MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD

VIALIDAD
DIRECCION GENERAL
M.O.P.T.

Departamento Diseños Específicos

EC
230
Amp

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANTEPROYECTO DE CARRETERA: CIUDAD COLON - PUERTO CALDERA

EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

tomo No. I

1977

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimiento

Consideraciones Generales

Indice

Indice de Cuadros

Indice de Mapas

Indice de Figuras

Capítulo I

Introducción

Capítulo II

Planificación del Trabajo

Capítulo III

Metodología

Capítulo IV

Resultados

Capítulo V

Conclusiones

Capítulo VI

Recomendaciones

Capítulo VII

Bibliografía

Capítulo VIII

Apéndice

AGRADECIMIENTO

Econotecnia S.A. agradece por este medio, la colaboración que se le ha brindado en la realización del presente estudio, por parte de la Dirección General de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, a traveś de los Ingenieros Mario Fernández Ortiz y Alejandro Alvarado Montero, Vice-Ministro, Director General de Vialidad y Sub-Director de Vialidad, respectivamente.

A su vez, le es grato manifestar su particular reconocimiento por la atención y asistencia que recibió del Dr. Waldemar Albertin, coordinador técnico y consultor principal de Econotecnia S.A. en el presente estudio, a los Ingenieros Roberto Avilés Carranza, Jefe del Departamento de Diseños Específicos y Manuel Gutiérrez Greñas, Jefe de la Sección de Suelos del citado Departamento, al señor German Acuña Orozco, Auxiliar de Ingeniería, así como también a los choferes que con diligencia participaron en las giras que fuera necesario realizar y al personal de secretariado por las eficientes labores desarrolladas para que este estudio sea una realidad.

INDICE

I N D I C E

Página

CAPITULO I

Introducción 4

CAPITULO II

Planificación del trabajo 7

CAPITULO III

Metodología 8

CAPITULO IV

Resultados 10

4.1 Clima 10

4.1.1 Análisis y conclusiones 10

4.1.2 El régimen de precipitación 10
4.1.2.1 La estación lluviosa 13
4.1.2.2 Días con lluvia 31
4.1.2.3 Frecuencia horaria de la lluvia 32
4.1.2.4 Tormentas 33
4.1.2.5 Distribución anual de la lluvia 35
4.1.2.6 Variabilidad de la precipitación 37

4.1.3 La temperatura 37
4.1.3.1 Cálida 40
4.1.3.2 Templada-cálida 41
4.1.3.3 Templada 41
4.1.3.4 Templada-fría 41

4.1.4 Presión y vientos 42
4.1.4.1 La Presión atmosférica en San José 42
4.1.4.2 Los vientos de superficie en el V. Central Occid. 45

4.1.5 Humedad relativa 52

4.1.6 La evaporación 53

4.1.7 Brillo solar y nubosidad 54

4.1.8 Resumen y resultados 58

4.1.9 Clasificación del clima del Valle Central Occidental 67

Página

Capitulo IV

4.2 Geología (Mapa 10, 11) 70

4.2.1 Fase pretectónica 71

4.2.2 Fase orogénica 72

4.2.3 Fase post-orogénica 73

4.2.4 Sistema de fallas 73

4.2.5 La estratigrafía de Costa Rica 74

4.2.5.1 Rocas sedimentarias 74
4.2.5.2 Rocas Igneas 74

4.2.6 Tipos de rocas (Mapa 12) 75

4.2.7 Geología de los mapas básicos Abra y partes de Río Grande 80

4.2.7.1 Estratigrafía 80

4.2.7.1.1 Rocas sedimentarias 81

4.2.7.1.1.1 Formación Pacacua 81
4.2.7.1.1.2 Formación Térraba 85
4.2.7.1.1.3 Caliza de San Miguel 88
4.2.7.1.1.4 Formación Turrúcares 90
4.2.7.1.1.5 Formación Coris 93

4.2.7.1.2 Rocas igneas 95

4.2.7.1.2.1 Introsivo de Escazú 95
4.2.7.1.2.2 Formación Aguacate 97
4.2.7.1.2.3 Rocas volcánicas 99
4.2.7.1.2.4 Tobas 101
4.2.7.1.2.5 Lava joven 103
4.2.7.1.2.6 Lahares o lavina 104

4.2.7.2 Geología estructural 105

4.2.7.2.1 Pliegues mayores 106

4.2.7.2.1.1 Sinclinal del Tablazo 106
4.2.7.2.1.2 Anticlinal de Pacacua 107

4.2.7.2.2 Pliegues menores 108

4.2.7.2.2.1 Anticlinal de Patarrá 108
4.2.7.2.2.2 Sinclinal de Queb.Honda 109
4.2.7.2.2.3 Anticlinal de Alto Coris 110

Página

Capítulo IV

4.2.7.2.3 Sistema de afallamiento primario 111
4.2.7.2.4 Sistema de afallamiento secundario 111

4.2.7.3 Historia geológica 113

4.2.7.4 Geomorfología 116

4.2.8 Geología del mapa básico "Barranca" 119

4.2.8.1 Estratigrafía 119

4.2.8.1.1 Complejo de Nicoya 119
4.2.8.1.2 Formación Punta Carballo 121
4.2.8.1.3 Miembro inferior, Mata de Limón 123
4.2.8.1.4 Miembro superior, Punta Carballo 128
4.2.8.1.5 Grupo Aguacate 136
4.2.8.1.6 Formación Tivives 137
4.2.8.1.7 Formación Orotina 139
4.2.8.1.8 Formación Esparta 143

4.2.8.2 Geología estructural 146

4.2.8.2.1 Area afectada por el Tectonismo del Terciario 146
4.2.8.2.2 Area no afectada por el Tectonismo del Terciario 149

4.2.8.3 Geotécnica 149

4.2.8.3.1 Materiales de posible aplicación industrial 150
4.2.8.3.2 Arenas magnétics 152
4.2.8.3.3 Lutitas Bituminosas 154
4.2.8.3.4 Material para obras de ingeniería 157

4.2.8.4 Geomorfología 158

4.2.8.4.1 Unidad Complejo de Nicoya 159
4.2.8.4.2 Unidad Punta Carballo 160
4.2.8.4.3 Unidad volcánica del Aguacate 162
4.2.8.4.4 Unidad Tivives 162
4.2.8.4.5 Unidad Ignimbritas de Orotina 163
4.2.8.4.6 Unidad Lavina de Esparza 164

4.2.8.5 Análisis general del relieve 164

4.2.8.5.1 Análisis de los valles 166
4.2.8.5.2 Relación depositación de los materiales y erosión 168
4.2.8.5.3 El problema de la Penillanura de San Mateo 168

Página

Capítulo IV

4.2.9 Aspectos generales de geología económica de las Hojas Abra y Río Grande 171

4.2.9.1 Geología Económica 171

4.2.9.1.1 Materiales ígneos y sedimentarios de tajo abierto 172

4.2.9.1.1.1 Caliza 174
4.2.9.1.1.2 Diatomita 178
4.2.9.1.1.3 Arenisca blanca cuarzasa 178
4.2.9.1.1.4 Sulfuros 182
4.2.9.1.1.5 Lignito 184
4.2.9.1.1.6 Hierro 184

4.3 Suelos (Mapa 16) 186

4.3.1 Suelos agrícolas (Mapa 17) 186

4.3.1.1 Suelos aluviales de tierras bajas y terrazas 186
4.3.1.2 Suelos aluviales en la base de montañas volcánic. 187
4.3.1.3 Suelos ando y regosoles 188
4.3.1.4 Latosoles de las partes planas y "pie de cerro". 189
4.3.1.5 Latosoles en gradientes entre 10 y 40 % 190
4.3.1.6 Planosoles 190
4.3.1.7 Litosoles; principalmente suelos litosólicos 191
4.3.1.8 Regosoles, aluviales, Gley-Húmicos y turbosos 192

4.3.2 Suelos, ingeniería (mapa 18) 194

4.3.2.1 Limo arcilloso; poco profundo a moderadamente profundo 196
4.3.2.2 Limo arcilloso; de profundo a muy profundo 199
4.3.2.3 Arcilla sobre suelos de grano grueso y de grano fino 200
4.3.2.4 Arena limosa y limo arenoso; de moderadamente profundo a muy profundo. 204
4.3.2.5 Arena limosa y arcilla limosa sobre suelos de grano grueso y de grano fino; de moderadamente profundo a muy profundo. 206
4.3.2.6 Arena arcillosa y arcilla; muy profundo 208

4.3.3 Materiales de construcción (Mapa 19) 211

4.3.3.1 Cal 211
4.3.3.2 Ladrillo y teja 212
4.3.3.3 Diatomita 212
4.3.3.4 Kaolina 213
4.3.3.5 Pómez 214

Página

Capítulo IV

4.3.4 Adaptabilidad para construcción de carreteras (Mapa 20) 214

4.3.4.1 Alineamiento sin restricción en planicies de onduladas a ligeramente disectadas 214
4.3.4.2 Alineamientos de moderada restricción en planicies disectadas y en colinas 216
4.3.4.3 Alineamientos de moderada a severa restricción en colinas y algunas montañas; explanación difícil, pero muy difícil en algunas áreas. 218
4.3.4.4 Alineamientos severamente restringidos en colinas abruptas y en montañas; por lo general la explanación es muy difícil. 219
4.3.4.5 Pantanos y ciénagas 220

4.3.5 Condiciones del suelo (Mapa 21) 221

4.3.5.1 Montañas, lomas y llanos disectados principalmente en bosques deciduos, campos de cultivo y tierra alta de pastoreo. 221
4.3.5.2 Montañas, lomas y algunos planos ondulados en bosques densos siempre verdes. 222
4.3.5.3 Planos a planos ondulados y lomas bajas, la mayoría en bosques deciduo y sabana. 222
4.3.5.4 Casi planos a plano ondulados algunas lomas bajas pequeñas, mayormente en bosque denso siempre verde 223
4.3.5.5 Pantanos, ciénagas y tierras para pasto de montaña. 224

4.4 Configuración de la superficie (Mapa 22) 225

4.4.1 Tierras altas centrales y tierras bajas del Pacífico 225

4.4.1.1 Tipos y distribución de formaciones terrestres 225
4.4.1.2 Rugosidad superficial. 225
4.4.1.3 Elevaciones 225

4.4.2 . Drenaje (Mapa 23) 227

4.4.2.1 Cuenca Río Barranca 228
4.4.2.2 Cuenca Río Jesús María 228
4.4.2.3 Cuenca Río Grande de Tárcoles 229

4.4.3 Tipos de relieve (Mapa 24) 229

4.4.4 Pisos altitudinales (Mapa 25) 230

4.4.5 Recursos de aguas superficiales (Mapa 26) 231

4.4.5.1 Lista de los ríos y quebradas, hoja Abra, carretera única. 231

Página

Capítulo IV

4.4.5.2 Lista de los ríos y quebradas, hoja Río Grande, carretera Alternativa Sur. 231
4.4.5.3 Lista de ríos y quebradas, hoja Río Grande, carretera Alternativa Norte Central 232
4.4.5.4 Lista de ríos y quebradas, Hoja Río Grande, carretera Alternativa Norte Turrúcares 232
4.4.5.5 Lista de ríos y quebradas, Hoja Barranca, carretera única Orotina-Caldera 233

4.4.6 Recursos del agua subterránea (Mapa 27) 233

4.4.6.1 Cantidades moderadas hasta altas desde pozos en arena y grava. 233
4.4.6.2 Cantidades moderadas de pozos, principalmente en arenisca. 234
4.4.6.3 Cantidades bajas a moderadas de pozos, y cantidades moderadas hasta altas de fuentes esparcidas, principalmente en toba, andesita, arenisca y caliza. Zona de gran variación en cantidad, según la estructura local de rocas. 235
4.4.6.4 Cantidades escasas disponibles localmente. 236

4.5 Hidrología 237

4.5.1 Caudal mínimo instantáneo anual (m^3/seg.) de varios ríos representativos 242

4.5.2 Caudal máximo instantáneo en m^3/seg. de varios ríos representativos. 242

4.5.3 Caudal promedio anual en m^3/seg. de varios ríos representativos. 242

4.5.4 Caudal promedio anual en m^3/seg. de varios ríos representativos. 242

4.6 Vegetación (Mapa 28, 29) 242

4.6.1 Bosque deciduo abierto con gran variedad de especies 242

4.6.2 Bosque deciduo abierto con árboles de tronco corto con sabana 243

4.6.3 Bosque deciduo abierto con árboles de tronco corto 243

4.6.4 Bosque de palma pantanoso, denso a abierto 244

4.6.5 Bosque pantanoso de mangle 244

Capítulo IV

Página

4.6.6 Otros bosques de pantano. 245

4.6.7 Terrenos de cultivo, pastoreo de altura y tierra de pasto. 245

4.6.8 Plantaciones de café. 246

4.6.8.1 La Región fitogeográfica del Pacífico 246

4.6.8.1.1 Observaciones en la Hda."El Rodeo" 265

4.6.8.1.1.1 Lista de especies vegetales de la Hda."El Rodeo". 266

4.6.8.1.2 Observaciones en el área del Río Jesús María. 274

4.6.8.1.2.1 Lista de especies vegetales del Area del Río Jesús María 275

4.6.8.1.3 Los Manglares de Caldera 280

4.7 La Fauna de la zona. 280

4.7.1 Mamíferos con distribución natural en la zona de la carretera Ciudad Colón-Caldera. 280

4.7.2 Reptiles con distribución natural en la zona de la carretera Ciudad Colón-Caldera. 283

4.7.3 Aves observadas en la zona de la carretera Ciudad Colón-Caldera. 284

4.7.4 Peces de agua dulce de la Vertiente del Pacífico. 286

4.8 Reservas forestales existentes y recomendados (Mapa 30, 31, 32) 289

(Apéndice)

INDICE DE CUADROS

N°

1 - Total de días de veranillo para Junio, Julio y Agosto por estación, durante 11 años de observación.

2 - Precipitación mayor de 100 mm, en un día y de 700 mm. en el mes, en el Valle Central Occidental, en octubre de 1955.

3 - Precipitación máxima en un día y en el mes, registrada en varios lugares del país, en octubre de 1955.

4 - Precipitación máxima en un día y en el mes registrada en octubre de 1955, en varios lugares de Guanacaste.

5 - Precipitación máxima ocurrida en un día y un mes, durante octubre de 1954, en varios lugares de la zona bananera del Pacífico.

6 - Frecuencia y velocidad promedio de los vientos de superficie en San José y El Coco.

7 - San José: promedio horario de brillo solar, en minutos, durante 1962.

8 - Resultado de la investigación en arenas magnéticas (Programa de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo).

9 - Esquemática mostrando la aplicación de las unidades litológicas en diferentes ciencias y actividades.

10 - Descripción y clasificación de las formas geológicas.

11 - Valores referentes a algunas propiedades físicas de las rocas.

12 - Valores anuales de evapotranspiración real, en milímetros.

INDICE DE CUADROS

N°

1 - Total de días de veranillo para Junio, Julio y Agosto por estación, durante 11 años de observación.

2 - Precipitación mayor de 100 mm, en un día y de 700 mm. en el mes, en el Valle Central Occidental, en octubre de 1955.

3 - Precipitación máxima en un día y en el mes, registrada en varios lugares del país, en octubre de 1955.

4 - Precipitación máxima en un día y en el mes registrada en octubre de 1955, en varios lugares de Guanacaste.

5 - Precipitación máxima ocurrida en un día y un mes, durante octubre de 1954, en varios lugares de la zona bananera del Pacífico.

6 - Frecuencia y velocidad promedio de los vientos de superficie en San José y El Coco.

7 - San José: promedio horario de brillo solar, en minutos, durante 1962.

8 - Resultado de la investigación en arenas magnéticas (Programa de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo).

9 - Esquemática mostrando la aplicación de las unidades litológicas en diferentes ciencias y actividades.

10 - Descripción y clasificación de las formas geológicas.

11 - Valores referentes a algunas propiedades físicas de las rocas.

12 - Valores anuales de evapotranspiración real, en milímetros.

INDICE DE MAPAS

N°

1 - Clima - Lluvia (R.I.C.)

2 - Pluviométrico - provisional (Coen)

3 - Cantidad y distribución anual de lluvias (Nuhn)

4 - Cantidad y distribución anual de lluvias - meses secos (Pérez)

5 - Mapa climática - Hoja Abra

6 - Mapa climática - Hoja Río Grande

7 - Mapa climática - Hoja Barranca

8 - Zonas climáticas (R.I.C.)

9 - Climas de Costa Rica (Coen)

10 - Geología (R.I.C.)

11 - Geología (Nuhn)

12 - Tipos de rocas (R.I.C.)

13 - Geología - Hoja Abra (Castillo)

14 - Geología - Hoja Río Grande (Castillo)

15 - Geología - Hoja Barranca (Madrigal)

16 - Clasificación de suelos (Nuhn)

17 - Suelos agrícolas (R.I.C.)

18 - Suelos Ingeniería (R.I.C.)

19 - Materiales de construcción (R.I.C.)

20 - Adaptabilidad para carreteras (R.I.C.)

21 - Condiciones del suelo (R.I.C.)

22 - Configuración de la superficie (R.I.C.)

23 - Drenaje (R.I.C.)

24 - Tipos de relieve (Nuhn)

N°

25 - Pisos altitudinales (Nuhn)

26 - Recursos de aguas superficiales (R.I.C.)

27 - Recursos de aguas subterráneas (R.I.C.)

28 - Vegetación (R.I.C.)

29 - Zonas de vida vegetal (Nuhn)

30 - Cuencas hidrográficas, reservas forestales y reservas biológicas (Hoja Abra).

31 - Cuencas hidrográficas, reservas forestales y reservas biológicas. (Hoja Río Grande).

32 - Cuencas hidrográficas, reservas forestales y reservas biológicas. (Hoja Barranca).

INDICE DE FIGURAS

N°

1 - Promedio de la frecuencia horario mensual de la lluvia (%) San José, (1948 - 1962).

2 - Temperaturas absolutas máximas y mínimas por mes de los años 1961-1970.

3 - Temperaturas y lluvias promedios mensuales de El Coco, San José y Santa Ana.

4 - Temperaturas y lluvias promedios mensuales de La Argentina, Esparza y Naranjo.

5 - Temperaturas y lluvias promedios mensuales de Orotina, Turrúcares y Atenas.

6 - Temperaturas y lluvias promedios mensuales de Fabio Baudrit, San Miguel de Barranca y Puntarenas.

7 - Promedio de velocidad de viento por mes de varios años, en San José y El Coco.

8 - Promedio anual de humedad relativa (%) en 8 lugares selectivos.

9 - Promedio diario de brillo solar, en 5 lugares selectivos durante el año.

10 - Caudal mínimo instantáneo anual en m^3/seg. de varios ríos, representativos.

11 - Caudal máximo instantáneo anual en m^3/seg. de varios ríos representativos.

12 - Caudal promedio anual en m^3/seg. de varios ríos representativos.

13 - Caudal promedio anual en m^3/seg. de varios ríos representativos.

CONSIDERACIONES BASICAS QUE ORIENTAN EL ESTUDIO

En el sentido de evolución, extinción es un proceso natural; los organismos son reemplazados tarde o temprano por otros mejor adaptados; nuevas formas evolucionadas. De esta manera el lugar ecológico, o la parte que una especie ocupa en la comunidad a la cual pertenece, sigue siendo ocupada. Cada vez más el hombre está interfiriendo como un factor ecológico y de esta manera elimina especies con el resultado de que su lugar ecológico queda vacío. Esta eliminación no es reversible - una vez que una especie y la información genética que contiene desaparece -, ésta nunca más puede ser reemplazada.

La eliminación de especies, directa o indirectamente por acciones del hombre, se efectúa a paso acelerado. El hombre, como el mamífero dominante sobre la tierra, ha efectuado más cambios radicales, especialmente en las últimas décadas, que cualquier otro agente durante los tres mil millones de años de vida sobre la tierra. Técnicamente, el hombre cada vez más modifica y elimina comunidades naturales, desforestando, drenando sus campos, ganando tierra al mar y provocando contaminación del aire y el agua con residuos domésticos e industriales y el uso de materiales químicos tóxicos como el DDT y otros.

Debido a su notoriedad y a la presión social que existe al respecto, se ha enfocado la atención sobre la eliminación de mamíferos y aves. Se estima que desde el año 1600, aproximadamente 40 especies de mamíferos y 95 especies de aves han sido extinguidas; centenares de otras especies se considera que están en peligro de extinción, amenazados no solamente por el cambio de hábitos y destrucción, sino también por productos químicos, la demanda feroz de animales domesticados y pieles, caza incontrolada y la introducción

de exóticos animales rapaces. No tenemos datos precisos de los muchos miles de especies de plantas, insectos y otros invertebrados y microorganismos que han desaparecido. Muchos ecólogos temen que la irresponsabilidad del hombre pueda llegar a la eliminación de algunas de las especies claves, como las pequeñas plantas flotantes en el mar, el fitoplancton, del cual, como sabemos, depende la continuidad de vida sobre la tierra. Debemos darnos cuenta de que el hombre es una parte integral de la biosfera y su sobrevivencia depende del mantenimiento del proceso natural.

¿ Qué puede hacer el costarricense para invertir esta tendencia?

Como ciudadanos estamos en la obligación de:

1) Respaldar los programas de natalidad. Si estamos conscientes de que la población mundial se duplicará en los próximos 35 años para alcanzar un total de siete mil millones de habitantes, con el resultado de un impacto sobre el ambiente mucho mayor que el de la población actual. La verdad del dicho "sin el control de la natalidad todo está perdido", es obvio.

2) Respaldar organizaciones como la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales y el Fondo de la Vida Silvestre Mundial, ambos dedicados a la conservación de especies en peligro y al uso racional de nuestros recursos naturales.

3) Respaldar programas y agencias involucradas en el aminoramiento y eliminación de la contaminación ambiental y al mismo tiempo, ejercer influencia en este sentido, en todos los sectores de actividad del país.

4) Respaldar una evaluación crítica sobre proyectos que tendrían un efecto

sobre el ambiente natural, como el drenaje de suampos, construcción de represas y diques, conquista de tierras al mar y localización de proyectos industriales. Si existen razones convincentes para la realización de algunos proyectos, entonces insistir en que los daños ambientales sean los mínimos.

5) Respaldar leyes que prohiben la explotación de especies en peligro de extinción para consumo humano, pieles y para ser domesticadas.

6) Respaldar establecimientos de reservas forestales y santuarios de vida silvestre.

7) Fomentar y participar en programas educacionales destinados a obtener los objetivos antes mencionados.

NUESTRA SUPERVIVENCIA COMO ESPECIE PUEDE DEPENDER DE LA ACCION QUE SE EFECTUE EN LOS PROXIMOS 20 AÑOS.

George Knox

Zoologist, Univ. Canterbury

Nueva Zelandia.

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

Si consideramos los proyectos en realización en la zona del Pacífico, como el nuevo Puerto de Caldera, la Carretera Costanera Sur, que va a conectar la República de Panamá con la Carretera Interamericana en Esparza y con las repúblicas del norte en vía directa sin congestionar las vías de comunicación entre los centros urbanos de la Meseta Central; la carretera San José-Ciudad Colón y las carreteras Caldera-El Roble y El Roble-Interamericana, concluimos en que la Carretera Ciudad Colón-Caldera, es una necesidad justificada para completar la red vial esencial de la zona.

El objeto del presente estudio, encomendado por la Dirección General de Vialidad a la firma Econotecnia S.A., se propone analizar los siguientes temas bajo los términos del contrato celebrado entre ambos; bioclima, geomorfología, geología económica, edafología, conservación de suelos, recursos superficiales de aguas, hidrología, flora local, fauna local, conservación de flora y fauna, protección de sitios arqueológicos, históricos y mojones naturales, tenencia de tierra, uso de la tierra, potencial de la tierra, aspectos socioeconómicos y ambientales sobre la nueva ruta Ciudad Colón-Caldera, desalojo de habitantes, aspectos ambientales estéticos y científicos, aspectos de contaminación, aspectos estéticos sobre el alineamiento y gradiente de la carretera, planificación de áreas verdes y descansos, seguridad pública de los caminos.

Aparte de los puntos mencionados, se ha considerado que los siguientes puntos son tan importantes como los que requirió el Ministerio: oceanografía del Golfo de Nicoya, infraestructura, población, ocupación, educación, sueldos y salarios, seguro social, residencia y emigración interna, urbanización y viviendas, comercio, inversiones, planificación y clasificación regional.

La oceanografía del Golfo de Nicoya debe ser considerada debido a que la construcción de la carretera y los planes de desarrollo del Puerto de Caldera y Puntarenas tendrán un efecto negativo sobre la flora y fauna marina por la contaminación de las aguas de los ríos y la costa, debido a la erosión y a la contaminación provocada, que produce un problema socio-económico grave a la población que vive de los recursos del Golfo de Nicoya.

Se considera necesario un estudio profundo de los aspectos geológicos, ya que la zona está caracterizada por su actividad sísmica profunda y tiene muchas fallas geológicas. Para justificar la localización de una nueva carretera es necesario un estudio amplio de la infraestructura existente.

Para poder estimar un impacto socio-económico provocado por una nueva carretera en una zona, se debe tener un conocimiento detallado de la población, su modo de vida, su ocupación, educación, sueldos y salarios, seguro social, y la migración interna.

Fue indispensable analizar el comercio de la zona y su influencia sobre la economía nacional.

Se analizó con las inversiones a corto y largo plazo en la zona, con miras al beneficio que deben aportar a la población en general y en especial a la

población rural. También se consideró necesario estudiar la planificación y clasificación regional, ya que una carretera de tanta importancia para el país, debe ser parte de una planificación en escala nacional.

Como se comprende, el estudio que Econotecnia S.A. ha realizado, va mucho más allá de lo que se solicitó, por cuanto hemos considerado que el proyecto de construcción de esta carretera, tiene repercusiones en ámbito nacional y por lo tanto la construcción no deberá ser analizada en forma aislada, sino como parte de un todo orgánico, que es la red nacional de comunicaciones y los planes nacionales de desarrollo, hasta el punto en que los mismos se han podido desarrollar.

CAPITULO II

PLANIFICACION DEL TRABAJO

PLANIFICACION DEL TRABAJO

Al iniciarse el proyecto se pensó dedicar 45 días al estudio en el campo, pero debido a la existencia de numerosos estudios técnicos específicos ya elaborados sobre la zona, se destinó gran parte del tiempo prescrito a estudios en el campo, para recopilar estos trabajos y hacer los análisis respectivos. Instituciones especializadas que prestaron valiosa colaboración son las siguientes: Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Dirección General de Estadísticas, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Departamento Forestal; Ministerio de Planificación, Ministerio de Economía, Industria y Comercio, Dpto. de Geología, Minas y Petróleo; Universidad Nacional de Heredia, Dpto. de Ciencias Ambientales; Universidad de Costa Rica, Dpto. de Biología y Geología; IICA, CATIE, Biblioteca del IICA, CIDIA; Instituto Meteorológico; I.C.E.; Instituto Geográfico; ITCO; Museo Nacional de Costa Rica; Proyecto Caldera; Fundación Fridrich Ebert; The American Asociation of Planning Officials; Environmental Protection Agency, Oficina Regional de Nueva York.

Por falta de información actualizada de la vegetación, mamíferos y aves, se efectuaron inventarios en la zona.

CAPITULO III

METODOLOGIA

METODOLOGIA

En las investigaciones llevadas a cabo se localizaron varias obras específicas sobre temas relacionados con el presente estudio. Estas obras fueron libremente citadas y en gran parte reproducidas en el Capítulo de Resultados, por tratarse de estudios todavía inéditos y publicados con una divulgación restringida. Se trata específicamente de los siguientes temas con sus respectivos autores:

Clima - AID Resources Inventory Center, Corps of Engineers, U.S. Army (R.I.C.) y Rosales; Geología - R.I.C.; Carballo y Madrigal; Suelos R.I.C.; Configuración de la superficie - R.I.C.; Hidrología - I.C.E. y Serv. Meteorológico de Costa Rica; Vegetación - R.I.C. y Werkle; Fauna de la zona - Handerson y Bussing; Oceanografía del Golfo de Nicoya - León; Recursos Marinos - Bussing; Desarrollo histórico de las vías de comunicación - Hall y Ferrero Acosta; Uso de la Tierra - Spielmann y R.I.C.; Uso potencial de la tierra - R.I.C.; Uso potencial de la tierra - R.I.C.

Para los aspectos socio-económicos y sus subdivisiones, Agropecuario, Comercio e Inversiones, se utilizaron en gran mayoría los datosdel Censo 1973, de la Dirección General de Estadísticas y los datos de los censos de los años 1974 y 1975 hasta donde fue posible. El enfoque en el análisis de las estadísticas fue dirigido hacia los nueve cantones de la zona de influencia, los cuales se analizaron para cada una de las diferentes alternativas para el trazado de la carretera. Los nueve cantones son: Escazú, Puriscal, Mora,

Santa Ana, Turrubares, San Mateo, Atenas, Orotina y Esparta. En todo el estudio los enfoques fueron dirigidos desde las unidades mayores hacia la unidad menor y específica. La razón de este método es que todos los factores ecológicos están relacionados directa o indirectamente, como por ejemplo la contaminación de los ríos en la Meseta Central por el hombre y llevada por los ríos al Golfo de Nicoya, donde afecta directamente a muchas especies marinas, que dependen de aguas limpias de las desembocaduras de los ríos para su procreación y continuación como especies.

CAPITULO IV

R E S U L T A D O S

RESULTADOS

4.1 Clima

4.1.1 Análisis y Conclusiones.

En esta Sección se hace un análisis de los datos que se presentan en los cuadros o tablas, interpretando y concluyendo en las características fundamentales de los principales elementos del clima de la región. Se señalan los principales controles climáticos o mecanismos que regulan el régimen de lluvia, temperatura y vientos, o sean los factores más conocidos que influyen en los elementos que más caracterizan el clima que se estudia.

4.1.2 El régimen de precipitación.

El régimen de lluvia del Valle Central Occidental tiène como rasgo sobresaliente un marcado contraste estacional, que es la principal característica de este clima.

Corrientemente se denomina "verano" a la estación seca, o al período comprendido generalmente entre Diciembre y abril, época durante la cual hay una marcada merma o una interrupción de las lluvias.

Hacia el límite norte y noreste de la región, la merma, mucho menos marcada, se reduce a dos meses (Los Cartagos, El Alto, La Palma, Las Nubes de Coronado), y comprende las zonas altas

o muy expuestas a los vientos predominantes del noreste, que distribuyen más uniformemente la lluvia en esos lugares. Lo mismo se puede decir de otros lugares situados en los pasos o depresiones de La Palma, Zurquí, Gallito, Desengaño y Zarcero. (En Montecristo de Heredia, Monte de la Cruz, a 1875 metros de altitud aproximadamente, en las faldas del Chompipe, se registró un total de 4.459.0 mm durante 1962 en 261 días con lluvia, y la merma se redujo a un mes, marzo con 71.4 milímetros).

Para el valle en su mayor parte, enero, febrero y marzo, pueden considerarse como los meses más secos.

Abril y diciembre son, en el Valle Occidental en general, los meses menos secos del período dentro del cual se señala la estación seca. Abril es en realidad de transición entre el período de sequía y la estación lluviosa o "invierno". Por otra parte, diciembre es, y en la mayor parte del valle desde la segunda mitad de noviembre, época de transición entre el período lluvioso y el de sequía. Pittier (1937) dice que del total de lluvia anual en San José (1823 mm. en el período 1866-1903, con falla de 1881 a 1884), "el 7% solamente o sea 124mm. caen durante el verano, principalmente en los meses de transición o sean diciembre a abril"*. Para el período 1933-1962, del

---

(*) H.Pittier, "Clima de San José", en"Capítulos escogidos de la Geografía Física y Prehistórica de Costa Rica". Volumen I. 1942 Pág.21.

total anual (1918 mm.) el 5.6 % o sea 108 mm.caen durante los mismos cinco meses, correspondiendo a diciembre y abril juntos 84.1 mm.

Hay un factor muy importante que interviene, modificando las características de este período de marcada merma en las lluvias. Son los temporales del Atlántico, de fines y comienzo de año, de noviembre a enero principalmente, y aún hasta febrero, o sea durante los meses de invierno en el hemisferio Norte. Este fenómeno afecta las condiciones climatológicas de la estación seca en el Valle Occidental, sobre todo hacia la parte oriental y en las zonas altas. De ahí resulta que la estación seca no se manifiesta con las mismas características en toda la región.

Tenemos para San José las siguientes peculiaridades de la lluvia durante los meses mencionados de la estación seca. Es importante señalar esos valores extremos que no se aprecian al considerar solamente los promedios de períodos largos.

Diciembre tiene una normal de 46.8 mm. en los últimos 30 años (1933-1962). Diciembre de 1939 registró 127.4; y tomando en cuenta todo el registro de lluvias que se tiene para San José desde 1866 hasta 1962, tenemos: diciembre de 1895 con 153.0; diciembre de 1903 con 133.4; en 1908 con 165.3; en 1926 con 131.8. Solamente diciembre de 1880 fue completamente seco (0.0 mm.).

Enero tiene una normal en los mismos 30 años de 8.2 mm.; en ese mismo período está enero de 1937 con 55.2; y para todo el

registro desde 1866, el máximo de lluvia para ese mes fue de 98.0 en 1867. En los 93 años de registro de lluvias para San José (entre 1866 y 1962), hubo 21 eneros con 0.0 mm.

La normal de febrero para 1933-1962 es de 5.3 mm. En el mismo período tenemos febrero de 1960 con 41.4 y para todo el registro hasta 1962 el máximo de lluvia en ese mes fue de 56.0 en 1867. En 43 años lo fue completamente seco.

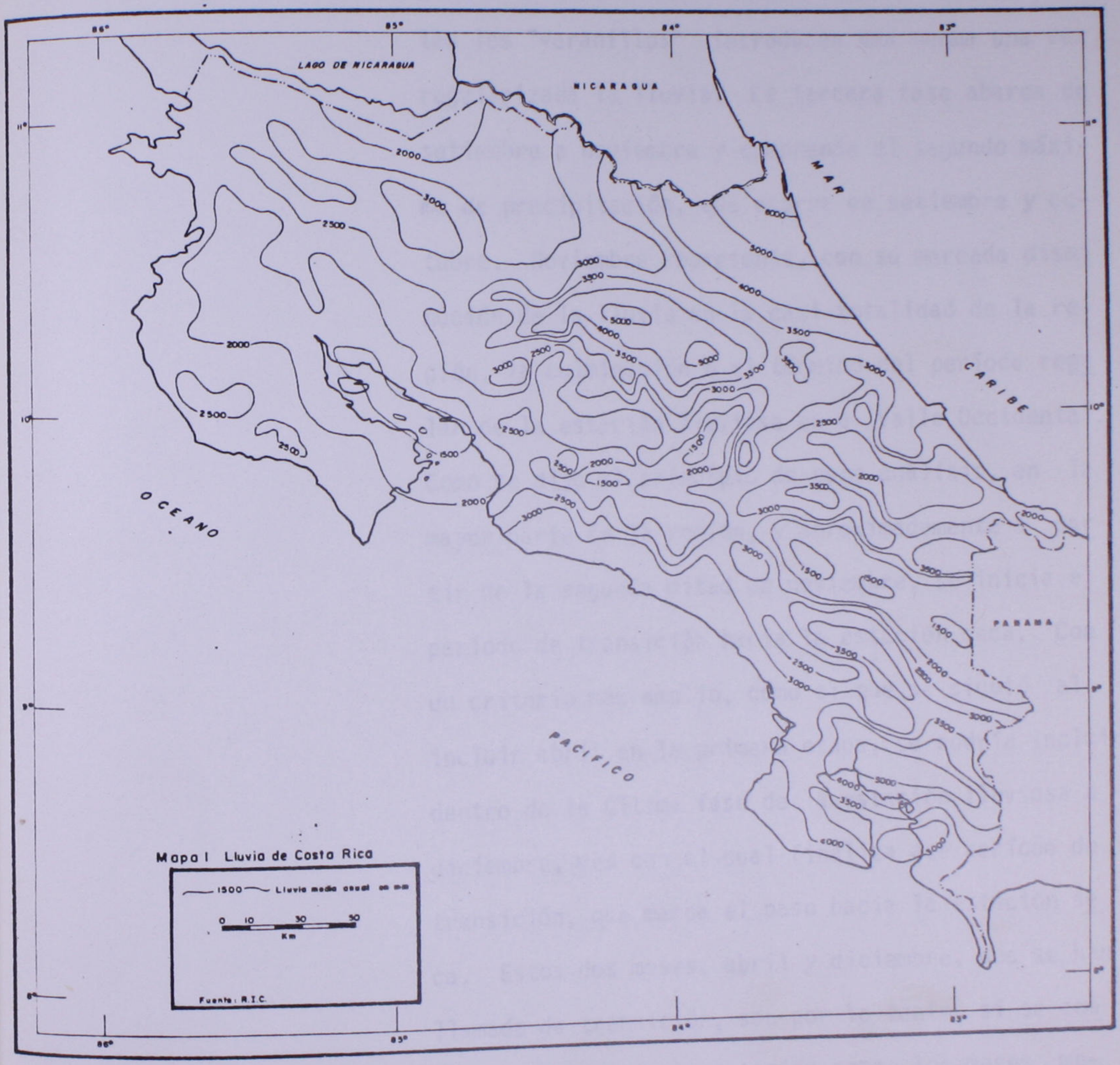
En el período 1933-1962 marzo tiene una normal de 10.4 mm. En ese mismo período está marzo de 1947 con 54.4 mm. En todo el registro tenemos marzo de 1868 con 181.0 y marzo de 1929 con 94.5. Completamente seco lo fue durante 23 años.

La normal de abril en el período 1933-1962 es de 37.3 mm. En el mismo período abril de 1954 registró 122.0 mm. En todo el registro, desde 1866 hasta 1962, tenemos en San José los siguientes años en que abril se puede considerar muy lluvioso, además de 1954 con más de 100 mm.: 1879 con 192.0 mm, 1886 con 187.0; 1896 con 132.0; 1906 con 107.0; 1918 con 112.5; 1919 con 107.2 y 1925 con 123.1. Completamente secos hubo tres abriles solamente en los 93 años de registro hasta 1962 (1877, 1907 y 1946).(mapa 1).

4.1.2.1 La estación lluviosa.

En general, se puede distinguir en la región de estudio, tres fases o etapas en la distribución de la precipitación durante la estación lluviosa. Con abril, mes de transición, se puede dar por iniciada la primera etapa, que abarca además los meses

Mapa I Lluvia de Costa Rica



de mayo y junio, alcanzando este último el primer máximo de lluvia durante el año. Una segunda etapa la forman julio y agosto, meses durante los cuales los "veranillos" introducen una merma una vez regularizada la lluvia. La tercera fase abarca de setiembre a noviembre y comprende el segundo máximo de precipitación, que ocurre en setiembre y octubre. Noviembre representa, con su marcada disminución de la lluvia en la casi totalidad de la región, la culminación o el término del período regular de la estación lluviosa en e Valle Occidental. Como se dijo al principio de este análisis, en la mayor parte de la región, y aproximadamente a partir de la segunda mitad de noviembre, se inicia el período de transición hacia la estación seca. Con un criterio más amplio, como el que se siguió al incluir abril en la primera etapa, se podría incluir dentro de la última fase de la estación lluviosa a diciembre, mes con el cual finaliza ese período de transición, que marca el paso hacia la estación seca. Estos dos meses, abril y diciembre, que se han llamado de transición, son por lo tanto, si se comprenden dentro de la estación seca, los meses menos secos de la misma en la casi totalidad de la región. Solamente en cinco lugares: El Alto La Palma, Las Nubes de Coronado, Los Cartagos, San Isidro y San Rafael de Coronado (los tres primeros en zo-

nas limítrofes), enero resultó ser, en promedio, más lluvioso que abril en los tres primeros lugares, o menos seco que el mismo mes en los dos últimos.

Volviendo al análisis, más en detalle, de la estación lluviosa, tenemos en primer lugar, la regularización de la lluvia en la mayor parte del valle, generalmente a partir de la segunda semana de mayo. Este mes y junio son bastante lluviosos. Como se puede ver en el apéndice, el promedio de la lluvia en mayo en toda la región, es superior a 200 mm.; once de las 36 estaciones climatológicas; dicho promedio es superior a 300 mm. y en cinco es superior a 400 mm. Sin embargo, junio resulta ser aún más lluvioso; así vemos que de los 36 lugares, en 24 es más lluvioso que mayo. El promedio de junio es superior a 200 mm. en 35 de las 36 estaciones; en 21 es superior a 300 mm., en siete superior a 400, y en tres mayor de 500.

La segunda etapa, que comprende los meses de julio y agosto, se caracteriza por una merma de la precipitación, después de un período bastante lluvioso en mayo-junio. Lo anterior se puede constatar cuando se suma en cada lugar de la región ambos períodos por separado. Solamente en dos lugares: El Alto La Palma y Naranjo, la suma de los promedios

de julio y agosto es un poco mayor que la suma de los promedios de mayo y junio. Comparando julio con agosto se observa algo distinto a lo que resulta de la comparación entre mayo y junio. En la mitad de las 36 estaciones, julio y agosto presentan promedios muy parecidos, casi iguales. En 13 lugares agosto tiene un promedio mayor, y en ocho lugares es mayor el de julio; sí cabe señalar que esas diferencias son en general pequeñas. Son dos meses pues, con cantidad de precipitación bastante parecida. Comparando individualmente estos dos meses de la segunda etapa con los dos meses anteriores, también considerados individualmente, tenemos el siguiente resultado: el promedio de mayo es de 23 lugares mayor que el de julio y en 26 lugares mayor que el de agosto. El promedio de junio es mayor que el de julio en 35 lugares y mayor que el de agosto también casi en la totalidad de los casos.

Es importante señalar, en esta segunda fase de la estación lluviosa, la ocurrencia de un fenómeno de gran importancia, sobre todo por las implicaciones que tiene para la agricultura. Se trata de los "veranillos", que introducen una disminución de la lluvia en ese período, y que se pueden manifestar desde junio. El veranillo significa varios días consecutivos sin lluvia o con lluvia inefectiva.

En Costa Rica son típicos en el Valle Central y en el Pacífico seco. Los promedios de lluvia en julio y agosto para el Valle Occidental muestran claramente la relación entre la aparición de los varanillos y la disminución de la lluvia en esa segunda etapa de la estación lluviosa.

Del estudio de Frank Davis (1951), sobre los veranillos, resulta que julio es el mes con mayor frecuencia y de mayor duración de los mismos, con un 67% de probabilidad de que ocurran. En ese mes los veranillos de 4 y 5 días son muy frecuentes, y en varias ocasiones han ocurrido dos veces en el mismo mes, o que uno fuerte en julio continuara en agosto. En julio y agosto el más probable es de 6 días de duración, en cambio en junio es de 4 a 5 días, como promedio. Se destaca en el mismo estudio que es poca la frecuencia de veranillos en junio, en comparación con julio y agosto, y que normalmente hay suficiente precipitación en ese mes, junio, para los fines agrícolas.*

El trabajo de Davis es con base en una serie de observaciones de 29 años para San José y además, datos de otras estaciones climatológicas del Valle Central, hasta 1951. A continuación se hace un

---

(*) Frank Davis "Los Veranillos de San Juan en Costa Rica" 1951.pp.33-36.

análisis de los veranillos con base en los once años siguientes que van hasta 1962, de acuerdo con las observaciones en los siguientes lugares del Valle Occidental: Alajuela y El Coco, Atenas, Avance, Coronado, Grecia, La Argentina de Grecia, Naranjo, Palmares, Rancho Redondo, San Joaquín de Flores, San José, San Ramón, Santa Ana y Turrúcares.

En junio, los veranillos débiles y moderados tuvieron un promedio de 6 días; los fuertes alcanzaron un promedio de 7 días consecutivos. El más fuerte fue de 15 días consecutivos sin lluvia, del 17 de junio al 1° de julio de 1957 en San Ramón.

Ocurrieron dos períodos de veranillo en junio durante los siguientes años observados: 1953 (Alajuela, San Ramón, Turrúcares); 1954 (Atenas); 1957 (Alajuela, Atenas, Grecia, San José, Santa Ana, Turrúcares); 1959 (Santa Ana); 1960 (El Coco, La Argentina, Santa Ana); 1961 (Avance, Naranjo, San Joaquín de Flores, San José, San Ramón, Santa Ana). Tres períodos en el mismo mes ocurrieron en Coronado (1961); y San Ramón (1957 y 1960). El año de 1962 se destacó por ser el único del período (1952-1962) en el cual el fenómeno no se presentó durante junio en toda la región.

En más de la mitad de los años con veranillo en Junio, tal fenómeno ocurrió alrededor o en el día de

San Juan Bautista (día 24), por lo que con toda propiedad se usa corrientemente la denominación de "veranillo de San Juan".

En julio los veranillos débiles y moderados tuvieron un promedio de 5 días; y los fuertes un promedio de 8 días consecutivos. El más fuerte fue de 22 días consecutivos, del 30 de junio al 21 de julio de 1959 en Santa Ana (18 días sin lluvia y 5 con lluvia inefectiva). Ocurrieron dos períodos en julio durante los siguientes años: 1952 (Alajuela, Atenas, Naranjo, Rancho Redondo, San Joaquín de Flores, San José, San Ramón, Turrúcares); 1953 (La Argentina de Grecia, Naranjo, San José, Santa Ana, Turrúcares); 1954 (Atenas); 1955 (Avance); 1956 (Naranjo, Turrúcares); 1957 (La Argentina, Naranjo, San José, Santa Ana); 1958 (Rancho Redondo); 1959 (Avance, Coronado, Grecia, San Joaquín de Flores, San José, San Ramón, Santa Ana); 1962 (Atenas, Avance, Grecia, La Argentina, Palmares, San Joaquín de Flores, San José, San Ramón, Santa Ana, Turrúcares). Tres períodos durante el mismo mes ocurrieron en los siguientes lugares: Avance (1952,1957, 1958); El Coco (1962); Rancho Redondo (1957, 1959); San Ramón (1957); Santa Ana (1952); Turrúcares (1957, 1958).

No hubo ningún julio, de los años observados en el período 1952-1962, sin que se presentara este fenó

meno de sequía en toda la zona.

En agosto los veranillos débiles y moderados tuvie_ ron un promedio de 5 días, mientras que los fuer_ tes alcanzaron un promedio de 8 días consecutivos. El más fuerte alcanzó 12 días consecutivos sin llu_ via en Atenas en agosto de 1954.

Ocurrieron dos períodos en agosto durante los si- guientes años observados: 1952 (Rancho Redondo, San José, Turrúcares); 1953 (Avance, Grecia, La Ar_ gentina, San José, San Ramón, Santa Ana, Turrúcares); 1954 (Alajuela, Avance, Turrúcares); 1956 (Alajuela); 1957 (Atenas, La Argentina, Naranjo, Palmares, Ran- cho Redondo, San Ramón); 1958 (El Coco, Atenas, A- vance, La Argentina, Rancho Redondo, San José); 1959 (Avance, San José); 1960 (El Coco, Atenas, Avance, San Joaquín de Flores, San Ramón, Santa Ana, Turrú_ cares); 1961 (Atenas, La Argentina, Palmares, Turrú_ cares); 1962 (Santa Ana). Tres períodos durante el mismo mes de agosto ocurrieron en los siguientes lugares: Alajuela (1952, 1957, 1961); Atenas (1959); Avance (1957, 1961); Rancho Redondo (1953); San Joa_ quín de Flores (1961); San José (1957, 1961); Santa Ana (1952, 1954, 1957, 1958, 1961); Turrúcares (1957, 1958). No hubo ningún agosto de los años observa- dos, en el período 1952-1962, sin veranillo en toda la región.

Se puede concluir reafirmando la mayor y más fuerte ocurrencia de este fenómeno en los meses de julio y agosto. Mientras que en junio hubo solamente tres veranillos más fuertes, de 10 días y más durante los años observados del período 1952-1962, en julio y agosto hubo 15 muy fuertes en cada uno. Y considerando el número total de días comprendidos dentro de los veranillos en cada uno de los tres meses (junio, julio y agosto), tenemos el siguiente cuadro en el cual se incluyen 8 lugares, en los que se observaron junio, julio y agosto durante los once años y que muestra claramente el predominio con número de días de sequía en los meses de julio y agosto.

Cuadro 1

Total de días de veranillo para junio, julio y agosto, por estación, durante 11 años observados

Estación		Junio	Julio	Agosto
Alajuela - El Coco	(11 años)	55 días	70 días	101 días
Avance de Tres Ríos	(11 años)	44	109	89
Coronado	(11 años)	29	27	49
La Argentina de G.	(11 años)	30	48	72
Rancho Redondo	(11 años)	22	90	90
San Joaquín de Flores	(11 años)	38	73	66
San José	(11 años)	44	85	102
Santa Ana	(11 años)	69	108	140
		331	610	709

La tercera etapa de la estación lluviosa se caracteriza por registrar el máximo de lluvia durante el año, el cual ocurre en setiembre y octubre. Los datos observados lo comprueban claramente, al comparar en cada lugar la suma de los promedios de ambos meses con la suma de los promedios de mayo y junio, meses que registran el primer máximo de lluvia en la primera etapa.

En 24 de los 36 lugares incluidos, la lluvia de setiembre y octubre juntos observaron un porcentaje que va desde 35 hasta 43 por ciento de la lluvia anual.

Comparando setiembre y octubre individualmente con cada uno de los cuatro meses anteriores de la estación lluviosa, tenemos: 30 de los 36 lugares, el promedio de setiembre es mayor que el promedio de cada uno de esos cuatro meses (mayo, junio, julio y agosto). En 33 lugares el promedio de setiembre es mayor de 300 mm, mayor de 400 en 13, mayor de 500 en 5, y en 2 mayor de 600 mm.

El promedio de octubre es mayor que el de cada uno de los meses de mayo, junio, julio y agosto en 31 de los 36 lugares. En 33 lugares es mayor de 300 mm.; mayor de 400 mm en 15; mayor de 500 mm en 6; y mayor de 600 mm en 3.

En cuanto a la comparación entre setiembre y octu-

bre, resulta que en 18 lugares el promedio de octubre es mayor, y en unos 7 son similares, por lo que se puede considerar a octubre el mes más lluvioso del año en la mayor parte de la región.

Así como la disminución de la lluvia en julio y agosto está asociada con los veranillos, el marcado aumento de la misma en setiembre y octubre está relacionada con otro fenómeno atmosférico de gran trascendencia como son los "temporales" que significan una precipitación persistente, y que a veces, con interrupciones o quiebres se presentan durante varios días consecutivos. Elliot Coen (1957) dice:

"Por temporal se entiende una lluvia persistente que ocurre anormalmente por la madrugada y mañana durante más de 9 horas consecutivas, con intensidad que puede ser variable. El cielo permanece cubierto durante uno o más días, las temperaturas máximas alcanzan valores mínimos. El techo es bajo y la visibilidad muy restringida. En Costa Rica los temporales tienen una frecuencia de 3 ó 4 por año".*

En nuestro país se distinguen dos tipos de temporal: del Atlántico y del Pacífico. Aunque pueden ocurrir en cualquier época de la estación lluviosa, los temporales del Pacífico tienen su mayor incidencia en los meses de setiembre y octubre, mientras que los

---

(*) Elliot Coen "Las inundaciones de 1955. Problemas de prevención" Pág.1.

del Atlántico, típicos de esa vertiente, ocurren principalmente de noviembre a enero y afectan también, según se apuntó al comienzo de este capítulo, la parte oriental o los lugares altos de la región en estudio.

Los temporales constituyen los disturbios atmosféricos que mayores desastres ocasionan en Costa Rica. Las consecuencias inmediatas de ellos son las inundaciones, que afectan toda actividad humana, y desde luego con mayor razón a la actividad agrícola. En el estudio de Coen sobre las inundaciones de 1955, aparece la siguiente información que puede ilustrar sobre la magnitud de las pérdidas ocasionadas por uno de los temporales más desastrosos ocurridos en el país, como fue el de octubre de 1955, que azotó severamente la vertiente del Pacífico, y que se caracterizó además de las lluvias excesivas, por el promedio de horas de lluvia durante cuatro días consecutivos, que fue de 18 horas por día. "El Banco Nacional de Costa Rica hizo un intento de avalúo y por otro lado empresas particulares estimaron sus pérdidas. La opinión de varias personas que participaron en dichos trabajos, es la de que el monto total de las perdidas, asciende a más del centenar de millones de colones; o sea más del doble de las pérdidas origina

das por el temporal de 1954, causado por el Huracán Hazel." *

Del informe del Banco Nacional de Costa Rica se desprende que un 60% de las pérdidas se debieron a la erosión de las aguas, interrupción de las vías de comunicación; es decir, a causas que solamente podían haber sido prevenidas mediante obras de construcción como son: las canalizaciones, los embalses, etc.

El 34% restante de las pérdidas materiales tuvo por causas principales las siguientes:

15% a siembra tardía. El agricultor sembró de acuerdo con la costumbre en la región. En el momento del temporal, la planta no se encontraba lo suficientemente desarrollada, o bien el grano sin germinar fue lavado por las aguas.

10% a recolecta tardía de la cosecha. El caso fue típico en el maíz, cultivo del cual el agricultor acostumbra dejar la cosecha en la mata agobiada; a la hora del temporal el tiempo disponible no alcanzó para recoger la cosecha.

5% se perdió debido al abandono de la mercadería almacenada en lugares expuestos o de fácil acceso

---

(*) En "La República" del 24 de octubre de 1954, se estima una pérdida arriba de cinco millones de dólares solamente para la United Fruit Co., en Costa Rica, ocasionada por el temporal de octubre de 1954. Informa además que diez personas perecieron en diversos lugares a causa de la inundación.

de las aguas.

4% de las pérdidas fueron debidas a falta de asistencia. Por ejemplo, no hubo tiempo de preparar drenaje o limpiar el campo con el objeto de que las aguas fluyeran sin causar mayores daños." *

Anormalmente, las condiciones de temporal en el Pacífico se pueden presentar o prolongar hasta los primeros días de noviembre, como ocurrió por ejemplo en 1961. Aunque el Valle Central Occidental, según se dijo, corrientemente se ve afectado por los temporales del Atlántico, son los del Pacífico los que lo afectan en mucho mayor proporción, aportando el exceso de precipitación que se señaló para setiembre y octubre.

Tenemos los siguientes datos de precipitación, mayores de 100 milímetros en un día y de 700 milímetros para el mes, en el Valle Occidental, en octubre de 1955.

(*) Elliot Coen. "Las inundaciones de 1955. Problemas de prevención". Pág. 6.

Cuadro 2

Precipitación mayor de 100 mm. en un día y de 700 mm en el mes, en el Valle Central Occidental, en octubre de 1955

En un día:

Alajuela	199.1 mm.	San Isidro de Coronado	162.6 mm.
Avance	154.0	San Joaquín de Flores	170.2
Curridabat	124.5	San José	112.6
Grecia	330.2	Santa Ana	133.5
La Argentina	195.2	San Ana (San Joaquín)	165.1
Naranjo	146.0	Tres Ríos (Hda.Concepción)	124.0
Palmares	183.4	Turrúcares	175.0

En el mes:

Avance	803.0 mm.	Palmares	770.0 mm.
Curridabat	743.0	Coronado	712.0
Grecia	777.4	Santa Ana (San Joaquín)	703.6
La Argentina	893.2	Tres Ríos (Hda. Concepción)	815.3
Naranjo	884.5		

Sin embargo, la lluvia fue mayor en otras zonas del país, donde el temporal azotó con mayor intensidad. Por la importancia que tienen estos datos se dan a conocer a continuación:

Cuadro 3

Precipitación máxima en un día y en el mes registrada en varios lugares del país, en octubre de 1955

En un día:		En el mes (octubre 1955):	
Bartolo, Quepos	213.4 mm	Bartolo, Quepos	1528.6 mm.
Bonita, Quepos	279.4	Bonita, Quepos	1534.9
El Paso, QUepos	214.4	Corredor, Golfito	1277.6
Esparza	197.0	El Paso, Quepos	1612.4
Jorco	228.6	Esparza	1029.5
Los Angeles, Parrita	256.5	Esquinas, Golfito	1144.5
Marítima, Quepos	233.7	Jorco	884.4
Orotina	275.6	Los Angeles, Parrita	1562.6
Palo Seco, Parrita	281.9	Marítima, Quepos	1483.4
Pocares, Parrita	268.7	Orotina	939.2
Silencio, Quepos	254.0	Palo Seco, Parrita	1551.7
San Isidro del General	333.8	Palmar	1249.2
San Marcos de Tarrazú	286.0	Playa Blanca, Osa	1413.5
San Miguel de Barranca	201.8	Pocares, Parrita	1423.9
Villa Mills	218.2	Quepos	1419.4
Volcán, Buenos Aires	226.1	San Isidro del General	1278.1
Zarcero	306.0	San Miguel de Barranca	973.3
		Silencio, Quepos	1562.9
		Villa Mills	1108.0
		Volcán, Buenos Aires	1209.6
		Zarcero	1004.0

Para Guanacaste, otra de las regiones gravemente afectadas, tenemos los siguientes datos:

Cuadro 4

Precipitación máxima en un día y en el mes registrada en octubre de 1955, en varios lugares de Guanacaste

Lugar	En un día	En el mes
Cañas	160.5 mm.	770.5 mm.
Filadelfia	149.1	708.5
Liberia	119.1	817.5
Nicoya	133.4	877.4
Quebrada Grande	168.4	1055.0
Santa Cruz	177.8	818.2
Tilarán	177.8	847.9

Finalmente, es importante apuntar que durante el temporal de Octubre de 1954, se registraron los valores extremos de la lluvia para un día y para un mes observados en varios lugares de la zona bananera del Pacífico.

Cuadro 5

Precipitación máxima ocurrida en un día y en un mes, durante octubre de 1954, en varios lugares de la zona bananera del Pacífico

En un día		En un mes	
Finca 16, Distrito Sierpe	381.0 mm	Juan Hernández, Golfito	2114.3 mm
Finca 11, Pozo	350.5	Playa Blanca, Golfito	2096.5
Finca 14, Distrito Sierpe	342.9	Conte, Golfito	2033.0
Finca 15, Distrito Sierpe	317.5	Finca 15, Distrito Sierpe	1974.1
Palmar Norte	317.5	Rincón, Osa	1795.2
		Finca 11, Pozo	1788.4

La tercera etapa de la estación lluviosa termina con noviembre, finalizando así el período regular de las lluvias, Este mes, en la casi totalidad de los lugares de la región, tiene un promedio de lluvia que es sensiblemente menor al de todos los meses anteriores.

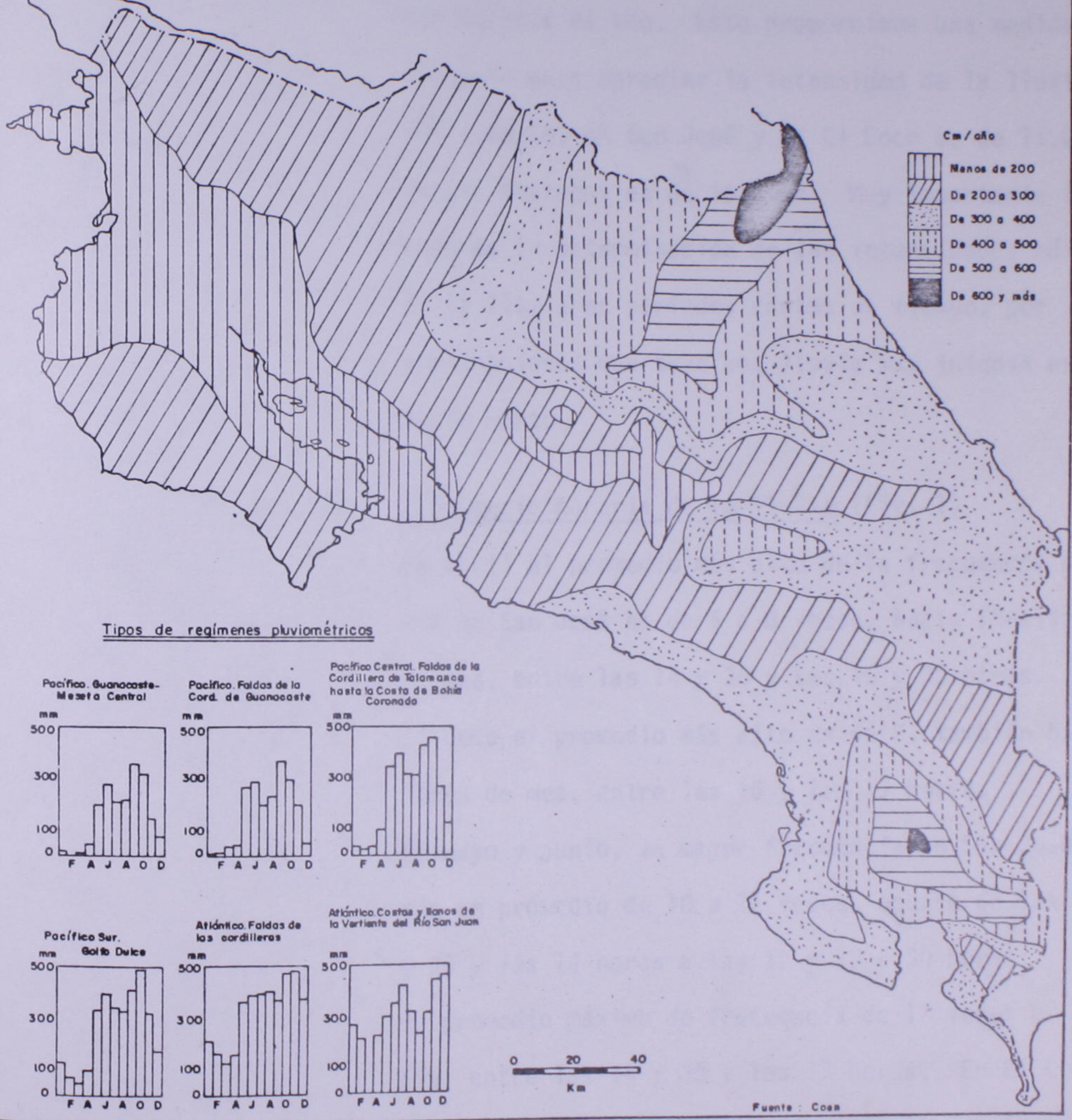
Es muy importante anotar en cambio, que en las zonas de mayor precipitación, hacia las partes altas o limítrofes del Norte y Noreste, donde la lluvia está más distribuida durante todo el año, noviembre y diciembre también, son meses muy lluviosos (laguna de Fraijanes, Los Cartagos, El Alto La Palma, Las Nubes de Coronado). En el Alto La Palma y Las Nubes de Coronado, noviembre resulta ser, como promedio, el

mes más lluvioso. Sin embargo se debe insistir que la mayor parte del Valle Occidental, a partir de la segunda mitad de noviembre, generalmente se observa una marcada disminución de la lluvia, iniciándose a sí el período de transición, que se extiende a diciembre. (Mapa 2).

4.1.2.2 Días con lluvia.

Es importante notar también en el régimen pluviométrico del Valle Central Occidental el número de días con lluvia, (de 0.1 mm. por lo menos). Ello conduce a apreciar la forma en que se distribuye la precipitación durante el año. La precipitación en la mayor parte de la región está distribuida en forma bastante irregular: desde 120 a 125 días con lluvia durante el año en algunos lugares; hasta 241 días en las Nubes de Coronado. La actividad agrícola y ganadera, por ejemplo, está sujeta principalmente a la forma en que se distribuye la lluvia, puesto que unos pocos días aún con aguaceros fuertes, no significa lo mismo a que la precipitación esta distribuida durante un mayor número de días durante el año. Mientras que en Coronado, en la Laguna de Fraijanes, Los Cartagos y Las Nubes de Coronado, la lluvia cae en el 58, 61, 64 y 67 por ciento respectivamente de los 360 días del año; hay algunos lugares donde cae solamente en un 33 ó 34 por ciento de los 360 días.

Mapa 2
Mapa Pluviométrico de Costa Rica



Tipos de regímenes pluviométricos

Fuente : Coen

En San José la lluvia cae en el 48 por ciento.
La intensidad media diaria puede obtenerse dividiendo la lluvia anual entre el número de días con lluvia durante el año. Esto proporciona una medida conveniente para apreciar la intensidad de la lluvia; por ejemplo, en San José y en El Coco es de 11.0 mm. en Los Cartagos es de 16.9 mm. Muy importante tambien es la determinación de las intensidades máximas de la lluvia en períodos cortos de tiempo, por las implicaciones que trae una lluvia muy intensa en un lapso corto.

