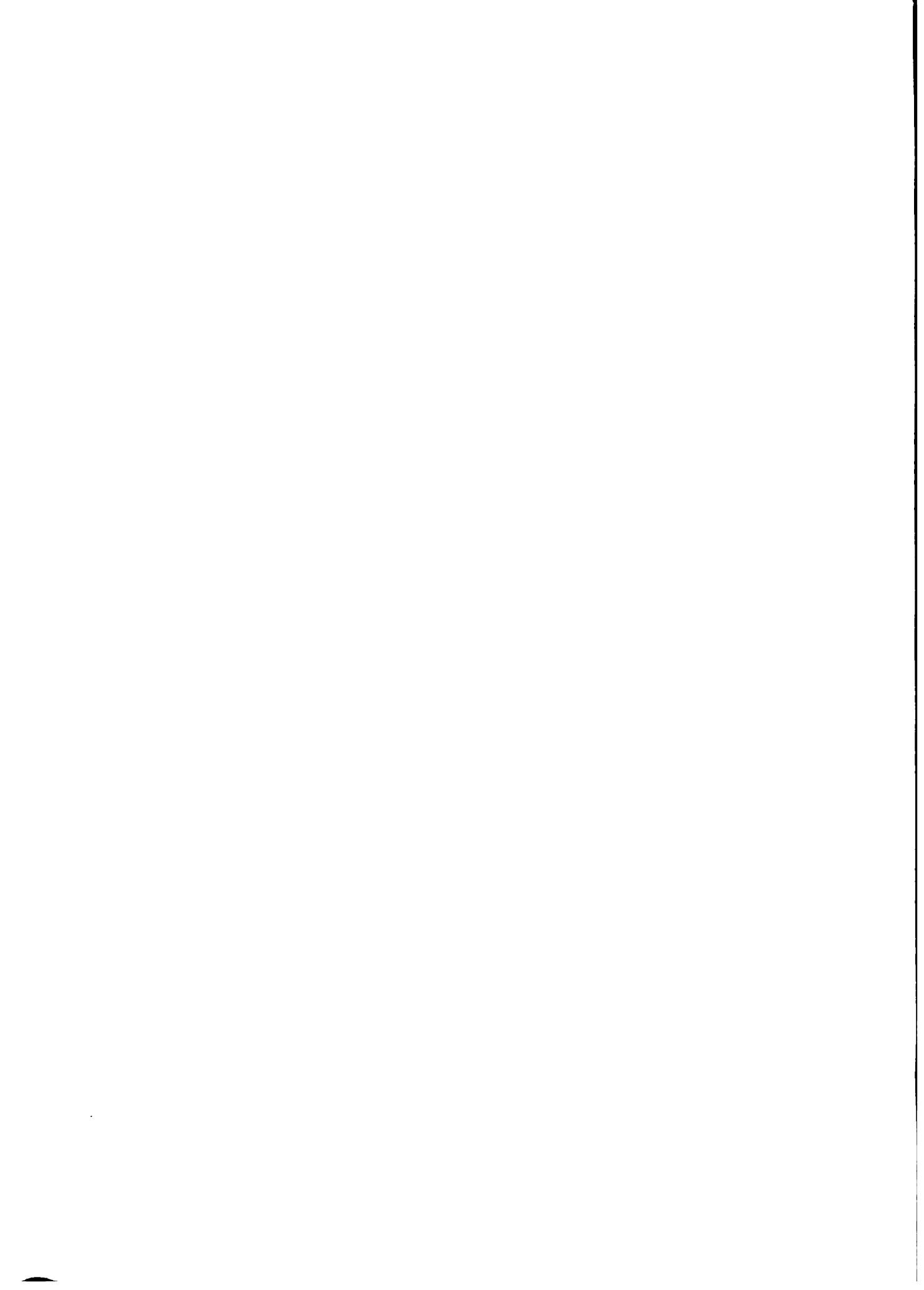
### 2.2.1 Regiones Morfológicas

La Vertiente del Amazonas, se encuentra situada en la parte Nor Este y Este del territorio boliviano, siendo sus límites para los efectos del estudio, los que se muestran gráficamente en el mapa de la Lámina siguiente.

En esta Vertiente al igual que en la Vertiente del Plata, se destacan claramente dos regiones morfológicas distintas, caracterizadas una por un relieve montañoso y otra por un relieve plano.

#### a) Región Montañosa.

La región montañoso en su mayor parte se encuentra ocupada por los sectores Norte y Central de la Cordillera Oriental y en menor exten-



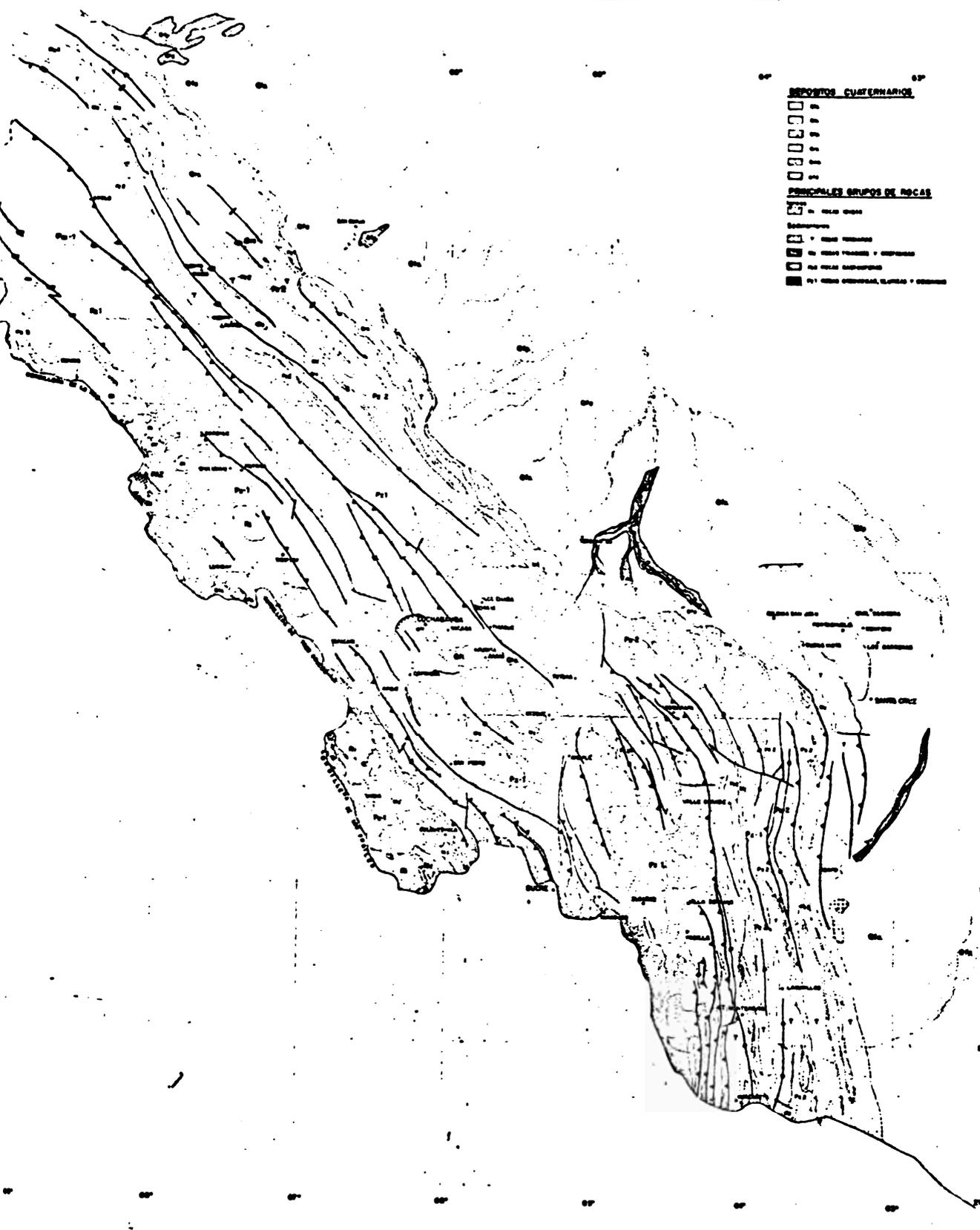


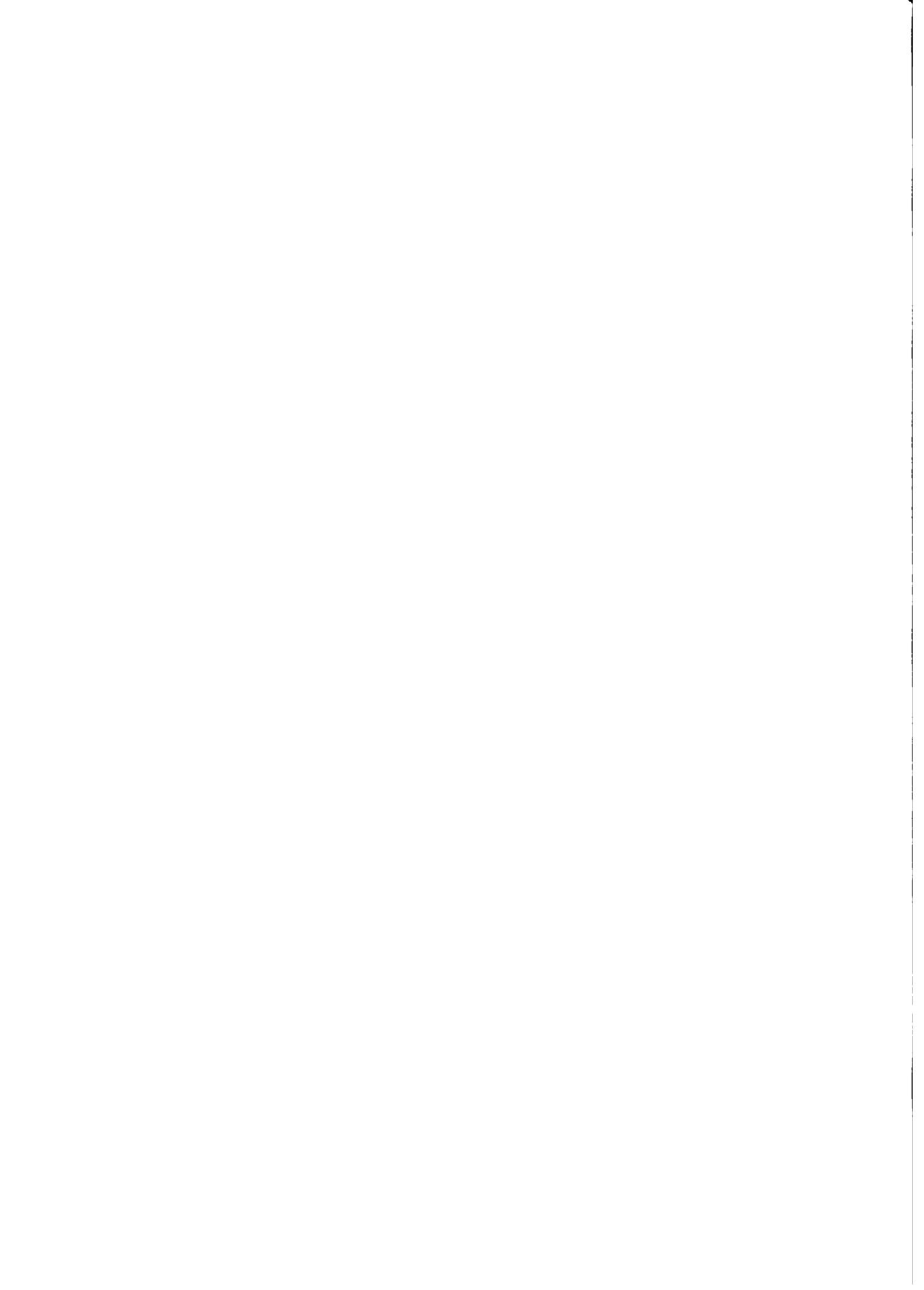
**DEPOSITOS CUATERNARIOS**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

**PRINCIPALES GRUPOS DE ROCAS**

- 1 - GRANITO
- 2 - GNEIS Y GRES
- 3 - GRES Y GNEIS
- 4 - GRES Y GNEIS
- 5 - GRES Y GNEIS





sión, a manera de una faja perimontana (en su límite Oriental), por las Serranías Subandinas.

a.1) Cordillera Oriental

El límite Oeste de la Vertiente del Amazonas está formado por una serie de cadenas montañosas denominadas de Norte a Sud: Nudo de Apolobamba, Cordillera de La Paz, Cordillera de Tres Cruces, y Cordillera de los Frailes. En este sector se encuentran las mayores elevaciones de la Vertiente del Amazonas, con alturas superiores a los 6,000 m.s.n.m. en los macizos rocosos del Illampu, Huayna Potosí e Illimani, caracterizados por la presencia de una cubierta de nieve permanente.

A medida que se alejan, hacia su límite Oriental, las elevaciones del macizo montañoso van disminuyendo progresivamente hasta alcanzar valores medios del orden de los 3,000 m.s.n.m., o menos, antes de las Serranías Subandinas.

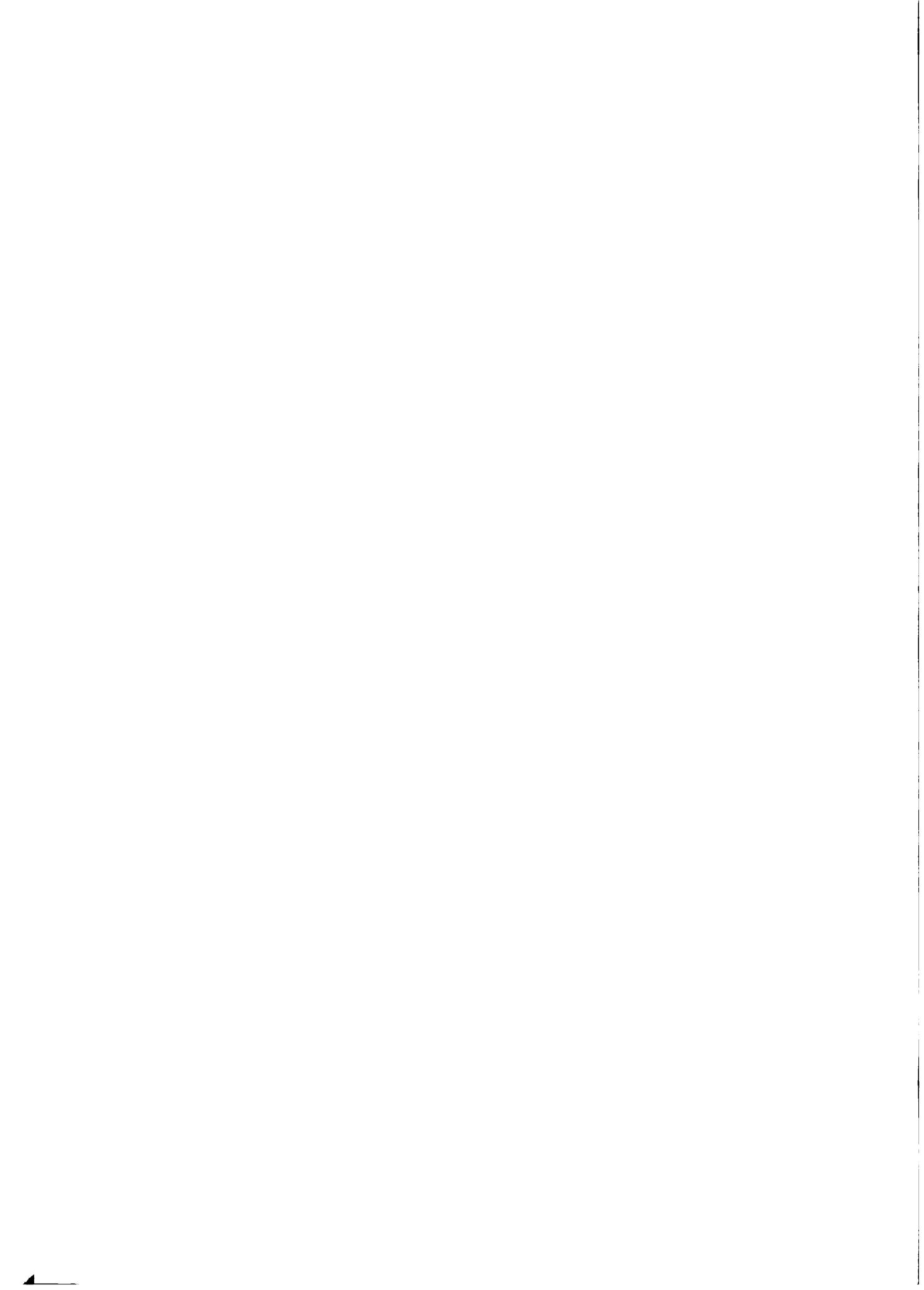
La parte Norte de la Cordillera Oriental se caracteriza por su relieve fuertemente quebrado y accidentado, con presencia de depresiones estrechas y profundas del tipo de las de los Yungas de La Paz.

Esta morfología típica se suaviza en la parte Sur, en las inmediaciones de Cochabamba, por el desarrollo de un cierto número de valles de mayor amplitud y menor profundidad.

a.2) Serranías Subandinas

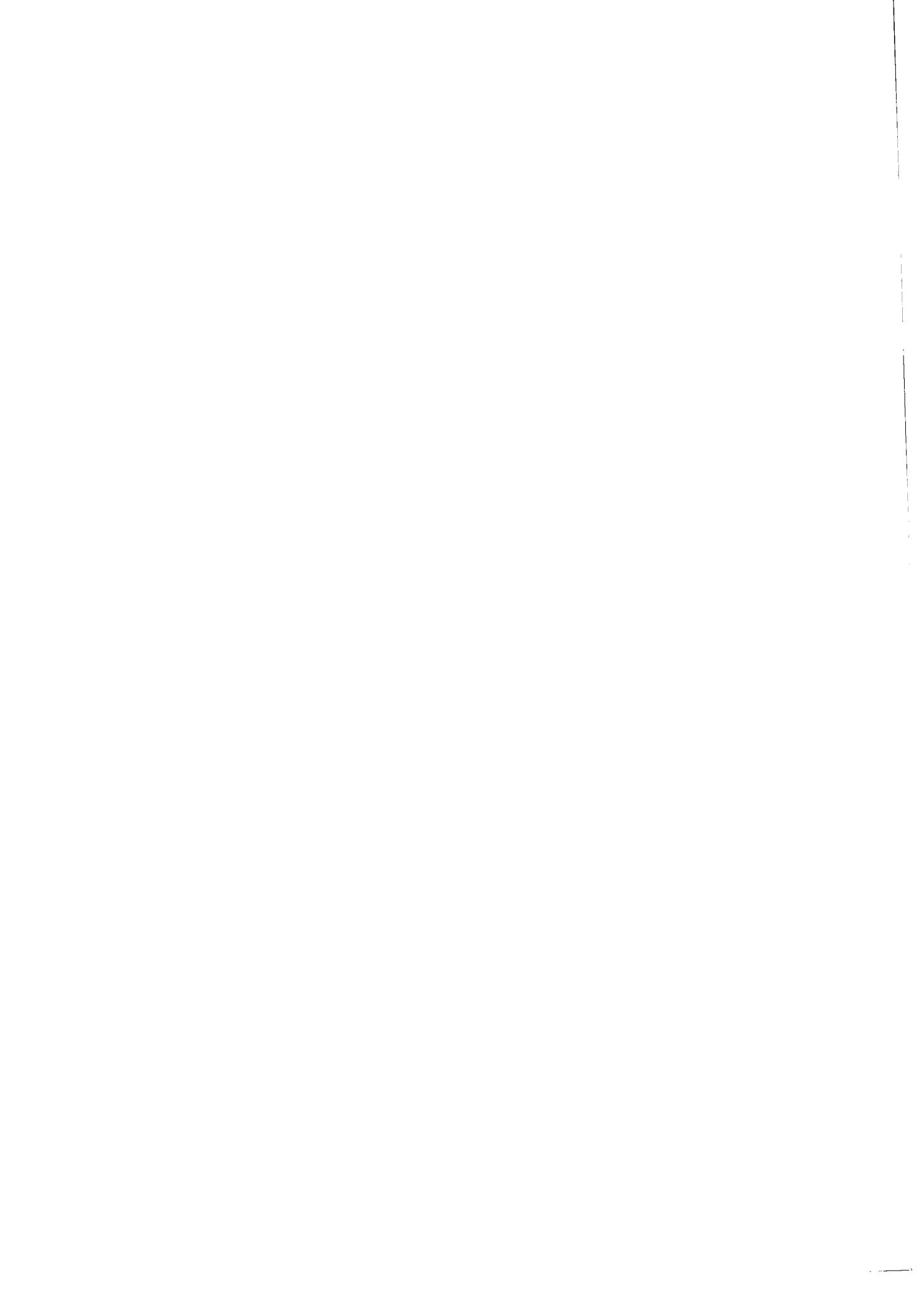
Las Serranías Subandinas se encuentran emplazadas en las estribaciones de la Cordillera Oriental, presentando las partes positivas, alturas de alrededor de 2,500 m.s.n.m. o menos y las depresiones no llegan a los 2,000 m.s.n.m.

El relieve morfológico es más homogéneo y se caracteriza por ser del tipo ondulado con alternancia de serranías y valles que guardan cierto paralelismo; encontrándose menos disectado que en el caso anterior.



INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ESTACION: CAMIRI	LATITUD: 20°06'		LONGITUD: 63°30'				ALTITUD: 780 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	25.7	25.2	24.2	21.7	19.7	17.3	17.9	20.3	23.8	25.6	26.3	26.3
Temperatura Media Mínima (°C)	18.6	18.7	17.1	15.4	13.2	10.5	9.1	10.5	13.0	17.1	17.9	18.6
Días con Helada	-	-	-	-	0.1	0.4	0.6	1.1	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	68.0	70.0	71.0	72.0	71.0	69.0	60.0	50.0	46.0	51.0	55.0	62.0
ESTACION: SANTA CRUZ	LATITUD: 17°47'		LONGITUD: 63°10'				ALTITUD: 437 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	26.6	26.6	26.1	24.2	22.1	20.1	20.4	23.2	25.3	26.2	27.2	27.2
Temperatura Media Mínima (°C)	21.1	21.3	20.4	18.8	17.1	15.7	15.0	16.4	18.5	19.8	20.4	20.6
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	73.0	73.0	72.0	72.0	76.0	75.0	67.0	59.0	57.0	63.0	64.0	69.0
ESTACION: PADILLA	LATITUD: 19°19'		LONGITUD: 64°21'				ALTITUD: 2,310 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	21.0	20.8	19.8	18.8	16.3	14.4	14.6	17.0	18.9	19.9	20.5	20.9
Temperatura Media Mínima (°C)	17.6	16.2	15.1	14.4	12.0	9.8	9.6	11.1	13.0	14.6	15.6	15.9
Días con Helada	-	-	-	0.3	2.1	2.4	3.5	1.3	0.5	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	58.0	50.0	44.0	42.0	41.0	44.0	46.0	49.0	57.0
ESTACION: AIQUILE	LATITUD: 18°10'		LONGITUD: 65°10'				ALTITUD: 2,225 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	21.6	21.2	19.8	20.0	16.1	14.4	14.4	16.9	18.8	21.0	22.2	22.1
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	58.0	50.0	44.4	42.0	41.0	44.0	46.0	50.0	57.0
ESTACION: NIZQUE	LATITUD: 17°55'		LONGITUD: 65°19'				ALTITUD: 2,035 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	20.6	20.4	19.6	18.4	15.6	13.4	13.9	15.6	18.9	20.8	21.2	20.3
Temperatura Media Mínima (°C)	13.2	13.4	12.4	10.5	7.6	3.6	4.0	5.6	9.0	19.5	12.5	12.7
Días con Helada	-	-	-	-	1.3	1.9	4.2	1.2	0.1	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	59.0	51.0	45.0	43.0	42.0	44.0	47.0	50.0	58.0
ESTACION: CAPINOTA	LATITUD: 17°42'		LONGITUD: 66°14'				ALTITUD: 2,588 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	20.5	20.0	19.4	18.7	15.4	12.6	12.7	15.3	19.0	21.1	21.1	20.4
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	57.0	48.0	42.0	41.0	40.0	44.0	47.0	49.0	58.0
ESTACION: TOTORA	LATITUD: 17°42'		LONGITUD: 65°09'				ALTITUD: 2,209 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	16.7	16.4	16.3	15.8	14.6	13.4	13.1	14.5	16.5	17.5	23.4	17.5
Temperatura Media Mínima (°C)	11.0	10.7	10.1	9.4	6.9	4.7	4.5	6.2	8.6	9.5	10.7	10.8
Días con Helada	-	-	-	-	0.2	0.9	1.1	0.5	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	66.0	67.0	62.0	56.0	47.0	41.0	40.0	40.0	44.0	46.0	52.0	57.0
ESTACION: POCONA	LATITUD: 17°39'		LONGITUD: 65°24'				ALTITUD: 2,658 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	15.1	14.1	13.1	11.4	9.6	8.1	7.7	9.5	12.0	14.0	14.8	14.5
Temperatura Media Mínima (°C)	7.7	7.5	6.5	5.1	3.1	1.4	0.2	2.5	4.7	6.1	6.9	7.2
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	73.0	73.0	72.0	72.0	76.0	79.0	67.0	59.0	57.0	63.0	64.0	69.0
ESTACION: PADILLA	LATITUD: 19°19'		LONGITUD: 64°21'				ALTITUD: 2,310 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	21.0	20.8	19.8	18.8	16.3	14.4	14.6	17.0	18.9	19.9	20.6	20.9
Temperatura Media Mínima (°C)	17.6	16.2	15.1	14.4	12.0	9.8	9.6	11.1	13.0	14.6	15.6	15.9
Días con Helada	-	-	-	0.3	2.1	2.4	3.5	1.3	0.5	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	58.0	50.0	44.0	42.0	41.0	44.0	46.0	49.0	57.0
ESTACION: AIQUILE	LATITUD: 18°10'		LONGITUD: 65°10'				ALTITUD: 2,225 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	21.6	21.2	19.8	20.0	16.1	14.4	14.4	16.9	18.8	21.0	22.2	22.1
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	58.0	50.0	44.4	42.0	41.0	44.0	46.0	50.0	57.0
ESTACION: NIZQUE	LATITUD: 17°55'		LONGITUD: 65°19'				ALTITUD: 2,035 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	20.6	20.4	19.6	18.4	15.6	13.4	13.9	15.6	18.9	20.8	21.2	20.3
Temperatura Media Mínima (°C)	13.2	13.4	12.4	10.5	7.6	3.6	4.0	5.6	9.0	19.5	12.5	12.7
Días con Helada	-	-	-	-	1.3	1.9	4.2	1.2	0.1	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	59.0	51.0	45.0	43.0	42.0	44.0	47.0	50.0	58.0
ESTACION: CAPINOTA	LATITUD: 17°42'		LONGITUD: 66°14'				ALTITUD: 2,588 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	20.5	20.0	19.4	18.7	15.4	12.6	12.7	15.3	19.0	21.1	21.1	20.4
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	57.0	48.0	42.0	41.0	40.0	44.0	47.0	49.0	58.0
ESTACION: TOTORA	LATITUD: 17°42'		LONGITUD: 65°09'				ALTITUD: 2,209 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	16.7	16.4	16.3	15.8	14.6	13.4	13.1	14.5	16.5	17.5	23.4	17.5
Temperatura Media Mínima (°C)	11.0	10.7	10.1	9.4	6.9	4.7	4.5	6.2	8.6	9.5	10.7	10.8
Días con Helada	-	-	-	-	0.2	0.9	1.1	0.5	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	66.0	67.0	62.0	56.0	47.0	41.0	40.0	40.0	44.0	46.0	52.0	57.0
ESTACION: POCONA	LATITUD: 17°39'		LONGITUD: 65°24'				ALTITUD: 2,658 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	15.1	14.1	13.1	11.4	9.6	8.1	7.7	9.5	12.0	14.0	14.8	14.5
Temperatura Media Mínima (°C)	7.7	7.5	6.5	5.1	3.1	1.4	0.2	2.5	4.7	6.1	6.9	7.2
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	66.0	66.0	61.8	59.0	47.0	41.0	39.0	39.0	43.0	45.0	48.0	56.0
ESTACION: TARATA	LATITUD: 17°36'		LONGITUD: 66°02'				ALTITUD: 2,414 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	18.4	18.4	18.4	18.0	16.1	14.2	14.0	15.7	17.5	19.1	19.2	18.5
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	66.0	68.0	62.0	57.0	49.0	43.0	41.0	41.0	44.0	46.0	49.0	57.0
ESTACION: ARAHI	LATITUD: 17°34'		LONGITUD: 65°46'				ALTITUD: 2,740 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	16.7	18.5	17.8	17.2	15.5	13.9	13.6	15.2	16.9	19.0	19.3	18.8
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	66.0	68.0	62.0	57.0	48.0	41.0	40.0	40.0	44.0	46.0	49.0	57.0
ESTACION: COCHABAMBA	LATITUD: 17°23'		LONGITUD: 66°09'				ALTITUD: 2,553 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	19.1	18.6	18.8	18.3	17.0	14.5	14.5	16.4	18.7	20.7	21.0	19.9
Temperatura Media Mínima (°C)	12.2	12.0	10.8	8.3	4.3	1.3	1.8	4.1	7.7	10.2	11.6	12.2
Días con Helada	-	-	-	0.1	2.1	10.2	9.0	2.0	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	57.0	60.0	55.0	47.0	41.0	37.0	37.0	37.0	38.0	39.0	42.0	51.0
ESTACION: SACABA	LATITUD: 17°22'		LONGITUD: 66°03'				ALTITUD: 2,704 m.s.n.m.					
Temperatura Media (°C)	19.0	18.7	18.4	18.0	16.2	14.3	14.3	15.8	18.0	19.7	20.3	19.0
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	67.0	68.0	62.0	57.0	48.0	42.0	41.0	40.0	44.0	46.0	49.0	58.0



CUADRO No 2.1.1.16

## EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS

MÉTODO: CHRISTIANSEN - HARGREAVES

UNIDAD: MILÍMETROS/MES

<u>Estación</u>	<u>Enero</u>	<u>Febrero</u>	<u>Marzo</u>	<u>Abril</u>	<u>Mayo</u>	<u>Junio</u>	<u>Julio</u>	<u>Agosto</u>	<u>Septiembre</u>	<u>Octubre</u>	<u>Noviembre</u>	<u>Diciembre</u>	<u>Anual</u>
Camiri	212.6	201.6	179.5	146.5	121.7	104.5	118.3	151.5	194.1	222.2	236.1	230.4	2,119.0
Mizque	203.0	194.9	186.9	163.0	134.3	117.1	123.3	147.2	185.5	215.4	227.0	215.0	2,112.6



b) Región Llana.

La región llana se encuentra situada en la parte Oriental de la Vertiente del Amazonas. Está constituida por una extensa planicie que se inicia en el Departamento de Pando y que, pasando por Beni y Cocha bamba, conecta finalmente con la llanura del Chaco. La altura media de esta vasta planicie es del orden de los 400 m.s.n.m.

La pendiente regional es en dirección Nor Este, apreciándose la existencia de valles muy poco profundos y anchos y de ciertas zonas bajas sujetas a inundación.

2.2.2 Geomorfología

Las características geomorfológicas dominantes, en las regiones montañosa y llana, son completamente diferentes al igual que el grado e intensidad de los diferentes procesos actuantes.

a) Región Montañosa.

En gran parte del límite Oeste de la Vertiente y en los sectores elevados de la cordillera se observan afloramientos ígneos, producto de los procesos endógenos del pasado geológico.

Sobre las formas positivas del relieve y sobre todo en las partes más elevadas del sector Nor Oeste, durante el período pleistoceno, tuvieron lugar fuertes procesos de glaciación y deshielo que formaron un paisaje combinado con la formación de morrenas y artesas glaciales que alternan con lagos de deshielo.

En general, las formas de relieve positivo, han estado y se encuentran sometidas a un permanente proceso de meteorización y erosión predominando notoriamente la acción fluvial, responsable de la formación de valles profundos que cortan la masa rocosa.

La mayor parte de los valles fluviales son en forma de V, con su base estrecha, posibilitando solamente la acumulación de delgadas fajas de suelos en su sección transversal. Los procesos de erosión y transporte de sedimentos son particularmente activos en las cabeceras de los ríos y van disminuyendo gradualmente hacia el Este notándose ya un menor poder de acción en las Serranías Subandinas.



Los valles de Cochabamba y Punata son fosas tectónicas, producto del fracturamiento de la corteza terrestre que han sido rellenados posteriormente por depósitos cuaternarios. Estos valles constituyen las áreas con mayor extensión de suelos dentro de la parte alta de la Vertiente del Amazonas.

En las Serranías Subandinas poseen mayor significación los valles sinclinales amplios y abiertos que tienen mayores posibilidades de formación de suelos.

Son pocos los valles fluviales que cortan las Serranías Subandinas, siendo los más importantes los de los Ríos Beni y Grande que constituyen los principales colectores del drenaje interno.

Por sus características topográficas, geomorfológicas y geológicas, ambos ríos, antes de entrar al llano presentan condiciones favorables para su represamiento en los lugares denominados El Bala y Rositas, respectivamente.

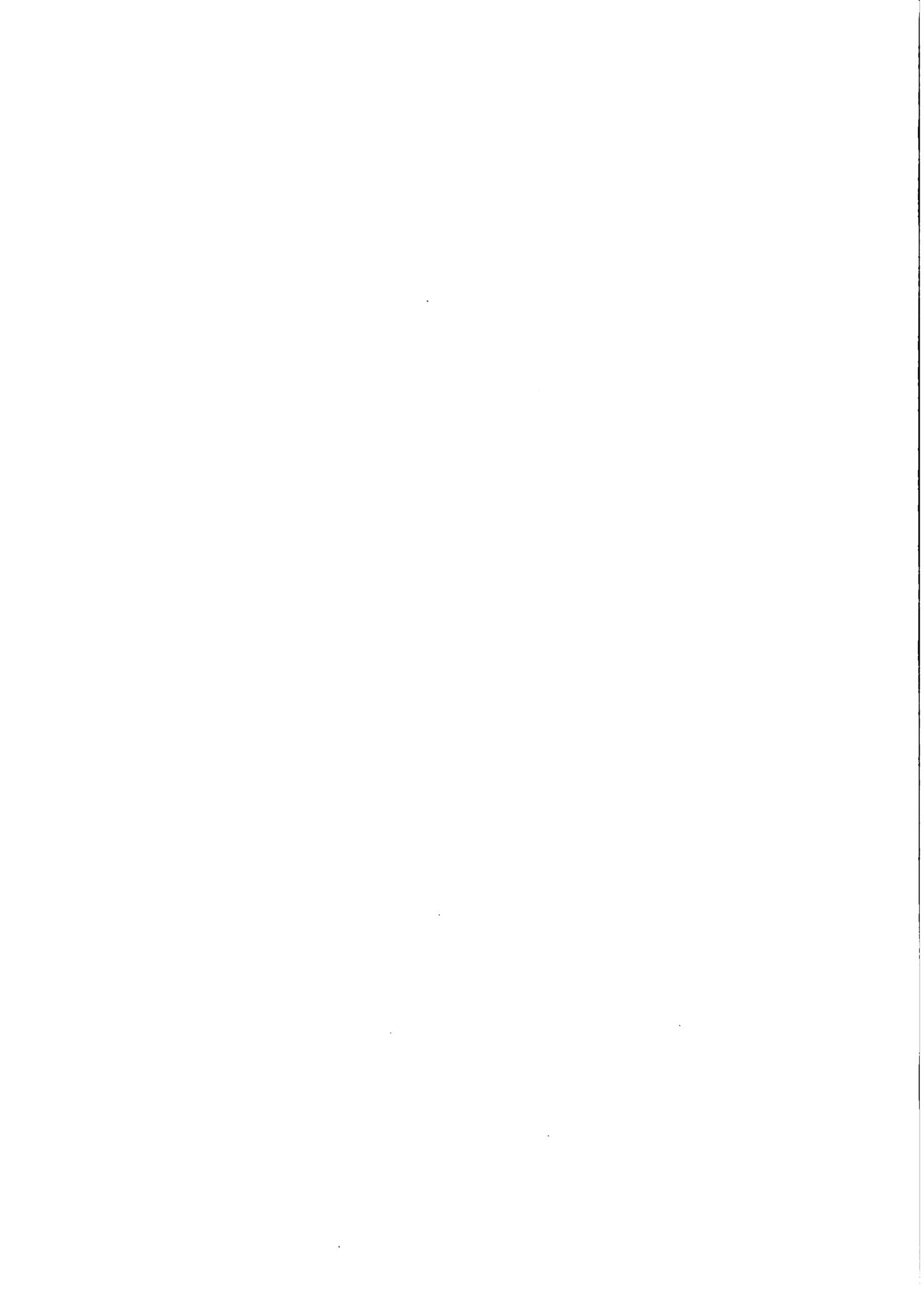
#### b) Región Llana.

