



35730

SUBPROYECTO 1: USO DEL SUELO - FACTORES DE RIESGO
GEOLOGICO Y DETERMINACION DE CUENCAS
Y MICROCUENCAS

EXPERTO : Dr. en Geología LUIS SUAYTER

COLABORADOR PRINCIPAL : Geólogo JUAN PEDRO MORENO

DIBUJANTE TECNICO : FERNANDO LACOSEGLIAZ

DACTILOGRAFO : HUGO JOSE SARTORI

P L A N D E T R A B A J O

1. RECOPILACION DE ANTECEDENTES

1.1 Confección de cartografía básica con información geológica y geomorfológica.

1.2 Caracterización Geográfica Provincial

Zonificación geomorfológica. Areas con deterioro o riesgo geológico. Zonificación del suelo según usos productivos.

Relac con

0/X12
532

H 1112
7310
F. 2111
H 11241

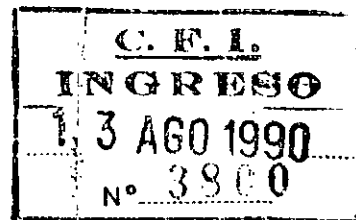
I

I N D I C E

- DIAGNOSTICO GLOBAL DE LA PROVINCIA	Pág. 4 - 29
- GEOLOGIA	Pág. 30 - 74
- UNIDADES FISIOGRAFICAS	Pág. 75 - 82
- GEOMORFOLOGIA	Pág. 82 - 88
- ZONIFICACION GENERAL DE RIESGO GEOLOGICO	Pág. 89 - 99
- ZONIFICACION SISMICA DE LA PCIA. DE TUCUMAN	Pág. 100 - 112
BABASE PARA EL ESTABLECIMIENTO AGROGEOLOGICO - DE LA REGION (Zonificación)	Pág. 113 - 187

San Miguel de Tucumán, Agosto 10 de 1990.-

Al Señor Secretario General del
Consejo Federal de Inversiones
Ing. Juan José CIACERA
San Martín N° 871
1.004 - Buenos Aires.-



Tengo el agrado de dirigirme a Ud., a fin de
varle el primer informe parcial, del SUBPROYECTO : USO DEL SUELO --
FACTORES DE RIESGO GEOLOGICO Y DETERMINACION DE CUENCAS Y MICROCUENCAS

Sin otro particular, hago propicia la oportu-
dad, para saludar a Ud., con mi más distinguida consideración.


Luis Suarez

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

El presente informe es una recopilación, como también, una elaboración propia actualizada de los principales trabajos geológicos, geomorfológicos, agrológicos e hidrológicos elaborados por distinguidos profesionales.

Los estudios base consultados, de los cuales se tomaron los principales conceptos, en algunos, en otros las modificaciones necesarias, juntamente con las ideas propias de cada tema, fundada en haber trabajado durante más de 20 años en la provincia, fueron los siguientes:

1. "DIAGNOSTICO MINERO DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN" 1985
Autores: R. Sarudiansky, L. Suayter, R. Gaillardou, B. Rodriguez, J. Zabala. Edti. Consejo Federal de Inversiones.
2. "INTRODUCCION A LA GEOLOGIA DE TUCUMAN". Rep. Argentina 1972.
Autores: R. Mon y A. Urdaneta. Edit. Revista de la Asociación Geológica Argentina.
3. "GEOLOGIA DE TUCUMAN". 1984. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas.

Temas Consultados

- a) GEOLOGIA ESTRUCTURAL: Luis Suayter
- b) GEOMORFOLOGIA : Sayago, Ratto y Collante.
- c) HIDROGEOLOGIA : Alfredo Tineo

4. "RELACIONES ENTRE LA SISMICIDAD Y TECTONICA DEL NORTE ARGENTINO ENTRE LOS PARALELOS 22° y 28° DE LATITUD SUR Y LOS MERIDIANOS 64° y 68° DE LONGITUD OESTE" 1984.
Autor : Luis Suayter. Tesis Doctoral. Inédita. Facultad de Ciencias Naturales. U.N.T.
5. "ZONIFICACION SISMICA DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN" 1987.
Autores: L. Suayter y R. Linares. Actas del Décimo Congreso Geológico Argentino. Tomo I.
6. "MAPA GEOTECNICO DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN-ESCALA 1:200.000" - 1988.
Autor : L. Suayter. Inédito. (Revisado por la Asociación de Geología Aplicada a la Ingeniería, y aprobado).
7. "PLAN TRIENAL PARA LA RECUPERACION DE TUCUMAN". 1974. Tomo I. Diagnóstico Global. Secretaría de Planeamiento de la Provincia.
8. "TUCUMAN EN CIFRAS". 1980. Tomo I y II. Dirección de Estadística de la Provincia.
9. "ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL AREA A SERVIRSE PARA EL DIQUE - EL CADILLAL"
Primera Etapa. Informe General. Italconsult Argentina. C.F.I. Marzo 1966.
10. "BOSQUEJO AGROLOGICO DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN". 1985.
Autores: R.M. Zuccardi y G.S. Fadda. Miscelanea N.86.
Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán.