4.1.2.3 Frecuencia horaria de la lluvia (Fig. 1)

En abril el promedio más alto de la frecuencia horaria en San José es de 6 a 8 veces, hacia finalizar el mes, entre las 14 y 30 y las 16 y 30 horas. En El Coco el promedio más alto es de 8, también hacia fines de mes, entre las 16 y las 17 horas.
En mayo y junio, la mayor frecuencia en San José, con un promedio de 10 a 12 veces, ocurre de las 13 y 30 y las 14 horas a las 17 y 17 y 30 horas; con un promedio máximo de frecuencia de 12 veces en junio, entre las 14 y 30 y las 17 horas. En El Coco, en esos dos meses, el promedio más alto de frecuencia es de 10 a 14, de las 14 y 14 y 30 a las 18 y 19 horas en mayo, y hasta las 19 y 30 horas en junio; teniendo junio una mayor ocurrencia, de 14 veces,

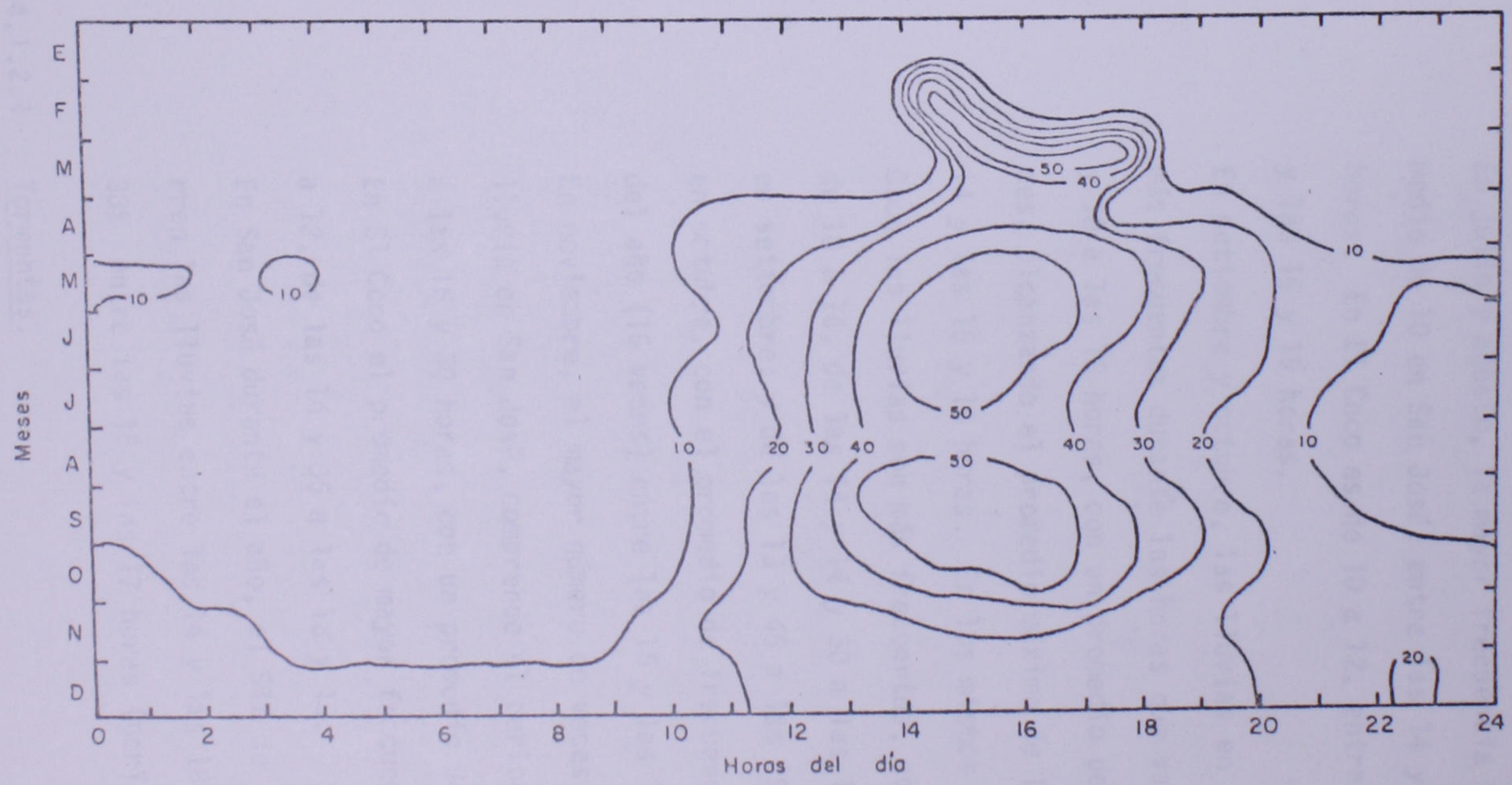


Fig. 1 Promedio de la frecuencia horario mensual de la lluvia en por ciento. San José (1948-1962)
Fuente: Tesis de Geografía del Lic. Amán Rosales C. 1966

entre las 16 y las 17 y 15 horas.

En julio y agosto, la mayor frecuencia tiene un promedio de 10 en San José, entre las 14 y las 16 y 30 horas. En El Coco es de 10 a 12, entre las 14 y 30 y las 16 y 15 horas.

En setiembre y octubre, las lluvias en San José son más frecuentes durante las horas que van de las 12 y 30 a las 18 horas, con un promedio de 10 a 14 veces, alcanzando el promedio máximo de 14 entre las 14 y las 16 y 15 horas. En los mismos meses en El Coco las lluvias son más frecuentes, con un promedio de 10 a 16, de las 14 y 14 y 30 a las 18 y 19 horas en setiembre; y de las 13 y 45 a las 19 y 30 horas en octubre, con el promedio de frecuencia más alto del año (16 veces) entre las 15 y las 17 horas.

En noviembre, el mayor número de veces que ocurre la lluvia en San José, comprende el período de las 13 a las 16 y 30 horas, con un promedio de 8 a 10 veces. En El Coco el promedio de mayor frecuencia es de 10 a 12, de las 14 y 30 a las 18 y 45.

En San José durante el año, el 51% de las veces ocurren las lluvias entre las 14 y las 18 horas, y el 33% entre las 15 y las 17 horas (período 1948-1962).

4.1.2.4 Tormentas.

Las tormentas eléctricas o "rayerías" son muy frecuentes en la región durante los meses de la esta-

ción lluviosa, período durante el cual predominan los vientos débiles y las corrientes ascendentes, lo cual favorece la formación de nubes convectivas o de gran desarrollo vertical, como los cúmulo-nimbos, que son las nubes típicas de tormenta y de aguaceros fuertes. Dichas nubes alcanzan su máximo desarrollo generalmente en las primeras horas de la tarde, después de un intenso calentamiento en la superficie.

(El tipo de nube que más frecuentemente origina tormenta es el cúmulo-nimbo, si bien puede haber cúmulo-nimbos sin que llegue a ocurrir tormenta).

Las horas de más tormenta, por lo tanto, coinciden con las horas de mayor frecuencia para la lluvia, o sea después de medio día hasta avanzada la tarde o primeras horas de la noche.

Setiembre aparece como el mes con mayor número de días con tormenta, llegando a tener un promedio de 11 días en Santa Ana y 10 días en San Joaquín de Flores y San José. Noviembre es el mes de la estación lluviosa con menor número de días con tormenta, con un promedio de 2 a 3 días en la región, promedio muy parecido al de abril (2), que es el mes de transición entre la estación seca y la lluviosa en el Valle.

Los promedios anuales más altos son de 55 días en

Santa Ana (Período 1955-1962), 50 en San Joaquín de Flores (1944-1962), y 48 en San José (1934-1946 / 1948-1962); habiéndose observado años que han alcanzado los siguientes máximos: 111 días en Santa Ana en 1958; 85 días en San José en 1954; 83 días en San Joaquín de Flores en 1946 y 1947.

4.1.2.5 Distribución anual de la lluvia (Mapa 3,4,5,6,7)

El mapa pluviométrico representa la lluvia anual en el Valle Central según Elliot Coen (1961), y dentro del mismo la región en estudio, o sea el Valle Central Occidental, ajustándose al período 1950-1960. Teniendo así un período uniforme, comparable en todos los lugares, se puede analizar y describir en conjunto la distribución de la lluvia anual en la región.

De mayor a menor precipitación, se observa en primer lugar que las zonas de máximo de lluvia, con un promedio anual mayor de 3500 milímetros (350 cm. en el mapa), ocupan una situación limítrofe al Norte y Noreste del Valle: Los Cartagos, faldas del Chompipe, El Alto La Palma, Las Nubes de Coronado, etc.

Una segunda zona, de 3000 a 3500 milímetros (300 a 350 cm. en el mapa) ocupan también las partes más altas y las faldas meridionales del Poás y del Barba.

La tercera zona tiene sus límites pluviométricos entre 2750 y 3000 milímetros como promedio (275 a

NICARAGUA

COSTA RICA

PANAMA

OCEANO PACIFICO

MAR CARIBE

Lago de Nicaragua

CORDILLERA DE GUANACASTE

CORDILLERA CENTRAL

CORDILLERA DE TALAMANCA

LIBERIA

Bagaces

Cañas

Sta Cruz

Nicoya

Golfo de Nicoya

PUNTARENAS

Esparta

Orotina

Santiago

San Ignacio

Sta María

Quepos

San Isidro

Buenos Aires

Palmar

Pto Cortés

San Vito

Golfito

Villa Neily

Pto Jiménez

Canoas

Corredores

Paso Canoas

Río Sixaola

Bonifacio

Sixaola

Guápiles

Siquirres

LIMON

Pandora

Pto Viejo

Río Colorado

Upala

Los Chiles

Upala

Tilarán

Juntas

Quesada

San Ramón

Naranjo

Grecia

Palmares

ALAJUELA

HEREDIA

SAN JOSE

Turrialba

CARTAGO

Paraíso

Atenas

Tarrazú

Puriscal

Aserrí

Escazú

Mora

Tres Ríos

Curridabat

Moravia

Tibás

Goicoechea

Santa Ana

Alajuelita

Desamparados

Barva

Heredia

Santo Domingo

Santa Bárbara

San Rafael

San Isidro

Belén

Flores

San Pablo

Poás

Vara Blanca

Río Frío

Sarapiquí

Puerto Viejo

Río Toro

Río Claro

Río Grande

Térraba

Río Pirrís

Río Parrita

Río Tárcoles

Río Virilla

Río Reventazón

Río Pacuare

Río Chirripó

Río Sarapiquí

Río Frío

Río Peje

Río Tempisque

Río Bebedero

Río Corobicí

Río Colorado

Río Cuarto

Río Sucio

Río Zapote

Río Barranca

Río Grande de Tárcoles

Río Grande de Térraba

Río Coto Brus

Río Sierpe

Río Diquís

Río Esquinas

Río Corredores

Río Golfito

Río Coto

Río Sixaola

Río Estrella

Río Banano

Río Matina

Río Pacuare

Río Reventazón

Río Chirripó

Río Sarapiquí

Río Frío

Río Peje

Río Tempisque

Río Bebedero

Río Corobicí

Río Colorado

Río Cuarto

Río Sucio

Río Zapote

Río Barranca

Río Grande de Tárcoles

Río Grande de Térraba

Río Coto Brus

Río Sierpe

Río Diquís

Río Esquinas

Río Corredores

Río Golfito

Río Coto

Río Sixaola

Río Estrella

Río Banano

Río Matina

0 10 20 30 40 50 km

Mapa 3

CANTIDAD Y DISTRIBUCION ANUAL DE LLUVIAS

Meses secos

0 1

2 3

4

5

Los meses secos se calcularon utilizando el índice de aridez de De Martonne/ Lauer

$$I = \frac{12 \cdot p}{t + 10}$$

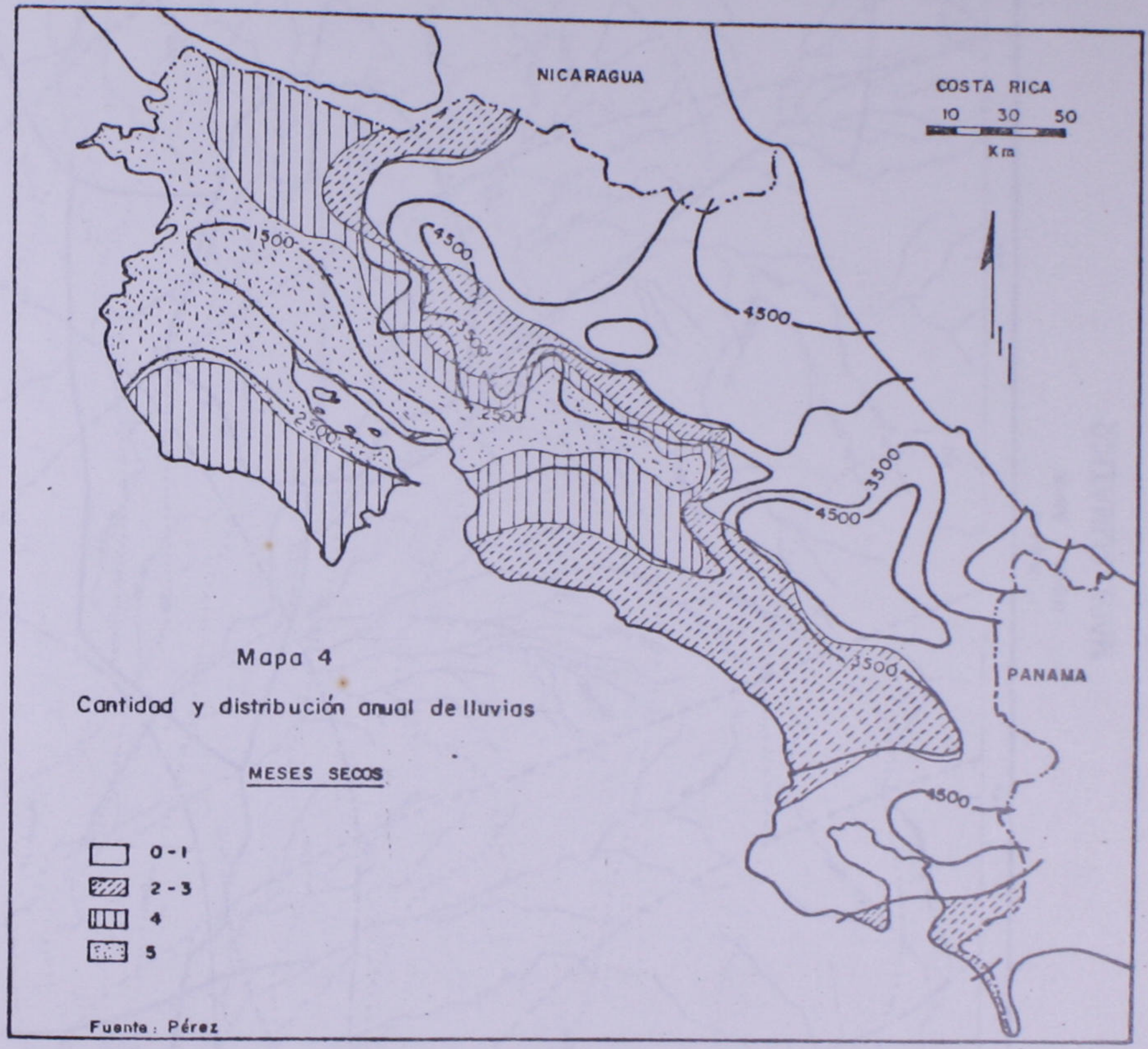
t : Temperatura media mensual en °C

p : Precipitación media mensual en mm

I = < 20 Mes seco

3500 Isoyetas en mm (aproximado)

Fuente : Nuhn



Mapa 4

Cantidad y distribución anual de lluvias

MESES SECOS

0-1
2-3
4
5

Fuente: Pérez

Mapa 5

HOJA ABRA

MAPA CLIMATICO

LEYENDA

- Isoyetas anuales en cm
- Isotermos anuales en °C
- Estación acoseca en meses
- Carreteras en proyección
- Ferrocarril
- Ríos y quebradas

Aprobó : W. Albertin

Dibujó : Emilio Ortiz C.

Escala 1:50.000

Fecha : Diciembre 1978

Mapa 6

HOJA RIO GRANDE

MAPA CLIMATICO

LEYENDA

- ····200···· Isoyetas anuales en cm
- ——25—— Isotermas anuales en °C
- — — 2 — — Estación acaseca en meses
- Carreteras en proyección
- Ferrocarril
- Ríos y quebradas

Aprobó : W. Alberth

Dibujó : Emilia Ortiz C.

Escala 1:50.000

Fecha : Diciembre 1978

Mapa 7

HOJA BARRANCA

MAPA CLIMATICO

LEYENDA

- 200 — Isoyetas anuales en cm
- 25 — Isotermas anuales en °C
- 2 — Estación ecosaca en meses
- Carreteras en proyección
- Ferrocarril
- Ríos y quebradas
- Carretera

Aprobó : W. Alberlin

Dibujó : Emilio Ortiz C.

Escala 1:50.000

Fecha : Diciembre 1978

300 cm.), y también abarca partes altas hacia las faldas del Poás y del Barba.

En la cuarta zona los promedios varían entre 2500 y 2750 milímetros (250 a 275 cm.), y está situada hacia el Sur y hacia el Este de la tercera zona. Tacacorí de Alajuela, El Avance de Tres Ríos, Rancho Redondo, etc., están dentro de dicha zona.

La quinta zona comprende lugares con promedio entre 2250 y 2500 milímetros (225 a 250 cm.): Naranjo, La Argentina de Grecia, San Isidro de Coronado, etc.

En el Sureste del Valle Occidental, hacia su límite montañoso, hay otra zona con igual precipitación, dentro de la cual están Aserrí, Tarbaca, etc.

Más al sur está la zona de 2000 a 2250 milímetros como promedio (200 a 225 cm.), donde se encuentran Curridabat, San Joaquín de Flores, Alajuela, etc.

Ocupando una situación bastante céntrica en el Valle está una zona con un promedio anual de 1750 a 2000 milímetros (175 a 200 cm.), la cual abarca lugares como: El Alto de Ochomogo, Desamparados, San José, El Coco, Heredia, San Antonio de Belén, Turrúcares, Ciruelas, Palmares, San Ramón, etc.

Hacia el Suroeste está la zona de menor precipitación de 1500 a 1750 milímetros como promedio anual (150 a 175 cm.), donde se encuentran Atenas, Villa Colón, Santa Ana, etc.

4.1.2.6 Variabilidad de la precipitación.

No obstante el ritmo periódico de la lluvia, se presentan variaciones en cuanto a la cantidad de la misma de un año a otro. Asímismo se registran oscilaciones bastante amplias en la altura de la lluvia de los mismos meses en distintos años.

En San José, la variabilidad con respecto a la normal anual en los últimos 30 años (1917.8 mm.), es del 15 al 18 por ciento en más o en menos, según la fórmula de Biel y Conrad, con un 60 a 68 por ciento de probabilidad. En ese mismo período de 30 años (1933-1962), los valores anuales extremos fueron de 2989.5 mm. para el año más lluvioso (1944), y de 1093.6 mm. para el año más seco (1930); ambos extremos de la lluvia también para todos los años observados (1866-1962 con falla de 1881 a 1884), o sean 93 años.

4.1.3 La temperatura (Fig. 2,3,4,5,6)

En este estudio climatológico se ha incluido una región muy amplia comprendiendo el Valle Central Occidental, con altitudes que van desde unos 600 hasta más de 2000 metros. Por lo tanto es lógico observar dentro de la misma, las diferencias de temperatura que las diferencias de altitud impone.

No obstante, la principal característica de la temperatura en todos los lugares de la región es su marcada regularidad durante el año. Esta característica, propia de los climas de las

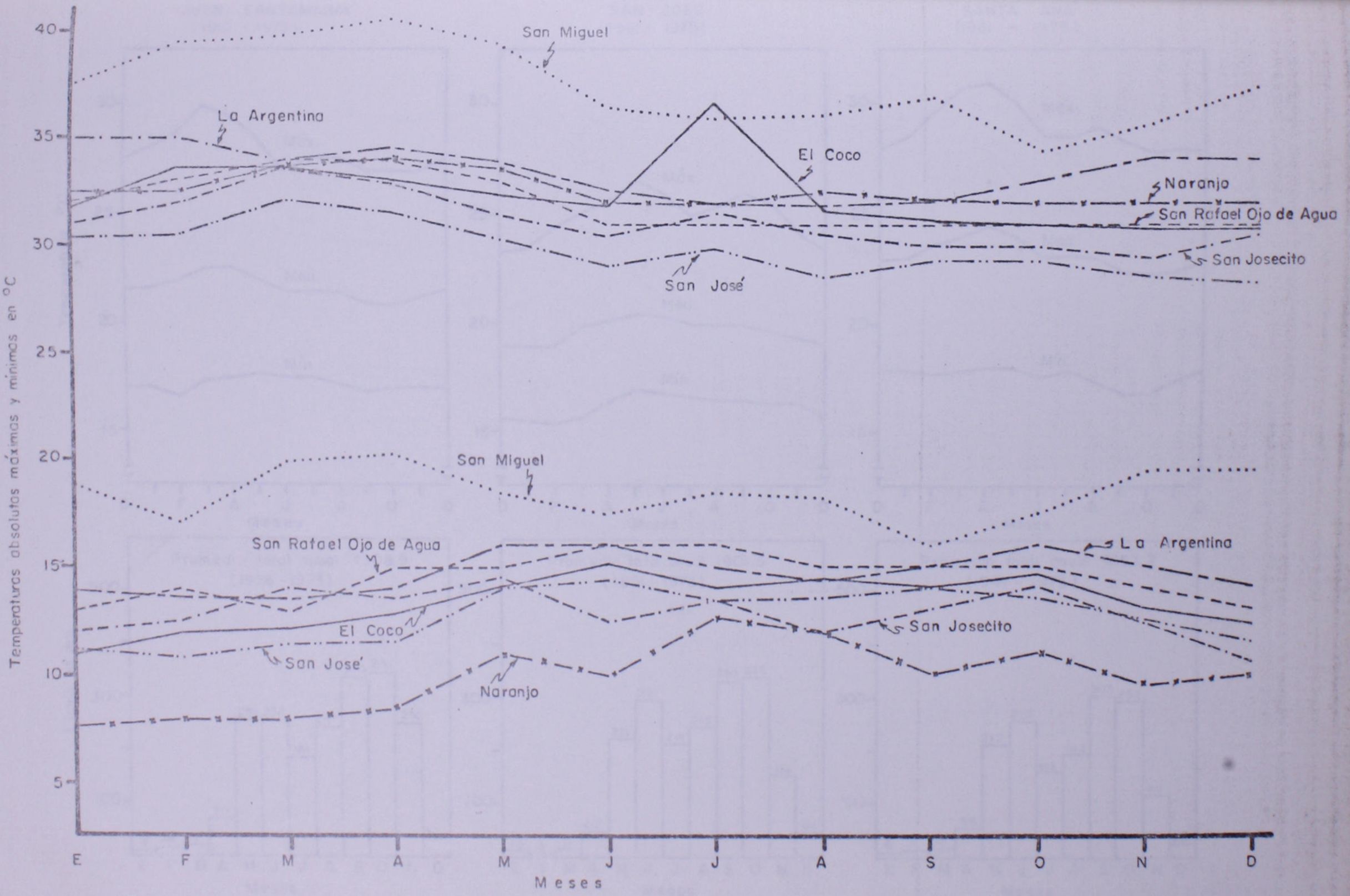


Fig. 2 Temperaturas absolutas máximas y mínimas por mes de los años 1961 - 1970

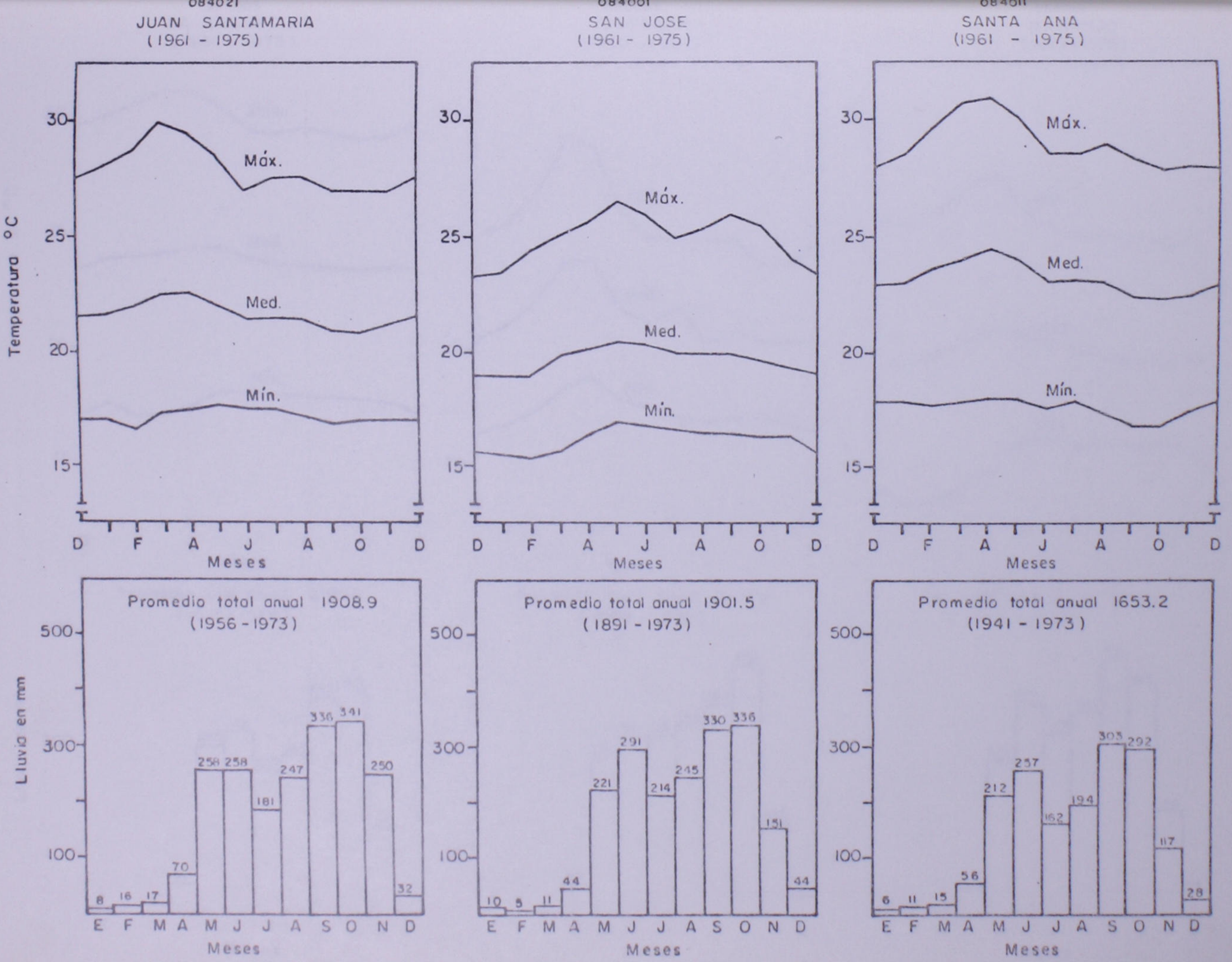


Fig. 3 Temperaturas y lluvias promedios mensuales de Juan Santamaría, San José y Santa Ana

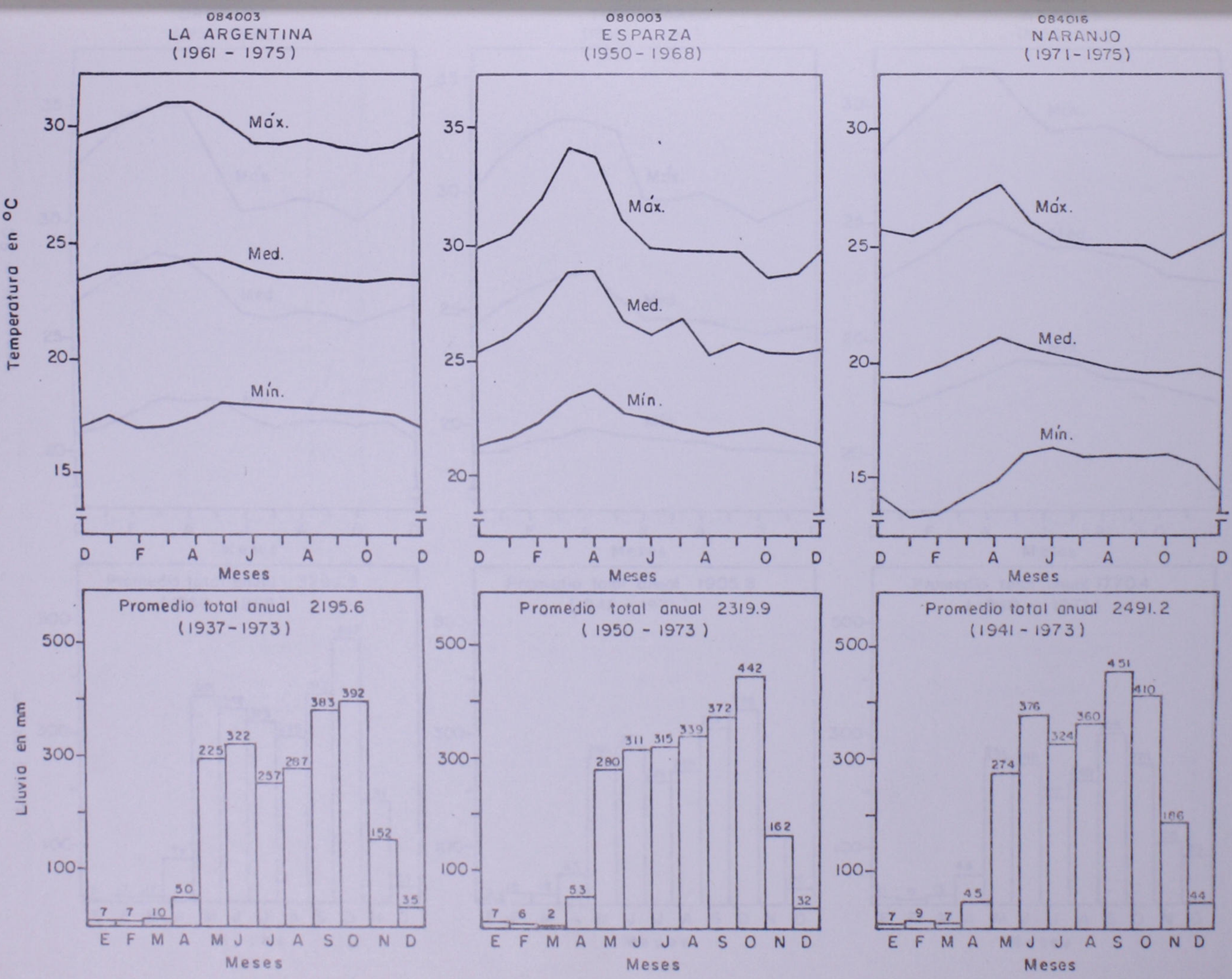


Fig. 4 Temperaturas y lluvias promedios mensuales de La Argentina, Esparza y Naranjo

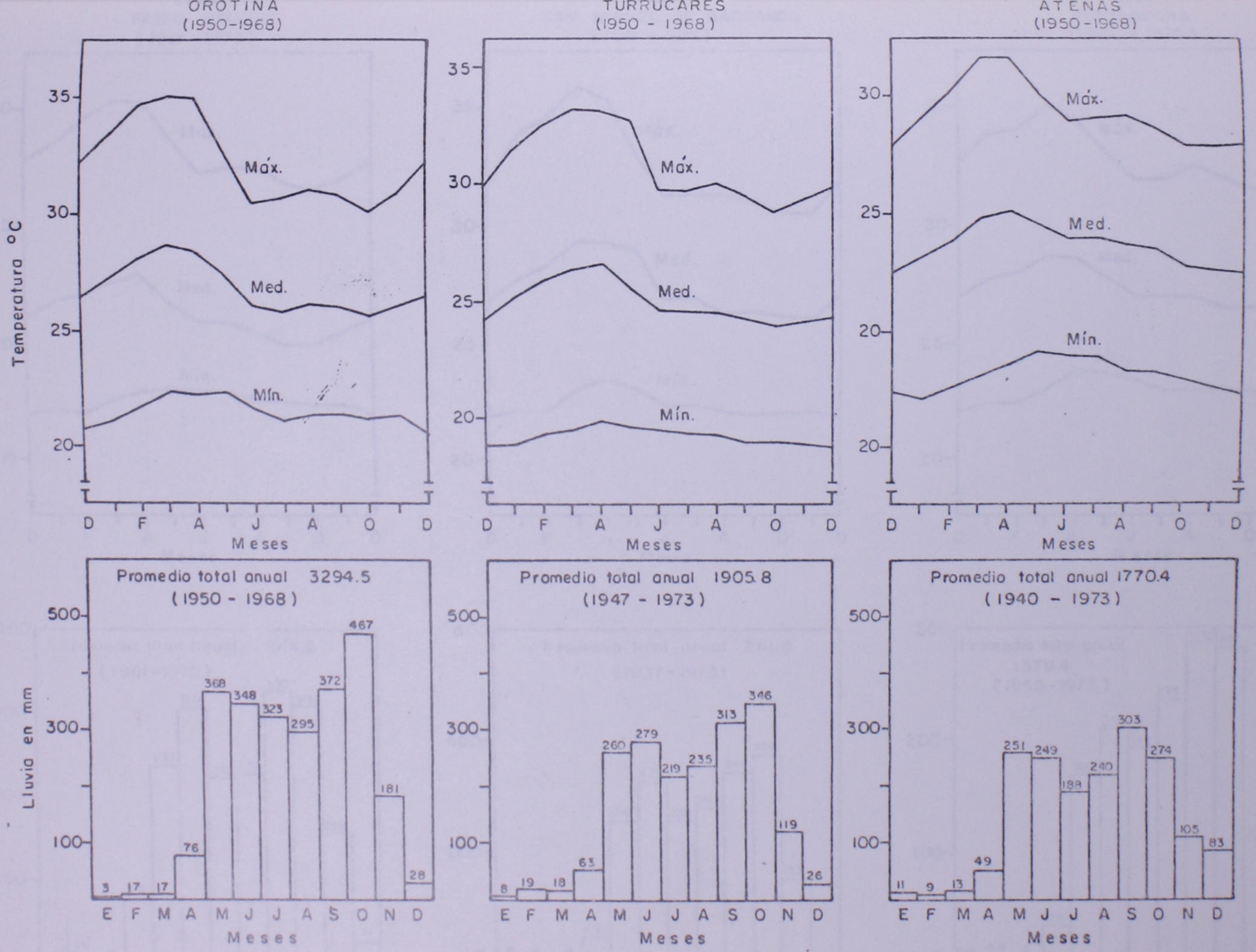
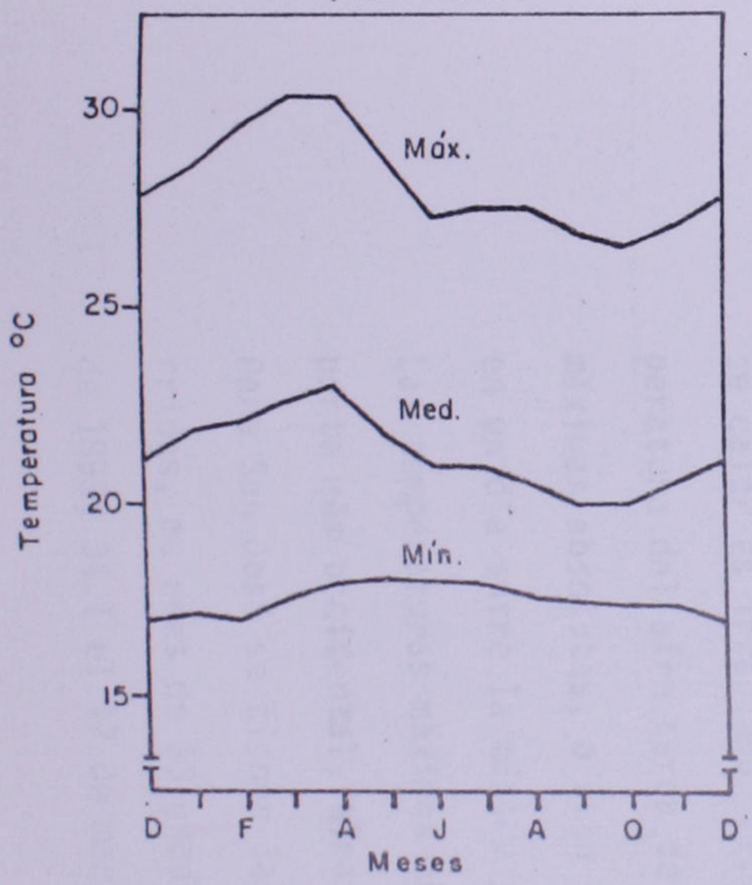
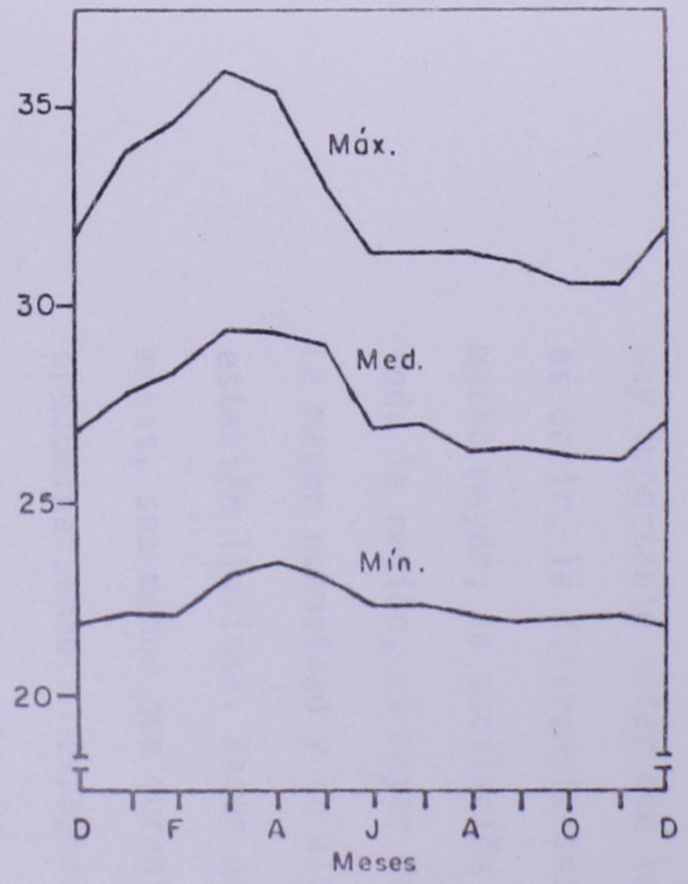


Fig. 5 Temperaturas y lluvias promedios mensuales de Orotina, Turrucares y Atenas

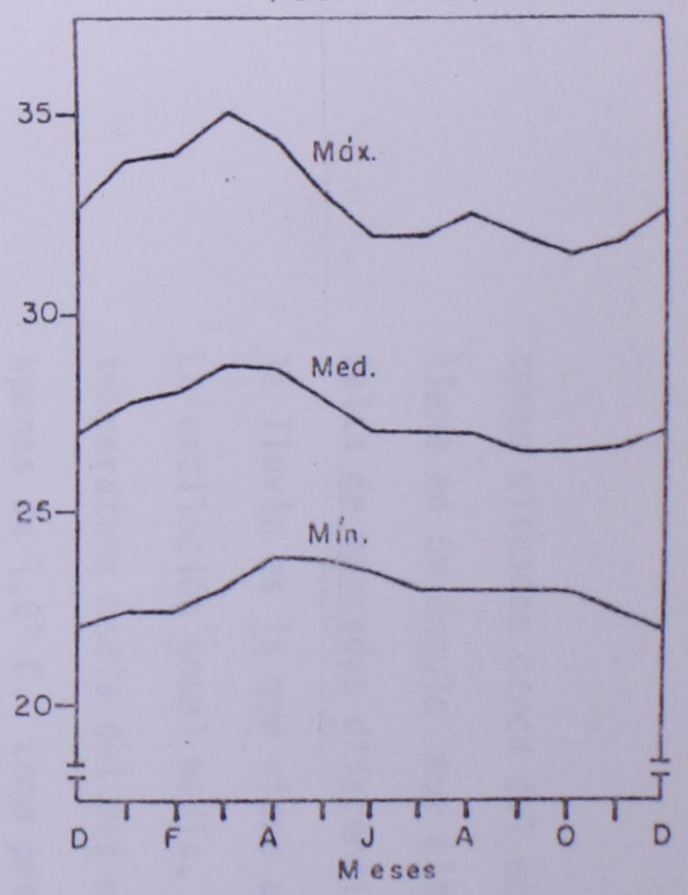
FABIO BAUDRIT
(1961 - 1975)

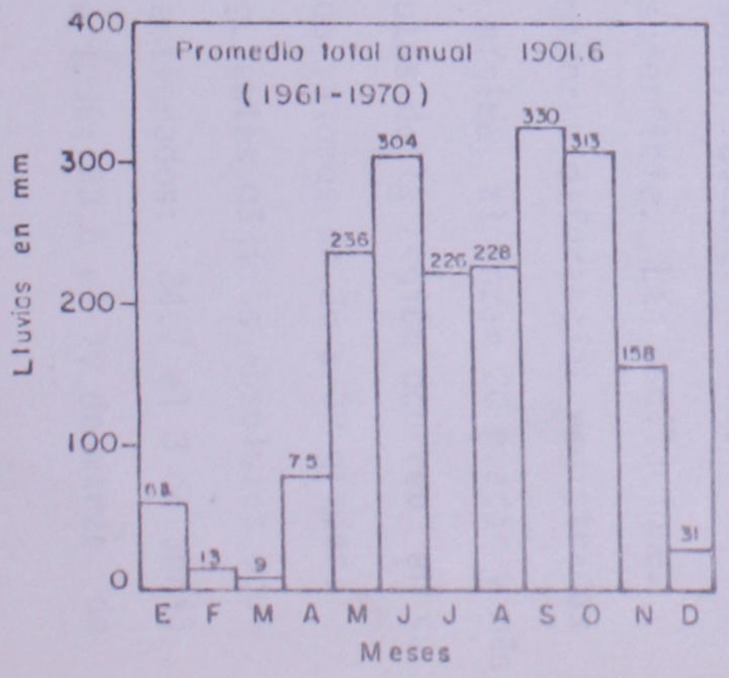


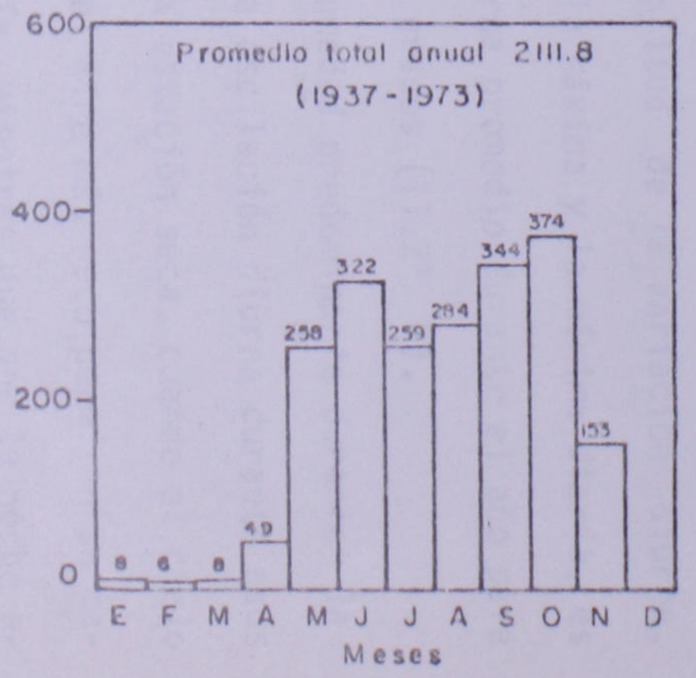
SAN MIGUEL DE BARRANCA
(1961 - 1975)



PUNTARENAS
(1961 - 1975)







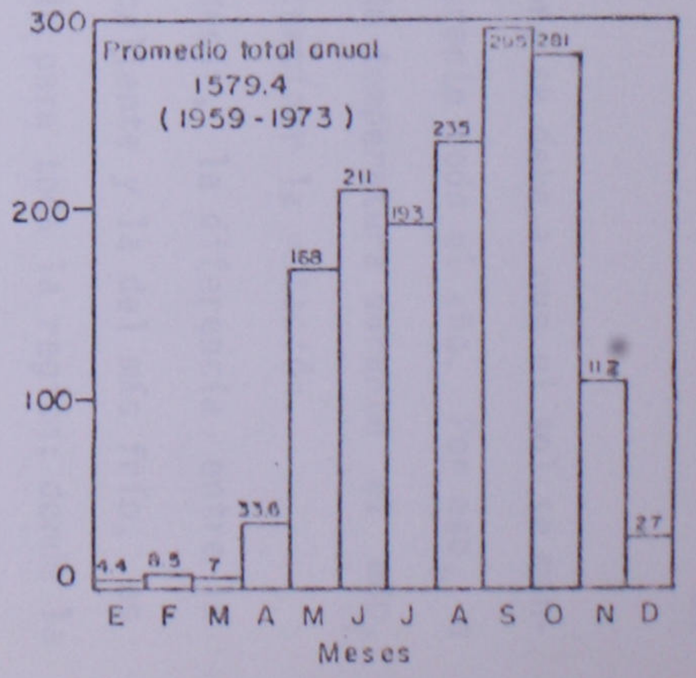


Fig. 6 Temperaturas y lluvias promedios mensuales de Fabio Baudrit, San Miguel de Barranca y Puntarenas

zonas situadas cerca del ecuador, se debe a que el sol se mantiene en un ángulo muy alto durante todo el año. Por eso, a falta de marcadas diferencias de temperatura durante el año, la lluvia es la que viene a determinar la estación.

La oscilación anual media, es decir, la diferencia entre la temperatura media del mes más caliente y la del más frío, es apenas de 1.9° C. como promedio para toda la región; donde la oscilación es mayor no pasa de los 3 grados. Sin embargo, es muy importante notar que la amplitud de la variación diurna, es decir, la diferencia entre la máxima y la mínima diaria, es mucho mayor; la oscilación diurna promedio durante el año para toda la región, es mayor de 10 grados (11.2° C).

La mayor nubosidad y la alta humedad predominante durante la estación lluviosa, hacen que la oscilación diurna durante esos meses, sea menor que durante la estación seca, cuando el cielo predominantemente despejado y el aire más seco permiten un mayor calentamiento durante el día, mientras que por la noche ese calor es irradiado rápidamente, descendiendo mucho la temperatura del aire cerca de la superficie. Las oscilaciones máximas absolutas, o sean las mayores diferencias registradas en un día entre la máxima y la mínima, alcanzan 20 grados y más. Las temperaturas máximas absolutas de la región ocurren en su parte más occidental, alcanzando valores de 36 a 39 grados. Para San José se tienen las siguientes máximas absolutas ocurridas, ma ores de 33 grados centígrados: 34.7 el 3 de abril de 1895; 34.1 el 17 de marzo de 1936; 33.6 el 19 de marzo de

1958; 33.5 en mayo de 1933 y los días 9 y 10 de junio de 1948. En cuanto a las mínimas absolutas ocurridas en San José, tenemos: 6.0 el 22 de enero de 1943 (en San Pedro de Montes de Oca) 6.5 el 1° de febrero de 1944 (San Pedro de Montes de Oca); 7.0 el 1° de diciembre de 1942 (San Pedro de Montes de Oca); hay cuatro días con 8.0: el 22 de enero de 1943 (San José), el 10 de febrero de 1943 (San Pedro), el 31 de enero de 1944 (San José), y el 1° de febrero de 1944 en San José.

En Coronado se registró 5.0 el 22 de enero de 1943. En Avance de Tres Ríos (1800 metros de altitud), 4.0 y 3.0 Mínimas absolutas más bajas, hasta de bajo cero, ocurren en las cumbres. El período más caluroso comprende los meses de marzo, abril y mayo, y el período más fresco noviembre, diciembre y enero. Abril es el mes más caliente, lo mismo que diciembre y enero son los meses más fríos. El mes más caliente, por lo tanto, precede inmediatamente al inicio del período lluvioso. Sin embargo, durante gran parte de la estación lluviosa, con su ambiente muy húmedo y sus vientos débiles y calmas, se siente caluroso y bochornoso en aquellos lugares cuya temperatura media es mayor de 20 grados. Los meses de la estación seca, con mayor intensidad del viento, se sienten más frescos, especialmente por la noche cuando el calor de la tierra escapa rápidamente a través de una atmósfera relativamente seca, con cielo despejado.

El período más frío, por otra parte, coincide con el movimiento aparente del sol hacia el hemisferio Sur y con la influencia de masas de aire frío, procedente del Norte, durante el invier-

no del hemisferio boreal. Por ejemplo, en enero de 1953, durante la invasión de una de esas "olas de frío", la temperatura máxima en San José, alcanzó apenas 17 grados el día 12, siendo la máxima más baja registrada, 7 grados más baja que la máxima normal de ese mes. La temperatura media ese día fue de 14.6 o sea 4.5 más baja que la normal de enero.

El efecto del relieve es tan sensible, que las isotermas siguen las curvas de nivel topográfico.

El Valle Central Occidental se puede dividir, de acuerdo con la temperatura, en cuatro zonas climáticas. Los límites de estas zonas, por supuesto, no deben tomarse en un sentido estricto, como límites fijos o exactos, pues cerca de los mismos existen las zonas de transición.

4.1.3.1 Cálida.

Con temperatura media anual mayor de 22.0° C. Situada hacia el Oeste de la región; comprende los lugares más bajos dentro de la misma, en altitudes menores de 1000 metros. En esta zona están: Alajuela, Atenas, Ciruelas, Grecia, La Garita, San Antonio de Belén, San Josecito de Alajuela, Santa Ana, Turrúcares, Villa Colón, etc. Atenas y Turrúcares ya en transición hacia el clima propiamente caliente del Pacífico (desde el nivel del mar hasta unos 500 ó 600 metros de altitud).

4.1.3.2 Templada-cálida.

Temperatura media entre 20 y 22 grados. Esta situada entre 1000 a 1200 ó 1300 metros aproximadamente, hacia el Norte y Este de la zona cálida. Como lugares representativos de esta zona están: San José y el Area Metropolitana (San Pedro de Montes de Oca, Curridabat, Desamparados, Alajuelita, Escazú, Tibás, Moravia y Guadalupe), Heredia, San Joaquín de Flores, Santa Bárbara de Heredia, San Pedro y San Rafael de Poás, Naranjo, Palmares, San Ramón, etc.

4.1.3.3 Templada.

Temperatura media entre 18 y 20 grados. Situada más al Norte y hacie el Este de la zona templada-cálida, entre 1300 y 1700 ó 1900 metros sobre el nivel del mar aproximadamente. Esta zona abarca lugares como Carrizal, Santo Domingo del Roble, San José de la Montaña, San Isidro de Heredia, Coronado, El Alto La Palma, Tres Ríos, El Alto de Ochomogo, etc., y hacia el Sur del área metropolitana: Aserrí, Tarbaca, etc.

4.1.3.4 Templada-fría.

Temperatura media entre unos 15 y 18 grados. Ocupa las zonas más altas de la región, de 1700 ó 1800 hasta un poco más de 2000 metros: Poasito, Fraijanes, Los Cartagos, Monte de la Cruz, Las Nubes de Coronado, Rancho Redondo, Avance de Tres Ríos, etc.

4.1.4 Presión y vientos.

En cuanto a su influencia en el clima, la presión atmosférica y los vientos tienen importancia especialmente porque influyen en la precipitación y la temperatura, que se consideran los elementos principales del clima. El viento tiende no solo a conservar un equilibrio entre las temperaturas de las altas y las bajas latitudes, sino que es un factor determinante del clima que influye en la distribución de la lluvia, de acuerdo con su dirección predominante, ya que transporta el vapor de agua procedente de los océanos, donde está la principal fuente de humedad atmosférica. La presión se puede considerar propiamente un elemento del clima en las grandes altitutes, donde produce efectos fisiológicos si llega a ser considerablemente baja. Pero como factor es determinante directamente de los vientos. Así es que, por este motivo, en la climatología general suele concederse poca importancia al estudio de la presión atmosférica, a pesar de su importancia extraordinaria para la meteorología en general, o para la climatología dinámica.

4.1.4.1 La presión atmosférica en San José.

Es bien sabido que en la zona intertropical las variaciones diarias de la presión se suceden con gran regularidad. Los cambios estacionales de temperatura son muy pequeños, por lo que prácticamente no existen cambios de presión durante el año.

En San José, la oscilación media anual, o sea la diferencia entre las medias de los meses con más alta

y con más baja presión, es solamente de 0.79 mm. (período 1951-1960) y la oscilación entre los promedios anuales de los extremos es de 2.15 mm. La máxima absoluta del período fue de 668.00 mm. y la mínima absoluta de 658.45 mm. La media anual es de 662.95 mm. (a una altura sobre el nivel del mar de 1172.5 metros). En milibarios y reducida al nivel del mar es de 1009.2 . La marcha diaria de la presión se caracteriza por la presencia de una primera mínima alrededor de las 3 y las 4 a.m. y una segunda mínima alrededor de las 3 y las 4 p.m. Igualmente ocurren diariamente dos máximas, alrededor de las 9 y las 10 a.m. la primera, y alrededor de las 9 y las 10 p.m. la segunda.

La presión no tiene ninguna influencia directa en el clima de la región en estudio, ya que no registra las altas y las bajas pronunciadas que ocurren en las latitudes más altas y que introducen las marcadas variaciones del tiempo en esas zonas. Aunque indirectamente sí, por estar situado el país dentro de la zona de bajas presiones tropicales, y a donde se dirigen los vientos alisios procedentes de las zonas subtropicales de alta presión, que tanto influyen en nuestro tiempo atmosférico.

Los disturbios atmosféricos conocidos por huracanes o ciclones tropicales en la región Norte y Central

de América se definen como "una tormenta severa que se origina sobre las aguas tropicales del Atlántico Norte, incluyendo el mar Caribe y Golfo de México, o en la zona tropical del Pacífico oriental en las proximidades de las costas de Centro América, en la cual los vientos giran en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor de un vórtice central de baja presión barométrica con velocidades de 12 (64 nudos) o más, en la escala de Beaufort." *

De acuerdo con la trayectoria seguida por los huracanes y tormentas tropicales desde 1886 **, en tres ocasiones afectaron directamente el territorio nacional entre Tortuguero y Barra del Colorado: el 12 de diciembre de 1887 una tormenta tropical (vientos menores de 34 nudos) invadió por Barra del Colorado; las otras dos veces (9 de octubre de 1906 y 16 de noviembre de 1933), el disturbio invadió más al norte, por Bluefields en Nicaragua, pero sus efectos deben haberse sentido en territorio costarricense, en Barra del Colorado y Tortuguero.

(*) Definición adoptada por la tercera sesión de la IV Asociación Regional de la Organización Meteorológica Mundial, 1963.

(**) George W. Cry, William H. Haggard, and. Hugh S. White, "North Atlantic tropical cyclones, Tracks and frequency of hurricanes and tropical storms, 1886-1958". U.S. Department of Commerce, Weather Bureau. Technical paper N° 36. Washington, D.C. 1959. pp. 23, 42 y 69.

Aunque tales fenómenos atmosféricos rara vez afectan directamente nuestro territorio con vientos huracanados, el oleaje fuerte que invade las costas y los verdaderos diluvios e inundaciones que acompañan al huracán, etc., su excesiva baja presión hace que el flujo normal del aire se invierta, soplando del Oeste con persistencia hacia la baja presión del disturbio, acarreando aire marítimo ecuatorial muy húmedo que origina lluvias abundantes, principalmente en la vertiente del Pacífico, ocasionando así un temporal fuerte, hasta que se aleje el huracán cuya baja presión muy pronunciada provocó el flujo de aire mencionado. Como ejemplo de temporales originados en esta forma están los de 1954 y 1955, causados por el huracán "Hazel" en octubre de 1954, y por los huracanes "Janet" y "Katie" en setiembre y octubre respectivamente en 1955, que se desplazaron por el mar Caribe a una latitud menor de 15°.
La temporada de estos huracanes incluye de junio a noviembre principalmente. Sin embargo, no todos afectan las condiciones atmosféricas del país; ello depende de la magnitud o severidad de los mismos y de la distancia a que se desplazan.

4.1.4.2 Los vientos de superficie en el Valle Central Occidental (Fig. 7).

Por su situación geográfica, Costa Rica se encuentra

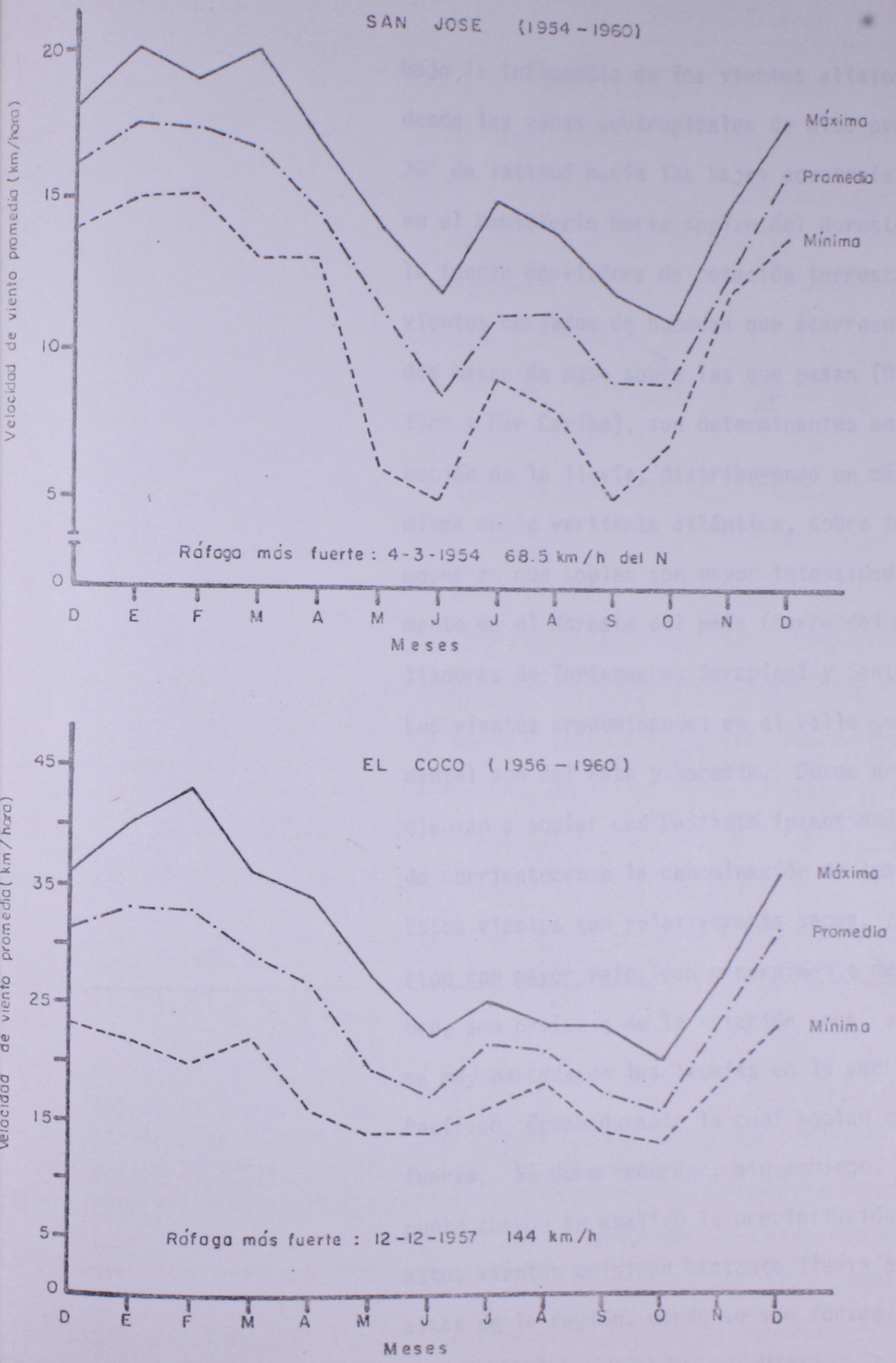


Fig. 7 Promedio de velocidad de viento por mes de varios años en San José y el Coco

bajo la influencia de los vientos alisios que soplan desde las zonas subtropicales de alta presión de los 30° de latitud hacia las bajas ecuatoriales, y que en el hemisferio Norte soplan del Noreste, debido a la fuerza desviadora de rotación terrestre. Estos vientos cargados de humedad que acarrean de las grandes masas de agua sobre las que pasan (Océano Atlántico y Mar Caribe), son determinantes en la distribución de la lluvia, distribuyendo un máximo de la misma en la vertiente atlántica, sobre todo en los meses en que soplan con mayor intensidad y especialmente en el Noreste del país (Barra del Colorado, llanuras de Tortuguero, Sarapiquí y Santa Clara). Los vientos predominantes en el Valle Central Occidental son del Este y Noreste. Desde noviembre comienzan a soplar con bastante intensidad, recibiendo corrientemente la denominación de los "nortes". Estos vientos son relativamente secos, y su aparición con mayor velocidad generalmente desde noviembre, son preludio de la estación seca o de la merma muy marcada de las lluvias en la vertiente del Pacífico, época durante la cual soplan con mayor fuerza. Se debe recordar, sin embargo, lo que se apuntó cuando se analizó la precipitación, o sea que estos vientos originan bastante lluvia en las partes altas de la región, donde se ven forzados al ascenso

y a precipitar la humedad que traen, lo mismo que en la vertiente del Atlántico, donde ocasionan la mayor cantidad de lluvia, especialmente en la época más típica de los temporales de esa vertiente (noviembre a enero).

Durante la estación lluviosa los vientos en el valle son más débiles y de dirección variable, pero predominan ligeramente del Este y Noreste también.

En San José, los vientos predominantes son los del cuadrante N-E, con una velocidad promedio de 13 kilómetros por hora. De diciembre a abril, durante la estación seca, en que las altas presiones subtropicales del Norte y Noreste se acentúan, el viento sopla con mayor velocidad, con un promedio de 16 kilómetros por hora, y con rachas mayores de 40 kilómetros por hora en unos 72 días como promedio durante esos cinco meses, siendo enero y febrero los meses con mayor número de días con rachas mayores de 40 kilómetros, con un promedio de 18 días en cada uno de esos dos meses. La ráfaga más fuerte registrada en San José en el período 1949-1962, fue de 68.5 kilómetros por hora, del Norte, el 4 de marzo de 1954. (El 10 de setiembre del año 1963, ocurrió una ráfaga de 76 kilómetros por hora, del Norte, durante una turbonada acompañada de aguacero y tormenta fuertes y granizo).

En la Sabana se reportó una ráfaga de 90 kilómetros por hora el 23 de febrero de 1953.

En El Coco los vientos predominantes soplan del Este, con una velocidad promedio de 26 kilómetros por hora. Durante la estación seca alcanzan un promedio de 31 kilómetros, con ráfagas mayores de 40 kilómetros en unos 98 días como promedio durante esos cinco meses (diciembre a abril). Enero es el mes con mayor número de días con ráfagas fuertes, con un promedio de unos 24 días en que ocurren mayores de 40 kilómetros por hora. La ráfaga más fuerte registrada en el período 1956-1962 en el Coco fue de 144 kilómetros por hora (80 nudos), el 12 de diciembre de 1957.

La mayor intensidad del viento hacia el Oeste de San José, en los valles de Santa Ana, El Coco, Ciruelas, etc., se debe principalmente a la poca oposición por fricción en los obstáculosal libre movimiento del aire, dadas las condiciones del relieve de esas zonas, con terrenos planos o llanos, o despejados de bosques. En las cumbres de las montañas en que la fricción con el terreno es pequeña, los vientos son también por lo general fuertes durante los meses de la estación seca en el valle.