La región llana se ha formado por el hundimiento del bloque comprendido entre el pie de las Serranías Subandinas y el Escudo Brasileiro, a lo largo de una serie de fallas geológicas.

En esta fosa tectónica, rellena por depósitos cuaternarios, la erosión fluvial es menos intensa, apreciándose, en ella, el desarrollo de valles de paredes laterales bajas, del orden de pocos metros de profundidades y amplio lecho aluvial.

Los procesos de erosión son limitados, traduciéndose más en una socavación lateral que vertical del valle que ocupan. En cambio debido al bajo gradiente hidráulico, del lecho del río y a la disminución de la capacidad de transporte, predominan los procesos de sedimentación.

En los valles aluviales los materiales gruesos se depositan en la zona de transición, de las Serranías Subandinas a la llanura y los sedimentos finos lo hacen a las partes inferiores de su curso.



Los ríos principales adquieren un carácter meandriforme y divagante cambiando periódicamente de curso en una amplia faja del orden de cientos de metros de ancho.

Por las características geomorfológicas propias de la zona, extensas áreas bajas de la parte Norte de la llanura, se cubren de agua, formando planicies de inundación permanente o periódica, en cada época de lluvias.

En esta región se encuentran los depósitos de suelos más extensos del territorio boliviano.

### 2.2.3 Estratigrafía y Estructura

Observando el Mapa Geológico de la Vertiente del Amazonas se aprecia claramente que, las rocas de origen sedimentario, predominan completamente sobre las rocas ígneas. En las áreas de influencia de las intrusiones ígneas existen rocas metamórficas, principalmente del tipo pizarra, conocidas genéricamente bajo la denominación de pizarras de la Cordillera Real.

De las rocas sedimentarias, las correspondientes al paleozoico inferior, predominan ampliamente en todo el macizo montañoso de la Cordillera Oriental y en las Serranías Subandinas el predominio corresponde a las rocas del paleozoico superior, mesozoico y terciario.

La parte llana incluida dentro de la Vertiente del Amazonas se caracteriza por la ausencia casi completa de afloramientos de rocas y en consecuencia está ocupada exclusivamente, por depósitos cuaternarios.

Al igual que en la Vertiente del Plata, la zona de la Cordillera Oriental se muestra fuertemente plegada y afectada por una tectónica de bloques que tuvo lugar durante diferentes épocas geológicas, formando, como consecuencia, una serie de pliegues y fallas mayores con dirección general Nor Oeste, Sud Este, desde el Norte hasta el denominado codo de Santa Cruz, donde cambian de orientación en sentido Norte Sud.



Los sedimentos rocosos de las Serranías Subandinas han estado sometidos a procesos de plegamientos más modernos, de menor intensidad, que han dado origen a estructuras amplias y suaves, afectadas por menor grado de fracturamiento. La orientación general de los pliegues y fallas principales es similar a las de la Cordillera Oriental.

a) Rocas Igneas.

Los afloramientos de rocas ígneas de la Vertiente del Amazonas, se encuentran situadas al Oeste, en la parte más elevada de la cordillera, siguiendo un eje Nor Oeste - Sud Este.

En su mayor parte son rocas ígneas intrusivas ácidas, de edad terciaria, constituidas por granodioritas, monzonitas, adamelitas, tonalitas y cuarzolitas.

b) Rocas Sedimentarias.

Las rocas sedimentarias predominan ampliamente en la región montañosa, sobre las rocas ígneas. Si bien se sabe de la existencia de rocas metamórficas, no se puede realizar una diferenciación debido a su extensión limitada y a la escala del trabajo realizado.

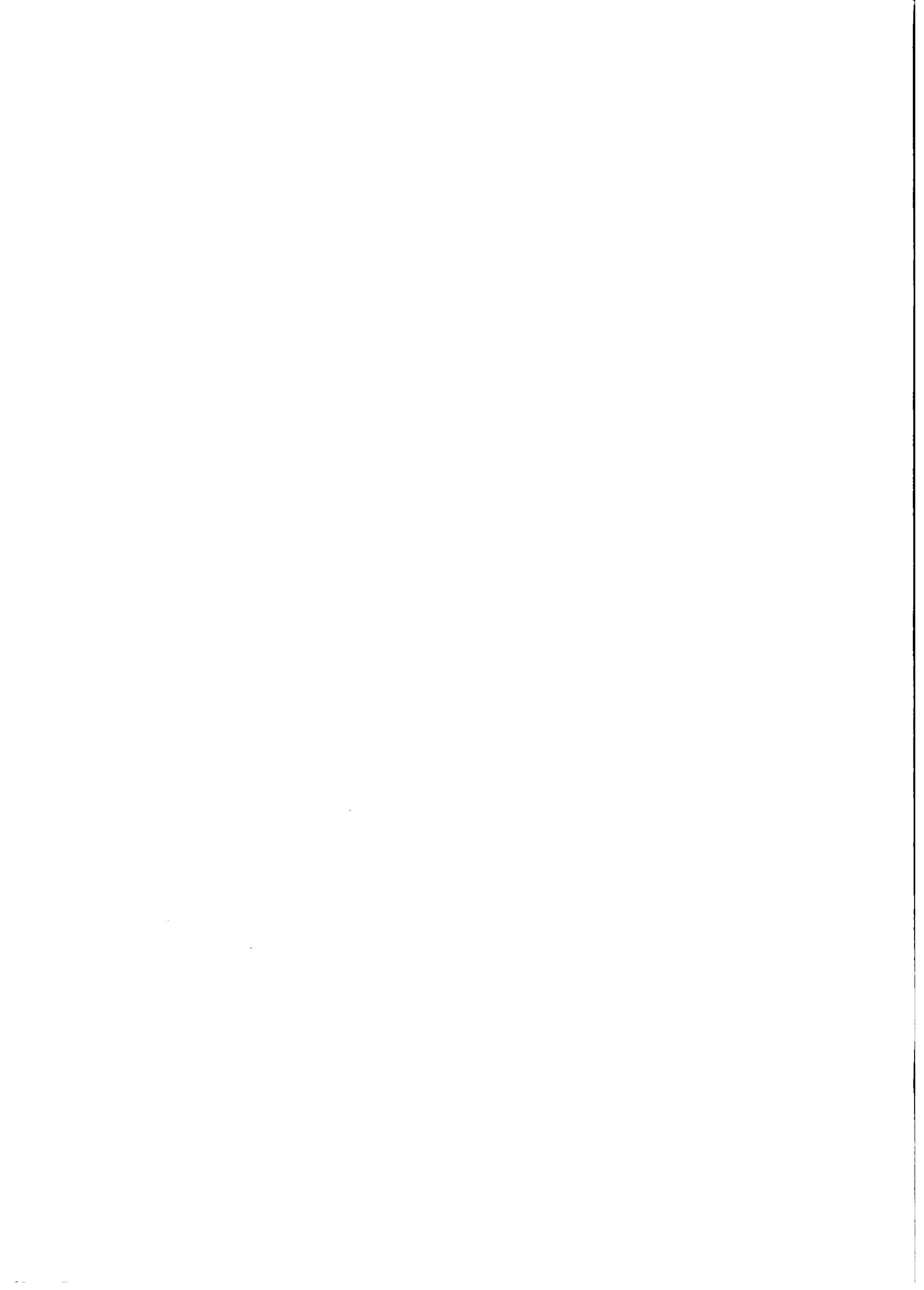
b.1) Rocas del Paleozoico Inferior ( $P_z - 1$ )

Al igual que en las vertientes anteriores, se agrupan bajo la denominación de rocas del paleozoico inferior, a aquellas correspondientes a los sistemas ordovícico, silúrico y devónico.

Las rocas ordovícicas están concentradas en la parte Central Oeste de la Cordillera Oriental, en una franja extensa y continua que cruza la Vertiente de Nor Oeste a Sud Este.

Las rocas silúricas se encuentran en forma de fajas delgadas al Oeste como al Este de la región montañosa.

Los afloramientos de rocas devónicas prácticamente se inician al Este de la Cordillera Oriental y ocupan extensas áreas de las Serranías Subandinas.



El paquete de rocas del paleozoico inferior está formado por una alternancia de lutitas, areniscas, cuarcitas, pizarras, limonitas y diamictitas. De ellas la facies lutítica que intercala con delgadas capas de cuarcitas y limolitas predomina en el ordovícico y las areniscas y lutitas son características del devónico.

b.2) Rocas del Paleozoico Superior

Los afloramientos rocosos del paleozoico superior, prácticamente son despreciables en la Cordillera Oriental. Recién en las Serranías Subandinas adquieren notoriedad por su distribución areal.

En las rocas carboníferas predominan las areniscas zacaroideas y en menor proporción lutitas, conglomerados y diamictitas. En las rocas pérmicas lo hacen las calizas, margas y lutitas.

b.3) Rocas Cenozoicas

Las rocas cenozoicas están constituidas por rocas triásicas y cretácicas.

Las rocas triásicas prácticamente se encuentran limitadas a delgadas fajas en las Serranías Subandinas. En cambio los sedimentos cretácicos se muestran irregularmente distribuidos en la región montañosa.

Litológicamente están constituidas por areniscas, calizas, margas, conglomerados y arcillitas, ocupando dentro de las rocas cretácicas dominantes, las areniscas, lugar preponderante.

c) Depósitos Cuaternarios.

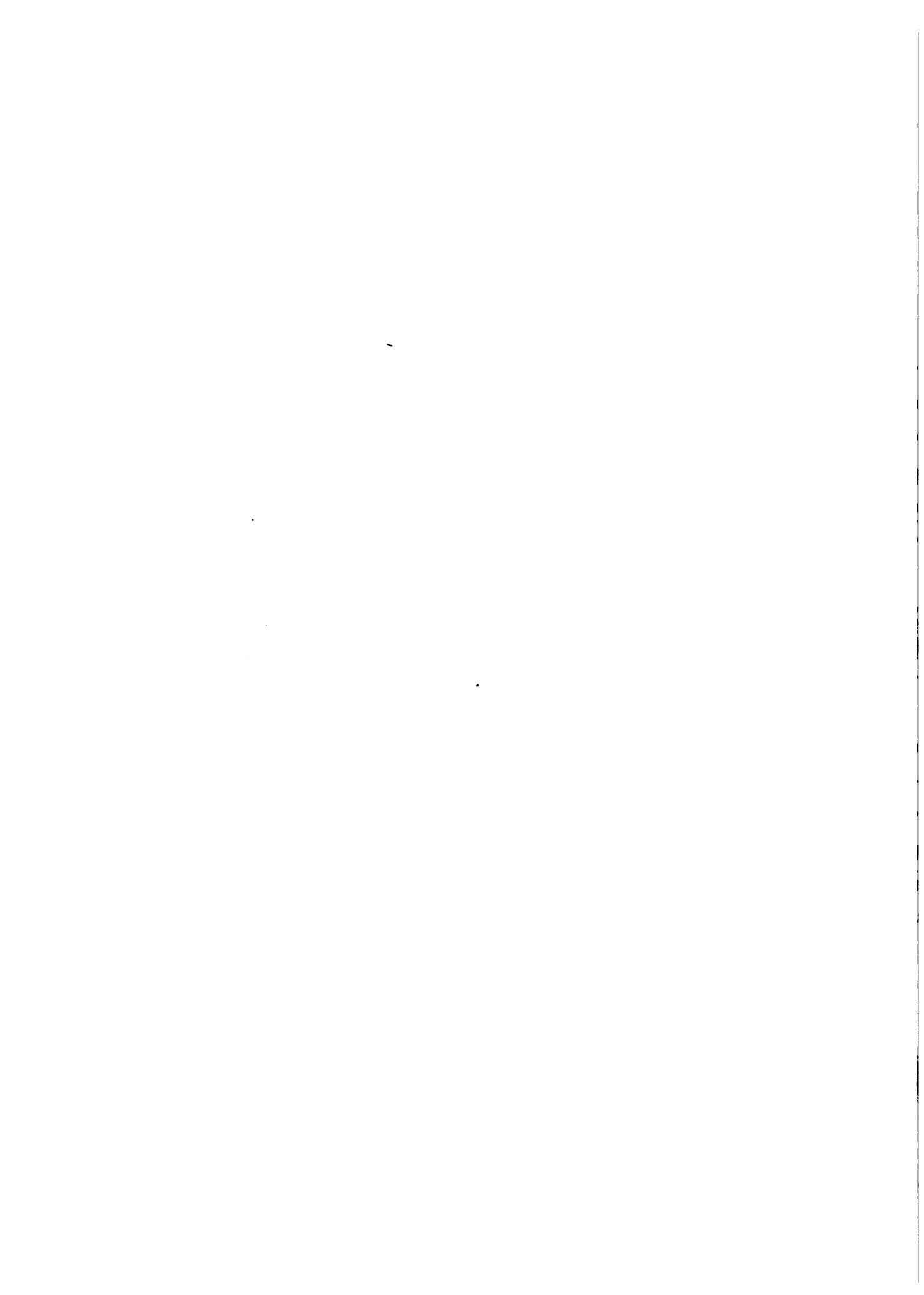
En la Cordillera Oriental, existen condiciones limitadas para la formación y desarrollo de importantes depósitos de suelos.



CUADRO N° 2.2.1

PRINCIPALES GRUPOS DE ROCAS

	<u>Nombre</u>	<u>Sistema</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Descripción Litológica</u>
	Rocas Igneas	Cuaternario	R <sub>1</sub>	Rocas ígneas, principalmente terciarias e intrusivas. Rocas ácidas del tipo granodioritas, monzonitas, adamelitas, cuarzolitas.
Rocas Sedimentarias	Rocas Cenozoicas	Terciario	T	Areniscas arcillosas, arcillitas, areniscas, lentes de conglomerado.
	Rocas Mesozoicas	Cretácico	M <sub>z</sub>	Areniscas, calizas, margas, conglomerados y arcillitas.
	Rocas del Paleozoico Superior	Pérmico Carbonífero	P <sub>z</sub> -2	Areniscas zacaroideas, lutitas calizas y diamictitas.
	Rocas del Paleozoico Inferior	Devónico Silúrico Ordovícico	P <sub>z</sub> -1	Lutitas, areniscas, cuarcitas, pizarras, limolitas y diamictitas.



CUADRO No 2.2.2DEPÓSITOS CUATERNARIOS PRINCIPALES

<u>Depósitos</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Descripción</u>
De Inundación	Q <sub>fp</sub>	Materiales finos, granulares (arena) o cohesivos (limo, arcilla), sujetos a inundación periódica. Ocupan zonas de drenaje pobre.
De Divagación	Q <sub>fd</sub>	Materiales finos, granulares (arena) o cohesivos (limo, arcilla), sujetos a inundaciones periódicas, emplazados en zonas de divagación de los cursos fluviales.
De Torrentes de Barro	Q <sub>tb</sub>	Materiales finos del tipo limo-arcilla con lentes ocasionales de grava. Situadas en pendientes medias a débiles.
De Abanicos Aluviales	Q <sub>aa</sub>	Materiales granulares del tipo grava arena en pendientes medias.
Coluviales	Q <sub>co</sub>	Materiales finos y granulares (angulares) en pendientes fuertes a medias.
Residuales	Q <sub>rs</sub>	Materiales predominantemente finos del tipo arcilla-limo y arenas en pendientes suaves a medias.
Fluvio Aluviales	Q <sub>fa</sub>	Materiales finos, granulares (arenas), con mezclas o concentraciones de limo-arcilla. Ocupan pendientes suaves.
Fluvio Lacustres	Q <sub>fl</sub>	Materiales finos del tipo arcilla-limo, con mezclas de arena, en pendientes suaves
Fluvio Glaciales	Q <sub>fg</sub>	Materiales granulares, grava, media y arena en pendientes medias a bajas.
Morrénicos	Q <sub>mo</sub>	Mezclas heterogéneas de bolones, grava, arena, arcilla y limo en diferente proporción. Ocupan pendientes empinadas en las serranías.



Debido a las características geológicas preponderantes y a las condiciones requeridas para la formación de depósitos cuaternarios existen pocas concentraciones de aquellos emplazados en los alrededores de La Paz, Cochabamba, Puna y Mizque principalmente, además de los depósitos localizados en valles poco extensos, pero significativos, aunque no apreciables a la escala del mapa de trabajo.

En las Serranías Subandinas existen mejores condiciones para la formación de suelos, especialmente en los valles sinclinales. Sobre las rocas terciarias se pueden encontrar cubiertas delgadas de depósitos cuaternarios con ciertas concentraciones en sectores favorables. A excepción de los depósitos de los lechos aluviales, predominan los depósitos de suelos finos, tipo arena y/o cohesivos.

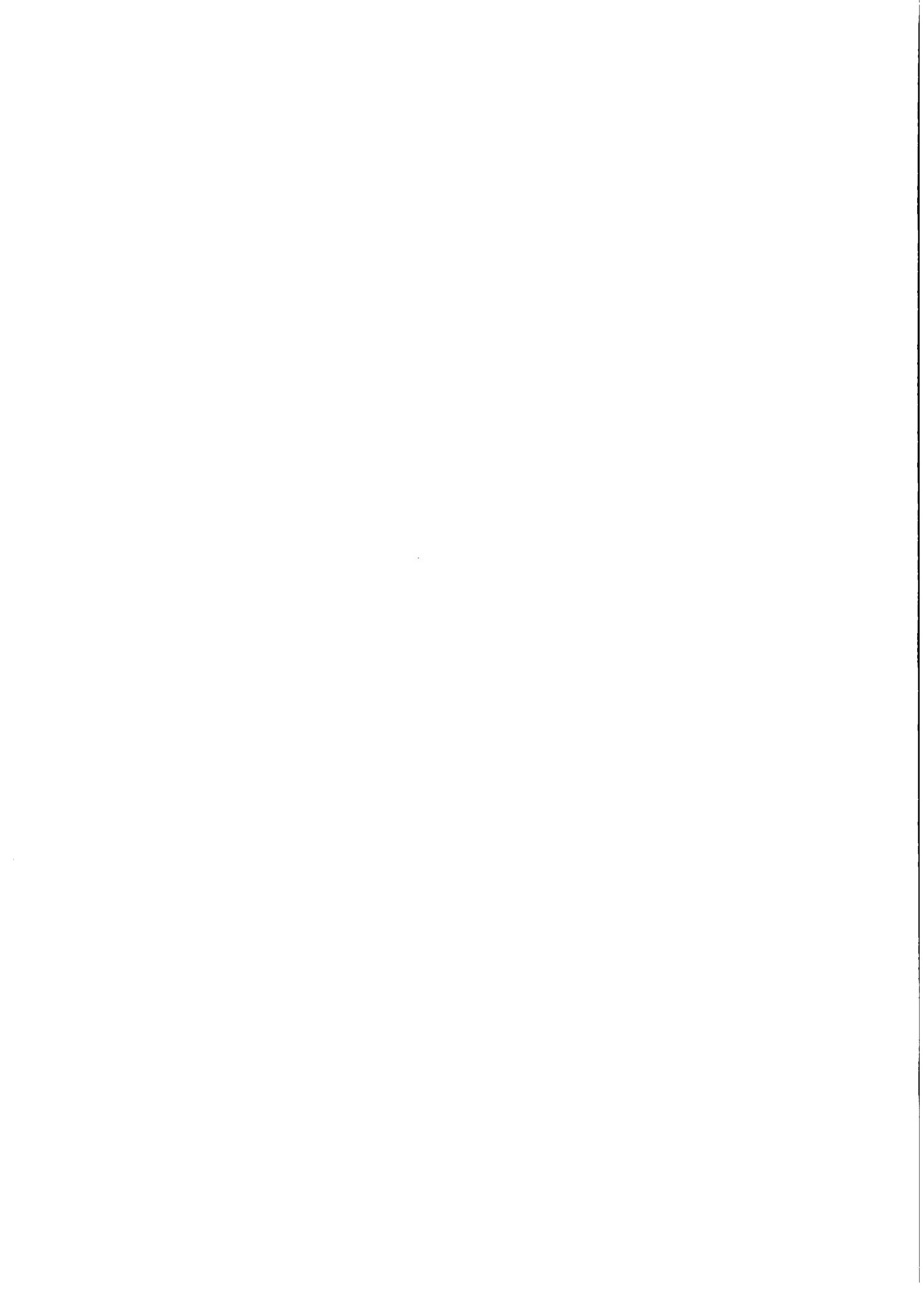
La región llana se encuentra rellena con materiales cuaternarios provenientes de la cordillera. Por lo general, a excepción del pie de la serranía, los espesores son profundos y predominan los suelos finos.

En la llanura existen extensas zonas de drenaje pobre, sujetas a inundaciones permanentes o periódicas y amplias fajas de divagación de ríos caudalosos y meandriformes que constituyen zonas con fuertes limitaciones de uso del suelo. Los depósitos cuaternarios con mayor aptitud de uso del suelo por sus características y extensión son aquellos denominados como depósitos residuales ( $Q_{rs}$ ) y depósitos fluvio aluviales ( $Q_{fa}$ ) del mapa geológico adjunto.

#### c.1) Depósitos Morrénicos ( $Q_{mo}$ )

Sus exposiciones se encuentran reducidas al límite Nor Oeste de la Vertiente e inmediaciones de la Ciudad de La Paz.

En su composición litológica y características son similares a las ya descritas en las vertientes anteriores. Por lo general, se encuentran emplazados en zonas con elevaciones del orden de 3,000 m.s.n.m. o más, asociados con zonas de características climáticas frías.



c.2) Depósitos Fluvio Glaciales ( $Q_{fg}$ )

De igual modo se encuentran localizados en el extremo Nor Oeste. Ocupan las zonas adyacentes e inferiores de los depósitos morrénicos.

Su descripción se dá en las dos vertientes anteriores. Aquí son poco significativas debido a su limitada distribución.

c.3) Depósitos Fluvio Lacustres ( $Q_{fl}$ )

Se ha asignado esta denominación a la mayor parte de los depósitos cuaternarios de los valles de Cochabamba. Si bien, las cubetas tectónicas, han sido rellenas con materiales granulares gruesos y finos, en su parte superior, alejada del pie de la Serranía del Tunari y de los lechos aluviales, predomina una facies arcillo limosa, producto de un ambiente lagunar desarrollado en épocas recientes.

Ocupan principalmente las superficies planas de los Valles de Sacaba, Valle Central y Valle Alto de Cochabamba.

c.4) Depósitos Fluvio Aluviales ( $Q_{fa}$ )

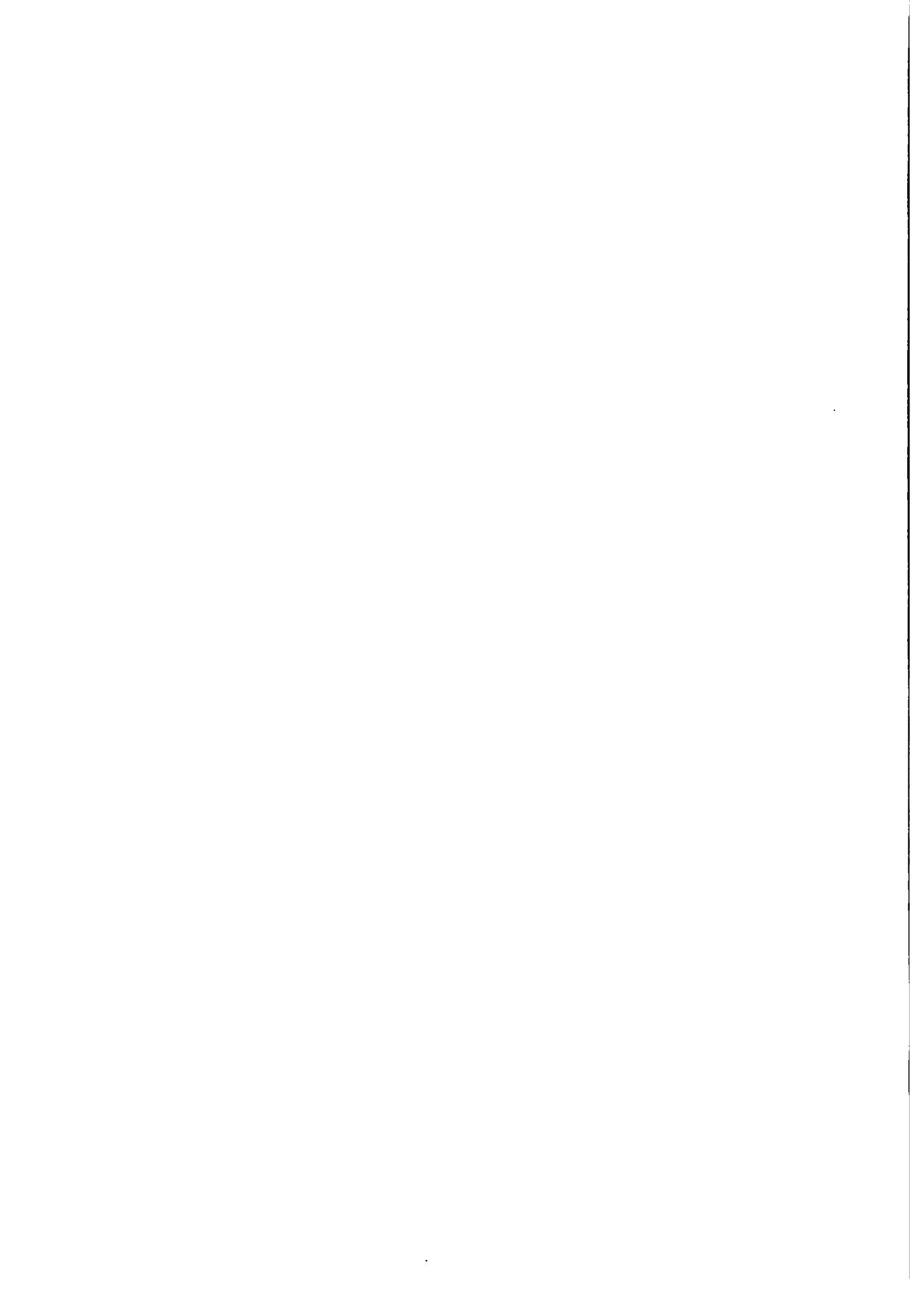
Los depósitos fluvio aluviales se encuentran concentrados y ocupando vastas extensiones en la región de la llanura.

Están constituidos, esencialmente, por materiales finos y granulares del tipo arena, con mezclas irregulares de arcilla y limo. Suelen encontrarse concentraciones de un sólo tipo de material e inclusive intercalaciones en sentido vertical aún dentro de los primeros metros de profundidad.

Ocupan superficies planas de poca pendiente, pudiendo presentar en ciertos casos nivel freático alto.

c.5) Depósitos Residuales ( $Q_{rs}$ )

Los depósitos residuales se encuentran principalmente en los valles de las Serranías Subandinas, como al pie de las mismas,



dentro yá de la región de la llanura.

Están constituidos, principalmente, por materiales finos del tipo arcilla-limo con diverso contenido de arena. Ocupan superficies con pendientes medias a suaves.

c.6) Depósitos Coluviales

Estos depósitos cuaternarios son poco significativos en la Vertiente del Amazonas y poseen limitaciones en su adaptabilidad de uso de suelo. Por lo general ocupan pendientes empinadas y su espesor es limitado.

c.7) Depósitos de Abanicos Aluviales

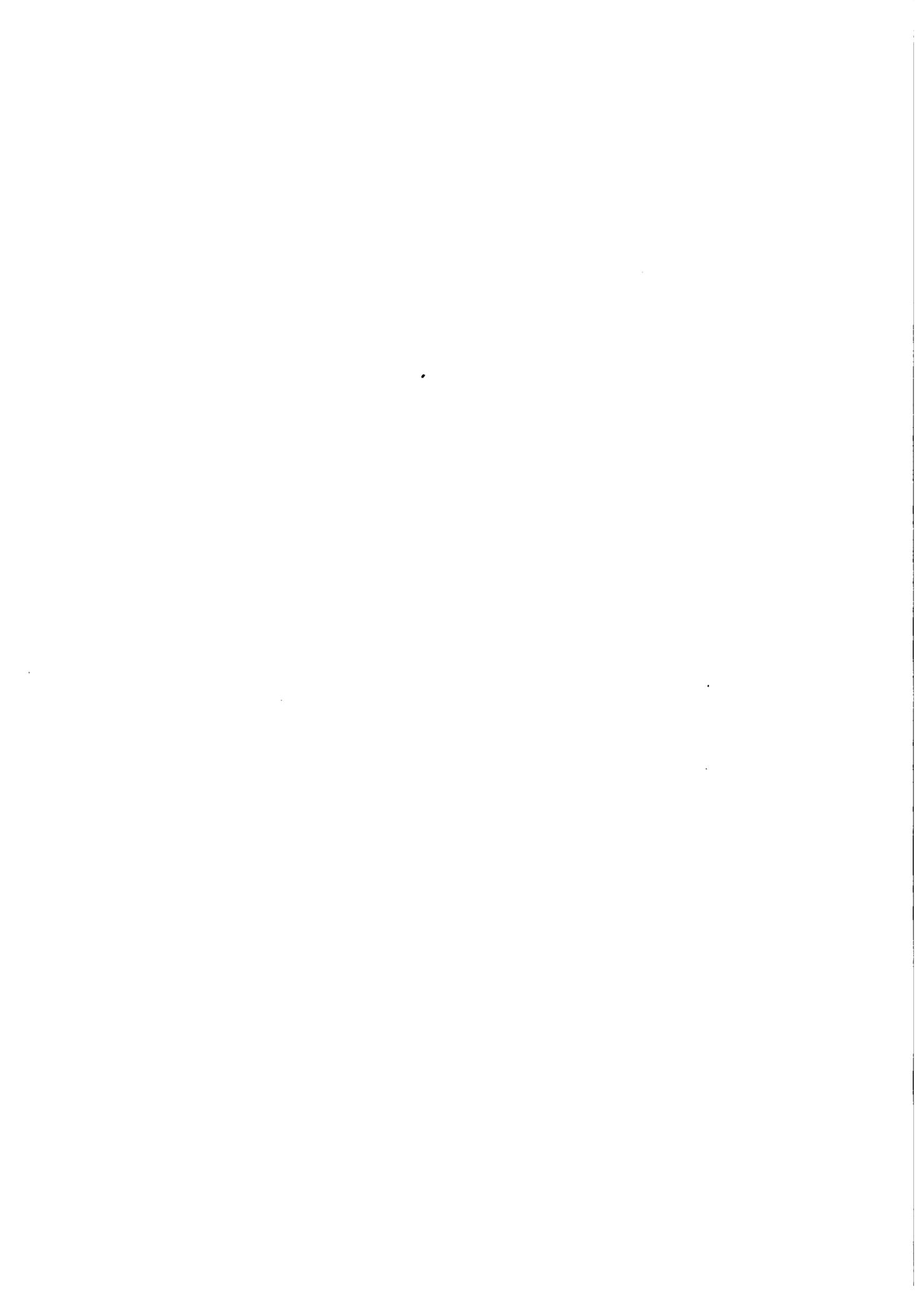
Los depósitos de abanicos aluviales se encuentran típicamente expuestos en el Valle de Cochabamba, al pie de la Cordillera del Tunari.

Se trata de materiales predominantemente granulares gruesos, pedregosos, que se extienden en el cambio de pendiente. Existe la posibilidad de que estos depósitos se cubran periódicamente de nuevas capas de material en una región tormentosa. Por lo general ocupan pendientes medias a suaves.

c.8) Depósitos de Torrente de Barro

La mejor representación, de los depósitos del tipo de torrente de barro, está dada por la gran masa que se extiende desde Achocalla hasta Rfo Abajo.

Se trata de materiales finos del tipo limo-arcilla con lentes ocasionales de grava. Pueden presentarse problemas de erosión en superficies desprovistas de vegetación, con formación de cierto proceso de carcavamiento y tubificación. Los taludes empinados, libres, sujetos a socavación de la base, por acción fluvial, están o podrían quedar afectadas por procesos de deslizamiento. Estos suelos, mientras no se encuentren erosionados, forman superficies de pendiente suave.



c.9) Depósitos de Divagación

Los depósitos de divagación se encuentran en la parte llana de la Vertiente del Amazonas. Ocupan amplias fajas en sentido longitudinales al escurrimiento de los ríos principales, por lo general de carácter meandriforme.

Por fenómenos de erosión lateral estos ríos cambian de curso dejando brazos abandonados en una ancha franja de divagación, formando en algunos casos lagunas. Dan lugar a la formación de depósitos de materiales finos no plásticos o cohesivos que pueden cubrirse de agua en la época de lluvias. Las zonas de concentración de materiales granulares finos del tipo arena, por lo general poseen un nivel freático alto.

c.10) Depósitos de Inundación

Los depósitos de inundación de la zona llana ocupan áreas topográficas bajas y de drenaje pobre. Por lo general se cubren de agua periódicamente, presentándose zonas con cubierta de agua permanente.

Los suelos están constituidos por materiales finos del tipo arena y/o arcilla-limo, con mezclas en diferentes proporciones.

2.2.4 Geotécnia

Las características geotécnicas generales de los principales tipos de suelos y rocas se encuentran englobados dentro de las descripciones realizadas para las Vertientes Cerrada y del Plata.

Sin embargo, cabe destacar la diferencia principal, a este respecto, entre la región montañosa y la llanura.

En la región montañosa es posible identificar sitios de topografía adecuada para el emplazamiento de presas y desarrollo de áreas de embalse. En ellos el basamento rocoso por lo general está situado a una profundidad compatible con la fundación de las estructuras principales.



Los fenómenos dinámicos dominantes a ser considerados son los de erosión vertical y lateral, transporte de sedimentos, inestabilidad actual o potencial de taludes y filtraciones o fugas de agua aún en la masa rocosa.

Las posibilidades de localización y abastecimiento de materiales de préstamo para terraplenes, núcleos impermeables, agregados, filtros, enrocados, canteras, etc., o de uso alternativo no constituyen mayores problemas.

En cuanto a la parte llana, las características geotécnicas son diferentes y en ellas no se espera encontrar, el basamento rocoso, hasta una profundidad muy por debajo del área de influencia de las estructuras.

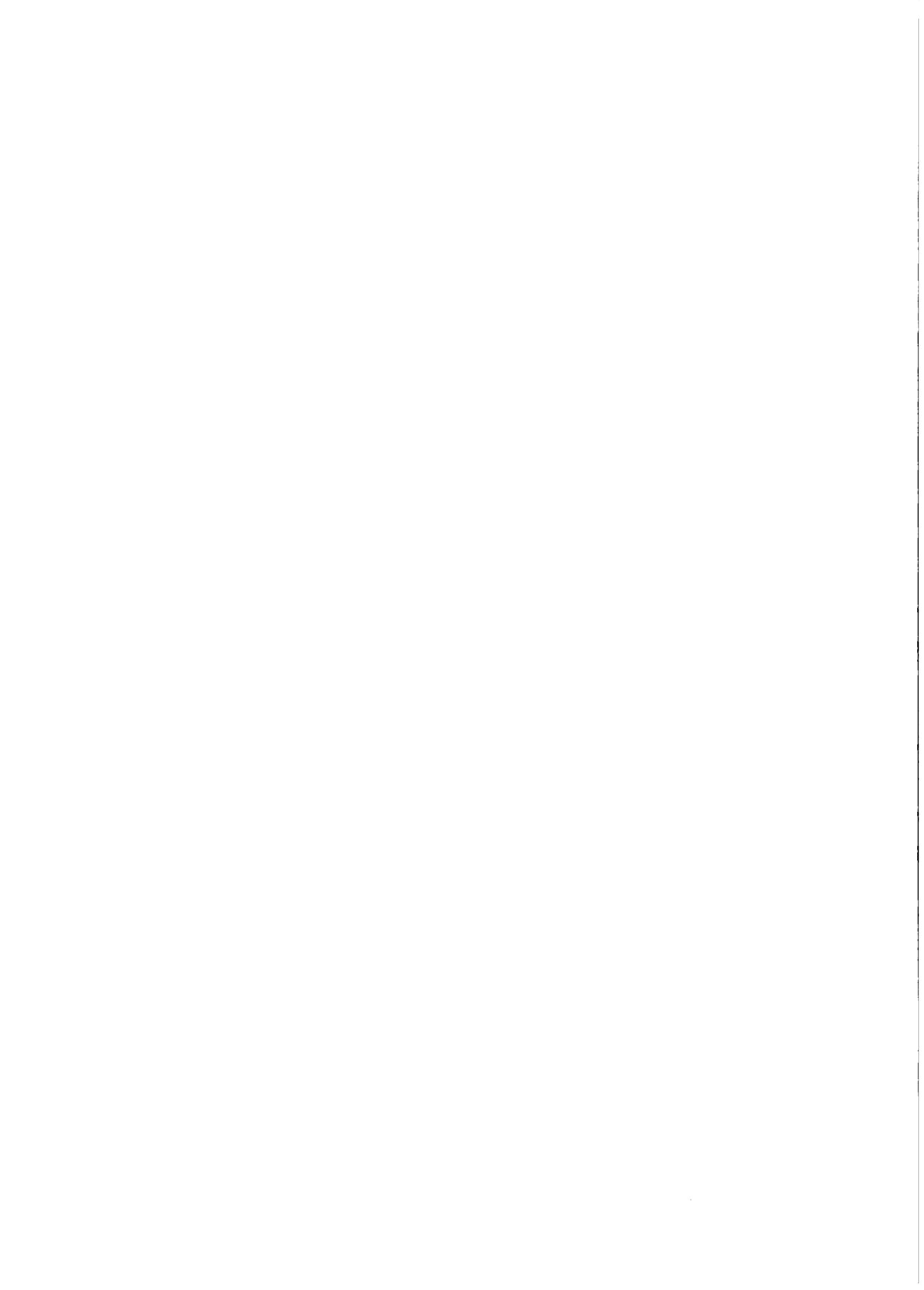
Los fenómenos dinámicos de cambio más pronunciados son los del tipo de transporte de sedimentos finos y el cambio de curso de los ríos por erosión lateral de sus márgenes dentro de una faja suficientemente ancha. En muchos lugares, la presencia de un drenaje pobre constituye un limitante serio para el uso del suelo.

En la llanura, la localización y disponibilidad de materiales de construcción constituyen el mayor problema desde el punto de vista geotécnico.

Es factible encontrar préstamos adecuados para terraplenes impermeables o permeables, pero en las áreas más alejadas del pie de la serranía se agudiza la distancia de transporte y disponibilidad de agregados para concreto, materiales granulares gruesos y para cierto tipo de filtros.

#### 2.2.5 Hidrogeología

En la Cordillera Oriental las posibilidades de acumulación y explotación de aguas subterráneas, de rendimiento económico, son muy limitadas. Las disponibilidades están localizadas solamente en los valles de Cochabamba dentro del relleno cuaternario.



En las Serranías Subandinas existen posibilidades, aún no comprobadas de explotación de aguas subterráneas, en ciertas rocas sedimentarias permeables, en condiciones hidrogeológicas favorables.

En cambio, en la llanura, existen mayores condiciones para la acumulación de aguas subterráneas, aunque se requiere de pozos profundos para su extracción debido a que el acuífero superficial, por lo general es de potencia limitada, encontrándose sujeto a fácil contaminación, sobre todo de tipo bacteriológico.

Al presente, dentro de la Vertiente del Amazonas, dos zonas han sido objeto de investigación hidrogeológica y son las de los valles de Cochabamba y Abapó Izozog.

Se tiene conocimiento de la explotación de aguas subterráneas, especialmente para abastecimiento potable en Santa Cruz, Trinidad y otras poblaciones menores aunque no se han realizado estudios adecuados para determinar el comportamiento y potencialidad de los embalses subterráneos.

Debido a que se ha cuantificado una cierta disponibilidad de agua subterránea, para uso potencial en riego, a continuación se presenta un resumen extractado del Proyecto Integrado de Recursos Hídricos de Cochabamba, realizado en forma conjunta entre GEOBOL y Naciones Unidas.

El Proyecto Integrado de Recursos Hídricos de Cochabamba, realizó la evaluación hidrogeológica de las cuencas de Cochabamba, Sacaba, Punata, Cliza y Santivañez sobre una extensión total de 3,750 Km<sup>2</sup>, en un período comprendido entre fines de 1973 y mediados de 1978.

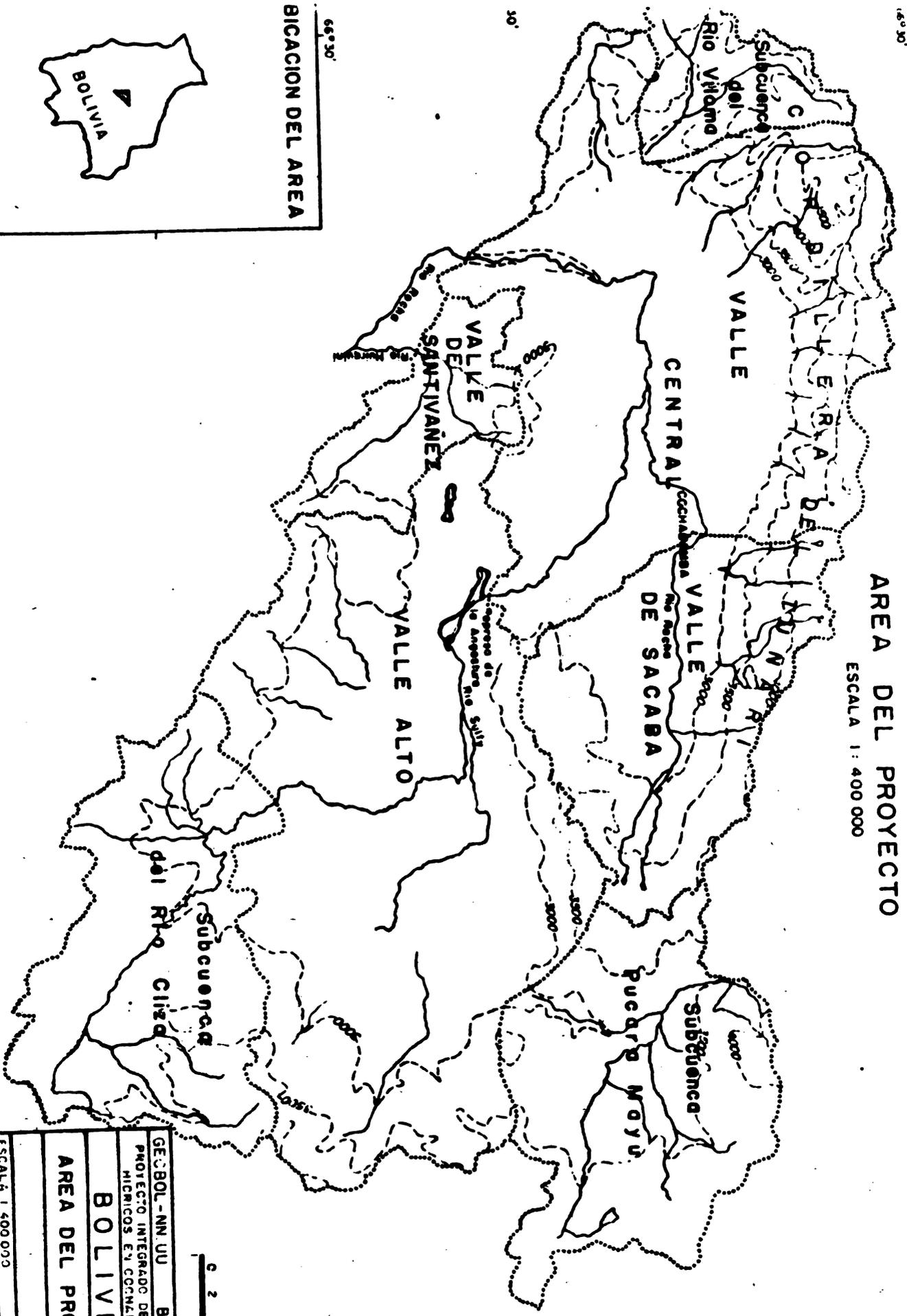
Como parte del proyecto, para su implementación en riego, se entregaron al MACA 34 pozos de producción de aguas subterráneas distribuidas en los valles de Cochabamba como se muestra en la Lámina 2.2.2 y 2.2.3. En el Cuadro 2.2.3 se dan las características principales de cada uno de ellos.

Respecto a las características hidrogeológicas principales, contempladas en el Informe de Investigaciones de Aguas Subterráneas en las cuencas de Cochabamba en el año 1978, se ha extractado lo siguiente:



# AREA DEL PROYECTO

ESCALA 1 : 400 000



BICACION DEL AREA

66°30'

17°30'

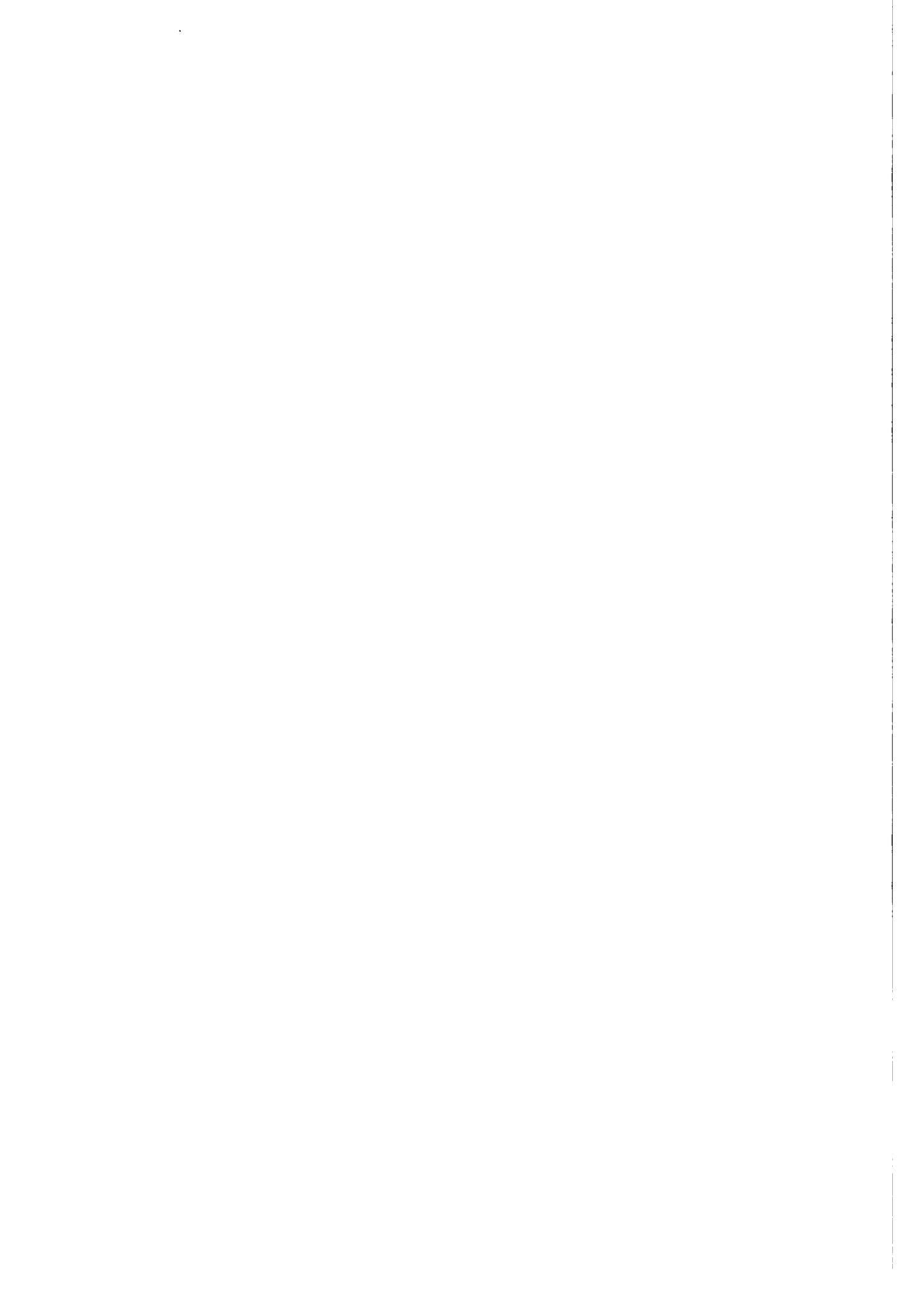


Fig: N°81

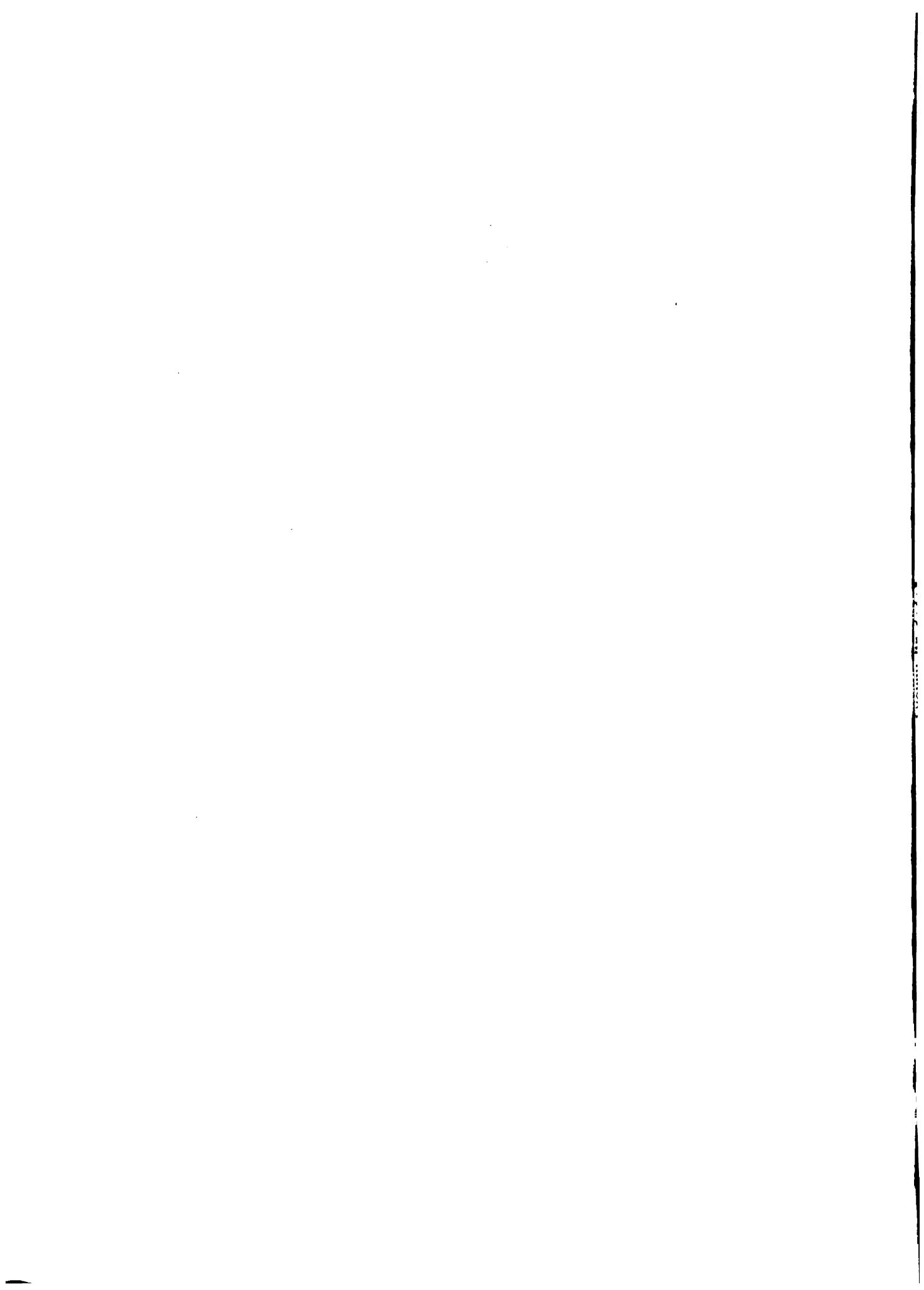
GECBOL-NN-UU BOL/73/00E  
 PROYECTO INTEGRADO DE RECURSOS  
 HICRICOS E.Y. CONHABIMBA  
**BOLIVIA**

AREA DEL PROYECTO

ESCALA 1 400 000







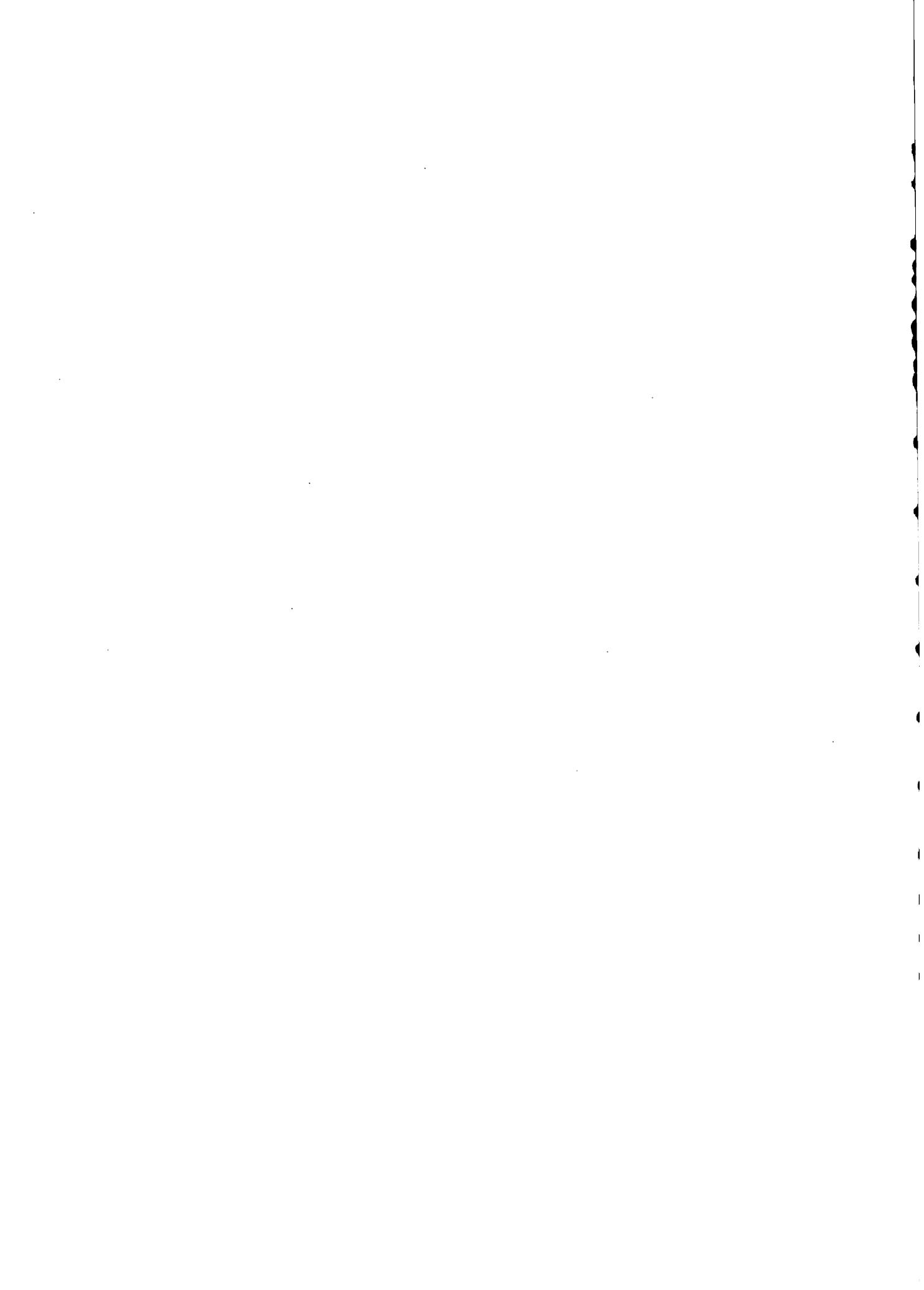
POZOS PARA RIEGO PERFORADOS POR EL "PIRHC" Y ENTREGADOS AL MACA

N°	Pozo	Localidad	Profundidad Perforación M	Profundidad Entubado M	Filtro M	Tubo Ranurado M	Caudal de Bombeo Lt/Seg	Observaciones
1	Cb-3	Iquircollo	180	58.5	26.0 m. RM	-	15.0	Para instalar bomba
2	Cb-5	Montenegro	72	70.0	1.5 m. RM	15.0	15.0	Para instalar bomba
3	Cb-6	Mallco Rancho	103	67.0	3.0 m. RM	33.0	10.0	Para instalar bomba
4	Cb-7	La Chulla I	60	53.0	6.0 m. RM	17.0	15.0	Con bomba instalada
5	Cb-11	Mallco Chapí I	120	76.0	6.0 m. FJ	18.0	20.0	Con bomba instalada
6	Cb-21	Mallco Chapí II	86	78.0	4.5 m. FJ	11.0	20.0	Con bomba instalada
7	Cb-25	Taconi	104	65.0	6.0 m. RM	8.0	20.0	Para instalar bomba
8	Cb-26	La Chulla II	87	83.0	3.0 m. FJ	11.0	20.0	Con bomba instalada
9	Cb-31	Pairamani	72	54.0	3.0 m. FJ	21.0	19.0	Para instalar bomba
10	BC-4	Arbieto	161	92.0	10.0 m. FJ	-	8.0	Para instalar bomba
11	BC-10	Cliza	160	61.5	12.5 m. FJ	-	20.0	Para Municipalidad Cliza
12	BC-16	Paracaya I	18	17.0	3.0 m. FJ	-	6.0	Para instalar bomba
13	BC-22	Thako I	60	42.0	-----	29.0	7.0	Para instalar bomba
14	BC-25	Vasa Mayu	250	60.0	4.0 m. RM	17.0	12.0	Para instalar bomba
15	BC-29	Santa Lucia	132	46.5	3.0 m. FJ	12.0	5.0	Para instalar bomba
16	BC-30	Banda Arriba	97	50.0	3.0 m. FJ	9.0	17.5	Con bomba instalada
17	BC-31	Camacho Rancho	92	40.0	3.0 m. FJ	8.0	16.0	Con bomba instalada
18	BC-32	Jacha Moko	78	53.5	3.0 m. FJ	9.0	8.0	Para instalar bomba
19	BC-33	Pampa Mamata	92	70.5	6.0 m. RM	12.0	7.5	Para instalar bomba
20	BC-34	Paracaya II	80	57.5	3.0 m. FJ	23.0	20.0	Con bomba instalada
21	BC-35	Muyu Huyu I	82	57.0	3.0 m. FJ	16.0	16.0	Con bomba instalada
22	BC-39	Thako II	79	57.0	3.0 m. FJ	19.5	5.0	Para instalar bomba
23	BC-40	Thako III	120	56.0	3.0 m. FJ	15.0	30.0	Con bomba instalada
24	BC-41	Muyu Huyu II	82	58.5	3.0 m. FJ	15.5	30.0	Con bomba instalada
25	BC-44	Paracaya III	72	56.0	6.0 m. FJ	10.0	30.0	Con bomba instalada
26	BC-45	Santa Ana	79	46.0	3.0 m. FJ	-	30.0	Con bomba instalada
27	BC-46	Pabellón	68	25.0	3.0 m. FJ	9.0	23.0	Con bomba instalada
28	BC-47	Cruz Pata	68	54.0	3.0 m. FJ	15.0	16.0	Con bomba instalada
29	BC-48	Paracaya IV	58	53.0	1.5 m. FJ	5.5	30.0	Con bomba instalada
30	BC-50	La Banda II	60	37.0	6.0 m. FJ	3.0	14.0	Con bomba instalada
31	Sb-1	Tuscapujio	176	40.0	1.5 m. FJ	8.5	6.0	Para instalar bomba
32	Sb-3	Ullincate	126	42.0	1.5 m. FJ	10.5	4.0	Para instalar bomba
33	Sz-1	Cóndor Mayu	58	56.0	6.0 m. FJ	-	4.0	Para instalar bomba
34	Cbo-21	Mallco Chapí III	41	35.0	1.5 m. FJ	3.0	4.0	Para instalar bomba
Total			3,265	18,675.0	154.5	385.5	517.0	

FUENTE: Proyecto Integrado de Recursos Hídricos Cochabamba, GEOSOL - MW.UU.

NOTA: El caudal total del bombeo indicado se refiere al caudal obtenido con los equipos implementados en los primeros 16 pozos y el caudal estimado en los pozos donde se instalarán bombas. Al disponerse de bombas más caudalosas se estima que de los primeros 16 pozos se pudiera extraer un caudal adicional de 70 Lt/Seg. lo que sumaría a 587 Lt/Seg. el caudal explotable de los 34 pozos.

Cb = Cuenca de Cochabamba  
 BC = Cuenca de Punata - Cliza  
 Sb = Cuenca de Sacaba  
 Sz = Cuenca de Santiviago  
 FJ = Filtro Johnson  
 RM = Filtro Roscoe Moss



**CUADRO No 2.2.4**

**PLAN DE CULTIVO Y EL REQUERIMIENTO DE RIEGO POR BOMBEO CORRESPONDIENTE A UNA HECTÁREA UNITARIA DE TIERRA, REPRESENTATIVO PARA LOS ESQUEMAS DE RIEGO POR BOMBEO DEL VALLE DE COCHABAMBA**

		AGO	SEP	OCT	NOV	DIÇ	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	Total
AN	m.m.	120	130	160	160	152	136	126	136	129	115	96	109	1,569
Plantación Efectiva con 75% habilidad	m.m.	0	0	0	20	50	45	45	20	0	0	0	0	185
de Agua para Cultivo ET	m.m.	120	130	160	140	102	91	81	116	129	115	96	109	1,389
Requerimiento Potencial de agua en 70% de Probabilidad*	m.m.	171	186	229	200	146	130	116	160	180	186	137	156	1,986
de Requerimiento de agua a ser Satisfechos por Bombeo	m.m.	171	186	229	190	73	32	29	83	184	164	137	156	1,593
<b>Duraznos</b>														
1. 0.1 ha.	KC	1.50**	0.70	0.85	0.85	0.90	0.90	0.85	0.75	0.20	-	-	-	
Riego por Bombeo	m3	257	130	195	128	66	29	25	62	37	-	-	-	929
<b>Alfalfa</b>														
2. 0.15 ha.	KC	0.85	0.95	0.50*	0.90*	2.35*	0.95	0.95	0.95	0.90	0.85	0.75	0.75	
Riego por Bombeo	m3	218	263	172	203	257	46	41	118	248	209	154	176	2,107
<b>Trébol</b>														
3. 0.15 ha.	KC	1.00	1.05	0.70*	1.00*	1.05*	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.00	0.95	
Riego por Bombeo	m3	257	293	240	225	115	50	46	131	290	258	206	222	2,333
<b>Rábano</b>														
4. 0.15 ha.	KC	0.70	0.7	0.20	0.60	0.95	1.10	1.05	0.90	0.35	0.25	0.70		
Riego por Bombeo	m3	180	98	69	137	104	53	46	112	97	51	164		1,111
<b>Mafz (Choclo)</b>														
5. 0.15 ha.	KC	0.20	0.45	0.85	1.10	0.90	0.25	0.60	0.85	1.00	1.00	0.95		
Riego por Bombeo	m3	51	126	292	248	99	11	75	235	246	206	222		1,811
<b>Cebolla</b>														
6. 0.15 ha.	KC	0.95	0.95	0.20	0.50	0.85	1.05	0.45	0.40	0.60	0.80	0.95		
Riego por Bombeo	m3	244	132	69	113	93	50	20	110	148	164	222		1,365
<b>Papa (Holandesa)</b>														
7. 0.15 ha.	KC	0.20	0.50	0.85	1.05	0.45	0.40	0.60	0.80	0.95	0.80	0.75	0.25	
Riego por Bombeo	m3	51	140	292	236	25	19	26	100	262	197	154	98	1,563
Unitaria Área Actualmente Regada	ha.	1.00	0.85	1.00	1.00	0.93	0.85	1.00	0.85	1.00	0.75	0.90	0.90	
Unitaria Riego por Bombeo	m3	1,258	1,184	1,329	1,290	759	247	215	598	1,279	1,058	935	1,065	11,217
de Riego por Bombeo en una Asignación de Agua Lt./Seg./ha.		699	658	738	717	422	137	119	332	711	589	519	592	6,233

eficiencia total de riego del 70% basada en la asunción de que el sistema de conducción consiste de tubería de concreto, canales cortos de tierra, que las parcelas de riego consisten de terrazas, y la distribución del agua a granjas individuales toma lugar en forma rotativa (Eficiencia de conducción, 87% x eficiencia de aplicación 80% = eficiencia total 70%). Los requerimientos de lixiviación pueden ser descartados ya que el agua de bombeo es de buena calidad.

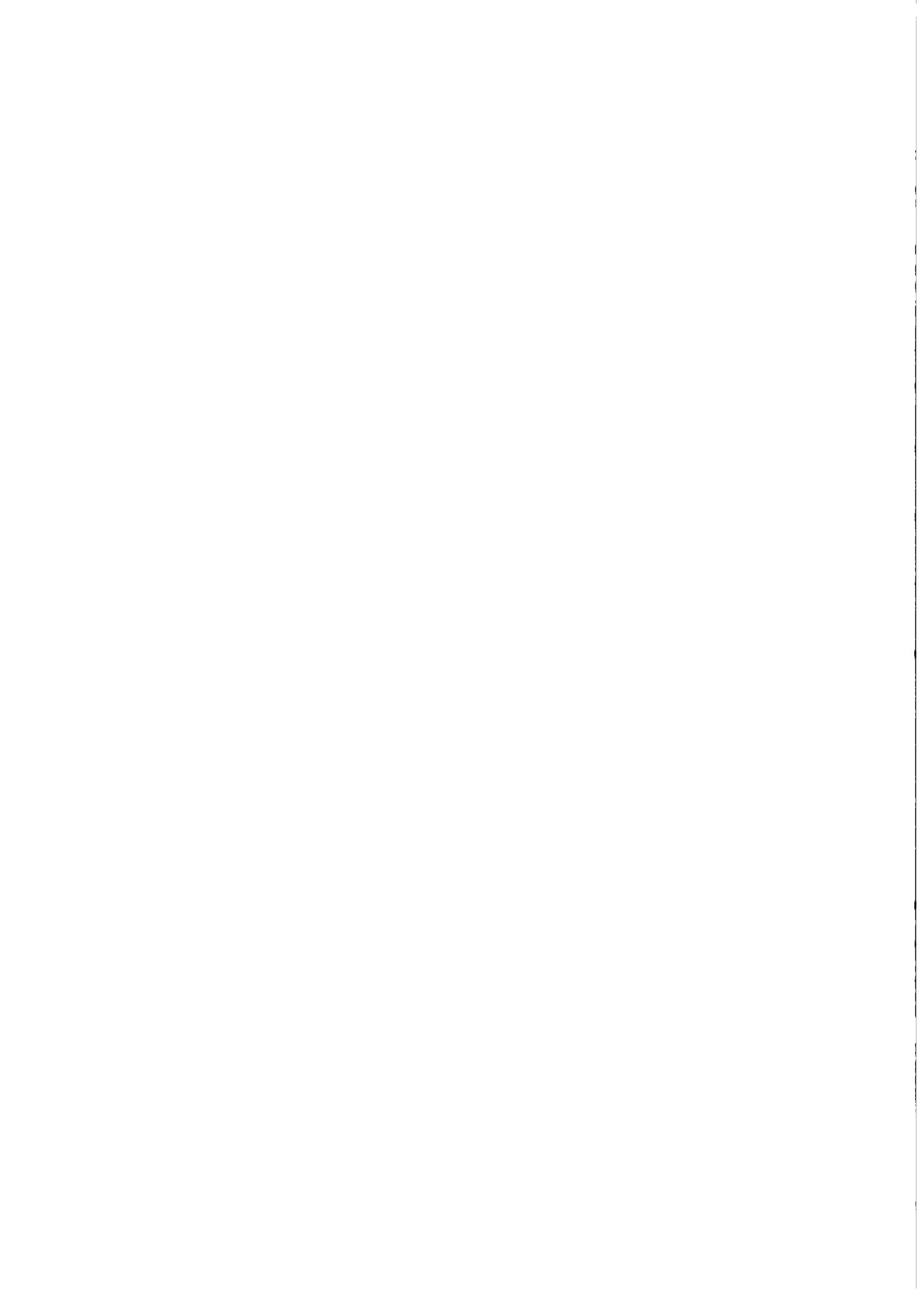
El primer riego después de la dormancia de la época seca para llevar la sosa de raíz a capacidad de campo.

Los cultivos de forraje son regados-de-senos para satisfacer los requerimientos de cultivos de más valor.

Las aplicaciones de riego más elevadas para compensar los riegos-de-senos anteriores.

Debido a la profundidad de raíz somera, el riego-de-senos precedente no puede ser compensado.

Proyecto BOL/78/005. Desarrollo Agrícola por Riego (FAO-MACA).



a) Cuenca de Cochabamba.

A lo largo de la zona Norte y Oeste existe un acuífero aluvial con un espesor que varía entre 20 y 40 m. con buenas propiedades hidráulicas. Hacia el centro de la cuenca tal acuífero se subdivide en varios acuíferos confinados y semiconfinados cuyos espesores oscilan entre 20 m. y 30 m. y con propiedades hidráulicas de buenas a regulares.

Para los pozos que fueron excavados en la zona Norte del acuífero, el rendimiento específico osciló entre 2 y 5 Lt/S/m. y en las zonas más bajas entre 1 y 3 Lt/S/m, presentando, numerosos pozos perforados en los acuíferos confinados, flujo artesiano.