Durante la estación lluviosa, los vientos de superficie disminuyen sensiblemente de velocidad, siendo también más variable su dirección. En San José, a

partir de mayo, los vientos son débiles, las calmas muy frecuentes, y los vientos del Oeste (W) hacen su aparición, especialmente por la tarde, soplando como brisas débiles a moderadas, con un promedio de 9 a 10 kilómetros por hora. Durante la estación lluviosa a menudo también aparecen los vientos del Oeste desde avanzada la mañana; pasadas las horas de lluvia por la tarde, viene el período que abarca la nocha hasta la mañana, en que predominan las calmas o se restablecen débilmente los vientos del Este y Noreste. En julio y agosto, los vientos del Noreste soplan de nuevo en San José con alguna intensidad, moderada, con un promedio de 11 a 12 kilómetros por hora, coincidiendo este fenómeno con la ocurrencia más fuerte de los veranillos que ocasionan una merma de la lluvia en la segunda fase de la estación lluviosa (julio y agosto). En setiembre y octubre, el período más lluvioso, disminuye nuevamente la fuerza del viento, y los vientos del Oeste soplan con más frecuencia, acarreando aire ecuatorial marítimo, muy húmedo que origina lluvias abundantes durante esos meses en la vertiente del Pacífico, incluyendo el Valle Central Occidental. En noviembre especialmente a partir de la segunda mitad, el viento vuelve a soplar con mayor fuerza y con persistencia del Noreste.

En El Coco ocurre un fenómeno parecido durante la estación lluviosa, pero aunque los vientos disminuyen apreciablemente la velocidad, soplan con una velocidad promedio de 19 kilómetros por hora, de mayo a noviembre. Mientras que en San José hay un promedio de unos 14 días con ráfagas mayores de 40 kilómetros por hora durante los 7 meses, de mayo a noviembre, en El Coco ocurren ráfagas de 40 kilómetros por hora durante unos 56 días en ese mismo período. En El Coco también desde mayo comienzan a soplar los vientos del Oeste (W), con mucha mayor frecuencia que en San José, hasta octubre y noviembre, con una velocidad promedio de 19 kilómetros por hora, alcanzando rachas mayores de 40 kilómetros.

Con respecto a los vientos del Oeste en superficie, dice Koeppen: "El alisio del Sureste, que en la costa del Pacífico de América llega hasta los 12 grados Norte, cruza el ecuador durante el verano boreal, y es desviado y transformado en un viento del Suroeste que en caso de traer lluvias y de soplar con fuerza, suele ser llamado temporal." *

Es muy importante apuntar sin embargo que duranta la estación lluviosa se presentan turbonadas, o sean vientos fuertes repentinos, que causan serios daños a la vivienda, los cultivos, etc.

(*) Wilhelm Koeppen, "Climatología". Fondo de Cultura Económica. México 1948 Pág. 265.

Cuadro 6

Frecuencia y velocidad promedio de los vientos de superficie en San José y El Coco

San José (1949-1962)			El Coco (Aeropuerto) (1956-1962)		
Dirección	%	Veloc. promedio (km./h)	Dirección	%	Veloc.promedio (km./h)
N	0		N	0	
NNE	18.2	14	NNE	0	
NE	50.0	13	NE	0	
ENE	16.2	12	ENE	3.6	33
E	0		E	54.8	26
ESE	0		ESE	8.3	27
SE	0		ESE	0	
SSE	0		SSE	0	
S	0		S	0	
SSW	0		SSW	0	
SW	0		SW	6.0	19
WSW	0		WSW	22.6	19
W	1.4	9	W	0	
WNW	2.7	9	WNW	0	
NW	3.4	10	NW	0	
NNW	0		NNW	0	
variable	6.1	7	variable	4.7	20
calmo	2.0		calmo	0	

4.1.5 Humedad relativa (Fig. 8)

La cantidad de agua que contiene realmente la atmósfera en cualquier momento se denomina humedad absoluta, o cantidad de vapor de agua en un volumen dado de aire (gramos por metro cúbico o gramos por pie cúbico), y depende esa cantidad principalmente, de la temperatura del aire; a mayor temperatura mayor capacidad del aire para contener humedad, porque la evaporación es más activa.

La humedad relativa es la proporción de humedad que existe en el aire comparada con la que podría contener a la misma temperatura (Capacidad de saturación), y se expresa en porcentaje. Por ejemplo, 75 por ciento de humedad quiere decir que el aire contiene tres cuartas partes de su capacidad máxima a la temperatura existente. La humedad relativa decrece a medida que se eleva la temperatura durante el día, y aumenta al descender la misma por la noche. Cuando la humedad relativa alcanza 100 por ciento, el aire ha agotado su capacidad de saturación.

El porcentaje de humedad en el Valle Central Occidental es, en general, alto, con una media anual mayor de 75 por ciento; 77 en El Coco, Alajuela; 82 en Desamparados y San José; y 84 por ciento en El Alto de Ochomogo.

De diciembre a abril desciende a 68 por ciento como media de ese período en El Coco, y a 79 por ciento en San José, Desamparados y El Alto de Ochomogo. El descenso es más sensible en El Coco, donde los vientos son más fuertes y las temperaturas más altas que en los otros tres lugares. Los meses más secos de

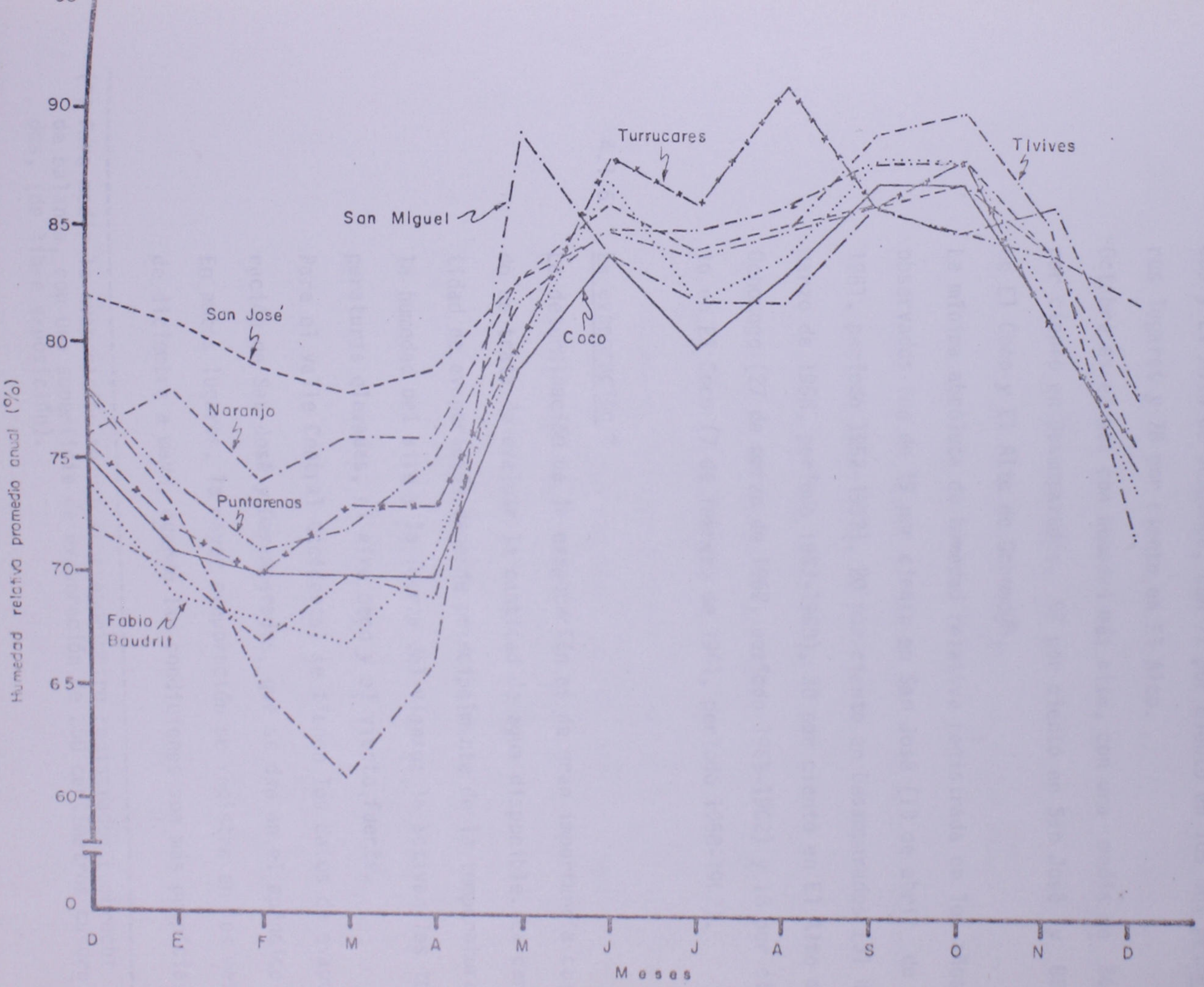


Fig. 8 Promedio anual de humedad relativa (%) en 8 lugares selectivos

acuerdo con el porcentaje de humedad son: febrero en El Coco con una media de 63 por ciento y marzo en San José, Desamparados y El Alto de Ochomogo, con 77 por ciento en los dos primeros lugares y 78 por ciento en El Alto.

Octubre es el mes con humedad más alta, con una media de 86 por ciento en Desamparados, 87 por ciento en San José y 88 en El Coco y El Alto de Ochomogo.

La mínima absoluta de humedad relativa registrada en los años observados fue de 19 por ciento en San José (13 de abril de 1961, período 1952-1962), 20 por ciento en Desamparados (31 de marzo de 1958, período 1957-1960), 30 por ciento en El Alto de Ochomogo (27 de marzo de 1962, período 1959-1962) y 18 por ciento en El Coco (7 de febrero de 1961, período 1958-1962).

4.1.6 La evaporación *

La determinación de la evaporación es de gran importancia cuando se trata de evaluar la cantidad de agua disponible. La cantidad de evaporación depende principalmente de la temperatura, la humedad del aire y la fuerza del viento; la activan las temperaturas elevadas, el aire seco y el viento fuerte.

Para el valle Central Occidental se tienen los datos de evaporación de San José y Desamparados, que se dan en el apéndice.

En ambos lugares, la mayor evaporación se registra en los meses de diciembre a mayo, cuando las condiciones son más propicias,

---

(*) Para medir la evaporación se usó un evaporímetro registrador Lambrecht de balanza, con una superficie de evaporación de 250 centímetros cuadrados, (de libre exposición).

según se acaba de señalar, pues abarca el período más caluroso: marzo, abril y mayo; el período con menor porcentaje de humedad: enero, febrero, marzo y abril; y los meses con mayor velocidad del viento: diciembre, enero, febrero y marzo. Durante el período de diciembre a mayo se registra en San José, un promedio mensual de 174.0 milímetros, con un promedio diario de 5.8 mm. Marzo es el mes de mayor evaporación con 222.9 mm., y un promedio diario de 7.2 mm.

La evaporación disminuye en los meses de junio a noviembre, con un promedio mensual para San José durante ese período de 111.7 mm., y un promedio diario de 3.7 mm. El promedio anual de evaporación en San José en el período 1953-1962 es de 1714.1 mm. con un promedio diario de 4.7 mm.

La evaporación es mayor en otros lugares de la región, donde las temperaturas son más altas, el porcentaje de humedad menor o donde el viento sople con mayor velocidad.

4.1.7 Brillo solar y nubosidad.(Fig. 9).

El elemento del clima denominado brillo solar se refiere a las horas de sol despejado ocurridas durante el día, o sea el tiempo durante el cual el sol se hace visible; o el período de tiempo durante el cual se ve brillar, de ahí el término de brillo solar.

Como se notará, la cantidad de brillo solar está estrechamente relacionada o mejor dicho, depende fundamentalmente de la nubosidad.

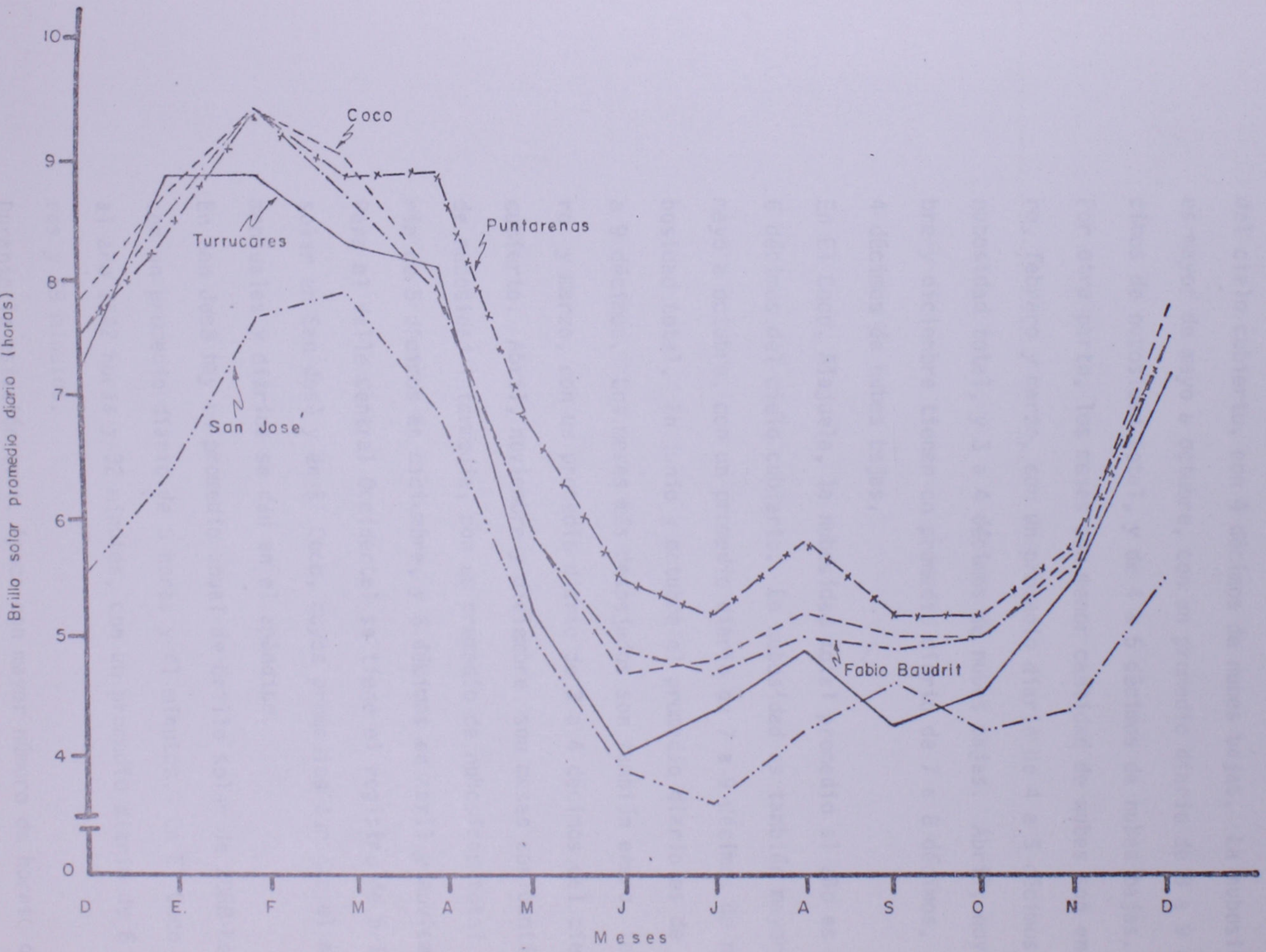


Fig. 9 Promedio diario de brillo solar en 5 lugares selectivos durante el año

En San José, la nubosidad promedio anual es de unos 7 décimos del cielo cubierto, con 4 décimos de nubes bajas. La nubosidad es mayor de mayo a octubre, con un promedio diario de 8 a 9 décimos de nubosidad total, y de 4 a 5 décimos de nubes bajas. Por otra parte, los meses con menor cantidad de nubes son enero, febrero y marzo, con un promedio diario de 4 a 5 décimos de nubosidad total, y 3 a 4 décimos de nubes bajas. Abril, noviembre y diciembre tienen un promedio diario de 7 a 8 décimos, y 4 décimos de nubes bajas.

En El Coco, Alajuela, la nubosidad total promedio al año es de 6 décimos del cielo cubierto. La nubosidad es también mayor de mayo a octubre, con un promedio diario de 7 a 9 décimos de nubosidad total. En junio y octubre el promedio diario es de 8 a 9 décimos. Los meses más despejados son también enero, febrero y marzo, con un promedio diario de 3 a 4 décimos del cielo cubierto. Abril, noviembre y diciembre son meses con cantidad de nubosidad intermedia, con un promedio de nubosidad total diaria de 5 décimos en diciembre, y 6 décimos en abril y noviembre. Para el Valle Central Occidental se tiene el registro de brillo solar en San José y en El Coco, cuyos promedios durante el año, mensuales y diarios se dan en el apéndice.

En San José hay un promedio anual de brillo solar de 2068 horas, con un promedio diario de 5 horas y 41 minutos. En El Coco hay al año 2542 horas y 32 minutos, con un promedio diario de 6 horas y 59 minutos.

Durante la estación seca, época con mayor número de horas de

sol despejado, San José tiene un total de 1101 horas y 29 minutos durante los cinco meses (de diciembre a abril), con un promedio diario de 7 horas y 19 minutos, mientras que en El Coco, el total durante esos meses es de 1367 horas y 44 minutos, con un promedio diario de 9 horas y 3 minutos. En ambos lugares, marzo es el mes con brillo solar máximo; en San José es de 252 horas y 52 minutos, con un promedio diario de 8 horas y 10 minutos; en El Coco es de 297 horas con 48 minutos, con un promedio diario de 9 horas y 36 minutos.

Durante la estación lluviosa, en San José el brillo solar se reduce a un total de 966 horas y 31 minutos durante los 7 meses de mayo a noviembre, con un promedio diario de 4 horas 31 minutos. En El Coco son 1174 horas y 54 minutos, con un promedio diario de 5 horas y 30 minutos.

La cantidad de brillo solar máxima registrada en un día en San José, en el período 1956-1962, es de 11 horas y 40 minutos, el 12 de junio de 1960. En El Coco, en el período 1958-1962, la cantidad máxima en un día es de 11 horas 55 minutos, el 2 de agosto de 1960.

La cantidad de brillo solar es mayor en Alajuela, y en general en la parte más occidental del valle.

En cuanto a la distribución diaria del brillo solar, se da a continuación como ejemplo, la de San José durante 1962, el 68 por ciento del promedio del brillo solar diario durante el año ocurrió entre las 7 a.m. y la 1 p.m.

Cuadro 7

San José: Promedio horario de brillo solar, en minutos, durante 1962

De las:	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11	11 a 12	12 a 13	13 a 14	14 a 15	15 a 16	16 a 17	17 a 18
Enero	0	26	47	44	38	38	39	40	39	40	40	24	2
Febrero	0	25	48	44	46	52	54	56	53	51	42	33	6
Marzo	0	22	48	50	51	51	56	54	53	46	35	21	3
Abril	1	28	37	38	37	38	43	39	38	31	26	19	5
Mayo	4	26	35	37	34	31	33	26	14	7	6	4	1
Junio	2	17	31	34	34	37	35	26	14	6	2	1	0
Julio	2	22	36	35	32	30	28	26	20	14	14	6	0
Agosto	0	17	37	34	35	32	35	26	20	15	9	5	0
Setiembre	0	25	40	41	40	40	32	24	19	13	5	1	0
Octubre	0	16	30	41	44	44	39	30	16	10	7	3	0
Noviembre	0	20	31	31	23	24	20	19	16	14	11	5	0
Diciembre	0	20	30	30	34	32	26	24	23	23	16	13	2
Promedio	2	22	38	38	37	37	37	32	27	22	18	11	2

4.1.8 Resumen y resultados.

No obstante la situación geográfica de Costa Rica, escencialmente tropical e ístmica, dada su latitud (entre los paralelos 8° 02' y 11° 14' Norte; el paralelo 10 pasa por el centro del Valle Central Occidental y en general por el centro del país), el clima no es cálido y húmedo en toda su extensión territorial ya que el relieve, predominantemente montañoso, introduce grandes modificaciones en la distribución de la temperatura y la humedad. Las zonas más calientes del país comprenden las tierras bajas con temperaturas medias anuales de 26 a 28 grados centígrados. Las zonas más frías ocupan altitúdes mayores de 1800 metros con temperatura media anual inferior de 17 grados hasta llegar a ser menor de 10 grados en las cumbres de las montañas más altas del país, a más de 3000 metros de altitud. La lluvia en el territorio nacional también tiene un amplio margen de distribución. Los promedios anuales varían desde unos 1300 hasta 5000 y 6000 milímetros.

Habiéndose analizado con bastante detalle en la sección anterior cada uno de los principales elementos del clima del Valle Central Occidental, se puede resumir ahora las características más sobresalientes de dicho clima.

La característica climática más importante para la mayor parte de esta región húmedo-seca, es la rítmica distribución en el régimen de precipitación: lluvioso de mayo a noviembre, y de sequía o de merma muy marcada de diciembre a abril, meses estos dos últimos los meses secos, o de transición para el Valle

en general. Como no hay marcadas diferencias de temperatura durante el año, la estación está determinada por la ausencia o la presencia de la lluvia. La principal característica de este clima es, pues, una estación seca ("verano"), y una estación lluviosa ("invierno"). De los meses afectados por el período de sequía, enero, febrero y marzo son los más secos para la mayor parte de la región. Mientras que en algunos lugares la estación seca puede abarcar los cinco meses de diciembre a abril, en otros, limítrofes por cierto, hacia el norte y noreste, la merma fuerte se reduce a un mes, sin llegar a ser menor de 50 ó 60 milímetros.

Desde fines de junio, hasta agosto inclusive, se notan quiebres o períodos de varios días sin precipitación o con lluvia inefectiva, que introducen los llamados veranillos o canículas.

Los temporales del Pacífico y los del Atlántico tienen gran influencia en el régimen de precipitación; los primeros principalmente en setiembre y octubre, cuando ocurre la etapa más lluviosa. Los del Atlántico influyen principalmente de noviembre a enero, y aún en febrero, alterando las condiciones del tiempo de la región, en su parte Este y en los lugares altos o muy expuestos a los vientos dominantes, donde originan lluvias durante esos meses.

Aunque este patrón del clima, de estación seca y estación lluviosa es bien definido, puede ocurrir significantes irregularidades de un año a otro. La altura de la lluvia de los mismos meses, registra amplias oscilaciones, lo que contrasta con la

uniformidad de la temperatura del aire. O bien la época de la sequía se prolonga a veces más de lo normal, con graves perjuicios para la agricultura, o por el contrario el período de la estación seca puede verse interrumpido por lluvias ocasionales, derivadas de condiciones atmosféricas en latitudes subtropicales, como frentes, o por la invasión de aire frío de latitudes más altas, que al saturarse con el ascenso obligado por las montañas, da origen a lluvias continuas y a un marcado descenso de la temperatura; tal es el caso, por ejemplo, cuando ocurren temporales del Atlántico. Si bien estas irregularidades no se hacen notar en los promedios de un período largo de años, tienen gran importancia debido al hecho de que en muchas actividades de la región, se planean sobre la base de contar con una regular alternativa de estación lluviosa y estación seca. Así también, el ritmo que sigue la precipitación impone la adaptación a él, del ritmo de la actividad agrícola, ya que de no existir irrigación, sólo se dispone de agua durante la temporada de las lluvias; por otra parte, debe efectuarse la cosecha durante la estación seca.

La distribución de la precipitación en el valle está muy relacionada con la distribución del relieve. Las zonas más lluviosas, con lluvia anual mayor de 2500 a 3000 mm., están situadas en las partes más altas, al norte y noreste de la región. "Dondé las diferencias en la frecuencia y en la humedad de las distintas direcciones del viento no son muy considerables, el mapa pluvial de un paisaje montañoso muestra mucha semejanza con

el mapa que señala los niveles de altura. Hasta cierto límite, las lluvias aumentan en la montaña con la altura, y con el declive de las faldas, pero difiere según las laderas de las montañas, por ser mayores en el lado de ella que está más expuesto a los vientos húmedos". *

Al enumerar los principales controles que ejercen su influencia en este régimen de lluvia, tenemos en primer lugar, uno de carácter general para todo el país, y que se deriva de su situación latitudinal. Tal control es la convergencia intertropical, zona donde convergen los vientos alisios del noreste con los del sureste. Es una región muy amplia donde se produce la convergencia de grandes masas de aire caliente y húmedo, que luego asciende y da origen a abundante precipitación, predominando las lluvias convectivas o aguaceros, muchas veces con tormenta. Durante la estación lluviosa, esta zona, llamada también convergencia ecuatorial y frente intertropical, viene a ser el principal mecanismo que controla la lluvia, según su posición con respecto a nuestro territorio, siendo mayor cuando dicha convergencia se sitúa sobre el mismo.

Como se vio en el análisis de la lluvia, hay dos máximos en el año (mayo-junio y setiembre-octubre), que ocurren poco después del paso del sol por el zenit (en abril cuando el sol en su movimiento aparente se dirige hacia el norte, y en agosto de regreso al hemisferio sur).

(*) Wilhelm Koeppen: "Climatología". Fondo de Cultura Económica. Primera edición en español. México, 1948 Pág. 136.

Como la zona de convergencia se desplaza siguiendo el movimiento aparente del sol durante el año, el período de sequía coincide, aproximadamente con dos meses de retraso, con el movimiento del sol hacia el sur, desde el ecuador después del equinoccio de otoño (23 de setiembre), encontrándose entonces bajo la acción predominante de los vientos secos procedentes de las altas presiones subtropicales del norte, y que durante ese período soplan persistentemente y con mayor fuerza. Estos vientos aunque secos generalmente, traen mucha humedad cuando soplan del mar, por lo que nuestra región Atlántica que está bajo la influencia inmediata de los vientos del noreste no tiene período de sequía.

Se puede resumir el mecanismo o control principal que regula el régimen de lluvia de esta región húmedo-seca que es el Valle Central Occidental, y cuyo clima se caracteriza por tener una estación lluviosa y otra de sequía, así: con el desplazamiento del sol desde el ecuador hacia el norte, después del equinoccio de primavera (21 de marzo), sus efectos térmicos obligan a las zonas de vientos a desplazarse en la misma dirección. Como las masas ecuatoriales de aire muy húmedo, con lluvias abundantes, se van hacia el norte, comienza en abril o mayo la estación lluviosa. Luego, con la retirada hacia el sur de las masas de aire tropicales o ecuatoriales muy húmedas de la zona de convergencia, nos encontramos bajo el predominio de las masas de aire más seco de los alisios procedentes de los anticiclones subtropicales o altas presiones subtropicales del nor

te, hacia los 30° que nos traen el período de sequía.

Entre los principales controles de carácter local o regional, que influyen en la distribución de la lluvia, se debe mencionar el relieve, cuya influencia es muy notoria, según se compara para el mapa pluviométrico de la región con la distribución del relieve.

"El aumento de la lluvia en las tierras altas se explica por el enfriamiento del aire al subir obligadamente por la pendiente, y al entrar en contacto con las tierras más frías. El aumento de la lluvia es más pronunciado cuando el relieve opone una barrera a los vientos cargados de humedad, es decir, cuando la lluvia es orográfica y menos marcado en las regiones de calmas, en las que la lluvia es convectiva. Sin embargo, no se puede generalizar al tratar de determinar la precipitación en función de la altura, ya que intervienen otros factores: la distancia al mar, la temperatura de los vientos húmedos, la temperatura del suelo, la inclinación de la pendiente y la presencia o ausencia de brechas en las cordilleras. Las montañas, por otra parte, vienen a ser verdaderos límites entre dos zonas climáticas, al interponerse al libre curso de los vientos, y a su influencia en la distribución de las lluvias y las temperaturas." *

La Cordillera Volcánica Central, en el caso concreto del clima que se estudia, sirve de límite entre el régimen de lluvia de

---

(*) A. Austin Miller, "Climatología"- Ediciones Omega, Barcelona, 1950. p.p. 58-60.

la vertiente Atlántica (incluyendo las llanuras del Norte: Guatuso, San Carlos y Sarapiquí), con lluvias todo el año, donde los vientos alisios del noreste descargan o distribuyen mayor precipitación, y el régimen de lluvia estacional del Valle Occidental.

La acción del viento y del relieve se complementan por lo tanto, para influir en la distribución de la lluvia. La brisa del Valle da origen también al tipo de lluvia llamado orográfica, cuando el aire se ve forzado a elevarse al encontrar una pendiente, condensándose luego en forma de nubes hacia las cimas montañosas. Además del movimiento obligado ascendente del aire, ya sea por la acción de los vientos predominantes o por la brisa del valle, gran parte de la lluvia de los lugares altos, se debe a la formación de corrientes convectivas ascendentes en las laderas de las montañas, expuestas a un intenso caldeamiento por la insolación. Cuando el aire de superficie se calienta, aumenta su volumen y asciende, enfriándose y condensándose luego, formando nubes convectivas o nubes de desarrollo vertical, principalmente cúmulos con protuberancia o cúmulo-nimbos (nubes en forma de coliflor o de yunque) que dan origen a fuertes aguaceros acompañados muchas veces de tormenta o granizo.

Así durante el año, el tipo de lluvia orográfica originada por el ascenso obligado del aire según el viento predominante más fuerte, alterna con la lluvia convectiva, cuando los vientos son débiles o predominan las calmas, que permiten la formación

de corrientes ascendentes fuertes, debido al calentamiento fuerte de la superficie.

La cantidad de lluvia anual en el Valle occidental está distribuida en una graduación muy amplia, que en promedio va desde 1500 a 1750 milímetros hacia el Suroeste de la región, hasta más de 3500 en las zonas altas o limítrofes hacia el norte y noreste.

Tal variedad en la distribución de la lluvia resulta en una gran variedad también de zonas de utilización, principalmente agrícola y ganadera. También trae como consecuencia una marcada sucesión de tipos de vegetación, desde las áreas forestales de bosque muy húmedo que cubre las zonas altas, hasta el tipo de sabana o de bosque claro, donde el clima es más seco.

Con respecto a la temperatura, la característica fundamental de la región es su clima isotermal, o sea sin marcadas diferencias de temperatura durante el año, como se vio al analizar este elemento, siendo la oscilación media anual (diferencia entre las medias de los meses extremos), de solamente 1.9° C, sin llegar a ser mayor de 3 grados donde la oscilación anual es mayor.

Aunque el termómetro marca menor temperatura en las zonas más altas que en los lugares bajos adyacentes, ambas regiones guardan semejanza en cuanto a la uniformidad de las temperaturas mensuales y diarias, lo que contrasta con las grandes variaciones de la cantidad de la lluvia en un mismo mes durante distintos años.

El control o factor determinante de la característica apuntada

es, como se ha dicho, la situación geográfica del país cerca del ecuador, donde los rayos del sol se mantienen durante el año en un ángulo muy alto, sin desviarse mucho de la vertical a medio día, y los días y las noches tienen poca variación en las distintas épocas del año. A la latitud se debe agregar la situación istmica del país, muy angosto, que permite una mayor influencia de aire marítimo proveniente de ambos océanos, afectando así el régimen de lluvia y las temperaturas, al proveer los mares grandes masas de humedad en forma de vapor de agua que luego el viento distribuye en el territorio. La cercanía de los mares contribuye también a mantener una mayor uniformidad en las temperaturas.

No obstante el carácter isotermal del clima, es necesario recordar que la amplitud de la oscilación diaria de la temperatura, es decir, la diferencia entre la máxima y la mínima diaria, alcanza un promedio anual para toda la región mayor de 10 grados.

No obstante, también la ubicación del país cerca de la zona máxima de insolación de la Tierra, que lo coloca dentro de los climas cálidos del mundo, hay un factor o control climático de la mayor importancia, cual es la altitud sobre el nivel del mar. La situación de la región a que se refiere este estudio, hacia el centro del país (más cerca del Pacífico que del Atlántico), abarcando altitudes que van desde unos 300 metros hasta más de 2000 metros, influye decisivamente para que en primer lugar, no se dé un clima tropical caliente propiamente, y en segundo lu-

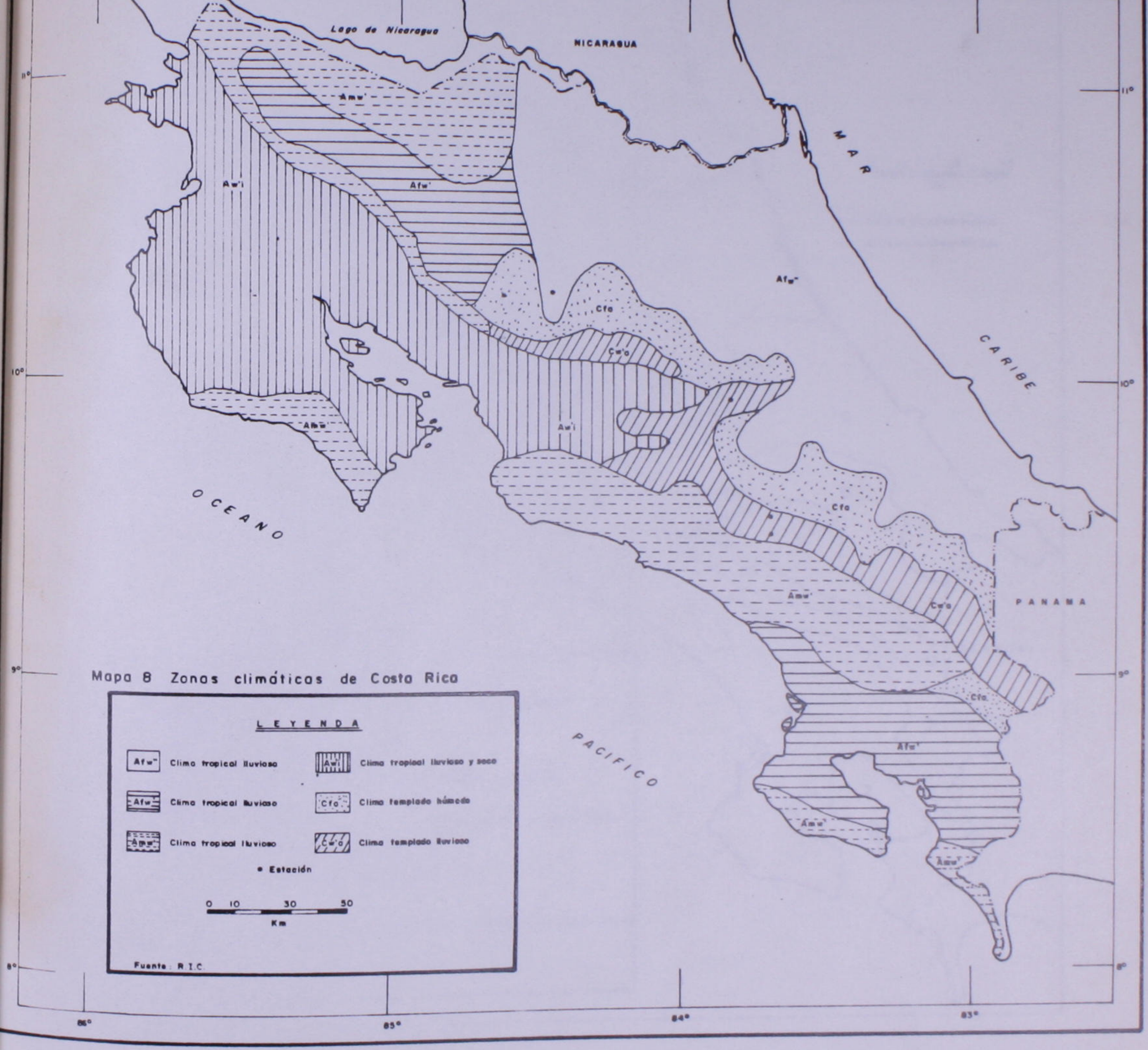
gar y debido a tan variado relieve, para que exista dentro de la región una graduación muy sensible de zonas climáticas de acuerdo con la temperatura. En esta forma, existen cuatro zonas: cálida, templada-cálida, templada y templada-fría.
La mayor concentración de población se encuentra dentro de la zona templada-cálida.

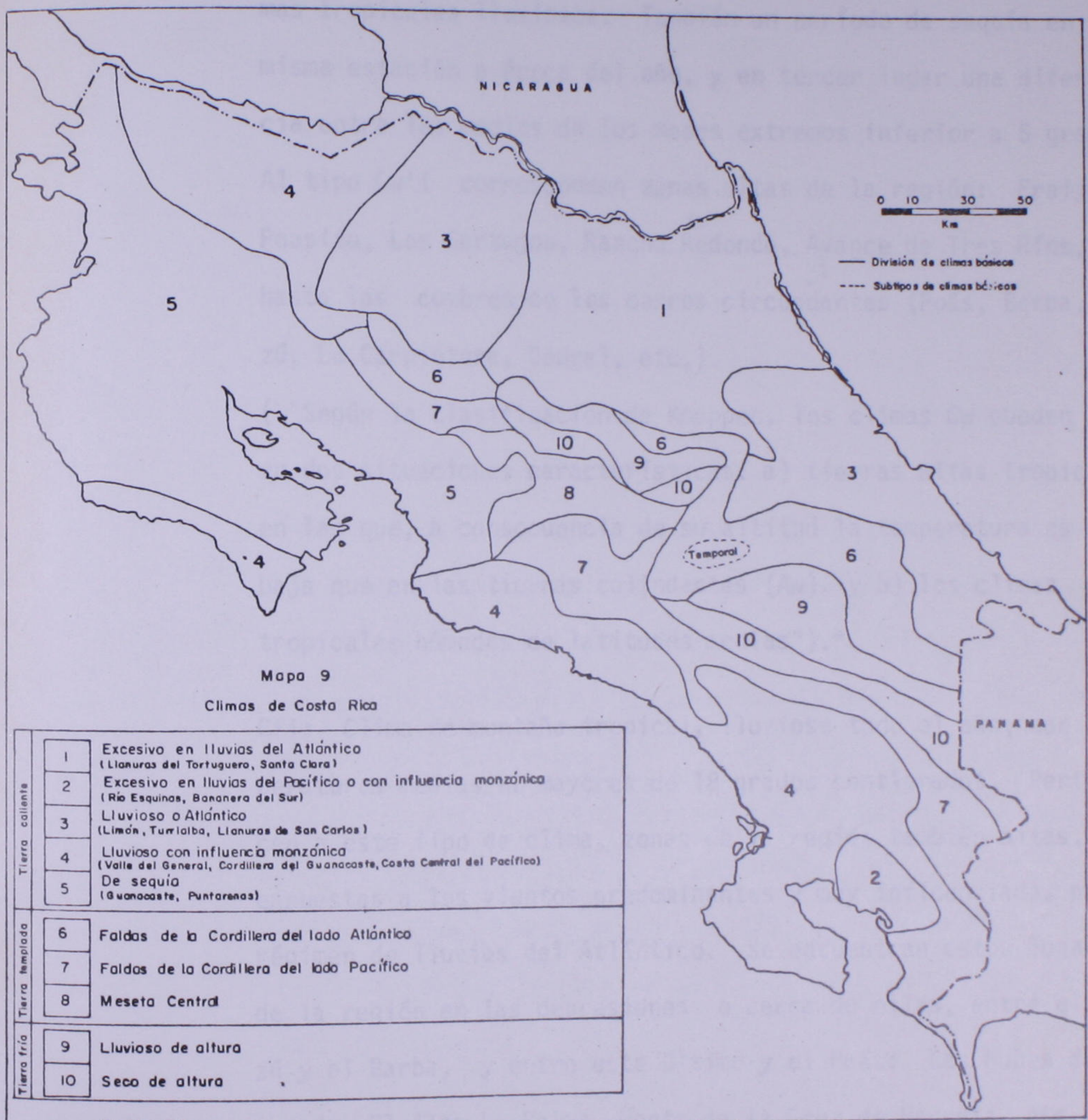
4.1.9 Clasificación del clima del Valle Central Occidental.(mapa 8,9)
Con base en la clasificación mundial de climas de Koeppen, que es la más conocida, tenemos para el Valle Central Occidental, los siguientes tipos principales de climas:

Aw'i: Clima tropical lluvioso de sabana (lluvia periódica, con período de sequía en el invierno del hemisferio correspondiente). La temperatura del mes más frío es superior a los 10 grados centígrados, y la diferencia entre las temperaturas medias de los meses extremos inferior a 5 grados (isotermal). A este tipo de clima pertenecen: San José y el Area metropolitana, Tres Ríos, Heredia, San Joaquín de Flores, Alajuela, San Antonio de Belén, Grecia, Naranjo, Palmares, San Ramón, Santa Ana, Villa Colón, Atenas, Turrúcares, etc. Según la clasificación de Koeppen, a este tipo de clima correspondería la mayor parte de la región comprendida en este estudio, más de un 75 por ciento de la misma.

Cw'i: Clima tropical lluvioso de altura. Se diferencia del Aw'i en sus bajas temperaturas (medias entre aproximadamente 10 y 18 grados centígrados). Las demás características son iguales en

Mapa 8 Zonas climáticas de Costa Rica





Mapa 9

Climas de Costa Rica

Tierra caliente	1	Excesivo en lluvias del Atlántico (Llanuras del Tortuguero, Santa Clara)
	2	Excesivo en lluvias del Pacífico o con influencia monzónica (Río Esquinas, Bananera del Sur)
	3	Lluvioso o Atlántico (Limón, Turrialba, Llanuras de San Carlos)
	4	Lluvioso con influencia monzónica (Valle del General, Cordillera del Guanacaste, Costa Central del Pacífico)
	5	De sequía (Guanacaste, Puntarenas)
Tierra templada	6	Faldas de la Cordillera del lado Atlántico
	7	Faldas de la Cordillera del lado Pacífico
	8	Meseta Central
Tierra fría	9	Lluvioso de altura
	10	Seco de altura

Fuente: Coen

ambos tipos, o sea: la cantidad de lluvia anual es mayor de 750 milímetros, que es el límite que establece Koeppen para los climas tropicales lluviosos. También un período de sequía en la misma estación o época del año, y en tercer lugar una diferencia entre las medias de los meses extremos inferior a 5 grados. Al tipo Cw'i corresponden zonas altas de la región: Fraijanes, Poasito, Los Cartagos, Rancho Redondo, Avance de Tres Ríos, etc. hasta las cumbres de los cerros circundantes (Poás, Barba, Irazú, La Carpintera, Cedral, etc.).

("Según la clasificación de Koeppen, los climas Cw pueden estar en dos situaciones características: a) tierras altas tropicales, en las que, a consecuencia de su altitud la temperatura es más baja que en las tierras colindantes (Aw), y b) los climas subtropicales húmedos de latitudes medias").*

Cfi: Clima de montaña tropical, lluvioso todo el año, con temperaturas medias no mayores de 18 grados centígrados. Pertenecen a este tipo de clima, zonas de la región también altas, bien expuestas a los vientos predominantes y muy influenciadas por el régimen de lluvias del Atlántico. Se encuentran estos lugares de la región en las depresiones o cerca de ellas, entre el Irazú y el Barba, y entre este último y el Poás: Las Nubes de Coronado, El Alto-La Palma, Monte de la Cruz de Heredia, etc. La lluvia anual tiene un promedio mayor de 3500 milímetros, el mes

---

(*) Vernor C. Finch y Glenn T. Trewartha, "Geografía Física". Fondo de Cultura Económica. Primera edición en español. México, 1954. Pág. 193.

más seco tiene alrededor de 60 mm. y más. También se nota en estos lugares, una merma de las lluvias hacia la misma época del año, pero no es tan pronunciada como en los otros dos tipos de clima de la región, especialmente el Aw'i.

Como es lógico comprender, en la clasificación de los climas no se puede establecer límites fijos o rígidos. Gradualmente se pasa de un tipo al otro, existiendo lugares o zonas de transición que participan de uno y de otro tipo de clima.

Conviene tener presente también, que al aplicar una clasificación mundial, muy general, a un país o región determinada, deben hacerse ciertas modificaciones en la clasificación para ajustarla a las características propias de cada país o región.

Entre las observaciones que a este respecto hace Elliot Coen (1949), para clasificar los climas de Costa Rica, según el método de clasificación de Koeppen, señala que donde éste distingue solamente el clima de sabana (Aw'i) para las llanuras de Guanacaste y para el Valle Central en su mayor parte, nosotros sentimos diferencias muy sensibles de temperatura entre ambas regiones. Coen reduce el tipo de clima de sabana a la zona más occidental del valle, con temperaturas medias no menores de 22 grados centígrados.

No hay duda de que existen más graduaciones en cuanto a la temperatura de la región, como se señaló al analizar la temperatura y las zonas climáticas según ese elemento.

Para poder comparar las condiciones climatológicas de las distintas regiones, ya sea dentro de un país o en el mundo entero,

es necesario la clasificación de los climas. Sin embargo, más importante que los valores numéricos, algunas veces tentativos, para delimitar los distintos tipos de clima, es el análisis y la descripción de los elementos que caracterizan un clima. Ese ha sido el propósito de este estudio.

4.2 Geología.

Costa Rica forma una gran parte del orógeno Sur Centroamericano, que está definido como unidad geológica que participa de una historia orogénica común. Este orógeno incluye el sur de Nicaragua, hasta el paralelo 13° 30'; todo Costa Rica y la porción norte y occidental de Panamá. Este orógeno se divide en tres partes ya que cada una presenta características diferentes tanto en lo concerniente a su historia tectónica como a la actividad ígnea. Estas partes estructurales son: el arco externo, el arco interno y la cuenca de Limón. El arco externo está localizado del lado del Pacífico e incluye las Penínsulas de Santa Elena, Nicoya, Osa y Burica. El arco interno comprende las cordilleras de Talamanca, la Volcánica Central y la de Guanacaste. La cuenca de Limón comprende las llanuras costaneras del Atlántico y el norte de Costa Rica. Tres fases tectónicas pueden delimitarse en Costa Rica, cada una íntimamente ligada con actividad ígnea, ellas son:

Fase protectónica

Fase orogénica

Fase post-orogénica

4.2.1 Fase Protectónica.

Esta fase está bien delimitada por los procesos geológicos que forman el complejo de Nicoya. Por los datos geofísicos obtenidos en el lado del Mar Caribe del orógeno, se indica que no había una verdadera corteza continental en esta área. Es lógico asumir que cuando el complejo de Nicoya fue formado, no había expuestas masas continentales en los alrededores; y las tierras más cercanas fueron hacia el norte, eran la América Central Nuclear.

Se asume que un arco insular volcánico inicial existió casi a lo largo del eje de lo que se llama el arco externo. Estas islas volcánicas no fueron solamente las proveedoras de lava del complejo, sino que también dieron las graywas y conglomerados y las condiciones para que se sedimentaran los "cherts" y las calizas afaníticas. Los sedimentos y el vulcanismo ocurrieron concomitantes, formando un piso sobre el cual más tarde se depositaron los sedimentos del geosinclinal cretácico. Las rocas ígneas que eruptaron durante la fase protectónica pertenecen al conjunto de las ofiolitas y están caracterizadas por basaltos espilíticos, diabasas y gabros. Durante los primeros estudios de plegamiento de las rocas del complejo de Nicoya, la peridotita de Santa Elena fue emplazada a lo largo de una gran fractura. Esto fue seguido por intrusiones de gabro y diabasa y por una extensa extrusión de coladas, basaltos y conglomerados. A pesar de no tener datos precisos sobre la edad del complejo de Nicoya, éste precede la deposición de los sedimentos del Senomano.

4.2.2 Fase orogénica.

La principal orógeno comenzó durante el cretácico superior con una encorvadura a lo largo de los presentes ejes de los arcos interno y externo. Durante el tiempo Eoceno, un vulcanismo basáltico fue contemporáneo con sedimentación marina, representando una fase orogénica inicial volcánica. El foco del vulcanismo del Eoceno debió de ser a lo largo del presente eje de la Cordillera de Talamanca, porque las rocas volcánicas están asociadas con sedimentos eocénicos, tanto en la Cordillera como en la cuenca de Limón. Contemporáneamente con la encorvadura y el vulcanismo con la primitiva Cordillera, fue formada al noreste de la cuenca de Limón y al sureste de la cuenca del Térraba, con conexión entre ellas por lo menos hasta el oligoceno superior. El vulcanismo inicial terciario fue en su mayoría andesítico en la cuenca de Limón y basáltico en el arco interno. La única actividad ígnea en la cuenca del Térraba se reconoce por intrusiones hipoabisales máficas. La iniciada orógeno continuó con encorvaduras intermitentes de la Cordillera de Talamanca y con la separación de las cuencas de Limón y Térraba. La sedimentación marina continuó en estas cuencas a través de los tiempos oligocenos y miocénicos. Sin embargo, mientras que la cuenca del Térraba fue muy estable, la de Limón debió plegarse y hundirse, y acumuló un gran espesor de sedimentos. La fase orogénica alcanzada su clímax, a principios de los tiempos miocénicos con el intenso plegamiento y la actividad plutónica granodiorítica, levantándose la Cordillera de Talamanca.

Al final de esta fase orogénica durante el mioceno superior y plioceno hubo un vulcanismo basáltico y neutro representado por la formación Aguacate.

4.2.3 Fase Post-Orogénica.

Esta fase se caracterizó por el levantamiento general del arco interno, continuando la deposición en la cuenca de Limón y en la de Térraba, otra vez la deposición fue más intensa y se caracterizó por el gran espesor post-orogénica en el arco interno, está representada por la Cordillera Volcánica Central, la Cordillera Volcánica de Guanacaste y el Volcán Chiriquí. Este quieto vulcanismo es principalmente representado por la asociación basalto-andesita-riolita-cuarzo-latita, que es típica calco-alcalina o pacífica.

4.2.4. Sistema de Fallas.

Poco detalle se conoce de los sistemas de fallas en Costa Rica, sin embargo algunos delineamientos han sido efectuados. Un sistema de fallas noroeste-sureste parece ser la dirección predominante en Costa Rica y que está íntimamente relacionada con otra dirección que es este-oeste. Ponen a las primeras como normales y a las segundas como longitudinales. La edad de las fallas no se ha establecido con exactitud, pero está relacionada con la fase orogénica y post-orogénica, y pueden por ello ser del mioceno superior, plioceno y pleistoceno.

4.2.5 La estratigrafía de Costa Rica. (Mapa 10)

4.2.5.1 Rocas sedimentarias.

Plio-pleistoceno y cuaternario-Qp, Qta, Qal: Abarca los materiales de glaciares del pleistoceno (Wisconsin). Materiales recientes no consolidados.

Mioceno - Tm. Abarca en este mapa las siguientes formaciones: Barranca, Gatún; formación D; Zapote; Sheroli; Agujas.

Oligoceno-Mioceno Indiferenciado - Tmo. Comprende las siguientes formaciones: la Uscari; Watsi; las formaciones A y B; la Amoura; la Bonilla; Cahuita; arena calcáreo y conglomerado arenisca; la Cartago; la Desamparados; el Brasil; Bancos de Pectén; calizas de San Miguel.

4.2.5.2 Rocas Igneas.

Volcánicos Cuaternario indiferenciado - Qv. Abarca parte de las tobas soldadas del Valle Central.

Piroclásticos Andesítico y Riolítico Plio-Pleistoceno: Qpr y Qpa. Abarca parte de las tobas soldadas del Valle Central.

Volcánicos del Mioceno - Tmv. Comprende las series volcánicas del Aguacate.

Mapa 10 Geología de Costa Rica



Fuente : R.I.C.

4.2.6 Tipos de rocas. (Mapa 12)

Unidad de mapa 2. Gabro, peridotita

Descripción física.

Grupo de rocas más antiguas que afloran en el país. Predominan entre ellas una variedad de gabro de granulación mediana hasta gruesa, maciza de un color grisáceo oscuro. Pequeñas zonas dispersas de peridotitas y serpentinas. También forman parte de este grupo de rocas, diabasas, dioritas y basaltos; así como también rocas sedimentarias, preferentemente del tipo de calizas, silicias y de grawacas. Se encuentran principalmente en montañas y lomas.

Canteras y su operación.

Muchos sitios de canteras disponibles. Se requiere barrenado y voladura. Roca sana generalmente estable en excavaciones excepto donde se encuentra muy fracturada. Forman masas moderadamente grandes en ciertas regiones con cubierta meteorizada de espesor variable pero no excesivo.

Observaciones.

Roca sana, por lo general adecuada para uso como capa superficial, capa de base y como piedra de construcción. Roca de tipo sedimentario, inadecuada como piedra de construcción y otros usos. Fundaciones generalmente de buenas a excelentes, excepto en los casos en que el material es de tipo sedimentario.

COSTA RICA
12

TIPOS DE ROCAS
ROCK TYPES

UNIDAD DE MAPA *MAP UNIT*	DESCRIPCIÓN *DESCRIPTION*	UNIDAD DE MAPA *MAP UNIT*	DESCRIPCIÓN *DESCRIPTION*
1	Granodiorita, diorita *Granodiorite, diorite*	6	Caliza *Limestone*
2	Gabro, peridotita *Gabbro, peridotite*	7	Arenisca, toba *Sandstone, tuff*
3	Andesita, basalto, toba *Andesite, basalt, tuff*	8	Arena, marga, lutita *Sand, marl, shale*
4	Riolita, dacita, toba *Rhyolite, dacite, tuff*	9	Gravas y conglomerados *Gravels and conglomerates*
5	Piroclásticos volcánicos, lava no diferenciada *Volcanic pyroclastics, lava undifferentiated*	10	Material no consolidado, aluvión *Unconsolidated material, alluvium*

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres
0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS

La información presentada en este mapa y en el texto que lo acompaña se basa en el Mapa de Tipos de Rocas, en escala de 1:750,000, compilado y proporcionado especialmente para este inventario general de recursos físicos por el Departamento de Geología, Ministerio de Industrias, Costa Rica, 1964, y se considera de buena calidad a la escala de presentación.

Information presented on this map and in the accompanying text is based on the Mapa de Tipos de Rocas, scale 1:750,000, compiled and furnished especially for this general inventory of physical resources by the Department of Geology, Mines and Petroleum, Ministry of Industry, Costa Rica, 1964, and is considered to be of good quality at the scale of presentation.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

Unidad de mapa 3, 4. Andesita, basalto, toba, riolita, dacita toba.

Descripción física.

Conjunto de ignimbritas que varían desde el típico sillar hasta las tobas soldadas. En términos generales pueden describirse como formadas de finos cristales de labradorita incluidos en su matriz vidrioso, también acusan la presencia de piroxenos mucho más pequeños principalmente augita e hipersteno, así como fragmentos líticas de andesita piroxénicas. Forman parte también de estos materiales un espeso manto de cenizas y arenas de tipo andesítico cuyos espesores alcanzan en algunos casos de 10 a 15 mt. Se encuentran en cerros, montañas y llanuras.

Canteras y su operación.

Muchos sitios de canteras disponibles. Puede laborarse con facilidad mediante equipo ligero de potencia mecánica y herramientas normales. Ignimbritas sanas generalmente estables en excavaciones excepto donde está fracturada o corresponden a ignimbritas tipo sillar o sedimentos piroclásticos sueltos. Generalmente sobre capa delgada.

Observaciones.

Por lo general adecuada como capa superficial, capa base y agregado cuando corresponden a ignimbritas, no es el caso de sedimentos piroclásticos sueltos. Fundaciones generalmente desde buenas a excelentes.

Unidad de mapa 5. Piroclásticos volcánicos, lava no diferenciada

Descripción física.

En su mayor parte de grano medio y de un medio y de un color que varía de gris oscuro a negro. En algunas regiones sumamente fracturadas. Algunas considerablemente alteradas con presencia de versículas rellenas en su mayoría de calcita y cristobalita. En su mayoría corresponden a andesitas piroxénicas. En ciertos lugares se encuentran mineralizadas y atravesadas por diques cuya diferenciación no es muy precisa. Se encuentran principalmente en montañas y lomas sumamente divididas.

Canteras y su operación.

Muchos sitios de canteras disponibles. Se requieren barrenado y voladura. Roca fresca generalmente estable en excavaciones excepto cuando se encuentra densamente fracturada. Sobre capa desde delgada hasta moderadamente gruesa.

Observaciones.

Roca fresca generalmente adecuada para capa superficial, capa de base y para agregado. Fundaciones generalmente desde buenas a excelentes.

Unidad de mapa 6. Caliza

Descripción física.

Grupo de rocas que pertenecen al cretácico. Predominan entre ellas una caliza pura de un color que va de blanco a gris claro, maciza por lo general fuertemente fracturada. En algunos

lugares silícea. Asociados a estas calizas se encuentran en algunos lugares conglomerados, seguidos por lutitas y areniscas calcáreas. En otros son frecuentes las arcosas y areniscas margosas con frecuentes intercalaciones de tobas volcánicas. Se encuentran en cerros y montañas.

Canteras y su operación.

Muchos sitios de canteras fácilmente disponibles. En algunos casos puede laborarse con facilidad mediante equipo ligero de potencia mecánica y herramientas normales. Roca sana generalmente estable en excavaciones excepto en donde se encuentra fracturada o intercalada con areniscas y lutitas, etc. Sobre capa por lo general delgada.

Observaciones.

Roca sana generalmente adecuada para agregado, capa de base y capa superficial y también como piedra de construcción, excepto cuando se trata de lutitas o conglomerados. Fundaciones generalmente desde buenas a excelentes sobre caliza sana, nulas en lutitas.

Unidad de mapa 7. Arenisca, toba.

Descripción física.

Areniscas finas, calcáreas en unos casos, siliceas en otros, por lo general pobremente estratificadas de un color gris azulado, variado de duras a suaves. En algunos sitios se encuentran densamente fracturadas y profundamente meteorizadas. En otros lu-

gares afloran areniscas de mediana granulación duras, estratificadas en capas delgadas. Se encuentran en montañas y lomas.

Canteras y su operación.

Muchos sitios de canteras disponibles. Por lo general puede laborarse con facilidad mediante equipo ligero de potencia mecánica y herramientas normales. Sobre capa por lo general moderadamente delgada.

Observaciones.

Cuando sanas por lo general adecuadas para rellenos solamente. Las fundaciones por lo general de inferiores a regulares.

Unidad de mapa 10. Material no disuelto, aluvión.

Descripción física.

En este tipo englobamos todas aquellas llanuras aluvionales recientes así como también algunas terrazas de edad pliopleistocénicas, como es el caso de la gran terraza de San Isidro del General.

Canteras y su operación.

Algunos sitios de canteras disponibles. Se puede laborar en los mismos, por lo general con equipo de potencia ligero. Sobre capa moderadamente gruesa.

Observaciones.

Adecuado para agregado, capa de base y capa superficial. Las fundaciones por lo general de inferiores a regulares.

La carretera, en su mayor parte, está localizada sobre una formación de ignimbritas con depósitos lacustres y lahares del tiempo cuaternario y del mismo tiempo encontramos una formación de aluvión en la zona de Caldera, mientras la zona de Esparta, Santa Ana y Escazú, está compuesta por sedimentos marinos clásticos, parálicos y facies locales de caliza y al norte de Santiago como al oeste de Atenas se encuentran rocas volcánicas variadas de tiempo terciario (Mapa 11).

Estos contrastes del relieve se deben a las fuerzas tectónicas y volcánicas. Costa Rica está situada en una zona geológica activa, lo cual se manifiesta en frecuentes terremotos y erupciones volcánicas (de los 10 volcanes principales 6 son activos). Los detalles de la estructura morfológica también reflejan en gran parte la consistencia del subsuelo. Para la formación de los suelos se dan relaciones directas a la base petrográfica.