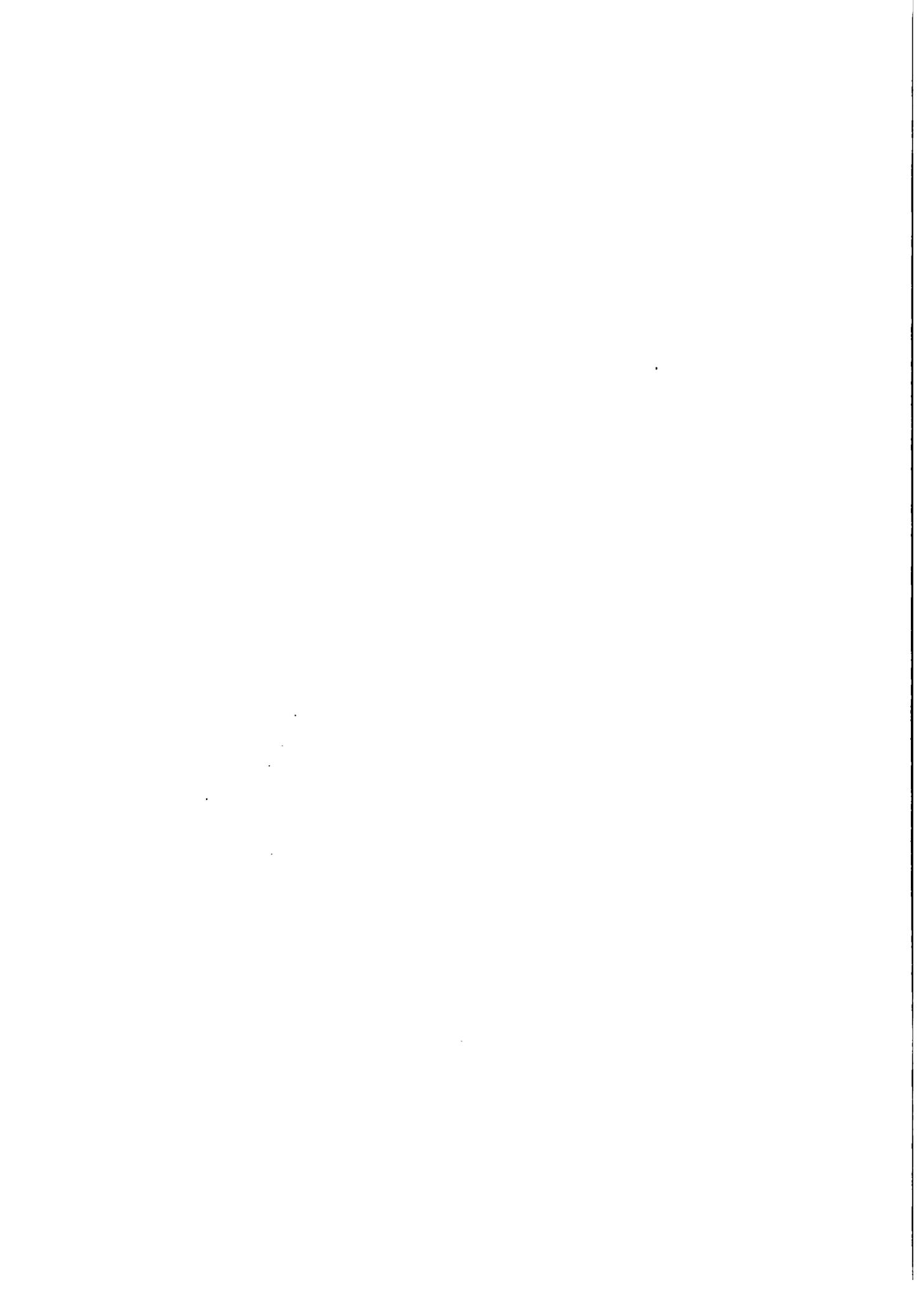
La transmisibilidad en la parte central de los abanicos aluviales varía entre 300 y 1,000 m<sup>2</sup>/día y la permeabilidad entre 10 y 50 m/día, mientras que, en las zonas bajas de la cuenca, dichos parámetros varían entre 10 y 300 m<sup>2</sup>/día y entre 2 y 10 m/día, respectivamente. Se estima que el acuífero somero recibe parte de la recarga por la filtración hacia arriba de los acuíferos semiconfinados de la zona y, en la zona Sur, por el agua de riego del sistema de La Angostura.

La calidad del agua en la zona aluvial es buena y puede ser usada para fines múltiples, mientras que en la zona lacustre el agua es muy variable, registrándose calidades de buena a pésima.

El acuífero principal es recargado por precipitación, infiltración de agua superficial y agua de riego y descarga por medio de manantiales, flujo artesiano, evapotranspiración y flujo base del Río Rocha.

De la descarga de los acuíferos antes mencionados, alrededor del 20% es usado en la actualidad.

Se estima que, reduciendo la actual descarga del acuífero, podría incrementarse considerablemente el volumen disponible para su adecuada explotación, para lo cual sería necesario, generar el abatimiento del nivel freático y la presión piezométrica, reduciendo el flujo de los manantiales, el flujo artesiano, la evapotranspiración y el flujo base.



La cantidad de agua de la descarga que disminuirá como efecto de una intensa explotación, así como la disminución de los niveles hídricos y de la presión piezométrica, deberá ser objeto de estudios detallados para la cuidadosa evaluación del acuífero y establecimiento del respectivo modelo matemático.

b) Cuenca de Sacaba.

En el estudio hidrogeológico de la cuenca de Sacaba, aunque no se han cuantificado los recursos hídricos con suficiente aproximación, han sido identificadas las limitaciones existentes en la explotación de tales recursos.

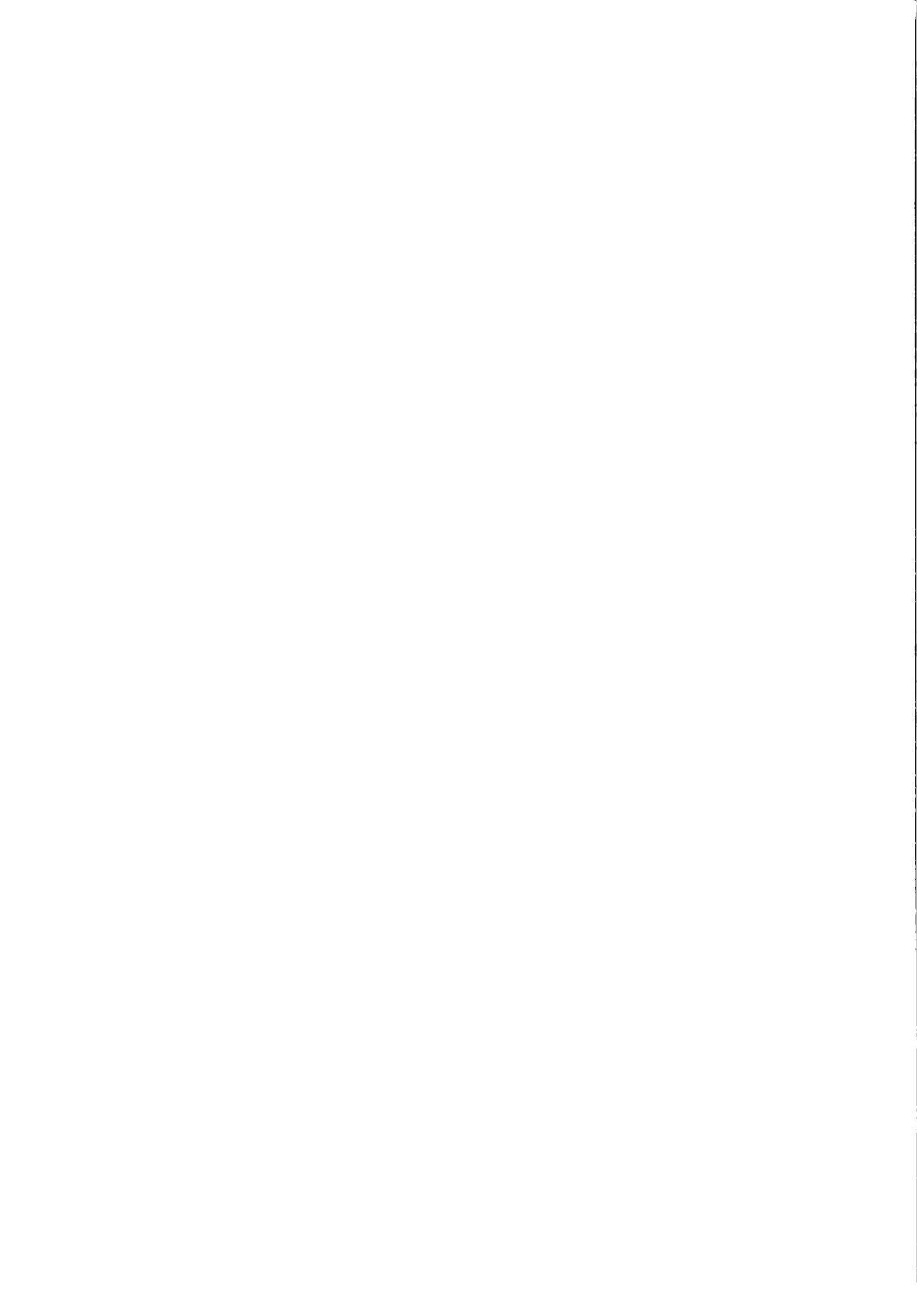
Los pozos perforados así como las investigaciones geofísicas, y fotogeológicas, han evidenciado que la cuenca se encuentra rellena, principalmente, por materiales finos de baja permeabilidad en la parte Central y Noroeste, mientras que en la zona Norte se presentan materiales gruesos intercalados con horizontes arcillosos.

La profundidad de los pozos generalmente no excede de los 50 m., por debajo de la cual aumenta considerablemente el contenido de arcilla. El caudal de los pozos generalmente es de 1 a 2 Lt/Seg., siendo los valores mayores considerados excepcionales, habiéndose encontrado algunos pozos con buena conexión hidráulica con cauces fluviales.

El flujo base de la cuenca de Sacaba es mínimo y en buena parte está ya captado por la serie de pozos de Arocagua que alimentan la red de agua potable de la Ciudad de Cochabamba.

Los escasos recursos hídricos subterráneos de la zona son ampliamente explotados por lo que para incrementar su uso se requiere de un cuida~~doso~~ doso manejo de los pozos surgentes, una mejor explotación de las vertientes así como de las pequeñas zonas de descarga de aguas subterráneas.

La calidad del agua subterránea es buena, con excepción de la parte Central de la cuenca donde se presenta un incremento de salinidad, el que sin embargo no llega a niveles inaceptables.



Las profundidades mayores del agua subterránea están en la parte apical de los abanicos donde pueden llegar hasta 40 m., mientras que en las zonas bajas cerca al Río Rocha, puede encontrarse entre 2 y 3 m. de la superficie y es aflorante en las zonas de descarga de aguas subterráneas.

Las fuentes más importantes de recarga están representadas por los ríos de la cordillera que infiltran sus aguas en las partes altas de los abanicos, además del agua de riego que las tierras altas reciben de los ríos y de las lagunas de la cordillera durante el período de lluvias.

c) Cuenca de Punata - Cliza.

c.1) Abanico de Punata

El acuífero más importante de la cuenca de Punata - Cliza está localizado en el abanico aluvial de Punata.

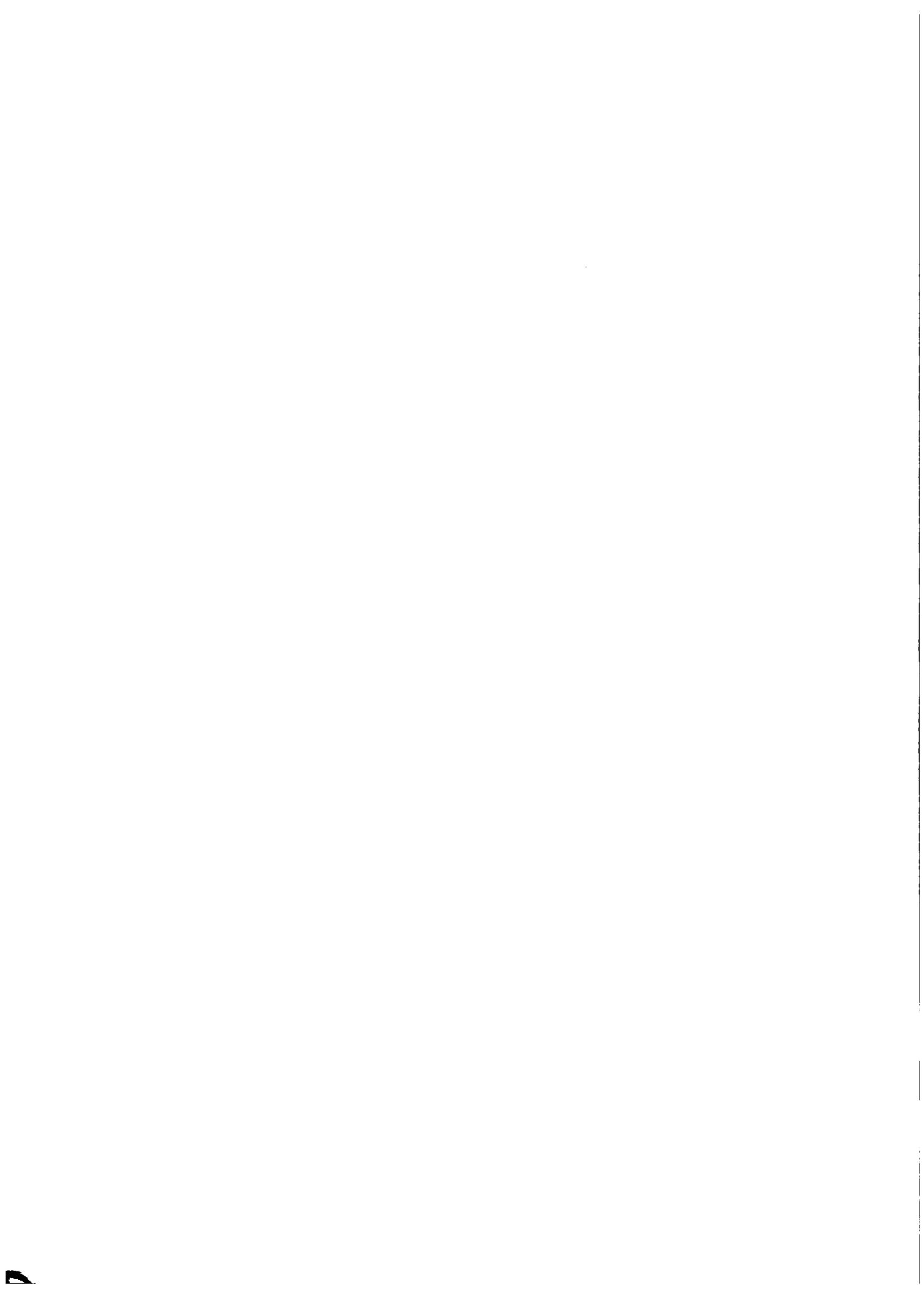
En la zona central del abanico aluvial de Punata el espesor del acuífero varía entre 40 y 60 m., espesor que disminuye, progresivamente, hacia las partes distales del abanico, hasta unos pocos metros de potencia.

El área se recarga principalmente por infiltración del Río Pucara Mayu y en menor volumen por las lluvias.

Los 9 pozos de producción, perforados en el abanico de Punata, equipados poseen una capacidad de bombeo instalada total, de 220 Lt/Seg.; existiendo otros 5 pozos perforados aún no equipados.

Antes de perforar nuevos pozos en el área del abanico de Punata es necesario investigar la reacción del acuífero a la explotación intensiva que se prevé en el futuro por parte de los pozos ya existentes.

La calidad del agua subterránea del abanico de Punata es buena.



c.2) Cliza y Tarata

El espesor de los acuíferos freáticos, semiconfinados y confinados en el área de Cliza es del orden de 20 m. y en el área de Tarata - Arbieta, entre 6 y 10 m. La extensión de estos acuíferos en dirección Este y Oeste y la posible conexión hidráulica entre las áreas de Cliza, Tarata y Arbieta no han sido comprobadas.

Las condiciones hidrogeológicas son más favorables en el área de Cliza donde la transmisibilidad es del orden de 70 m<sup>2</sup>/día.

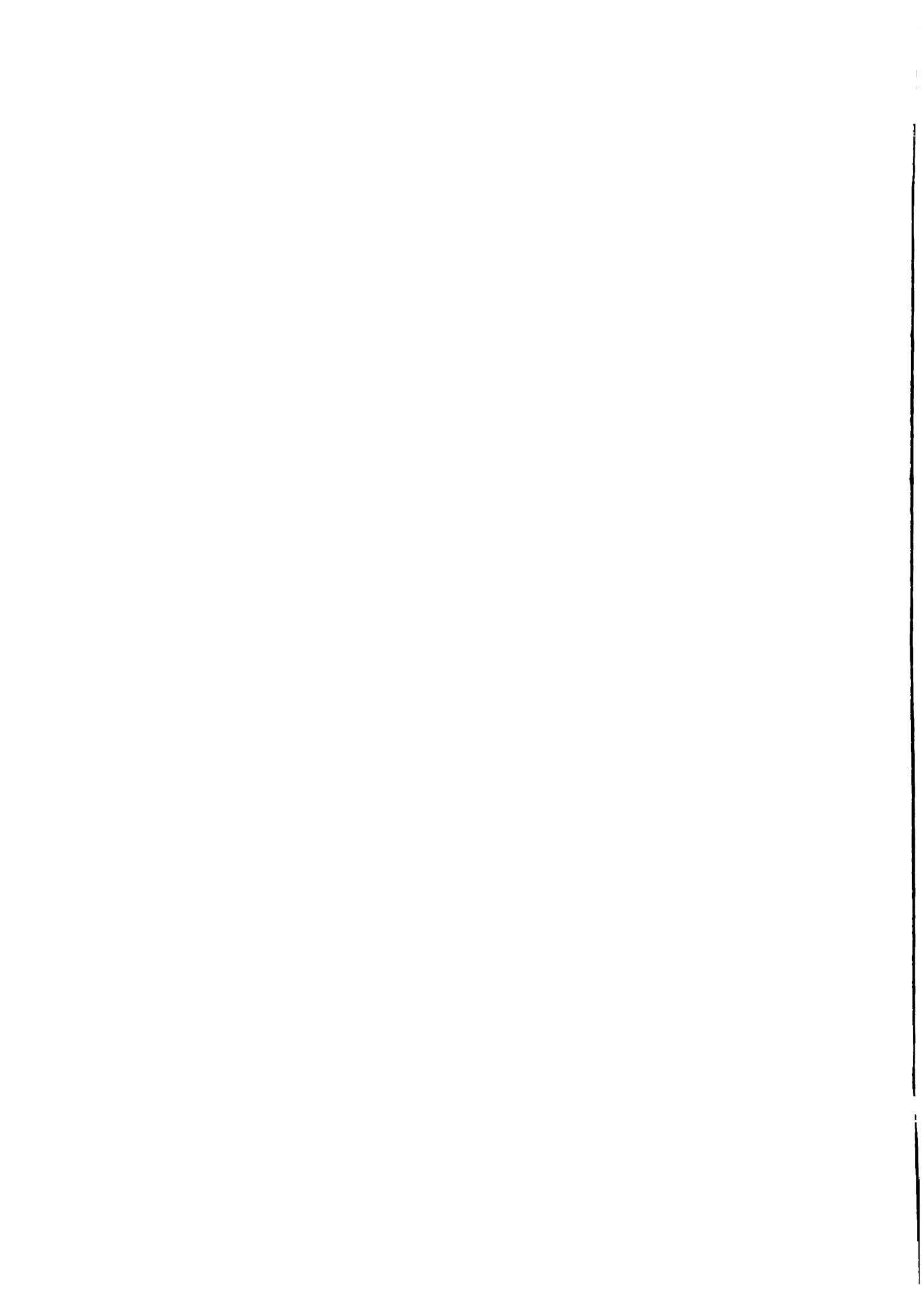
En las dos áreas los acuíferos son recargados principalmente por la infiltración de los flujos superficiales en los cauces fluviales, mientras la recarga del acuífero superior por precipitación pluvial es limitada, debido a la textura, predominantemente arcillosa, del suelo en el área.

La capacidad total de bombeo de los pozos perforados por el proyecto en esta área asciende a aproximadamente 80 Lt/Seg., suficiente para el riego de un máximo de 300 ha., cuyo volumen explotable es del mismo orden que el de la recarga, por lo que no es aconsejable perforar en esta área nuevos pozos de extracción. La capacidad de bombeo de los pozos perforados por el proyecto en el área de Tarata - Arbieta es de 16 Lt/Seg. en total, capacidad instalada que puede extraer, durante 3,000 horas de bombeo por año, un volumen algo menor al flujo subterráneo estimado para esa área.

La calidad del agua en la zona de Cliza y Tarata - Arbieta es buena, siendo la conductividad específica entre 400 y 600 micromhos/Cm.

c.3) Pequeños Abanicos

Los pequeños abanicos aluviales en la zona Norte de la cuenca no poseen características favorables, para la formación de buenos acuíferos, por ser pequeñas las áreas de recarga y por la existencia de una extensa capa arcillosa hasta muy cerca del basamento.



La disminución del flujo subterráneo puede ser realizada por me dio de pozos excavados, bien distribuidos a lo largo de la faja de 24 Km. cubierta por los abanicos, con capacidades de 1 a 3 Lt/Seg/pozo.

La calidad del agua en el área puede constituir un problema, ya que en algunos de los pozos perforados por el proyecto y por em presas particulares fue extraída agua de baja calidad como en el caso de las zonas de Carcaje y Tolata.

d) Cuenca de Santivañez.

Los pozos perforados en la cuenca de Santivañez y los resultados del estudio geofísico indican que los horizontes acuíferos están localiza dos, principalmente, en la zona de Cóndor Mayu, en el área de la Ha- cienda Convento y entre el Rfo Jatun Mayu y la Quebrada Chilimayo. En el pozo perforado por el proyecto en Cóndor Mayu, el caudal fue de 7-8 Lt/Seg. y en los pozos perforados en la Hacienda El Convento se localizó un acuífero artesiano de 10 a 28 m. de espesor que dió una surgencia de 10 Lt/Seg. cada uno, tratándose probablemente de un acuí- fero relacionado con depósitos de paleocauce.

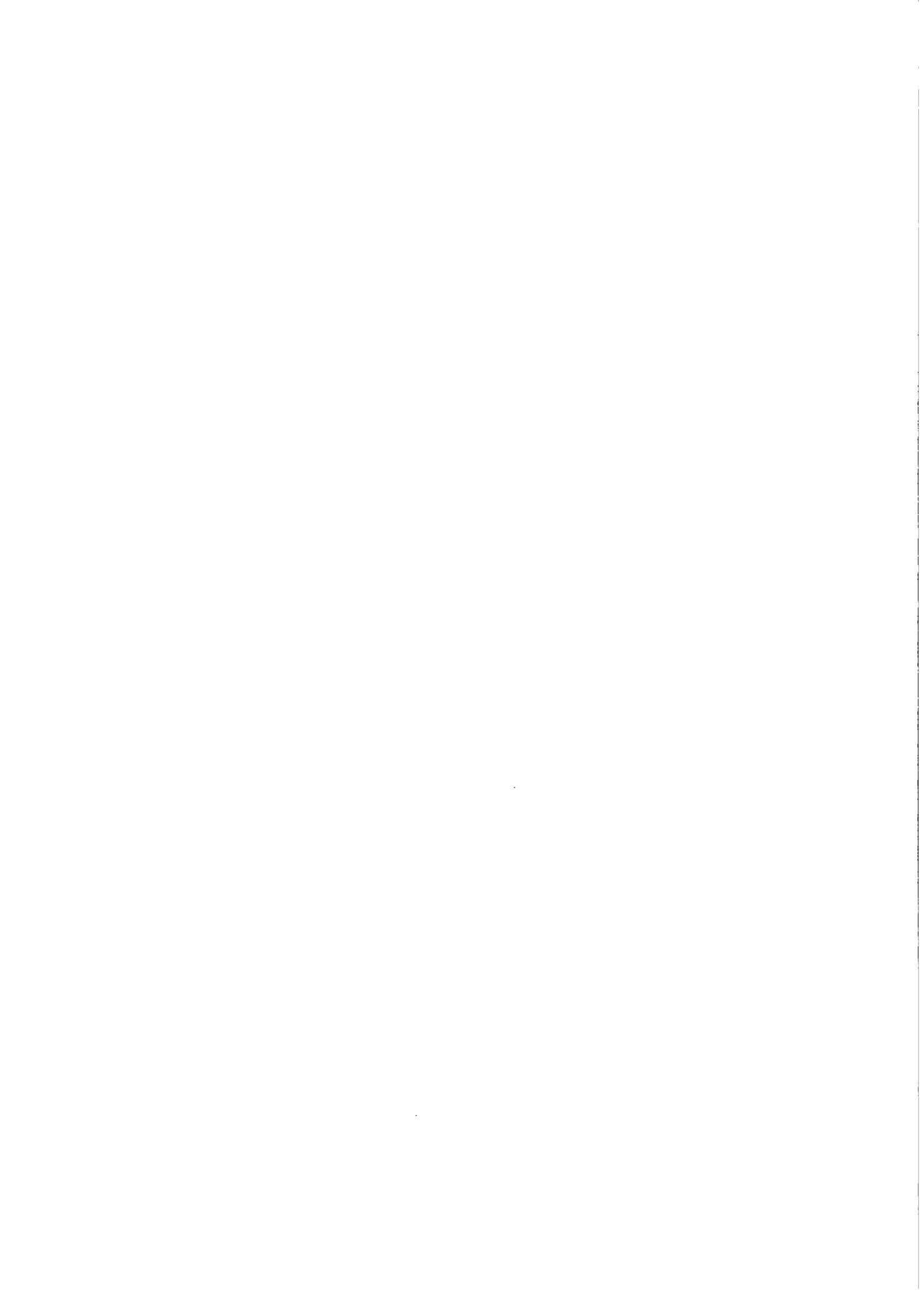
Los niveles de los pozos excavados en las zonas Norte y Sudeste se en cuentran entre 10 y 16 m. y disminuyen hacia el centro de la cuenca donde se encuentran entre 0.5 y 2.5 m.

La recarga de la cuenca se produce por infiltración directa de la llu via y por flujo superficial.

En general en toda la cuenca el agua es de buena calidad y puede ser utilizada para fines múltiples.

#### 2.2.6 Proyecto BOL/78/005. Desarrollo Agrícola por Riego (FAO-MACA)

Como parte del Proyecto Integrado de Recursos Hídricos se llevó ade- lante el Proyecto BOL/78/005 de Desarrollo Agrícola por Riego que com prende las áreas de Cochabamba y Tarija. Del Informe Final se ha ex- tractado lo siguiente:



En lo que se refiere a Cochabamba, 26 pozos, entregados por el Proyecto Integrado de Recursos Hídricos (PIRHC), con GEOBOL como contraparte, a los que se han provisto de bombas con accionamiento por motores diesel han sido transferidos al sistema de producción, con descargas que varían entre 14 Lt/Seg. y 25 Lt/Seg. Estas unidades fueron establecidas con la intención de crear una serie de unidades de riego independientes de 30 ha. a 50 ha. de extensión cada una. Para 1982, este programa de desarrollo por riego, basado en la utilización de aguas subterráneas, abarcará un total de cuarenta y cuatro unidades de riego con una descarga total del orden de 465 Lt/Seg., adecuados para regar 930 ha.; lo que es suficiente para satisfacer las demandas máximas de riego de un patrón de cultivo mixto tal como se muestra en el Cuadro 2.2.4. El número de familias campesinas que se beneficiará con desarrollo de estas unidades será de 1,250, involucrando granjas de 0.5 ha. a 1.5 ha. de extensión.

Inicialmente, las actividades del proyecto, se concentraron en desarrollar el esquema de riego de Banda Arriba en una unidad piloto. Subsecuentemente, la experiencia práctica así adquirida ha sido transferida a varias otras unidades.

El análisis detallado de los factores físicos pertinentes que determinan los requerimientos de riego en los esquemas de riego por bombeo, del Valle de Cochabamba, llevan a la conclusión que un tipo mixto de uso de la tierra regada puede ser efectuado con una asignación de agua de 0.5 Lt/Seg/ha. en términos de flujo continuo para una eficiencia total de riego de 70%. Tal patrón de cultivo y su demanda de agua de riego se muestra en el Cuadro 2.2.4, tomando en cuenta la ocurrencia de heladas nocturnas durante los meses de Junio, Julio y principio de Agosto, las que representan un factor restrictivo sobre cultivos sensibles a ellas.

Para la implementación del Proyecto Frutícola Lechero en los esquemas de riego por bombeo, en 1981 se tiene prevista la perforación de 20 nuevos pozos de producción financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo.



Asímismo se tiene prevista la continuación del Proyecto BOL/78/005, con el denominado "BOL/80/004", "Consolidación de Sistemas Agropecuarios Bajo Riego".

### 2.2.7 Abapó Izozog

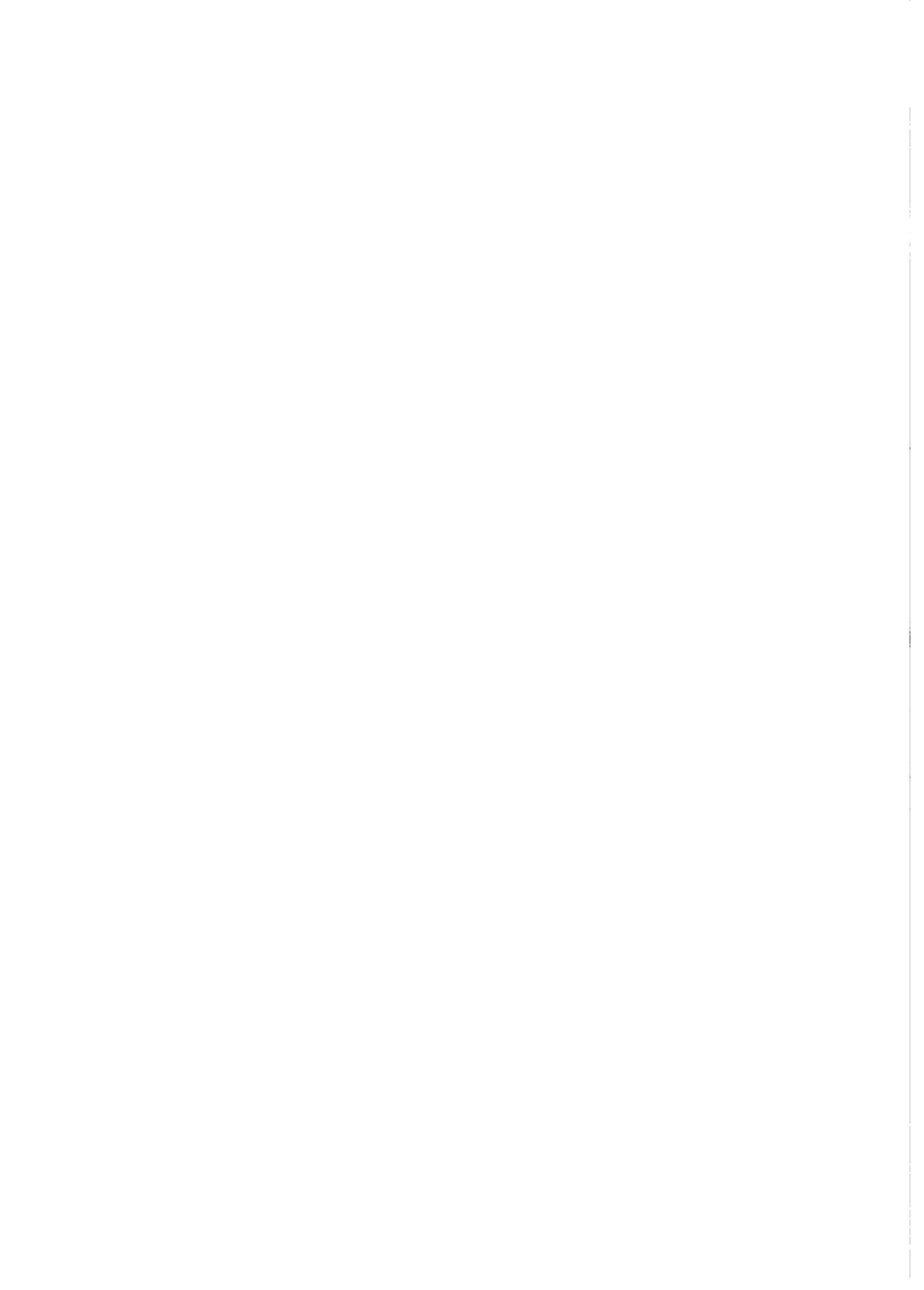
Del Estudio Hidrogeológico realizado por Naciones Unidas en Abapó Izozog, dentro del Proyecto de Desarrollo Agroindustrial de Abapó-Izozog (~~AGRAR-UND-HYDROTECHNIK~~ GmbH - Essen, Diciembre de 1974) se ha resumido lo siguiente:

El área de estudio comprende una ante-fosa desarrollada al Este de las Cordilleras Subandinas. Se trata de un sinclinal asimétrico, llenado, en su parte Central, en un espesor de unos 2,000 m., de sedimentos del terciario y del cuaternario, siendo el sinclinal más profundo cerca de las cordilleras. Unos 200 a 300 Km. al Este de la estructura afloran rocas más antiguas marcando el límite Oriental de la cuenca formada por un sistema de fallas.

El clima es semiárido, con precipitación entre 580 y 660 m.m./año, mientras la evapotranspiración sobrepasa la cantidad de precipitación por lo que la vegetación es del tipo xerofítico, adaptada a una ecología de deficiencia de agua.

La hidrología de las áreas tributarias involucra un potencial considerable de aguas subterráneas en la cuenca. El Río Parapetí y muchos riachuelos y quebradas se pierden en la llanura del Chaco, mientras que el río de la zona, más importante el Río Grande, pierde alrededor de 25% de su descarga en su rumbo entre Abapó y Puerto Pailas.

Para fines del estudio indicado líneas arriba y para abastecimiento de agua con fines agrícolas y doméstico, en la granja piloto, se han perforado siete pozos productores de exploración y treinta y tres pozos de observación. Los resultados de estas perforaciones y los registros de la prospección petrolera, proporcionan una idea bastante clara de las características de los trescientos metros superiores de sedimentos, de la columna geológica en la llanura. Se trata de sedimentos fluviátiles de granulometría muy variada, compuestos de arcillas, arenas y conglomerados. Se ha descubierto un antiguo lecho del



Río Grande, dirigido hacia el Este, llenado de sedimentos más gruesos. La cuenca del agua subterránea es un abismo desarrollado en el promontorio de los Andes y contemporáneamente llenada con los despojos de las montañas en elevación. Este abismo es más profundo cerca de los Andes. En los pozos petroleros, al Este de la cordillera, la parte superior del Petaca se ha encontrado a una profundidad de 2,500 metros en San Lorenzo, 1,800 m. en Río Grande, cerca a Cabezas, y a 1,000 m. en Monte Verde.

Al Este la cuenca se hace menos profunda y el pre Chaco está aflorando en los cerros de Izozog.

Petaca está sobrepuesta por Yecua, que se considera como el límite inferior de la cuenca hidrogeológica. Los sedimentos sobrepuestos de la formación del Chaco y el cuaternario son sedimentos "clásticos" de variada granulometría con un alto porcentaje de areniscas y arenas.

El nivel freático se dirige hacia el Nordeste y sigue el declive general de la llanura, generalmente a profundidades entre 20 y 25 m. bajo la superficie del terreno.

Las fluctuaciones estacionales del nivel freático son limitadas a lo largo del año. Con excepción de las cercanías de los ríos o áreas con sedimentos más gruesos, donde la infiltración es rápida y en que las fluctuaciones son bien marcadas. En muchas áreas con sedimentos más finos se ha podido observar oscilaciones diarias de unos milímetros de altura, resultado del efecto de evapotranspiración.

En vista del quimismo, las aguas subterráneas son caracterizadas por un contenido relativamente bajo de iones mono-ocentes y respectivamente de un contenido más elevado de bi-ocentes. Por esto el SAR es normalmente bajo. El contenido total de sales solubles, varía y corresponde en general al promedio anual del Río Grande, aumentando ligeramente de Oeste a Este, siendo las aguas aptas para el riego.



Se ha calculado la transmisividad, en los pozos productores, que varían entre 1,000 y 2,000 m<sup>2</sup>/día, aproximadamente.

Los coeficientes teóricos de permeabilidad, calculados, varían entre aproximadamente 0.01 a 0.02 Cm/Seg., valores que se aplican a arenas finas.

## 2.3 Suelos

### 2.3.1 Introducción

El presente diagnóstico del recurso suelo forma parte de la evaluación integral de los recursos de la Vertiente del Amazonas siendo sus objetivos principales los siguientes:

- La descripción e identificación de las diferentes unidades morfológicas que cubre la Vertiente del Amazonas.
- La calificación y cuantificación del recurso edáfico con el objeto de conocer la distribución espacial de las asociaciones edáficas a nivel de suborden (de acuerdo al Sistema de la 7a. Aproximación U.S.).
- La clasificación de los suelos existentes, en base a su aptitud para el riego, con el objeto de estimar las superficies de tierras, en base a sus características agroecológicas.
- La clasificación de los suelos existentes, en base a su capacidad de uso mayor con el objeto de determinar el uso potencial de la tierra en consideración a sus características agroecológicas.

Para llevar a efecto esta evaluación ha sido utilizada la información existente, la cual se refiere básicamente a aspectos geológicos, ecológicos y uso actual de la tierra, se dispuso también del estudio denominado sistemas de tierra, y de información edafológica existente dentro del ámbito de la Vertiente del Amazonas y como complemento se dispuso de las observaciones de campo realizadas durante los viajes de reconocimiento a diferentes lugares comprendidos dentro de ésta.



### 2.3.2 Metodología y Criterios Determinantes

La secuencia metodológica empleada ha sido la siguiente:

a) Fase Preliminar.

En base a la información geológica de la Vertiente del Amazonas y a criterios geomorfológicos y pedológicos, se confeccionó un mapa base de suelos, identificándose y delimitándose las unidades morfopedológicas. Este mapa base se elaboró a la escala 1:1,000,000.

b) Fase de Revisión Bibliográfica.

Dentro de esta se procedió a la evaluación de la información derivada del Mapa Ecológico de Bolivia, Mapa de Uso Actual de la Tierra, Mapa de Sistemas de Tierra y la Información Edáfica proveniente de los estudios de suelos que se hallan considerados dentro del ámbito de la Vertiente del Amazonas. Mediante esta evaluación se ha identificado y delimitado, tentativamente, zonas agroclimáticas diferentes.

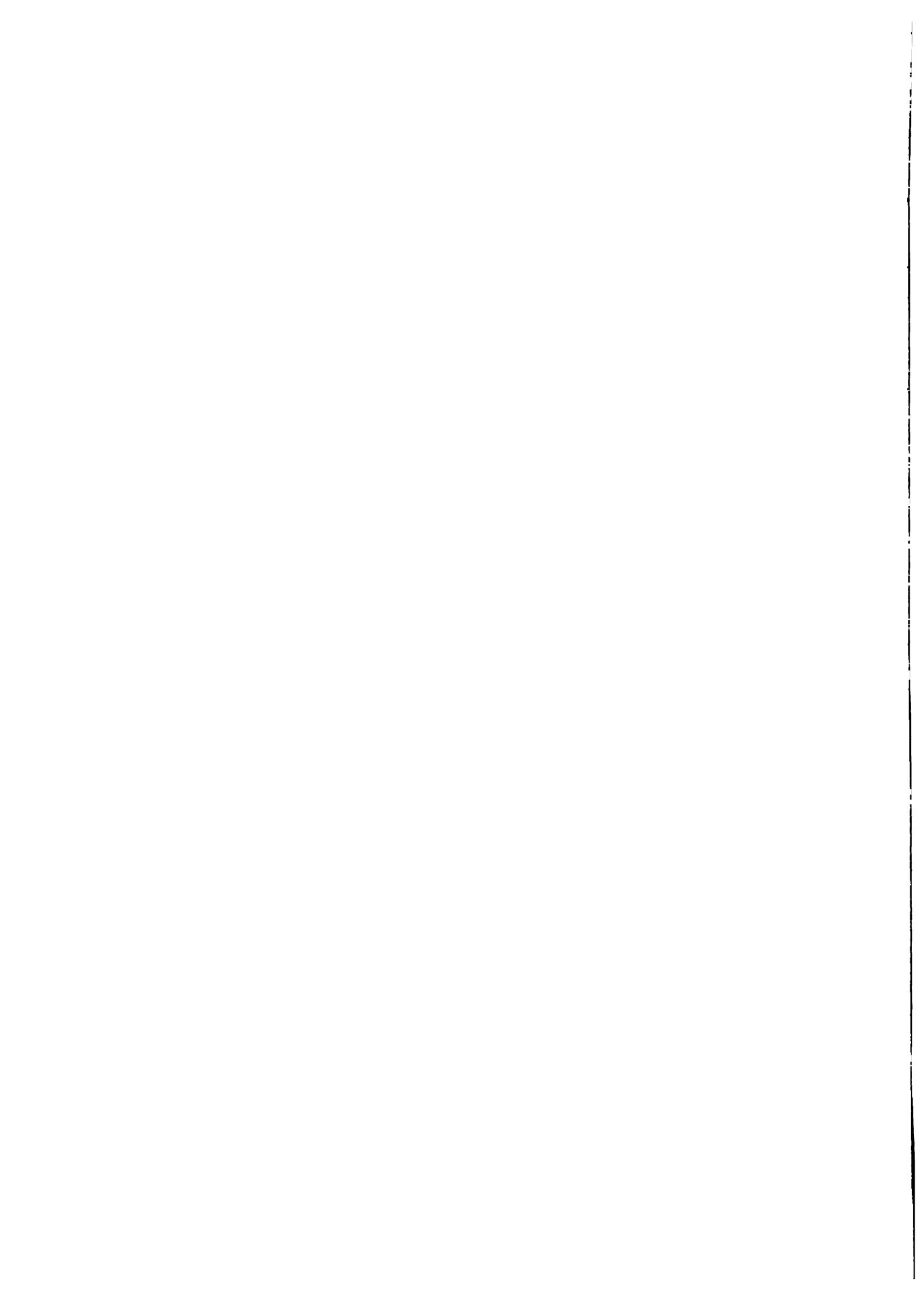
c) Fase de Elaboración del Informe y Mapa de Suelos.

En base a la información derivada de las características litológicas, climáticas, relieve, granulometría, profundidad del suelo, condiciones de drenaje, fueron clasificadas las diferentes unidades morfopedológicas en diferentes asociaciones, de clases de aptitud para el riego y de capacidad de uso mayor. Asimismo se preparó una clasificación taxonómica de acuerdo a la 7a. Aproximación U.S., a nivel de asociación de subórdenes.

Para la confección del mapa de suelos se tomó, como base cartográfica, el mapa tentativo que delimita las diferentes unidades morfopedológicas del mapa preparado a escala 1:1,000,000 y las unidades consideradas en el Mapa de Sistemas de Tierras a escala 1:750,000.

### 2.3.3 Características Geomorfológicas de la Vertiente del Amazonas

Para llevar a cabo la evaluación geomorfológica de la Vertiente del Amazonas se ha tomado en consideración, básicamente, el mapa geológi-



co elaborado por el equipo técnico IICA-MACA. En este mapa base se han identificado nueve unidades morfopedológicas pertenecientes al cuaternario y cinco grupos o asociaciones de rocas pertenecientes a formaciones más antiguas, las cuales se caracterizan detalladamente en el Cuadro 2.3.1.

Cada una de estas unidades morfopedológicas han sido descritas en base a ciertos parámetros naturales que tipifican las características del medio donde se presentan. Es necesario remarcar que, siendo la información consultada de carácter general, y la escala de presentación del mapa muy pequeño, la caracterización de cada una de estas unidades es aproximativa ya que dentro de ellas se incluyen variantes ecoedáficas que crean un patrón de variabilidad ambiental.

a) Unidades Morfopedológicas.

Para la identificación y nominación de estas unidades se ha tomado como base el mapa geológico de la Vertiente del Amazonas, habiéndose especificado el tipo de formación mediante un prefijo fisiográfico.

b) Características Ecogeográficas.

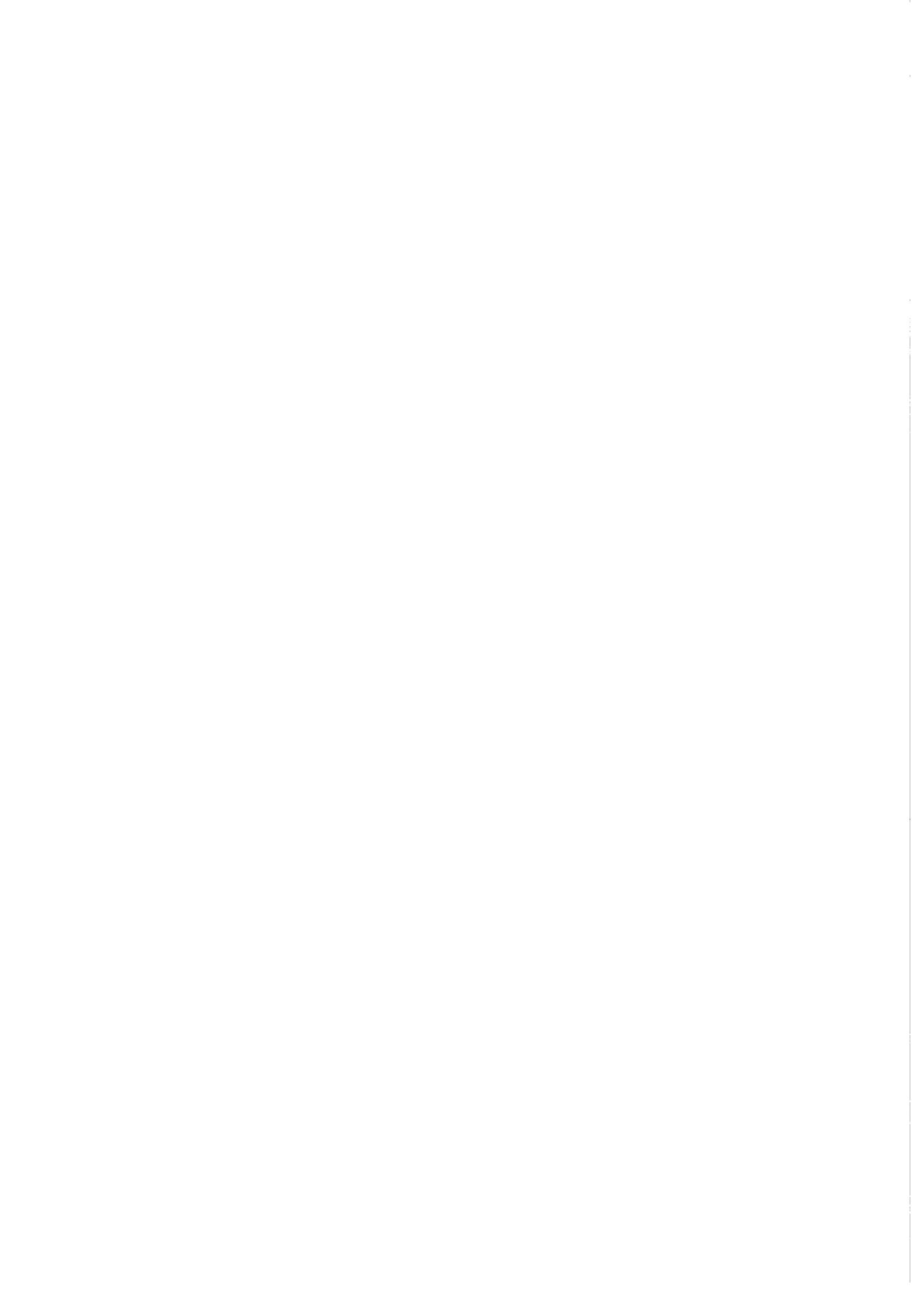
Para la descripción de las características ecogeográficas se han tomado en consideración los siguientes parámetros: localización aproximada, su altitud promedio, formación vegetal dominante (conforme al mapa ecológico de Bolivia), topografía, pendiente media, clima y otras observaciones necesarias que tipifican a cada unidad.

c) Litología.

Básicamente han sido descritas las características granulométricas de las formaciones superficiales cuaternarias y el tipo de roca o asociación de rocas dominantes en cada unidad morfopedológica, así como sus características texturales.

#### 2.3.4 Caracterización Edáfica de las Unidades Morfopedológicas

Para llevar a cabo la caracterización edáfica de cada una de las unidades morfopedológicas, se han revisado algunos estudios de suelos



CUADRO No. 2.3.1 - CARACTERÍSTICAS MORFOPEDOLÓGICAS DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS

Unidades Morfo-pedológicas	Símbolo	Características Ecogeográficas	Litología o Material Original	Características Pedológicas	Limitaciones de uso	Transición	Clasificación	Capacidad de uso Mayor	Capacidad de uso*
Depósitos de Inundación	Q <sub>ip</sub>	Esta unidad se halla dominada por el Parí, etc. Altitud Promedio: 250 - 350 m.s.n.m. Precipitación: Menor 600 m.m., temperatura en invierno llega a 0°C. Ecología: Bosque seco templado. Pendiente: Casi plana (0 a 2%); vegetación de bosque, bajo y espinoso.	Materiales predominantemente finos (limo, arcilla) y gruesos (arena).	Suelos moderadamente profundos, drenaje moderadamente bueno a imperfecto, textura franco arcillosa sobre franco arcillo limosa, pH 7.0.	- Drenaje restringido. - Textura pesada.	Fluvisols Aquents	3 <sub>s</sub> - 3 <sub>sd</sub>	A <sub>3</sub>	III <sub>s</sub> - III <sub>sd</sub>
Depósitos de Divagación	Q <sub>id</sub>	Esta formación se localiza sobre las márgenes del Río Napura, correspondiendo a una llanura aluvial inundable. Altitud de 180 a 250 m.s.n.m. Precipitación: 1,500 a 1,900 m.m.	Materiales finos (limo, arcilla), gruesos (arenas, gravillas).	Suelos franco limosos con drenaje bueno pero inundables.			2 <sub>s</sub> - 5 <sub>sd</sub>	A <sub>2</sub> - X	II <sub>s</sub> - VIII <sub>sd</sub>
Conos Aluviales	Q <sub>ca</sub>	Esta unidad se presenta al Sur y Oeste de Chubamba (Valle Alto). Altitud promedio: 2,650 m.s.n.m. Precipitación: 400 m.m.	Materiales granulares del tipo arena y grava.	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, textura media a ligera y moderadamente fértiles.			3 <sub>s</sub> - 3 <sub>st</sub>	A <sub>3</sub>	III <sub>s</sub> - III <sub>st</sub>
Glaciés	Q <sub>g</sub>	Se localiza en la región Subandina. Altitud: 400 a 1,000 m.s.n.m. Precipitación: 1,500 m.m.	Materiales predominantemente finos del tipo arcilla, limo y arenas.	Colinas pequeñas, escarpadas. Litosoles.			3 <sub>s</sub> - 4 <sub>st</sub>	A <sub>2</sub> - A <sub>3</sub>	III <sub>s</sub> - IV <sub>st</sub>
Depósitos Fluvio-Aluviales	Q <sub>fa</sub>	Se localiza en la llanura Chaqueña y Mizque. Altitud: Entre 160 y 250 y entre 2,000 y 2,200 m.s.n.m. Precipitación: Menor de 700 m.m. Temperatura varía entre 0°C y 40°C.	Materiales finos granulares (arena) con mezclas o concentraciones de limo arcilla.	Llanura de suelos franco arenosos color pardo amarillento y franco limosos, fértiles.			3 <sub>s</sub> - 6 <sub>sd</sub> 3 <sub>s</sub> - 3 <sub>st</sub>	A <sub>3</sub> - X A <sub>3</sub>	III <sub>s</sub> -VIII <sub>sd</sub> III <sub>s</sub> - III <sub>st</sub>
Depósitos Fluvio-Lacustres	Q <sub>fl</sub>	Comprende la región de Bent - Pampas Sud. Elevación: 220 a 250 m.s.n.m. Precipitación: 1,500 m.m.	Materiales predominantemente finos del tipo arcilla, limo con baja proporción de arena.	Llanura aluvial de suelos franco arenosos a arenos arcillosos. Drenaje imperfecto. Utilizables y Oxisoles.			4 <sub>sd</sub> - 5 <sub>sd</sub>	A <sub>3</sub> - X	IV <sub>sd</sub> - VII <sub>sd</sub>
Depósitos Fluvio-Glaciales	Q <sub>fg</sub>	Se encuentra rodeando el Altiplano Sud de La Paz. Altitud: 2,000 a 4,500 m.s.n.m. Precipitación: Menor a 300 m.m.	Materiales granulares, grava media y arena.	Suelos varían de esqueléticos en las laderas aluviales recientes en las terrazas fluviales. Textura mediana, estructura moderada a débil con subsuelo pedregoso. Drenaje satisfactorio.			3 <sub>st</sub> - 4 <sub>st</sub>	A <sub>3</sub>	III <sub>st</sub> -IV <sub>st</sub>
Depósitos Moréuticos	Q <sub>mo</sub>	Comprende pequeñas áreas en la base de la Cordillera de La Paz. Altitud: 3,600 a 4,600 m.s.n.m. Precipitación: 450 m.m. Vegetación: De pastura andina con arbustos.	Mezclas heterogéneas de bloques, grava arena, arcilla, limo en diferente proporción.	Suelos de las laderas más suaves de textura mediana con capa superficial, algunas veces pedregosa descansando sobre subsuelo gravoso. Drenaje satisfactorio. En parte superior de las laderas y zonas de mayor pendiente, suelos menos profundos y gravosos.				X	VIII
Formaciones Rocas Igneas	R <sub>1</sub>		Rocas ígneas ácidas a básicas (granitos, dioritas, andesitas) con brechas en menor proporción.	Suelos superficiales de textura media gruesa, asociados con afloramientos líticos.	-Superficialidad del suelo. -Pendiente. -Clima Frígido.	Orthents Omblepts	6 <sub>st</sub>	X	VIII
T	T		Areniscas arcillosas, arcilla y conglomerados.	Suelos superficiales de textura medio gruesa, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente. Erosión	Orthents líticos	6 <sub>st</sub>	X - F	VIII - VII
A	A		Areniscas, calizas, margas y arcillitas.	Suelos superficiales de textura media, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente	Reurolis Psamments	6 <sub>st</sub>	X - F	VIII - VII
S	S		Diamictitas, areniscas, zacaroides y lutitas.	Suelos superficiales, textura moderadamente gruesa a media asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente.	Orthents Ochrepts	6 <sub>st</sub>	F - X	VII - VIII
D	D		Lutitas, limolitas, areniscas cuarzitas y diamictitas.	Suelos superficiales de textura media gruesa, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente. Clima frígido.	Orthents	6 <sub>st</sub>	X - F - P	VIII-VII-VI

\* Sistema de clasificación según su capacidad de uso del U.S. Department of Agriculture.



efectuados dentro de la Vertiente del Amazonas y la descripción de los suelos realizadas para la definición de unidades de sistemas de tierras, correlacionándose además las características ecológicas, litológicas y de pendiente, del medio donde se hallan distribuidas estas unidades.

Dentro de cada unidad morfopedológica, se incluyen suelos que difieren inclusive a nivel de suborden (según el sistema de la 7a. Aproximación U.S.). Es por ello que en la descripción pedológica sólo se han considerado las propiedades más sobresalientes de los suelos dominantes, tales como: profundidad efectiva, granulometría, drenaje, reacción, etc.

En el Cuadro 2.3.1, correspondiente a la caracterización morfopedológica de la Vertiente del Amazonas se ha incluido una columna denominada "Limitaciones de Uso", en la cual se señalan los factores limitantes más notorios que tendría cada unidad morfopedológica desde el punto de vista de utilización del suelo.

### 2.3.5 Clasificación Edáfica

En base a las características ecográficas, litológicas y pedológicas de cada unidad morfopedológica, se ha efectuado la integración de éstas dentro de tres sistemas diferentes de clasificación: un sistema taxonómico o natural y dos sistemas aplicados a determinados fines prácticos de uso del suelo y que son su aptitud para el riego y su capacidad de uso mayor, correlacionándose, además, este último sistema con el de capacidad de uso del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.

#### a) Clasificación de los Suelos de Acuerdo al Sistema de la 7a. Aproximación U.S.

El objeto de clasificar los suelos identificados en una zona determinada, dentro de un sistema taxonómico natural es ayudar a recordar las características significativas de los suelos, para ver las relaciones recíprocas con su medio ambiente y establecer grupos o subdivi



siones de los individuos bajo estudio en una manera útil para propósitos prácticos aplicativos tales como: identificar su mejor uso, estimar su productividad y predecir su comportamiento.

En base a la evaluación de las características ecogeográficas (clima, ecología, posición, relieve, altitud, etc.) litológicas y pedológicas de cada unidad morfopedológica, éstas han sido correlacionadas con aquellas definidas en el Sistema Internacional de Clasificación de la 7a. Aproximación publicado en el Soil Taxonomy (1976).

Este sistema considera seis categorías o niveles: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie.

El presente estudio incluye la clasificación de las unidades morfopedológicas a nivel de asociación de subórdenes conforme se detalla en el Cuadro 2.3.1.

## b) Clasificación de las Tierras Según su Aptitud para el Riego.

### b.1) Principios Básicos

La clasificación de las tierras se basa en un procedimiento sistemático con el fin de delimitar los suelos sobre las bases de su adaptabilidad para el riego permanente pero la complejidad geomorfológica y la heterogeneidad en cuanto a los factores económicos, sociales e institucionales del área estudiada hacen impracticables las especificaciones de un sistema rígido, por lo que el sistema de clasificación de tierras utilizado, ha sido adecuado al ambiente geopolítico del área.

El concepto de tierras aptas para el riego corresponde a aquellas en las que la aplicación de prácticas de riego y culturales adecuadas redundan en una mayor productividad.

Como parte implícita de la clasificación de tierras según su aptitud para el riego se debe disponer de levantamientos básicos de suelos así como de planos topográficos y de uso actual de la tierra.



b.2) Metodología

La clasificación de tierras, según su aptitud para el riego, ha sido realizada siguiendo la metodología propuesta en las normas del U.S. Bureau of Reclamation, la cual ha sido adecuada al estudio.

Para la diferenciación de las diferentes clases de aptitud para el riego, se han considerado dos tipos de factores económicos y físicos.

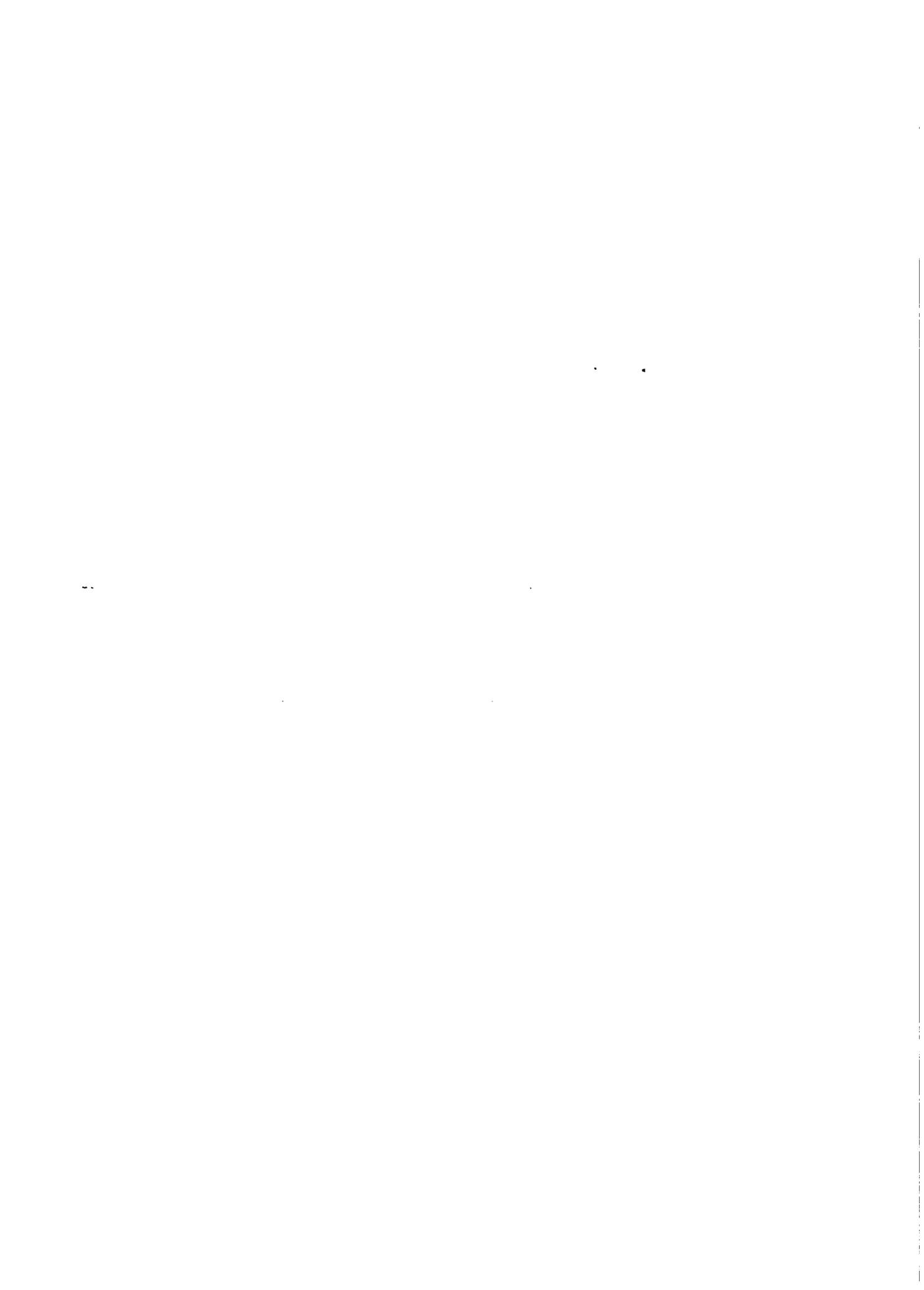
Los factores económicos que se han tomado en cuenta son: la capacidad productiva, costos de producción y costos de desarrollo de tierra, de estos tres, el de mayor implicancia ha sido el concepto de "Capacidad Productiva" el cual connota la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos. Los principales factores que influyen en la capacidad productiva son: condiciones climáticas (distribución de las lluvias, frecuencia de heladas, temperaturas extremas, movimiento de masas de aire, etc.), características del suelo (textura, profundidad efectiva, permeabilidad y fertilidad), características topográficas (posición de la tierra, relieve y pendiente), disponibilidad de agua y drenaje.

Los factores físicos, entre los cuales se consideran básicamente: suelos, topografía y drenaje.

Las características edáficas que han influido predominantemente en la clasificación son: profundidad efectiva, textura y proporción de la fracción gruesa (gravas, cascajo y piedra), capacidad de retención de humedad y salinidad, principalmente.

Con referencia al factor drenaje, se ha tomado en cuenta los problemas de napa freática alta, inundación periódica tanto por una dinámica fluvial de régimen irregular así como por inundación de áreas ribereñas lacustres.

En cuanto al factor topográfico, se han tenido en cuenta tres aspectos principales: grado de pendiente, relieve y posición.



En base a las normas del U.S.B.R. se procedió a la clasificación de las tierras en grupos, clase y subclases de aptitud de riego.

Los grupos considerados fueron:

- Tierras aptas para riego.
- Tierras de aptitud limitada.
- Tierras no aptas.

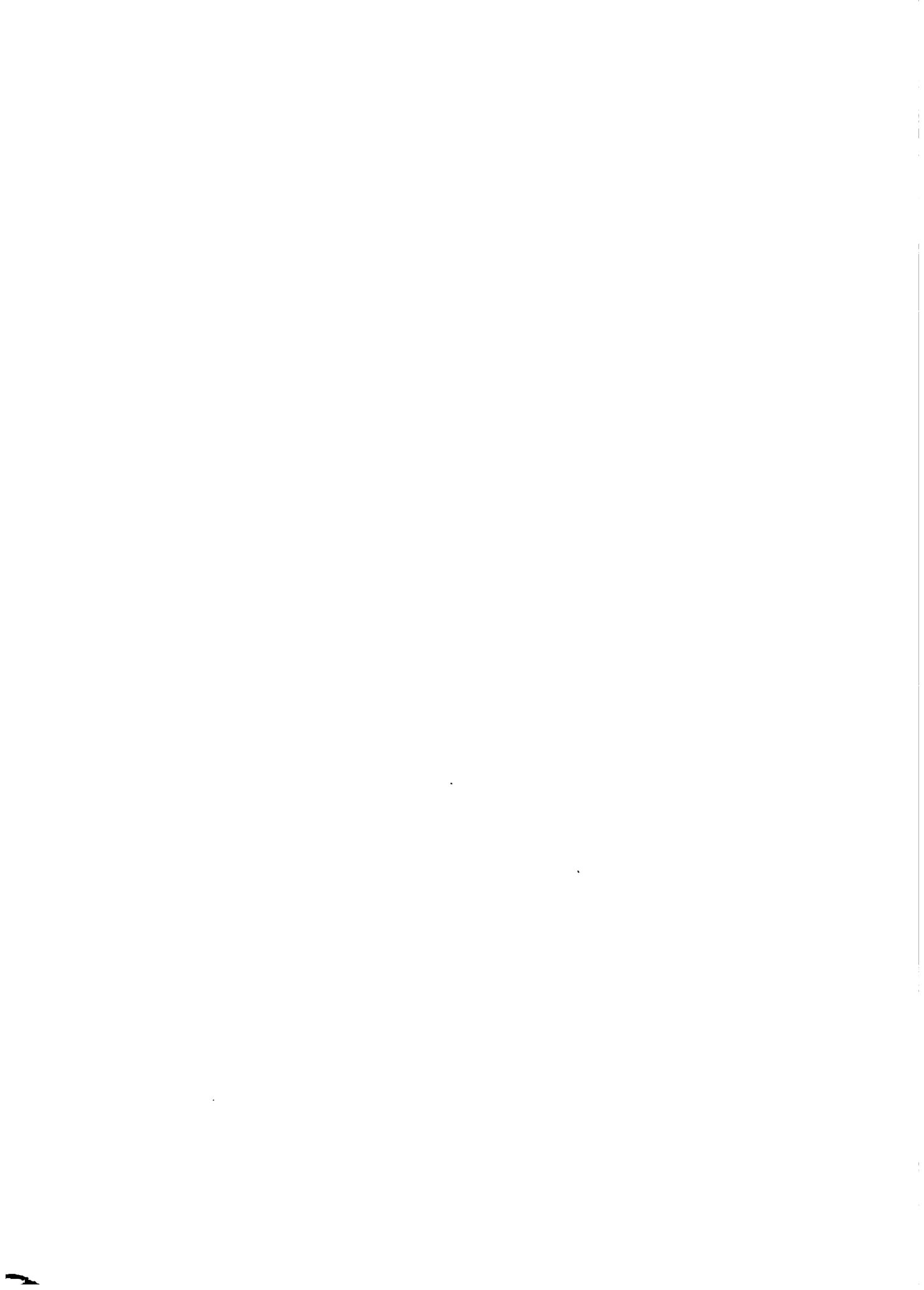
Estos grupos generales se subdividen en clases de aptitud, que son las unidades básicas de adaptabilidad al riego. El primer grupo se subdivide en tres clases de aptitud: 1 a 3 en las que aumentan, progresivamente, las limitaciones y los costos de producción.

El segundo grupo presenta una clase de aptitud: la clase 4 que es marginal para uso agrícola. El tercer grupo se divide en dos clases de aptitudes la 5 y 6 consideradas no aptas para el riego, siendo la clase 5 una clasificación transitoria, susceptible a mejorar de aptitud una vez realizados los mejoramientos especiales del suelo, tal como: drenaje, lixiviado de sales, desempiedre, etc.

A fin de lograr una mayor identificación del problema en relación a los tipos de restricción dominante, se han clasificado, las tierras, hasta el nivel de subclase, considerándose los siguientes factores limitantes:

- s = Deficiencia del suelo.
- t = Deficiencia de topografía.
- d = Deficiencia por drenaje.
- i = Susceptibilidad a la inundación.

Es muy posible que dentro de una misma clase de aptitud puedan presentarse dos o más deficiencias las que se indicaran mediante su símbolo respectivo.



Debido al nivel de estudio y a la escala del mapa base, se han identificado sólo unidades a nivel de asociación de clases de aptitud para el riego, cuyas extensiones y porcentajes sobre el total se muestran en el Cuadro 2.3.2.

Haciendo una discriminación porcentual de cada una de las clases que comprenden las asociaciones identificadas, se ha confeccionado el Cuadro 2.3.3 y la Lámina 2.3.1, como se podrá apreciar en este cuadro no se consideran clases 1 y 2, sin embargo, es posible identificar en áreas específicas tierras en la clase 2, pero de una extensión muy pequeña para poder ser cartografiable sobre el mapa de suelos a la escala 1:1,000,000.

La clase 3 de aptitud para el riego comprende aquellos suelos con características físicas apropiadas pero que presentan la incidencia negativa de los factores económicos, esencialmente climáticos y que inciden específicamente sobre la capacidad productiva.

La clase 4, que es la de mayor extensión dentro de las tierras aptas para el riego, comprende aquellos suelos que presentan restricciones de profundidad efectiva, pedregosidad, pendiente y drenaje, sumado a ello, se hallan sometidos a riesgos de orden climático (frecuencia de heladas, inundaciones periódicas, etc.) lo cual hace que su capacidad productiva y capacidad de pago se halle mermada considerablemente.

La clase 5, involucra aquellas tierras que revisten cierto potencial agropecuario pero que es necesario efectuar estudios más detallados para poder definir su clase definitiva de aptitud para el riego; ésta se halla integrada por todos aquellos que presentan problemas de drenaje, salinidad y posición topográfica principalmente.

La clase 6, se halla integrada por todos aquellos suelos con limitaciones severas de pendiente, drenaje y profundidad efectiva; es la clase de mayor extensión dentro de la Vertiente del Amazonas ya que ocupa el 60.4% de la superficie total evaluada.