4.2.7 Geología de los mapas básicos Abra y partes de Río Grande. (Mapa 13, 14).

4.2.7.1 Estratigrafía.

Los trabajos anteriores realizados en el área estudiada se limitaron exclusivamente a descripciones litológicas de afloramientos en áreas restringidas y sin ninguna relación a un cuadro estratigráfico definido. Formaciones bien denominadas han sido descritas en las costas del Atlántico y del Pacífi-

NICARAGUA

COSTA RICA

Lago de Nicaragua

CORDILLERA DE GUANACASTE

CORDILLERA CENTRAL

CORDILLERA DE TALAMANCA

MAR CARIBE

OCEANO PACIFICO

PANAMA

LIBERIA

Bagaces

Filadelfia

Cañas

Tilarán

Juntas

Quesada

Sta Cruz

Nicoya

San Ramón

Grecia

Palmares

ALAJUELA

HEREDIA

Liberia

PUNTARENAS

Golfo de Nicoya

Orotina

Santiago

SAN JOSE

CARTAGO

Paraíso

Turrialba

LIMON

Guápiles

Siquirres

Barra Colorado

Upala

San Ramón

Río Viejo

Golfito

Golfo Dulce

Villa Neily

Palmar

Pto Cortés

San Isidro

Quepos

Mapa II
GEOLOGIA

Rocas sedimentarias

CUARTERNARIO
- Aluvión
- Depósitos laháricos
- Depósitos marinos clásticos y continentales del Pleistoceno

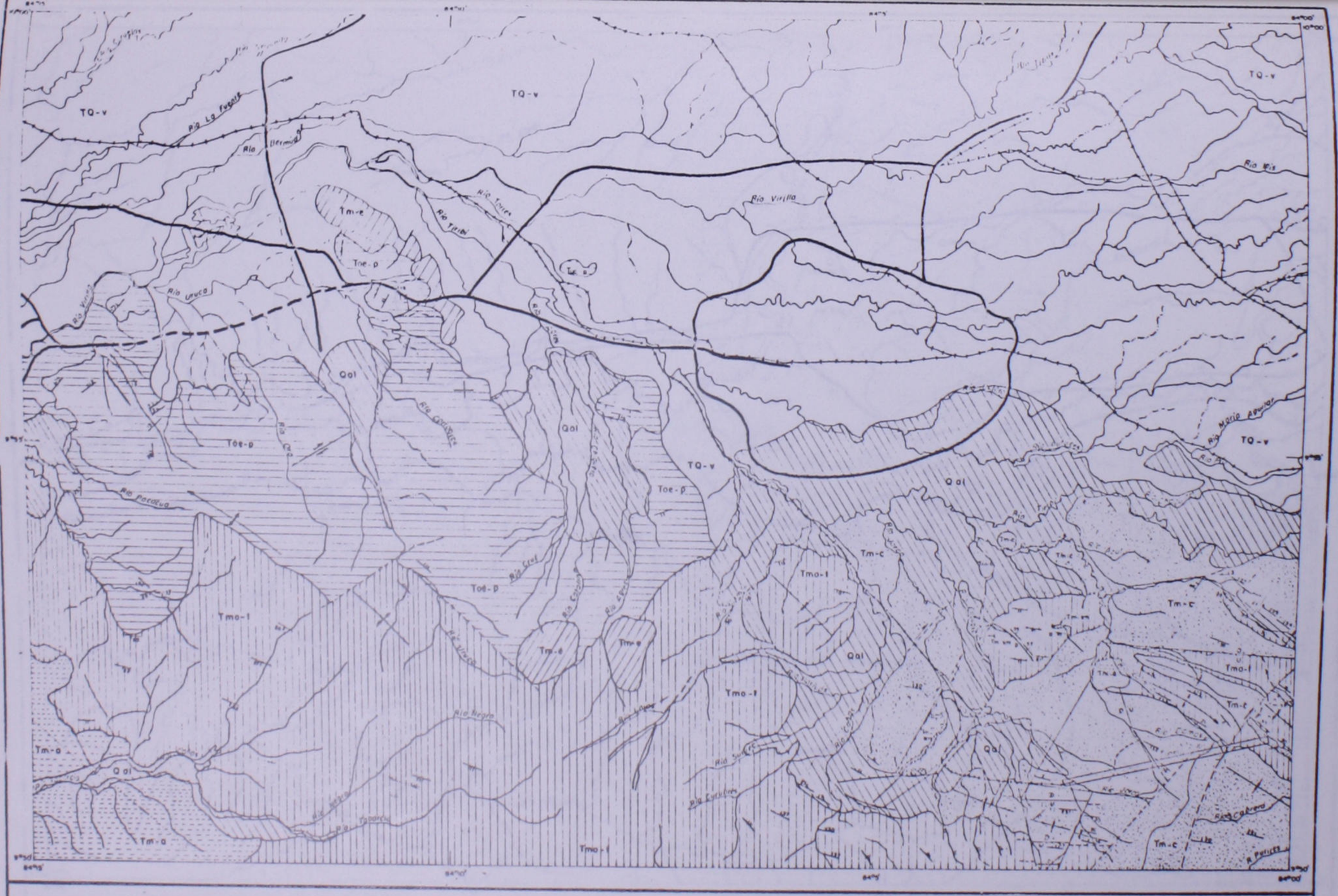
TERCIARIO
- Depósitos marinos clásticos, parálicos y facies locales de caliza
- Rocas clásticas y calizas con intercalación de rocas volcánicas

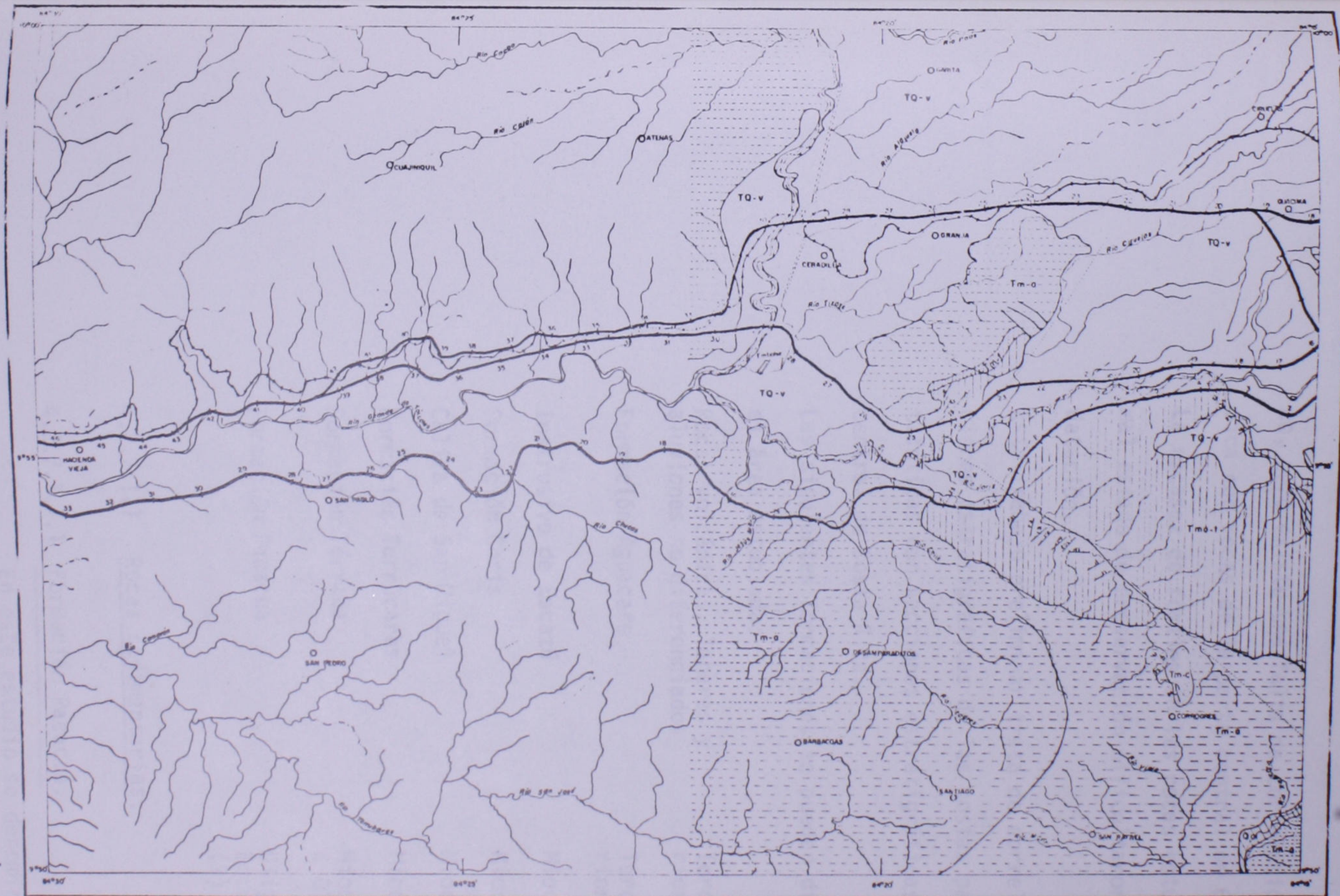
CRETACICO
- Rocas clásticas y calizas con intercalación de rocas volcánicas del cretácico superior
- Rocas sedimentarias y volcánicas, complejo de Nicoya

Rocas ígneas
- Ignimbritas con depósitos lacustres y Lahares
- Edificios volcánicos
- Rocas volcánicas variadas
- Rocas intrusivas, principalmente miocénicas
- Pendotita se. pentinizada, edad cretácica no definida
- Falla
- Cono volcánico

Generalizado en base del Mapa Geológico de Costa Rica 1 : 800 000, hecho en la Dirección de Geología, Minas y Petróleo 1968

Fuente : Nuhn


TQ-v
Río La Pavona
Río Ulérmida
Río Tarán
Río Virilla
Río Uruca
Río Pacacua
Río Cruces
Río Cruces Sur
Río Cruces Norte
Río Cruces Este
Río Cruces Oeste
Río Seco
Río Negro
Río Sucio
Río Cyclorama
Río María Aguilar
Río Cabrero
Río Pavones
Río Pavones Sur
Río Pavones Este
Río Pavones Oeste
Río Pavones Norte



LEYENDA GEOLOGICA (correlaciones preliminares)

Qal	Aluvión	Cuaternario
Tm-c	Formación Coris	
Tm sm	Caliza de San Miguel	
Tmo !	Formación Térraba	
Tmo p	Formación Pacacua	
Tm-t	Formación Turrúcares	
Tm-e	Intrusivo de Escazú	
Tm-o	Formación Aguacate	
TQ-v	Rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados	

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Buzamiento fotogeológico
- Buzamiento
- Estratificación horizontal
- Sinclinal con inclinación del eje
- Anticlinal con inclinación del eje
- Falla
- Falla de corrimiento
- Contacto formacional

SIMBOLOGIA

- Carretera en proyección
- Ríos y quebradas
- Ferrocarril

Mapa 14

HOJA RIO GRANDE

MAPA GEOLOGICO

Tomado de: R. Castillo M., 1969

Dibujó: Emilio Ortiz Cordero

Fecha: diciembre 1976 Escala 1:50.000

co, pero existe una falta de correlación estratigrá fica con rocas de la parte central de Costa Rica. La escasez de fósiles en las rocas estudiadas y su mal estado de preservación dificultaron la tarea de datación.

Este trabajo preliminar trata de correlacionar secciones estratigráficas de las costas pacíficas y atlánticas con secciones estratigráficas de la parte central de Costa Rica.

Las siguientes formaciones se pueden diferenciar en el área estudiada:

Rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados	Terciario Superior a Reciente
Formación Aguacate	Terciario Superior.
Instrusivo de Escazú	Mioceno Superior
Formación Coris	Mioceno Inferior
Caliza de San Miguel	Mioceno Inferior
Formación Turrúcares	Mioceno Inferior
Formación Térraba	Mioceno Inferior a Oligoceno (?)
Formación Pacacua	Oligoceno (?) a Eoceno Superior (?)

4.2.7.1.1 Rocas sedimentarias.

4.2.7.1.1.1 Formación Pacacua.

En este estudio se denomina Formación Pacacua, una secuencia constituida por interestrati

ficaciones de conglomerado brechoso y areniscas conglomeráticas, areniscas, limolitas y lutitas, todas tobáceas, con espesores superiores a 1148 metros en la sección tipo ubicada en el flanco norte del Cerro Pacacua.

El conglomerado brechoso tobáceo es masivo y poco estratificado. Sin meteorizar adquiere coloraciones grises, verdes a púrpuras, se presenta muy endurecido y algo calcáreo. Es de color pardo claro, amarillo a púrpura, suave y friable, con exfoliación esferoidal cuando se ha meteorizado. El conglomerado, que es pobremente escogido, consiste de fragmentos de lava de 1 a 50 mm de tamaño, de color gris, gris verdoso, pardo y púrpura, y de forma angular a subredondeados. Los fragmentos de lava muestran fenocristales de feldespato caolinizados de 1 a 4 mm. Algunos de los fragmentos son probablemente detribus de rocas sedimentarias. Todos los fragmentos se encuentran incluidos en una matriz tobácea fina, de color gris, pardo a púrpura.

Las areniscas conglomeráticas, areniscas, limolitas y lutitas, son de color amarillo, gris o púrpura, coloraciones dependientes del grado de meteorización. Presentan buena estratificación, moderadas a pobremente escogidas, poco endurecidas y generalmente friables. Son algo calcáreas cuando no meteoriza-

das; escasamente fosilíferas. Las diaclasas horizontales se alinean con los planos de sedimentación. Las rocas generalmente muestran meteorización esferoidal. Una sección medida de esta formación en la localidad tipo se muestra en la lámina # 1.

Las rocas de esta formación han sido conocidas y estudiadas con anterioridad. Romanes (1912, p.118) en su estudio sobre las rocas sedimentarias en Brasil, describe conglomerados púrpura y ceniza volcánica marina, y su fauna. Crosby (1940, p.488) dice: "observaciones diseminadas en el flanco norte del Cerro Candelaria (Cerro Pacacua*) y su extensión oeste, los Cerros de Puriscal, y en el cañón del Río Virilla en la base de estos últimos cerros, indican que estas zonas están formadas por un gran cúmulo de estratos sedimentarios incluyendo caliza, arenisca y tobas calcáreas, todas de edad terciaria". Dóndoli (1954, p. 18) reconoció estas rocas en una parte fuera del área cubierta en este trabajo (Hoja Istarú) y las denominó como "Formación Conglomerado-Arenisca". En este trabajo se usa para la formación un nombre geográfico siguiendo las reglas del Código de Nomenclatura Estratigráfica (1961), adoptado para la región de América Central.

(*) Nota del autor.

De estas rocas, hay buenos afloramientos en la Verbena, Bello Horizonte, oeste y sur de Escazú, y en los flancos oeste, norte y este del Cerro Pacacua. También existen afloramientos locales y discontinuos en Pavas y a lo largo del cañón del Virilla entre Brasil y Electriona.

La formación está subyacida en forma discordante por la Formación Térraba y exhibe además una discordancia angular con las rocas volcánicas recientes del Terciario-Cuaternario del Valle Central Occidental. Especímenes de Pecten, pobremente preservados y muy deformados, fueron encontrados en una arenisca calcárea al final del camino que conduce de Piedades de Santa Ana a Planta Brasil. Romanes (1912, p.118) apunta que las tobas volcánicas contienen abundantes Pecten Hemphilli, el cual es un aliado cercano a los Pecten más pequeños de la Caliza de San Miguel.

Schuchert (1935, p.605) dice: "Cerca de la planta de Brasil aparecen margas amarillas, ceniza volcánica estratificada y conglomerado masivo con Schizaster Cristtatus característico del bajo Gatún". La Formación Brito del Eoceno descrita por Dengo (1962, p. 29) exhibe una casi idéntica litología con la formación Pacacua. De acuerdo a Dengo (1962, tabla I) la Formación Térraba, del Oligoceno, subyace a La Formación Brito a lo largo de la costa pacífica en-

tre Puntarenas y Punta Herradura. La litología de la Formación Pacacua, de acuerdo a Dengo (1966, comunicación escrita) es también similar a la de la Formación Tuis (Eoceno) y a la Formación Senosri (Oligoceno Inferior) de la costa Atlántica. Los fósiles son escasos y muy mal preservados lo que imposibilita dar una datación exacta a estas rocas; sin embargo, estas rocas son claramente anteriores al Mioceno Inferior, debido a que desde el punto de vista estratigráfico en el área estudiada, subyacen rocas conteniendo fósiles del Mioceno Inferior. Recientemente el autor determinó en una zona situada al sur del Río Candelaria (hoja Caraigres), que estas rocas descansan sobre una caliza del Eoceno Superior, denominada Caliza de Parritilla por Malavassi (trabajo inédito). La formación se correlaciona con la "Formación Conglomerado Arenisca" (Dondoli 1954, p.18), con la "Unidad Conglomerado" descrito por Umaña y Escalante (1962, p.19) en Aguacaliente (Hoja Istarú), y con las formaciones Brito, Tuis y Senosri.

4.2.7.1.1.2 Formación Térraba.

Esta formación fue reconocida y descrita por Dengo (1961. p.48) como una secuencia de lutitas y limolitas negras calcáreas interestratificadas con estratos calcáreos delgados, expuestos en

el Río Térraba, entre El Cajón y la Boca del Río Chánguena. Años antes, Romanes, (1962.p.108) hizo notar que la Caliza de San Miguel estaba probablemente limitada en su parte inferior por una arenisca friable gradando en una marga amarillo pálida muy fina, algo fosilífera, pero nunca describió la roca fresca. Crosby (1940, p.486-487) en el estudio de una secuencia cerca del Brasil, hasta más al oeste del puente de Piedras Negras, describió afloramientos de caliza negra, arenisca calcárea, lutita negra silícea y toba calcárea. Crosby correlacionó las rocas del Brasil y Piedras Negras como pertenecientes a la misma formación. Sin embargo, las rocas expuestas en estos dos puntos se consideran y se sitúan en este trabajo en dos formaciones diferentes.

La Formación Térraba en el área estudiada consiste de interestratificaciones de arenisca, limolita, lutita negra a gris oscura, calcáreas y algo de caliza. Estas rocas están generalmente bien estratificadas, densas, fisibles y diaclasadas siguiendo los planos de sedimentación y perpendiculares a los mismos. Muestran con frecuencia venas de calcita y algunos fósiles. La formación ha sido meteorizada con intensidad en la superficie, produciendo suelos arcillosos amarillos, rojos y pardos y una meteori-

zación esferoidal conspicua. La textura muy fina y la meteorización esferoidal son características litológicas que diferencian a esta formación de las otras.

La Formación Térraba descansa sobre la Formación Pacacua con una discordancia de erosión y está sobreyacida en forma concordante por la Caliza de San Miguel. En algunas localidades está cubierta en forma discordante por la Formación Turrúcares, la Formación Aguacate y las rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados del Valle Central Occidental. Su espesor alcanza límites superiores a los 1.200 m. La formación se encuentra bien expuesta a lo largo de la Quebrada Mesén, este de Patarrá, en las lomas Salitral y Aserrí, en el flanco norte de El Tablazo, en las cabeceras del Río Cañas, oeste y sur de Aserrí, a lo largo del límite sur de la Hoja Abra hasta Tabarcia confundiéndose con los afloramientos del flanco sur del Cerro Pacacua, en la Fila Diamante, en la parte oeste del Río Virilla, y en los flancos este y sur de los Cerros de Turrúcares.

Algunos fósiles encontrados cerca de Aserrí y en la Quebrada Mesén, fueron clasificados como Aequipten plurinominis (Pilisbry y Johnson), Pecten (Flabellipecten) gatunensis Toula, del Mioceno Inferior.

Romanes (1912, p.108) localizó fósiles mal preservados y muy fragmentados de los géneros Pentunculus, Astarte, Arca y Pyrula. Schuchert (1935, p.605) los dató como Oligoceno Superior a Mioceno Inferior. Dengo (1961, p.49) describió a la Formación Térraba yaciendo concordantemente sobre la Formación David, del Eoceno Superior cerca de la costa pacífica. Ubicó a la Formación en el Oligoceno (Dengo, 1962, p.44). Posteriormente Henningsen (1965, p.20) la dató del Oligoceno al Mioceno Inferior.

Esta formación se correlaciona con las rocas superiores de la "Formación Conglomerado-Arenisca", descrita y así denominada por Dóndoli (1954, p.18) y con la "Unidad Limolito", descrita y en esa forma denominada por Umaña y Escalante (1962, p.16) en Agua Caliente. Esta formación tentativamente se correla ciona en edad con la Formación Uscari y la Formación Dacli en la costa Atlántica.

4.2.7.1.1.3 Caliza de San Miguel.

Cuando Hill (1898, p.226) visitó el área de San Miguel de Desamparados, encontró y describió a una caliza y la llamó como "San Miguel Bed". La dató erroneamente como del Cretácico. Romanes (1912, p.106) la denominó, posteriormente, como caliza de San Miguel y la dató como del Terciario en base al contenido de fósiles terciarios.

La formación es una caliza bioclástica gris, de 5 a 15 m. de espesor. Es masiva, con rasgos pobres de estratificación, densa, generalmente pura, diaclasado irregular, y conteniendo pequeñas fracturas rellenas de calcita y fósiles abundantes.

La caliza de San Miguel sobreyace concordantemente a la Formación Térraba y localmente está cubierta por la Formación Coris, (ver lámina #3). Krushensky (1966, Comunicación personal) ha mapeado áreas en donde la Formación Coris descansa discordantemente sobre la Caliza de San Miguel. En estos lugares la Formación Coris muestra una brecha basal de bloques de la Caliza de San Miguel dentro de una matriz de la Formación Coris.

La caliza de un espesor de 15 metros se halla bien expuesta al este de Patarrá formando tres fajas separadas con una orientación WNW-ESE; también existen afloramientos de 5 metros de espesor en los flancos norte y sur de la Loma Salitral y en el flanco este de la Loma Aserrí. La formación probablemente desaparece por adelgazamiento en cuña al oeste de la Loma Aserrí, al Sur de la Loma Aserrí e Higuito, y al Norte de la Quebrada Honda de Patarrá. La formación se engruesa al este en la región cubierta por la Hoja Istarú, alcanzando espesores de 125 metros en Aguacaliente de Cartago (Umaña y Escalante, 1962).

Los fósiles encontrados son Lyropecten (Nodipecten) cf. nodosus y Balanus sp. y se dataron como del Mioceno Inferior. Romanes (1912, p.108), se refiere a Balanus y Ostrea como los únicos fósiles visibles y los datό como del Terciario.

La formación se puede correlacionar con las rocas inferiores de la "Formación Calcáreo-Arenácea", descrita y denominada así por Dόndoli (1954, p.16) y con la "Unidad Caliza" (Umaña y Escalante, 1962,p.12) La caliza de San Miguel también es correlacionable en edad con la Formación Uscari en la costa Atlántica y con la Formación Curré en la costa del Pacífico.

4.2.7.1.1.4 Formación Turrúcares.

Se denomina como Formación Turrúcares a una secuencia constituida por areniscas conglomeráticas y capas de conglomerados, de aproximadamente 200 metros de espesor, expuesta en el flanco este de los Cerros de Turrúcares. La base de la formación consistente de una arenisca de grano medio, pardo-amarilla, meteorizada, con pobre escogimiento, granos subangulares, pobremente estratificada, friable a moderadamente dura, algo calcárea y fosilífera. La arenisca grada hacia arriba a un conglomerado fosilífero. Este conglomerado cuando no meteorizado es calcáreo de color gris oscuro, muy endurecido y denso; cuando se meteoriza adquiere un color pardo-

amarillo. El conglomerado se presenta pobremente estratificado y sus piezas líticas constitutivas son subangulares a subredondeadas, hasta de 9 mm. de largo, la mayoría de ellas derivadas de la formación subyacente. El conglomerado grada hacia arriba a una arenisca conglomerática, de pobre escogimiento, friable hasta dura, algo calcárea y fosilífera. En aquellos afloramientos meteorizados la arenisca se presenta de un color pardo-amarillo.

Las primeras referencias relativas a las rocas de esta formación, fueron suministradas por Woodring y Malavassi (1961, p.491), quienes describieron una "arenisca de grano medio y grano grueso, fosilífera, algo calcárea, incluyendo capas conglomeráticas".

La Formación Turrúcares descansa discordantemente sobre la Formación Térraba y probablemente está cubierta por la Formación Coris.

La formación se presenta bien expuesta solamente en los Cerros de Turrúcares. Afloramientos cerca de Jaris, entre las formaciones Coris y Térraba, están cubiertas por rocas de la Formación Aguacate.

Los fósiles encontrados en la formación, son equivalentes a aquellos fósiles clasificados por Woodring y Malavassi (1961, p.491-496). Ellos son: Aequipecten aff. A. plurinominis (Pilsbry and Johnson), Pecten (Flabellipecten) gatunensis gatunensis Toula, Lyro-

pecten? (Nodipecten) sp. of. L. nodosus (Linné), Cypraecassis of. C. tenuis (Wood, Turritella (Torcula) altilira Conrad subsp., Architectónica (Architectónica) nobilis nobilis Roding, Malea aff. M. Elliptica (Pilsbry y Johnson), y Balanus sp. Estos fósiles sugieren Mioceno Inferior. Foraminíferos encontrados en la parte basal de la formación, fueron clasificados por Woodring y Malavassi (1961, p.491-492) como se indica a continuación:

Biorbulina bilobata (d'Orbigny)	A
Bolivina marginata var. multicostata Cushman	A
Bolivina imporcata Cushman y Renz	A
Bulimina of. B. Tesellata Cushman y Todd	R
Bulimina of. B. uvigerinaformis Cushman y Kleinpell	F
Frondicularia sp. (fragmentos)	R
Globigerina bulloides d'Orbigny	A
Globigerinoides of. G. ruber (d'Orbigny)	A
Globigerinoides transitorius Blow	A
Globigerinoides trilobus (Reuss)	A
Flobolulimina pacífica Cushman	A

A: abundante; C: Común; F: poco; R: raro

Los foraminíferos sugieren Mioceno Inferior. Los equinoideos encontrados en la Formación, fueron clasificados por Durham (1961) de la siguiente forma: Plagiobrissus malavassi n. sp., Schizobrissus kewi n.sp., Brissopsis n. sp. Pericosmus israelsli n.sp. Echinolampas woodringni s.sp. Clypeaster sp. Plagiobrissus costarricensis n.sp. Schizaster costerricensis n.sp. Durham (1961. p.481) concluyó que los equinoideos de Costa Rica están más relacionados con especies que aparecen en formaciones del Mioceno In-

ferior, Medio y Superior en edad. La formación se correlaciona con la Caliza de San Miguel en la parte este del área estudiada; con las rocas inferiores de la "Formación Calcáreo-Arenácea" (Dóndoli, 1954,p.16) y con la "Unidad Caliza" (Umaña y Escalante 1962,p.12); también se correlaciona en edad con la Formación Uscari en la Costa Atlántica y la Formación Curré en la costa Pacífica.

4.2.7.1.1.5 Formación Coris.

Se denomina como Formación Coris a una secuencia de arenisca cuarzosa espesa con capas delgadas de lutita. La secuencia de 380 metros de espesor en la localidad tipo aparece en el área del Alto Coris al suroeste de los Cerros de la Carpintera. La arenisca cuarzosa es de color blanco a gris claro cuando no meteorizada; amarilla, parda, roja, hasta púrpura cuando se ha meteorizado. Los granos van de finos a medios, bien escogidos, y subangulares. La arenisca es generalmente masiva, pobremente estratificada, friable a moderadamente dura, y muestra diaclasamiento vertical en partes. Concresiones de limonita y de dióxido de manganeso con frecuentes marcas de oleaje se observan solamente en la arenisca cuarzosa.

Capas finas de lutita amarilla-parda muy meteorizada se observan interestratificados con la arenisca cuarzosa. Estascapas están finamente estratifacadas

y endurecidas en grado moderado. Lentes locales de lignito han sido reportados dentro del área estudiada. Dos kilómetros al sur de Higuito aflora un lente de lignito interestratificado con una arenisca cuarzosa blanca a gris clara. Los espesores de este lignito oscilan desde 0.60 a 1.10 m. (Umaña 1964 p.3). Lentes locales y discontinuos de lignito arcilloso han sido reportados por Krushensky (1966, comunicación verbal), al suroeste del Alto Coris y Cerca de la Quebrada Honda de Patarrá.

La formación descansa localmente en forma concordante sobre la Formación Turrúcares y sobre la caliza de San Miguel. La Formación Aguacate y las rocas volcánicas, lahares y aluviones descansan discordantemente sobre la Formación Coris.

La Formación Coris cubre una zona extensa del lado este del área estudiada. Aparecen excelentes afloramientos en el Alto y Bajo Coris, al este de Patarrá, al sur y oeste de Higuito, en las lomas de San Antonio y Aserrí, y al sur y oeste de Desamparados. En Jaris, en el lado oeste del área estudiada, se observa un afloramiento restringido.

No fueron encontrados fósiles en las rocas de la formación dentro del área estudiada. Como la formación es una secuencia depositada inmediatamente después de la depositación de la Caliza de San Miguel y de la Formación Turrúcares, se asigna al

Mioceno Inferior; sin embargo, cabría la posibilidad de que la misma se extendiera hasta el Mioceno Medio.

La Formación Coris se correlaciona con las rocas superiores de la "Formación Calcáreo-Arenácea" (Dondoli 1954, p.16). En edad se correlaciona con la Formación Uscarí y probablemente con la Formación Gatún en la costa atlántica y con la Formación Curré y Formación Punta Carballo en la costa pacífica.

4.2.7.1.2 Rocas Igneas.

Hay tres tipos de rocas ígneas que se pueden asignar a las siguientes unidades de roca: 1) el Intrusivo de Escazú, 2) la Formación Aguacate y 3) las rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados del Valle Central Occidental.

4.2.7.1.2.1 Intrusivo de Escazú.

Se denomina como Intrusivo de Escazú el Cuerpo ígneo formado por rocas dioríticas, granodioríticas, monzoníticas, gabroídeas y basáltico-andesíticas, expuesto discontinuamente en los Cerros de Escazú. Sus principales afloramientos marcan una orientación general NW-SE e intruyen las rocas sedimentarias del Terciario descritas previamente. En este trabajo el mapeo del cuerpo intrusivo es aproximado, ya que las observaciones fotogeológicas y las de

campo muestran diferencias notorias entre sí, dado el alto grado de metamorfismo de contacto alcanzado por las rocas sedimentarias vecinas. Se necesitaría un mapeo muy detallado de campo en los Cerros de Escazú para determinar la extensión real en superficie del o los cuerpos magmáticos y todas las transiciones producidas por el metamorfismo.

Romanes (1912, p.110-111) al estudiar fragmentos rodados cerca de Escazú y Patarrá los calificó como rocas ígneas monzoníticas. Dóndoli (1955, p.8) menciona que dioritas y granodioritas componen los núcleos más importantes de la Cordillera de Talamanca y los plutones expuestos en los Cerros de Escazú.

Weyl (1957, p.27) reportó una gabrodiorita de grano grueso, un gabro norítico y una mangerita leucocrática en bloques rodados en la base del Cerro San Miguel cerca de Escazú, y una gabrodiorita en cantos rodados del Río Uruca en Salitral de Santa Ana.

Las rocas dioríticas, granodioríticas, y monzoníticas están expuestas en el límite norte del cuerpo intrusivo en concordancia con el Cerro San Miguel y Pico Blanco. Estas rocas son de grano medio a grueso y la reducción del tamaño del grano en contacto con las rocas vecinas no fue observado. Diques de este tipo petrológico no fueron observados.

Las rocas gabroideas y basáltico-andesíticas afloran

principalmente en las partes periféricas de las rocas anteriormente mencionadas. Abundantes diques de este tipo intruyen las rocas sedimentarias del Terciario y aparentemente algunas "cupolas" (Cerro de Las Palomas, entre Quebrada Tanques y Río Damas, etc.)

La acción magmática produjo un fuerte metamorfismo de contacto en las rocas sedimentarias del Terciario originando cornubianitas y mineralizaciones apreciables de pirita, galena, blenda, calcosina y otros minerales en menor proporción. La mayor parte de estas mineralizaciones ya fueron reportadas por Dóndoli (1941).

4.2.7.1.2.2 Formación Aguacate.

Las rocas volcánicas expuestas en los Cerros del Aguacate fueron denominadas por Romanes (1912) como las "Series del Aguacate". Schaulfelberger (1932-1933) las llamó "Andesitas del Aguacate". Recientemente Dengo (1962) les cambió el nombre a Formación Aguacate aplicando el Código de Nomenclatura Estratigráfica. La formación está compuesta, en el área estudiada, por brechas volcánicas, tobas soldadas y lavas andesíticas y andesito-basálticas intruidas por diques de basalto. La brecha volcánica consiste de fragmentos de lava andesítica y andesito-basáltica, grises a parduzcos, angulares

a subredondeados, de pocos centímetros hasta más de 50 centímetros de diámetro, distribuidos en una matriz tobácea, varicoloreada en partes, desde el gris claro, amarillo, rojo hasta el púrpura.

La matriz está pobremente endurecida y de condición friable cuando se ha meteorizado.

La toba soldada es generalmente de color gris clara, densa, de grano medio a fino y con diaclasamiento paralelo a la lineación del fiamme. Localmente muestra estructura de flujo. Fragmentos líticos y cristales alcanzan menos de 5 mm. en longitud y están distribuidos en una matríz de grano medio a fino.

En los cerros de Turrúcares aflora una toba soldada con buzamiento fuerte hacia el oeste que aparenta evidenciar un plegamiento marcado en la misma dirección que las rocas sedimentarias de las formaciones Térraba y Turrúcares localizadas debajo.

Las lavas son generalmente andesitas y andesitas basálticas, grises a parduzcas, de grano fino a medio, corrientemente meteorizadas y con diaclasamiento conspicuo horizontal.

Las intrusiones basálticas son grises a gris verduzcas, de grano medio a grueso, y con grado de meteorización variable.

Aureolas de origen hidrotermal de color púrpura, blanco, gris y varicoloreadas se observan en la formación.

La Formación Aguacate descansa en forma discordante sobre las formaciones Térraba, Turrúcares y Coris, y a la vez está sobreyacida discordantemente por las rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados del Valle Central Occidental.

Las rocas de la Formación Aguacate fueron depositadas después del Mioceno Inferior y probablemente antes del Cuaternario.

La formación en el área estudiada aflora bien al sur del Valle de Tabarcia, al oeste de la Fila Diamante, en el flanco oeste de los Cerros de Turrúcares y al oeste del Río Grande.

4.2.7.1.2.3 Rocas volcánicas, lahares ("Lavina") y aluviones no diferenciados del Valle Central Occidental.

Estas rocas sobreyacen a la secuencia sedimentaria del Terciario en su extremo norte y a la Formación Aguacate en el oeste, En este trabajo se considera esta unidad como una secuencia no diferenciada, pero debería ser mapeada en detalle en el futuro. Las rocas volcánicas de esta unidad fueron eruptadas por los volcanes de la Cordillera Central durante el Terciario Superior y el Cuaternario.

Crosby (1940) en su estudio del cañón del Río Virilla aloeste de la planta Brasil, describió la siguiente sección estratigráfica en el Río Virilla.

Lava superior
Toba
Lava inferior
Sedimentario

Los espesores no fueron mencionados.

Dóndoli (Director del Departamento de Geología, Universidad de Costa Rica, comunicación personal) sugiere las siguientes secciones estratigráficas:

Zona este (San José y vecindades)

Sección estratigráfica cerca del Zapote

Ceniza
Lahar o "Lavina"
Sedimentos lacustres (limo y arena fina)

Sección estratigráfica Cerca de Colima

Ceniza
Lahar o "Lavina" superior
lava antigua
inferior

Zona Central (Ojo de Agua y vecindades)

Ceniza
Lava de Cebadilla
Toba soldada
Lava antigua

Zona oeste (La Garita y vecindades)

Ceniza
Lava de Cebadilla
Toba soldada
Sedimentos lacustres
Formación Aguacate

Williams (1952) denominó a las unidades de roca del Valle Central Occidental de la siguiente forma:

Formación "Clay with boulders"
Lavas de post-avalancha
Depósitos de avalancha incandescente
Lavas de intracañón

Discusión general sobre las rocas volcánicas, lahares y aluviones.

Lavas antiguas. El río Virilla ha dejado al descubierto las coladas de lava más vieja eruptadas por los volcanes Poás y Barba durante el Terciario Superior y el Pleistoceno.

Williams (1952, p.151) llamó a estas lavas como "lavas de intracañón" y las consideró como un producto de los conos volcánicos en crecimiento. La lava proveniente del Volcán Barba fluyó por los cañones de ríos pre-existentes a través de la antigua superficie del Valle Central Occidental, haciéndolo por varios kilómetros. Las lavas sepultaron a los depósitos antiguos de aluvión que sobreyacían a las rocas sedimentarias del Terciario y poco tiempo después de haber sido emplazadas, éstas a la vez, fueron cubiertas localmente por depósitos aluvionales.

Las muestras estudiadas en este trabajo resultaron ser andesitas.

4.2.7.1.2.4 Tobas

Las tobas generalmente sobreyacen a las lavas antiguas. Williams (1952, p. 153) las catalogó como "depósitos de avalancha". Estos depósitos consisten de tobas de corriente de piroclásticos, soldadas y no soldadas. La mayor parte de las tobas al sur y al oeste del Valle Central Occidental son soldadas; aquellas que se presentan al este son corrientemente no soldadas. En apariencia, éstas fue

ron eruptadas por los volcanes Barba y Poás y a lo largo de fisuras asociadas a dichos centros. Estos depósitos cubrieron la parte oeste del Valle Central Occidental y actualmente se encuentran expuestos principalmente a lo largo de las márgenes sur y oeste del Valle sobre las rocas sedimentarias del Terciario y la Formación Aguacate.

Estas corrientes de piroclásticos sepultaron los depósitos de aluvión depositados sobre las lavas antiguas. Simultáneamente con el emplazamiento de las tobas se formaron zonas lacustres de ocurrencia local. Las tobas de corriente de piroclásticos formaron una llanura o planicie suavemente ondulada con una suave pendiente regional, hacia el sur y al oeste. Esta superficie en la actualidad se ha preservado.

Estos depósitos de toba de corriente de piroclásticos fueron más tarde cubiertos por coladas de lava más jóvenes provenientes de los volcanes Barba y Poás, en la parte occidental del Valle y por lahares derivados de los volcanes las Tres Marías y el Irazú. En menor grado los lahares al este del Valle tuvieron su origen de los cerros de Escazú.

Algunos afloramientos locales de toba soldada, de color gris oscuro a gris parduzco se observan al

sur de Patarrá y al sur de Higuito (Quebrada Mena). Estas tobas tuvieron un origen independiente a la Cordillera Central, posiblemente derivadas del vulcanismo del Aguacate.

También al sur de San Miguel de Desamparados, cerca de la Quebrada Poró (flanco norte de la Loma Aserrí), aflora una toba soldada de color gris claro. Esta toba sí guarda mayor similitud con las tobas eruptadas por los centros volcánicos de la Cordillera Central.

4.2.7.1.2.5 Lava joven.

En el área mapeada aflora solamente una colada de lava de edad más reciente que las discutidas anteriormente. Esta lava cubre a los depósitos de avalancha incandescente en el extremo oeste del Valle Central Occidental.

Williams (1952, p.162) consideró a esta lava dentro de las "lavas de post-avalancha", eruptadas por los volcanes Poás y Barba. Williams (1952, p. 167) considera que estas lavas son probablemente basaltos.

La colada de lava joven no está expuesta en las paredes del cañón del Virilla, al oeste de la planta Brasil, debido a que la misma no llegó a alcanzar el cauce del Río Virilla. Williams (1952, p. 162) dice: "la más antigua de estas lavas de post-

avalancha puede haberse extendido al sur hasta el cañón del Virilla desde Electriona al oeste hasta la confluencia con el Río Ciruelas, pero la denudación ha forzado a los frentes a retroceder hacia el norte por cerca de media milla". El frente de la lava se observa perfectamente desde el camino que une a Nuestro Amo con Las Ventanas. El frente alcanza el lado oeste del Río Grande, se extiende cerca de Concepción, continuándose hasta la confluencia de los ríos Virilla y Grande (La Junta), e invadiendo poco más al oeste ambas márgenes del Río Grande de Tárcoles.

La superficie formada por esta lava, una llanura plana a suavemente ondulada, con una ligera pendiente hacia el sur y el oeste, fue producida por los depósitos preexistentes de tobas de corrientes de piroclásticos.

4.2.7.1.2.6 Lahares o "Lavina"

Los lahares son masas caóticas no estratificadas que consisten de fragmentos angulares delavas andesíticas no meteorizadas distribuidos en una matriz arcillosa amarillenta. Estos materiales fueron llamados "Lavina" por Dóndoli (1954, p.28) y "Clay with boulders formation" por Williams (1952 p.165). Madrigal (1960) posteriormente, realizó un estudio detallado sobre estos materiales. Los

lahares cubren una área extensa del lado oriental del Valle Central Occidental. Generalmente cubren tobas de avalancha de piroclásticos, cenizas, y depósitos recientes de aluvión y lacustre.

Estos depósitos fueron formados por corrientes de lodo originadas de los flancos de las Tres Marías y del Irazú y en menor proporción de los Cerros de Escazú.

4.2.7.2 Geología estructural.

El área estudiada se localiza en el arco interno del Orógeno Sur de América Central, la principal estructura de la Región (Dengo, 1962, pp.136).

En el Terciario Superior, las rocas sedimentarias fueron plegadas, afalladas e intruidas, originándose un complejo estructural. Subsecuentemente, en el Terciario-Cuaternario Superior, una fase post-orogénica produjo una depositación de rocas volcánicas simples desde el punto de vista estructural. Después del Mioceno Inferior una fuerza compresiva plegó las rocas sedimentarias a lo largo de un eje NW-SE. Pequeños pliegues tumbados hacia el NE y pliegues asimétricos sugieren que la mayor fuerza compresiva provino principalmente del SW. Dos pliegues mayores cruzan el área estudiada: el Sinclinal del Tablazo al este y el Anticlinal de

Pacacua al oeste. Pliegues menores asociados existen, ellos son: el Anticlinal de Patarrá, el Sinclinal de Quebrada Honda y el Anticlinal del Alto Coris, todos en la parte oriental del área.

Fallas primarias inversas de gran ángulo cortan principalmente al Sinclinal del Tablazo y a los pliegues menores asociados. Estas fallas primarias fueron desplazadas por un sistema secundario de fallas de corrimiento principalmente con desplazamientos horizontal derecho y algunas fallas reversas de alto ángulo. Este segundo sistema de fallas probablemente tuvo lugar en algún momento después del Mioceno Inferior. Algún afallamiento normal o de gravedad ocurrió en el Terciario Superior.

4.2.7.2.1 Pliegues mayores.

4.2.7.2.1.1 Sinclinal del Tablazo.

Esta amplia estructura localizada en la parte este del área estudiada, se extiende desde la zona de Higuito hacia Aserrí y Alajuelita. Más allá de Escazú, al oeste, aparentemente las rocas se tornan horizontales. El sinclinal se "sumerge" al ESE, y es el pliegue más complejo del área estudiada. El flanco sur del Sinclinal del Tablazo, está inclinado hacia el norte con un aumento en el buzamiento debido al Intrusivo de Es-

cazú. Este sinclinal asimétrico está expuesto topográficamente en una distancia aproximada de 10 kilómetros.

El afallamiento en complejo en su parte central y en el flanco noreste del sinclinal. La parte central del eje del sinclinal fue desplazada hacia el noreste y el flanco norte fue movido hacia abajo por afallamiento.

Las formaciones Pacacua, Térraba, San Miguel y Coris, están bien expuextas en el pliegue. La formación Pacacua ocupa la matriz del pliegue y se extiende hacia el noroeste. La formación Térraba aflora en el flanco sur, en el sur de Alajuelita, y aflora también localmente en el lado norte de la Loma Salitral y en el flanco este de la Loma Aserrí. La Caliza de San Miguel ocupa parte del lado norte en la Loma Salitral y el centro del pliegue en la Loma Aserrí. La formación Coris aflora a lo largo de la parte central del Sinclinal.

4.2.7.2.1.2 Anticlinal de Pacacua.

El anticlinal de Pacacua ubicado en la parte oeste del área estudiada, se extiende desde el Cerro Pacacua hacia el noroeste. Solamente parte de la nariz y el flanco sur son bien observados. El anticlinal se "sumerge" 25° al NW.

El Intrusivo de Escazú destruyó parte del pliegue

y un vulcanismo posterior cubrió parte de la extensión norte o extremo afallado del pliegue. Esta última falla o zona de falla puede ser parte del margen sur del "graben" del Valle Central (Malavassi 1967, p.8), estructura que probablemente forma parte de la Depresión de Nicaragua (Dengo 1968, p.32). El anticlinal ha sido cortado principalmente por el sistema de fallas secundarias.

Las formaciones Pacacua, Térraba, Turrúcares y Coris están bien expuestas en el pliegue. La Formación Pacacua ocupa el núcleo del pliegue, y las formaciones Térraba, Turrúcares y Coris afloran en los márgenes sur, oeste y noroeste.

4.2.7.2.2 Pliegues menores.

4.2.7.2.2.1 Anticlinal de Patarrá.

Este anticlinal, estudiado por Fernández y Madrigal (1960 pp.9) se observa en Patarrá. Se sumerge al ESE, es cortado por una falla a lo largo de la Quebrada Salitrillos en el extremo oeste, y por una falla de corrimiento con movimiento lateral derecho en el extremo este. El flanco norte buza más fuertemente que el sur, sugiriendo que la dirección del movimiento tectónico fue del SW al NE. El flanco sur fue intruido aparentemente por una "cupola" conectada con el Intrusivo de Escazú.

Las formaciones Térraba, San Miguel y Coris están bien expuestas en el anticlinal. La Formación Térraba ocupa la cresta del anticlinal, y la Caliza de San Miguel y la Formación Térraba afloran en los flancos.

4.2.7.2.2.2. Sinclinal de Quebrada Honda.

Fernández y Madrigal (1960, p.9) describieron este pliegue como continuación del flanco norte del anticlinal de Patarrá. El sinclinal se "sumerge" con una orientación ESE. Está cortado en su extremo oeste por una falla a lo largo de la Quebrada Salitrillos, en su parte central por una falla de corrimiento de movimiento lateral derecho a lo largo de la división continental que lo divide en dos bloques, uno occidental y otro oriental, y al norte por una falla a lo largo de la Quebrada Honda. En apariencia también es un pliegue asimétrico. Parte del bloque oriental corrido se extiende fuera del área estudiada y aparentemente está asociado con dos pliegues menores localizados al sur. Este bloque del sinclinal está abruptamente afallado en su porción sur.

La Formación Coris aflora a lo largo del eje del sinclinal. La Caliza de San Miguel y la Formación Térraba afloran en los flancos del bloque occidental. En el bloque oriental estas últimas formacio

nes solamente se observaron aflorando en su flanco septentrional.

4.2.7.2.2.3 Anticlinal del Alto Coris.

Esta estructura fue descrita por Fernández (1965, p.12-13) en un estudio de evaluación de las areniscas cuarzosas o "mollejones" constitutivas del Tajo Mesén Superior. El anticlinal se localiza al sur y suroeste de los Cerros de Carpintera, y aparentemente se "sumerge" al NW. Está claramente afallado en su parte central por una falla de corrimiento de movimiento lateral derecho a lo largo de la división continental, que lo divide en dos bloques, uno occidental y otro oriental, en el eje por una falla a lo largo de la Quebrada Mesén y en su extremo oeste por una falla a lo largo de Las Quebradas y por una falla de Salitrillos, según Fernández y Madrigal (1960, p.10). También existen varias fallas secundarias pequeñas las cuales muestran desplazamientos normales y de corrimiento. En los Cerros de la Carpintera. El Intrusivo de la Carpintera destruyó el flanco norte del pliegue.

La Formación Térraba constituye el núcleo del anticlinal, la Formación Coris los flancos. En el bloque occidental, la Caliza de San Miguel solamente fue observada en la Quebrada Mesén. En el bloque

oriental la caliza aflora en ambos flancos.

4.2.7.2.3 Sistema de afallamiento primario.

El sistema de fallas primarias cortó las rocas sedimentarias del Terciario después del Mioceno Inferior, siendo evidente en el sinclinal del Tablazo y pliegues menores. El sistema muestra una orientación NW-SE, con algunas variaciones y aparentemente perpendicular a la principal fuerza compresiva. La mayor parte de las fallas son fallas reversas de alto ángulo con su plano de falla buzando hacia el sur. Este afallamiento formó una serie de escarpas grandes y continuas que fueron parcialmente destruidas al emplazarse el Intrusivo de Escazú a lo largo de una zona de afallamiento primario, por el afallamiento secundario y el vulcanismo del Terciario y Cuaternario. Las fallas de Las Quebradas, quebrada Mesén, Quebrada Honda e Higuito, pertenecen al sistema primario. No hay evidencia clara de fallas primarias en el anticlinal de Pacacua.

4.2.7.2.4 Sistema de afallamiento secundario.

El sistema de fallas secundarias tiene una orientación general N-S con variaciones NNW-SSE. Las fallas del sistema fueron formadas en dos momentos: 1) durante el emplazamiento del Intrusivo

de Escazú e intrusiones asociadas, después del Mioceno Inferior y 2) durante el levantamiento regional de la parte central de Costa Rica, del Plioceno al Pleistoceno Inferior (?).

El emplazamiento del Intrusivo de Escazú formó principalmente fallas de corrimiento, pero también produjo algunas fallas de reversas y fallas normales. Fallas secundarias cortaron el sinclinal del Tablazo, formando una estructura compleja y disturbando el afallamiento primario. La falla a lo largo de la división continental (Falla División) y la falla a lo largo de la Quebrada Tablazo, son excelentes ejemplos que muestran un desplazamiento horizontal hacia la derecha o dextrogiro. El anticlinal de Pacacua fue menos afectado por el afallamiento secundario que el sinclinal del Tablazo, sin embargo, el afallamiento secundario en la primera estructura mencionada fue de mayor importancia que el afallamiento primario. Buenos ejemplos de fallas secundarias son las fallas a lo largo del Valle del Río Uruca, a lo largo del Valle del Río Oro, al pie del flanco este de los Cerros de Turrúcares (Falla del Río Ciruelas), y a lo largo del Río Jaris. La falla del Río Jaris aparentemente es una falla regional de corrimiento que se extiende probablemente fuera del área estudiada dentro de la

Hoja Caraigres, al sur. En su extremo norte la falla está cubierta por rocas volcánicas del Valle Central y en su extremo sur por rocas volcánicas pertenecientes a la Formación Aguacate.

Un levantamiento regional en la parte central de Costa Rica, formó una serie de fallas normales entre Las Ventanas y la confluencia de la Quebrada Honda de Villa Colón con el Río Virilla.

4.2.7.3 Historia geológica.

En algún período anterior al Mioceno Inferior (Oligoceno ?, Eoceno Superior ?), conglomerados brechosos, areniscas, limolitas, y lutitas fueron depositados a lo largo del margen oeste del arco insular volcánico del Cretácico Superior que constituía en aquel entonces América Central. El carácter metaestable de los granos, el pobre redondeamiento de los fragmentos angulares del conglomerado brechoso, indica un tiempo y una distancia corta de transporte desde el arco insular volcánico. La interestratificación de los conglomerados brechosos con estratos espesos de arenisca, limolita, y lutita, sugieren una plataforma inestable con cambios súbitos en el nivel del mar.

La formación Pacacua fue levantada, erosionada y posteriormente cubierta por una secuencia consis-

tente principalmente de limolitas y lutitas calcáreas negras a gris oscuras. Esto tuvo lugar desde probablemente el Oligoceno hasta el Mioceno Inferior. Esta secuencia de lutita y limolita se derivó de una masa terrestre baja y se depositó sobre una plataforma amplia. Estas rocas forman parte de la Formación Térraba.

En el área de Turrúcares, la Formación Térraba fue levantada y erosionada, y subsecuentemente, facies conglomeráticas y arenosas, interestratificadas, fueron depositadas durante el Mioceno Inferior. Estas rocas formaron la Formación Turrúcares. Al mismo tiempo, la depositación en el área de Patarrá San Miguel continuó sin interrupción. La zona de origen de estas últimas rocas era muy baja o estaba ligeramente sumergida, cuando los sedimentos finos calcáreos que constituyen la Caliza de San Miguel fueron depositados durante el Mioceno Inferior. El área de Turrúcares se sumergió un poco más, siempre durante el Mioceno Inferior, y una transgresión rápida del mar depositó una secuencia de arenisca cuarzosa sobre las rocas de la Formación Turrúcares. Al mismo tiempo, un levantamiento renovado de la tierra de origen en el área de Patarrá-San Miguel, dio lugar a la depositación de una secuencia de arenisca cuarzosa, lutita y lignito. La deposita-

ción tuvo lugar sobre una plataforma somera con pe
ríodos de subsidencia suave durante la cual los se
dimentos sufrieron considerable transporte y esco-
gimiento antes de la depositación final. Existie-
ron algunas áreas someras, lateralmente limitadas
donde sedimentos orgánicos, arcillosos, y clásti-
cos fueron depositados bajo condiciones continenta
les. Los sedimentos depositados sobre los sedimen
tos de la Formación Turrúcares y la Caliza de San
Miguel constituyen la Formación Coris.

Las rocas de esta formación se derivan de rocas á-
cidas ígneas o metamórficas. Los pliegues asimétri
cos y fallas reversas de alto ángulo se formaron en
el Mioceno Medio.

El sur del área estudiada, en su parte central, fue
intruida por el Intrusivo de Escazú en algún momen
to después del Mioceno Medio. Pirita, galena y
blenda se depositaron en el contacto intrusivo, y
fallas de corrimientos se originaron.

La depositación de brecha volcánica, toba de corrien
te de piroclásticos y coladas de lavas, de la Forma
ción Aguacate, empezó al final del plegamiento del
Mioceno y prevaleció después de la intrusión del
Intrusivo de Escazú. La Formación Aguacate fue des
pués intruida por pequeños diques basálticos y fue
mineralizada localmente por pirita, galena, blenda,

rodocrosita, rodonita y oro. Un renovado vulcanis_
mo al norte del área estudiada depositó coladas de lava, tobas de corriente de piroclásticos y tobas de depositación aérea desde conos y posiblemente desde fisuras. Sedimentos aluviales y lacustres, lahares espesos y ceniza no consolidada se ha ido depositando desde el Terciario Superior.

4.2.7.4 Geomorfología.

El área estudiada consiste de dos zonas topográficas diferentes. La zona sur-oeste, que incluye el alto Coris, El Tablazo, Cerros de Escazú, Pacacua, Diamante, Boquerón y serranías de Puriscal, se formó a través de la erosión de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, del Terciario. La zona norte comprende parte del Valle Central Occidental y consiste principalmente de una planicie o llanura volcánica de construcción.

La zona sur-oeste consiste de colinas bajas aisladas (San Antonio, Salitral, Aserrí y Turrúcares), serranías montañosas regularmente elevadas de contornos algo suaves (Alto Coris, El Tablazo, Diamante, Boquerón, Puriscal), y picos elevados y abruptos (Cerros de Escazú y Pacacua). La parte central de la zona sur-oeste consiste de picos altos y abruptos, y se desarrolló sobre el Intrusivo de Es-

cazú. El patrón de drenaje es dendrítico y se formó principalmente a lo largo de fallas diaclasas. Actualmente, las corrientes fluyen a través de valles excavados profundamente. La parte oeste de la zona sur-oeste muestra un patrón dendrítico y está compuesta de valles consecuentemente desarrollados sobre fallas, diaclasas y planos de sedimentación de las rocas sedimentarias.

Las corrientes que fluyen sobre la Formación Aguacate, cortan rocas de diferentes resistencias y en muchos casos están controladas por fallas y facturas. La parte este de la zona sur-oeste consiste principalmente de valles de falla y de diaclasa; algunos valles homoclinales se desarrollaron en una sección al sur de Higuito, donde parte del flanco sur del Sinclinal del Tablazo está expuesto. Colinas aisladas con flancos empinados constituidas por rocas sedimentarias se observan al sureste de San José a manera de "inliers".

La zona norte es una planicie de construcción, llana, suavemente ondulada, con una ligera pendiente hacia el sur y el oeste.

La topografía de esta zona se desarrolló sobre tobas de corriente de piroclásticos, soldados y no soldados, coladas de lava, lahares y aluviones. El patrón de drenaje desarrollado sobre la zona es den

drítico. Los ríos y quebradas en la parte norte de esta zona fluyen hacia el sur y el oeste. Los ríos y quebradas próximos al margen sur de la zona norte fluyen al oeste y al norueste. El río Tiribí cruza la mayor parte del área estudiada desde el este al oeste y fluye cerca del límite entre las dos zonas topográficas generales. Este río recibe grandes cantidades de agua de la tierras altas del sur, pero su curso solamente es controlado en algunas ocasiones por el cambio litológico entre las dos zonas topográficas. El curso del Río Grande dentro del área estudiada está controlado por este cambio litológico y topográfico. El Río Grande de Tárcoles, el Río Grande, el Río Virilla, el Río Ciruelas y el Río Tiribí, muestran valles jóvenes excavados profundamente. Los ríos mayores como el Virilla y el Tiribí obtienen la mayor parte de sus aguas de las laderas del Irazú al este, y como resultado, los tributarios jóvenes integrados a este sistema de drenaje con un bajo volumen de agua, se convierten en valles colgantes encima de las tobas soldadas. Algunos abanicos aluviales se han formado en el límite de las dos zonas geomórficas. Los depósitos de Aserrí, Alajuelita, Escazú, Río Uruca, Río Oro y Villa Colón son representativos. El Río Tabarcia fluye sobre una llanura aluvial de un valle de paredes empinadas.

4.2.8 Geología del mapa básico "Barranca". (mapa 15)

4.2.8.1 Estratigrafía.

Seis unidades litológicas pueden determinarse en el área sin contar las amplias extensiones de sedimentos aluvionales. La más vieja de ellas es pre-oc[é]nica y sobre ellas descansan discordantemente parte de los sedimentos miocénicos de la[1] Formación Punta Carballo.[2] El grupo volcánico del Aguacate, del Mio-plioceno se relaciona fuera del área con Punta Carballo por contactos de intrusión. Dos de las u[n]idades son de carácter caótico y han tenido su origen en la anterior, una de ellas representada por las lavinas de[3] Tivives cubre en parte a los sedimen[t]os de Punta Carballo. La otra, la lavina de espar[t]a se superpone a todas las unidades.[a] Las ignimbri[t]as de Orotina, completan el cuadro estratigráfico yaciendo en parte bajo la lavina, y en parte quedan[d]o al descubierto.

4.2.8.1.1 Complejo de Nicoya. Pre-eoceno

Dengo (1961-1962), resume la historia del nombre y litología diciendo ... fue asignado por geólogos de la Compañía Petrolera de Costa Rica al grupo de rocas más antiguas que aflora en la Pe[n]ínsula de Nicoya, ya que habían sido descritas an[t]eriormente en parte por varios autores (Romanes,

BAHIA CALDERA

GOLFO DE NICOYA

OCEANO PACIFICO

SAN MATEO

GA

Río Jesús María

Río Sarapiquí

Río Coyolar

Río Tivives

Río Cambronero

Río Cabuya

Río Bongo

Río Payas

Qal

fmPC

fmO

fmE

fmT

CN

LEYENDA GEOLOGICA (Correlaciones probables)

Qal	Aluvión	Cuaternario
fmE	Formación Esparza	
fmO	Formación Oratina	Plio-pleistoceno
fmT	Formación Tivives	
GA	Grupo Aguacate	Mio-plioceno
fmPC	Formación Punta Carballo	Mioceno superior Mioceno medio
CN	Complejo de Nicoya	Pre-oceano

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- Buzamiento medido en el campo
- Buzamiento y dirección fotogeológica
- Estratificación horizontal
- Estratificación vertical
- Sinclinal con inclinación del eje
- Anticlinal con inclinación del eje
- Falla (Bloque levantado / Bloque hundido)
- Falla, alineacion aproximada
- Falla de corrimiento
- Contacto formacional
- Línea de perfil

SIMBOLOGIA

- Carretera en proyección
- Ríos y quebradas
- Ferrocarril
- Carretera

Formación Esparza: Bloques sanos de lava y cuarzo, semiredondeadas en tierra roja y amarillenta, ligeramente arcillosa

Formación Oratina: Ignimbritas

Formación Tivives: Bloques sanos de lavas, angulares y subangulares en una matriz gris, tobacea, sana, pero alterada y arcillificada en superficie.

Grupo volcánico del Aguacate: Coladas de basalto y andesitas interestratificadas con mantos de tobas, ignimbritas y brechas volcánicas y aglomerados.

Formación Punta Carballo: Arenisca y conglomerado gris verdoso, levemente calcareos, con o sin fósiles. Areniscas y limolitas marrón, tobáceas alternando con brechas sedimentarios y volcánicas.

Complejo de Nicoya: Calizas silíceas no fosilíferas y basaltos.

Mapa 15

HOJA BARRANCA

MAPA GEOLOGICO

Tomado de: R. Madrigal G, 1987

Dibujó: Emilio Ortiz Cordero

Fecha: diciembre 1978 Escala 1:50.000

1912; Mac Donald, 1920; Webber, 1942), sin agrupar las como un conjunto estratigráfico. Lo describe como formado por grauvacas y sedimentos silíceos que alternan con rocas volcánicas, principalmente basaltos elipsoidales y aglomerados de basalto (Roberts e Irving, 1957). La parte superior está formada por un conglomerado grueso que contiene guijarros de las rocas infrayacentes y por una caliza silícea densa no fosilífera. En varios lugares el complejo ha sido intruido por diabasas y gabros cuyo emplazamiento posible fue contemporáneo con las extrusiones de basalto.

En el área, el autor encontró esta unidad afloran-do en una pequeña extensión en el límite sur-este y extendiéndose hacia el sur. Su afloramiento consiste de basaltos tipo olivínico, cloritizado en las superficies de sizallamiento. Cerca de la confluencia de los ríos Turrubares y Grande de Tárcoles aflora una caliza silícea gris verdosa, muy densa, sin fósiles, con microfracturas-rellenas de calcita impregnada de óxido de hierro. También se observó una caliza densa, ligeramente rojiza. La relación entre ambas y el basalto no fue determinada. Pareciera que la caliza gris es la misma encontrada por Dengo en las vecindades de Quebrada Ganado y descrita en 1961.

4.2.8.1.2 Formación Punta Carballo Mioceno Medio Mioceno Superior

El primero en hablar y describir las rocas de esta formación fue G. Attwood (1882), luego Romanes (1911) pero fue Mac Donald (1920) quien llamó a este conjunto de sedimentos con el término de "Serie Arenisca Caliza de Punta Carballo", y le asigna la edad del Mioceno Medio. Hass (1942), estudió fósiles del área y les asigna también por edad el Mioceno Medio. Dengo (1960), le da el rango de formación, llamándola "Formación Punta Carballo". La describe como "bancos gruesos de areniscas calcáreas, con molucos fósiles en abundancia, intercalados con capas de conglomerados con guijarros de rocas ígneas derivadas del Complejo de Nicoya y ocasionalmente por calizas arenosas, teniendo un espesor aproximado de 200 metros". De acuerdo a Dengo (1961) el contacto inferior es discordante sobre rocas del Complejo de Nicoya y de la Formación Brito. El autor considera que en parte yacen sobre rocas que son similares a las Margas Negras de Turrúcares, a las cuales algunos autores han calificado como pertenecientes a la Formación Térraba de Dengo.

En las vecindades de la sección tipo, su superficie está al descubierto, pero más al norte, cerca de Esparza, el contacto superior es discordante bajo la unidad "la lavina de Esparza". Hacia el este,

yace también en forma discordante bajo las unidades "Lavina de Tivives" e "Ignimbrita de Orotina". El afloramiento de la unidad que se encuentra al sur de Orotina, descansa también discordante bajo sedimentos piroplásticos posiblemente del Pleistoceno, depositados en un ambiente de laguna Litoral y que también se ven cerca de quebrada Mollejones y del puente del Río Surubres.

Durante el presente trabajo no se ha encontrado una sección completa de esta formación. Secciones parciales fueron estudiadas en los ríos Esparza, Paires, Jesús María y en el litoral de Mata de Limón. De todas las secciones estudiadas, únicamente algunos estratos en los ríos Esparza y Paires se ajustan a la litología tipo. En otras áreas los materiales difieren algo y por el momento; antes de hacer nuevas formaciones se ha preferido asimilar todos los materiales sedimentarios de esta región a la formación Punta Carballo. Es posible, que trabajos posteriores en mayor detalle, ameriten la designación de nuevas formaciones. Por la diferencia litológica observada en el campo, se ha creido conveniente hacer una separación dentro de esta secuencia, asignando la categoría de miembro de la sucesión sedimentaria y volcánica afiorante al sur del estero de Mata de Limón y en el área de Artieda.

Distribución de la formación: El área principal donde aflora y ha sido descrita esta formación se encuentra delimitada por el río Barranca al oeste, el Pacífico al Sur, el camino al Labrador al este y aproximadamente la carretera Esparza-Orotina por el norte. Es el bloque más grande dentro del área que muestra afloramientos de esta secuencia de sedimentos. Al sur de Orotina, cerca del río Grande de Tárcoles encontramos otra área en donde se manifiesta la formación, lo mismo que al noreste de la confluencia Turrubaritos-Tárcoles.

A continuación se describen las secciones parciales encontradas en diferentes sitios del área. Todas estas descripciones han sido efectuadas comenzando por los materiales más viejos a los más jóvenes.

4.2.8.1.3 Miembro Inferior, Mata de Limón. Mioceno medio-bajo.

En el litoral al sur del estero de Mata de Limón, se observa una secuencia de sedimentos volcánicos estratificados, dentro de los que hay una dominancia.de limolitas y areniscas tobáceas que se estratifican con brechas y conglomerados de la misma naturaleza. En esta área, las capas están afectadas en alto grado por sedimentos deltaicos y litorales.

En el sector comprendido entre la quebrada Barbudal

y el caserío de Artieda, se observa otra sección de materiales volcánicos, estratificados y plegados, los cuales por razón de yacer concordantemente bajo estratos evidentemente de la sección tipo, han sido asignados tentativamente por el autor a la parte superior de el miembro inferior.

Estas dos secciones, la de Barbudal y la de Mata de Limón, forman lo que aquí se presenta como el miembro inferior de la Formación Punta Carballo y se describe a continuación:

A continuación se describe la sección baja de este miembro, entre el estero de Mata de Limón y la playa del Silencio (ver mapa geológico) comenzando por los materiales más jóvenes.

Material Deltaico; formado por arenisca gravosa, estructura imbricada, fosilífero, con xilópalos.

Conglomerado, amarillo claro, con partículas de lutita lila y fragmentos lávicos.

Conglomerado; con fragmentos de basalto, ftanita marrón, café amarillo y otras partículas de color negro, las piezas son de 4 mm. 0.5m

Areniscas; verde oliva, de grano fino, con fragmentos de lutita marrón. 0.5m

Arenisca tobácea; gris claro, con manchas moradas

y lila, fragmentos verde claro, descompuesta, con interestratificación de arenisca gris verdosa de grano medio y lente de arenisca lila, de grano muy fino. 6m.

Toba, café, alterada, con manchas amarillas.

Arenisca, de grano medio a grueso, gris oscuro.2m.

Conglomerado oscuro, con piezas de 5 cm. de basalto y ftanita.

Areniscas tobáceas color lila, en capas de 0.30-1.50 m. se interestratifican con limolitas del mismo color en capas hasta de 2 m. La parte superior muestra indicios de haber sido erosionada. (discordancia local). 10m.

Brecha piroclástica, verde oliva, formada de fragmentos blancos y verdes con piezas de lava de color negro, gris, marrón y café amarillo. Laz piezas dominantes son de 6-7 mm. las mayores de 5 cm. 5m.

Arenisca y limolitas tobáceas, lila, interestratificadas en capas de 0.50-2 metros. Las limolitas son deleznables mientras que las areniscas forman bancos consistentes. 7m.

Brecha piroclástica, verde oliva, formada de fragmentos blancos y verdes con piezas de lava negra,

gris, marrón y café amarillo, las piezas dominantes son de 6-7mm, las mayores de 5 cm. 5m.

Areniscas y limolitas idem anteriores.

Arenisca gris café a gris verde, de grano muy grueso, con grietillas llenas de material, proveniente de las areniscas y limolitas superiores. 1.60m

Areniscas y limolitas, tobáceas, lila; las areniscas son firmes, las limolitas deleznables; a media sección hay una capa de 20 cm. de arenisca blanca, grano fino a medio con guijarros de 2 mm, color negro, de arenisca muy fina. Una capa de arenisca de unos 0.80 cm. muestra estructura imbricada. 7.30m.

Brecha lávica, varicoloreada, formada por fragmentos angulares de lava café claro, negro y marrón, dentro de un cemento verde; hacia la parte superior muestra interestratificación, con arenisca café-amarillo de grano medio a grueso y secciones de brecha con un cemento verde. 5m.

Más hacia el sur, la sección se repite hasta llegar a un sector en donde hay dominancia de sedimentos tobáceos finos, color gris claro y café claro, con gran cantidad de xilópalos.

Sección Barbudal. Areniscas y brechas tobáceas,

con partículas de textura fina de ceniza color lila, gris, y café marrón. Conglomerado tobáceo, color verde y café marrón, con fragmentos redondeados de lava y pómez. Brecha café marrón y gris oscuro, formada de piezas de lava hasta de 15 cm. color negro, marrón y café claro, escoriáceas algunas y otras compactas.