## CUADRO No 2.3.2

EXTENSIÓN Y PORCIENTO DE LAS ASOCIACIONES DE CLASES Y  
SUBCLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO

Asociación de Clases	Extensión Total		Subclases	Extensión Parcial	
	Ha.	%		Ha.	%
2 - 3	44,000	0.2	2 <sub>s</sub> (60%) 3 <sub>st</sub> (40%)	26,400 17,600	0.1 0.1
3 - 4	460,000	1.5	3 <sub>s</sub> (70%) 4 <sub>st</sub> (30%)	322,000 138,000	1.1 0.4
3	347,000	1.1	3 <sub>s</sub> (60%) 3 <sub>st</sub> (40%)	208,200 138,800	0.7 0.4
2 - 3	988,000	3.3	2 <sub>s</sub> (40%) 3 <sub>s</sub> (60%)	395,200 592,800	1.3 2.0
3 - 5	414,000	1.4	3 <sub>s</sub> (50%) 5 <sub>sd</sub> (50%)	207,000 207,000	0.7 0.7
3 - 6	1,554,000	5.1	3 <sub>s</sub> (70%) 6 <sub>sd</sub> (30%)	1,087,800 466,200	3.6 1.5
4 - 6	521,000	1.7	4 <sub>s</sub> (80%) 6 <sub>st</sub> (20%)	416,800 104,200	1.3 0.4
4 - 5	3,511,000	11.6	4 <sub>sd</sub> (40%) 5 <sub>sd</sub> (60%)	1,404,400 2,106,600	4.6 7.0
3 - 4	156,000	0.5	3 <sub>sd</sub> (40%) 4 <sub>st</sub> (60%)	62,400 93,600	0.2 0.3
3 - 5 - 6	242,000	0.8	3 <sub>st</sub> (20%) 5 <sub>sd</sub> (40%) 6 <sub>sd</sub> (40%)	48,400 96,800 96,800	0.2 0.3 0.3
3 - 5	1,360,000	4.5	3 <sub>sd</sub> (60%) 5 <sub>sd</sub> (40%)	816,000 544,000	2.7 1.8
5 - 6	2,565,000	8.5	5 <sub>sd</sub> (70%) 6 <sub>sd</sub> (30%)	1,795,500 769,500	5.9 2.6
2 - 5	445,000	1.5	2 <sub>s</sub> (60%) 5 <sub>sd</sub> (40%)	267,000 178,000	0.9 0.6
3	600,000	2.0	3 <sub>s</sub> (70%) 3 <sub>sd</sub> (30%)	420,000 180,000	1.4 0.6
3 - 5 - 6	300,000	1.0	3 <sub>sd</sub> (30%) 5 <sub>sd</sub> (40%) 6 <sub>sd</sub> (30%)	90,000 120,000 90,000	0.3 0.4 0.3
6	16,726,000	55.3	6 <sub>st</sub>	16,726,000	55.3
Total	30,233,000	100.0		30,233,000	100.0



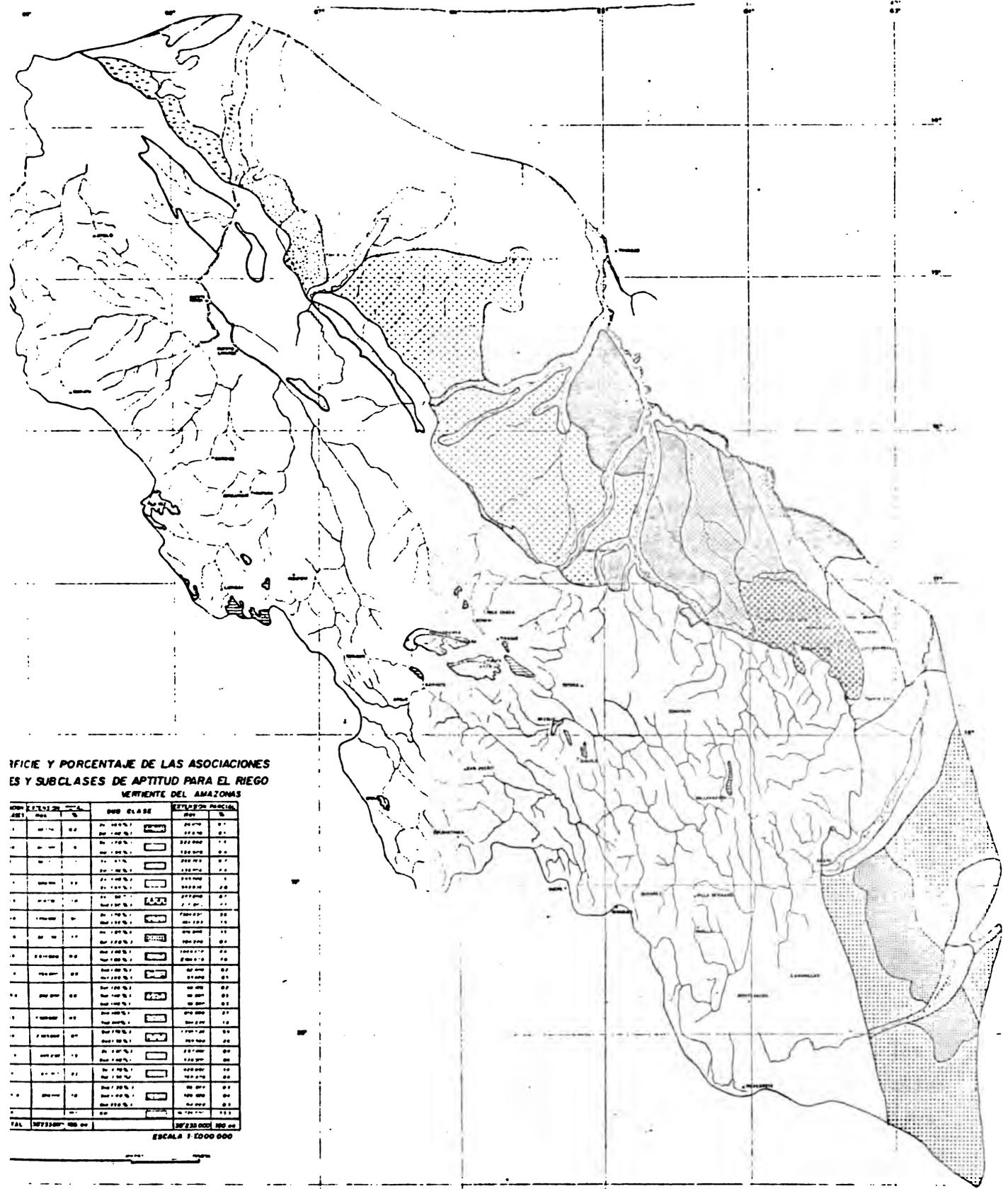
CUADRO Nº 2.3.3EXTENSIÓN Y PORCIENTO DE LAS CLASES Y SUBCLASES  
DE APTITUD PARA EL RIEGO

Clase	Extensión Total		Subclase	Extensión Parcial	
	Ha.	%		Ha.	%
2	688,600	2.3	2 <sub>s</sub>	688,600	2.3
3	4,191,000	14.0	3 <sub>s</sub>	2,837,800	9.5
			3 <sub>st</sub>	204,800	0.7
			3 <sub>sd</sub>	1,148,400	3.8
4	2,052,800	6.6	4 <sub>s</sub>	416,800	1.3
			4 <sub>st</sub>	231,600	0.7
			4 <sub>sd</sub>	1,404,400	4.6
5	5,047,900	16.7	5 <sub>sd</sub>	5,047,900	16.7
6	18,252,700	60.4	6 <sub>sd</sub>	1,422,500	4.7
			6 <sub>st</sub>	<u>16,830,200</u>	<u>55.7</u>
<b>Total</b>	<b>30,233,000</b>	<b>100.0</b>		<b>30,233,000</b>	<b>100.0</b>

Area Bruta de Riego (Clases 2, 3 y 4) = 6,932,400 ha.

Area Neta Apta para el Riego = 6,240,000 ha.





**EFICIE Y PORCENTAJE DE LAS ASOCIACIONES Y SUBCLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO VERTIENTE DEL AMAZONAS**

CANTON		AREA		SUB CLASE		ESTACION PARCIAL	
NO.	AREA	NO.	%	NO.	%	NO.	%
1	100 000	0.1	10	100 000	10	100 000	10
2	200 000	0.2	20	200 000	20	200 000	20
3	300 000	0.3	30	300 000	30	300 000	30
4	400 000	0.4	40	400 000	40	400 000	40
5	500 000	0.5	50	500 000	50	500 000	50
6	600 000	0.6	60	600 000	60	600 000	60
7	700 000	0.7	70	700 000	70	700 000	70
8	800 000	0.8	80	800 000	80	800 000	80
9	900 000	0.9	90	900 000	90	900 000	90
10	1 000 000	1.0	100	1 000 000	100	1 000 000	100
TAL	10 733 000	100	100	10 733 000	100	10 733 000	100

ESCALA 1:1000 000



c) Clasificación de las Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor.

c.1) Principios Básicos

La clasificación de los suelos, según su capacidad de uso mayor es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, basado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir, constantemente, bajo tratamientos continuos y usos específicos y muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de uso, limitaciones, necesidades y prácticas de manejo que requieren. Asimismo, proporciona los elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola.

El criterio básico que rige esta clasificación está determinado, fundamentalmente, por las características ecológicas del medio, así como por la naturaleza y grado de limitaciones que impone el uso del suelo, de acuerdo con las variaciones de sus características físico-químicas, morfológicas y topográficas, las que determinan su vocación para usos agropecuarios o forestales, dentro de márgenes de rentabilidad adecuados.

c.2) Factores Limitantes

Los factores que determinan las limitaciones son: condiciones de clima, topografía, riesgos de erosión, deficiencias por suelo y condiciones de drenaje o humedad y riesgos de anegamiento o inundación fluvial.

c.2.1) Condiciones de Clima

De acuerdo con las características ecológicas dominantes, los factores climáticos limitantes están relacionados con el cuadro prevalente, incluyendo sequías prolongadas, temperaturas bajas, excesos de humedad y severas fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, entre otras.



c.2.2) Riesgos de Erosión

Los factores limitantes dentro de este aspecto están íntimamente relacionados con las condiciones topográficas (pendiente), características físico-químicas del suelo, escorrentía superficial, clima (precipitación) y manejo deficiente del suelo.

c.2.3) Deficiencias por Suelo

Están íntimamente relacionadas con las condiciones edáficas, como textura, estructura, profundidad efectiva, gravosidad, acidez, fertilidad, etc.

c.2.4) Condiciones de Drenaje

Los factores limitantes están relacionados con el sistema natural de drenaje de los suelos tales como presencia de un nivel freático alto, capas masivas muy poco permeables, posición o características fisiográficas y escorrentía de las aguas provenientes de las zonas altas.

c.2.5) Riesgos de Anegamiento o Inundación Fluvial

Los factores relacionados a esta característica están íntimamente ligados a los peligros de anegamiento o inundación fluvial, debido a los desbordes de los ríos principales y cursos menores en épocas de crecientes.

c.3) Esquema de Clasificación

El esquema de clasificación considerado para el presente estudio consta de cinco agrupaciones de capacidad de uso mayor de la tierra, las cuales son enunciadas y descritas a continuación:

Grupo A: Tierras aptas para cultivos en limpio.

Grupo C: Tierras aptas para cultivos permanentes.

Grupo P: Tierras aptas para pastos.



Grupo F: . Tierras aptas para producción forestal.

Grupo X: Tierras de protección (no aptas para fines agropecuarios ni explotación forestal).

El Grupo A incluye las mejores tierras. En ellas las condiciones ecológicas permiten la remoción periódica a continuada del suelo para sembrío de plantas herbáceas o semiarbustivas, anuales o de períodos vegetativos aún más cortos, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras, por su alta calidad agrológica, podrán dedicarse a otros fines (cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección) cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivos en limpio.

El Grupo C comprende tierras que presentan mayores limitaciones que el grupo anterior. Por sus condiciones ecológicas, no son adecuadas a la remoción periódica y continuada del suelo, pero permiten la implantación de cultivos perennes o semiperennes, sean estos herbáceos, arbustivos o arbóreos, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a otros fines (pastos, producción forestal y protección) cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo permanente.

El Grupo P consta de tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio o permanentes, pero permiten la implantación de pastos cultivados o el uso de pastos naturales bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (producción forestal o protección) cuando las condiciones climáticas lo permitan, o cuando en esta forma se obtenga un rendimiento



to económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pasto.

El Grupo F está constituido por tierras que no reúnen las condiciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse alternativamente a protección.

El Grupo X comprende tierras cuyas limitaciones muy severas no pueden ser corregidas y restringen su uso, derivadas de no reunir las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastos o producción forestal. Se incluye dentro de este grupo: picos, nevados, pantanos, playas, cauces de ríos y otras tierras que, aunque presenten vegetación natural boscosa, arbórea, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejados con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o de interés social.

Como resultado de la aplicación de este sistema de clasificación para la Vertiente del Amazonas se ha elaborado el Cuadro 2.3.4 en el cual se muestra la superficie y porcentaje del total que corresponde a grupos o asociaciones de grupos de capacidad de uso mayor.

### 2.3.6 Conclusiones

Se ha efectuado el diagnóstico del recurso suelo en base a la información existente, complementada con observaciones de campo.

La superficie total evaluada de la Vertiente del Amazonas, ha sido de 30,233,000 ha.

En base a la aplicación del sistema de clasificación de las tierras, según su aptitud para el riego, se ha obtenido los siguientes resultados:



to económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pasto.

El Grupo F está constituido por tierras que no reúnen las condi ciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alte rar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse alternativamente a protección.

El Grupo X comprende tierras cuyas limitaciones muy severas no pueden ser corregidas y restringen su uso, derivadas de no reunir las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastos o producción forestal. Se incluye dentro de este grupo: picos, nevados, pantanos, playas, cauces de ríos y otras tierras que, aunque presenten vegetación natural boscosa, arbórea, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejados con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o de interés social.

Como resultado de la aplicación de este sistema de clasificación para la Vertiente del Amazonas se ha elaborado el Cuadro 2.3.4 en el cual se muestra la superficie y porcentaje del total que corresponde a grupos o asociaciones de grupos de capaci dad de uso mayor.

### 2.3.6 Conclusiones

Se ha efectuado el diagnóstico del recurso suelo en base a la informa ción existente, complementada con observaciones de campo.

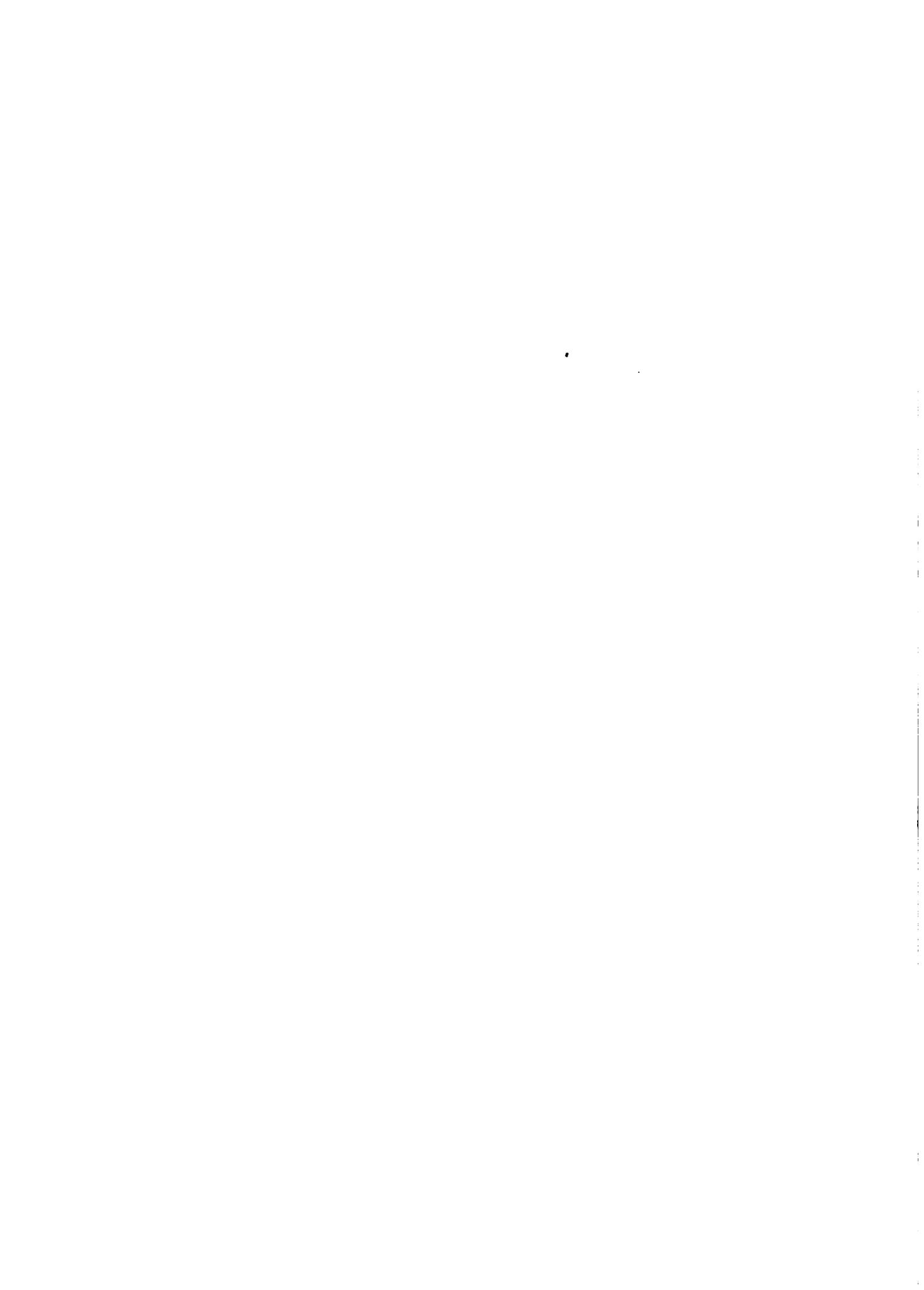
La superficie total evaluada de la Vertiente del Amazonas, ha sido de 30,233,000 ha.

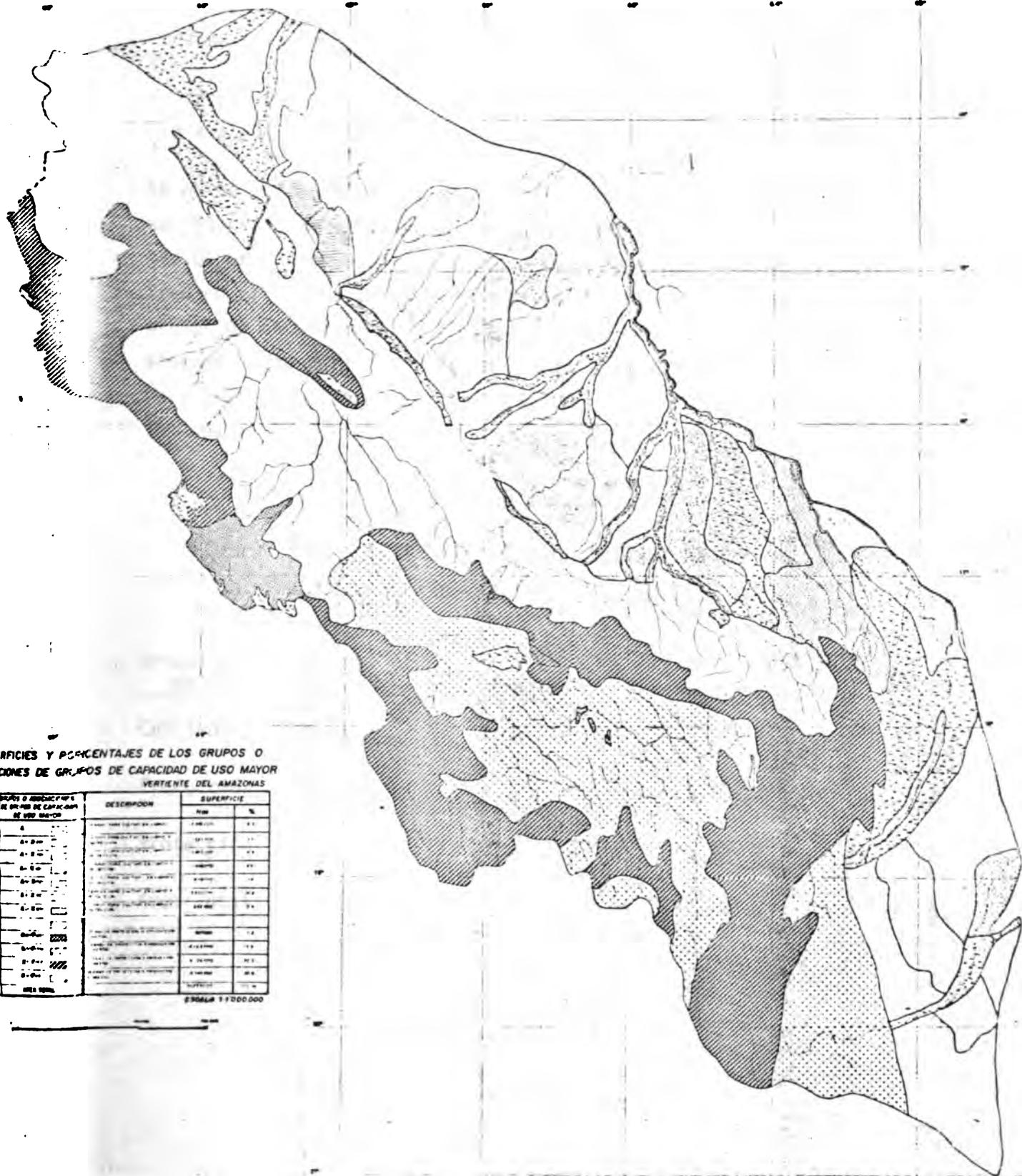
En base a la aplicación del sistema de clasificación de las tierras, según su aptitud para el riego, se ha obtenido los siguientes resulta dos:



CUADRO No 2,3,4SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE LOS GRUPOS O ASOCIACIONES  
DE GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

<u>Grupos o Asociaciones</u>	<u>Descripción</u>	<u>Ha.</u>	<u>%</u>
A	Tierras para cultivos en limpio	2,576,000	8.5
A(80) - X(20)	Tierras para cultivo en limpio y protección.	521,000	1.7
A(70) - X(30)	Tierras para cultivo en limpio y protección.	1,460,000	4.8
A(60) - X(40)	Tierras para cultivo en limpio y protección.	1,488,000	4.9
A(50) - X(50)	Tierras para cultivo en limpio y protección.	414,000	1.4
A(40) - X(60)	Tierras para cultivo en limpio y protección.	3,511,000	11.6
A(20) - X(80)	Tierras para cultivo en limpio y protección.	242,000	0.8
X(80) - F(20)	Tierras de protección y producción forestal.	387,000	1.3
X(70) - F(30)	Tierras de protección y producción forestal.	4,163,000	13.8
X(60) - F(40)	Tierras de protección y producción forestal.	6,126,000	20.3
X(40) - F(60)	Tierras de protección y producción forestal.	9,345,000	30.9
Area Total		30,233,000	100.0





**PERFILES Y PORCENTAJES DE LOS GRUPOS O  
CACIONES DE GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR  
VERTIENTE DEL AMAZONAS**

GRUPO O SUBCATEGORÍA DE GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	
		km <sup>2</sup>	%
0	...	1 000 000	10
0-1	...	2 000 000	20
0-2	...	3 000 000	30
0-3	...	4 000 000	40
0-4	...	5 000 000	50
0-5	...	6 000 000	60
0-6	...	7 000 000	70
0-7	...	8 000 000	80
0-8	...	9 000 000	90
0-9	...	10 000 000	100

ESCALA 1:1 000 000



- Tierras aptas para el riego 6,932,400 ha. dentro de las cuales la clase 3 es la que ocupa la mayor superficie (4,191,000 ha.).
- Tierras no aptas para el riego, con una superficie de 23,300,600 ha. o sea el 77.1% del área evaluada.

Se ha aplicado asimismo, el sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, habiéndose delimitado solamente asociaciones de grupos de capacidad de uso mayor y cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.3.4, haciendo la discriminación porcentual por grupos de capacidad de uso mayor, se han determinado 6,567,400 ha. de tierras aptas para cultivos en limpio; 9,383.700 ha. de tierras aptas para producción forestal y 14,281,900 ha. de tierras de protección, las cuales se detallan en el Cuadro 2.3.5.

### CUADRO No 2.3.5

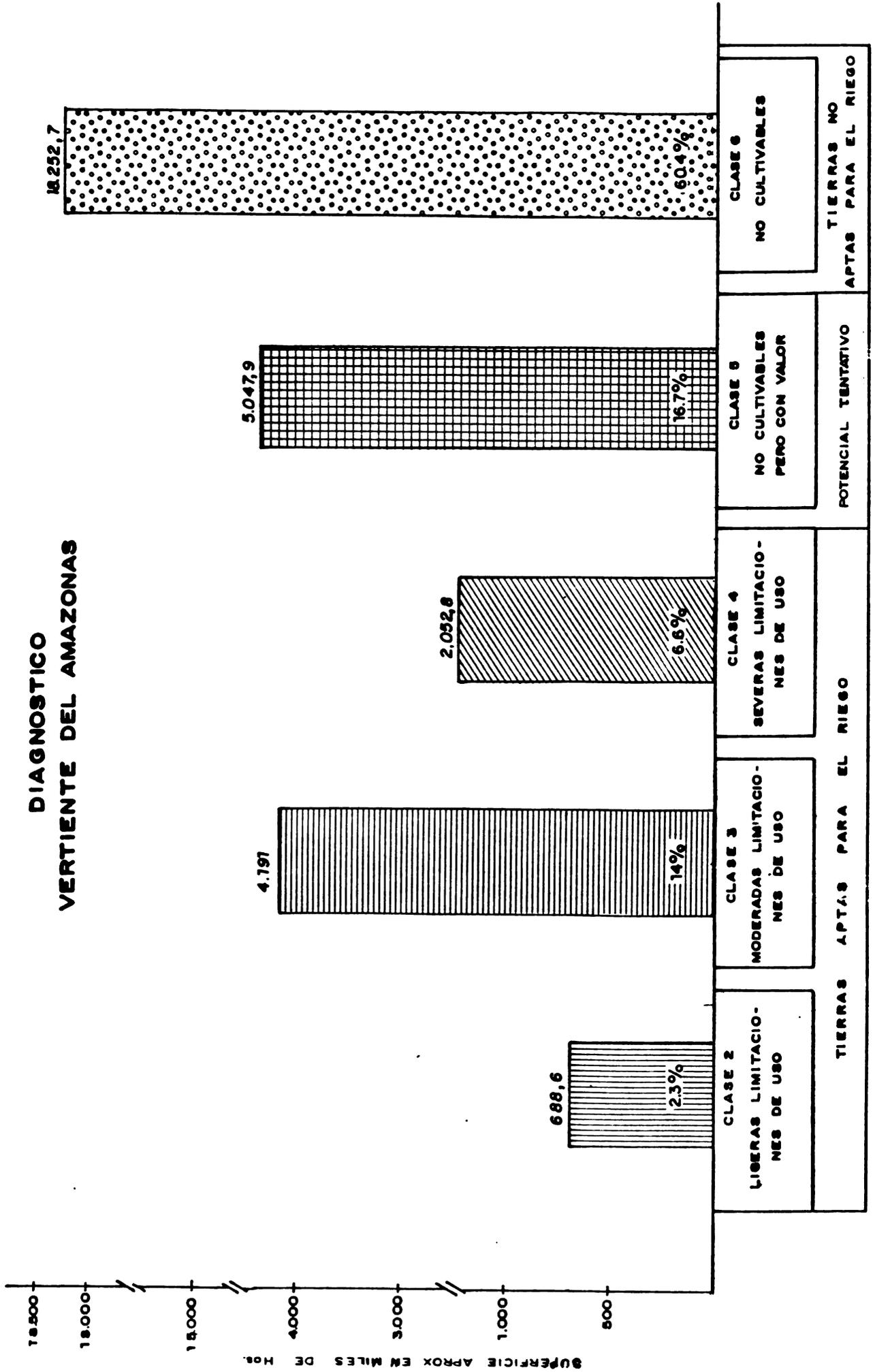
#### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

<u>Grupos de Capacidad de Uso Mayor</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Superficie</u>	
		<u>Ha. x 10<sup>3</sup></u>	<u>%</u>
Cultivos en Limpio	A	6,567.4	21.7
Producción Forestal	F	9,383.7	31.1
Protección	X	<u>14,281.9</u>	<u>47.2</u>
Area Total		30,233.0	100.0



# CLASIFICACION DE LAS TIERRAS SEGUN SU APTITUD PARA EL RIEGO

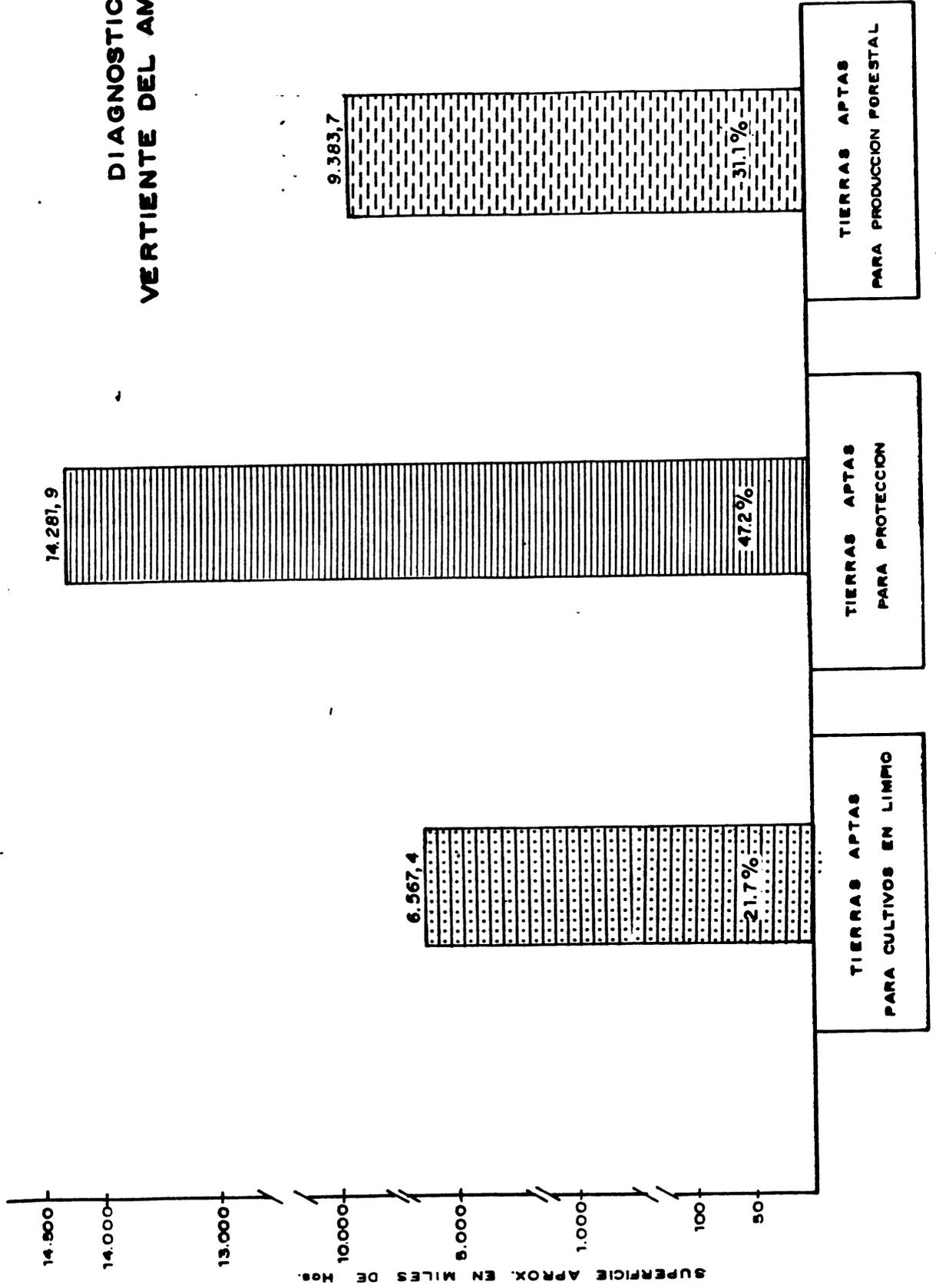
## DIAGNOSTICO VERTIENTE DEL AMAZONAS





# CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

## DIAGNOSTICO VERTIENTE DEL AMAZONAS





## 2.4 Ecología

### 2.4.1 Introducción

La Vertiente del Amazonas comprende dos regiones latitudinales: tropical y subtropical, cada una con características ecológicas particulares.

De estas regiones, la tropical involucra áreas ubicadas fuera de los límites de la porción de la Vertiente en estudio. No obstante, la descripción de sus zonas de vida ha sido incluida en forma referencial.

### 2.4.2 Descripción General de las Zonas de Vida

La descripción de las zonas de vida, correspondientes a la Vertiente del Amazonas comprende todas aquellas existentes en el área, dentro de las dos regiones comprendidas por la vertiente.

#### a) Región Tropical.

##### a.1) bs-T y bh-PMT

- i. Ubicación: Se encuentran ubicadas al Norte del país, únicamente en el Departamento de Pando, cubriendo una extensión de aproximadamente 37,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. Altura: Estas zonas comprenden áreas situadas a elevaciones de hasta 250 m.s.n.m.
- iii. Clima: La temperatura media anual se encuentra entre 24° y 25°C con variaciones máximas entre el mes más cálido y el más frío de 3°C. No se presenta escarcha ni temperaturas críticamente bajas.

La precipitación anual varía de 1,400 mm. a 1,900 mm. presentando un período relativamente seco de tres y medio meses al año.



- iv. **Fisiografía y Suelos:** Presentan dos paisajes: el primero constituido por una terraza subelevada, disectada por numerosos ríos que drenan el área dando lugar a la formación de terrazas con fuertes pendientes y el segundo por una planicie aluvial alternada con terrazas, de origen igualmente aluvial, ubicadas a distintos niveles, así como bacines, diques naturales y complejos de orillares.

Los suelos predominantes son los oxisoles, presentándose inceptisoles en los lugares bajos inundables y mal drenados ubicados a lo largo de los ríos principales.

Los suelos se encuentran fuertemente meteorizados y presentan alto contenido de aluminio intercambiable.

- v. **Vegetación:** Existen especies maderables importantes, tales como cedro, caoba e itauba, además de castañas y caucho y otras especies como palo amarillo, almendrillo, etc.
- vi. **Potencialidad de Uso:** Existen posibilidades de explotación maderera, así como agricultura y ganadería en los abundantes suelos aluviales jóvenes.

#### b) Región Subtropical.

##### b.1) bh-ST y bh-MBST.

- i. **Ubicación:** Estas zonas de vida se encuentran distribuidas en las planicies del Norte del Departamento de La Paz casi la totalidad del Departamento del Beni y Norte del Departamento de Santa Cruz, así como en las mesetas y valles interandinos del Departamento de La Paz, en una extensión aproximada de 355,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. **Altura:** Se encuentran comprendidas entre 150 y 2,500 m.s.n.m.



- iii. **Clima:** Los límites climáticos corresponden a temperaturas de 12° y 24°C con ligeras variaciones en períodos bi-  
anuales.

La precipitación anual alcanza entre 1,000 mm. y 2,000 mm en promedio, con ocurrencia de dos meses muy húmedos y cinco meses secos.

- iv. **Fisiografía y Suelos:** Estas zonas están constituidas, por una parte por llanuras aluviales con diversos grados de desarrollo y presencia de diques, bacines, cursos abandonados de ríos, lagunas semilunares y abundantes pampas con deficiente drenaje las que permanecen inundadas gran parte del año.

Por otra parte, en el área montañosa, predominan terrazas altas, antiguas, fuertemente disectadas y terrazas aluviales recientes a lo largo de los ríos.