Dos muestras recolectadas cerca del caserío de Artieda, dieron el siguiente resultado examinadas al microscopio:

Muestra recogida 200 metros al sur del caserío:

Ignimbrita de estructura porfírica pseudo-fluidal con matríz cripto-micro-cristalina o completamente vítrea. Inclusiones pumíceas alotígenas muy frecuentes en la masa de fondo color oscuro, café-pardo. No es posible diagnosticar la naturaleza de los fenocristales a causa del profundo reabsorbimiento. Numerosas vesiculillas confieren a la roca una textura amidaloide.

Muestra recolectada 100 metros antes del caserío:

Toba lítica, textura granular mediana y gruesa, constituida por elementos líticos con estructura criptocristalina o microfelsítica (estos últimos fuertemente pigmentados por materiales ocráceos). La matríz es vítrea, color pardo oscuro. Las dimensiones de los fragmentos líticos son siempre del

orden de 1.0-3.0 mm. y confieren a la roca su aspecto sobresaliente de conglomerado. No es posible reconocer elementos cristalinos autígenos. Abundantes son la obsidiana y la pómez.

4.2.8.1.4 Miembro superior Punta Carballo. Mioceno medio y superior.

Constituye este miembro en realidad la sección tipo de la formación: se encuentra en los acantilados al oeste de Caldera (Ver mapa geológico).

La secuencia litológica observada por el autor es como siyue: comenzando por los estratos más viejos:

Arenisca calcárea, gris verdosa, de grano medio a grueso; con venas de calcita, muestra módulos de la misma arenisca que envuelven xilópalos negros. Los módulos se alteran a café marrón. Lateralmente presenta secciones con estructura imbricada; secciones fosilíferas se observan en forma de cuñas y lentes.

La descripción microscópica es como sigue:

Grauvaca de cemento calcáreo-arcilloso, levemente limosa. La fracción detrítica es principalmente de cuarzo y feldespato, subordinadamente por relictos de piroxenos y fragmentos subredondeados de lava y vidrio volcánico. La matriz es prevalentemente carbonática microcristalina. Los detritos gradan en

diámetro hasta limo. Gran parte de los fragmentos de cuarzo y feldespato derivan de lavas pero se observa la influencia de tobas y piroclásticos finos, caídos en el área de sedimentación. Se observan fragmentos de ftanitas. Los fósiles presentes son pelecípodos y menos abundantes, otras formas irreconocibles. 40m.

Arenisca café marrón, con evidencias de alteración esferoidal, de grano medio.

Arenisca gris, a café claro, grano grueso, estructura imbricada, sin macrofósiles. 7.0m

Arenisca silícea, blanca a gris claro, dura, con xilópalos. 0.6m.

Arenisca gris, pardo amarillento, de grano muy grueso, con macrofósiles en su parte inferior, dentro de los que se evidencian algunas ostreas. 16m.

Arenisca morada, de grano fino, interestratificada con lutitas del mismo color. 8m.

Limolita Tobácea gris claro, con manchas blancas que se altera a café amarillo, deleznable. 5m.

Total 78.60m

A continuación se describe la secuencia observada en el río Esparza. Esta descripción está hecha comenzando en el puente sobre el camino que conduce a

Artieda y termina en la confluencia con la Quebrada Honda. La descripción de los materiales más jóvenes a los más recientes.

Arenisca café claro, muy gruesa, guijarrosa; los guijarros son de lutita-marrón con manchas blancas y algunos de arenisca muy finas, levemente calcáreas. 0.50m.

Arenisca gris verde, grano fino, fosilífera. 1.0m.

Arenisca gris verdosa, de grano medio a grueso, con lentes de conglomerado. 11.0m

Arenisca gris oscuro a café, grano grueso, fosilífera, con alteración esferoidal. 4.0m.

Conglomerado gris verde, no fosilífero 4.0m.

Conglomerado gris verde, con manchas blancas, calcáreo, muy fosilífero, con lentes de arenisca fina. 3.4m

Lutita gris a negra, no calcárea, muy dura y compacta, interestratificada con arenisca café claro, muy fina a grano medio. 2.0m.

Arenisca gris claro, ligeramente calcárea, grano grueso, con esferulitas más calcáreas del mismo material. 0.80m.

Arenisca tobácea, de grano grueso, café marrón. 0.60m.

Brecha tobácea, ligeramente calcárea, con partículas hasta de 2 cm. color marrón, algunos fragmentos amarillo claro, la matriz es tobácea. 1.00m

Conglomerado, con gradaciones laterales a arenisca de grano medio a grueso. 6.0m

Arenisca gris verdosa, grano fino, sin fósiles, con manchas blancas. 5.0m

Arenisca verde, grano muy grueso, ligeramente calcárea, hacia abajo su textura varía hasta hacerse constante de grano medio. 1.0m.

Arenisca negra, grano muy fino, ligeramente fosilífera, fractura concoidea. 4 m.

Arenisca gris verde a café, débilmente calcárea, grano fino a medio con abundantes macrofósiles. 8m.

Conglomerado, gris verde a gris café, con granos hasta de 1 cm. 1.0m.

Arenisca, gris verde, calcárea, de grano grueso, con pectenes, fragmentos de feldespatos caolinizados, augita y granillos de café rojizo. 2.0m.

Total 66.20m.

(Ver mapa geológico)

Río Paires.

De lo más viejo a lo más joven:

Arenisca gris verdosa, muy fina, levemente calcárea macrofosilífera.

Arenisca gris oscuro, ligeramente calcárea, macrofosilífera, grano muy grueso. 7.0m

Lutita gris verde, no calcárea, muy compacta, macro fosilífera. 6.0m.

Arenisca gris muy fina, levemente calcárea. 4.0m.

Arenisca gris café, calcárea, de grano medio hacia arriba grada a texturas más finas, con secciones fosilíferas. 2.0m.

Arenisca gris, grano fino, muy levemente calcárea. 1.3m.

Lutita gris oscuro, macrofosilífera, en capas de 20 cm. con secciones arenosas. 2.2m

Conglomerado gris, a gris café, de grano grueso, levemente calcáreo. 1.8m.

Arenisca gris oscuro, muy fina, guijarrosa. 7.0m.

Arenisca gris a gris verde, muy calcárea, grano muy fino.

Conglomerado interestratificado, con areniscas finas blancas, que se alteran a café claro. Presentan pequeños parches grises en fondo café marrón, muy calcárea. 15.0m.

Arenisca gris oscuro a negro, levemente calcárea, en capas de 15-20 cm.

Arenisca gris a negro, calcárea, fosilífera, de grano medio a fino. 1.5m

Arenisca gris oscuro, grano medio. 1.0m

Arenisca silícea, gris blanco, grano muy fino, en capas de 10-20 cm. 1.0m.

Arenisca gris, muy calcárea y fosilífera, guijarro sa. 1.5m.

Arenisca bituminosa, con manchas de azufre y algo de pirita. 0.5m.

Arenisca gris claro, calcárea, con algo de pirita. 0.3m.

Arenisca guijarrosa, de grano muy grueso, gris negro. 2.0m.

Sigue un gran espesor de arenisca gris verdosa, levemente calcárea, de grano medio a fino.

Arenisca gris claro a oscura, de grano fino a medio, levemente calcárea, apariencia masiva.
La secuencia se repite alternando las areniscas grises levemente calcáreas con areniscas grises oscuras, algunas macrofosilíferas, otras no calcáreas

ligeramente silíceas. Espesor medio 54.10 m.

Río Jesús María. La base de la sección descrita la constituye un espesor aproximado de areniscas grises ligeramente silíceas, interestratificadas con lutitas negras y areniscas negras muy finas, muy levemente calcáreas.

Una arenisca café amarillenta, ligeramente calcárea, con venas de calcita descansa bajo parte de la Lavina de Tivives, los cuales durante un espacio de unos 100 m. cubren todo el valle del río.

Aguas arriba del puente Damas, aflora una sucesión estratigráfica, representada por:

Limolita morada, con estructura imbricada, fragmentos angulares de grano fino, levemente calcárea, color amarillo claro. 2.53m.

Arenisca tobácea, morada, con cierto grado de fisilidad, grano medio a fino, levemente calcárea. 0.75m.

Arenisca tobácea gris café, con fragmentos de brecha color morado y fragmentos de roca similar a felsita y lava, de textura hialopilítica. Levemente calcárea. 2.53m.

Arenisca tobácea morada, con laminación debido a partículas de 3-4 mm. 0.38m.

Brecha tobácea, café oscuro, con partículas de 5mm. 0.66m.

Brecha tobácea, con fragmentos de 2-3 cm. de color amarillo, gris y crema. 0.10m

Resumiendo todo lo observado en relación a la formación Punta Carballo tenemos lo siguiente:

a) El miembro Mata de Limón es evidentemente diferente a la sección tipo, y posiblemente con un mayor estudio pueda ser asignado a formación.

b) Aparentemente los espesores del Miembro Mata de Limón se adelgazan hacia el norte, lo que hace pensar en la posibilidad de que uno de los límites de esa cuenca de sedimentación se encuentra en esa dirección.

c) La presencia de una discordancia erosional en la parte superior del Miembro Mata de Limón, hace pensar en la posibilidad de que en esa época la región emergió para luego volver a sumergirse.

d) Toda la formación tiene evidencias de haber sido depositada en condiciones netamente litorales.

e) En muchos sitios se observa la gran influencia de corrientes de turbidez.

f) En opinión del autor, la secuencia expuesta en el río Jesús María, puede corresponder a la parte superior de la Formación Térraba. A su vez, la secuencia en el río Paires, muestra una interestra

tificación de areniscas gris verdosas y areniscas gris oscuro que podría tratarse quizá de una imbricación de las dos formaciones, Térraba y Punta Carballo.

g) El miembro Mata de Limón, podría corresponder a la formación Curré de Dengo (1962) o ser parte del Grupo Aguacate en contacto por falla con Carballo.

4.2.8.1.5 Grupo Aguacate — Mioceno-Plioceno?

Como última etapa del tectonismo intenso del Terciario, se inicia una fuerte actividad volcánica en todo Centro América, representada en Costa Rica por la Unidad estratigráfica del Aguacate (Dengo 1966). Dengo (1962) hace una magnífica exposición general de este conjunto litológico, al que él le asigna la categoría de "Formación"; en opinión del autor, más cabría el término de "Grupo Aguacate", puesto que es factible que del posterior detalle de este conjunto estratégico, se logre definir más de una formación, lo cual hasta el presente no ha sido posible por la falta de un detallado estudio.

La litología de esta unidad dentro del área incluye fundamentalmente un aglomerado formado por piezas lávicas basálticas en diferente estado de meteorización. Las piezas son subredondeadas y subangulares con tamaños que llegan a los 40 cm. y están

envueltas en una matriz terroza arcillosa, color amarillo rojizo a café marrón. Intruyendo este aglomerado, se encuentran diques de composición basáltica, algunos de ellos observados en el río Jesús María, donde lo cortá el camino que del Higuito de San Mateo va al caserío de Guadalupe. Lavas andesítico-basálticas son vistas en el cauce del río Surubres.

Aunque la unidad descansa en muchos sitios sobre la Formación Térraba, (Dengo, 1961) el autor supone que sus relaciones con la Formación Punta Carballo tengan un carácter más relacionado con fases de intrusión.

4.2.8.1.6 Formación Tivives Plio-Pleistoceno?

El primero en hablar de estos materiales fue Romanes (1912-b), quien se refiere a ellos diciendo que son un aglomerado volcánico no estratificado, no fosilífero, grueso, el cual en sitios contiene enormes bloques de rocas volcánicas. La sección vista y descrita por Romanes corresponde al corte del Ferrocarril entre el Río Jesús María y Cascajal, de tal suerte que en parte describe las ignimbritas. Dengo (1961) habla de un lahar que descansa sobre las ignimbritas de Orotina y por la descripción litológica de la matriz (masa de arcilla), la compa-

ración con la lavina y sobre todo por descansar sobre las ignimbritas se ve claramente que corresponde a la Formación Esparza.

El término lavina y lahar, son similares, teniendo como origen el material formador a una avalancha de lodo cargada de bloques de piedra. El fenómeno ha de haber estado en relación con las últimas etapas del vulcanismo que formó el Aguacate. Las fuertes lluvias y el calór tropical meteorizaron profundamente los materiales hasta transformarlos en masas inestables fáciles de ponerse en movimiento por acción de la gravedad.

La localidad tipo de esta formación se encuentra en los acantilados de Tivives, en la desembocádura del Río Jesús María. Está compuesta de bloques de lava de diverso tamaño y textura. Dominan los fragmentos de 5-10 cm. pero los hay hasta de 2 mt. Son abundantes los basaltos con macrocristales de augita. Algunos presentan feldespatos de 2 mm.

Algunas piezas son evidentemtemente escoriáceas.

El color de los fragmentos dominantes es el negro pero también los hay color café marrón. La matriz es cinerítica localmente enriquecida con pómez como ocurre en Punta Carrizal; en superficies se muestra arcillificada.

La línea de costa resultante es típica de acantilado

de 10-15 metros de alto, con cuevas foradas (arcos) que se desploman con gran facilidad, debido a la gran cantidad de fracturas presentes. Su espesor varía considerablemente pero no ha podido ser determinada por falta de buenos afloramientos, sin embargo en el Valle de Machuca, cerca de su confluencia con el Jesús María, se observa 100 metros de material.

En algunas áreas podría ser confundido con las partes inferiores de las coladas de ignimbrita, pero por los grandes bloques que muestra, es fácil la distinción.

La zona cubierta pasa de las 2000 Has. y el contacto inferior lo constituye la formación Punta Carballo, yaciendo al sur de Orotina bajo sedimentos piroclásticos de laguna litoral que en esa área cubren la formación Punta Carballo. Esta unidad yace bajo la Formación Orotina.

4.2.8.1.7 Formación Orotina Plio-Pleistoceno?

El campo de ignimbritas de Orotina, hasta el momento ha sido mencionado sólamente por Dengo (1960) quien hace una magnífica exposición al respecto. El describe ignimbritas en los ríos Jesús María y Machuca, como masas caóticas no estratificadas, de fragmentos de tamaño variable de pómez negra, gris

oscura y gris clara, incluido en una matriz delez_
nable de ceniza vítrea y lapilli.

Una muestra de ignimbrita recolectada por el autor en el camino Pozón-Santa Rita, coordenadas 4/72 y 2/07 dio el siguiente resultado petrográfico *:

Estructura porfírica pseudo fluidal (eutaxitica), con masa de fondo vítrea parcialmente desvitrifica_ da, conteniendo fenocristales de plagioclasa irregulares, reabsorbidos, de composición An % 18-20 (oligoclasa). A estos se asocian relictos de cristales fémicos completamente reabsorbidos; óxidos de hierro en escasa proporción. Numerosas vesiculillas confieren a la roca una textura amigdaloide.

El origen de estas ignimbritas no ha sido todavía esclarecido, pero Dengo (1961), supone que se origi_ naron a lo largo de fracturas que ocurrieron al pie de los Montes del Aguacate con dirección WNW. La actividad pudo haber ocurrido durante el pleistoceno En todo caso la unidad de ignimbritas ha sido la penúltima en depositarse en el área, descansando so_ bre las lavinas de Tivives y encontrándose cubierta únicamente por el fanglomerado de Esparza.

De acuerdo a Williams (1952), volúmenes apreciables de ignimbrita pueden haber bajado por el cañón del río Grande de Tárcoles, más allá de los límites del Valle Central. En comunicación oral, Doñdoli se

---

(*) Análisis efectuado por el Dr. Ronald Chaves.

muestra partidario de este origen y en más de una ocasión ha hecho mención a las "terrazas de Ignimbrita" ubicadas frente a la estación ferroviaria de Balsa.

Por su parte el autor, aunque no excluye la posibilidad del origen a través de fracturas para las capas inferiores, considera que las superiores bajaron a lo largo del valle del Tárcoles. Esto se comprueba observando la continuidad de este material que existe entre estas dos regiones: el Valle Central y Orotina. Se adjunta parte del mapa geológico de Río Grande, elaborado por Castillo (1969), el cual acoplado al de este trabajo muestra lo anteriormente expuesto.

El autor ha encontrado una toba riolítica en el Río Surubres, la cual se aparta ligeramente de el patrón de las anteriores. Puede observarse sobre el camino San Mateo-Esparza, sobre el lado derecho del río, como a unos 50 metros al oeste del puente. Esta ignimbrita consta de tres unidades, de las cuales la superior e inferior son muy similares, distinguiéndose la central por presentar estructura prismática columnar. El color de ellas es el gris claro, con fragmentos de pómez fibrosa, blanca, de 0.5 cm. ligeramente colapsada, esporádicos fragmentos líticos de lava de 1 cm. La matríz es arenosa

formada por fragmentos de vidrio y feldespatos. Se desmenuza fácilmente con los dedos. Descripción petrográfica *: Fragmentos alotígenos de tobas ácidas y fiamme pumíceo, asociado a cuarzo primario y biotita alterada a sericita. A estos se asocian espalmaduras ocráceas de óxidos de hierro. La matriz es cuarzo-feldespática, levemente cinerítica. La roca es francamente ácida y ha sufrido efectos de tectonismo. Esta unidad descansa sobre lo que parece ser un conglomerado volcánico de fragmentos de 3-4 cm. pero la alteración causada por el calor en este material, hace difícil su identificación.

Una quebrada que está al lado oeste del camino que baja hacia Tárcoles (pasando frente al Colegio de Orotina, deja ver una serie de materiales de ignimbrita. Uno de ellos es color gris claro, con abundantes fragmentos de pómez negra colapsada y pómez gris crema; el tamaño de los fragmentos es de 0.5 cm. y se encuentra en una matriz de vidrio y pómez, no se observan fragmentos líticos ni cristales. El espesor es variable de 5-7 metros. Debajo hay una toba café, rica en fragmentos de pómez blaca. Esta Unidad junto con algunas capas de ceniza y arenones afloran en el camino que conduce hacia el río.

(*) Dr. Chaves.

Dentro de esta unidad de ignimbrita, ha sido incluido un vulcanismo algo diferente, quizá más viejo, el cual puede ser observado en las vecindades del cerro Tamarindo (coordenadas 467-207.5) y el cerro Coyotes (coordenadas 474-207). Bien podría estar este vulcanismo relacionado con las postrimerías del Aguacate. En todo caso, el autor deja planteada esta inquietud para futuras investigaciones.

Restos de ignimbrita son responsables de la topografía plana, que forma el conocido Alto de las Mesas. Sus características macroscópicas son idénticas a las de Orotina. Es una toba lítica, con fragmentos de basalto, café claro a gris, con piroxenos, pómez gris y pómez oxidada.

El espesor de las ignimbritas es variable; a la altura de Hacienda Vieja, en el cañón de Tárcoles, tienen un espesor de por lo menos 140 metros y descansa sobre la serie Volcánica del Aguacate.

El camino que va al sur de la estación de Ceiba y el de Tárcoles (a la Barca) cerca de Limonal, dejan ver piroclastos estratificados, similares en algunos aspectos a los observados en Artieda y catalogados en este trabajo como el miembro Mata de Limón de la formación Punta Carballo.

4.2.8.1.8 Formación Esparta Pleistoceno?

El primero en mencionar este material

fue Robert T. Hill (1898), quien se refirió a él como "La Arcilla con Piedras de la América Tropical" (The Boulder Clay of Tropical American), por la semejanza que ofrece con algunos sedimentos glaciáricos de las latitudes del norte. Posteriormente Dóndoli (1958) le asignó el nombre de "Terraza de Esparza" y de "Terraza de los 200 metros", por estar en las vecindades de esa población y a un nivel cercano a los 200 metros sobre el nivel del mar. Dengo (1961) menciona el término lahar, refiriéndose a estos materiales al decir: ..."las ignimbritas están cubiertas por un material lahárico compuesto por bloques irregulares de lava, incluidos en una masa de arcilla, similar a lo que Dóndoli (1954) ha denominado "lavina", Madrigal (1962).

En este trabajo, por primera vez se presenta este material con el rango de Formación dándole el nombre de"Formación Esparza". Como sección tipo se escoge la situada a 1600 metros al sur del parque de Esparza, sobre el camino que conduce a Chumical (Artieda), exactamente en la cuesta que desciende al río Esparza.

Litológicamente la Formación es una "lavina" con dominancia de fragmentos de basalto, ricos en fenocristales de augita hasta de 0.5 cm. y basaltos de texturas más finas. El color dominante de los blo-

ques es el negro, pero también los hay café marrón. Son frecuentes los fragmentos de cuarzo lechoso. El tamaño de los bloques alcanza los 40 cm. aunque la mayoría están dentro de los 10-15 cm. Son subredon_ deados y subangulares y están englobados en una matriz terrosa arcillo arenosa, color amarillo rojizo. El espesor de la formación en la sección tipo es de 8-10 metros pero en otros llega a los 20 metros o se adelgaza hasta desaparecer. El contacto inferior es discordante sobre la formación Punta Carballo pe_ ro al este del río Jesús María descansa sobre la la_ vina en Tivives e ignimbritas de Orotina. La parte superior de la unidad está al descubierto en toda la zona, lo mismo que fuera de ella, es plana, ligeramente ondúlada debido a la disección de pequeños cauces. Su extensión superficial en el área es de unos 19 km.^{2} extendiéndose fuera de ella. Hacia el sur desaparece, pero restos de bloques de basal_ to y cuarzo, localizados en el Alto de las Mesas, atestiguan ahí la presencia de la unidad, hoy erosionada. En la parte alta del macizo de Carballo no se encontraron restos de esta unidad.

La unidad fue originada por una sucesiva serie de corrientes de lodo provenientes de los Montes del Aguacate, ya que todos sus componentes son representativos de las lavas y cuarzos que ahí abundan.

Es muy probable que la unidad esté relacionada con los últimos movimientos tecto-volcánicos del Aguacate y las extremas condiciones climáticas reinantes en esa época.

4.2.8.2. Geología estructural.

La región puede dividirse en dos áreas: a) área representada por los sedimentos terciarios de Punta Carballo, fuertemente plegados y fracturados por la orogénesis alpídica: y el grupo volcánico del Aguacate, que marca las últimas etapas de la fase orogénica de Centro América (Dengo 1966); b) el área cubierta por la lavina de Tivives e ignimbritas, las cuales por ser muy jóvenes no fueron afectadas por el tectonismo anterior.

4.2.8.2.1 Area afectada por el Tectonismo del Terciario.

Se describirá primero el área ocupada por el sedimentario de Punta Carballo. Este conjunto estratigráfico fue afectado por un fuerte tectonismo de tipo germánico, el cual originó una serie de fallas de tensión, de plano casi vertical. Los movimientos de los bloques a su vez, dieron origen a varios pliegues menores.

Sistemas de fallas. Dos grandes sistemas de fallas pueden apreciarse en el área. El más reciente de

ellos parece ser formado por grandes fallas normales, de plano casi vertical, dirigidas al N 45°E. Otro sistema lleva rumbo cercano a los 40° al NW, con planos también casi verticales.

Fallas con rumbo N°45° E. Es este un sistema de fallas normales cuyo trazo superficial origina grandes y profundos valles como puede verse en los ríos Barranca, Jesús María y Grande de Tárcoles. Su plano es casi vertical y el desplazamiento no se ha determinado en ningún caso. La falla del Barranca se hace notoria al observar la interrupción en la secuencia de los sedimentos a uno y otro lado del puente de la Carretera Interamericana.

Algunas fallas menores se observan como por ejemplo en el acantilado comprendido entre Boca de Barranca y Punta Carballo; pertenecen a las fallas normales son escalonadas y su desplazamiento oscila entre los 4-10 metros en sentido vertical. El bloque del este es el levantado. El fenómeno se repite varias veces y al norte de la estación de Mata de Limón, la formación ha sufrido un levantamiento de aproximadamente 100 metros comprobado por medio de un estrato guía de una arenisca ligeramente silícea. Un fenómeno similar se observa hacia el norte, ocurriendo en este caso un levantamiento de los bloques del lado norte y continuando hasta que la

unidad se pierde bajo la lavina de Esparza.

Algunas fallas menores pero de movimiento horizontal se observan dentro de la unidad litológica de Punta Carballo y una de ellas causa fallamiento en el sinclinal al N de Artieda. En este caso particular, se observa un desplazamiento neto hasta de 300 metros.

Fallas con rumbo NW-SE. Dos grandes fallas arrumbadas en este sentido se observan al sur y norte de Artieda. En una de ellas, la del sur, se ha originado el amplio valle de la quebrada Barbudal; en la otra, la del norte, se origina un afluente del río Paires y otro de la quebrada Honda. Confinado por estas dos fallas se encuentra parte de lo que en este trabajo se ha llamado el miembro Mata de Limón y dada su posición estratigráfica es de suponer que esta estructura de dos fallas represente un verdadero pilar (horst).

Pliegues. Estas estructuras se encuentran aproximadamente en número de 6. Se observan tres sinclinales y tres anticlinales. Sus características no han sido estudiadas en detalle pero de los datos de campo y fotogeológicos se desprende que algunos de ellos son de tipo asimétrico mostrando mayor inclinación en los flancos del sur oeste que en los del

noreste. Todos ellos presentan un ligero arqueamiento de su eje con la parte convexa dirigida hacia el noreste. La dirección de ellos es en general de NW a SE y muestran inclinación (plunge) en su eje. Tanto por su arqueamiento como de su asimetría, se deduce fácilmente que el empuje originador vino del suroeste hacia el noreste, quizá en correspondencia con el movimiento que lavantó el Pilar de Artieda.

4.2.8.2.2 Area no afectada por el Tectonismo del Terciario.

Bajo este título se cubren materiales sumamente recientes como son las lavinas e ignimbritas, los cuales se supone fueron depositados una vez terminada la serie de movimientos que dieron origen a las fallas y pliegues anteriormente mencionadas. Es por tal razón que en esta zona no se observan manifestaciones de actividad tectónica.

Es necesario aclarar aquí que tanto las ignimbritas como las lavinas muestran gran cantidad de fracturas pero es más posible que estas sean de tipo primario, formadas por efectos del secamiento o enfriamiento del material.

4.2.8.3 Geotectónica.

El presente tema trata de darle al mapa geológico del área y a las descripciones litológicas, un ca-

rácter de aplicabilidad para aspectos de ingeniería civil, agronomía e industria.

Desde el punto de vista del ingeniero civil, interesa en un área conocer el tipo de material existente como base para un edificio, un puente o el paso de una carretera. Al ingeniero agrónomo le interesa la fertilidad del suelo, su factibilidad de ser mecanizado y la facilidad de trabajo. Al industrial le conviene saber el tipo de materiales que pueden ser aprovechados directa o indirectamente para la industria.

Conviene pues analizar cada una de las unidades litológicas desde esos puntos de vista con el fin de traducir la terminología geológica a un vocabulario fácilmente entendible por esos profesionales. Con el fin de resumir sus características y utilización el tema se presenta en forma de tabla con la única excepción de los materiales aplicables a la industria, que serán tratados en la forma usual.

4.2.8.3.1 Materiales de posible aplicación industrial.

Rocas ornamentales. Dentro de esta categoría, encontramos al sur del estero de Mata de Limón, gran cantidad de bloques sueltos de jaspes y xilópalos. El color de los jaspes es el rojo vivo, amarillo y verde. Los xilópalos varían desde el negro, el ro

jo, café gris y esporádicamente alguno de color más claro. El origen de los jaspes está establecido como pertenecientes al Complejo de Nicoya y los xilópalos del área se les encuentra dentro de la Formación Punta Carballo.

Hierro. Concentraciones de hierro limonítico y hematítico fueron localizadas por el autor dentro de esta misma unidad. Acumulaciones de arena magnética se conocen desde hace varios años en la playa de Caldera.

Mineralización de hematita-limonita. A unos 700 metros al NE de la plaza de San Rafael de Esparza, al SE del cruce de coordenadas 470-219 se encuentra una loma que se levanta unos 75 metros sobre los terrenos vecinos. La loma es parte del grupo volcánico del Aguacate y está formada de roca feldespática, rica en cuarzo y feldespato. En ocasiones se presenta como una brecha de fragmentos del mismo material.

Forma de representarse el mineral. El mineral evidentemente ha sido concentrado en fracturas de la roca y como costras en su superficie. El relleno de grietas origina concentraciones de mineral que pueden tener 30-40 cm. de espesor, las cuales posteriormente se fracturan originando bloques que se encuentran

esparcidos por el terreno. Las muestras analizadas en el laboratorio fueron de porcentaje variado, siendo la más alta de ellas de un 52% de hierro, pero en ningún sitio fue observada cantidad de material que mereciera consideración de orden económico.

Conclusiones. Recorrida el área y analizadas algunas muestras se deduce que la zona es idéntica en sus caracteres geológicos y mineralógicos a la estudiada por el autor en los "Cerros del Rayo", jurisdicción de Turrúcares, (informes inéditos de la Dirección de Geología Minas y Petróleo).

A pesar de no haberse encontrado en el área ningún afloramiento que merezca la pena su estudio, si convendría una mayor investigación de el grupo volcánico del Aguacate, con miras a la localización de un posible yacimiento de esta naturaleza.

4.2.8.3.2 Arenas magnetíticas. En el litoral del área, playas de Caldera, Mata de Limón, Bajamar y los esteros vecinos, se conoce la existencia de concentraciones de mineral de hierro en forma de arena magnetítica (arena negra). Esta dependencia inició la investigación de esas áreas como parte del programa a escala nacional para la busqueda de recursos minerales. La investigación se llevó a cabo por medio de perforaciones con equipo de

CUADRO 4

RESULTADO DE LA INVESTIGACION EN ARENAS MAGNETITICAS

(programa de la Dirección de Geología, Minas y petróleo)*

Lugar	Pozos	N° de muestras	Magnet. %	Ton. Magnt.	Ton. de hierro (Fe)
Caldera	10	150	14.4	363.727	200.048
Mata de Limón	20	279	15.8	96.278	52.951
Bajamar	10	162	28.6	2.134.090	1.173.749
Jesús María (playa)	17	243	14.6	619.736	340.854
Estero Tivives	5	76	-	-	-
Estero Flores	4	60	11.7	299.426	164.684
Estero Loros	2	22	-	-	-
TOTALES	68	992	17.0	3,513.257	1,933.286

(*) Fernández C. y Madrigal.

muestreo continuo a percusión, tipo barril partido (split sampler). La toma de muestras se efectuó cada 30 cm. de profundidad y el material se remitió a nuestro laboratorio para ser analizado.

En el cuadro adjunto se dan los resultados finales de la investigación

Conclusiones De el cuadro anterior se desprende que:

a) La playa de mayor concentración dentro del área es la de Bajamar.

b) La playa de mayor tonelaje de hierro es la de Bajamar.

c) La cantidad total de hierro, por sí sola no tiene importancia a menos que la explotación sea muy pequeña de tipo puramente nacional y en este caso, los problemas de rendimiento económico serían grandes.

d) La cantidad de mineral deberá ser complementada con lo que se ha investigado en otras áreas del Pacífico.

4.2.8.3.3 Lutitas Bituminosas.

Las lutitas bituminosas son materiales que contienen una forma de sólidos insolubles y materiales orgánicos íntimamente asociados con una mezcla mineral que en conjunto rinde aproximadamente 25 galones de aceite por tonelada.

CUADRO 9

Esquemática mostrando la aplicación de las Unidades Litológicas en diferentes ciencias o actividades

Unidad Litológica	Características Geotécnicas	Relieve	Estabilidad en carreteras	Potencial acuífero	Utilidad agrícola
Punta Carballo	Sana: fracturada gris verdosa a marrón, dura, compacta, porosa. Meteorizada: blanca, arcillosa, poco estable.	Muy quebrado	Sana: buena Meteorizada: mala	bueno	Limitada por el relieve y poca profundidad del suelo.
Formación Esparza	Semi-arcillosa y pedregosa-localmente permeable. Poca estabilidad.	Plano ondulado	Regular	Aprox. rinde 12 m^3. c/4 horas.	Buena, mecanizable, localmente limitada por la pedregosidad.
Formación Orotina	Sana: rocosa y arenosa, estable, compacta, localmente porosa. Meteorizada: arcillosa, pedregosa, menos estable.	Plano ondulado	Sana: buena Meteorizada: regular	Mala	Regular, poca profundidad del suelo.
Formación Tivives	Sana: Pedregosa, localmente arenosa y porosa-estable. Meteorizada: pedregosa-arcillosa impermeable, baja estabilidad.	Plano muy ondulado	Sana: buena Meteorizada: Mala y muy pedregosa	Mala	Malo, muy pedregosa y de suelos muy superficiales.

CUADRO 10

Descripción y clasificación de las formaciones geológicas

ERA	PERIODO	EPOCA	UNIDAD	LITOLOGIA	ACTIVIDAD TECTONICA	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Reciente	Formación Esparza	Sanos. Bloques de lavas y cuarzo semiredondeados en tierra roja amarillento, ligeramente arcillosa.	Erosión, levantamiento	
		Pleistoceno	Formación Orotina	Ignimbritas	erosión	
	TERCIARIO	Plioceno	Formación Tivives	Bloques sanos de lavas angulares y subangulares, en una matriz gris, tobacea, sana, pero alterada y arcillificada en superficie.	Grupo volcánico del Aguacate	Levantamiento. plegamiento fallamiento
		Mioceno superior Mioceno medio Mioceno bajo	Formación Punta Carballo	Arenisca y conglomerados gris verdosos, levemente calcáreos, con o sin fósiles. Areniscas y limolitas marrón, tobáceas, alterado con brechas sedimentarias y volcánicas.		Sedimentación hundimiento erosión
MEZOSOICA	SECUNDARIO	Pre-eoceno	Complejo de Nicoya	Calizas silíceas no fosilíferas basaltos.		Levantamiento Sedimentación, vulcanismo submarino.

156

Cuando el yacimiento de lutita de este tipo rinde varios miles de toneladas diarias, el depósito resulta de gran importancia económica. El aceite obtenido de estas lutitas se emplea en mucho, igual que el petróleo, pero su mayor empleo está en la producción de calor y fuerza para la industria.
De su procesamiento se obtienen algunos subproductos como fenoles, piridinas y amonio.
Durante el presente estudio, el autor localizó en el cauce del Río Paires, dos estratos de lutita bituminosa con un espesor de 50 cm. que presentan algunas manchas de azufre y algunos cristalillos de pirita.

Conclusiones. Dada la importancia industrial que hoy día se da a este tipo de material, convendría un mayor estudio de áreas donde aflora la formación Punta Carballo y otras similares que contienen lutitas, con el fin de localizar un posible yacimiento de rendimiento económico.

4.2.8.3.4 Material para obras de Ingeniería

Bajo este título se incluye tanto los materiales para carreteras como para construcción de edificios.
Dentro de las áreas ocupadas por la Formación Carballo, es factible encontrar buenos tajos de mate-

rial de lastreo, así como roca más sana para caminos que no se pretenda asfaltar. Con este fin, el Río Paires ofrece muy buenas posibilidades.
La formación Orotina también ofrece posibilidades para material de lastreo. La formación Tivives da do su grado amplio de heterogeneidad, podrá presentar buenas exposiciones de material de lastreo y por su gran cantidad de fragmentos lávicos, estos pueden ser empleados como material para quebrador y ser utilizados para ripiado de carreteras y en todo tipo de obras ingenieriles.

4.2.8.4 Geomorfología.

La forma o relieve de un terreno es el resultado de una serie de agentes de erosión y depositación, llamados en conjunto agentes geomórficos. La intensidad con que estos agentes actúan en un área determinada, depende entre otros factores, de la estabilidad tectónica de la región. Si el área es levantada, los procesos erosivos actuarán más rápidamente,sobre todo tratándose de una zona de fuerte precipitación como es ésta, y habrá oportunidad para un mayor profundizaje de los valles. La mayor erosión resultante a su vez, dará origen a un mayor acúmulo de materiales en las partes bajas. La erosión causada por estos agentes dependerá también en

alto grado, de la mayor o menor resistencia ofrecida por los materiales de la región.

Tal y como fue visto en los puntos anteriores de estratigrafía y estructura, se delimitan seis unidades litológicas en el área, las cuales a su vez corresponden con diferentes unidades de forma. Estas son: 1. Complejo de Nicoya; 2. Formación Punta Carballo; 3. Grupo Aguacate; 4. Formación Tivives; 5. Formación Orotina; 6. Formación Esparza.

Cada una de estas unidades es responsable de ciertas características topográficas definidas dentro de la región. Como consecuencia de la sobreposición de materiales que indiscutiblemente ocurre, algunos de ellos influyen más que otros en los rasgos fisiográficos del área.

Por lo general, el material más superficial es el que influye en el aspecto general de la topografía. Como consecuencia de esto se puede dividir el área en el mismo número de unidades fisiográficas, correpondiendo cada una de ellas con una unidad litológica.

4.2.8.4.1 Unidad Complejo de Nicoya.

El área cubierta por esta secuencia litológica es tan limitada, que su expresión topográfica dentro del área no tiene importancia. Sin embargo, en otras zonas del país, los materiales constitutivos tienen una característica bien definida.

4.2.8.4.2 Unidad Punta Carballo.

Es esta la unidad en la cual se observa más la influencia de la relación litología-estructura en el tipo de topografía y red fluvial resultante.

Para esta unidad, Dengo (1962) da las siguientes características fisiográficas: "estado de madurez avanzada y de principios de senectud. Drenaje ajustado a la estructura y los principales ríos son paralelos al rumbo de la estratificación, separados por colinas alargadas en dirección dominantes NW-SE. Muchos de los valles son anchos y planos".

Las características observadas por el autor son: superficie plana, ondulada, de amplias divisorias en su mayor parte; se encuentran restos al norte y noreste de Esparza. Donde la erosión ha progresado mucho, las divisorias son redondeadas. Los márgenes de las divisorias son redondeadas, convexos y las cortas laderas que se forman, pasan rápidamente de convexas a cóncavas indicando que el material se erosiona con más rapidez de lo que progresa la intemperización química.

En algunos sectores en la vecindad de Esparza, la irregularidad de su superficie denota la vieja topografía sepultada que corresponde a sedimentos de la formación Punta Carballo. Las pendientes de las

laderas en esta unidad son en realidad muy bajas, del orden de los 10° cuando la erosión es normal; sin embargo, en algunos sectores en que ha sido afectada por el rejuvenecimiento de los cauces, como por ejemplo el Río Esparza, se notan laderas hasta de 20-30°. Los fondos de los valles en ella son planos, amplios y es necesario aclarar que corresponden por lo general a afluentes de poca importancia. El tipo de patrón de drenaje observado en el área, está pues influenciado por la estructura. Los tres valles principales: el del Río Esparza, el de Paires y el de Jesús María, a pesar de encontrarse en la madurez avanzada, denotan la influencia marcada del patrón de fracturas dominante en estos sedimentos (los afluentes más pequeños corren delineando el patrón de fracturas y fallas de la formación).

La influencia de la diferente litología, unida a la dirección estratificada y buzamiento, se pone de manifiesto en el resto del área. Todo esto se traduce localmente en divisorias afiladas, orientadas en sentido N 45° W en correspondencia con las capas más resistentes de arenisca.

El patrón de drenaje general del Río Esparza corresponde a un rectangular. Los ríos Paires y Jesús María muestran angularidad, lo mismo que sus afluentes. En los valles de estos mismos ríos se observan todos los indicios de estar en la madurez avan-

zada. Las divisorias entre ellos son amplias, con cierta concordancia de niveles a dos alturas diferentes, todo lo cual indica un rejuvenecimiento de la región.

4.2.8.4.3 Unidad volcánica del Aguacate.

La erosión de esta unidad ha progresado profundamente dando origen a un paisaje de relieve abrupto con laderas de fuerte pendiente. Una ligera concordancia de niveles se evidencia en lomas a la altura de 300 a 350 metros sobre el nivel del mar, lo cual podría ser indicio de un rejuvenecimiento en la región. Las características topográficas de la unidad pueden resumirse de la siguiente forma: Valles en V abierta, laderas de fuerte pendiente 20° y más. Divisorias afiladas y con pendiente fuerte. Relieve en general muy irregular. La unidad está en la juventud avanzada.

4.2.8.4.4. Unidad Tivives.

Constituye esta unidad una topografía de relieve irregular con declive uniforme hacia el S 45° W, hasta morir en el Golfo de Nicoya. La unidad se caracteriza por una típica costa de acantilado, de alturas hasta de 15 metros en el área de Tivives y Bajamar. El principal drenaje de la unidad es el río Cuarros y sus afluentes. Se originan valles de laderas convexas, con declives de 15-20°,

pero aquellos en que la erosión lateral progresa rápidamente, como en el Grande de Tárcoles, se observan laderas verticales hasta de 60 metros de elevación.

El patrón de drenaje establecido es el dendrítico, influenciado por un patrón de fracturas, con lo que resulta ligeramente angular.

Las divisorias están llenas de montículos de baja elevación.

4.2.8.4.5 Unidad Ignimbritas de Orotina.

En el área cerca de Hacienda Vieja, Limonal, y al sur de Pozón, y el Alto de las Mesas, se presenta con su típica topografía plana. Una vez que la erosión se ha iniciado, se transforma en una serie de lomas semiredondeadas, irregulares. Los valles al comienzo del ciclo erosivo son en V cerrada, abriéndose posteriormente. En el Río Grande, las laderas son verticales. El área cubierta es tan pequeña que no se evidencia ningún patrón de drenaje bien definido. Sin embargo, en los valles observados se nota una tendencia a la angularidad lo que está indicando la presencia de fracturas. Las áreas cubiertas por la ignimbrita se encuentran aproximadamente entre los 150 y los 200 metros de elevación sobre el nivel del mar. Entre quebrada Tejar y Río Jesús María, se encuentran afloramientos de ignimbritas, los

cuales por su configuración superficial, parece haber sido depositados en un antiguo fondo valle. Posteriormente la erosión eliminó el material de las laderas del valle, el cual pudo ser de la Formación Punta Carballo y la ignimbrita por mayor resistencia permaneció como topografía saliente. Malavassi y Madrigal, (1963, inf. inéditos del Departamento) suponen que se trata de un caso de inversión de relieve, aunque es necesario mayor comprobación.

4.2.8.4.6 Unidad Lavina de Esparza.

Es quizá esta la única unidad dentro del área que ha sido mencionada desde el punto de vista geomórfico por varios autores. A excepción de Dengo (1960), ninguno entra en verdadero análisis. El primero en mencionar esta unidad fue Hill (1898), cuando habla de la penillanura de San Mateo, que se extiende entre Puntarenas y el Aguacate, consistiendo casi exclusivamente de rocas ígneas básicas y sus debrís. Dice Hill que la región es tipicamente una penillanura, levantada a unos 800 pies (243 mt.) y cortada por numerosos drenajes en valle Vertical.

4.2.8.5 Análisis general del Relieve.

Analizando la topografía general de la región se

observa que aparte de pequeñas diferencias de nivel dentro de un promedio de elevaciones, existe una concordancia de niveles. Lo más interesante de esta concordancia de niveles es que se mantiene a través de conjuntos litológicos diferentes. Por ejemplo: Se procedió a efectuar un promedio de elevación por unidades litológicas de la siguiente manera: en el centro de cada km.^{2} se tomó la altura correspondiente promediándola. El resultado es como sigue:

Lavina de Tivives. 65 medidas de altura con un promedio de elevación de 89 metros.

Punta Carballo. 67 medidas de altura con un promedio de elevación de 117 metros.

Ignimbritas. 22 medidas de altura con un promedio de elevación de 149 metros.

Cerros de Triangulación.

Carballo	Esparza	Tivives	Ignimbrita
Cambalache 185.9 m.s.n.m.	Paires 234.0	Cuarros 81.0	Coyotes 239.0
Jesús María 153.5	Surubres 208.0	Bajamar 48.0	
Cebollín 226.7		Mata 131.0	
Juanilama 254.0		Algo 112.0	
Labra 208.0			

En general, la región presenta un desnivel hacia el S 45° W, el cual es casi constante.

Entre la parte alta del acantilado de Roca Carballo y la Ciudad de Esparza, hay una diferencia de altura de 130 m. y una distancia de 9 km. lo cual nos origina una pendiente hacia Carballo de 1.44%;entre el borde del Alto de las Mesas y el caserío de San Rafael de Esparza, encontramos una diferencia de altura de 145 metros y una distancia de 16 km. dándonos una pendiente de 0.9 %; entre San Mateo y la costa de Bajamar, la pendiente es de 1.26%; la pendiente entre el estero Loros y el pie de los Montes del Aguacate al Noreste del caserío de Jesús María es de 1.57 %. Haciendo un promedio con estas pendientes nos da 1.29 %.

4.2.8.5.1 Análisis de los valles.

Río Machuca. A unos 6 km. de la confluencia con el río Jesús María, inicia su estado de senectud y está a 20 m.s.n.m. El valle en este tramo mide unos 100-200 metros de ancho y su cauce de 15-20 m. Las paredes del valle se inician verticales y luego se abren en V. Al sur de San Mateo, se observan terrazas y unos 20-30 m. abajo está el cauce actual. La mayoría de los afluentes muestran un valle al final de su juventud o principios de madurez, pero en las vecindades de su confluencia, están en su juven

tud inicial y algunos son colgantes.

Río Jesús María. A unos 18 km. de su desembocadura el río está en su etapa de senectud y en el sitio donde lo cruza el ferrocarril su valle es de 1 km. de ancho con un cauce de 50 m. Con respecto a los afluentes, se han de hacer las mismas consideraciones que para el río Machuca.

Río Paires. Su senectud se inicia 1.1/2 km. antes de la confluencia con el río Jesús María. En este tramo su valle oscila de 100-200 m. y su cauce de 10-20 metros de ancho. Su altura s.n.m. es de 20m.

Río Grande de Tárcoles. La senectud de este río se inicia a la altura de Hacienda Vieja, a una distancia de 30 km. de su desembocadura, con 100 m.s.n.m. y 0.3 %. En este trayecto, el valle alcanza a 1700 mt. de ancho y su cauce los 50-100 metros. Un amplio meandro abandonado, cuyo lado aguas arriba está a unos 25 metros sobre el nivel actual, indica la magnitud del rejuvenecimiento en ese sitio. Terrazas abandonadas, a unos 30 metros de elevación se observan fuera del área, en el camino que baja al llamado "Paso de la Barca", cerca de la desembocadura.

4.2.8.5.2 Relación depositación de los materiales y erosión.

Dentro de los materiales encontrados en el área, hay dos de ellos, la lavina de Esparza y las Ignimbritas de Orotina que nos dan magnífica información del período de erosión. En el Alto de Las Mesas, a unos 120 metros de elevación encontramos una delgada capa de Ignimbritas, aproximadamente de unos dos metros de espesor, la cual está separada del resto de la unidad por el amplio valle del Río Jesús María. Esto nos indica lógicamente que la excavación del Valle Jesús María se inició después de la depositación de la Ignimbrita. Pequeños afloramientos también se observan al sur del caserío del Labrador, cerca de la confluencia Jesús María-Machuca. La Lavina de Esparza, a su vez se encuentra únicamente en las divisorias de los valles profundos como el Esparza, Paires, Jesús María, Machuca, etc. Esto es una prueba más de que la erosión se inició posteriormente a la llegada de esta lavina.

Si esas unidades litológicas, Esparza y la Ignimbrita son asignadas a el período plio-pleistoceno, tenemos que los fenómenos erosivos actuantes en el área son relativamente recientes.

4.2.8.5.3 El problema de la Penillanura de San Mateo.

Como se expuso en este capítulo, al tratar la unidad

Esparza, Hill hace alusión a la "Penillanura de San Mateo" y recientemente Dengo discute ese término.

Comentario. Lo que indujo a Hill a considerar la región como una penillanura fue la lavina de Esparza, la cual aflora en la mayor parte del recorrido efectuado por él, y posiblemente confundió con el manto de residuos meteorizados que suele cubrir las penillanuras. Esto, unido a la uniformidad de niveles del área, lo hizo pensar en la posibilidad de estar en presencia de tan discutido fenómeno erosivo. Dengo (1960), analiza lo dicho por Hill, diciendo que la superficie en cuestión es de origen complejo ya que es el resultado de erosión, mientras que en su mayor extensión es una superficie de acumulación formada por coladas de ignimbrita. Dengo (1962), supone que la superficie sea la continuación hacia el este de la unidad fisiográfica por él llamada "Cerros de Manzanillo y Aranjuez", los cuales habían sido mencionados por Romanes (1912-b) como la "penillanura elevada del área entre Manzanillo y Abangares". Si analizamos esta gran unidad morfológica, vemos que en realidad puede ser una penillanura, formada paralela a la costa, a poca elevación, y que en las etapas finales de su ciclo fuera parcialmente cubierta por lavina, ignimbritas y fanglomerado, para posteriormente ser lentamente

levantada y de nuevo erosionada, como parece haber ocurrido en el área de este estudio.

Conclusión final.

1.- Una pequeña porción del área, la ocupada por la formación Punta Carballo, en la zona de Esparza, está en la etapa de madurez avanzada.

2.- El resto de la región se encuentra en varias etapas de la juventud, con sectores pequeños en la juventud avanzada.

3.- Los valles principales son lo bastante profundos en relación a su altura sobre el nivel del mar. Esto hace pensar en la dificultad de que el proceso erosivo fuera normal.

4.- Los valles principales muestran indicios de rejuvenecimiento asimismo la región en general.

5.- La unidad sedimentaria de Carballo ya había sido erosionada con anterioridad, de ahí que el nuevo ciclo erosivo actuara con mayor rapidez en ella.

6.- El área, puede formar parte de un resto de penillanura que fuera llamada por Romanes (1912-b) "Penillanura elevada del área entre Manzanillo y Abangares".

7.- Posteriormente a la formación de la Penillanura el área de estudio fue cubierta sucesivamente por lavina e ignimbrita, ocasionando el rellenamiento de las irregularidades.

8.- Un último movimiento tectónico trajo el área hacia arriba, reactivando la erosión y rejuvenecien do los valles.

4.2.9 Aspectos de geología económica de las hojas ABRA y RIO GRANDE.

Las hojas Abra y Río Grande levantadas y editadas en escala 1:50.000 por el Instituto Geográfico de Costa Rica, cubren una zona de aproximadamente 1.000 kilómetros cuadrados, comprendida entre las coordenadas geográficas 84° 00' y 84° 30' de longitud y los 09° 50' y 10° 00' de latitud norte.

La casi totalidad de esta zona fue estudiada por el autor durante los años 1965 y 1966. El resultado de la investigación geológica realizada, en cuanto a estratigrafía, petrografía, geología estructural, geomorfología y geología histórica se refiere, será publicada en un futuro cercano. La parte de geología económica, de interés práctico inmediato, se incluye en este artículo como corolario previo al trabajo integral.

4.2.9.1 Geología económica.

La zona estudiada al comprender rocas ígneas (efusivas e intrusivas) y sedimentarias que le dan una to nalidad geológica de gran interés científico, también es portadora de una variedad de materiales de importancia, algunos de inmediato aprovechamiento industrial. Los materiales encontrados se citan a continuación:

4.2.9.1.1 Materiales ígneos y sedimentarios de tajo abierto.

Caliza (Ca_2Co_3)

Diatomita $SiO_2.nH_2O$

Arenisca blanca cuarzosa (SiO_2)

Sulfuros (FeS_2, PbS, ZnS, $CuFeS_2$, AgS, Cu_2S)

Lignito (Carbón)

Hierro (Fe_2O_3, $Fe_2O_3.nH_2O$)

Los materiales de origen ígneo en la zona estudiada, son rocas volcánicas e intrusivas. Los materiales volcánicos son el producto de la actividad volcánica localizada en concordancia con la Cordillera Central y con los Cerros del Aguacate. Los materiales intrusivos se derivaron del magmatismo que intruyó a la serie sedimentaria del Terciario y a las rocas volcánicas de la Formación Aguacate. Los materiales sedimentarios son de origen marino y pertenecen a la serie sedimentaria del Terciario.

Los materiales volcánicos del Valle Central Occidental son en su mayoría lavas andesíticas y corrientes de avalanchas de piroclásticos que ofrecen, según sean los requerimientos, propiedades de gran dureza, compactación, poder de compactación, permeabilidad y resistencia. Actualmente estos materiales están siendo utilizados en varias facetas de la construcción, tanto de parte del estado como de compañías particulares. Su potencialidad es inagotable,

dado que en su mayoría son las unidades litológicas constitutivas del Valle Central Occidental. Su explotación se ha localizado principalmente a lo largo del Río Virilla, aprovechando los cortes originados por las profundizaciones apreciables alcanzadas por este río. Materiales volcánicos aluvionales localizados en el Río Virilla y en otros ríos menores de la zona estudiada, también están siendo explotados.

Madrigal (1967, p. 22-26) estudió un depósito de pómez ubicado a lo largo del Río Virilla, entre el Tajo de Colima (Puente Tibás-Sto. Domingo) aguas arriba hasta los tajos de Santa Rosa. La estimación de cubicación reveló un volumen aproximado de 12.990.600 metros cúbicos de pómez.

Algunos de los materiales volcánicos de los Cerros del Aguacate, constitutivos de la unidad estratigráfica conocida como Formación Aguacate, pueden ser utilizados en construcción.

Su ocurrencia en la zona estudiada es limitada, dado que las rocas por su naturaleza litológica heterogénea se hallan profundamente meteorizadas, existiendo únicamente puntos dispersos en donde los materiales en estado inalterado reúnen las propiedades requeridas de dureza, compactación y resistencia. Estos materiales son generalmente lavas basalto-andesíticas.

Las rocas ígneas pertenecientes al Intrusivo de Escazú y la Formación Aguacate, podrían ser empleadas como material de construcción en general, ya que poseen propiedades físicas similares a los materiales volcánicos anteriormente citados. Los sitios de explotación podrían ser aquellos localizados en los afloramientos in situ o en los aluviones derivados de estas rocas.

Algunas rocas sedimentarias del Terciario podrían ser utilizadas como lastre en carreteras, siempre y cuando el material se encuentre poco o sin meteorizar. La meteorización sobre estas rocas produce un material bastante arcillificado que da inestabilidad al lastrado. Actualmente, rocas lutíticas de la Formación Térraba están siendo explotadas para lastre, a tres kilómetros al sur del puente sobre la Quebrada Honda de Villa Colón, siguiendo la carretera a Puriscal. En la loma San Antonio de Tirrases, inmediatamente al este de San Antonio de Desamparados, rocas cuarzosas están siendo también ocupadas como lastre de carreteras.

4.2.9.1.1.1 Caliza

La caliza que aflora en el área estudiada se le conoce con la denominación estratigráfica de Caliza de San Miguel. Esta caliza se localiza en la zona de San Miguel de Desamparados, al

Cuadro 11

Valores referentes a algunas propiedades físicas de las rocas

Pesos de volumen

Roca	Min.	Prom.	Máx.
Granitos	2.50	2.75	2.95
Dioritas	2.70	2.85	2.95
Gabros	2.80	2.90	3.00
Lava compacta	2.75	3.00	3.30
Lava porosa	2.05	2.30	2.45
Pómez	0.35	0.65	1.10
Calizas	2.50	2.65	2.80
Areniscas	1.80	2.30	2.80
Lutitas	2.75	2.80	2.90
Tobas	1.10	1.40	1.75

Valores obtenidos en la roca inalterada.

Coeficientes de inbibición.

Granito	de 0.28 - 0.74
Lavas	0.27 - 1.08
Calizas	0.20 - 7.51
Areniscas	1.69 - 7.76
Tobas	9.0 22.10
Ignimbritas	22.40

este de Patarrá, en el flanco norte y sur de la Loma Salitral o Polini y en el flanco este de la Loma Aserrí. Un afloramiento apenas perceptible se encuentra expuesto en la Quebrada Mesén. De estos afloramientos los que ofrecen mayores perspectivas para una explotación en mayor escala, son aquellos localizados al este de Patarrá con proyecciones a Coris y Quebradillas de Cartago. Los afloramientos de caliza en las Lomas Salitral y Aserrí, son exposiciones de poco espesor, de 5 metros promedio y de extensión reducida y limitada, por lo que su explotación resulta también limitada.

Los afloramientos al este de Patarrá tienen un espesor mayor y uniforme, de 12 metros promedio, con tendencia evidente a engrosarse hacia el este. Fernández y Madrigal (1960, p.14) en la estimación de potencial que efectuaron de dicha caliza, consideraron un estrato de 1.200 metros de longitud, con 7 metros de espesor promedio y una profundidad de explotación promedio de 50 metros, lo que reveló un volumen aproximado de 420.000 metros cúbicos. Sin embargo, este cálculo conservador de volumen, se refiere exclusivamente a una sola exposición de caliza.

Si se considera que la caliza aflora al este de Patarrá en tres franjas separadas, de aproximadamente igual longitud, casi paralelas y con orientación

NW-SE, como respuesta a la estructura geológica (Anticlinal de Patarrá y Sinclinal de Quebrada Honda) de la zona; cabe esperar por lo consiguiente, una triplicación de ese volumen calculado. Estos afloramientos como otros localizados más al este, cercanos a las canteras de resistencia a la compresión.

Rocas	Promedios	Límites (Kg/cm^2)
Granitos	1.300-2.600	500 - 2.800
Dioritas	1.500-2.400	700 - 2.900
Gabros	1.000-2.000	800 - 2.600
Lavas	1.800-2.500	500 - 5.000
Calizas	500-1.600	200 - 2.200
Conglomerados		50 - 1.200
Areniscas		300 - 1.800
Tobas	100- 300	10 - 700
Cuarcitas		1.800 - 3.200

La Fábrica Nacional de Cemento en Cartago, podría ser considerada como reserva potencial, de utilización futura en la industria del Cemento.

Se comprobó en pruebas de laboratorio, al igual que Fernández y Madrigal (1960, p.15), que la caliza es más pura al este de Patarrá que al oeste. El porcentaje de carbonato de calcio oscila entre 70-80%.

Actualmente la caliza de la zona estudiada se explo

ta en forma rudimentaria y su utilización se reduce a la producción de carbonato de calcio y óxido de calcio, de empleo en la agricultura y en la construcción.

4.2.9.1.1.2 Diatomita.

Este material se localiza en San Miguel de Turrúcares y forma parte de la secuencia de rocas volcánicas del Valle Central Occidental.

Sandoval (1966, p.37-38) efectuó un estudio de evaluación del yacimiento y delimitó cuatro zonas interesantes con diatomita. El mismo autor concluyó, que de estas cuatro zonas, únicamente tres están en condiciones de ser explotadas. El volumen total estimado de esas tres zonas fue de 439.954 metros cúbicos de excelente material para ser usado en la industria de fertilizantes e insecticidas.

4.2.9.1.1.3 Arenisca blanca cuarzosa.

Esta arenisca de origen marino, sirvió para definir a la Formación Coris (Castillo, tesis en preparación, Stanford. University). Se halla expuesta con abundancia en la zona comprendida entre los Cerros de la Carpintera y El Tablazo y en las Lomas Salitral y Aserrí. Un afloramiento aislado se encuentra expuesto cerca de Jaris.

Los depósitos de factible utilización en la indus-

tria, son aquellos situados entre los Cerros de la Carpintera y El Tablazo y sus proyecciones al oriente. Las proyecciones orientales de estos afloramientos que quedan fuera de la zona estudiada.

Esta arenisca se caracteriza por estar formada en forma dominante por el aglutinamiento de granos de cuarzo, angulares a subangulares, de tamaño medio a fino, y cementados por una matriz silícea, arcilla limonítica, a veces con algo de carbonato de calcio. La composición con un porcentaje arriba del 90% de sílice, la califica de importancia en la fabricación del vidrio. Sin embargo, la frecuente presencia de óxidos de hierro hidratados junto con una fracción menor de feldespatos hidrolizados, dentro de la masa cuarzosa, disminuyen en cierto grado y momentáneamente su procesamiento inmediato.

Con el propósito de justificar la instalación de una fábrica de vidrio utilizando materia prima nacional, Fernández (1965) y colaboradores de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo del Ministerio de Industria y Comercio, en un proyecto de asistencia técnica, realizaron una evaluación potencial de esta arenisca cuarzosa en el lugar conocido como "Tajo Mesén Superior" ubicado en las estribaciones del sur oeste del macizo de La Carpintera. Mediante perforaciones efectuadas al diamante, se comprobó la

existencia de tres tipos de arenisca. Una arenisca A superior formada por granos de cuarzo de grano medio a fino, pero teñida fuertemente por óxidos de hierro. Este tipo de arenisca fue el estrato más abundante.

Una arenisca B intermedia, cuarzosa, sana y compacta, con fracturaciones rellenadas por óxidos de hierro. El espesor estudiado de esta arenisca, sin llegar a la base, fue de alrededor de 60 metros. Una arenisca cuarzosa C, que en algunas secciones perforadas apareció como la base de la sección estratigráfica, es de color gris a gris claro en motas, de grano medio, fragmentos de cuarzo angulares a subredondeados incluidos en un cemento arcilloso -calcáreo fino. La potencialidad del depósito en toneladas métricas fue el siguiente: Arenisca A: 791.299; Arenisca B: 63.389; Arenisca C: 167.695; reserva total superficial: 1,022.383; reserva total profunda: 2,044.766; reserva total: 3,067.149. En base a los análisis de laboratorio se dedujo que únicamente la arenisca B alcanza, por su alto contenido de sílice y baja proporción de hierro, un valor industrial inmediato para la fabricación de vidrios de cuarta calidad en adelante. Las areniscas A y C, aunque tienen un contenido de sílice importante, se ven muy afectadas por las impurezas de hierro y aluminio.

Se consideró también que a la vez que la arenisca B es de una potencialidad menor que las demás, su granulometría no es la ideal en todo el volumen para su aprovechamiento en la fabricación de vidrio, por lo que una industrialización basada en dicha arenisca estaría limitada a pocos años.

Tomando en consideración las observaciones de campo realizadas por el autor en todas aquellas áreas en donde aflora esta arenisca, y a las señalaciones de Fernández (1965) restringidas al Tajo Mesén Superior, convendría efectuar ensayos definidos y sistemáticos, para la eliminación de impurezas, y determinar si el método a emplearse tendría significado económico en el proceso de fabricación de vidrio.

Esta arenisca convendría estudiarla más detenidamente, con el objeto de obtener de ella el mejor aprovechamiento industrial, no sólo desde el punto de vista de fabricación de vidrio, sino también en la fabricación de abrasivos, pulidores, refractarios, y materiales de construcción. Actualmente se le utiliza principalmente en forma de bloques de uso ornamental en las construcciones, y con menor cuantía en el afilado de herramientas ordinarias con superficie cortante.

Para el uso de abrasivos y pulidores se señala aquí la importancia que en este aspecto tiene la arenisca

que constituye a la loma San Antonio o Tirrases, lo calizada a seis kilómetros al sureste de San José, y asentada inmediatamente al este de San Antonio de Desamparados. Esencialmente, desde el punto de vista textural, esta arenisca es diferente a la arenisca que puede ser utilizada en la fabricación de vidrio.

Es cuarzosa, de grano muy fino, suave y algo talcosa. Si se encontrara la forma de montar una industria haciendo uso exclusivo de este material, tal vez se evitaría en cierto grado, la continuada explotación que de la misma se está haciendo, como simple lastre de carreteras.

4.2.9.1.1.4 Sulfuros.

Sulfuros de plomo, zinc, hierro, cobre y plata mineralizan variablemente las zonas de contacto entre las rocas intrusivas (Intrusivo de Escazú) y las rocas sedimentarias del Terciario, expuestas en los Cerros de Escazú y el Cerro Pacacua. Las minas minerales a que pertenecen estos elementos son: galena, blenda, pirita (marcasita, Calcopirita), calcosina y argentita. Dóndoli (1941) reportó galena y blenda en la región de Salitral de Santa Ana.

Convendría considerar la posible presencia de otros elementos afines al ambiente magmático que nos ocu-

pa, que aunque no evidentes en las observaciones de campo efectuadas, sí presentan propiedades que los hacen acreedores de una afinidad geoquímica de asociación (paragénesis) con los elementos inicialmente mencionados. Estos elementos podrían ser: molibdeno, níquel, cromo, estaño, oro, bismuto, arsénico y tungsteno. Un contenido bajo de oro fue evidenciado por algunas muestras cuarcíticas provenientes de la zona de Cedral en los Cerros de Escazú.

La actividad magmática de la Formación Aguacate, unidad que ocupa la porción occidental y suroccidental del área estudiada, también influyó en la deposición de minerales de hierro, plomo, cobre, plata, manganeso y oro. Dóndoli (1967, comunicación personal), hace referencia a este tipo de mineralizaciones cuando describe a la Formación Aguacate en sus diferentes publicaciones.

Sería conveniente en primera instancia, ubicar en un mapa aquellas áreas mineralizadas de importancia y efectuar en forma detallada una prospección geoquímica que permita contar con elementos de juicio necesarios para una eventual ubicación de otras áreas mineralizadas. Efectuado el trabajo anterior con resultados positivos en todas sus fases, el estudio de potencialidad y factibilidad de explotación, como paso subsiguiente, completaría en forma exhaustiva el estudio.

4.2.9.1.1.5 Lignito.

Lentes de lignito aparecen interestratificados dentro de la Formación Coris, a dos kilómetros al sur del Higuito de Desamparados por el camino al Tablazo. Krushensky (1966, comunicación personal), reportó lentes negros de lignito arcillosos e impuro, expuestos en forma local y discontinua al sureste del Alto Coris, cerca de la Quebrada Honda.

Umaña (1964, p.3-4) efectuó un estudio geológico de un yacimiento de lignito en la zona de Higuito, con el objeto de conocer mejor la calidad y cantidad de este tipo de material utilizable como combustible en la generación de energía térmica. Se delimitó un estrato de lignito de una longitud continua de un kilómetro y de un espesor promedio de 0.80 m. No se hizo estimación de volumen.

Por aparecer el lignito en forma de lentes delgados, diseminados y discontinuos, su importancia económica se halla sumamente limitada. También la calidad del material se ve afectada por una apreciable fracción arcillosa dentro de la masa carbonosa.

4.2.9.1.1.6 Hierro.

La única mineralización de hierro identificada dentro de la zona estudiada, se localiza sobre el Cerro del Rayo. Este cerro se encuentra a

sentado inmediatamente al oeste de San Pedro y San Pablo de Turrubares. Las rocas del cerro forman parte de la unidad estratigráfica conocida como formación Aguacate.

Madrigal (1967) estudió la mineralización de hierro del Cerro del Rayo, encontrando que distribuidos en todo el cerro se observan bloques mineralizados con hierro. La mineralización en los bloques se concentran en la periferia de los mismos, formando una costra que oscila de 1 a 3 centímetros de espesor, con un promedio que puede alcanzar el 70% de hierro. La parte interna de los bloques está formada de roca silicática con un contenido de hierro que oscila de un 3 a un 10%. Madrigal (1967, p. 5) concluye que: 1)"Los bloques rocosos, así como la roca madre de donde provienen tienen un contenido de hierro que oscila de menos de 1% al 18%". 2) "En las partes bajas del cerro, no hay posibilidades de encontrar concentraciones in situ de mineral de hierro". 3) "Las concentraciones de hierro, de haberlas, estarán en las partes altas del cerro y a algunos metros de profundidad".

Considerando lo observado por Madrigal, se concluye con que es necesario realizar una serie de perforaciones con el objeto de conocer mejor el comportamiento de la mineralización de hierro en las partes

profundas del cerro. Si por consiguiente, las rocas del cerro contuvieran una cantidad aceptable de hierro, esta zona se convertiría en una reserva más de las ya existentes, como justificación a la instalación de una industria siderúrgica en el país.

4.3 Suelos.

El conocimiento exacto de los suelos es uno de los requisitos más importantes para la apreciación del potencial agrario. En forma general se ha llegado a definir diez grupos principales los cuales, en algunos casos, forman grupos mixtos. La zona comprendida entre Villa Colón y Caldera contiene en su mayoría Latosoles y solamente en la costa se encuentra Regosoles (mapa 16).

4.3.1 Suelos Agrícolas. (mapa 17)

4.3.1.1 Suelos aluviales de tierras bajas y terrazas.

Unidad de mapa 2

Fisiografía.

Llanos casi a nivel de tierras bajas y terrazas.

Descripción.

Materiales aluviales recientemente depositados que aún no reflejan fuertemente los procesos formadores del suelo. Principalmente parduzco grisáceo; francos, con drenaje bueno o pobre. En algunas áreas los

NICARAGUA

COSTA RICA

PANAMA

MAR CARIBE

OCEANO PACIFICO

Lago de Nicaragua

CORDILLERA DE GUANACASTE

CORDILLERA CENTRAL

CORDILLERA DE TALAMANCA

Golfo de Nicoya

Golfo Dulce

LIBERIA

Bagaces

Cañas

Tilarán

Arenal

Sta Cruz

Nicoya

Quesada

San Ramón

Naranjo

Grecia

Palmares

Tarrazú

ALAJUELA

HEREDIA

SAN JOSE

CARTAGO

PUNTARENAS

Santiago

Puriscal

Quepos

Uvita

Bonilla

Palmar

Pto Cortés

Golfito

Villa Neily

Corredores

Guápiles

Limón

Sarapiquí

Río Frío

Sarapiquí

Río Sixaola

Río Coto

Río Grande de Térraba

Río Barú

Río Savegre

Río Naranjo

Río Parrita

Río Tempisque

Río Bebedero

Río Sarapiquí

Río Frío

Río Sixaola

Río Coto

Río Grande de Térraba

Río Barú

Río Savegre

Río Naranjo

Río Parrita

Río Tempisque

Río Bebedero

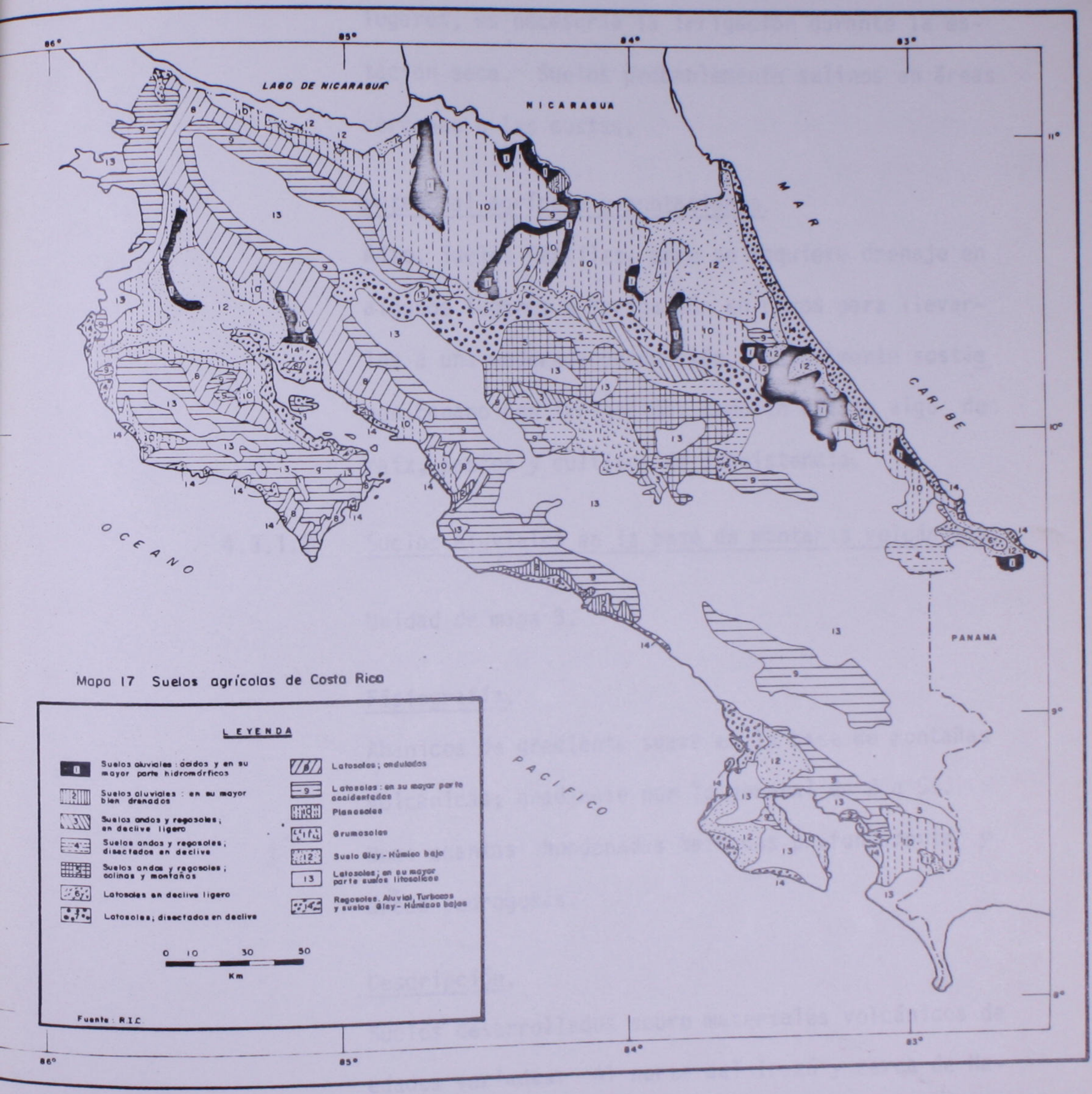
Mapa 16
CLASIFICACION DE SUELOS

SE MENCIONAN SOLO LOS GRUPOS PRINCIPALES Y ASOCIACIONES DE ELLOS

- Litosoles
- Andosoles
- Regosoles
- Aluviales con drenaje de moderado a pobre
- Aluviales con drenaje de bueno a imperfecto
- Planosoles
- Vertisoles
- Latosoles rojos, café y amarillos
- Latosoles formados bajo agua
- Hidromórficos (Turbosos, Gley y Pseudogley húmicos y bajos en humus)

Fuente : Nuha

Mapa 17 Suelos agrícolas de Costa Rica



suelos están inundados estacionalmente; en otros lugares, es necesaria la irrigación durante la estación seca. Suelos probablemente salinos en áreas cercanas a las costas.

Potencial agrícola y anotaciones.

Alto. Suelos fértiles, pero se requiere drenaje en algunos lugares e irrigación en otros para llevarlos a una moderada producción. Actualmente sostienen banano con irrigación; también existe algo de maíz, pastos y cultivos de subsistencia.

4.3.1.2 Suelos aluviales en la base de montañas volcánicas,

Unidad de mapa 3.

Fisiografía.

Abanicos de gradiente suave en la base de montañas volcánicas; gradiente por lo general de 2 a 5%. Unas cuantas hondonadas marcadas profundamente y áreas pedregosas.

Descripción.

Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos de edades variadas. Al norte del Irazú y cerca de Naranjo y San José, los suelos son profundos y ácidos con un estrato superficial franco, pardo a negro colocado encima de ceniza y eyecciones volcánicas grisáceas de textura gruesa.

Potencial agrícola y anotaciones

Alto. Inicialmente fértiles, pero la erosión puede haber reducido grandemente la fertilidad en algunos lugares. Buena respuesta al fertilizante nitrogenado y la irrigación. Algunas áreas son convenientes para café y otras para maíz, caña y pastos como productos de subsistencia.

4.3.1.3 Suelos Ando y Regosoles

Unidad de mapa 4

Fisiografía.

Abanicos, moderada a fuertemente cortados llanos y partes altas. Gradientes de 10 a 20 %, más empinadas en los costados de las hondonadas.

Descripción.

Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos de edades variadas. Profundos, ácidos, con estratos superficiales franco, pardo a negro, colocados encima de materiales volcánicos grises a amarillos, de textura gruesa; inclusiones de litosoles en las gradientes empinadas de las partes altas.

Potencial agrícola y anotaciones.

Alto, Inicialmente fértiles, pero la erosión puede haber reducido grandemente la fertilidad aparente en algunos lugares. Buena respuesta al fertilizan-

te nitrogenado y a la irrigación. Se requieren prác ticas de conservación de suelos y aguas, para un uso máximo sin riesgo de los suelos. Las labores de cul tivo, con maquinaria, podrían ser restringidas por las hondonadas.

4.3.1.4 Latosoles de las partes planas y "Pie de Cerro".

Unidad de mapa 8

Fisiografía.

La topografía ondulada corta las partes planas y "Pie de cerro". Existen partes altas. La gradiente varía entre 5 y 15%, excepto en las hondonadas donde oscila entre 10 y 40%.

Descripción.

Los suelos de textura franca a arcillosa provienen principalmente, de rocas sedimentarias consolidadas; son profundos, bien drenados, friables y muy edafizados; en algunas áreas provienen de afloramiento y de materiales volcánicos. El suelo es muy lixiviado; ácido y bajo en nutrientes para las plantas.

Potencial agrícola y anotaciones.

Bajo. Fertilidad aparente baja a muy baja. Se necesitan sistemas de conservación de suelos y manejo de agua para favorecer el mejor uso de la tierra. El uso actual en pasto, bosque maderable y cultivos

de subsistencia, es apropiado.

4.3.1.5 Latosoles en gradientes entre 10 y 40%.

Unidad de mapa 9.

Fisiografía.

Topografía escarpada y ondulada que corta a las partes altas y algunas lomas o montañas bajas. La gradiente está entre 10 y 40%

Descripción.

Los suelos son de textura franca a arcillosa, son profundos, bien drenados, friables y muy edafizados, y están colocados encima de un manto rocoso profundamente meteorizado. El suelo es ácido y bajo en nutrientes para las plantas. En algunos lugares es pedregoso y muy superficial.

Potencial agrícola y anotaciones.

Bajo. Los suelos poco apropiados para cultivos intensivos debido a la fuerte gradiente y superficie accidentada y pedregosidad. El uso apropiado es bosque, pasto o cultivos de subsistencia.

4.3.1.6 Planosoles.

Unidad de mapa 10

Fisiografía.

Areas de topografía suave y algunos "pie de cerros"

bajos.

Descripción.

Los suelos tienen drenaje imperfecto debido a una capa muy densa, impermeable y dura, situada aproximadamente a unos 50 cm. de profundidad; no obstante, no son de drenaje pobre o malo. En Guanacaste o cerca de Tibás, los suelos son de textura franca y franco arcillosa, colocadas encima de una capa de arcilla muy densa y moteada. Existen algunas inclusiones de latosoles.

Potencial agrícola y anotaciones.

Mediano. Debido a la capa arcillosa, el suelo es poco permeable a las raíces, al agua y al aire; el manejo del suelo es difícil para casi todos los cultivos de raíces profundas, sólo se puede sembrar los que tengan raíces superficiales.

4.3.1.7 Litosoles, principalmente suelos litosólicos.

Unidad de mapa 13

Fisiografía.

Predominantemente montañosos y escarpados con pendientes accidentadas.

Descripción.

Suelos poco profundos, pedregosos y rocosos. Inclu

siones de suelos aluviales.

Potencial agrícola y anotaciones.

Muy bajo. Conveniente para bosques maderables, aun que sean de bajo rendimiento; localmente suelos lo suficientemente profundos para cultivos de subsistencia.

4.3.1.8 Regosoles, Aluviales, Gley - Húmicos y Turbosos.

Unidad de mapa 14

Fisiografía.

Playas y dunas, deltas, marjales y pantanos.

Descripción.

Regosoles generalmente son arenas estériles de dunas y playas. Suelos aluviales similares a los de la unidad de mapeo correspondiente. Los suelos turbosos consisten de turba y cieno sobre materiales de textura variable. Los suelos gley-húmicos semejantes a los marcados en la unidad de mapeo correspondiente.

Potencial agrícola y anotaciones.

Los suelos presentan formando una configuración compleja. Muy pequeño el potencial previsible, excepto en áreas locales de cultivos de subsistencia sobre suelos aluviales y gley-húmicos. Probablemente

podría iniciarse y extenderse el cultivo de arroz, pero se haría necesario superar muchos problemas difíciles, tales como el control del agua, que incluye el mantenimiento del nivel de la tabla de agua para impedir el desecamiento de los suelos y de la posible formación de condiciones altamente ácidas y tóxicas para el crecimiento vegetal.

Sistema unificado de clasificación de suelos

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLO DE GRUPOS		NOMBRES TIPICOS
Suelos de granulometría gruesa (más de la mitad del material es mayor de 0.074 mm. el tamaño más pequeño visible a simple vista.	Gravas (más de la mitad de la porción gruesa es mayor de 4.76 mm.)	Gravas limpias (poco o ningún material de grano fino).	GW	Grava bien graduada, mezclas de grava y arena.
			GP	Grava pobremente graduada, mezclas* de grava, arena y limo.
		Gravas con finos (cantidad apreciable de materiales de grano fino).	GM	Grava limosa, mezclas de grava, arena y limo.
			GC	Grava arcillosa, mezclas de grava, arena y arcilla.
	Arenas (más de la mitad de la porción gruesa es mayor de 4.76 mm).	Arenas limpias. (poco o ningún material de grano fino).	SW	Arena bien graduada, arena gravosa.
			SP	Arena pobremente graduada, arenosa gravosa.
		Arenas con finos (cantida apreciable de materiales de grano fino).	SM	Arena arcillosa, mezclas de arena y limo.
			SC	Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla.

(*) "Pobremente graduado" significa o que el tamaño de todos los granos de un suelo es casi el mismo o que dentro de la variación de tamaños de un suelo particular, uno o más tamaños intermedios están ausentes.

194

COSTA RICA

SUELOS-INGENIERIA
SOILS-ENGINEERING

18

UNIDAD DE MAPA *MAP UNIT*	DESCRIPCIÓN *DESCRIPTION*
	SUELOS DE GRANO FINO *FINE-GRAINED SOILS*
1	Limo arcillosos; de poco profundo* a moderadamente profundo *Clayey silt; shallow* to moderately deep*
2	Limo arcillosos; de profundo a muy profundo *Clayey silt; deep to very deep*
3	Arcilla limosa sobre suelos de grano grueso y de grano fino; de moderadamente profundo a muy profundo *Silty clay over coarse- and fine-grained soils; moderately deep to very deep*
4	Arcilla sobre suelos de grano grueso y de grano fino; de profundo a muy profundo *Clay over coarse- and fine-grained soils; deep to very deep*
	SUELOS DE GRANO GRUESO Y DE GRANO FINO *COARSE- AND FINE-GRAINED SOILS*
5	Arena limosa y limo arenoso; de moderadamente profundo a muy profundo *Silty sand and sandy silt; moderately deep to very deep*
6	Arena limosa y arcilla limosa sobre suelos de grano grueso y de grano fino; de moderadamente profundo a muy profundo *Silty sand and silty clay over coarse- and fine-grained soils; moderately deep to very deep*
7	Arena arcillosa y arcilla; muy profundo *Clayey sand and clay, very deep*

*Termino para evaluar la profundidad del suelo
Rating terms for depth of soil

Poco profundo—menos de 1.0 m.
Shallow—less than 1.0 m.

Moderadamente profundo—de 1.0 m. a 2.0 m.
Moderately deep—1.0 m. to 2.0 m.

Profundo—2.0 m. a 6.0 m.
Deep—2.0 m. to 6.0 m.

Muy profundo—más de 6.0 m.
Very deep—more than 6.0 m.

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres

0 10 20 30 40 50
Kilómetros

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS

La información presentada en este mapa y en el texto que lo acompaña es una interpretación de los datos obtenidos de estudios publicados o no publicados sobre los suelos pedológicos, la agricultura, la geología, el tiempo y el clima. Esta presentación es bastante confiable en las áreas locales dispersas en donde los estudios pedológicos del suelo fueron disponibles, pero menos confiable en las áreas donde falta información detallada sobre los suelos, la geología y el clima. A causa de la escasez de reconocimientos de los suelos en grande escala y en detalle, este estudio está generalizado, pero se considera suficiente para planificar a la escala de la presentación.

Information presented on this map and in the accompanying text is an interpretation of data secured from published and unpublished studies of pedological soils, agriculture, geology, weather and climate. The reliability of this presentation is fair for those scattered local areas where detailed pedological soil studies were available, but it is less so in areas where detailed information is lacking on soils, geology and climate. Because of the scarcity of large-scale, detailed soil surveys, this study is generalized, but is considered adequate for planning at the scale of presentation.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

DIVISIONES PRINCIPALES	SIMBOLO DE GRUPOS		NOMBRES TIPICOS
Suelos de granulometría fina (más de la mitad del material es menor de 0.074 mm. el tamaño más pequeño visible a simple vista).	Límos y arcillas que pasan del estado plástico al líquido con contenidos de humedad menores del 50% de su peso seco	ML	Limo inorgánico, arena limo de piedra, limo arcilloso con poca plasticidad
		CL	Arcilla inorgánica de plasticidad baja a mediana, arcilla gravosa, arcilla limosa, arcilla magra.
	Limo y arcillas que pasan del estado plástico al líquido con contenidos de humedad mayores del 50% de su peso seco.	MH	Limo inorgánico, limo elástico, limo arcilloso (arcilla laterítica), suelos mecáceos
		OH	Arcilla orgánica
		CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, arcilla gruesa.
Suelos altamente orgánicos		PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

Suelos - Ingeniería

4.3.2.1 Limo Arcilloso. poco profundo a moderadamente profundo.

Unidad de mapa 1

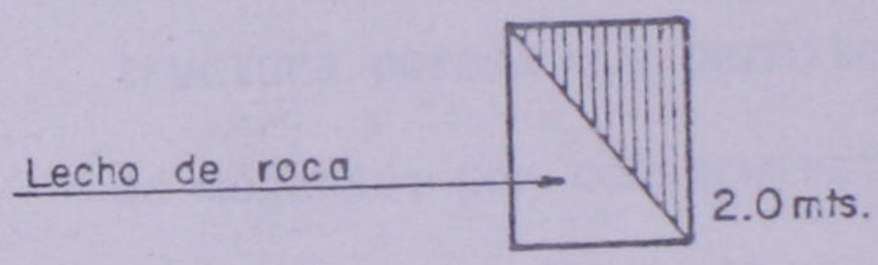
Fisiografía y localización

Laderas empinadas, montañas y llanuras divididas.

Por ciento de área de unidad de mapa 75%

Perfiles de suelos

Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Limo arcilloso (MH) (arcilla laterítica) contiene algunos fragmentos de piedra. Lecho de roca expuesto en muchos lugares.

Adaptabilidad para capa superficial

Inferior.

Adaptabilidad para capa de base

inadecuado.

Material de relleno

bueno.

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante).

Regular a bueno; lecho de roca en algunos lugares.

Excavaciones poco profundas.

Regular, profundidad limitada en algunos lugares por lecho de roca. Difícil excavar en donde hay muchos fragmentos de roca.

Capacidad de tracción

Mojado: baja.

Seco: alta.

Observaciones.

Limo arcilloso (arcilla laterítica) tiene una estructura porosa que permite drenaje rápido después de mojarse; por consecuencia, sostiene tráfico pocas horas después de llover. Se hincha y se contrae muy poco después de ser mojado o al secarse; bajo tráfico prolongado o al ser trabajado por equipo pesado cuando mojado, pierde su fuerza y se seca despacio.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Suelos como los que cubren los 80% de la Unidad de mapa 2.

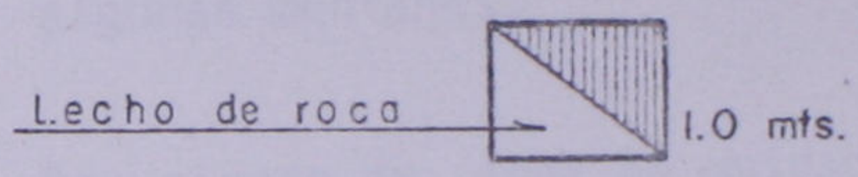
Fisiografía y localización

Crestas de cerros y pendientes superiores de montañas.

Por ciento de área de unidad de mapa 15%

Perfiles de suelos

Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Arcilla limosa (CL), contiene muchos fragmentos de piedra, lecho de roca expuesto en muchos lugares.

Adaptabilidad para capa superficial

inferior

Adaptabilidad para capa de base

Inadecuado

Material de relleno

bueno.

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante).

Regular a inferior; lecho de roca en muchos lugares.

Excavaciones poco profundas

inadecuado, suelo generalmente demasiado magro.

Capacidad de tracción

Mojado: Baja

Seco: Alta

4.3.2.2 Limo arcilloso, de profundo a muy profundo

Unidad de mapa 2

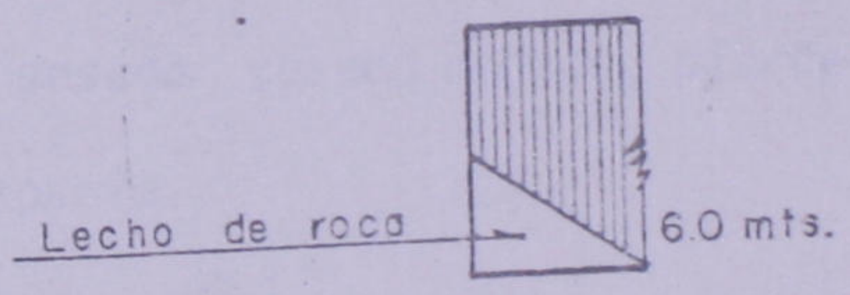
Fisiografía y localización

Principalmente colinas y llanuras onduladas, con algunas montañas.

Por ciento de area de unidad de mapa 80%

Perfiles de suelos

Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Limo arcilloso (MH) (arcilla laterítica).

Adaptabilidad para capa superficial inferior.

Adaptabilidad para capa de base

Inadecuado

Material de relleno.

Bueno.

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante).

Regular a bueno.

Excavaciones poco profundas.

Bueno.

Unidad de tracción

Mojado: baja

Seco: alta

Observaciones:

Limo arcilloso (arcilla laterítica), tiene una estructura porosa que permite drenaje rápido después de mojarse; por consecuencia, sostiene tráfico pocas horas después de llover. Se hincha y se contrae muy poco después de ser mojado o al secarse; bajo tráfico prolongado o al ser trabajado por equipo pesado cuando mojado, pierde su fuerza y se seca despacio.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Clasificación ingenieril: Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Suelos como los que cubren 75% de la Unidad de mapa 3.

Suelos como los que cubren el 80% de la unidad de mapa 4.

4.3.2.3 Arcilla sobre suelos de grano grueso y de grano fino.

Unidad de mapa 4

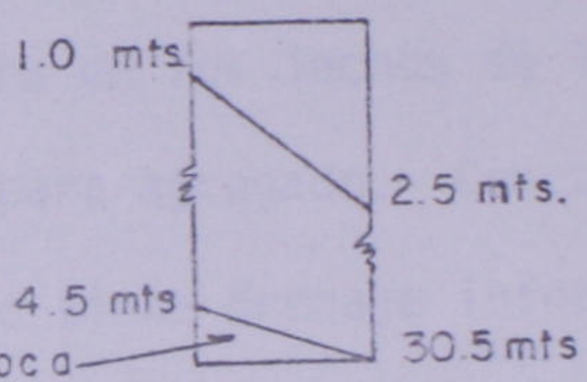
Fisiografía y localización

Llanuras planas a onduladas del lado terrestre de pantanos costeros y terrazas en valles de ríos anchos.

Por ciento de área de unidade de mapa 80%

Perfiles de suelos

Capas de suelos, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Arcilla limosa (CL) y arcilla de alta plasticidad (CH) distribuidos casualmente.

Grava limosa (GM), arena limosa (SM), arcilla limosa (CL) y arcilla de alta plasticidad (CH) alternos.

Adaptabilidad para:

Capa superficial	Capa de base	Material rellero
CL - inferior	inadecuado	bueno
GM - regular a-bueno	inferior	bueno
CH - muy inferior	inadecuado	regular
SM - regular a bueno	inadecuado	regular
CL - inferior	inadecuado	bueno
CH - Muy inferior	inadecuado	regular

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante)

Regular a inferior, subdrenaje puede ser necesario.

Excavaciones poco profundas.

Inferior a inadecuado; se llanaría con agua en muchos lugares.

Capacidad de tracción.

Mojado: baja

Seco: alta

Observaciones:

Se encuentra en los lechos de los ríos arena y grava, adaptable para agregado. Cerca de la costa del Caribe el suelo tiene drenaje inferior y el nivel de la capa de agua es alto.

Fisiografía y localización

Pantanos y mangles.

Por ciento de área de unidad de mapa 5%

Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo. Suelos como los que cubren 85% de la unidad de mapa 7.

Fisiografía y localización

Colinas bajas.

Por ciento de área de unidad de mapa 5%

Suelos como los que cubren 80% de la unidad de mapa 2.

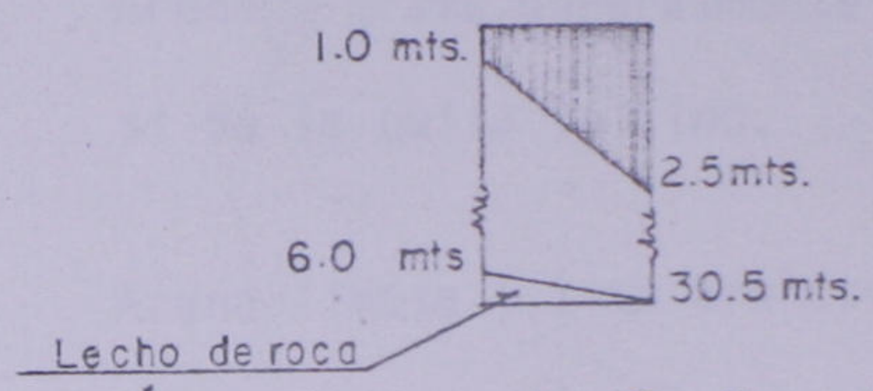
Fisiografía y localización

Anchas riberas naturales y terrazas a lo largo del río Tempisque y otros ríos principales.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Perfiles de suelos.

Capas de suelos, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo. Grava limosa (GM) arena pobremente graduada (SP), limo (ML) y arcilla de baja plasticidad (CL), alternos.

Cualquiera de estos suelos está expuesto en la superficie.

Adaptabilidad para:

	Capa superficial	Capa de base	Material relleno
SM -	regular a bueno	inadecuado	regular
SP -	inferior	inf. a inadec.	bueno
GM -	regular a bueno	inferior	bueno
ML -	inferior	inadecuado	inferior
CL -	inferior	inadecuado	bueno

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante)

Regular a inferior, subdrenaje puede ser necesario.

Excavaciones poco profundas

Regular, inadecuado en algunos lugares donde el nivel de la capa de agua es alto durante la estación.

Capacidad de tracción

Mojado: baja.

Seco: alta.

Observaciones:

Arena y grava generalmente adaptable para agregado, si se le quita lo fino.

4.3.2.4 Arena limosa y limo arenoso; de moderadamente profundo a muy profundo.

Unidad de mapa 5.

Fisiografía y localización

Colina y montañas incluyendo picos volcánicos principalmente de la Cordillera Central.

Por ciento de área de la unidad de mapa 80%

Perfiles de suelos.

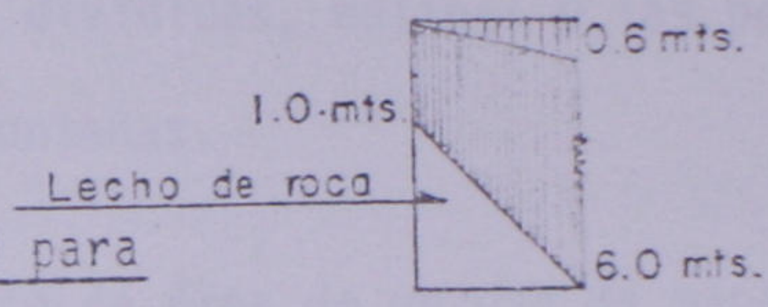
Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.

Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo.

Limo orgánico (OL) no presente en todo lugar.

Arena limosa (SM) y limo arenoso (ML) distribuido casualmente (principalmente ceniza volcánica). En algunos lugares grava limosa (GM).

Fragmentos de piedra volcánica son corrientes en el suelo.



Adaptabilidad para

Capa superficial	Capa de base	Material relleno
OL - muy inferior	inadecuado	inadecuado
SM - regular a bueno	inadecuado	regular
ML - inferior	inadecuado	inferior
GM - regular a bueno	inferior	bueno

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante)

Regular, lecho de roca en algunos lugares.

Excavaciones poco profundas

Regular, fragmentos de roca impedirán la excavación en algunos lugares.

Capacidad de traccion.

Mojado: Baja

Seco: Alta menos donde está gravosa, mediana a baja.

Observaciones.

Proporción de suelo a roca varía de lugar a lugar y está relacionado con el acontecimiento de derrames

de lodo y lava. Suelos generalmente permeables y de baja densidad, que pueden ser compactados formando suelos de alta densidad. En las laderas, suelos saturados por agua pueden derrumbarse o hundirse; hay tendencia a formar arroyos.

Fisiografía y localización

Llanuras divididas, colinas y las pendientes inferiores de montañas.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Perfiles de suelos

Suelos como los que cubren 70% de la unidad de mapa 6.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Perfiles de suelos

Suelos como los que cubren 15% de la unidad de mapa 1.

4.3.2.5 Arena limosa y arcilla limosa sobre suelos de grano grueso y de grano fino; de moderadamente profundo a muy profundos.

Unidad de mapa 6

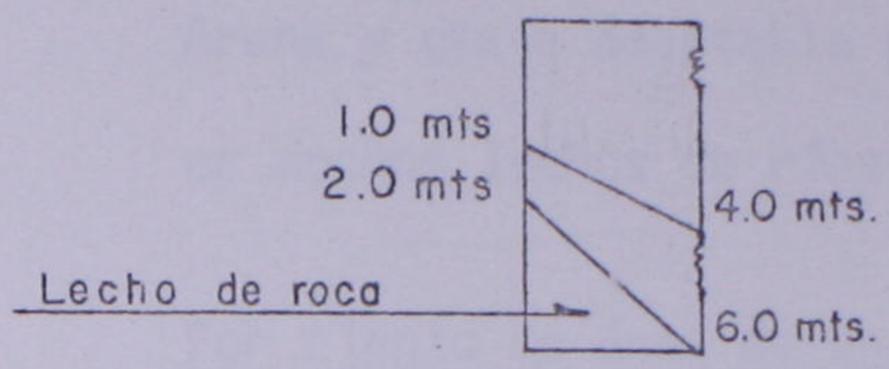
Fisiografía y localización

Llanuras divididas, conos aluviales, y pendientes bajas de montaña.

Por ciento de área de unidad de mapa 70%

Perfiles de suelos

Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad - total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelo. Arena limosa (SM) y arcilla limosa (CL) distribuido casualmente; localmente gravoso y con guijarros.

Grava limosa (GM) arena arcillosa (SC) y arcilla limosa (CL) alternos.

Adaptabilidad para

Capa superficial	Capa de base	Material relleno
SM - Regular a bueno	inadecuado	regular
CL - inferior	inadecuado	bueno
GM - regular a bueno	inferior	bueno
SC - bueno	inadecuado	regular
CL - inferior	inadecuado	bueno

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante)

Regular a inferior.

Excavaciones poco profundas.

Regular, fragmentos de roca impedirán la excavación en muchos lugares.

Capacidad de tracción

Mojado: baja

Seco: alta

Observaciones:

Arena y grava adaptable para agregado se encuentra en muchos lechos de ríos.

Por ciento de área de unidad de mapa 20%

Perfiles de suelos

Suelos como los que cubren 80% de la unidad de mapa 2.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Perfiles de suelos

Suelos como los que cubren 80% de la unidad de mapa 4.

4.3.2.6 Arena arcillosa y arcilla, muy profunda.

Unidad de mapa 7

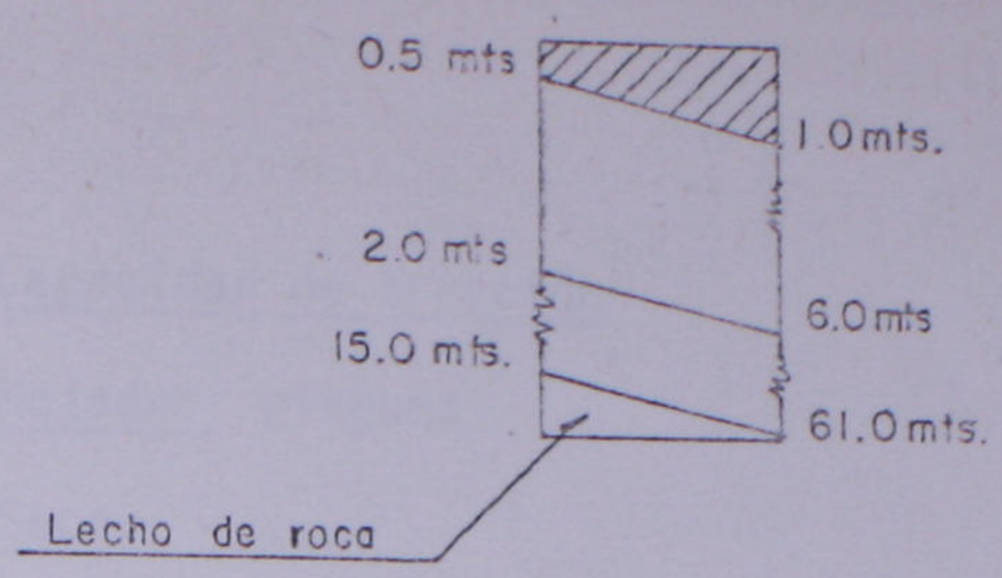
Fisiografía y localización

Principalmente pantanos, incluyendo mangles costeros.

Por ciento de área de unidad de mapa 85%

Perfiles de suelos

Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelos: Arcilla orgánica (OH); limo orgánico local (OL) o turba (PT) en algunos lugares falta el suelo orgánico.

Arena arcillosa (SC) y arcilla de alta plasticidad (CH) distribuido casualmente.

Alternando suelos de grano grueso con sueltos de grano fino (como se ve en el 80% del substrato de la unidad de mapa 4).

Adaptabilidad para

Capa superficial	Capa de base	Material relleno
OH - inadecuado	inadecuado	inadecuado
OL - Muy inferior	inadecuado	inadecuado
PT - inadecuado	inadecuado	inadecuado
SC - bueno	inadecuado	regular
CH - muy inferior	inadecuado	regular

Como en la unidad de mapa 4

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante)

Inadecuado si no hay drenaje

Excavaciones poco profundas.

Inadecuado, se llenaría de agua.

Capacidad de tracción

Mojado: ninguna

Seco: ...

Observaciones:

Suelos normalmente muy mojados para ser usados.

Por ciento de área de unidad de mapa 10%

Clasificación Ingenieril. Descripción y espesor de cada capa de suelos. Suelos como los que cubren 80% de la unidad de mapa 4.

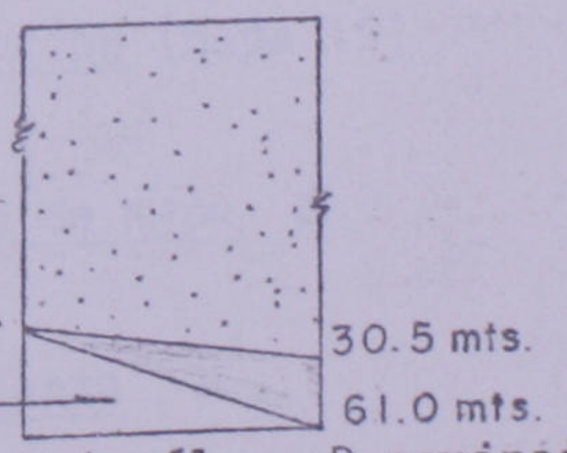
Fisiografía y localización

Playas, barras y dunas bajas.

Por ciento de área de unidad de mapa 5%

Perfiles de suelos

Capas de suelo, profundidades desde la superficie y profundidad total hasta el lecho de roca.



Clasificación Ingenieríl. Descripción y espesor de cada capa de suelos.

Arena pobremente graduada (SP). Alternando suelos de grano grueso con suelos de grano fino.

Adaptabilidad para

Capa superficial	Capa de base	Materialde relleno
SP - Inferior	Inferior a inadecuado, bueno.	

Como en la unidad de mapa 4.

Fundaciones naturales (incluyendo subrasante)

Bueno a inferior.

Excavaciones poco profundas

Inadecuado en las playas y barras; se llenaría de agua. Regular a bueno en dunas bajas.

Capacidad de tracción.

Mojado: alta

Seco: baja

Observaciones:

Arena pobremente graduada, probablemente demasiado fina para agregados.

4.3.3 Materiales de construcción (mapa 19)

4.3.3.1 Cal, Unidad de mapa 2

Depósito/Planta

Número y localización

1.- Planta, provincia de Cartago

1.- Planta, provincia de Puntarenas

2.- Plantas, provincia de San José

COSTA RICA

19

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
CONSTRUCTION MATERIALS

PA	Puzzolana *Pozzolana*		Pómez *Pumice*
□	Arenas Silíceas *Glass Sand*	○	Serpentina *Serpentine*
A	Asbesto *Asbestos*	V	Travertino *Travertine*
L	Caliza *Limestone*	○	Areniscas Cuarzosas *Quartz Sandstone*
▬	Caolín *Kaolin*	P	Roca Fosfática *Phosphorus*
○	Diatomita *Diatomite*	Cal	Fábrica de Cal *Lime Plant*
⊞	Granodiorita y Similares *Granodiorite and Similar Rocks*	Cemento	Fábrica de Cemento *Cement Plant*
○	Mármol *Marble*	Arcilla	Fábrica de Productos de Arcilla *Clay Products Plant*

5 Número se refiere al número en el texto.
Number refers to number in text.

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres

0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS

La información presentada en este mapa y en el texto que lo acompaña se basa en datos proporcionados por los organismos del Gobierno de Costa Rica en 1964 y por varias fuentes de los Estados Unidos. Esta información se refiere solamente a instalaciones activas o recientemente activas. La única tentativa de identificar posibles fuentes de materiales de construcción, se hace en el texto descriptivo de los Tipos de Rocas.

Information presented on this map and in the accompanying text is based on data furnished by the agencies of the government of Costa Rica, 1964, and from various U. S. sources. This information concerns only active, or recently active installations. No attempt to identify potential sources has been made on this map, potential sources are identified in the text by references to the topic on Rock Types.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

Producción anual (Toneladas métricas)

$Ca(OH)_2$, CaO - 3,800

$CaCO_3$ - 50.000

Uso y demanda.

Uso primario en la elaboración de cemento, secundario en la manufactura de químicos. Se usa en la manufactura de azúcar

4.3.3.2 Ladrillo y Teja, Unidad de mapa 3

Depósito/Planta

Número y localización

1.- planta, San José

5.- Plantas, Cartago

Producción anual (Toneladas métricas)

4,000.000 tejas

Uso y demanda.

Se usa extensivamente en construcción residencial y comercial.

4.3.3.3 Diatomita, Unidad de mapa 6

Depósito/Planta

Número y localización

2.- Depósitos, Guanacaste

3.- Depósitos, Puntarenas, Alajuela.

Producción anual (Toneladas métricas)

750 - 1962. Depósito de Alajuela estimado en 6,000.000 de toneladas con un contenido de 13% de agua, gr - sp de 78.8 toneladas/día - 1964

Uso y demanda.

Material sedimentario formado de esqueletos de algas microscópicas, constituido de sílic opalina (SiO_2). Usado en la clarificación y purificación de líquidos, rellenos minerales, materiales aislantes y absorbentes y como abrasivo. Localmente usado en el revestimiento de fertilizantes, en pequeñas cantidades, en la planta de Fertica. Tipo de roca 4. Mercado para 15 toneladas por día.

4.3.3.4 Kaolina, Unidad de mapa 7

Depósito/Planta

Número y localización

5.- Depósitos, 1 en la provincia de Alajuela, 4 en la provincia de San José.

Producción anual (Toneladas métricas)

Datos no obtenidos. Grandes depósitos en Alajuela contienen un promedio del 55% de AL_2O_3, 18% de FeO y 21% de Si.

Uso y demanda.

Algún uso local en refractarios y cerámica. Exce-

lente material para procesar y exportar. Tipo de roca 5.

4.3.3.5 Pómez. Unidad de mapa 9

Depósito/Planta

Número y localización

6.- Depósitos, 1 en la provincia de Cartago, 2 en la provincia de Guanacaste y 3 en la provincia de Alajuela.

Producción anual (toneladas métricas)

Datos no obtenidos. Los depósitos son grandes.

Uso y demanda.

Se usa como abrasivo y agregado. Tipo de roca 6.

4.3.4 Adaptabilidad para construcción de carreteras (mapa 20)

Hay agua disponible en toda Costa Rica, menos en los pantanos costeros donde hay agua salada. Generalmente hay abundancia de buena madera para construcción, excepto en el noroeste, la Meseta Central y en los pantanos.

4.3.4.1 Alineamientos sin restricción en planicies de onduladas a ligeramente disectadas. Unidad de mapa 1.

Terreno, alineamiento y pendientes

Llanuras que varían de planas a onduladas; algunos llanos divididos, especialmente las llanuras de San Carlos y Santa Clara, y al norte y noroeste del Gol

COSTA RICA

20

ADAPTABILIDAD PARA CARRETERAS
SUITABILITY FOR ROAD CONSTRUCTION

UNIDAD DE MAPA *MAP UNIT*	DESCRIPCIÓN *DESCRIPTION*
	PROBLEMAS MENORES DE CONSTRUCCIÓN *MINOR CONSTRUCTION PROBLEMS*
1	Alineamientos sin restricción en planicies de onduladas a ligeramente disectadas. *Unrestricted alinements on rolling to slightly dissected plains.*
2	Alineamientos de moderada restricción en planicies disectadas y en colinas bajas; explanación de fácil a moderadamente difícil. *Moderately restricted alinements on dissected plains and low hills; grading easy to moderately difficult.*
	PROBLEMAS MAYORES DE CONSTRUCCIÓN *MAJOR CONSTRUCTION PROBLEMS*
3	Alineamientos de moderada a severa restricción en colinas y algunas montañas;explanación difícil, pero muy difícil en algunas áreas. *Moderately restricted to severely restricted alinements on hills and some mountains; grading difficult, but very difficult in some areas.*
4	Alineamientos severamente restringidos en colinas abruptas y en montañas, por lo general la explanación es muy difícil. *Severely restricted alinements on rugged hills and mountains, grading generally very difficult.*
	ZONAS INADECUADAS *UNSUITABLE*
5	Pantanos y ciénagas. *Swamps and marshes.*

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres
0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS

La información ofrecida en este mapa y en el texto que lo acompaña proviene principalmente de mapas topográficos en escala de 1:25,000 y 1:50,000 recopilados por el Instituto Geográfico de Costa Rica entre 1950 y 1960 y de varios estudios no publicados de los suelos, la geología y el clima generalmente en escalas de 200,000 hasta 1,000,000. Debido a la falta de reconocimientos detallados a gran escala, este estudio es generalizado, pero se considera suficiente para planificar a la escala de la presentación.

Information presented on this map and in the accompanying text was derived primarily from topographic maps at scales of 1:25,000 and 1:50,000 compiled by the Instituto Geográfico de Costa Rica between 1950 and 1960, and from various unpublished studies of soils, geology, and climate generally at scales ranging from 200,000 to 1,000,000. Because of the scarcity of large-scale, detailed surveys, this study is generalized, but is considered adequate for planning at the scale of presentation.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

fo de Nicoya. Alineamientos generalmente restringidos por colinas aisladas. Pendientes generalmente menores del 3%; algunas mayores cerca de colinas y montañas, ríos y en los llanos divididos. Pendientes continuas de menos del 3% corrientemente son posibles.

Fundación y drenajes

Generalmente pobre; de regular a bueno sobre limo arcilloso (arcilla laterítica); de regular a bueno sobre arena limosa en la parte central de Costa Rica, en otros lugares de regular a malo sobre arena limosa, arcilla limosa y arcilla plástica. Del lado terrestre de las áreas patanosas en la costa, inadecuado sobre arcilla orgánica. Drenaje pobre en el noreste, localmente en la región norte-central, en sectores cerca de áreas pantanosas y en puntos bajos aislados. Inundaciones locales por la extensión de los ríos, inundaciones extensas en el este.

Materiales de construcción.

Arena y grava aceptable para la capa de base, capa de desgaste y combinaciones generalmente se encuentra en los lechos de los ríos, las llanuras aluviales y las planicies; en otros lugares escasea.

Roca para triturar y piedra de construcción generalmente se encuentra en las regiones del oeste y cen-

tral; en otros lugares corrientemente escasea, pero localmente abunda. En algunas áreas es necesario hacer acarreos largos.

Operaciones de construcción.

Nivelación fácil,limpieza muy difícil, sobre todo en los bosques densos del norte, este y sur. Se requiere drenaje extenso en el noreste, localmente en la región norte-central, las áreas adyacentes a los pantanos y en aquellos puntos bajos aislados. Se necesita mucho relleno y muchos puentes en áreas de drenaje pobre. Se necesitan muchos cortes de la deras y muchos puentes en los valles estrechos.

4.3.4.2 Alineamientos de moderada restricción en planicies disectadas y en colinas. Unidad de mapa 2.

Terreno, alineamiento y pendientes

Llanos divididos y colinas bajas, especialmente al noreste de la Cordillera de Guanacaste. Alineamientos moderadamente restringidos. Pendientes son corrientes del 3% al 8% , pero son menos del 3% en muchos lugares. Pendientes continuas de menos del 6% son corrientemente posibles.

Fundación y drenaje

De regular a buenos sobre limo arcilloso (arcilla laterítica) y la arena limosa de las montañas; de regular a malo sobre arcilla limosa y arcilla plás

tica. En algunas áreas hay buenos mantos de roca. Drenaje local es pobre y también lo es al lado de las áreas pantanosas. Inundaciones locales por la extensión de los ríos.

Materiales de construcción.

Arena y grava adaptable para la capa de base, capa de desgaste y combinaciones generalmente se encuentra en los lechos de los ríos, las llanuras aluviales y las planicies; en otros lugares escasea.

Roca para triturar y piedra de construcción generalmente se encuentra en las regiones del oeste y central; en otros lugares corrientemente escasea, pero localmente abunda. En algunas áreas es necesario hacer acarreos largos.

Operaciones de construcción.

Nivelación generalmente fácil, pero en algunos lugares, moderadamente difícil; la limpieza extremadamente difícil en los bosques densos. Se requiere drenaje extensivo en las áreas adyacentes a los pantanos y en puntos bajos aislados. Relleno es necesario en sectores de pobre drenaje. Se necesitan muchos cortes de laderas y muchos puentes en los valles estrechos.

4.3.4.3 Alineamientos de moderada a severa restricción en colinas y algunas montañas; explanación difícil, pero muy difícil en algunas áreas. Unidad de mapa 3.

Terreno, alineamiento y pendientes.

Colinas y algunas montañas. Alineamiento varía de moderado a restringido severamente. Pendiente corriente del 8% al 30%, pero localmente más del 30%. Alineamientos tortuosos, con necesidad de pendientes de vaivén.

Fundación y drenaje.

De regular a bueno sobre limo arcilloso (arcilla laterítica) en las colinas escarpadas, montañas y algunos llanos divididos; regular sobre limo orgánico; arena limosa y el limo arenoso de las colinas y montañas; de regular a malo sobre arcilla limosa de los cerros y pendientes superiores de las montañas. Bueno sobre roca expuesta o roca ligeramente cubierta. Drenaje generalmente bueno, pero con inundaciones locales por la extensión de los ríos.

Materiales de construcción.

Arena y grava adaptable para la capa de base, capa de desgaste y combinaciones. Se encuentra localmente en los lechos de los ríos, algunas llanuras aluviales cercanas y planicies; generalmente será necesario hacer acarreos difíciles a través de largas distancias. Roca abunda en muchos lugares; localmente

será necesario hacer acarreos largos.

Operaciones de construcción.

Nivelación generalmente difícil; se requiere hacer voladuras y tener equipo pesado. Gran cantidad de relleno necesario. La limpieza generalmente difícil. Los derrumbamientos en las áreas de laderas y de mucha lluvia impiden las operaciones.

4.3.4.4 Alineamientos severamente restringidos en colinas abruptas y en montañas por lo general la explanación es muy difícil. Unidad de mapa 4.

Fundación y drenaje.

De regular a bueno sobre limo arcilloso (arcilla laterítica) en las colinas escarpadas, montañas y algunos llanos divididos; regular sobre limo orgánico, arena limosa y el limo arenoso de las colinas y montañas; de regular a malo sobre arcilla limosa de los cerros y pendientes superiores de las montañas. Bueno sobre roca expuesta o roca ligeramente cubierta. Drenaje generalmente bueno, pero con inundaciones locales por la extensión de los ríos.

Materiales de construcción.

Arena y grava adaptable para la capa de base, capa de desgaste y combinaciones. Se encuentra localmente en los lechos de los ríos, algunas llanuras alu

viales cercanas y planicies, generalmente será necesario hacer acarreos difíciles a través de largas distancias. Roca abunda en muchos lugares; localmente será necesario hacer acarreos largos.

Operaciones de construcción.

Nivelación generalmente muy difícil; se requiere hacer voladuras y tener equipo pesado. Gran cantidad de relleno necesario. La limpieza generalmente difícil, pero fácil en las elevaciones altas. Derrumbamientos, hundimientos y derrames de lodo impiden las operaciones en áreas de laderas y mucha lluvia.

4.3.4.5 Pantanos y ciénagas. Unidad de mapa 5.

Fundación y drenaje.

Generalmente inadecuado sobre arcilla orgánica, arena arcillosa, arcilla plástica y localmente sobre limo orgánico o turba. La mayoría de las áreas están sujetas a inundaciones extensas.

Materiales de construcción.

Alguna arena y grava limosa, generalmente a más de 2.5 metros debajo de arcilla orgánica, arcilla plástica, limo orgánico o turba. Roca solo se consigue a base de acarreos largos; arena y grava a base de acarreos cortos.

Operaciones de construcción.

Construcción muy difícil, necesario quitar hasta 6 metros de arcilla orgánica, arcilla plástica y limo orgánico local o turba, para conseguir estabilización; drenaje extensivo necesario para descortezar y evitar inundaciones. Se requieren grandes cantidades de relleno. La limpieza extremadamente difícil en los mangles de la costa occidental; difícil en los pantanos de palmeras en la costa oriental.

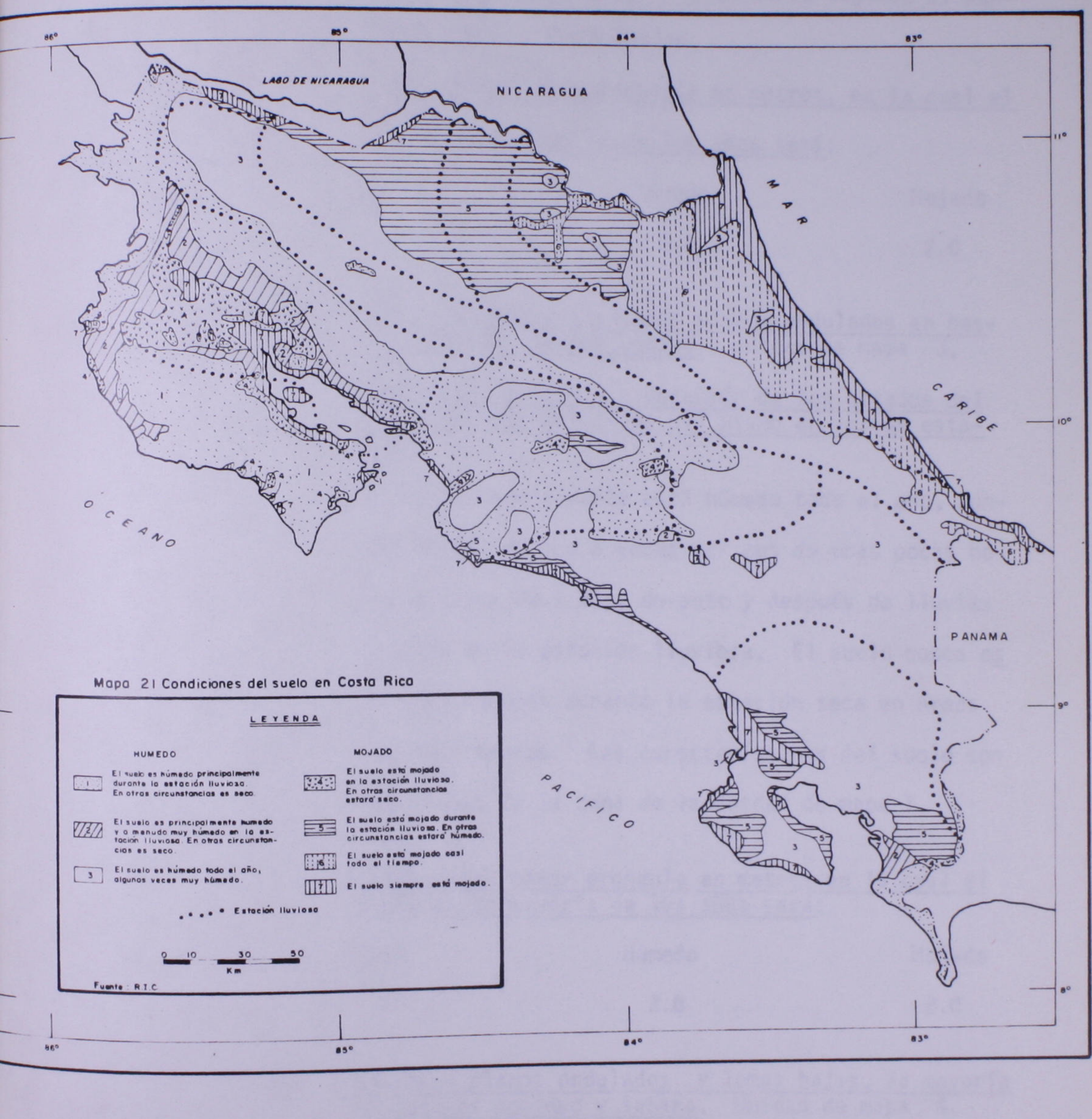
4.3.5 Condiciones del Suelo (mapa 21)

4.3.5.1 Montañas, lomas y llanos disecados principalmente en bosques deciduos, campos de cultivo y tierras altas de pastoreo. Unidad de mapa 1.

Frecuencia probable y duración de los estados del suelo y características del mismo en varios estados.

Durante la estación lluviosa, principalmente, el suelo está húmedo, aunque mojado de 4 a 10 veces por mes desde unas pocas horas hasta menos de 1 día, durante y después de fuertes lluvias. Durante la estación no lluviosa el suelo preferentemente está seco, excepto en unas pocas laderas expuestas de la Cordillera Central que ocasionalmente están mojadas. Cuando el suelo está seco o húmedo es firme. Cuando está mojado, el suelo, en áreas extensas de sedimentos arcillosos es firme y resbaladizo pero si son trabajadas excesi

Mapa 21 Condiciones del suelo en Costa Rica



vamente o si son sometidos a un tráfico pesado, se tornan suaves y cenagosos; en otros lugares el suelo es suave y resbaladizo.

Profundidad mayor probable en metros, en la cual el suelo en la mayoría de los años será:

Seco	Húmedo	Mojado
2.0	2.0	2.0

4.3.5.2 Montañas, lomas y algunos planos ondulados en bosques densos siempre verdes. Unidad de mapa 3.

Frecuencia probable y duración de los estados del suelo y características del mismo en varios estados.

El suelo generalmente está húmedo todo el año, aunque mojado de 5 a 8 veces por mes de unas pocas horas a menos de 1 día, durante y después de lluvias fuertes en la estación lluviosa. El suelo nunca está seco excepto durante la estación seca en áreas locales limpias. Las características del suelo son las mismas de la zona de la Unidad de mapa 1.

Profundidad mayor probable en metros en la cual el suelo en la mayoría de los años será:

Seco	Húmedo	Mojado
-	2.0	2.0

4.3.5.3 Planos a planos ondulados y lomas bajas, la mayoría en bosques deciduo y sabana. Unidad de mapa 4.

Frecuencia probable y duración de los estados del suelo y características del mismo en varios estados.

Con frecuencia el suelo está mojado en la estación

lluviosa aunque húmedo de 2 a 4 veces por mes, por períodos de 2 a 6 días; preferentemente seco en la estación no lluviosa. En las depresiones, el suelo siempre está mojado como en la zona de la Unidad de mapa 7. En la mayoría de los lugares y por tiempos el suelo es pegajoso cuando está mojado, firme cuando está húmedo y duro y polvoriento cuando está seco; en algunos lugares moderadamente firme pero pegajoso cuando está mojado, firme cuando está húmedo y duro con numerosas quebraduras anchas cuando está seco.

Profundidad mayor probable en metros, en la cual el suelo en la mayoría de los años será:

Seco	Húmedo	Mojado
1.0	1.5	2.0

4.3.5.4 Casi planos a plano ondulados algunas lomas bajas pequeñas, mayormente en bosque denso siempre verde. Unidad de mapa 5.

Frecuencia probable y duración de los estados del suelo y características del mismo en varios estados.

Con frecuencia el suelo está mojado en la estación lluviosa, aunque húmedo de 1 a 3 veces por mes por períodos de 2 a 6 días. Predominantemente húmedo durante la estación no lluviosa. El suelo nunca está seco excepto a fines de la estación no lluviosa, en áreas locales sin bosque. En depresiones y en llanos de inundación de los ríos, el suelo está

mojado durante la estación lluviosa. De preferencia húmedo el resto del año. Todo el suelo es firme cuando está húmedo y duro cuando seco; en la mayoría de los lugares es suave y por períodos pegajoso cuando está mojado, pero en otros lugares moderadamente firme y pegajoso.

Profundidad mayor probable en metros en la cual el suelo en la mayoría de los años será:

Seco	Húmedo	Mojado
-	2.0	2.0

4.3.5.5 Pantanos, ciénagas y tierras para pasto de montaña.

Unidad de mapa 7.

Frecuencia probable y duración de los estados del suelo y características del mismo en varios estados.

El suelo siempre está mojado. En los pantanos y ciénagas el suelo siempre está suave, fangoso y a menudo inundado; en prados montañosos es suave y esponjoso.

Profundidad mayor probable en metros en la cual el suelo en la mayoría de los años será:

Seco	Húmedo	Mojado
-	-	2.0

4.4 Configuración de la superficie (mapa 22)

División de formaciones terrestres

4.4.1 Tierras Altas Centrales y tierras Bajas del Pacífico

4.4.1.1 Tipos y distribución de formaciones terrestres.

En su mayor parte montañas y cerros accidentados; una llanura relativamente grande y numerosas pequeñas esparcidas aquí y allá; numerosas islas pequeñas en su mayor parte de terreno accidentado. Esta división constituye aproximadamente el 80% del país y se extiende por unos 485 km. del noroeste al sureste desde la frontera con Nicaragua hasta Panamá y varía de anchura de pocos kilómetros a aproximadamente 115 km. Las porciones principales de la división son las siguientes: Cordillera de Guanacaste, Central, de Tilarán, de Talamanca y las colinas a los bordes; tierras altas más pequeñas en las penínsulas de Nicoya y Osa corren paralelas a la cordillera principal.

4.4.1.2 Rugosidad superficial.

Principalmente montañas y cerros accidentados, con pequeñas llanuras esparcidas principalmente a lo largo de la costa. En su mayor parte la costa consiste de riscos y algunas secciones de unas cuantas playas estrechas y cortas. Las Cordilleras de Gua-

COSTA RICA

CONFIGURACIÓN DE LA SUPERFICIE
SURFACE CONFIGURATION

LLANURAS
PLAINS

Por lo general planas y parejas; la parte más alta a no más de 150 metros sobre los fondos de valles adyacentes. Pendientes menores del 10% en su mayoría.

Mostly flat and smooth; highest part generally less than 150 meters above adjacent valley bottoms. Most slopes less than 10%.

CERROS
HILLS

Áreas quebradas con áreas entre arroyos generalmente 150 a 600 metros sobre los fondos de valles adyacentes o llanuras. Pendientes del 10 al 30% en su mayoría.

Rough areas with interstream areas generally 150 to 600 meters higher than adjacent valley bottoms or plains. Most slopes 10% to 30%.

MONTAÑAS
MOUNTAINS

Áreas accidentadas con 600 o más metros de diferencia entre las crestas y los fondos de valles adyacentes. Pendientes del 30 al 45% en su mayoría.

Rugged areas with 600 meters or more difference between crests and adjacent valley bottoms. Most slopes 30% to 45%.

DIVISIONES DE FORMACIONES TERRESTRES
LANDFORM DIVISIONS

I — Tierras Altas Centrales y Tierras Bajas del Pacífico
Central Highlands and Pacific Lowlands

II — Tierras Bajas del Atlántico
Atlantic Lowlands

Límite de división de formaciones terrestres
Landform division boundary

*3084 — Cotas en metros
Spot heights in meters

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres
0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS



A. 1. Se basa en buenos mapas a gran escala (1:25,000 y 1:50,000) compilados por métodos fotogramétricos por el Instituto Geográfico de Costa Rica entre 1950 y 1961; en fotografía aérea tomada entre 1945 y 1961 en escalas de 1:40,000 y 1:60,000; y en varias fuentes escritas sobre el tema.