En lo referente a suelos existe una gran variedad que se diferencian por sus respectivos grados de desarrollo e incluyen inceptisoles, vertisoles y oxisoles, caracterizados por su baja fertilidad y acidez, en las áreas planas y suelos superficiales con predominio de suelos litosólicos por erosión en las colinas.

- v. **Vegetación:** En las áreas boscosas predominan las especies arbóreas con más de 30. de altura y concentraciones medias de 25 especies por ha.

En las sabanas predominan las gramíneas forrajeras.

- vi. **Potencialidad de Uso:** En las sabanas es factible el desarrollo de ganadería extensiva y agricultura en áreas bien drenadas, mientras que las áreas boscosas ofrecen posibilidades de explotación maderera y las zonas montañosas son apropiadas para el desarrollo de cultivos perennes tales como cítricos, café, cacao, etc.



b.2) bh-T $\Delta$  y bmh-ST

- i. Ubicación: Se presentan a lo largo de las serranías frontales norteñas en una franja de apreciable anchura que abarca desde la frontera boliviana-peruana hasta el Río Yapacaní y a los lados de la serranía de Anchaca en Santa Cruz con una extensión total de aproximadamente 58,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. Altitud: Le corresponden áreas ubicadas entre 300 y 1,500 m.s.n.m.
- iii. Clima: Las temperaturas medias varían de 17° a 24°C.  
  
La precipitación media anual es de 2,000 a 4,000 mm. comprendiendo cinco meses húmedos y dos a cuatro meses secos.
- iv. Fisiografía y Suelos: Gran parte de estas zonas están constituidas por colinas fuertemente disectadas presentándose, ocasionalmente, relieve ondulado y en el sector Norte, pies de monte con pendientes ligeras a fuertes.

b.3) bmh- $\Delta$ , bp-ST, bmh-MBST, bp-MBST

- i. Ubicación: Comprenden las vertientes subandinas entre las primeras colinas y la ceja de montaña. La Cordillera Septentrional de los Departamentos de La Paz, Beni, Cochabamba y Santa Cruz, además de la Serranía de Huanchaca, cubriendo aproximadamente 48,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. Altura: Se encuentra ubicado entre los 600 m y los 3,400 m.s.n.m.
- iii. Clima: Estas zonas de vida se presentan en las áreas de mayor humedad, caracterizadas por nubosidad continua y abundante neblina.

La temperatura media anual varía entre 15° y 22°C.



La precipitación media anual sobrepasa los 3,800 mm., presentándose seis a ocho meses muy húmedos y ninguno seco.

- iv. Fisiografía y Suelos: Estas zonas están constituidas por colinas altas fuertemente disectadas con pendientes fuertes y frecuentes movimientos de remoción en masa.

Los suelos están caracterizados por su saturación, por encima de su capacidad de campo, durante más de seis meses al año y encontrarse altamente lixiviados con formación de plintita.

- v. Vegetación: Constituida por vegetación arborea baja y mal formada, cubierta por epítitas y helechos.
- vi. Potencialidad de Uso: La utilización de estas zonas para agricultura o ganadería son muy limitadas.

En las áreas con relieves más favorables es posible la explotación forestal.

b.4) me-ST, ee-MBST y bs-MBST

- i. Ubicación: Agrupan todos los valles interandinos de los Departamentos de La Paz y Cochabamba, ocupando un área aproximada de 12,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. Altura: Comprende alturas entre 2,500 y 3,500 m.s.n.m.
- iii. Clima: Presenta temperaturas medias anuales entre 12° y 18°C y en las épocas frías escarcha y temperaturas críticamente bajas.

Es una de las regiones más secas del país, con siete meses efectivamente secos y precipitaciones anuales entre 250 mm. y 1,000 mm.



- iv. **Fisiografía y Suelos:** El paisaje predominante es colinoso con llarunas aluviales de considerable extensión entre los valles.

Los suelos son profundos con buena saturación de bases, no lixiviados y moderadamente alcalinos en los valles y superficiales y esqueléticos en las colinas donde presentan erosión muy severa.

- v. **Vegetación:** La vegetación es predominantemente arbustiva y ocasionalmente arborea. Se encuentra muy degradada por acción, principalmente, del sobrepastoreo las quemas y la explotación de leña.
- vi. **Potencialidad de Uso:** Existen posibilidades de ampliación de las áreas productoras de frutas y hortalizas mediante la aplicación de riego.

b.5) bh-MST, bmh-MST y bp-MST

- i. **Ubicación:** Constituyen una franja por encima de la ceja de monte, abarcando áreas importantes del Altiplano y una extensión aproximada de 38,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. **Altura:** Estas zonas se hallan ubicadas entre 2,200 y 4,200 m.s.n.m.
- iii. **Clima:** La temperatura media anual es de 12°C siendo característica de estas zonas la frecuencia de escarchas y temperaturas críticamente bajas.

La precipitación media anual es de 600 mm. a 2,200 mm., con escasez de humedad en los meses de invierno.

- iv. **Fisiografía y Suelos:** Predominan los paisajes suavemente ondulados, con abundancia de cerros isla presentando, las áreas colinosas, pendientes fuertes.



Los suelos fluctúan desde los superficiales y esqueléticos de las colinas a profundos y moderadamente profundos de las planicies. Son generalmente pedregosos y alcalinos a ligeramente alcalinos.

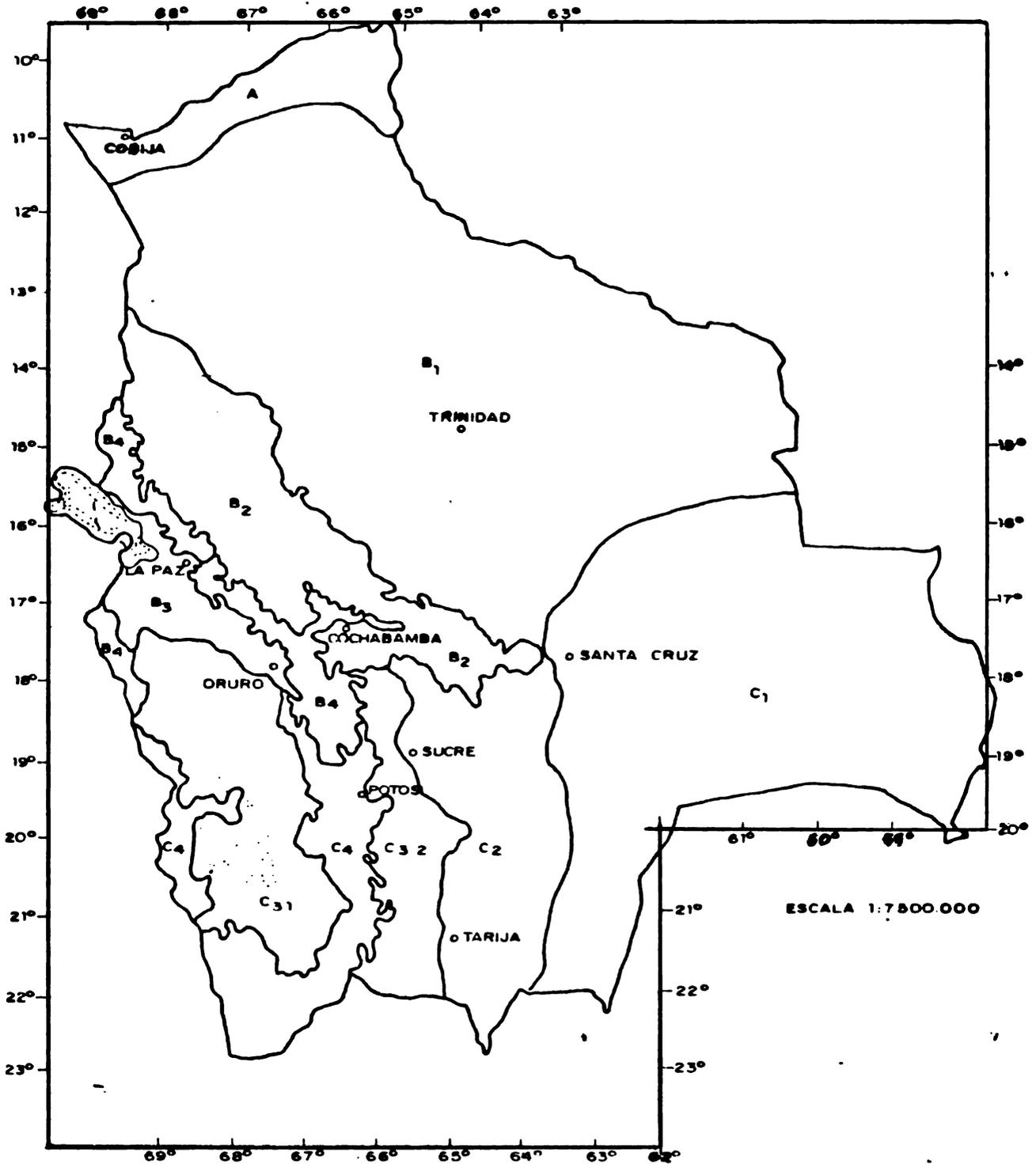
- v. Vegetación: La vegetación natural es casi inexistente por causa de la presión sobre la tierra ejercida por los pobladores.
- vi. Potencialidad de Uso: Son áreas aptas para el cultivo de papa y granos y para la explotación forestal de pinos y eucaliptus.

b.6) bh-SAST, bmh-SAST, bp-SAST, th-AST, tmh-AST, tp-AST y N

- i. Ubicación: Ocupan las posiciones más elevadas de la Cordillera Oriental de Los Andes, correspondientes a los Departamentos de Cochabamba y La Paz, con una superficie de aproximadamente 18,000 Km<sup>2</sup>.
- ii. Altura: Se presentan por encima de los 4,200 m.s.n.m.
- iii. Clima: Las temperaturas son frías y glaciales, alcanzando las máximas 6°C.
- iv. Fisiografía y Suelos: El paisaje corresponde al andino con predominancia de glaciares.  
  
Los suelos son superficiales y permanentemente húmedos.
- v. Vegetación: Predominan las gramíneas y en menor cantidad especies arbóreas tales como el Polylepis.
- vi. Potencialidad de Uso: Restringido al pastoreo de un grupo limitado de auquénidos.



# MAPA ECOLOGICO GENERALIZADO DE BOLIVIA



**REFERENCIAS**

**A - REGION TROPICAL**

A - Región tropical de tierras bajas.

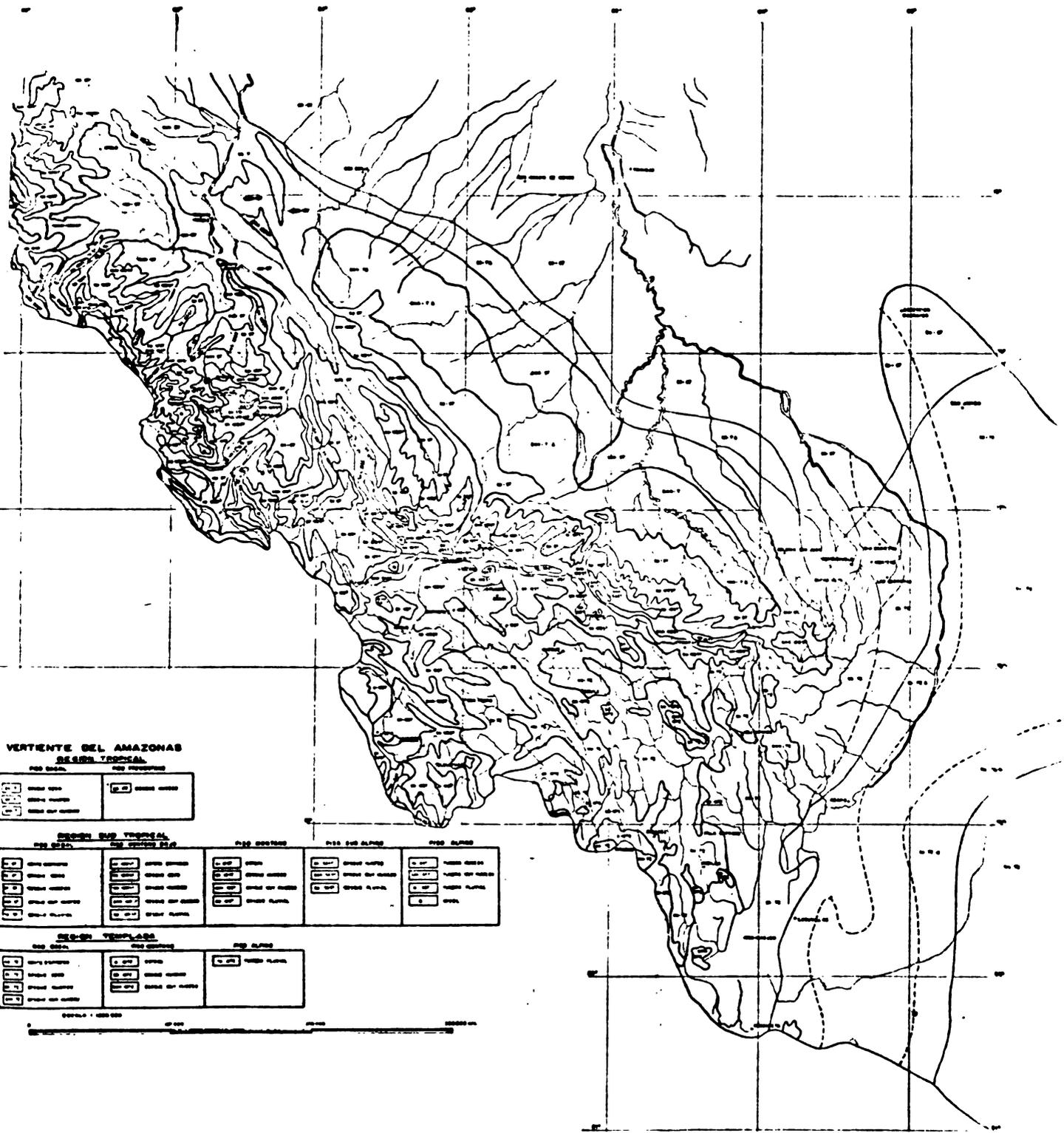
**B - REGION SUB TROPICAL**

- B<sub>1</sub> - Región subtropical de tierras bajas
- B<sub>2</sub> - Región subtropical de tierras de valles
- B<sub>3</sub> - Región subtropical de tierras altas
- B<sub>4</sub> - Región subtropical Andino

**C - REGION TEMPLADA**

- C<sub>1</sub> - Región templada de tierras bajas.
- C<sub>2</sub> - Región templada de tierras de valles
- C<sub>3</sub> - Región templada de tierras altas
- C<sub>4</sub> - Región templada Andino.



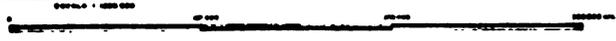


**VERTIENTE DEL AMAZONAS**  
**SECTOR TROPICAL**

<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>
--	--

<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>
--	--	--	--	--

<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>	<p>0 100 200 300 400 500</p> <p>1000 2000 3000 4000 5000</p>
--	--	--





## CAPÍTULO III

### ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS



### 3. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

#### 3.1 Estructura Demográfica y Ocupacional

##### 3.1.1 Población Según Area de Residencia y por Sexos

Del Censo Nacional de 1976 se estimó que la población de la Vertiente del Amazonas alcanzó a 2,653,039 habitantes, que representa 56.6% de la población total del país en dicha época. La población estimada en 1950, para la misma región, fue de 1,062,590 habitantes; lo que representa una tasa anual de crecimiento de 3.58% en el período intercensal de 1950-1976 índice superior al promedio nacional.

En el tiempo transcurrido, la estructura porcentual de la población urbano-rural, ha sufrido modificaciones sustanciales, habiéndose duplicado la tasa de urbanización (Cuadro 3.1.1).

La distribución de la población por sexos se detalla en el Cuadro 3.1.2, donde se señala que, de la población total de la Vertiente del Amazonas estimada en 1950, el 48.8% correspondió a los varones, obteniéndose un índice de masculinidad de 95.2; mientras que en 1976, con una población de 2,653,000 habitantes, correspondió el 49.3% a los varones, incrementándose el índice de masculinidad a 97.2.

##### 3.1.2 Distribución de la Población

###### a) Por Grupos de Edad.

Como se señala en el Cuadro 3.1.3, cerca del 51.8% de la Vertiente del Amazonas corresponde a menores de 20 años y 6.5% de la población a mayores de 60 años; o sea que la población restante comprendida entre los 20 a 59 años de edad, representa el 41.7% del cual corresponde 48.4% al sexo masculino.

La población por grupos quinquenales y por sexo, en la Vertiente del Amazonas, correspondiente al año 1976, se detalla en el Cuadro 3.1.4, del que se infiere lo siguiente:



CUADRO No 3.1.1POBLACIÓN DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS SEGÚN ÁREA DE RESIDENCIA - CENSOS 1950-1976

<u>Área de Residencias</u>	<u>1950 (1)</u>		<u>1976 (2)</u>	
	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>
Urbano	259,964	24.47	1,337,255	50.40
Rural	802,626	75.53	1,315,784	49.60
Vertiente del Amazonas	1,062,590	100.00	2,653,039	100.00

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas.

(1) Censo Demográfico 1950.

(2) Resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976.

CUADRO No 3.1.2POBLACIÓN DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS POR SEXOS CENSOS 1950-1976

<u>Sexos</u>	<u>1950 (1)</u>		<u>1976 (2)</u>	
	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>
Varones	518,191	48.77	1,307,774	49.29
Mujeres	544,399	51.23	1,345,265	50.71
Ambos Sexos	1,062,590	100.00	2,653,039	100.00

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas.

(1) Censo Demográfico 1950.

(2) Resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976.

CUADRO No 3.1.3POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD Y SEXOS - CENSO 1976

<u>Grupos de Edad</u>	<u>Población</u>			<u>Estructura Porcentual</u>
	<u>Varones</u>	<u>Mujeres</u>	<u>Total</u>	
0 - 19	694,559	680,843	1,375,402	51.84
20 - 59	535,587	570,773	1,106,360	41.70
60 a Más	77,628	93,649	171,277	6.46
Total	1,307,774	1,345,265	2,653,039	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



CUADRO Nº 3.1.4POBLACIÓN POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDADES SEGÚN SEXOS  
DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - CENSO 1976

<u>Grupos de Edad</u>	<u>Varones</u>		<u>Mujeres</u>	
	<u>Población</u>	<u>%</u>	<u>Población</u>	<u>%</u>
0 - 4	211,039	16.14	207,372	15.42
5 - 9	181,572	13.89	178,964	13.30
10 - 14	159,730	12.21	150,811	11.21
15 - 19	142,218	10.88	143,696	10.68
20 - 24	116,063	8.88	122,214	9.08
25 - 29	97,516	7.46	102,206	7.60
30 - 34	77,718	5.94	80,517	5.99
35 - 39	67,159	5.14	73,517	5.47
40 - 44	53,518	4.09	57,880	4.30
45 - 49	54,968	4.20	57,671	4.29
50 - 54	38,093	2.91	43,952	3.19
55 - 59	30,552	2.34	33,816	2.51
60 - 64	26,823	2.05	31,125	2.31
65 - 69	18,463	1.41	21,631	1.61
70 - 74	11,928	0.91	16,025	1.19
75 - 79	8,821	0.67	10,433	0.78
80 - 84	5,769	0.44	7,570	0.56
85 a Más	<u>5,824</u>	<u>0.44</u>	<u>6,865</u>	<u>0.51</u>
<b>Total</b>	<b>1,307,774</b>	<b>100.00</b>	<b>1,345,265</b>	<b>100.00</b>

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



- La población que corresponde a menores de 15 años de edad alcanzó a 1,089,500 habitantes, lo que representa 41.1% de la población total de la Vertiente.
- La población en edad activa, o sea, mayores de 15 años y menores de 64 años es del orden de 1,450,200 habitantes, que representa el 54.7% de la población de la región. Corresponde al sexo masculino 48.6% de dicha población.
- Las mujeres en edad fértil, de 15 a 49 años, alcanzaron en 1976, a 637,700 personas, que representa 47.4% de la población femenina de la Vertiente, y el 24.0% del conjunto total de la población de la región.
- La población conformada por personas mayores de 64 años llegó a 113,300 habitantes, lo que representó el 1.9% de la población de la Vertiente, del cual el 55.2% correspondió al sexo femenino.

En la Lámina 3.1.1 se representa gráficamente la pirámide de edades correspondiente al Cuadro 3.1.4.

### 3.1.3 Migraciones

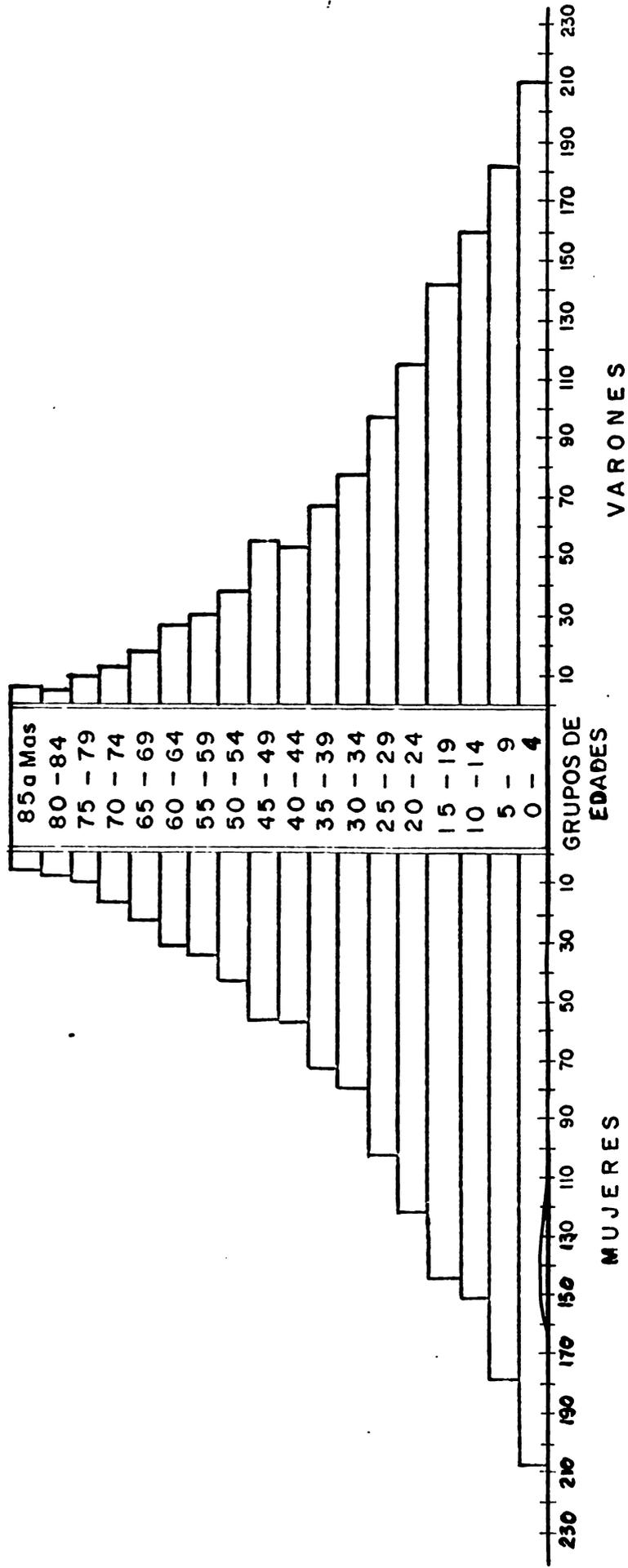
Tomando la Vertiente del Amazonas como una región, se puede dividir el efecto del flujo migratorio interno y reciente del país en dos niveles:

Uno interno dentro de la Vertiente del Amazonas, y otro hacia el resto del país.

Con relación al segundo nivel, en el Cuadro 3.1.5 se señala, que el total de inmigrantes recientes alcanzó en el año 1976, a 277,470, mientras que el de emigrantes llegó a 173,000, o sea que en la Vertiente del Amazonas ha habido una migración neta positiva del orden de 104,470 inmigrantes que fluyen hacia sus centros de atracción de los Departamentos de Santa Cruz, La Paz y Cochabamba.



PIRAMIDE DE EDADES POR GRUPOS QUINQUENALES SEGUN SEXOS DE LA VERTIENTE  
DEL AMAZONAS - CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 1976



⋮  
⋮  
⋮  
⋮  
⋮

⋮  
⋮  
⋮  
⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

INMIGRANTES, EMIGRANTES, MIGRANTES NETOS Y TASAS NETAS DE MIGRACIÓN RECIENTE EN LA  
VERTIENTE DEL AMAZONAS, POR PROVINCIAS - CENSO 1976

Departamentos	Provincias	Inmigrantes	Emigrantes	Migrantes Netos	Población 1976	Población 1971	Tasa Meta Migración
Chuquisaca	Oropeza	2,974	3,050	- 76	23,049	23,125	-.00329
	Azurduy	190	746	- 556	9,640	10,196	-.05606
	Zudañez	735	1,448	- 713	23,364	24,077	-.03006
	Tomina	966	2,386	- 1,420	25,879	27,299	-.05341
	H. Siles	1,564	1,542	22	17,284	17,262	.00130
	Yamparaez	506	817	- 311	14,224	14,534	-.02157
	Boeto	449	993	- 544	11,737	12,281	-.04530
	Luis Calvo	870	900	- 30	8,914	8,944	-.00337
	Murillo	74,609	32,704	41,905	577,358	535,453	.07531
	Muñecas	366	1,650	- 1,284	18,288	19,572	-.06783
La Paz	Larecaja	3,204	3,645	- 441	38,938	39,379	-.01126
	Loayza	2,578	3,836	- 1,258	36,231	37,489	-.03413
	Inquisivi	4,853	7,699	- 2,846	63,325	66,171	-.04396
	Sud Yungas	5,733	4,430	1,303	37,947	36,644	.03494
	Nor Yungas	7,226	6,489	737	40,721	39,984	.01826
	B. Saavedra	294	765	- 471	8,505	8,976	-.05389
	Cercado	33,381	17,380	16,001	188,017	172,916	.08889
	Campero	759	2,154	- 1,395	26,204	27,599	-.05186
	Ayopaya	1,496	2,274	- 778	48,045	46,823	-.01675
	Esteban Arce	980	1,526	- 546	24,662	25,208	-.02190
Cochabamba	Arani	683	1,999	- 1,316	31,673	32,989	-.04070
	Arque	705	1,786	- 1,080	24,620	25,700	-.04293
	Capinota	914	1,629	- 715	19,576	20,291	-.03587
	Jordán	1,403	1,489	86	22,015	22,101	-.00390
	Quillacollo	6,197	4,272	1,925	64,252	62,327	.03042
	Chaparé	4,924	4,149	775	48,086	47,311	.01625
	Tapacari	338	761	- 423	18,913	19,336	-.02212
	Carrasco	5,894	1,996	3,898	37,123	33,225	.11082
	Mizque	705	878	- 173	22,609	22,782	-.00782
	Punata	1,317	2,972	- 1,655	29,995	31,650	-.05369



CUADRO N° 3.1.5 (Cont.)

Departamentos	Provincias	Inmigrantes	Emigrantes	Migrantes Netos	Población 1976	Población 1971	Tasa Neta Migración	
Potosí	Bustillos	5,971	7,688	-	70,165	77,882	-.02229	
	Chayanta	1,969	3,802	-	74,692	76,525	-.02424	
	Charcas	539	1,294	-	27,760	28,515	-.02683	
	A de Ibañez	571	886	-	20,108	20,423	-.01554	
	Gral. Bilbao	193	409	-	8,120	8,336	-.02625	
Santa Cruz	Andrés Ibañez	60,495	13,910	46,585	258,152	211,567	.19835	
	Narnes	7,946	2,950	4,996	24,908	19,912	.22294	
	Ichilo	7,070	2,877	4,193	30,203	26,010	.14918	
	Sarah	4,339	3,251	1,088	23,239	22,171	.04790	
	Vallegrande	1,036	5,943	-	25,841	30,948	-.17343	
	Florida	1,819	3,037	-	17,847	19,065	-.06599	
	O. Santiesteban	17,434	6,489	10,945	63,953	53,008	.18716	
	Manuel Caballero	1,277	2,104	-	10,860	11,687	-.07336	
			277,473	173,005	104,468	2,215,042	2,116,593	.04823
	Vertiente del Amazonas							

FUENTE: Elaborado en base al documento Migraciones Internas Recientes en Bolivia - Jan Bartlema - I.N.E.



En el caso del flujo dentro de la Vertiente del Amazonas, cuyo análisis se realizó a nivel de provincia, es interesante señalar que las provincias Andrés Ibañez, Murillo y Cercado correspondiente a los Departamentos de Santa Cruz, La Paz y Cochabamba respectivamente, presentan en conjunto un flujo de migrantes neto positivo del orden de 104,500 personas.

Destacan en un segundo nivel de flujo positivo neto de migrantes las provincias de O. Santiesteban, Warnes e Ichilo del Departamento de Santa Cruz y Carrasco del Departamento de Cochabamba, con un flujo en conjunto del orden de 24,000 personas.

La provincia Vallegrande del Departamento de Santa Cruz, así como Inquisivi de La Paz, presentan en términos absolutos los mayores flujos de migrantes netos negativos de la Vertiente del Amazonas.

Debe acotarse que las provincias de los Departamentos de Chuquisaca y Potosí comprendido en los límites de la Vertiente del Amazonas, presentan igualmente flujos de migrantes netos negativos.

#### 3.1.4 Estructura Ocupacional

La fuerza de trabajo o población económicamente activa - PEA - de la Vertiente del Amazonas se estimó, en 1976 en 875,500 y la población económicamente no activa - PENA - en 1,267,300 sobre una población total en edad laboral de 7 años y más de 2,142,800 habitantes. La tasa refinada de actividad, o sea PEA con relación a la población en edad laboral, alcanzó a 40.9% y la tasa bruta de actividad, o sea la PEA respecto a la población total de la vertiente a 33.0% (Cuadro 3.1.6).

Es conveniente indicar que la PEA de la Vertiente del Amazonas representa el 58.3% de la PEA total del país.

La PEA desagregada por sexos se indica en el Cuadro 3.1.7, donde de un total de 875,500 personas económicamente activas, correspondieron al sexo masculino 669,500; lo que significa que de 4 PEA, 3 corresponden al sexo masculino.







CUADRO No 3.1.6POBLACIÓN DE 7 AÑOS Y MÁS DE EDAD DE LA VERTIENTE DEL  
AMAZONAS, SEGÚN ACTIVIDAD DECLARADA - CENSO 1976

<u>Actividad</u>	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>
- Población Económicamente no Activa - PENA	1,267,324	59.14
- Población Económicamente Activa - PEA	<u>875,465</u>	<u>40.86</u>
Población en Edad Laboral	2,142,789	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.1.7PEA<sup>(E)</sup> DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS, SEGÚN SEXOS  
CENSO 1976

<u>Sexos</u>	<u>PEA</u>	<u>%</u>
Varones	669,455	76.47
Mujeres	<u>206,010</u>	<u>23.53</u>
Ambos Sexos	875,465	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



Según el área de residencia de la PEA, en la Vertiente del Amazonas, se destaca su equilibrio en términos urbano-rural (Cuadro 3.1.8).

La población económicamente activa (PEA) según ramas de actividad en la Vertiente del Amazonas y correspondiente al año 1976, se detalla en el Cuadro 3.1.9, del cual se infiere:

- La participación de la PEA en el sector primario es del orden de 42.0%, del cual la rama de actividad correspondiente a: agricultura, caza, silvicultura y pesca representa 93.5% del sector.
- El sector secundario representado por las industrias manufactureras participó con 11.2% de la PEA de la región.
- El 46.8% restante de la PEA regional corresponde a actividades propias del sector terciario, destacan las ramas de: servicios comunales, restaurantes y hoteles, y construcción, con una repartición del 47.4%, 18.0% y 13.7% del sector respectivamente.

## 3.2 Economía

### 3.2.1 Producto Interno Bruto Regional

El producto interno bruto (PIB) de la Vertiente del Amazonas, a pesos corrientes, alcanzó en el año 1976 la cantidad de 36,459 millones de pesos, que equivalen al 62.1% del PIB del país.

La relación PIB por habitantes - PIB per cápita - correspondió a 13,750 pesos a nivel regional, que comparado con el nivel nacional representa el 108.1%.

La participación del PIB por sectores económicos se estimó conforme al Cuadro 3.2.1, donde el sector terciario destaca con 64.9% del PIB regional y la incidencia de los sectores primario y secundario representan el 20.6% y 14.5%, respectivamente.

La participación relativa por sectores económicos con relación al total del país, establece que, en términos relativos, la de la Vertiente del Amazonas es superada por la nacional solamente en el sector primario.



CUADRO Nº 3.1.8PEA<sup>(E)</sup> DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS, SEGÚN ÁREA DE RESIDENCIA - CENSO 1976

<u>Área de Residencia</u>	<u>PEA</u>	<u>%</u>
Urbano	437,765	50.00
Rural	437,700	50.00
Total	875,465	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.1.9POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, DE 7 Y MÁS AÑOS DE EDAD SEGÚN RAMAS DE ACTIVIDAD DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS CENSO 1976

<u>Ramas de Actividad</u>	<u>PEA</u>	<u>%</u>
1. Agricultura, Caza, Silvicultura y Pesca	343,527	39.24
2. Explotación de Minas y Canteras	24,052	2.75
3. Industrias Manufactureras	98,147	11.21
4. Electricidad, Gas y Agua	1,419	0.19
5. Construcción	55,984	6.40
6. Comercio, Restaurantes y Hoteles	73,697	8.42
7. Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	36,604	4.18
8. Establecimientos Financieros, Seguros, Inmuebles y Servicios	9,972	1.14
9. Servicios Comunales, Sociales y Personales	194,118	22.17
10. Actividades no Especificadas	33,380	3.81
* Buscan Trabajos por Primera Vez	4,565	0.52
Total	875,465	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



### 3.2.2 Participación PIB Regional por Ramas de Actividad

En el Cuadro 3.2.2 se detalla la participación del PIB de la Vertiente del Amazonas en las diferentes ramas de actividad durante el año 1976.

Al respecto conviene indicar, que la mayor participación del PIB regional corresponde a las ramas: servicios comunales, sociales y personales; comercio, restaurantes y hoteles; industrias manufactureras y agropecuaria; alcanzando participaciones del orden de 26.5%, 21.0%, 14.5% y 13.6% respectivamente, o sea que en conjunto representan el 75.6% del PIB regional.

En términos relativos las ramas de: servicios comunales, sociales y personales; establecimientos financieros; comercio, restaurantes y hoteles; así como industrias manufactureras superan al promedio nacional, lo que muestra su condición de actividades básicas de la región.

### 3.3. Educación

#### 3.3.1 Condición de Alfabetismo

La población correspondiente a mayores de 15 años de edad, en la Vertiente del Amazonas, según el Censo Nacional de 1976 alcanzó a 1,578,000 habitantes, de los cuales 536,500, o sea el 34.0% son analfabetos.

Esta condición de analfabetismo incide significativamente con relación al sexo femenino que alcanzó el 68.4%.

La distribución por área de residencia y por sexo de la población analfabeta, se detalla en el Cuadro 3.3.2. Al respecto se infiere que en la zona urbana alcanzó, en 1976, a 115,100 analfabetos o sea el 21.5% del total de la Vertiente y en su distribución por sexo correspondió al sexo masculino el 18.9% y una proporción mayor del sexo femenino con 81.1%.