2. Se basa en la fotografía vertical tomada entre 1945 y 1961 en escalas de 1:40,000 y 1:60,000; en mapas bastante buenos a escalas mediana y pequeña; y en varias fuentes escritas sobre el tema.

B. Revisado por el Instituto Geográfico de Costa Rica en octubre de 1964.

A. 1. Based on good large-scale maps (1:25,000 and 1:50,000) compiled photogrammetrically by the Instituto Geográfico de Costa Rica between 1950 and 1961; on aerial photography flown between 1945 and 1961 at scales of 1:40,000 and 1:60,000; and on various textual sources on terrain.

2. Based on vertical photography flown between 1945 and 1961 at scales of 1:40,000 and 1:60,000; on fair medium and small-scale maps; and, on various textual sources on terrain.

B. Reviewed by the Instituto Geográfico de Costa Rica in October 1964.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

nacaste, Central, de Tilarán y de Talamanca más los cerros a los bordes son tierras altas accidentadas con pendientes empinadas y valles estrechas en forma de V; algunas crestas y picos volcánicos casi verticales; llanuras principalmente costales, pequeñas y esparcidas; la mayor parte de las pendientes entre el 30% y el 45% en la parte noroeste y muchas otras que sobrepasan el 45% en las partes central y sureste; las diferencias en altura entre crestas y fondos de valles adyacentes, por lo general desde 915 a 1.830 m. en los sectores montañosos y aproximadamente 455 m. en los cerros. La parte principal de la cordillera está formada por volcanes en las cordilleras de Guanacaste y Central. Los valles del General y Cotobrus, y el Valle Central forman tres cuencas que consisten en colinas bajas y varias llanuras pequeñas y esparcidas; la mayor parte de las pendientes por lo general son del 10% a 30% y las cimas de las colinas son por lo general de 150 a 455 m. más arriba de las áreas bajas adyacentes; llanuras pequeñas, en su mayor parte bajas, suaves o de planas a ondulantes. Las penínsulas de Nicoya y Osa en su mayor parte colinas accidentadas con llanuras pequeñas a los bordes; algunas montañas en la Península de Nicoya; pendientes por lo general entre el 30% y 45% con numerosas áreas locales que sobre

pasan el 45%; las diferencias en altura entre crestas y los fondos de valles locales, son menores de 915 m. en las montañas y entre 365 y 550 m. en las colinas. Pequeñas y esparcidas llanuras principalmente costales de planas a disectadas. Valle del Tempisque en su mayor parte una llanura baja y suave con escarpas esparcidas y montecillos y colinas bajas alargadas; la llanura es más alta y quebrada hacia el norte; pendientes generalmente menores del 2%; diferencias locales en altura entre áreas entre arroyos y áreas bajas adyacentes, son por lo general menores de 15 m. la mayor parte de las colinas y escarpas de 120 a 180 m. sobre la llanura y tienen pendientes del 10% a 30%. Las islas esparcidas a lo largo de la costa del Pacífico, son en su mayor parte accidentadas; algunas muy disectadas; pendientes que varían del 10% a 30% las cuales varían localmente en altura de 90 a 215 m.

4.4.1.3 Elevaciones. (sobre nivel del mar)

En su mayor parte 900 m. y más con la excepción de las áreas costales; crestas mayores por lo general de 1.800 m. en el norte y 3.000 m. en el sur. Altura máxima 3.820 m. el Cerro Chirripó sólo 50 km. de la costa del Pacífico. El pico más alto en la Península de Nicoya 1.018 m. Cerro Azul, y el más alto en la Península de Osa, 782 m. Cerro Tigre.

4.4.2 Drenaje. (mapa 23)

4.4.2.1 Cuenca Río Barranca.

Características físicas.

La cuenca del Río Barranca tiene un área de 380 km^2 y una elevación media de 872 m. sobre el nivel del mar. Hay una estación fluviográfica y 6 estaciones medidoras de lluvia.

Régimen.

La temperatura durante todo el año es de más de 22°C. y una variación media mensual de temperatura de menos de 5° C. Hay abundante precipitación en los meses de setiembre, octubre y noviembre. La precipitación media anual es de 2451 mm. La cuenca superior hacia arriba de Nagatac, tiene fuertes lluvias durante todo el año. La parte baja de la cuenca, tiene una estación seca bien definida que va de enero a mayo.

4.4.2.2 Cuenca Río Jesús María.

Características físicas.

La cuenca del río Jesús María cubre un área de 448 km^2 con una elevación media de 308 m. sobre el nivel del mar. No hay estaciones medidoras de lluvia ni de caudal.

Régimen.

La precipitación media anual es de 2229 mm. Hay abun

COSTA RICA
23

DRENAJE
DRAINAGE

Límite de Cuenca Hidrográfica
Drainage Basin Boundary

10 Número de Cuenca Hidrográfica
Drainage Basin Number

Estación Fluviográfica
Stream Gaging Station

Derivación Hidroeléctrica
Hydroelectric Power Diversion

Pantano y Tremedal
Swamps and Marsh

Area de Inundación Estacional
Seasonally Flooded Area

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres

0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS

Los datos ofrecidos se basan en la información proporcionada por el Gobierno de Costa Rica e incluyen las características de drenaje presentadas en el Mapa de Costa Rica, No. 36-14-260, marzo 17 de 1964, Instituto Costarricense de Electricidad, escala 1:500.000.

The data presented are based upon information furnished by the Government of Costa Rica and include the drainage pattern presented on the Mapa de Costa Rica, No. 36-14-260, March 17, 1964, Instituto Costarricense de Electricidad, scale 1:500.000.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

LAGO DE NICARAGUA
GOLFO DE PAPAGAYO
GOLFO DE NICOYA
BAHÍA DE CORONADO
BAHÍA DE CHARCO AZUL
MAR CARIBE
OCEANO PACIFICO
GUANACASTE
ALAJUELA
HEREDIA
LIMÓN
PUNTARENAS
CARTAGO
SAN JOSÉ
Peñas Blancas
La Cruz
Las Chiles
Upala
Santa Rosa
LIBERIA
El Coco
Bagaces
Puerto Potrero
Filadelfia
Tilarán
Cañas
Río Tempisque
Santa Cruz
Juntas
San Rafael de Guatuso
Muelle del Arenal
Tilal
Quesada
Puerto Viejo
Guápiles
Siquirres
Matina
Limón
Nicoya
Puerto Jesús
Hoja Ancha
Santa Rita
Boca del Nosara
Miramar
Tarcero
San Ramón
Palmares
Naranjo
Sarchí
Orotina
San Pedro
Santa Barbara
San Rafael
Barbacoas
San Isidro
San Joaquín
Heredia
San Antonio
Alajuela
Esparta
Atenas
San Mateo
Caldera
Puntarenas
Orotina
San Pablo
Vista Golon
Santa Ana
San Juan
Tres Ríos
Pacayas
Juan Viñas
Turrialba
San Rafael
El Tejar
Cartago
Parrisa
Orosi
Tapanti
Jiménez
Moravia
Peñibaye
Santiago
Assan
San Ignacio
Bijagual
San Pablo
San Marcos
Santa María
Alajuela
Río Chagüite
Río Sarapiquí
Río Frío
Río Peje
Río Sucio
Río Tenorio
Río Bebedero
Río Cañas
Río Tempisque
Río Arenal
Río Piedras
Río Sarapiquí
Río Toro
Río Sucio
Río Colorado
Río Frío
Río Peje
Río Sarapiquí
Río Chagüite

dante precipitación de setiembre a noviembre, con una estación seca definitiva de enero a mayo.

4.4.2.3 Cuenca Río Grande de Tárcoles.

Características físicas.

Esta cuenca tiene un área de 2019 km^2 y una elevación media de 1176 m. sobre el nivel del mar. Hay 5 estaciones fluviográficas y 29 estaciones medidoras de precipitación. La longitud total de este río es de 85 km. En casi la mayoría de su curso, este cauce mide menos de 20 m. de ancho pero en los últimos 20 km. su ancho es de 75 m. a 150 m. Muchas plantas hidroeléctricas están situadas en esta cuenca. Su tributario el río Virilla, corre en toda su longitud en un cañón profundo.

Régimen.

Tiene un clima tropical lluvioso con una temperatura media durante todo el año de más de 18°C. y una variación media mensual de temperatura de menos de 5° C. hay abundante precipitación en los meses de setiembre, octubre y noviembre. La precipitación media anual es de 2216 mm. Hay una estación seca bien definida de enero a marzo.

4.4.3 Tipos de relieve.(mapa 24)

Las formas del relieve influyen decisivamente en la formación

COSTA RICA

NICARAGUA

PANAMA

OCEANO PACIFICO

MAR CARIBE

CORDILLERA DE GUANACASTE

CORDILLERA CENTRAL

CORDILLERA

LIBERIA

Bagaces

Cañas

Tilarán

Cañas

Juntas

Quesada

Nicoya

San Ramón

Palmares

Naranjo

Grecia

ALAJUELA

HEREDIA

SAN JOSE

CARTAGO

Paraíso

Turrialba

Guápiles

Siquirres

LIMON

PUNTARENAS

Esparta

Orotina

Santiago

San Ignacio

Quepos

San Isidro

Palmar

Pto Cortés

Golfito

Golfo de Nicoya

Golfo Dulce

Golfo de Chiriquí

Boca Colorado

Upala

Tortuga

Fortuna

Río Frío

Río Sarapiquí

Río Pacuare

Río Reventazón

Río Grande de Térraba

Río Coto Colorado

Río Sixaola

Río Estrella

Río Parismina

Río Tortuguero

Río Colorado

Río Chirripó

Río Peje

Río Savegre

Río Barú

Río Tempisque

Río Bebedero

Río Corobicí

Río Sarapiquí

Río Frío

Río Sarapiquí

Río Pacuare

Río Reventazón

Río Grande de Térraba

Río Coto Colorado

Río Sixaola

Río Estrella

Río Parismina

Río Tortuguero

Río Colorado

Río Chirripó

Río Peje

Río Savegre

Río Barú

Río Tempisque

Río Bebedero

Río Corobicí

0 10 20 30 40 50 km

Mapa 24
TIPOS DE RELIEVE

- Llanuras bajas con depresiones inundadas
- Llanuras bajas y planicies suavemente inclinadas, en partes onduladas
- Planicies y terrazas, en partes onduladas de suave a fuerte
- Valles intermontanos con relieve plano a inclinado, en partes suavemente ondulado
- Faldas de cordilleras con inclinación uniforme y disecciones frecuentes
- Relieve de ondulado a accidentado con valles, cerros y lomas
- Relieve montañoso con crestas, filas y picos

Fuente : Nuhn

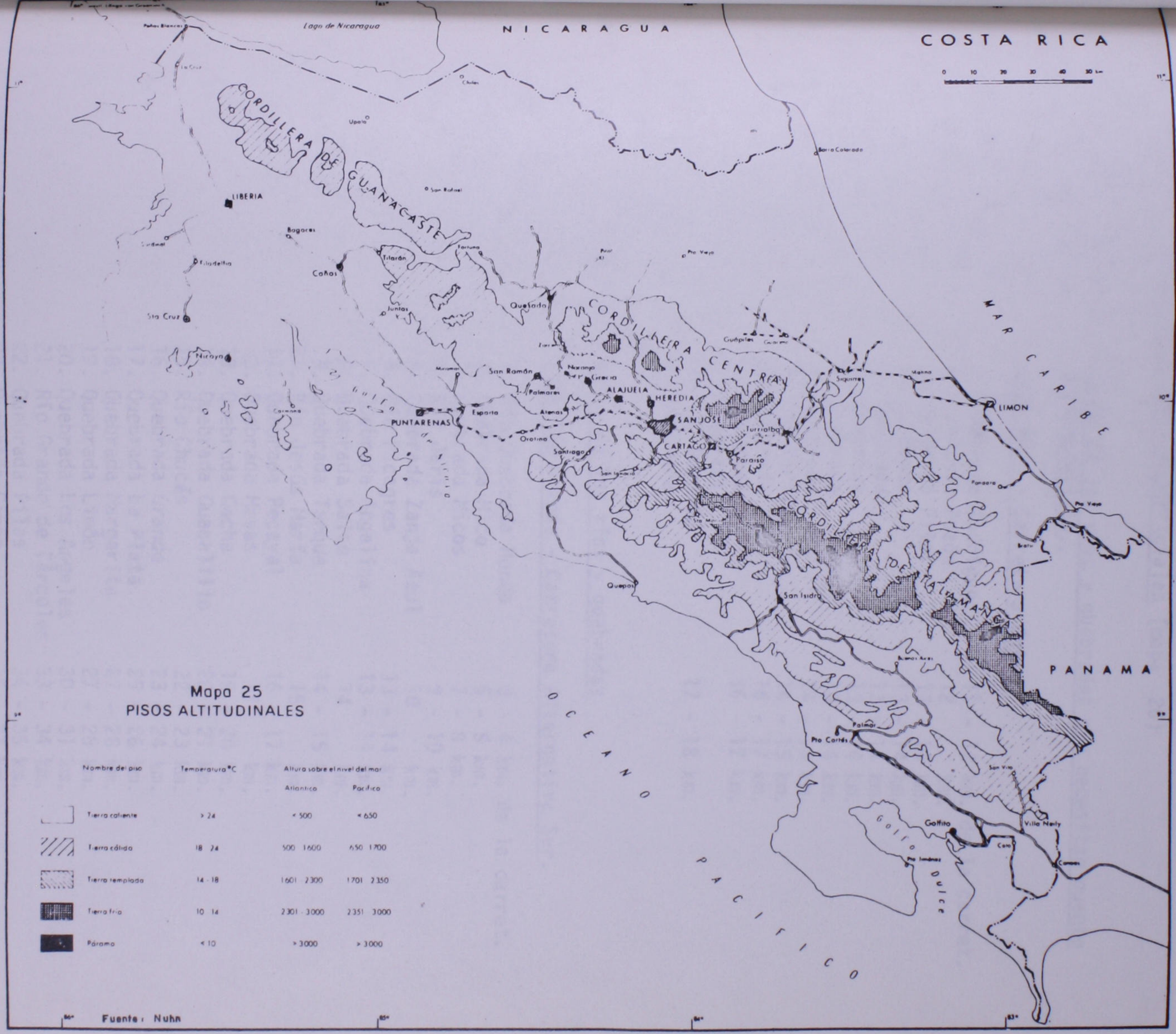
del suelo, en la circulación de las aguas y desarrollo de la vegetación. Además representan un factor importante para el aprovechamiento de la tierra. El uso agrícola, el desarrollo del transporte y la colonización, son influenciados en forma decisiva por el relieve.

La zona en estudio es afectada por 5 variantes de relieve, los cuales varían desde la planicie con ondulaciones de suave a fuertes hasta lo montañoso, con crestas y filos en el oeste de Atenas.

4.4.4 Pisos altitudinales (mapa 25)

En vista de las escasas fluctuaciones de temperatura durante el año, corresponde más atención a las condiciones térmicas cambiantes con la altura, que influyen en la formación del clima y desarrollo de la vegetación. La pronunciada diferencia de alturas implican un marcado cambio en las condiciones de temperatura, que puede indicarse en una división de pisos altitudinales.

Las tierras bajas con más de 24°C de temperatura media pertenecen a la Tierra Caliente, la que se eleva hasta aproximadamente 650 mt. en la zona del Pacífico. Colindante con esta zona se encuentra la Tierra Cálida, con temperaturas entre 18 - 24°C y alturas correspondientes entre 650 - 1.700 mt. Sigue la Tierra Templada con temperaturas entre 14 - 18°C y alturas entre 1.700 - 2.350 mt. La Tierra Fría 10 - 14°C pasa a Páramo a los 3.000 mt. Estas dos zonas son de poca extensión y sin importancia para una explotación económica.



Mapa 25
PISOS ALTITUDINALES

Nombre del piso	Temperatura °C	Altura sobre el nivel del mar	
		Atlántico	Pacífico
Tierra caliente	> 24	< 500	< 650
Tierra cálida	18 - 24	500 - 1600	650 - 1700
Tierra templada	14 - 18	1601 - 2300	1701 - 2350
Tierra fría	10 - 14	2301 - 3000	2351 - 3000
Páramo	< 10	> 3000	> 3000

Fuente: Nuhn

4.4.5 Recursos de aguas superficiales (mapa 26)

4.4.5.1 Lista de los ríos y quebradas que necesitan puente o alcantarilla..

Hoja Abra - Carretera única.

1.	Quebrada Rodríguez	11 - 12 km. de la carret.
2.	Quebrada Pozón	12 km.
3.	Quebrada Pilas	13 - 14 km.
4.	Quebrada	13 - 14 km.
5.	Quebrada	13 - 14 km.
6.	Quebrada	13 - 14 km.
7.	Quebrada	13 - 14 km.
8.	Quebrada	14 - 15 km.
9.	Río Virilla	14 - 15 km.
10.	Quebrada	16 - 17 km.
11.	Quebrada	16 - 17 km.
12.	Quebrada	
13.	Río Segundo	17 - 18 km.
14.	Quebrada	

4.4.5.2 Lista de los ríos y quebradas

Hoja Río Grande - Carretera Alternativa Sur.

1.	Río Quebrada Honda	3 - 4 km. de la carret.
2.	Quebrada Mico	5 - 6 km.
3.	Quebrada Micos	7 - 8 km.
4.	Río Jaris	9 - 10 km.
5.	Quebrada Zanja Azul	10 km.
6.	Río Picagres	13 - 14 km.
7.	Quebrada Angelina	13 - 14 km.
8.	Quebrada Salto	14 km.
9.	Quebrada Tanque	14 - 15 km.
10.	Río Jesús María	15 km.
11.	Quebrada Pecayal	16 - 17 km.
12.	Quebrada Mesas	17 km.
13.	Quebrada Cacha	19 - 20 km.
14.	Quebrada Guacalillo	20 - 21 km.
15.	Río Chucás	22 - 23 km.
16.	Quebrada Grande	23 - 24 km.
17.	Quebrada La Plata	25 - 26 km.
18.	Quebrada Margarita	27 - 28 km.
19.	Quebrada Limón	27 - 28 km.
20.	Quebrada Los Angeles	30 - 31 km.
21.	Río Grande de Tárcoles	33 - 34 km.
22.	Quebrada Pilas	34 - 35 km.
23.	Quebrada Carbo	36 - 37 km.

COSTA RICA
26

RECURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES
SURFACE WATER RESOURCES

10 — Límite de Cuenca y Designación
Drainage Area Boundary and Designation

Caudal Bajo Estable
Firm Low Flow

	0-10	Litros/seg/km² *Liters/sec/km²*
	11-20	Litros/seg/km² *Liters/sec/km²*
	21-30	Litros/seg/km² *Liters/sec/km²*
	31-40	Litros/seg/km² *Liters/sec/km²*
	41-50	Litros/seg/km² *Liters/sec/km²*

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres
0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS



Bueno *Good* — Regular *Fair* — Malo *Poor*

Los datos ofrecidos se basan en estudios e investigaciones llevados a cabo por el personal y consultores del Gobierno de Costa Rica. Los datos incluyen las informaciones publicadas hasta 1963 inclusive. A causa de la insuficiencia de observaciones hidrológicas fué necesario hacer estimaciones preliminares de los datos para numerosas cuencas de drenaje.

The data presented are based upon studies and investigations made by the staff and consultants of the Government of Costa Rica. The data include published information up to and including 1963. Insufficient hydrologic observations required preliminary estimations of data for numerous drainage basins.

LAGO DE NICARAGUA
GOLFO DE PAPAGAYO
ALAJUELA
HEREDIA
GUANACASTE
PUNTARENAS
LIMÓN
CARTAGO
SAN JOSÉ
BAHÍA DE CORONADO
BAHÍA DE CHARCO AZUL
OCEANO PACIFICO
CARIBE
Peñas Blancas
La Cruz
Santa Rosa
Upala
Los Chiles
LIBERIA
El Coco
Bagaces
Puerto Potrero
Cañas
Tilarán
Santa Cruz
Nicoya
Puerto Jesús
Hoja Ancha
Santa Rita
Boca del Nosara
Miravalles
Guápiles
Limón
Puerto Viejo
Turrialba
Cartago
Orotina
Quepos
Golfito
Puerto Cortés
Palmar Norte
Puerto Jiménez
Sierpe
Buenos Aires
Pavones
Paso Canoas
Punta Burica
Isla del Coco
Cabo Blanco
Punta Guiones
Nal Pelado
Cabo Santa Elena
Cabo Velas
Punta Mala
Punta Morales
Punta Judas
Punta Banco
Punta Uvita
Punta Mona
Punta Cahuita
Punta Manzanillo
Punta Burica
Isla del Caño
Isla Pájaros
Isla Violín
Isla Gitana
Isla Uvita
Isla Cocos
Isla Bolaños
Isla Pelada
Isla Verde
Isla Negritos
Isla Cabuya
Isla Venado
Isla Cabo Blanco
Isla Tortuga
Isla Cedros
Isla Caballo
Isla Muertos
Isla Pan de Azúcar
Isla Ballena
Isla Chira
Isla Bejuco
Isla Gemelos
Isla Pájaros
Isla Violín
Isla Gitana
Isla Uvita
Isla Cocos
Isla Bolaños
Isla Pelada
Isla Verde
Isla Negritos
Isla Cabuya
Isla Venado
Isla Cabo Blanco
Isla Tortuga
Isla Cedros
Isla Caballo
Isla Muertos
Isla Pan de Azúcar
Isla Ballena
Isla Chira
Isla Bejuco
Isla Gemelos

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

86° 85° 84° 83°
11° 10° 9° 8°

4.4.5.3 Lista de los ríos y quebradas

Hoja Río Grande - Carretera Alternativa Norte Central

1.	Quebrada Mercedes	17 - 18 km. de la carret.
2.	Tubería embalse Desarenador	18 - 19 km.
3.	Quebrada Ponciano	21 km.
4.	Río Ciruelas	22 - 23 km.
5.	Quebrada Gemelas	24 km.
6.	Quebrada Yeguas	24 - 25 km.
7.	Quebrada La pita	25 - 26 km.
8.	Quebrada Gregoria/Río Tizate	28 - 29 km.
9.	Canal Embalse La Garita	28 - 29 km.
10.	Río Grande	28 - 29 km.
11.	Quebrada Zopilote	31 - 32 km.
12.	Río Caño Grande	33 - 34 km.
13.	Quebrada San Francisco	36 - 37 km.
14.	Quebrada Lapas	37 - 38 km.
15.	Quebrada Limón	37 - 38 km.
16.	Quebrada Chiqueros	37 - 38 km.
17.	Quebrada Banco	38 - 39 km.
18.	Quebrada 51	39 - 40 km.
19.	Quebrada Vega	40 km.
20.	Quebrada Cedro	40 - 41 km.
21.	Quebrada Nances	41 - 42 km.
22.	Quebrada Concepción	41 - 42 km.
23.	Quebrada Salitral	44 - 45 km.

4.4.5.4 Lista de los ríos y quebradas

Hoja Río Grande - Carret. Alternativa Norte Turrúcares

1.	Acequia Quebrada Mercedes	16 - 17 km. de la carret.
2.	Quebrada Los Machos	17 - 18 km.
3.	Río Segundo	17 - 18 km.
4.	Quebrada Salitral	18 - 19 km.
5.	Túnel del Canal Embalse Desarenador	19 - 20 km.
6.	Quebrada Doña Ana	19 - 20 km.
7.	Acequia Queb.Doña Ana	20 - 21 km.
8.	Río Ciruelas	21 - 22 km.
9.	Acequia de Queb. Lajas	22 - 23 km.
10.	Acequia Río Siquiares	24 - 25 km.
11.	Río Grande	29 - 30 km.
12.	Quebrada Limón	31 km.
13.	Quebrada Zopilota	32 - 33 km.
14.	Quebrada Cachito	34 - 35 km.
15.	Quebrada Máquina	34 - 35 km.
16.	Río Caño Grande	35 - 36 km.

17.	Quebrada San Francisco	36 - 37 km.
18.	Quebrada Guácimo	36 - 37 km.
19.	Quebrada Lapas	39 - 40 km.
20.	Quebrada Limón	40 - 41 km.
21.	Quebrada Chicera	40 - 41 km.
22.	Quebrada Banco	41 - 42 km.
23.	Quebrada 51	42 - 43 km.

4.4.5.5 Lista de los ríos y quebradas

Hoja Barranca - Carret. Unica Orotina - Caldera

1.	Quebrada Huacalito	37 km. de la carret.
2.	Quebrada Aguacate	53 km.
3.	Quebrada Mauricio	54 km.
4.	Quebrada Pozón	58 - 59 km.
5.	Quebrada (Hidalgo)	61 - 62 km.
6.	Quebrada Cascajal	63 - 64 km.
7.	Quebrada Subibaja	64 - 65 km.
8.	Río Jesús María	69 - 70 km.

4.4.6 Recursos del agua subterránea (mapa 27)

La estación lluviosa es de principios de mayo a octubre, pero el efecto es retardado y no se refleja de inmediato en los pozos. La tabla de agua (nivel freático) es por lo general más alta en octubre o noviembre y más baja en abril o mayo. El agua del subsuelo de acuíferos poco profundos por lo general presenta contaminación bactereológica.

4.4.6.1 Cantidades moderadas hasta altas desde pozos en arena y grava. Unidad de mapa 1.

Procedencia y profundidad.

Pozos poco profundos en lentes de arena y grava en las llanuras y valles de los ríos.

Cantidad.

Cantidades moderadas a grandes todo el año.

COSTA RICA

RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA
GROUND WATER RESOURCES

UNIDAD DE MAPA
MAP UNIT

DESCRIPCIÓN **27**
DESCRIPTION

AGUA DULCE (FRESCA) GENERALMENTE EN GRANDES CANTIDADES
FRESH WATER GENERALLY PLENTIFUL

1 — Cantidades moderadas hasta altas desde pozos en arena y grava
Moderate to large* quantities from wells in sand and gravel*

2 — Cantidades moderadas de pozos, principalmente en arenisca
Moderate quantities from wells, principally in sandstone

AGUA DULCE (FRESCA), LOCALMENTE EN GRANDES CANTIDADES
FRESH WATER LOCALLY PLENTIFUL

3 — Cantidades bajas a moderadas de pozos, y cantidades moderadas hasta altas de fuentes esparcidas, principalmente en toba, andesita, arenisca y caliza. Zona de gran variación en cantidad según la estructura local de rocas.
Small to moderate quantities from wells, and moderate to large quantities from scattered springs, principally in andesite, tuff, sandstone, and limestone. Zone of great variation in quantity depending on local structure of rocks.

AGUA DULCE (FRESCA) ESCASA O NO EXISTENTE
FRESH WATER SCARCE OR LACKING

4 — Cantidades escasas disponibles localmente
Meager quantities locally available

*La terminología cuantitativa corresponde a los siguientes valores numéricos por pozo:
Quantitative terms correspond to the following numerical values per well:

Alta: más de 5,500,000 litros por día.
Large: more than 5,500,000 liters per day.
Moderado: 500,000 to 5,500,000 litros por día.
Moderate: 500,000 to 5,500,000 liters per day.
Bajo: 50,000 to 500,000 litros por día.
Small: 50,000 to 500,000 liters per day.
Escaso: menos de 50,000 litros por día.
Meager: less than 50,000 liters per day.

**Terminología cualitativa:
Qualitative terms:

Salobre: más de 2,500 p.p.m. (partes por millón) total de sólidos disueltos, generalmente no potable.
Saline: contains more than 2,500 p.p.m. (parts per million) total dissolved solids, generally unpotable.
Medio-salobre: más de 250 p.p.m. de sólidos disueltos; menos de 2,500 p.p.m.
Brackish: contains more than 250 p.p.m. total dissolved solids; less than 2,500 p.p.m.
Dulce: menos de 250 p.p.m. de sólidos disueltos.
Fresh: contains less than 250 p.p.m. total dissolved solids.

0 10 20 30 40 50
Millas terrestres
0 10 20 30 40 50
Kilómetros

ALIANZA PARA EL PROGRESO

NOTAS A LOS LECTORES
NOTES TO USERS

La información presentada en este mapa y en el texto que lo acompaña se basa en estudios regionales geológicos e hidrológicos y datos sobre pozos de agua proporcionados por los organismos del Gobierno de Costa Rica, 1964, y en estudios por varias fuentes de los EE.UU. A excepción de la comarca de San José, solo se dispone de informaciones fragmentarias sobre el agua subterránea. Por lo tanto el estudio está generalizado en la escala de la presentación.

Information presented on this map and in the accompanying text is based on regional geological and hydrological studies and water well data furnished by the government agencies of Costa Rica, 1964, and studies by various U.S. sources. Except for the San José area, only fragmentary ground water information is available. For this reason the study is generalized at the scale of presentation.

LOS LIMITES NO SON NECESARIAMENTE AQUELLOS RECONOCIDOS POR EL GOBIERNO DE EE. UU.

Calidad.

Moderadamente duras claras; generalmente presenta contaminación biológica.

Desarrollo.

Localización difícil debido a la presencia de terrenos blandos y cubiertos de densa vegetación. La perforación o recavación de pozos, resulta fácil en el material de aluvión suave.

4.4.6.2 Cantidades moderadas de pozos, principalmente en arenisca. Unidad de mapa 2.

Procedencia y profundidad.

Pozos poco profundos o moderadamente profundos sin areniscas en terrenos de bajura; en lentes de arena y grava en los valles de los ríos.

Cantidad.

Cantidades moderadas disponibles todo el año.

Calidad.

Moderadamente duras claras; los pozos poco profundos generalmente presentan contaminación biológica.

Desarrollo.

Localización difícil debido a la presencia de vegetación densa y terrenos blandos. La perforación resulta moderadamente difícil en roca blanda.

4.4.6.3 Cantidades bajas a moderadas de pozos, y cantidades moderadas hasta altas de fuentes esparcidas, principalmente en toba, andesita, arenisca y caliza, zona de gran variación en cantidad, según la estructura local de rocas. Unidad de mapa 3.

Procedencia y profundidad.

Zonas de fractura en basalto (andesita); gamas de toba permeable, areniscas y conglomerados con basalto y arenisca. Algunas fuentes en andesita y mantos de lava intercalados en tufa impermeable, especialmente en una franja en el Valle Central de este a oeste.

Cantidad.

Cantidades pequeñas o moderadas de pozos, generalmente de moderadas a abundantes de las fuentes. Zonas de grandes diferencias locales, gobernadas por estructura geológica.

Calidad.

Moderadamente duras, blandas y claras. Pueden ser calientes y sulfurosas cerca de los volcanes. Localmente pueden ser biológicamente contaminadas cerca de poblaciones.

Desarrollo.

Localización difícil debido a la vegetación y gradientes fuertes locales. Perforación difícil en duras rocas.

4.4.6.4 Cantidades escasas disponibles localmente, Unidad de mapa 4.

Procedencia y profundidad.

Pozos poco profundos en lentes de arena y grava bajo pantanos costeros.

Cantidad.

Cantidades pequeñísimas de agua fresca localmente obtenible sobre aguas salinas predominantes. Grandes cantidades de agua salina existente.

Calidad.

Generalmente salobre o salina.

Desarrollo.

Localización difícil debido a suelos blandos.

Terminología cualitativa.

Salobre - Contiene más de 2.500 partes por millón (p.p.m.) de sólidos disueltos, generalmente no es potable

Medio salobre - Contiene más de 250 p.p.m. de cloruros y sulfatos disueltos, y menos de 2.500 p.p.m. de sólidos disueltos para la mayoría de la gente, tiene sabor salado.

Agua dulce - Contiene más de 250 p.p.m. de sólidos disueltos blanda - 0 - 55 p.p.m. de $CaCO_3$; ligeramente dura 56 - 100 p.p.m. de $CaCO_3$; moderadamente dura 100 - 200 p.p.m. de $CaCO_3$; muy dura. Más de 200 p.p.m. $CaCO_3$

Terminología cuantitativa por pozo:

Alto - Más de 5.500.000 litros / día

Moderado- 500.000 a 5.500.000 litros / día

Bajo - 50.000 a 500.000 litros / día

Escaso - Menos de 50.000 litros / día

4.5 Hidrología (apéndice 1, 2)

Las investigaciones realizadas de los ríos Grande de Tárcoles, Virilla y Poás, han permitido definir las características fisiográficas e hidrológicas de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, así como aquellas correspondientes a las cuencas de sus afluentes el Virilla y el Poás. Empleando procedimientos convencionales se extendió, corrigió y verificó la estadística pluviométrica disponible. Con base en esta estadística homogenizada y verificada, y empleando el método de Thiessen, se calculó la precipitación anual en las áreas consideradas. Se estimó que la precipitación media alcanzó cifras de 2.310, 2.118 y 2.953 milímetros durante el período de estudio, en las cuencas de los ríos Grande de Tárcoles, Virilla y Poás, respectivamente. Existe evidencia de que el error en el cálculo de estos valores oscila entre un 5 a un 10 por ciento únicamente.

Mediante integración de los hidrogramas de escorrentía medida en las estaciones ubicadas a la salida de cada una de las áreas consideradas, se calcularon los volúmenes de escorrentía total. Estos valores fueron verificados y ajustados con base en una relación precipitación versus escorrentía observada. Los valores medios anuales de la estadística adop

tada son de 1.489, 1.312 y 1.872 milímetros para las cuencas Grande de Tárcoles, Virilla y Poás, respectivamente; se ha estimado que estos valores han sido calculados con un error inferior al 10 por ciento.

Utilizando fórmulas y coeficientes empíricos de razonable eficacia, se calculó la evapotranspiración, luego de realizar determinaciones sobre la distribución areal de la vegetación y el patrón de cultivos.

Teniendo en cuenta la escasa disponibilidad de agua para el consumo que ocurre durante la estación seca, se calcularon cifras respectivas de 798. 827 y 780 milímetros para la evapotranspiración anual media durante el período de estudio, en las cuencas de los ríos Grande de Tárcoles, Virilla y Poás, respectivamente. El error probable en los valores antes mencionados, se estimó en ± 10 por ciento, en vista de las imprecisiones inherentes al cálculo de la distribución areal de los cultivos y a la adopción de coeficientes de consumo válidos para cultivos no nacionales.

Se realizó una evaluación de la ecuación de balance hidrológico para las áreas consideradas, empleando para ello los valores promedio de cada factor del balance; esta evaluación indicó una diferencia entre aflujos y deflujos que podría atribuirse a la ocurrencia de cambios en almacenamiento y/o a un intercambio subterráneo entre cuencas. El hecho de que la precipitación media del período de estudio no difiere sustancialmente de aquella correspondiente a un período más largo, junto con la existencia de un excelente sistema de drenaje, permiten rechazar con un razonable grado de certeza, la posible ocurrencia de cambios en almacenamiento. Una cuantificación del error incurrido en las evaluaciones efectuadas, indica que las diferencias numéricas entre aflujos y deflu-

jos no son evidencia cierta de la ocurrencia de intercambios subterráneos entre cuencas, ya que los errores son en todos los casos, superiores a las diferencias calculadas; sin embargo, ello no excluye la posibilidad de que realmente ocurran flujos subterráneos de considerable magnitud. En vista de lo anterior, y distribuyendo ponderadamente las diferencias existentes, la siguiente sería la evaluación porcentual del balance para las áreas consideradas:

Item del balance	Cuenca total G. de Tárcoles	Subcuenca Río Virilla	Subcuenca Río Poás
Aflujos	100.0	100.0	100.0
Precipitación	100.0	99.6	100.0
Agua importada	-	0.4	-
Deflujos	100.0	100.0	100.0
Escorrentía total	65.1	61.0	70.6
Evapotranspiración	34.9	39.0	28.1
Agua exportada	-	-	1.3

Empleando un método gráfico para la separación analítica de los componentes del hidrograma de escorrentía total, se efectuó una estimación grosera de la escorrentía subterránea que ocurre en los ríos. Los volúmenes anuales así encontrados fueron verificados y ajustados con base en ecuaciones de regresión que relacionan precipitación y escurrimiento subterráneo, adoptándose una estadística homogénea, cuyos valores medios para el período de estudio fueron de 950, 823 y 1.477 milímetros para los ríos Grande de Tárcoles, Virilla y Poás respectivamente. Teniendo en cuenta los valores arriba mencionados y anexando la escorrentía sub-superficial a la directa, la distribución porcentual de los deflujos del balance de agua sería como sigue:

Items de flujo	Cuenca total G. de Tárcoles	Subcuenca Río Virilla	Subcuenca Río Poás
Escorrentía directa	24.0	22.1	20.6
Escorrentía subterránea	41.1	38.9	50.0
Evapotranspiración	34.9	39.0	28.1
Agua exportada	-	-	1.3

Las cifras antes descritas al analizarse con criterio hidrológico, dan lugar a las siguientes conclusiones:

1) Existe un incremento en el coeficiente de escorrentía total en correspondencia con el incremento en el valor de la pendiente media de las cuencas; sin embargo, una comparación entre las razones entre coeficiente de escorrentía total y pendiente de las cuencas, indica una excelente correspondencia en el caso del Virilla y del Grande de Tárcoles, y no así en el del Poás;

2) una comparación entre la pendiente media y los coeficientes de escorrentía directa, resulta en la misma correspondencia para las cuencas del Grande de Tárcoles y del Virilla, y en similar discrepancia para la del Poás;

3) éxiste una relación directa entre el coeficiente de escorrentía subterránea y la extensión relativa de las unidades geohidrológicas que cubren las áreas estudiadas;

4) teniendo en cuenta que la escorrentía subterránea es un indicador cuantitativo de la recarga proveniente de la precipitación, y con base en la extensión relativa de las unidades geohidrológicas existentes, se estimaron los siguientes valores medios aproximados de las tasas de recarga:

Unidad geohidrológica	Tasa de recarga, %
Depósitos volcánicos del cuaternario, Qv.	> 50
Depósitos andesíticos del plio-pleistoceno, Qpa	< 50
Formaciones no diferenciadas del Terciario, Cretácico y Precretácico, KT	< 5

5) Los rendimientos unitarios no ajustados de escorrentía total para las áreas estudiadas son los siguientes:

Grande de Tárcoles: 47.2 $l/s/km^2$

Virilla: 41.6 $l/s/km^2$

Poás 59.5 $l/s/km^2$

6) La cuenca del río Poás se encuentra sujeta a un régimen hidrológico diferente del que gobierna a las del Virilla y del Grande de Tárcoles, causado por la mayor lámina de precipitación, una mayor capacidad de infiltración de los suelos por su orientación y tamaño que favorecen a la ocurrencia de mayor escurrimiento.

CUADRO 12

Valores anuales de evapotranspiración real, en milímetros

Año Hidrológico	Sub-cuenca Río Virilla	Sub-cuenca Río Poás	cuenca río Grande de Tárcoles+
1959	818	804	808
1960	810	768	777
1961	780	763	762
1962	862	720	818
1963	852	799	813
1964	759	754	743
1965	876	807	838
1966	861	791	819
1967	820	808	808
PROMEDIO	827	780	798

(+) Valores obtenidos por sumatoria de los valores parciales ponderados de las sub-cuencas Virilla, Poás y Excedente.

4.5.1 Caudal mínimo instantáneo anual (m^3/seg) de varios ríos representativos. (Fig. 10).

4.5.2 Caudal máximo instantáneo en m^3/seg. de varios ríos representativos. (Fig. 11)

4.5.3 Caudal promedio anual en m^3/seg. de varios ríos representativos. (Fig. 12)

4.5.4 Caudal promedio anual en m^3/seg. de varios ríos representativos. (Fig. 13)

4.6 Vegetación. (mapa 28, 29)

La zona comprendida está poblada, en su mayoría, por bosque húmedo tropical de bajura y transición a premontano. Ver lista de árboles forestales.

4.6.1 Bosque deciduo abierto con gran variedad de especies, Unidad de mapa 2.

Descripción.

a. Bosque deciduo abierto con gran variedad de especies, entremezclados con arbustos. Arboles de 9 a 20 m. de altura; las primeras ramas de los 2 a 2.5 m. de altura, troncos con diámetros de 30 a 120 cm; 3.5-a 15 m. aparte, uno de otro, en algunos lugares los árboles están más estrechamente esparcidas y son más altos. La vegetación baja es moderadamente densa, generalmente entre 1 a 2.5 m. de altura, incluye enredaderas, piñuela, palmas trepadoras con espinas encorvadas en las hojas en forma de aspa, y otras plantas espinosas; localmente en matorrales densos con alturas hasta de 3.5 m. Los árboles están sin hojas

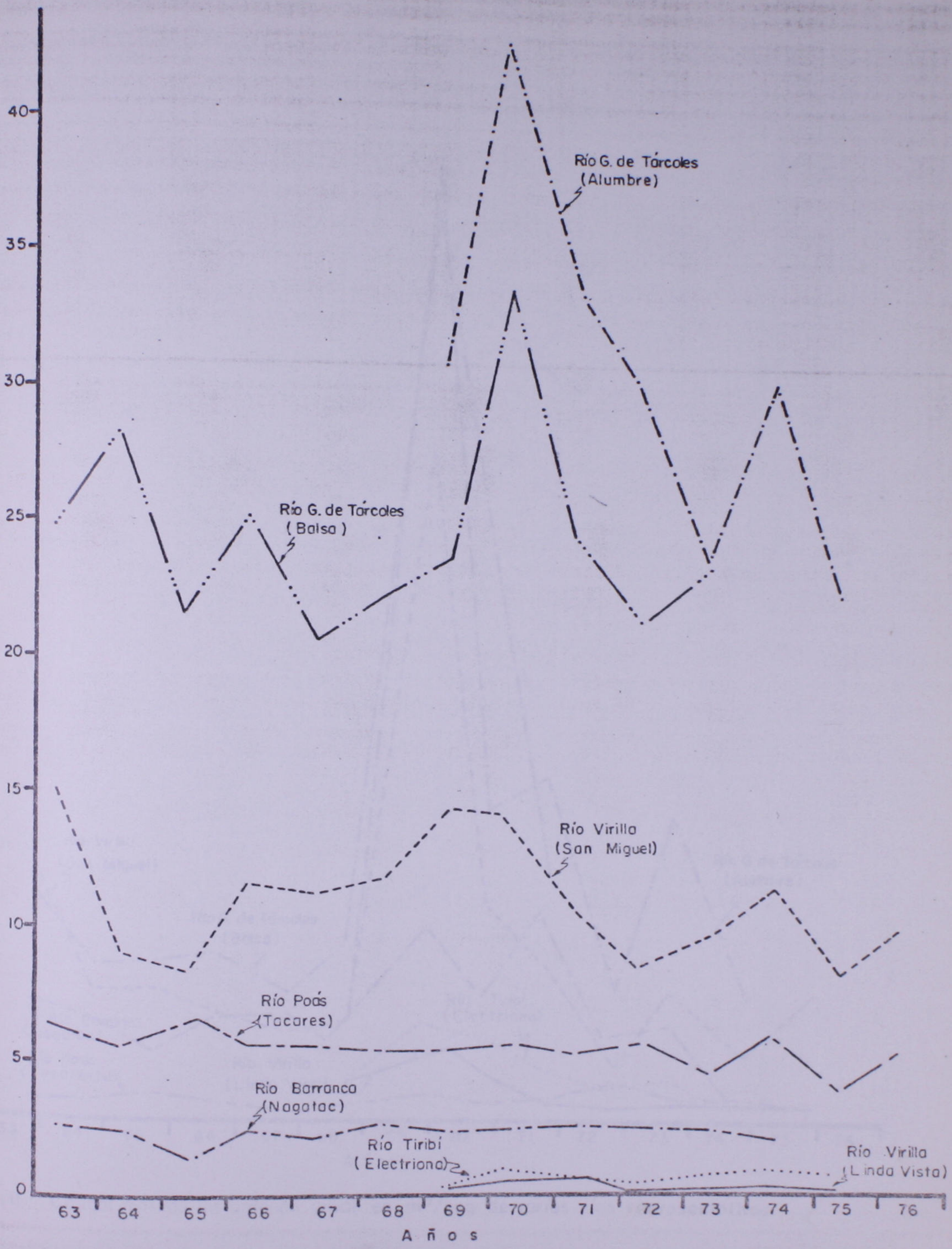


Fig. 10 Caudal mínimo instantáneo anual (m^3/seg) de varios ríos representativos

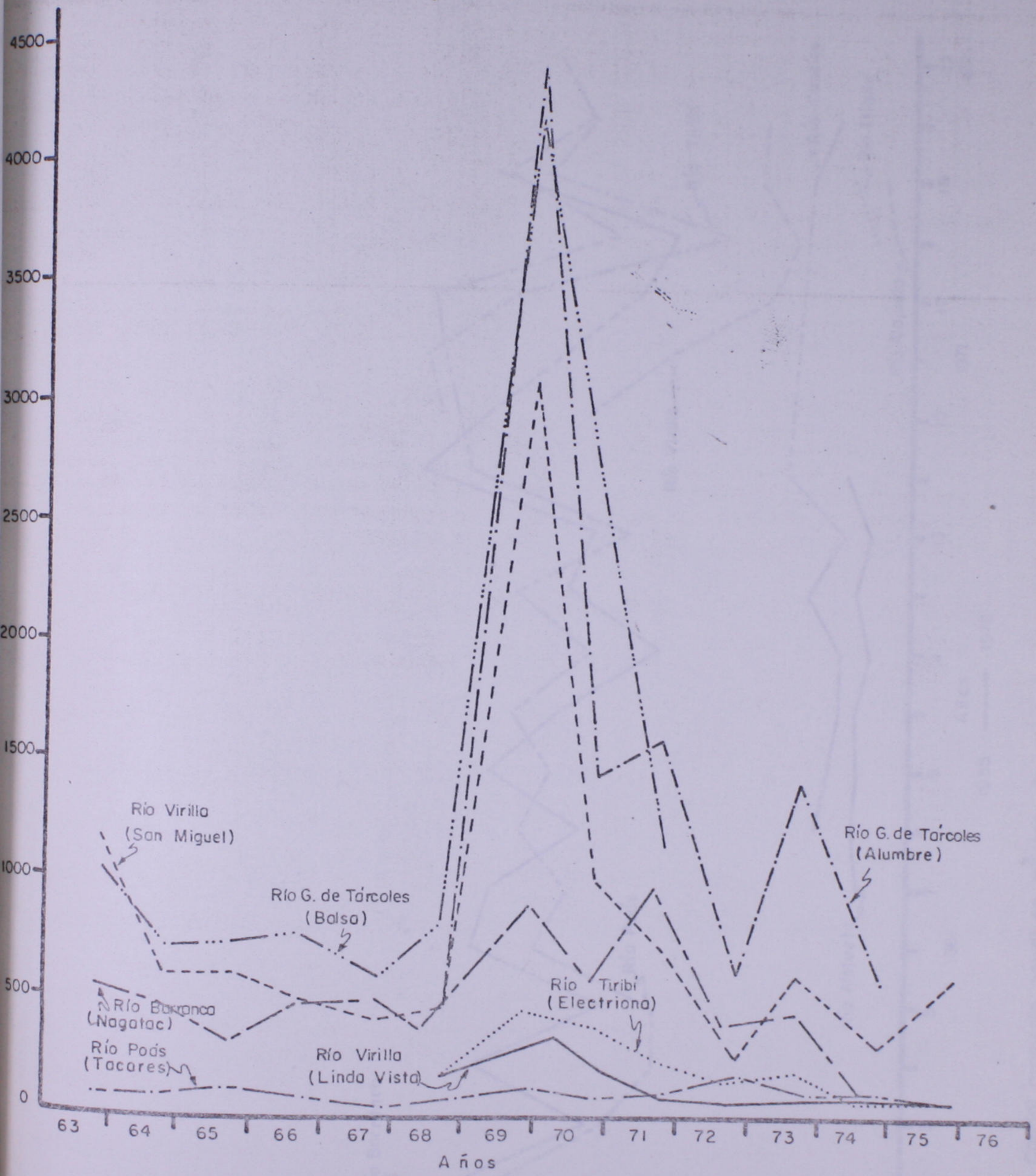


Fig. II Caudal máximo instantáneo anual en m^3/seg de varios ríos representativos

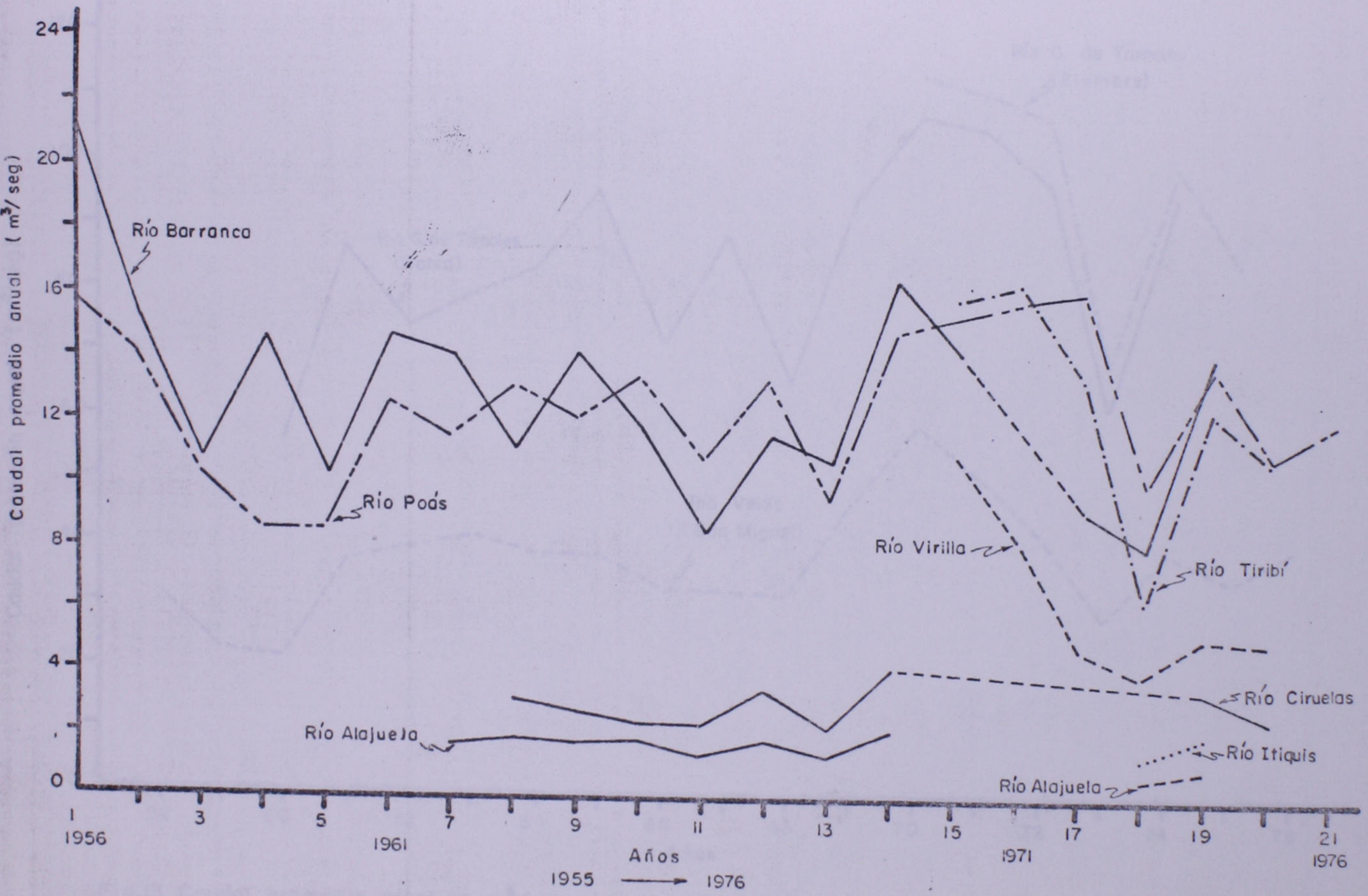


Fig. 12 Caudal promedio anual en m^3/seg de varios ríos representativos

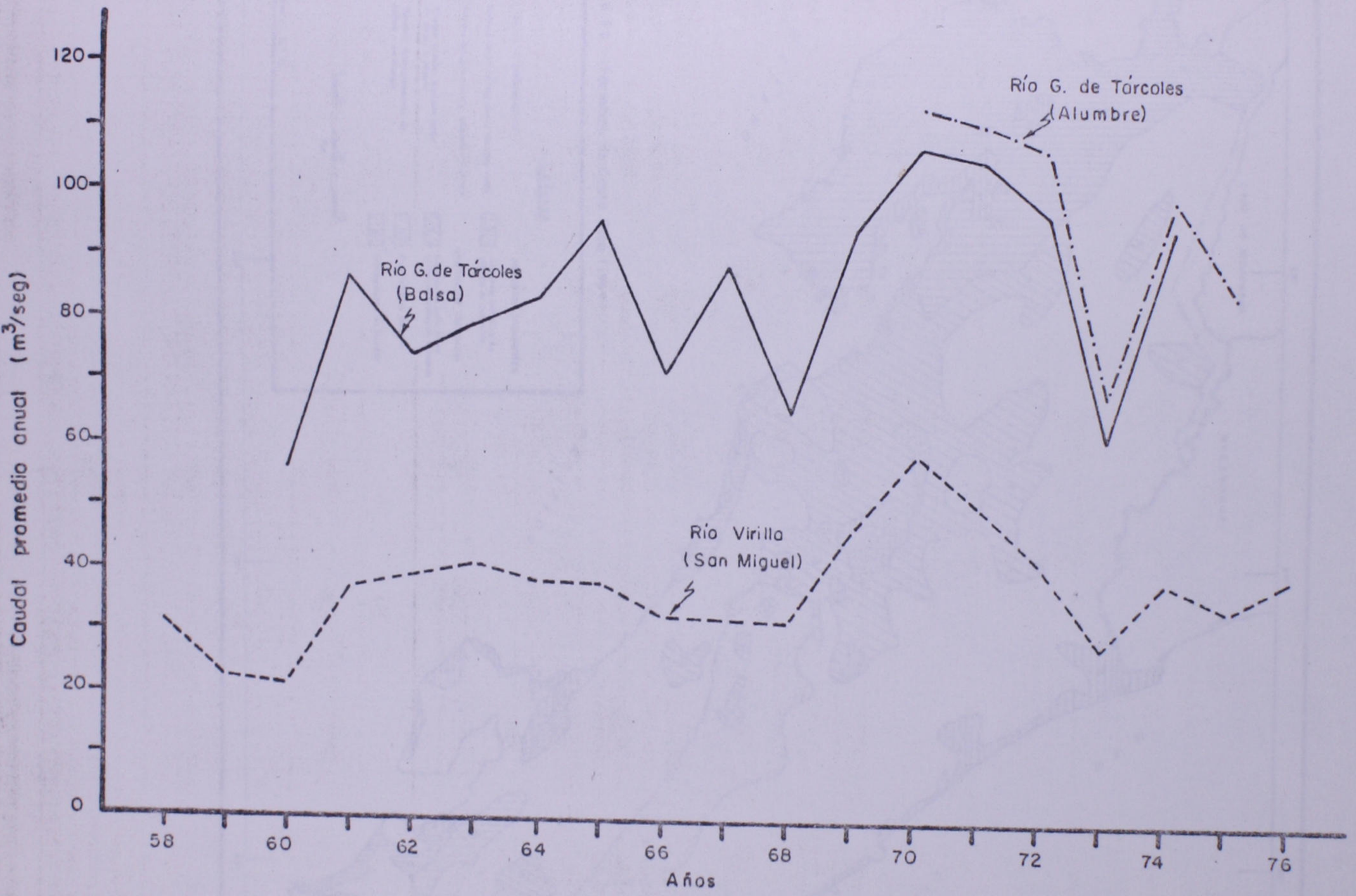
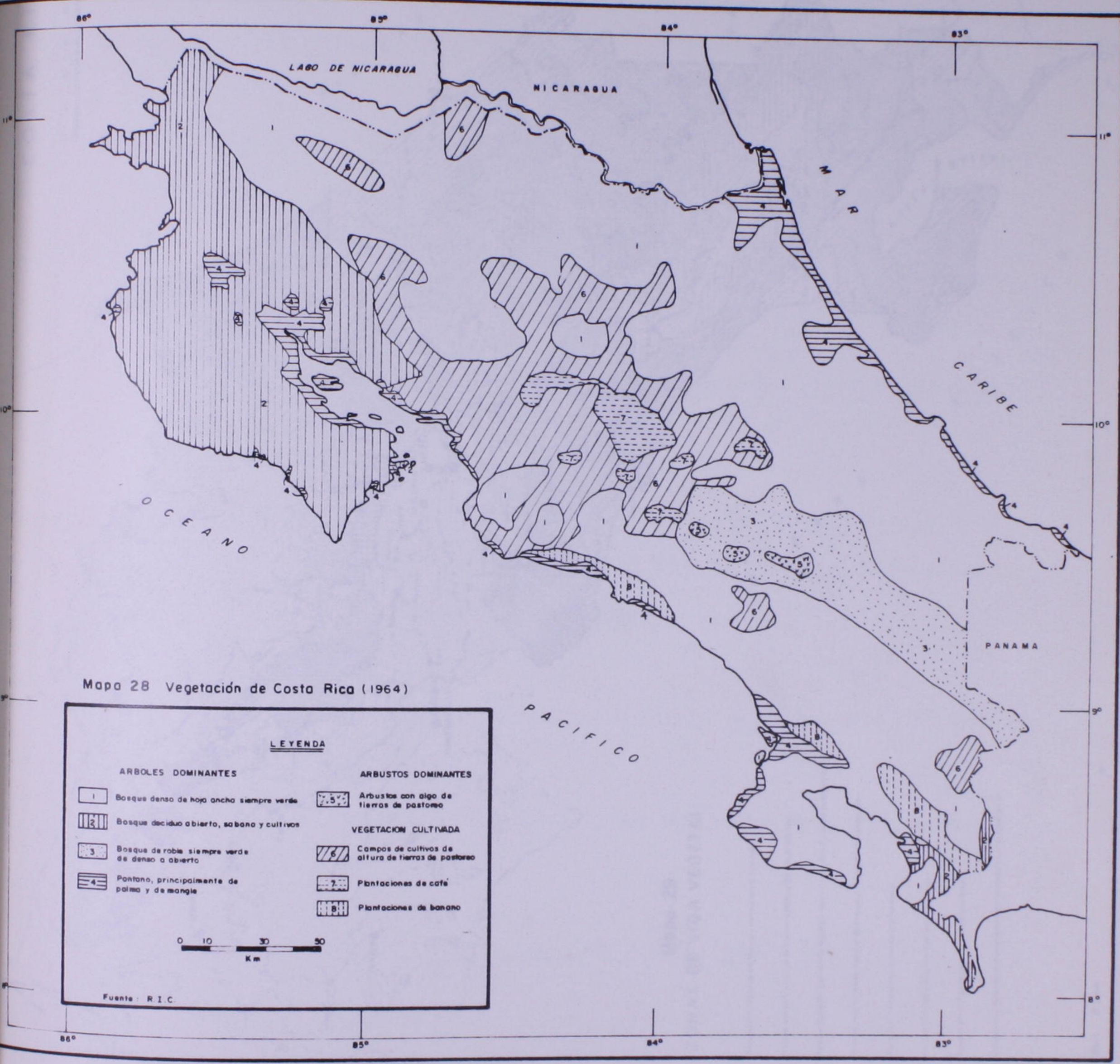


Fig.13 Caudal promedio anual en m^3/seg de varios ríos representatitos

Mapa 28 Vegetación de Costa Rica (1964)



NICARAGUA

COSTA RICA

PANAMA

Lago de Nicaragua

CORDILLERA DE GUANACASTE

CORDILLERA CENTRAL

CORDILLERA DE TALAMANCA

MAR CARIBE

OCEANO PACIFICO

Golfo de Nicoya

Golfo Dulce

LIBERIA

Bagaces

Cañas

Sta Cruz

Nicoya

PUNTARENAS

San Ramón

Grecia

ALAJUELA

HEREDIA

SAN JOSE

CARTAGO

LIMON

Quesada

Barra Colorado

Quepos

San Isidro

Golfito

Pto Cortés

Pto Limón

Mapa 29

ZONAS DE VIDA VEGETAL

- Bosque seco tropical de bajura y transición a húmedo
- Bosque húmedo tropical de bajura y transición a premontano
- Bosque húmedo tropical de bajura y transición a muy húmedo premontano
- Bosque muy húmedo tropical de bajura y transición a premontano
- Bosque húmedo y muy húmedo premontano
- Bosque húmedo y muy húmedo montano bajo
- Bosque pluvial premontano y montano bajo
- Bosque muy húmedo y pluvial montano, páramo pluvial subalpino

Fuente: Nuhn

por un período de 2 a 4 meses entre octubre y los primeros días de mayo, variando con la localidad.

Distribución.

Ampliamente distribuidos en el noroeste en áreas con estaciones secas y húmeda definidas, y en la vecindad de Golfo Dulce.

Evaluación.

Cantidad limitada de madera corta para construcción.

4.6.2 Bosque deciduo abierto con árboles de tronco corto con sabana; Unidad de mapa 2.

Descripción.

b. Bosque deciduo abierto con árboles de tronco corto con sabana, los pastos generalmente de 0.5 a 1 m. de alto, localmente hasta 2.5 m. donde no se pastorea.

Distribución.

En los llanos, principalmente al norte del paralelo 10°

Evaluación.

Cantidad limitada de leña. No se encuentra madera de construcción.

4.6.3 Bosque deciduo abierto con árboles de tronco corto.
Unidad de mapa 2.

Descripción.

c. Bosque deciduo abierto con árboles de tronco corto; cosechas, principalmente de tierra seca, arroz y frijoles de 1 m. de alto, maíz 2.5 m. de alto y algodón 1.2 m. de alto en sazón. Generalmente se plantan de comienzos de mayo a fines de junio;

cosechando de fines de octubre hasta diciembre.

Distribución.

Principalmente en los llanos de la Península de Nicoya.

Evaluación.

Cantidad limitada de leña. No se encuentra madera de construc ción.

4.6.4 Bosque de palma pantanosa, denso a abierto. Unidad de mapa 4

Descripción.

a. Bosque de palma pantanosa, denso a abierto. Matorrales de palmas de muchas clases, tanto como 6 m. de altura; algunas otras especies de árboles de hoja ancha.

Distribución.

En fajas en anchos de varias millas en áreas de agua dulce a salobre, en la costa del caribe.

Evaluación.

Madera mala.

4.6.5 Bosque pantanoso de mangle. Unidad de mapa 4.

Descripción.

a. Bosque pantanoso de mangle, denso; árboles de 3 a 6 m. de altura, troncos con diámetros entre 30 y 60 cm.; raíces fulcreas arqueadas, generalmente de 1 a 2 m. de altura y arbustos.

Distribución.

A lo largo de la costa del Pacífico y extendiéndose hasta donde llegan las corrientes de marea.

Evaluación.

Algo de madera.

4.6.6 Otros bosques de pantano. Unidad de mapa 4

Descripción.

Otros bosques de pantano, aparte de los de palma y mangle; incluyendo pastos de marjal de 1 a 2 m. de altura

Distribución.

Dispersos en el interior.

Evaluación.

Madera mala

4.6.7 Terreno de cultivo, pastoreo de altura y tierra de pasto. Unidad de mapa 6

Descripción.

Terrenos de cultivo, pastoreo de altura y tierra de pasto. Campos plantados principalmente de maíz, caña de azúcar, arroz de tierra seca, frijoles, trigo y papas; algo de piña y maní, muchos setos vivos, generalmente de 2 a 3 m. de altura. El aliso o Jaúl está sembrado con los pastos en algunos lugares.

Distribución.

Terrenos de cultivo y pastoreo de altura principalmente sobre y cerca del Valle Central; los pastos comunmente arriba de los 1.300 m. Areas de pasto en el oeste del Valle Central.

Evaluación.

No hay madera.

4.6.8 Plantaciones de café. Unidad de mapa 7

Descripción.

Plantaciones de café; arbustos siempre verdes corrientemente de 2 m. de altura, espaciados a intervalos de 2 m. sombreados con árboles ampliamente espaciados de 4.5 a 8 m. de altura y hasta 15 cm. en diámetro.

Distribución.

Entre 900 y 1.300 m. de elevación en el Valle Central.

Evaluación.

No hay madera.

4.6.8.1 La región fitogeográfica del Pacífico (156)

Esta región tiene una flora xerófila. Ocupa la cos ta del Océano Pacífico y del Golfo de Nicoya, inclu yendo la provincia del Guanacaste con la Península de Nicoya, y se eleva en las montañas, hacia el este, a una altura de unos 800 m.

Es la "región de las selvas despojadas", aunque en muchas partes estas selvas en realidad tienen la mitad de árboles siempre verdes y desde el cerro Turrubares hacia el Sur, las selvas verdes son la regla. Al N.E. del Golfo de Nicoya, aunque en la llanura las selvas pierden en general sus hojas, las siempre verdes principian a poca altura en las monta ñas.

En las llanuras las corrientes de agua están marcadas en "verano" por una faja de un verde intenso,

compuesta de árboles que no botan sus hojas; se ve que estas especies buscan los lugares donde la tierra conserva bastante humedad en verano para abastecer a la evaporación muy copiosa de sus hojas,en un medio tan seco y caliente. También hay que notar que muchos árboles que botan sus hojas en verano, generalmente quedan con ellas si tienen suficiente agua.

Entre las Leguminosas, las Urticáceas y unas pocas familias más, hay muchas especies que botan sus hojas al principio de verano para reponerlas inmediatamente, de modo que están de un color verde muy fresco durante todo el verano; unas entre ellas forman las hojas nuevas ya mientras están botando las viejas, como el guapinol y muchas otras leguminosas. De estas especies hay unas que quedan después por todo el año con estas mismas hojas, como el espavey (Anacardium Rhinocarpus DC), el raspaguacal de árbol (Curatella americana L) el Panamá (Sterculia Cartagenense, Cav.) Los Coccoloba y muchas leguminosas; pero un buen número vuelve a botar las hojas hacia el fin de la estación seca, para revestirse, como la primera vez, inmediatamente de hojas, de modo que antes del principio del invierno, están otra vez frondosas y con un color verde muy alegre. A estos árboles pertenecen muchos

Ficus, unos Pithecolobium y varias otras leguminosas.

No es entonces, como se cree generalmente, que el renuevo de las hojas está causado por las primeras aguas de la estación lluviosa, precisamente los árboles que se distinguen por su color verde puro y agradable están bien frondosos cuando cae el primer aguacero. Entre los árboles que quedan despojados de hojas durante el verano, también hay muchos que se revisten de verde un mes antes del principio de la estación lluviosa (invierno), como la mayor parte de aquellos árboles interesantes que se parecen al guanacaste (Enterolobium), con sus hojas delicadas. Con todo hay muchas especies que aguardan el principio del invierno para brotar y aún hay otras que tardan un mes más. Por último, hay árboles que botan sus hojas, en media estación lluviosa, no solamente en esta región, pero aun en la estación fría, p.e. a la Palma de San Jerónimo. Es evidente que unos higuerones e higuitos (Ficus) botan las hojas más de dos veces al año.

Las formas que conservan sus hojas pertenecen por la mayor parte a las siguientes familias: Leguminosas, Urticáceas, Sapindáceas, Gutíferas, Lauráceas, Melastomáceas, Sapotáceas, Apocynáceas, Rosáceas, Polygonáceas arbóreas, Rubiáceas y en las montañas,

Myrtáceas y Myrsináceas.

Decíduos son: los ceiba (Pachira, Bombax, Eriodendon), las Bignoniáceas arbóreas, las Eupforbiáceas, muchas leguminosas, las Cedrela y la mayor parte de las Terebintáceas y Anonáceas, aunque entre las especies de estas últimas dos familias hay unas muy verdes. Entre las lianas unas Bignoniáceas y leguminosas pierden sus hojas mientras que otras son siempre verdes; las Sapindáceas generalmente son siempre verdes, lo mismo que las Malpighiáceas, Apocynáceas y Passifloras.

En esta subregión las selvas de la llanura están generalmente compuestas de árboles de tronco grueso, con pocas ramas muy grandes, con copa ancha, hemisférica, bien individualizada en la selva; el color del follaje es de un verde mucho más puro e intenso que en los árboles de la región Caribe; hay muy poco enredo de bejucos y todavía mucho menos epífitas; a veces un árbol está cubierto por la Pitahaya, Cereus trigonus Haw, que es la única Tunácea epífita que se encuentra en las llanuras secas. En estas llanuras y en las montañas áridas, parecen arbustos en la selva poco espesa, y entre ellas el suelo está cubierto con gramíneas o con una u otra compuesta herbácea, generalmente anual. En muchas selvas el cornizuelo Acacia spadicigera Cham & Schl, es

muy común debajo de los árboles grandes, formando varas altas y derechas; sus espinas anchas están habitadas siempre por hormigas negras sumamente bravas.

Formas características de esta región son: el guanacaste, Entero lobium Cyclocarpum Grieseb; el genícero, Pithecolobium sp.; el guapinol, Hymenaea courbaril L; el porro- porro, Cocklospermum hibiscoides H.B.K., de la familia de las Bixáceas; los Coccoioba de hojas coriáceas, persistentes; el hormiguero, Triplaris; los higuerones de la forma de las banianas y unas Tiliáceas muy características de los distritos áridos; árboles de hojas más o menos ásperas o de apariencia algo seca, de un color entre verde y gris o moreno; estos árboles expresan por su apariencia, lo seco y árido de los parajes donde crecen. Son unas tres especies de Luchea y el Apeiba Tibourbou L. Junto con ellos crece el nance (Byrsonyma crassifolia, Hook, una Malpighiácea), el laurel, Cordia Gerascanthus L. y el singular Curatella Americana L; vul. "raspaguacal de árbol" y "chumico" que crece en las lomas más aridas y pedregosas; este árbol por su apariencia extraña da la idea de un desarrollo retrógrado de la forma del bejuco a la del árbol. Trozos de sus ramas sueltan abundante agua potable en el tiempo de la marea alta, lo mismo que el Davila

Kunthii, A. St. Hill, el agrá (Vitis caribaea DC) y varios Cissus, vulg. "Bejuco de agua" y "yasú", todas de esta región.

Hacia el norte la "palma real" Attalea cohune Mart, (chonta de Nicaragua, -la chonta de Colombia es diferente-), forma selvas, y el coyol, Acrocomia vinifera Oerst, es muy común en toda la región al Norte del Turrubares. Una especie de Bactris ocupa la orilla de los riachuelos por el Tempisque, pero en general hay muy pocas palmeras en las llanuras, lo mismo se puede decir de los helechos y de las Aráceas; entre éstas últimas faltan aquellas formas grandes y hermosas tan notables en la región Caribe. Los Piper, aunque numerosos, son mucho menos desarrollados que en las regiones húmedas. Las Cyclantáceas son bastante raras e inferiores en forma a las del lado Caribe; una Carludovica, llamada "chidra", se emplea para la fabricación de sombreros, pero no es la C. palmata. Faltan las especies epífitas.

El género Carica está representado por las siguientes especies: C. papaya L., la forma prototípica, silvestre al sur de Turrubares; C. Peltata Hook, en toda la región, con frutas sabrosas, llenas, muy olorosas; las semillas son muy grandes y contienen mucho jugo pulposo en la envoltura; forman la parte

que se come, como en las granadillas (Passiflora); el pericarpio está reducido a una piel, como la cás cara de la naranja; vulg. "lerdo". C. sp. la "suara", del tipo de la papaya, pero la fruta muy peque ña, globular, está solidamente llena y muy pesada; el pericarpio y el interior del ovario sólido se comen ambos; el pericarpio tiene como 15 mm. de espesor, es de un color apenas amarillento, hacia lo verde o lo blanco y consiste de una pulpa tan suave como la de una fresa; el epicarpio es un pellejo tan delgado como la peladura de una pera y la pulpa se separa de él con la mayor facilidad; como se compren de, esta pulpa es mucho más olorosa y dulce que la carnosidad de la papaya común. El interior de la fruta, la masa sólida que llena el ovario es más sa brosa todavía que el pericarpio; pero no es por la cantidad de jugo que contienen las envolturas de las numerosas semillas, muy pequeñas por cierto, sino por su desarrollo celular sobre el funículus, que forma una clase de pulpa. Los funículos de una mis ma placenta son muy diferentes en tamaño; siendo los óvulos exteriores de la línea placental sésiles, los centrales son llevados sobre funículos que alcanzan el centro de la fruta donde se juntan y se confunden con los de las otras placentas. La mata se parece a la C. papaya que, si no fuera por las hojas más pe-

queñas y el tallo mucho más delgado, sería muy difícil distinguirlas; es probable que la flor también será muy parecida.

Según parece, esta región no tiene especies arbóreas de Carica.

Entre los árboles de esta región predominan las leguminosas, cuyo desarrollo aquí es asombroso, el número de especies es enorme y la variedad en las formas supera a todo lo que uno podría imaginarse. Entre ellas hay muchas especies enormes como el guapinol, Hymeaea; el genícero, Pithecolobium; el guanacaste, Enterolobium, y muchos otros indeterminados. Los Cassia son muy abundantes.

Entre las Urticáceas de la subdivisión Moreae Artocarpeae el género Ficus es, como en todas partes, el más numeroso y contiene unas especies que alcanzan proporciones colosales; unas especies siempre verdes son muy hermosas. Entre las especies de Brosimum (como 6 a 8) hay una que forma un árbol enorme y suelta por incisiones en la cáscara, una leche comestible, como el galactodendron de Venezuela.

El valiosísimo caucho de Nicoya, Castilloa Nicoyana Cook, alcanza un gran tamaño, pero es muy raro hoy en la península; este árbol tiene sobre los demás Castilloa la ventaja de crecer en regiones áridas y secas y aun en terrenos pobres y cascajosos y

con todo su producto en cauchouc es igual al del C. elástica (o C. costaricensis Liebm) y la calidad es la misma. La morera, chlorophora tinctoria Gaud, vulg. "mora" y "brasil" era antes común en toda la región, especialmente al norte del Cerro Turrubares, pero hoy se encuentran pocos árboles grandes. El género Cecropia está menos bien representado que en la región Caribe.

Aunque la forma de los Ceibas es una de las formas características de esta región, no está tan bien desarrollada como en la región norte -ecuatorial de Sur América, p.e. en Colombia-, con todo existen unas pocas especies muy conspícuas, pertenecientes principalmente a los géneros Pachira, Bombax y Eriodendron. La flor de una de las especies de Pachira tiene el olor delicioso de la flor de la Vanda suavis de la India. Las especies de este género, son comparativamente numerosas y variadas. Una Bombácea, el cedro pochote, forma un árbol muy grande, de tronco muy grueso y produce una madera parecida a la del cedro (Cedrela) y apenas inferior; tiene espinas como el Pachira Fendlerii Seem. Una especie de Sterculia, S. Cartagenesis Cav. (Helicteres apetala Jacq.) vulg. "fruta de Panamá", produce en gran abundancia semillas grandes, comestibles como almendras, bastante estimadas.

Entre las Biittneriáceas los Theobroma son higrófilos y propios de las montañas de la región Caribe, y del Sur de la región del Pacífico, mientras que los Huazuma son xerófilos, lo que está indicando ya por el aspecto de estos árboles ("guácimo"). El "guácimo torcido" Helicteres guazumaefolia H.B.K., forma una gran parte de los matorrales.

De las Bignoniáceas especies de Tecoma, con flores muy hermosas en corimbos grandes, se cubren completamente de flores en la época en que están sin hojas; las flores son blancas, rosadas, carminadas o amarillas, a veces con olor a gelsémino; las comunes son: T. chrysantha D.C.; la corteza amarilla, c.de venado; Couralia rosea Donn Sm., el roble colorado; Tecoma pentaphylla Juss, (Tabebuia Hemsl), el "roble blanco"; producen generalmente una madera muy buena y durable.

Las euphorbiáceas de esta región no son muy numerosas; la más notable es el jabillo, Hura crepitans A.L. que forma aquí troncos elevados de 3 m. de diámetro; el aspecto general de este árbol difiere algo del que presenta el Hura crepitans cerca de Cartagena. En la costa se nota el Hippomanc manzanilla L., y allí se encuentra todavía un Sapium. En Boca Culebra, Río Savegre, se encuentra una Delechampia, todavía indeterminada, leñosa, que trepa en los ár-

boles altos; es muy ramificada, sumamente florífera, con bracteas de muy bonito color; crema, con una red de venas intensas, caminadas; es una de las lianas más hermosas de aquel distrito.

La composición de estas selvas hoy no es la misma de antes; los árboles más valiosos se han cortado en todas partes donde eran de fácil acceso y en muchos lugares ha pasado el fuego, destruyendo lo poquito que había de humus en la superficie del suelo, y esto es motivo suficiente para que muchas de las especies más valiosas y de las más hermosas ya no germinen en aquellas selvas, y si acaso nacen, no prosperan, de modo que las especies más ordinarias e inútiles, que son entre los árboles lo que las malas yerbas entre las plantas herbáceas, muy pronto las dominan y las sofocan. Las quemas de las selvas son una desgracia para estos países.Un buen contingente a la formación de estas selvas proporcionaban antes los cedros, Cedrela (Meliáceas), que están representados por una o más especies en cada región; pero esta riqueza ha desaparecido en gran parte. Las Sopotáceas, que son maderas casi incorruptibles, admirables para durmientes de ferrocarril, no germinan en un suelo sin humus.

Los árboles de la familia de las Sapindáceas son generalmente de un tipo muy uniforme, pero en esta región se encuentran una formas que se apartan comple-

tamente del tipo común, acercándose a la forma de unas leguminosas: forman copas densas con hojas finamente bipinadas de un hermoso color verde, y presentan el modo de ramificación característica del tipo xerófilo.

No hay diferencia notable entre las formas de las terebintáceas en esta región y la Caribe.

Las Sapotáceas sin duda antes eran muy abundantes; son muy comunes en las demás regiones, aunque en ésta deben haber llegado al máximo de desarrollo; la esp. más notable es el "níspero de monte" (Sideroxylon sp.).

Las Lauráceas son raras en la zona inferior de esta región y aun en las montañas no presentan el mismo desarrollo, tanto en consideración al número, como a la forma; como en las regiones templadas y frías.

Las Gutíferas forman árboles elevados, de tronco alto y derecho y se hacen notables en aquellos distritos de esta reqión donde el aire conserva suficiente humedad en verano. Los Calophylium son comunes desde el pie de las montañas hasta 800 m. o más; el jorco, Rheedia edulis Pl. & Tr, que produce una drupa muy sabrosa, es de ambas regiones cálidas.

Las Melastomáceas, tan abundantes en el resto del país, son comparativamente escasas en la zona infe-

rior de esta región; con todo hay un tipo característico de estos distritos: el árbol llamado Santa María, Miconia argentea D.C. con hojas muy grandes, de un verde azulejo muy oscuro, y con el revés de la hoja subtomentoso, casi blanco. Las faldas de las montañas poseen un número de conostegia de Miconia, y apenas se hace sentir la humedad, es decir, a pocos cientos de metros de altura, las Melastomáceas aumentan en número de un modo sorprendente. Al sur del Turrubares, la familia está mejor representada. En este distrito, por el Río Pacuar y el General, se encuentra la Papaturra, Bellucia (B.Costarricensis Cogn. y dos especies más), que produce flores hermosas sumamente fragantes, (el mismo olor que el derides adorata Lindl, de la India) y cuyas frutas pertenecen a las mejores del mundo. Las melastomáceas son siempre verdes.

Entre las Apocineas hay muy pocas decíduas, como el "juche" Plumieria alba (o Pl. acutifolia Poir?), gran árbol deciduo de forma curiosa, que se hace notable en las peñas: es el "fragipani" de Sur América. Los guijarros, Tabernaemontana, son comunes en todo el país, con excepción de la región fría. De esta familia que produce en Venezuela, Colombia y el Ecuador buenas frutas, leche comestible y caucho de primera clase, no se ha encontrado hasta ahó

ra una sola especie útil en Costa Rica.

Un grupo de árboles muy interesantes de esta región, está formado por las Poligonáceas arbóreas: 4 Coccoloba y el hormiguero Triplaris; este último alcanza un tamaño mucho mayor que el "hormiguero" de Colombia o "vara santa".

Siempre verdes son las Mirsináceas, arbolitos con hojas simples de un verde intenso, generalmente brillantes; son orófilas y crecen de preferencia en la orilla de los arroyos; vulg. "tucuicos".

Las Proteáceas que son abundantes en unos distritos de esta región, como en Piedras Negras, p.e. también son siempre verdes, mientras que las Anonáceas suelen ser decíduas; la soncoya, Anona sp. tiene frutas enormes, esféricas, cubiertas de pirámides altas; la pulpa es de un color anaranjado y el sabor intermedio entre la guanábana (A muricata), y la A.cherimolia L; es árbol silvestre en la llanura; decídua.

En esta región crecen varias Simarubáceas dotadas de propiedades medicinales notables: "el hombre grande" Simaruka officinalis D.C.; el cedrón (simaba cedrón PL), el cuasia (Quassia amara L.) y unos Pieramnía.

Una especie de Crescentia, Enathema cucurbitina H. Bail, forma a veces la primera vegetación en la orilla del mar por una extensión de varios kilómetros,

al Sur del Turrubares, mientras que en otras partes es la Rubiácea: Alibertia edulis Rich, que forma la primera línea.

La Malvácea Thespesia populnea L., es común cerca de la boca de la Barranca en la orilla del mar.

Propio de esta región, pero no muy común es el Gyrocarpus Americanus Jacq, de las Combretáceas.

En el Guanacaste y las regiones vecinas se encuentra la "ucoca" una especie de Cyphomandra (C. heterophylla Donn Sm., o una forma muy parecida) en forma de arbolito; es semi-leñosa y produce en gran cantidad frutas grandes dispuestas en racimos; el interior de estas frutas, que tienen el tamaño de un huevo de gallina y son de un color amarillo, consiste casi enteramente de un jugo que tiene el mismo gusto que las uvas de las cuales se hace el vino de Burgundia; para la producción del vino esta planta sería invaluable. Los indios han hecho ya una bebida parecida al vino, de esta fruta.

En varios puntos de la costa del Golfo de Nicoya hay extensos manglares, formados generalmente por el "mangle gateador", Rhizophora Mangle L; pero también son comunes los mangles que pertenecen a otras familias, principalmente el Avicennia nitida Jacq,una Verbenácea. En las selvas húmedas unos árboles de la familia de las Acantáceas tienen un gran enredo

de raíces exogeas, como ciertos mangles, y se les aplica este nombre.

Las plantas enredaderas, o bejucos de esta región, pertenecen en su mayor parte a las familias siguientes: Bignoniáceas (muchas especies, entre ellas unas flores hermosísimas), Leguminosas, Sapindáceas, Ipomea, con unas formas admirables; Passiflora, en las montañas, Malpighiáceas (Banisteria), Ampelidóceas Apocináceas, varios Aristolochia, una Petraea voluble, de espigas muy grandes y flores azul violáceo claro; dos o tres Combretum, entre ellos una especie carminada hermosísima; unos dos Cissampelos. En las selvas de esta región existen unas cuatro especies de Vanilla, una de ellas muy hermosa con hojas muy grandes.

En las extensas llanuras del Guanacaste, las más insignificantes depresiones están llenas, en la última parte del invierno, de un poco de agua que se cubre con innumerables hojitas de un Nymphaea Pigmeo, cuyas minúsculas flores blancas llenan el aire con su fragancia. En verano estas depresiones quedan secas como el desierto, pero los pequeños túberes esféricos muy duros del Nymphaea resisten al efecto destructor de la arena ardiente, para volver a resucitar después de unos cinco meses. Las hojitas menudas de esta planta son perfectamente lisas por ambos lados

y no se explica el porqué los naturales llaman a la planta "flor de mondongo" (mondongo significa aquí: rumen), si no es que han visto alguna Nymphaeacea, con venas en relieve en la plana inferior, como el Victoria regia; pero hasta ahora no hay indicios de la existencia de otras especies de esta familia. En muchos lugares se encuentran extensos carisales formados por un bambú muy ramificado desde el suelo, cuyas ramas y ramitas, muy largas y delgadas, pero duras y tenaces, con espinas curvas, fuertes como ganchos de hierro, se extienden por todos lados, oponiendo al viajero un obstáculo muy difícil de vencer. Otras veces, en el Guanacaste, p.e. son los "pitales", que dificultan la marcha; estos son extensiones cubiertas de pita (Aechmea Magdalenae Ed. And) o de alguna clase de Bromelia (B. Karatas L. pinguin L y otras). En lugares cienagosos hay platanillales donde los Heliconia, de los cuales esta región tiene unas 8 especies, crecen tan cerradas que no dejan parar otra planta entre ellos; en otros lugares son bijaguales que cubren estos terrenos húmedos; bijagua es el Calathea insignis Peters; es una tarea muy difícil y fastidiosa el abrirse un paso a machete por estos platanillales. En la región del Río General se encuentran a una altura de 200 mt.- 400 mt. extensos helechales en lugares sin ve-

getación arbórea, donde los helechos de rizoma corredor subterráneo, cubren el suelo con exclusión de toda otra vegetación formando un charral densísimo de 2 m. a 3 m. de altura. Entre las formas pre dominan los Pteris. con el ubiquitario P. aquilina L., y después las Davalliáceas.

Unas colinas y montañas áridas están cubiertas de zacate (gramíneas) de hojas angostas y tenaces con unos pocos nances, Byrsonima crassifoloa H.B.K. y unos pocos arbustos de "lengua de vaca", Conostegia, varias especies. De cuando en cuando aparece un guácimo, Guazuma tomentosa H.B.K. o un peine de mico, Apeiba tibourbou, Aubl o un laurel, Cordia Geroscanthus L. una Borraginácea.

En el Guanacaste las sabanas están regadas de innumerables arbustitos del guísaro dulce, Psidium savannarum Donn Sm. que produce durante varios meses en el año sus frutos deliciosos, y una Eugenia muy enana, de frutas grandes y exquisitas; la llaman "arrayan", pero no tiene nada de común con las diferentes especies de Myrtus y Eugenia, de fruta pequeña, a los cuales aplican este nombre en otros distritos del país.

Unas partes llanas de la costa del Golfo de Nicoya, están cubiertas de matones de aromo, Acacia Farnesiana Wild, y la ribera izquierda del río Tempisque,

tiene en varios puntos una vegetación de arbolitos de Parkinsonia aculeata Lin, retamo.

Las plantas epífitas son raras. Hay unos pocos Tillandsia del Platystachys y una Vriesea grande dos Bilbergia y una Aechmea. Orquídáceas: Oncidium ampliatum maximun (el bulbo tiene dos hojas muy gruesas y pesa hasta un kilo); esta variedad forma plantas enormes. O. Cartagenense Sw. O. iridifolium H.B.K. Brassavola venosa, Epidendrum atrapurpureum Wild, (macrockylum) y su var. reseum, E. Biocornutum, Laelia rubescens Lindl, dos Schombnrghia, Cattleya Skinneri Batem dos Cyrtopodium giganteos y en las montañas del N.O. varias Sobralia muy hermosas. En el Guanacaste, p.e. en Miravalles hay varios Epidendrun que poseen una fragancia extraordinaria.

En las montañas al Sur de Turrubares, un Cockleosteema giganteo es abundante y cubre los troncos y las ramas gruesas de los árboles, es una epífita muy hermosa.

Las Tunáceas epífitas son muy raras en las llanuras, pero abundantes en las montañas cerca del borde superior de esta región. En Miravalles se encuentran dos Cereus muy notables: C. Miravallensis Web y C. Wercklei Web.

Las Lorantáceas son abundantes, tanto en la costa del golfo como en las montañas. En la región de O-

rotina una especie crece en gran número sobre los ciruelos y cuando está cubierta de sus flores de un Bermellón claro, da a los Spondias la apariencia de Caesalpinias florecidas.

Entre los helechos hay cinco Lygodium; las Cyatheáceas se encuentran solamente en las montañas. Las Himenofilaceas de las montañas altas de esta región son muy interesantes.

4.6.8.1.1 Observaciones en la Hda. El Rodeo.

En la Hacienda El Rodeo encontramos áreas boscosas circundadas por pastizales, pastizales rodeados de bosques y extensas áreas de Bosque Secundario bastante maduro y no intervenido por el ganado, que son un verdadero remanente de lo que en otrora fue el exuberante Bosque Primario del Tropical Húmedo tipo Monzónico, de este (reducto) podemos apreciar hasta tres estratos de vegetación arborescente, en el dosel superiorencontramos especies muy utilizadas actualmente en el sector forestal, tales como: Cedrela mexicana, Bombacopsis quinatum, Astronium graveolens, Lafoencia punicifolia, Terminalia lucida, Myroxylon balsamum, Brosimum Anacardium excelsum, Ceiba pentandra y otros que aparecen en la lista general.

Es de sumo interés la presencia de especies que,

quizá en esta zona, estén en vías de extinción. Tal es el caso del Helycostilis urophylla, Bernoullia flammea, Capparis sinclairi, Laplacea brenesii, La foencia punicifolia, Calycophyllum candidisimus, etc. y el Zinowewia costaricensis que además de ser escaso, hallábase en un lomerío como indicador de una condición climática de transición al Montano Bajo.

En las zonas boscosas, en donde la intervención del ganado es constante, la regeneración del bosque es anulada. Por lo tanto, es un imperativo eliminar la explotación ganadera para que se restauren las áreas afectadas. En algunas zonas la pendiente de los potreros, es tan abrupta que la inestabilidad del terreno se hace patente con la presencia de severas carcabas y el desplome del terreno.

Pero hay que reconocer que la Hda. "El Rodeo", gracias a la visión de sus dueños, es en realidad una isla, un oasis genético, sin paralelo en el Valle Central y que se debe proteger a toda costa.

4.6.8.1.1.1 Lista de especies vegetales de la Hda. "El Rodeo".

Nombre científico	Nombre común	Familia
Acacia costaricensis (A. cornigera)	Cornezuelo	Fabaceae
Albizzia adinocephala	Gavilana	Fabaceae
Alchornea latifolia	Espino blanco	Euphorbiaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Allopyllus occidentallis	Esquitillón	Sapindaceae
Adelia triloba		Euphorbiaceae
Agave sp.		Liliaceae
Anacardium excelsum	Espavel, Espavé	Anacardiaceae
Annona Holosericea	Anonillo de cerro	Annonaceae
Annona purpurea	Soncoya	Annonaceae
Apeiba tibourbou	Burío	Tiliaceae
Ardisia compresa	Murta	Myrsinaceae
Astronium graveolens	Masicarán Ron Ron	Anacardiaceae
Banara guianensis	Rabo de Chancho.	Flacourtiaceae
Batocarpues costaricensis	Lechillo	Moraceae
Bauhinia Angulata	Cacho de venado.	Leguminosae
Bernoullia flammea		Bombacaceae
Bombacopsis quinatum	Cedro espinoso	Bombacaceae
Brosimum costaricanum	Ojoche	Moraceae
Bunchosia pilosa	Cerezo	Malpighiaceae
Bunchosia cornifolia	Cerezo	Malpighiaceae
Bursera simarouba	Almácigo	Burseraceae
Byrsonima crassifolia	Nancita	Malpighiaceae
Calophyllum brasiliense var rekoi	María	Guttiferae
Calycophyllum candidissimun	Conchudo	Rubiaceae
Calliandra cumingi		Leguminosae
Calyptrantes tonduzii	Cacique	Myrtaceae
Carica mexicana		Caricaceae
Capparis baduco		Capparidaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Capparis sinclairi		Capparidaceae
Casearia arguta	Cafecillo	Flacourtiaceae
Casearia javitensis		Flacourtiaceae
Casearia sylvestris	Plomillo	Flacourtiaceae
Casimiroa edulis	Matasano	Rutaceae
Cassia spectabilis	Vainillo	Leguminasae
Cecropia obtusifolia	Guarumo	Maraceae
Cedrela mexicana	Ceiba	Bombacaceae
Ceiba pentandra	Cedro amargo	Meliaceae
Cestrum baenitzii	Zorrillo	Solanaceae
Cestrum lanatum	Zorrillo	Solanaceae
Clarisia mexicana		Moraceae
Clethra mexicana	Nance macho	Clethraceae
Clusia rosea	Copey	Guttiferae
Cnidosculus aconitifolius.	Chicasquil	Enphorbiaceae
Cordia alliodora	Laurel	Boraginaceae
Aristolochia	Patitos	Aristolochiaceae.
Cordia toquebe	Guacal manono	Boraginaceae
Croton gossypiifolius	Targua colorado	Euphorbiaceae
Croton schiedeanus	Colpachí	Euphorbiaceae
Coussarea occidentalis		Rubiaceae
Chamaedorea costaricensis.	Pacaya	Palmae
Chiococca alba		Rubiaceae
Cupania guatemalensis	Cantarillo	Sapindaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Chrysophyllum brenesi		Sapotaceae
Cyphomandra hartwegi	Tomate de palo	Salanaceae
Desmopsis bibracteata	Guineo	Annonaceae
Diphysa robinoides	Guachipelín	Fabaceae
Dipterodendron costaricensis	Gallinazo	Sapindaceae
Dyospirus digyna		Ebenaceae
Dorstenia contrayerba	Contrayerba	Moraceae
Dieffenbachia seguina	Sahinillo	Araceae
Enterolobium cyclocarpum.	Guanacaste	Leguminosae
Eugenia jambos	Manzana rosa	Myrtaceae
Eugenia salamensis var. rensoniana	Fruta de pava	Myrtaceae
Eugenia pittieri		Myrtaceae
Eupatorium oerstediaanum.		Compositae
Eupatorium morifolium		Compositae
Erythrina berteroana	Poro	Leguminosae
Ficus jimenezii	Higuerón blanco	Moraceae
Ficus padifolia	Capulamate	Moraceae
Ficus obtusifolia	Higuerón	"
Ficus oerstediana	Higuito	"
Ficus yoponensis		"
Doliocarpus dentatus		Dilleniaceae
Genipa americana	Tapa culo guaitil	Rubiaceae
Guazuma ulmifolia	Guácimo hembra	Sterculiaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Guettarda sp.		Rubiaceae
Guettarda macrosperma		"
Guarea longipetiola		Meliaceae
Gyrocarpus americanus	Bailarín	Hernandiaceae
Hauya lucida	Supara	Onagraceae
Heisteria macrophylla	Sombrerito	Olacaceae
Heliocarpus appendiculata	Corteza	Tiliaceae
Heliotropium indicum	Alacrancillo	Boraginaceae
Helycostilis urophylla		Moraceae
Hymenaea courbaril	Guapinol	Leguminosae
Inga marginata	Cuajiniquil negro	"
Inga puntata	Cuajiniquil colorado	"
Inga tonduzzii	Guabo verde	"
Juanulloa sargii		Solanaceae
Lacistema aggregatum	Copalchí	Lacistemaceae
Lafoensia punicifolia	Palomo	Lythraceae
Lantana camara	Javilla	Verbenaceae
Laplacea Brenesii	Llorón	Theaceae
Lasciasis sp		Graminene
Lonchocarpus costaricenses	Pavilla	Leguminoseae
Lonchocarpus acuminatus		"
Lonchocarpus sericens var. Glabrescens		"

Nombre científico	Nombre común	Familia
Luchea candida	Guácimo molenillo.	Tiliaceae
Luehea speciosa	Molenillo	Tiliaceae
Macha erium biovalatum	Siete cueros	Leguminosae
Malvabiscus arboreus	Amapolita	Malvaceae
Manilkara achras	Níspero chicle	Sapotaceae
Miconia argentea	María	Melastomaceae
Miconia Albicans		"
Mimosa pigra	Dormilón grande	Leguminosae
Muntigia calabura	Capulín de comer	Elaeocarpaceae
Myroxylon balsamum	Bálsamo	Leguminosae
Myrcia oerstediana		Myrtaceae
Nectandra aff. hypoglauca	Aguacatillo	Lawraceae
Nectandra perdubia	"	"
Ochroma pyramidale	Balsa	Bombacaceae
Ocotea veraguensis	Canelillo	Lauraceae
Onoseris sylvatica		Compositae
Oyedaea verbesinoides		"
Palicourea guianensis		Pubiaceae
Persea caerulea	Aguacatillo ascá	Lauraceae
Picramnia allenii	Quina	Simaroubaceae
Piper sp.	Alcotán	Piperaceae
Piper spp.	Anisillo	Pipareceae
Piper pseudo-lindenii		Pipareceae
Pithecolobium arboreum	Ardillo	Leguminosae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Phoebe brenesii	Aguacatillo	Lauraceae
Phoebe mexicana	"	"
Plumeria rubra	Cacalojoche	Apocynaceae
Pouteria aff. lucenti folia.	Sapotillo	Sapotaceae
Polygala paniculata		Polygalaceae
Pouteria subrotata		Sapotaceae
Prockia crucis		Flacourtiaceae
Pseudobombax septenatum		Bombacaceae
Psidium guajava	Guayabo	Myrtaceae
Randia Karstenil	Espino	Rubiaceae
Randia pittieri	Horquetilla	Rubiaceae
Rapanea nigropunctata	Ratoncillo	Myrsinaceae
Rapanea pellucido-punctata	"	Myrsinaceae
Rawolfia tetraphylla	"	Apocynaceae
Rheedia edulis	Fruta de limón	Guttiferas
Psychotria pubescens		Rubinceae
Rinorea sylvatica		Vioaceae
Rollinia jimenezii	Anonillo	Annonaceae
Rondeletia áspera		Rubiaceae
Roupala complicata	Danto carne	Proteaceae
Sapindus seponaria	Jaboncillo	Sapindaceae
Sapium sp.	Yos	Euphorbiaceae
Sapranthus aff. nicaraguensis		Sapotaceae
Saurauia costaricensis		Sauraniaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Saurauia yasicae		Sauraniaceae
Siparuna griseo-flavescens	Limoncillo	Monimiaceae
Sloanea terniflora	Pica pica	Elaeccarpaceae
Smilax sp.		Liliaceae
Sommera Donnel-Smithis		Rubiaceae
Spathodea campanulata	Llama del Bosque	Bignoniaceae
Stemmadenia Donnel-Smithii	Cojón de burro	Apocynaceae
Styrax argenteus	Bracino	Styracaceae
Swartzia simplex	Naranjito	Leguminasae
Swartzia picrammioides		"
Swetia panamensis		"
Tabebuia chrysantha	Amarillo	Bignoniaceae
Tabebuia rosea	Roble de sabana	Bignoniaceae
Terminalia lucida	Guayabón	Combretaceae
Tetrorchidium sp.		Euphorbiaceae
Thouinidium dodecandrum	Sardino	Sapindaceae
Tibouchina bipennisellata		Melastomaceae
Tonduzia parviflora	Chirca de Montaña	Apocynaceae
Trema micrantha	Jucó	Ulmaceae
Trichilia anisopleura	Cedro dulce	Meliaceae
Trichilia glabra	Uruca	"
Urera alceifolia	Ortiga	Urticaceae
Urera baccifero	Ortiga	"
Verbesina oertediana	Torillo	Compositae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Vernonia patens	Tuete	Compositae
Vismia guianensis	Achiotillo	Guttiferae
Vochysia hondurensis	Palo de mayo	Vochysiaceae
Xylosma flexuosum		Flacourtiaceae
Xylosma excelsum	Guitite	Flacourtiaceae
Zanthoxylum monophyllum	Lagarto Amarillo	"
Zexmenia frutescens	Quitirrí	Compositae
Zinowewia costaricensis		Celastraceae
Zanthoxylum panamense		

4.6.8.1.2 Observaciones en el área del río Jesús María.

La condición boscosa del área de Jesús María, a pesar de ser un Premontano Húmedo, presenta una fisonomía muy similar con el Bosque Seco Tropical, ya que en las lomas, cuando el verano está en su apogeo se calcula en algunas áreas hasta un 75% de caducifolia.

En las zonas al pie de los cerros se hallan sectores sumamente interesantes como lo es el Bosque de Galería allá en la confluencia de los ríos Machuca y Jesús María. Aproximadamente 35 años atrás se habilitó la zona con la siembra de cacao, Theobroma cacao, pero por el pronunciado desbordamiento de los ríos se abandonó y el bosque se ha ido regenerando, pero con el agravante que constantemente es visitado por el ganado en busca de agua y sombra ya que los alre

dedores son potreros sumamente inclinados y con un super-sobre-pastoreo alarmante.

En estas zonas se encuentran árboles valiosos tales como Brosimum costaricanum, Bombacopsis quinata, Dalbergia retusa, Enterolobium cyclocarpum, Pithecolobium saman, Terminalia lucida, Cordia alliodora, Cedrela mexicana y otros más que se pueden ver en la lista general.

Pero la dinámica de regeneración, desgraciadamente es bloqueada por la constante invasión del ganado.

En algunas zonas alejadas de los cauces de los ríos y fuera de la influencia de éstos, aunque son llanas, se aprecian por gran parte del año zonas cenagosas debido al mal drenaje existente.

4.6.8.1.2.1 Lista de especies vegetales del área del Río Jesús María.

Nombre científico	Nombre común	Familia
Acacia costaricense (A. cornigera)	Cornezuelo, Cornizuelo	Fabaceae
Acalypha sp.		Euphorbiaceae
Acrocomia vinifera	Coyol	Palmae
Albizzia adinocephala	Gavilana	Leguminosae
Andira inermis	Arenillo	"
Annona purpurea	Soncoya	Annonaceae
Ardisia sp.	Madurillo	Myrsinaceae
Aphelandra sp.		Aconthaceae
Bauhina ungulata	Cacho de venado	Leguminosae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Bixa orellana	Achiote, Achota	Bixaceae
Bernoullia flamea		Bombacaceae
Bactris minor	Uiscoyol	Palmae
Bombacopsis quinatum	Cedro espinoso	Bombacaceae
Bravaisia integerrima	Mangle de agua	Aconthaceae
Brosimum costaricanum	Ojoche	Moraceae
Brosimum alicastrum	Ojoche	"
Bursera simarouba	Almácigo	Burseraceae
Byrsonima crassifolia	Nancite	Malpighiaceae
Calliandra sp.		Leguminosae
Calophyllum brasilense var rekoi	María	Guttiferas
Calycophyllum candidisimu	Conchudo-sandalo	Rubiaceae
Capparis baduca		Capparidaceae
Cassia grandis	Saragundi	Leguminosae
Castilla elástica	Caucho	Moraceae
Casearia aculeata		Flacourtiaceae
Cecropia peltata	Guarumo	Moraceae
Cedrela mexicana	Cedro amargo	Meliaceae
Cestrum panamense	Gorrillo	Salanaceae
Chlorophora tinctoria	Mora	Moraceae
Coccolobo caracasana	Papaturro blanco	Polygonaceae
Cochlospermum vitifolium	Poro - Poro	Cochlospermaceae
Coccoloba padiformis		Polygonaceae
Coccoloba wecklei	Trompillo	"

Nombre científico	Nombre común	Familia
Connarus panamensis		Connaraceae
Cordia alliodora	Laurel	Boraginaceae
Cordia nitida	Amarillo	"
Crataeva tapia	Ajillo	Capparidaceae
Cresentia cujete	Calabacuro	Bignoniaceae
Cupania glabra	Cascuá	Sapindaceae
Chomelia spinosa	Malacahite	Bubiaceae
Dalbergia retusa	Cocobola	Fabaceae
Desmopsis bibracteata	Guineo	Annonaceae
Dipterodendron costaricensis	Gallinazo	Sapindaceae
Dieffenbachia seguina	Sahinilla	Araceae
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	Leguminosae
Erythrina berteroana	Poró	"
Eupatorium morifolium		Compositae
Erytroxylon havanense		Erythroxylaceae
Ficus glabrata	Higuerón	Moraceae
Ficus obtusifolia		"
Ficus werckleana	Lechoso	"
Genipa americana	Tapa en lo - Guaitil	Rubiaceae
Guarea sp.		Meliaceae
Guazuma ulmifolia	Guácimo hembra	Sterculiaceae
Gyrocarpus americanus	Bailarín	Hernandiaceae
Helicteres guazumaefolia	Guácimo torcido	Sterculiaceae
Inga marginata	Cuajiniquil negro	Leguminosae
Inga multifuga	Guabito	"

Nombre científico	Nombre común	Familia
Inga vera subsp. spuria		Leguminosae
Licania arborea	Alcornoque	Rosaceae
Lonchocarpus acuminatus		Leguminosae
Lonchocarpus sp.		"
Lonchocarpus atropurpurens		"
Lonchocarpus velutinus		"
Luehea candida	Guacimo molenillo	Tiliaceae
Luehea seemannii	Guácimo molenillo	"
Malvabiscus arboreus	Amapolita	Malvaceae
Mastichodendron capiri		
Var. Tempisque	Tempisque	Sapotaceae
Myriospermum frutescens	Arco	Leguminosae
Nectandra globoso	Aguacatillo	Lanraceae
Nectandra Perdubia	"	"
Ochroma pyramidale	Balsa	Bombacaceae
Ocotea veraguensis	Canelillo	Lauraceae
Ormosia macrocalyx		Leguminosae
Paulinia cururu		Sapindaceae
Pithecolobium saman	Cenizaro	Leguminosae
Pouteria sp.		Sapotaceae
Pouteria sp.		"
Posoqueria latifolia	Boca de vieja	Rubiaceae
Quararibea guatemalteca	Garroche (a)	Bombacaceae
Rawolfia tetraphylla		Apocynaceae
Sapindus seponaria	Jaboncillo	Sapindaceae
Sapium jamaicense	Leche	Euphoribiaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
Scheelea rostrata	Palma	Palmae
Sciadodendron excelsum	Espíritu-Chile	Araliaceae
Sida sp.	Escobilla	Malvaceae
Sloanea sp.	Gambón	Elaeocarpaceae
Sloanea terniflora	Pica -pica	Elaeocarpaceae
Spondias mombin	Jobo	Anacardiaceae
Spondias purpurea	Cimollo	Anacardiaceae
Stemmadenia donell-Smithii	Cojón de burro	Apocynaceae
Sterculia apetala	Panamá	Sterculiaceae
Strichnus sp.		Loganiaceae
Tabebuia Chuysantha	Amarillo	Bignoniaceae
Tabebuia rosea	Roble de sabana	Bignoniaceae
Tapirira brenensii	Cirri blanco	Anacardiaceae
Terminalia lucida	Guayabón	Combretaceae
Theobroma cacao	Cacao criollo	Sterculiaceae
Tonduzia parviflora	Chirca de montaña	Apocynaceae
Torrubia costaricensis		Nyctoginaceae
Trichilia cipo	Canfín	Meliaceae
Trichilia tomentosa	Cedrillo	Meliaceae
Triplaris americana	Hormigo-Barrabás	Polygonaceae
Trophis racemosa	Lechillo	Moraceae
Xylosma velutuna	Espino blanco	Flacourtiaceae
Zanthoxylum elephantiasis	Lagarto	Rutaceae

4.6.8.1.3 Los manglares de Caldera.

Para la zona de Caldera, la especie más común es la Rhizophora mangle, pero se encuentran otras especies como Laguncularia racemosa, Pellicie ra rhizophorae, Avicennia germinans, Concarpus erec ta y el Hibiscus tiliaceus que, en algunas áreas es bastante abundante. No es raro encontrar densos ma torrales al borde del manglar, con vista al mar, muy invadidos por la leguminosa escandente y espinosa Caesalpinia crista, en asocio con la muy abundante gramínea Uniola Pittieri y con plantas rastreras que van fijando las arenas como es el caso de la Ipomoea pes-caprae y la Canavalia marítima.

4.7 La fauna de la zona (65)

4.7.1 Mamíferos con distribución natural en la zona de la carretera Villa Colón-Caldera.

N°	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
1	Zorro	Didelphis marsupialis etensis.	Harsupialia	Didelphidae
2		Chironectes panamensis panamensis goldman.	"	"
3		Philander opossum fuscogriseus (J.A. Allen)	"	"
4		Marmosa alstoni Alstoni (J.A. Allen)	"	"
5		Marmosa mexicana Zeledoni goldman	"	"
6	Ratón de agua	Caluromys derbianus pallidus (Thomas)		
7	Congo, mono negro	Alouatta villosa palliata (gray)	Primates	Cebidae

N°	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
8	Mono cariblanco	Cebus capucinus imitator Thomas	Primates	Cebidae
9	Tití	Saimiri örstedii Citrinellus Thomas	"	"
10	Mono colorado, mono	Ateles geoffroyi ornatus gray.	"	"
11	Oso hormiguero gran de oso real	Myrmecophaga Tridactyla Centralis Lyon	Edentata	Myrmecophagidae
12	Tamandua	Tamandua Tetradactyla Chiriquensis J.A.Allen	"	"
13	Angelito	Cyclopes didactylus dorsalis (Gray)	"	"
14	Perezoso	Bradipus griseus griseus (gray)	"	Bradypodidae
15	Perezoso	Choleepus hoffmani hoffmani Peters	"	"
16	Armado, armado de zopilote	Cabassous centralis (Miller)	"	Dasypodidae
17	Armado, cusuco	Dasypus novemcinctus fenestratus Peters	"	Dasypodidae
18	Conejo, conejo de monte	Sylvilagus brasiliensis dicei Harris	Lagomorpha	Leporidae
19	Conejo, conejo coliblanco	Sylvilagus floridanus costaricensis Harris	"	"
20	Ardilla	Sciurus variegatoides rigidus Peters	Rodentia	Sciuridae
21	Ardilla	a)Sciurus granatensis chiriquensis Bangs. b)Sciurus granatensis hoffman Peters.	"	"
22	Ardilla	a)Microsciurus alfari Alticola (goodwin) b)Microsciurus alfari browni (Bangs)	"	"
23	Puerco espín	Coendou mexicanus laenatus Thomas	"	Erethizontidae
24	Tepescuintle	Agouti paca virgatus Bangs	"	Dasyproctidae
25	Guatusa	a)Dasyprocta punctata punctata Gray b)Dasyprocta punctata underwoodi Goldman	"	"
26	Zorra gris	Urocyon cinereoargentens costaricensis Goodwin	Carnívora	Canidae

N°	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
27	Cocomistle	Bassariscus sumichrasti notinus Thomas	Carnívora	Procyonidae
28	Mapachín	Procyon lotor crassidens Hollister	"	"
29	Pizote	Nasua narica narica (Linnaeus)	"	"
30	Marta, osos mielero	Potos flavus Chiriquensis J.A.Allen	"	"
31		Bassaricyon gabbii richardsoni J.A. Allen	"	"
32	Comadreja	Mustela frenata costarricensis Goldman	"	Mustelidae
33	Tolomuco,Tejón	Eira barbara inserta (J.A. Allen)	"	"
34	Grisón, comadreja	Galictis Allamandi canaster Nelson	"	"
35	Zorrillo pinto	Spilogale augustifrons celeris Hall	"	"
36	Zorrillo	Conepatus semistriatus trichurus Thomas	"	"
37	Nutria, perro de agua	a)Lutra annectens mesopetes (cabrera) b)Lutra annectens repanda Goldman	"	"
38	Tigre, jaguar	Felis onca centralis Mearns o panthera onca centralis (Mearns)	"	Felidae
39	León	Felis concolor costaricensis Merriam	"	"
40	Manigordo, ocelote	Felis pardalis mearnsi J.A. Allen	"	"
41	Caucel	Felis wiedii nicaraguae (J.A. Allen)	"	"
42	Caucel	Felis tigrina oncilla Thomas	"	"
43	Yaguarundi, León	Felis yaguarundi panamensis. J.A. Allen	"	"
44	Danta, danto	Tapirus Bairdii (Gill)	Perissodactyla	Tapiridae
45	Chancho de monte	Tayassu Tajacu crusnigrum Bangs	Artiodactyla	Tayassuidae
46	Cariblanco	Tayassu pecari spiradens Goldman	Artiodactyla	"
47	Venado, venado coliblanco	Odocoileus virginianus truei Merriam	"	Cervidae
48	Cabro, cabro de monte, venadito rojo.	Mazama americana cerasina Hollister.		

4.7.2 Reptiles con distribución natural en la zona de la carretera Villa Colón-Caldera.

N°	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
1	Caimán, lagarto	Caiman fuscus	Crocodilia	Crocodilidae
2	Cocodrilo, guajipal	Crocodylus acutus	"	"
3	Iguana	Iguana iguana rhinolopha Wiegman Iguana iguana iguana linnaeus	Squamata (sub-orden Lacertilia)	Iguanidae
4.	Garrobo	Cyenosaura similis similis Gray	Squamata (sub-orden Lacertilia)	Iguanidae
5	Boa, beker	Constrictor constrictor imperator (Dandin)	Squamata (Sub-orden Serpentes)	Boidae
		Serpientes		
6.	Culebra de mar	Pelamis bicolor		
7.	Coral	Elaps fulvius		
8.	Coral	Micrurus fulvius		
9.	Gargantilla	Elaps mipartitus		
10.	Coral (inofensiva)	Erythrolamprusaescolapil		
11.	Coral (inofensiva)	Pseudoboa petola		
12.	Coral (inofensiva)	Sibynophis venutissimus		
13.	Coral (inofensiva)	Oxyrhopus sp.		
14.	Culebra de sangre (inofensiva)	Elapomorphus adulto o spilates recien nacidos		
15.	Cascabela muda	Lachesis muta		
16.	Cascabela	Crotalus terrificus		
17.	Terciopelo	Bothrops atrox		
18.	Mano de piedra	Bothrops nummifera		

Nº	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
19.	Toboba chinga	Bothrops Lansbergi		
20.	Tamaba	Bothrops nasuta		
		Bothrops Brachystoma		
		Bothrops ophryomegas		
21.	Bocaracá	Bothrops Schlegelu		
22.	Víbora de árbol	Bothrops nigroviridis		
23.	Culebra lora	Bothrops lateralis		

4.7.3 Aves observadas en la zona de la Carretera Villa Colón-Caldera. Area Jesús María.

Amazona autumnalis	Psittacidae
Bubulcus ibis	Ardeidae
Calocitta formosa	Carvidae
Casmerodius albus	Ardeidae
Cathartes aura	Cathartidae
Centurus hoffmannii	Picidae
Chiroxiphia linearis	Pipridae
Chloroceryle amazona	Aleedinidae
Celumbina passerina	Columbidae
Coragyps atratus	Cathartidae
Crotophaga sulicrostris	Cuculidae
Dryocopus lineatrus	Picidae
Eumomota superciliosa	Momotidae
Fregata magnificens	Fregatidae
Herpetotheres cachinnans	Falconidae
Leptotila verreauxi	Columbidae

Leucopternis albicollis	Accipitridae
Myrmecisa immaculata	Formicariidae
Phloeoceastes guatemalensis	Picidae
Piaya cayana	Cuculidae
Psilorhinus morio	Corridae
Thamnophilus doliatus	Formicariidae
Thraupis episcopus	Thraupidae
Thraupis palmarun	Thraupidae
Thryothorus pleurostictus	Troglodytidae
Trogon violaceus	Trogonidae
Pelecanus occidentalis	Pelecanidae
Charadrius spp	Charadriidae
Cataptrophorus semipalmatus	Scolopacidae
Calidris spp	Scolopacidae

Area "El Rodeo"

Nombre común	Nombre científico	
Gavilán		Accipitridae
Zopilote	Coragyps atratus	Cathartidae
Tijo	Crotophaga sulcirostris	
Perico	Brotogeris jugularis	Psittaridae
Paloma	Leptolila verreauxi	Columbidae
Bobo-chiso	Piaya cayana	Cuculidae
Bobo	Momotus momota	Momotidae
Carpintero	Centurus hoffmannii	Picidae
Soterré	Troglodytes musculus	Troglodytidae
Mirlo	Hylocichla ustulata	Turdidae

Nombre común	Nombre científico	
Gallito	Tiaris olivacea	Fringillidae
Vireo	Vireo olivaceus	Vireonidae
Yiguirro	Turdus gray	Turdidae
Tanagra	Piranga olivacea	Thraupidae
Piapia	Psilorhinus morio	Corvidae

4.7.4 Peces de agua dulce de la Vertiente del Pacífico (12)

Pristis perotteti	Pristidae
Rhamvia godmani	Pimelodidae
Rhamvia heteracanta	"
Rhamvia nasuta	"
Rhamvia rogersi	"
Rhamvia underwoodi	"
Rhamvia wagneri	"
Pimelodella chagresi	"
Pygidium septentrionale	Pygidiidae
Pygidium striatum	"
Hypostomus plecostomus	Loricarriidae
Astyanax albeolus	Characidae
Astyanax reganiw	"
Brycon striatulus	Characidae
Bryconamericus emperador	"
Compsura gorganae	"
Gephyrocharax intermedius	"

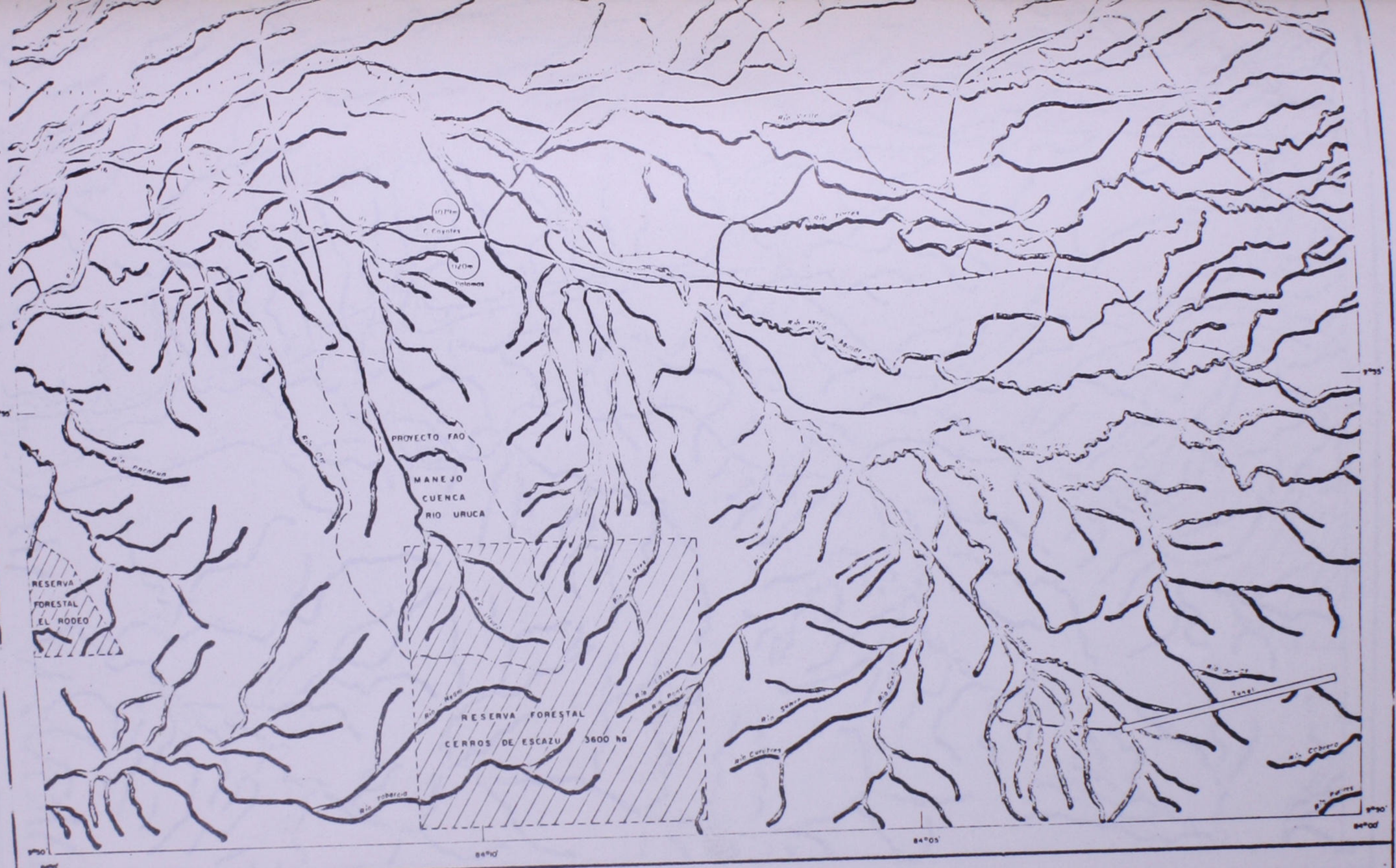
Hyphessobrycon savagei	Characidae
Pseudocheirodon terrabae	"
Roeboides guatemalensis	"
Roeboides salvadoris	"
Hoplias microlepis	Erythrinidae
Piabucina boruca	Lebiasinidae
Curimata magdalenae	Curimatidae
Gymnotus cylindricus	Gymnotidae
Pseudophallus starksi	Syngnathidae
Sygnathus elcapitanense	"
Alfaro cultratus	Poeciliidae
Brachyrhaphis rhabdophora	"
Brachyraphis terrabensis	"
Phallichthys amates	"
Poecilia reticulata	"
Poecilia sphenops	"
Poeciliopsis paucimaculata	"
Poeciliopsis retropinna	"
Poeciliopsis turrubarensis	"
Priapichthys annectens	"
Oxyzygonectes dovii	Cyprinodontidae
Rivulus hildebrandi	"
Rivulus ithmensis	"
Synbranchus marmoratus	Synbranchidae
Aequidens coeruleopunctatus	Cichlidae
Cichlasoma alfari	"
Cichlasoma dovii	"

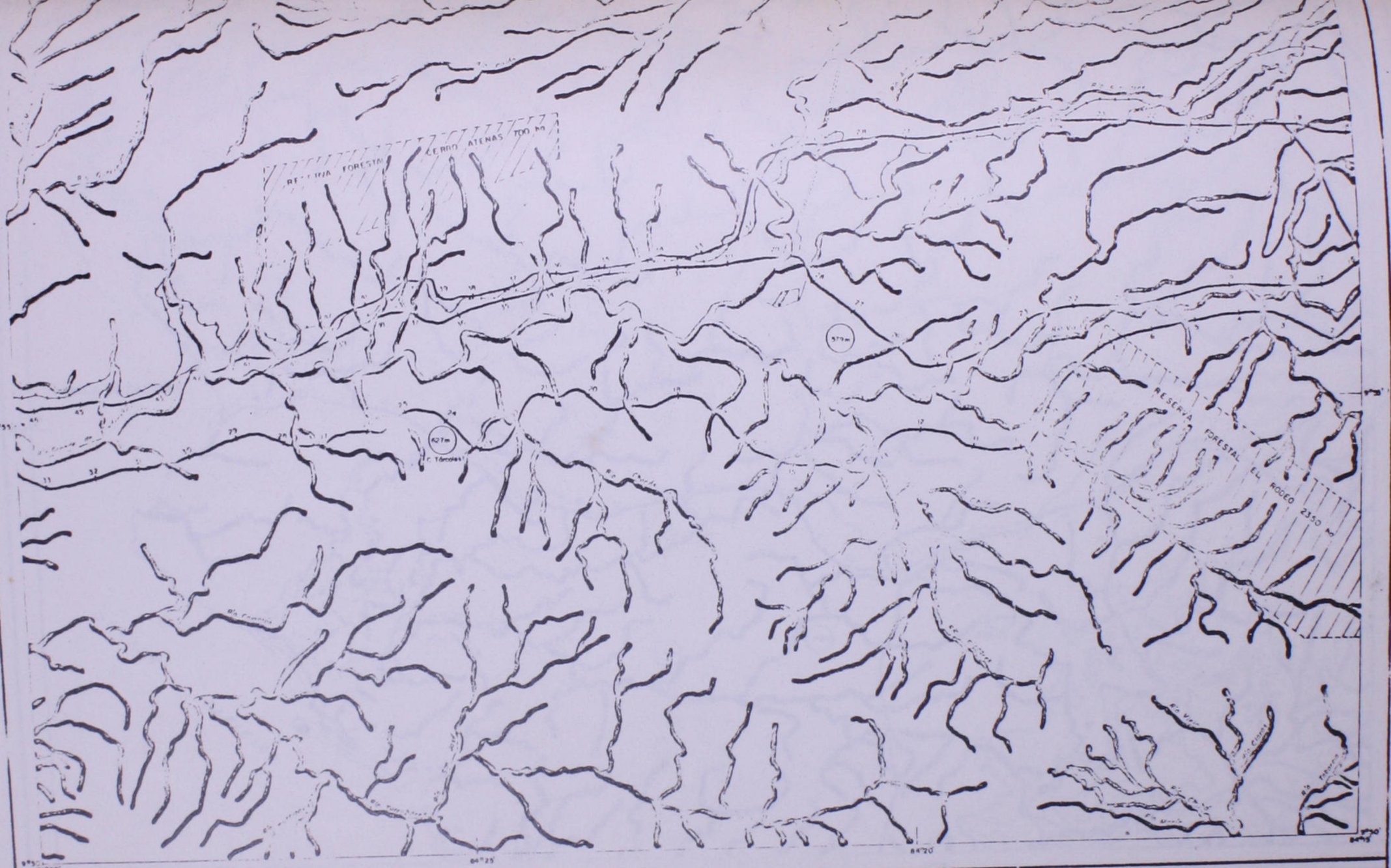
Cichlasoma altifrons	Cichlidae
Cichlasoma longmanus	"
Cichlasoma nigrofasciatum	"
Cichlasoma rostratum	"
Cichlasoma sieboldii	"
Cichlasoma spilurum	"
Cichlasoma terrabae	"
Agonostomus monticola	Mugilidae
Centropomus pectinatus	Centropomidae
Centropomus robalito	"
Pomadasys bayanus	Pomadasyidae
Lutjanus argentiventris	Lutjanidae
Diapterus brevimanus	Gerridae
Eucinostomus californiensis	"
Awaous transandeanus	Gobiidae
Gobionellus saggitula	"
Sicydium pittieri	"
Dormitator latifrons	Eleotridae
Eleotris picta	"
Gobiomorus maculatus	"
Hemieleotris latifasciatus	"
Trinectisffonsecensis	Soleidae
Gobiesox potamius	Gobiesocidae
Lepisosteus tropicus	Lepisosteidae
Arius evermanni	"
Carassius auratus	Cyprinidae
Bryconamericus terrabensis	Characinidae

Gymnotus carapo	Gymnotidae
Salmo gairdneri	Salmonidae
Haplochilus dovii	Poeciliidae
Anableps dovii	"
Priapichthys turrubarensis	"
Priapichthys olomina	"
Mollienisia sphenops	"
Joturus pichardi	Mugilidae
Neomaensis argentiventris	Luthanidae
Caranx latus	Carangidae
Gerres brevimanus	Liognathidae
Encinostomus californiensis	Liognathidae
Cichlasoma lethrinus	Cichlidae
Cichlasoma underwoodi	"
Cichlasoma punctatum	"
Tipapia melanopleura	"
Gobiomorus maculatus	Gobiidae
Eleotris macrolepus	"
Gobiexox costaricensis	Gobiesocidae

4.8 Reservas forestales existentes y recomendados (Mapa 30, 31, 32)

Apéndice.


PROYECTO FAO
MANEJO
CUENCA
RIO URUCA
RESERVA
FORESTAL
EL RODEO
RESERVA FORESTAL
CERROS DE ESCAZU 3600 ha
Río Tabarcia
Río Tarrazú
Río Cuadrado
Río Pinto
Río Negro
Río Cuevitas
Río Cabrero
Río Parrita
Río Pirrís
Río Grande de Tarrazú
Río Grande de Térraba
Río Chirripó
Río Pacuare
Río Reventazón
Río Sucio
Río Toro
Río Virilla
Río Tiribí
Río Torres
Río Purires
Río Grande de Orosi
Río Macho
Río Navarro
Río Birrisito
Río Coris
Río Jorco
Río Chiz
Río Pejibaye
Río Parismina
Río Tuis



Mapa 31

HOJA RIO GRANDE

CUENCAS HIDROGRAFICAS, RESERVAS FORESTALES Y RESERVAS BIOLOGICAS

LEYENDA

- Carretera en proyección
- Ferrocarril
- Ríos y quebradas (Reserva biológica)
- 295m Mojones naturales

Aprobó : W. Albertin
Dibujó : Emilio Ortiz C.
Escala 1:50.000
Fecha : Diciembre 1978

BAHIA DE CALDERA

OCEANO PACIFICO

Mapa 32

HOJA BARRANCA

CUENCAS HIDROGRAFICAS, RESERVAS FORESTALES Y RESERVAS BIOLOGICAS

LEYENDA

- Carretera en proyección
- Ferrocarril
- Ríos y quebradas (Res. biol.)
- Manglares (Res. biol.)
- Aprobó : W. Albertin
- Dibujó : Emilio Ortiz C.
- Escala 1:50000
- Fecha : Diciembre 1978
- Presa del ICE (Res. biol.)
- 295m Mojones naturales