CUADRO Nº 3.2.1ESTRUCTURA DE PARTICIPACIÓN DEL PIB POR SECTORES ECONÓMICOS  
DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - AÑO 1976

<u>Sector Económico</u>	<u>Millones de Pesos Corrientes</u>	<u>Estructura Porcentual</u>	
		<u>Vertiente</u>	<u>Nacional</u>
Primario	7,510	20.60	27.98
Secundario	5,280	14.48	13.33
Terciario	<u>23,669</u>	<u>64.92</u>	<u>58.69</u>
Total	36,459	100.00	100.00

FUENTE: Elaborado en base a Cuentas Nacionales 1970-1976 del Banco Central de Bolivia y a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 del I.N.E.

CUADRO Nº 3.2.2PIB POR RAMAS DE ACTIVIDAD EN LA VERTIENTE DEL AMAZONAS  
EN MILLONES DE PESOS BOLIVIANOS - AÑO 1976

<u>Ramas de Actividad</u>	<u>Millones de Pesos</u>	<u>Estructura Porcentual</u>	
		<u>Vertiente</u>	<u>Nacional</u>
- Agropecuario	4,983	13.67	17.13
- Explotación Minas y Canteras	2,527	6.93	10.85
- Industrias Manufactureras	5,280	14.48	13.33
- Electricidad, Gas y Agua	383	1.05	0.99
- Construcción	1,829	5.02	4.59
- Comercio, Restaurantes y Hoteles	7,641	20.96	18.88
- Transporte, Almacén y Comunicaciones	2,845	7.80	7.42
- Establecimientos Financieros	1,301	3.57	2.88
- Servicios Comunales, Sociales y Personales	<u>9,670</u>	<u>26.52</u>	<u>23.93</u>
Total	36,459	100.00	100.00

FUENTE: Elaborado en base a Cuentas Nacionales 1970-1976 del Banco Central de Bolivia y a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976, del I.N.E.



CUADRO No 3.3.1POBLACIÓN MAYOR DE 15 AÑOS DE EDAD, EN LA VERTIENTE DEL  
AMAZONAS, SEGÚN CONDICIÓN DE ALFABETISMO - 1976 (ESTIMADO)

<u>Sexos</u>	<u>Alfabetos</u>	<u>Analfabetos</u>	<u>Total</u>
Varones	590,295	169,667	759,942
Mujeres	<u>451,282</u>	<u>366,864</u>	<u>818,146</u>
Ambos Sexos	1,041,557	536,531	1,578,088
%	66.00	34.00	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.3.2POBLACIÓN MAYOR DE 15 AÑOS DE EDAD, EN LA VERTIENTE DEL  
AMAZONAS EN CONDICIÓN DE ANALFABETOS, SEGÚN AREA  
RESIDENCIA, POR SEXOS - 1976 (ESTIMADO)

<u>Sexos</u>	<u>Urbano</u>	<u>Rural</u>	<u>Total</u>
Varones	21,775	147,892	169,667
Mujeres	<u>93,336</u>	<u>273,528</u>	<u>366,864</u>
Ambos Sexos	115,111	421,420	536,531
%	21.45	78.55	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.3.3POBLACIÓN DE 5 A 24 AÑOS DE EDAD, SEGÚN ASISTENCIA ESCOLAR  
POR SEXOS - 1976 (ESTIMADO)

<u>Sexos</u>	<u>Asisten</u>	<u>No Asisten</u>	<u>Total</u>
Varones	339,523	259,754	599,277
Mujeres	<u>280,495</u>	<u>319,364</u>	<u>599,859</u>
Ambos Sexos	620,018	579,118	1,199,136
%	51.70	48.30	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



En la zona rural, con una población analfabeta de 421,400 habitantes; correspondió la mayor participación al sexo femenino con 64.9%.

### 3.3.2 Asistencia Escolar

La población en edad escolar, o sea la comprendida entre los 5 y 24 años de edad, correspondiente a la Vertiente del Amazonas, alcanzó en el año 1976, a 1,199,100 habitantes, de los cuales concurren a centros educativos 620,000, o sea el 51.7% de la población en edad escolar (Cuadro 3.3.3).

Con relación a la población que asiste a centros educativos, corresponde al sexo masculino el 54.8% y el 45.2% al sexo femenino.

En el Cuadro 3.3.4 se detalla la población comprendida entre los 5 y 24 años de edad, por grupos de edad, según el nivel de escolaridad correlacionado por sexos y según asistencia escolar elaborado en base a los resultados del Censo Nacional realizado en Septiembre de 1976.

Al respecto cabe señalar lo siguiente:

- De la población comprendida por ambos sexos, al nivel básico corresponden 326,800 personas, de las cuales asiste el 84.0%, mientras el grupo de nivel superior y/o técnico, con una población de 150,600, solamente asiste 27.0%.
- La participación en términos de asistencia se da significativamente favorable al sexo masculino en todos los niveles.
- En la Lámina 3.3.1 se grafica la información contenida en el Cuadro 3.3.4, detallándose el porcentaje de asistencia por niveles de escolaridad diferenciado por sexos.

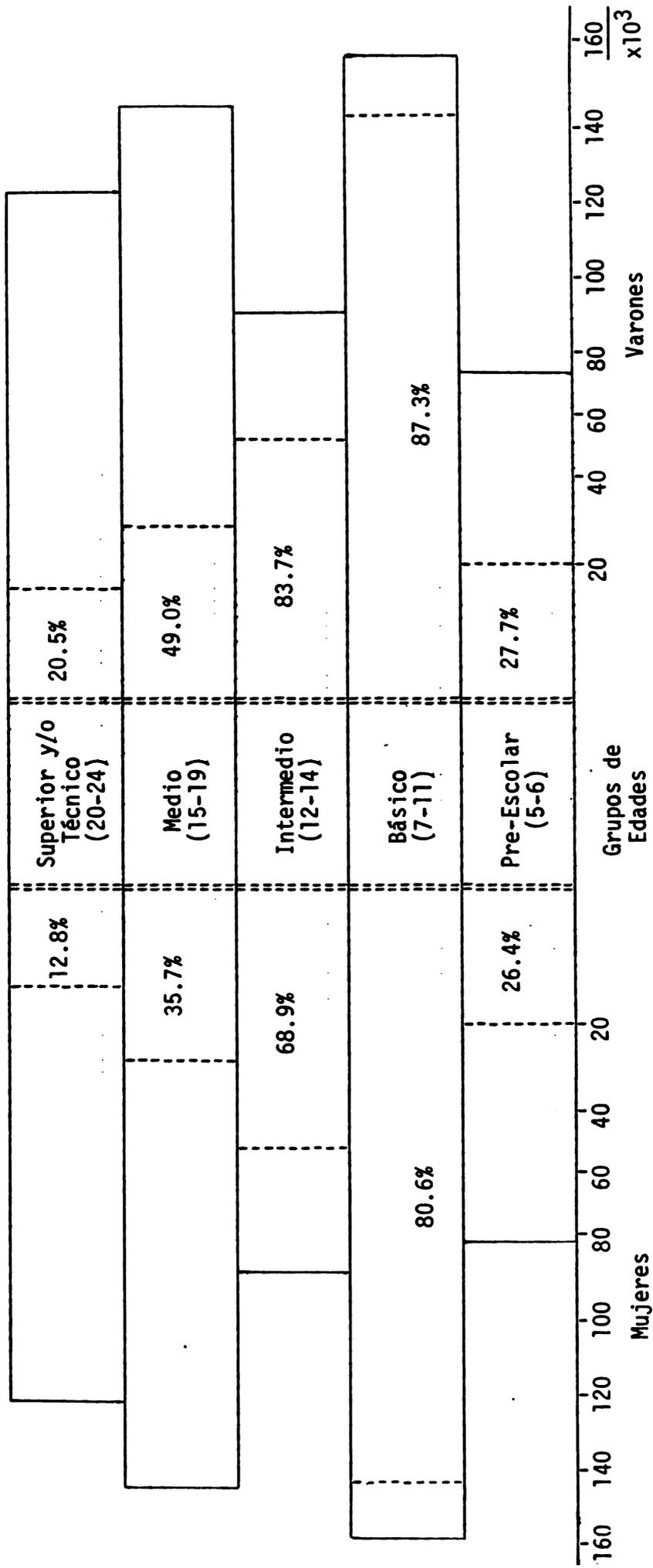
## 3.4 Vivienda

### 3.4.1 Viviendas y Habitantes

La cantidad de viviendas estimada para la Vertiente del Amazonas, en el año 1976 alcanzó a cerca de 604,000 unidades, siendo habitadas por



LAMINA No 3.3.1 - PIRAMIDE DE POBLACION ESCOLAR Y ASISTENCIA A CENTROS EDUCACIONALES DE 5 A 24 AÑOS DE EDAD, SEGUN SEXOS Y NIVEL -1976 (ESTIMADO)



FUENTE: Elaborado en base al Cuadro 3.3.2



CUADRO No 3.3.4

POBLACIÓN DE 5 A 24 AÑOS, POR GRUPOS DE EDAD, SEGÚN NIVEL ESCOLAR POR SEXOS,  
SEGÚN ASISTENCIA ESCOLAR - 1976 (ESTIMADO)

Nivel Escolar (Grupos de Edad)	Población (5-24 Años)			Varones			Mujeres		
	Total	Asisten	No Asisten	Total	Asisten	No Asisten	Total	Asisten	No Asisten
Pre-Escolar (5-6 Años)	150,618	40,698	109,920	75,807	20,979	54,828	74,811	19,719	55,092
Primaria:									
- Básico (7-11 Años)	326,759	274,480	52,279	165,398	144,361	21,037	161,361	130,119	31,242
- Intermedio (12-14 Años)	184,294	140,955	43,339	94,595	79,151	15,444	89,699	61,804	27,895
Medios (15-19 Años)	291,621	123,180	168,441	144,081	70,539	73,542	147,540	52,641	94,899
Superior y/o Técnicos (20-24 Años)	<u>245,844</u>	<u>40,705</u>	<u>205,139</u>	<u>119,396</u>	<u>24,493</u>	<u>94,903</u>	<u>126,448</u>	<u>16,212</u>	<u>110,236</u>
Vertiente del Amazonas	1,199,136	620,018	579,118	599,277	339,523	259,754	599,859	280,495	319,364

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



una población de 2,533,300 personas (\*) con lo que se obtiene una relación de 4.2 habitantes por vivienda (Cuadro 3.4.1).

Respecto a la distribución de la vivienda por área de residencia, conviene indicar que cerca de 304,800 unidades, o sea el 50.5% del total de la Vertiente, están localizadas en la zona rural, siendo habitadas por una población del orden de 1,212,500 habitantes, que a su vez representan el 47.9% de la población de la región.

La relación habitantes por vivienda corresponde a 4.4 y 4.0 a las zonas urbana y rural, respectivamente.

Del Cuadro 3.4.2 se infiere que las viviendas particulares representan al igual que en las otras vertientes, casi la totalidad de las existentes en la región en el año 1976.

Dentro de las viviendas particulares, el tipo de casa independiente, alcanzó a 247,600 unidades que representan el 41.0% del total de la Vertiente, siendo habitadas por 1,100,300 personas, obteniéndose un índice de 4.4 habitantes por vivienda. Se destacan, en segundo lugar, las viviendas del tipo choza-pahuichi, así como las de tipo de casa independiente y habitación de casa de vecindad, que alcanzaron a 186,600 y 159,100 unidades, e índices de habitantes por vivienda que alcanzaron a 4.1 y 3.8, respectivamente.

En las áreas urbanas destacan los departamentos y habitaciones de casa de vecindad así como del tipo de vivienda de casa independiente, que representan 48.5% y 46.5%, respectivamente con relación al total de las viviendas localizadas en dicha área geográfica, que en conjunto representaron el 95.0% de las viviendas urbanas, con un índice de 4.4 habitantes por vivienda.

En las áreas rurales destacan las chozas y pahuichis que representaron el 58.3% de las viviendas rurales de la región, siguiendo, en segundo orden, las casas independientes con 35.6% de participación. La relación de habitantes por vivienda alcanzó a 4.0 y 3.9, respectivamente.

---

(\*) No se incluyeron las personas censadas que declararon no tener vivienda.



CUADRO No 3.4.1VIVIENDAS SEGÚN EL NÚMERO DE HABITANTES Y CANTIDAD DE  
VIVIENDAS URBANAS Y RURALES - 1976 (ESTIMADO)

<u>Area de Residencia</u>	<u>Habitantes</u>	<u>Viviendas</u>		<u>Habitantes por Vivienda</u>
		<u>Número</u>	<u>%</u>	
Urbano	1,320,801	299,174	49.54	4.4
Rural	<u>1,212,538</u>	<u>304,782</u>	<u>50.46</u>	<u>4.0</u>
Total	2,533,339	603,956	100.00	4.2

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y  
Vivienda, de 1976 - I.N.E.



CUADRO No 3.4.2

CANTIDAD DE VIVIENDAS PARTICULARES Y COLECTIVAS, DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS POR TIPO DE VIVIENDA, SEGÚN NÚMERO DE HABITANTES POR ÁREA DE LOCALIZACIÓN - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Vivienda	Urbana		Rural		Total		Estructura Vivienda
	Habitantes	Viviendas	Habitantes	Viviendas	Habitantes	Viviendas	
Particular:	1,289,345	298,047	1,194,033	303,820	2,483,378	601,867	99.65
- Casa Independiente	682,966	139,157	417,334	108,393	1,100,300	247,550	40.99
- Departamento y/o Habitación de Casa de Vecindad	553,562	145,058	50,237	14,051	603,799	159,109	26.34
- Choza - Pahuichi	39,398	8,950	718,669	177,678	758,067	186,628	30.90
- Vivienda Improvisada, no Destinada y Otro	13,419	4,882	7,793	3,698	21,212	8,580	1.42
Colectiva	31,456	1,127	18,505	962	49,961	2,089	0.35
Total	1,320,801	299,174	1,212,538	304,782	2,533,339	603,956	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



Según el régimen de tenencia de las viviendas particulares, en la Vertiente del Amazonas, sobre un total de 642,850 viviendas declaradas en el Censo Nacional de 1976, cerca de 432,050 son de propiedad privada, cantidad que representa el 67.2% del total de la región. En relación a viviendas en condición de alquiler o contrato anticrético su número alcanzó a 127,900 unidades que representa el 19.9% del total de la Vertiente.

A nivel urbano, en el Cuadro 3.4.3, se detalla que, sobre un total de 335,500 viviendas, corresponden 168,400 a régimen de propiedad privada, y al de alquiler y/o contrato anticrético 114,200 unidades, que en términos relativos representan el 50.2% y 34.0% de las viviendas urbanas de la Vertiente, respectivamente.

A nivel rural de 307,350 viviendas el 85.80%, o sea 263,700, corresponden a propiedad privada.

Correlacionando los tipos de viviendas particulares con el régimen de tenencia, conforme se detalla en el Cuadro 3.4.4, de un total de 432,070 viviendas en propiedad privada, 210,100 corresponden a chozas y pahuichis y 176,300 a casas independientes, o sea 48.6% y 40.8%, respectivamente del total de viviendas en propiedad.

En relación a viviendas con régimen de tenencia en forma de alquiler y/o contrato anticrético, sobre un total de 127,900 viviendas censadas, corresponden 85,700 al tipo de departamento o habitación en casa de vecindad, cantidad que representa el 67.0% y a casas independientes, 32,300 unidades, que representan el 25.2% del total.

En el área urbana, sobre el total de viviendas habitadas en 1976, el 34.0% se encontraban en condición de alquiler o contrato anticrético correspondiendo al tipo de departamento o habitación en su mayoría, siguiendo en orden casas independientes, con porcentajes de 73.0% y 23.2%, respectivamente sobre el total de viviendas urbanas en dicho régimen de tenencia. El 30.0% de las viviendas urbanas particulares correspondieron a casas independientes en propiedad privada.



CUADRO No 3.4.3VIVIENDAS PARTICULARES DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS, SEGÚN  
REGIMEN DE TENENCIA, URBANAS Y RURALES - 1976 (E)

<u>Regimen de Tenencia</u>	<u>Urbana</u>		<u>Rural</u>		<u>Total</u>	
	<u>Viviendas</u>	<u>%</u>	<u>Viviendas</u>	<u>%</u>	<u>Viviendas</u>	<u>%</u>
- En Propiedad	168,382	50.19	263,688	85.80	432,070	67.21
... En Alquiler o Contrato Anticrético	114,180	34.03	13,733	4.47	127,913	19.90
Cedido por Servicio	36,138	10.77	26,258	8.54	62,396	9.71
Otra Forma	<u>16,810</u>	<u>5.01</u>	<u>3,667</u>	<u>1.19</u>	<u>20,477</u>	<u>3.18</u>
Vertiente del Amazonas	335,510	100.00	307,346	100.00	642,856	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

(e) Estimado.



## CUADRO No 3.4.4

VIVIENDAS PARTICULARES DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS, POR TIPO DE VIVIENDA, SEGÚN REGIMEN DE TENENCIA DIFERENCIADO POR ÁREA URBANA Y RURAL - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Vivienda Particular	Urbano				Rural			
	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros
- Casa Independiente	101,076	26,546	16,666	5,340	75,271	5,731	10,617	1,307
- Departamento y Habitación en Casa de Vecindad	41,644	83,382	12,133	10,351	2,182	2,289	2,603	215
- Choza - Pahuichi	24,623	3,294	5,529	608	185,496	5,602	11,334	1,924
- Vivienda Improvisada, no Destinada y Otros	<u>1,039</u>	<u>958</u>	<u>1,810</u>	<u>511</u>	<u>739</u>	<u>111</u>	<u>1,704</u>	<u>221</u>
Vertiente del Amazonas	168,382	114,180	36,138	16,810	263,688	13,733	26,258	3,667

Total

Tipo de Vivienda Particular	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros
- Casa Independiente	176,347	32,277	27,283	6,647
- Departamento y Habitación en Casa de Vecindad	43,826	85,671	14,736	10,566
- Choza - Pahuichi	210,119	8,896	16,863	2,532
- Vivienda Improvisada, no Destinada y Otros	<u>1,778</u>	<u>1,069</u>	<u>3,514</u>	<u>732</u>
Vertiente del Amazonas	432,070	127,913	62,396	20,477

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



En el área rural, la tenencia del 85.8% de las viviendas corresponde al régimen de propiedad privada, comprendiendo básicamente, viviendas del tipo choza o pahuichi y el restante 24.2% de las viviendas rurales a casa independiente en propiedad privada.

Con relación al número de habitantes por hogar según el número de dormitorios, de un total de 2,602,800 personas, cerca de 1,886,100, o sea 72.5% viven en hogares de 0 a 1 dormitorios, el 16.0% habita en hogares de 2 dormitorios y solamente el 11.5% del total en hogares de 3 y más dormitorios.

Considerando la zona urbana, el 32.4% de la población urbana habita en hogares sin dormitorio, el 28.4% en hogares de un dormitorio y el 19.6% en hogares de 2 dormitorios y solamente 19.6% de la población urbana en hogares con 3 o más dormitorios.

En relación a la vivienda rural, el 72.5% de la población rural de la Vertiente del Amazonas habita en hogares de 0 a 1 dormitorios, correspondiendo el 12.5% a hogares de 2 dormitorios y solamente el 3.6% a hogares de 3 o más dormitorios.

#### 3.4.2 Materiales de Construcción

Las características generales de los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la Vertiente del Amazonas, están señalados en los Cuadros 3.4.6, 3.4.7 y 3.4.8.

Según el tipo de techo utilizado, de un total de 585,200 viviendas, corresponde el 61.5% a calamina y tejas, y 30.4% a paja, caña o palma. Con relación a las viviendas urbanas de un total de 283,300 unidades cerca del 92.7% corresponde a techo de calamina y tejas; mientras que en las viviendas rurales, de un total de 301,900 corresponde 56.6% al tipo de techo de paja, caña o palma y el 32.1% a calamina y tejas.

La construcción de viviendas con techo de losa de hormigón armado alcanzó al 0.7% del total de la Vertiente.



CUADRO No 3.4.5HABITANTES POR HOGAR, SEGÚN NÚMERO DE DORMITORIOS EN AREAS URBANA Y RURAL EN LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (E)

Número de Dormitorio en el Hogar	Urbano		Rural		Total	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
0	418,092	32.43	427,351	32.54	845,443	32.48
1	366,381	28.42	674,272	51.33	1,040,653	39.98
2	252,087	19.55	164,725	12.54	416,812	16.01
3	155,360	12.05	33,376	2.54	188,736	7.25
4	62,964	4.88	9,441	0.72	72,405	2.78
5	21,555	1.67	2,160	0.17	23,715	0.92
6 a Más	<u>12,904</u>	<u>1.00</u>	<u>2,141</u>	<u>0.16</u>	<u>15,045</u>	<u>0.58</u>
Total	1,289,343	100.00	1,313,466	100.00	2,602,809	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



CUADRO Nº 3.4.6VIVIENDAS PARTICULARES POR TIPO DE TECHO, SEGÚN AREAS GEOGRÁFICAS DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Techo	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- Calamina, Tejas	262,625	92.69	97,006	32.14	359,631	61.46
- Losa de Hormigón	4,238	1.50	60	0.02	4,298	0.73
- Paja, Caña, Palma	7,192	2.54	170,784	56.58	177,976	30.42
- Sin Especificar	<u>9,267</u>	<u>3.27</u>	<u>33,988</u>	<u>11.26</u>	<u>43,255</u>	<u>7.39</u>
Total	283,322	100.00	301,838	100.00	585,160	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.4.7VIVIENDAS PARTICULARES POR TIPO DE PAREDES, SEGÚN AREAS GEOGRÁFICAS DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Paredes	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- Ladrillo, Bloques de Cemento, Piedra	62,522	22.07	36,097	11.96	98,619	16.85
- Adobe con/sin Revoque y Tapial	206,784	72.99	205,370	68.04	412,154	70.44
- Madera	3,528	1.24	7,337	2.43	10,865	1.86
- Caña, Palma, Troncos	1,228	0.43	19,047	6.31	20,267	3.46
- Sin Especificar	<u>9,268</u>	<u>3.27</u>	<u>33,987</u>	<u>11.26</u>	<u>43,255</u>	<u>7.39</u>
Total	283,322	100.00	301,838	100.00	585,160	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



Según el tipo de paredes, el 70.4% utiliza paredes de adobe con o sin revoque y tapial. La utilización de este material representa 73.0% de las viviendas urbanas y el 68.0% de las viviendas rurales.

No ha sido significativo el uso de materiales tales como madera, caña, palma o troncos en la edificación de las paredes en las viviendas, tanto en las áreas urbanas como en las rurales.

En relación al tipo de piso utilizado, el 52.0% de las viviendas de la Vertiente posee pisos de tierra. En las viviendas urbanas el 71.3% tienen pisos de madera, mosaico, baldosas, cemento o ladrillo, y el 25.5% pisos de tierra, mientras que en las viviendas rurales el 77.0% posee pisos de tierra y solamente el 11.8% pisos de mejor calidad.

### 3.4.3 Sistemas Sanitarios y Energía

#### a) Sistema de Abastecimiento de Agua.

Del Cuadro 3.4.9 se desprende que de 600,000 hogares particulares, solamente 274,900 reciben suministro de agua por cañerías ya sea dentro o fuera de la vivienda, de los cuales 84,700 o sea 30.8% dentro de la vivienda.

En el área urbana, sobre un total de 292,700 hogares, 246,600 disponen del servicio de agua, mediante cañerías sea dentro o fuera de su vivienda, cifra que representa el 84.3% de los hogares urbanos, mientras que en el área rural de un total de 307,300 viviendas, solamente 28,300 disponen de suministro de agua por cañerías, cifra que representa el 9.2% de las viviendas rurales.

#### b) Sistema de Eliminación de Aguas Servidas.

En el Cuadro 3.4.10 se detalla que, de un total de 600,000 viviendas particulares de la Vertiente del Amazonas, 158,800 disponen de dicho servicio sea en forma de alcantarillado público, cámara séptica, letrina o pozo ciego, cantidad que representa el 26.5% del total de los hogares particulares de la región.



CUADRO No 3.4.8VIVIENDAS PARTICULARES POR TIPO DE PISOS, SEGÚN AREAS GEOGRÁFICAS DE LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Pisos	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- Madera, Mosaico, Baldosas, Cemento o Ladrillo	201,936	71.28	35,565	11.78	237,501	40.59
- Tierra	72,118	25.45	232,285	76.96	304,403	52.02
- Sin Especificar	<u>9,268</u>	<u>3.27</u>	<u>33,988</u>	<u>11.26</u>	<u>43,256</u>	<u>7.39</u>
Total	283,322	100.00	301,838	100.00	585,160	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.4.9HOGARES PARTICULARES, SEGÚN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS EN LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (ESTIMADO)

Sistema de Abastecimiento de Aguas	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Suministro por Cañerías	<u>246,576</u>	<u>84.25</u>	<u>28,334</u>	<u>9.22</u>	<u>274,910</u>	<u>45.82</u>
a) Dentro de la Vivienda	79,762	27.25	4,981	1.62	84,743	14.12
b) Fuera de la Vivienda	166,814	57.00	23,353	7.60	190,167	31.70
No Reciben Aguas por Cañerías	<u>46,089</u>	<u>15.75</u>	<u>279,011</u>	<u>90.78</u>	<u>325,100</u>	<u>54.18</u>
Total	292,665	100.00	307,345	100.00	600,010	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



Debe señalarse que de un total de 292,700 hogares particulares urbanos, 145,600 gozan de dicho servicio, cantidad que representa cerca del 50% de las viviendas urbanas de la Vertiente; en tanto que, en el ámbito rural, de un total de 307,300 viviendas, solamente 13,200, o sea 4.3% del total, goza de dicho servicio.

c) Sistema de Suministro de Energía Eléctrica.

La disponibilidad de energía eléctrica en los hogares particulares en la Vertiente del Amazonas, se señala en el Cuadro 3.4.11, donde se puede observar que 58.1% de los hogares no disponen de energía eléctrica. Conviene señalar que en el ámbito urbano, el 79.1% de los hogares particulares urbanos gozan de dicho servicio; mientras que en el ámbito rural, solamente el 6.5% de las viviendas rurales cuentan con el servicio.



CUADRO No 3.4.10HOGARES PARTICULARES, SEGÚN SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (ESTIMADO)

Sistema de Eliminación de Aguas Servidas	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Con Sistema de Eliminación	<u>145,590</u>	<u>49.75</u>	<u>13,178</u>	<u>4.29</u>	<u>158,768</u>	<u>26.46</u>
a) Alcantarillado Público	95,104	32.50	966	0.31	96,070	16.01
b) Cámara Séptica, Letrina o Pozo Ciego	50,486	17.25	12,212	3.98	62,698	10.45
No Tiene	<u>147,075</u>	<u>50.25</u>	<u>294,167</u>	<u>95.71</u>	<u>441,242</u>	<u>73.54</u>
Total	292,665	100.00	307,345	100.00	600,010	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.4.11HOGARES PARTICULARES, SEGÚN SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA VERTIENTE DEL AMAZONAS - 1976 (ESTIMADO)

Suministro de Energía Eléctrica	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Tienen	231,532	79.11	19,918	6.48	251,450	41.91
No Tienen	<u>61,133</u>	<u>20.89</u>	<u>287,427</u>	<u>93.52</u>	<u>348,560</u>	<u>58.09</u>
Total	292,665	100.00	307,345	100.00	600,010	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



## CAPÍTULO IV

### ASPECTOS AGROPECUARIOS



#### 4. ASPECTOS AGROPECUARIOS

La Vertiente del Amazonas, en su mayoría, está formada por Valles, Llanos y Chaco, que comprende los Departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz, como se podrá ver en la participación porcentual por provincias en el Capítulo de Metodología para la Identificación y Priorización de Proyectos y el mapa respectivo.

La superficie cultivada total de la vertiente para 1980 se muestra en el Cuadro 4.1 y alcanza a 721,155 ha., de las cuales el 34.3% corresponde a cereales, principalmente maíz blando (91,578 ha.), trigo (65,992 ha.) y arroz chala (60,204 ha.); el 17.5% a forrajes, principalmente maíz duro (110,481 ha.); el 16.9% a productos industrializables, principalmente caña de azúcar (54,037 ha.), soya (34,300 ha.) y algodón fibra (23,554 ha.); el 13.3% a tubérculos y raíces, principalmente papa (78,720 ha.) y yuca (14,778 ha.); el 7.4% a frutas, principalmente banano (17,105 ha.) y plátano (11,008 ha.); coca (20,420 ha.) y cacao (3,684 ha.); el 3.9% a hortalizas principalmente choclo (9,117 ha.), habas frescas (8,547 ha.) y arvejas frescas (4,339 ha.). Cabe hacer notar que la superficie cultivada, aquí indicada, excede el ámbito del estudio para la identificación de los proyectos de riego.

La superficie utilizada en cultivos agrícolas en esta vertiente es mayor que en cada una de las otras dos, sin embargo, es posible incrementar aún más la superficie incorporando las tierras en barbecho, así como por el cultivo en nuevas áreas del Chaco y los Llanos de los departamentos incluidos en la vertiente.

En el largo plazo podría triplicarse, permitiendo la producción en mayor escala principalmente de oleaginosas para la industrialización, de producción de maíz, para consumo, como maíz blando, choclo y maíz duro; también se podrá incrementar la producción de frutas para industrialización y exportación como fruta fresca, una vez que la infraestructura de transporte y comercialización sea mejorada. Una buena combinación en el uso de la tierra con cultivos perennes y anuales, podrá contribuir al buen manejo de los suelos en toda la vertiente,



CUADRO No. 4.1 - PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. AÑO 1980

Productos	Vertientes del Amazonas										Total Vertientes	
	Valles, Chaco y Llanos		Valles y Tierras		Altiplano, Valles y Llanos		Altiplano y Valles		Llanos y Valles			
	Sup/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Sup/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Sup/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Sup/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Sup/Ha	Rendimiento Kg/Ha		
<b>Cereales:</b>												
Cebada en Grano	7,887	710	5,600	2,325	368	858	6,180	667	11,100	680	7,550	660
Maz Blendo	19,278	1,302	9,580	3,250	1,275	12,214	49,425	1,115	6,210	900	5,990	1,136
Trigo	14,598	556	8,116	3,250	385	1,251	30,770	539	16,585	700	6,470	602
Arroz Chala	59	1,508	89	7,500	1,000	9,750	15,385	1,033	15,300	1,657	37,260	1,453
Quinua	-	-	-	1,200	1,000	1,200	100	360	50	-	-	1,400
Avena Grano	-	-	-	210	643	-	400	1,050	420	-	-	1,691
Centeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230
<b>Forrajes:</b>												
Maz Duro	18,846	1,887	37,444	11,570	911	10,540	5,795	1,500	-	-	74,270	1,228
Cebada Berza	3,167	2,877	9,112	3,705	3,705	1,260	4,365	1,518	-	-	-	7,872
Alfalfa Verde	767	17,686	13,565	210	-	2,520	3,715	40,000	-	-	-	4,692
Sorgo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,136
<b>Tubérculos y Raíces:</b>												
Papa	14,630	4,505	65,904	4,245	4,914	20,860	47,165	5,052	9,740	6,300	61,990	18,757
Yuca	553	8,823	4,879	1,375	-	14,470	3,050	11,877	960	3,306	3,170	14,778
Oca	194	3,479	2,281	-	-	-	-	-	-	-	-	1,154
Camote	391	5,834	2,281	-	-	-	-	-	-	-	-	991
Papaiza	356	2,865	1,020	-	-	-	-	-	880	3,300	2,900	1,236
<b>Industriales:</b>												
Mañí	2,773	1,181	3,275	50	600	30	555	1,234	-	-	5,194	8,572
Tabaco	113	1,053	119	50	1,000	50	30	833	-	-	1,284	1,477
Caña de Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54,037
Algodón Fibra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,554
Soya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,300
Semilla de Algodón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	499
<b>Hortalizas:</b>												
Choclo	1,512	3,541	5,354	4,000	2,900	11,600	3,445	5,147	160	2,690	-	9,117
Habas Frescas	1,995	2,034	4,058	3,025	1,667	5,040	2,965	1,603	190	1,790	597	8,547
Arvejas Frescas	900	2,940	2,646	2,120	2,840	6,020	965	1,917	50	1,200	4,339	2,648
Cebolla	356	5,840	2,079	155	8,710	1,350	1,725	7,583	-	-	186	2,422
Zanahoria	-	-	-	-	-	-	1,660	9,654	-	-	-	1,660
Tomate	119	7,487	891	-	-	-	-	-	-	-	-	1,295
Frijol y Poroto	1,215	1,119	1,360	-	-	-	-	-	-	-	-	1,215
<b>Frutas:</b>												
Banano	-	-	-	3,900	7,082	27,620	11,000	9,600	-	-	2,205	17,105
Pitayo	-	-	-	2,000	7,000	14,000	4,500	9,600	-	-	4,508	105,710
Moranga	165	12,945	2,136	4,850	6,378	30,930	3,900	7,000	-	-	1,107	7,576
Mandarina	54	8,796	475	2,190	6,418	14,055	3,250	6,500	-	-	3,597	6,476
Limon	65	8,461	550	6,750	6,750	2,630	200	13,000	-	-	627	8,328
Lima	30	9,100	273	2,400	8,584	20,600	400	6,500	-	-	245	9,465
Toruje	-	-	-	205	17,122	3,510	400	3,798	-	-	-	10,099
Uva	713	4,562	3,253	695	4,769	3,340	495	3,798	-	-	1,803	6,473
Durazno	726	6,003	4,358	680	8,656	6,000	2,480	2,175	105	4,670	4,136	4,328
Mesquite	254	6,883	1,728	90	5,000	450	438	5,070	10	35	1,784	4,393
Sandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235
Pina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	294
<b>ESIMILANTES:</b>												
Café	-	-	-	22,500	900	20,250	100	550	-	-	167	882
Cacao	-	-	-	2,500	550	1,490	200	475	-	-	784	546
Té	-	-	-	4,656	2,500	1,380	-	-	-	-	-	2,506
Coca	-	-	-	4,052	861	3,450	16,370	1,362	-	-	-	1,261
Total	91,787	206,418	98,421	248,861	218,280	806,749	38,900	273,767	88,220	2,816,798	721,155	4,167,046

FUENTE: Elaborado con base a datos del Departamento de Estadísticas del IICA.



principalmente en las zonas de los Llanos y el Chaco; sin embargo, una de las restricciones más importantes para incrementar los cultivos perennes, es la rigidez del crédito y la falta de modelos de granja adecuados a costear la economía del campesino durante los años que aún no se cosechan las plantaciones perennes, que de superar esta limitante, es posible lograr un mejor manejo de los recursos naturales renovables.

En relación al recurso agua en esta vertiente, con fines de producción agrícola, se ve la necesidad de establecer sistemas de riego y drenaje, que permitan viabilizar el uso de tecnologías apropiadas y mejoradas.

Esta vertiente tiene mejores oportunidades de mercado tanto al nivel interno, como externo, siempre que se mejoren los rendimientos agrícolas; lo cual será viable al disponerse de una infraestructura de transporte y comercialización adecuadas, que a su vez facilitarían la aplicación de políticas racionales de precios que sean de incentivo, antes que de restricción, en un marco de relaciones de intercambio racional.

El establecimiento de nuevas agroindustrias, en la cual participen los productores puede ser una alternativa positiva, y el mejoramiento de la eficiencia de la agroindustria existente, de modo que se dé una aceptable relación intersectorial.

Actualmente existen varios proyectos de riego en ejecución y otros en estudio a niveles avanzados que podrían tener impactos positivos, de los cuales pueden señalarse los siguientes: Abapó-Izozog; Rositas, Misicuni, Vacas y otros que permitirán ampliar la frontera agrícola e incrementar los rendimientos y producción agrícola.





DOCUMENTO  
MICROFILMADO

7 JUL 1983

Fecha: .....