11. "TRAMA GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DE LA LLANURA TUCUMANA". 1989.
Autor : Luis Suayter. Inédito. CONICET y Dirección Provincial de Minería.
12. "SOBRE LA COLMATACION DEL DIQUE EL CADILLAL, PROVINCIA DE - TUCUMAN". 1986.
Autores: Linares, R. y Suayter, L. Revista "Arquitectura y Construcción". N. 52. Tucumán.
13. "EFECTOS DE LA CRECIDA DEL RIO FAMAILLA SOBRE LA POBLACION - HOMONIMA".
Autores: Toscano, V. y Suayter, L. Revista "Arquitectura y Construcción". N. 68. Tucumán.

ANALISIS SOCIO ECONOMICO DE TUCUMAN

Introducción

La provincia de Tucumán forma parte de la Región Noroeste del país, justamente con Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja, con las que integra una unidad regional.

Tucumán se destaca dentro de la región como la provincia que tiene más recursos potenciales (naturales, humanos y tecnológicos). Es además la provincia más densamente poblada, con mayor disponibilidad de agua, cultivos, potencial hidroeléctrico y de mayor concentración industrial por unidad de superficie.

Ya a comienzo del siglo pasado, como un reconocimiento a su importancia. Tucumán fué elegida como sede del Congreso que habría de consolidar definitivamente la independencia del país. Esa elección respondió al papel singular que tenía Tucumán dentro del concierto de las provincias argentinas, por ser centro de la región más próspera del país, paso obligado de comunicaciones y heredera de un rico acervo cultural e histórico.

El desarrollo posterior de la actividad económica benefició exclusivamente al puerto de Buenos Aires, reduciendo las posibilidades de expansión de las economías provinciales y su participación en el quehacer nacional. Paulatinamente fueron desapareciendo las industrias del interior que proveían al mercado nacional de productos textiles, madera, trigo y harina. Lograron subsistir industrias como la azucarera que aprovechando los medios que la tecnología le proporcionaba

alcanzó un desarrollo considerable, pero que también, por su gravitación sobre la economía provincial, llegaría después a convertirse en fuente de agudos desniveles socio-económicos.

Una industria que está adquiriendo importancia en la provincia es la cítrica, cuyos productos son destinados totalmente a la exportación. Acontece lo mismo con la actividad tabacalera.

Con numerosas dificultades que traban su desarrollo, Tucumán sigue siendo tierra de monocultivo y la industria azucarera continúa gravitando esencialmente en el desarrollo provincial.

La singular estructura socio-económica de la provincia refleja la coexistencia de dos áreas de muy distinto potencial. Una de ellas, comprende la parte central del territorio; allí está concentrada la actividad económica con su correspondiente infraestructura. La otra, marginal, tiene graves problemas de consumo y desocupación.

Estructura productiva:

Podemos dividirla en tres sectores:

- 1º) Sector primario (agropecuaria, minero y forestal)
- 2º) Sector secundario (industria manufacturera y construcción)
- 3º) Sector terciario (Gobierno, comercio y servicios)

En este trabajo de diagnóstico global se considerará únicamente las características de los sectores primario y secundario.

Sector primario

Desde 1959 hasta la actualidad este sector genera el 30 % aproximadamente del producto bruto interno de Tucumán. Sufre frecuentes altibajos y su crecimiento en el largo plazo es muy escaso.

Agricultura

Constituye en forma casi exclusiva el sector primario, produciendo el 90 % de su valor agregado.

La importancia de esta actividad se manifiesta a través de los siguientes indicadores:

- a) Produce el 3% del total nacional y el 30% del NOA. en conjunto.
- b) En valor agregado representa el 30% del PBI provincial, con tendencia a disminuir por la fuerte crisis que soporta la actividad azucarera.
- c) Ocupa el 30% aproximadamente, de la mano de obra disponible en la provincia. Para el conjunto del país dicho valor se reduce al 17%.

La agricultura tucuman está dedicada casi exclusivamente a producir caña de azúcar. Como consecuencia de la crisis que afecta a esta producción el valor agregado que genera está en marcado descenso. Señala el economista D. Medina que entre 1976 a 1986 dicho valor tuvo una disminución del 35% y la participación en el PBI total de la provincia se redujo a menos de la mitad de su contribución, que en 1976 era de 32%.

A pesar de la situación negativa que reflejan estas cifras y el proceso de diversificación agropecuaria que se está desarrollando activamente en la provincia, la agro-industria azucarera tiene una importancia primordial y determina la evolución del sector.

Han adquirido importancia la citricultura y el cultivo de hortalizas que genera el 9,60% y el 12,3%, respectivamente del valor agregado. Con el fin de diversificar la actividad se promovió otros cultivos, como tabaco, sorgo, soja, etc., que pese a su reducida participación en el valor agregado, 4,51% tuvieron un significativo desarrollo.

Cabe señalar que si bien los cultivos no azucareros no tienen aún gran relevancia en el contexto de la economía provincial, existen algunos como el limón, del que Tucumán es el principal productor nacional con el 80% del total del país y la soja, con el 20% de la producción argentina.

La provincia de Tucumán, ha experimentado en los últimos años un considerable aumento en la superficie cultivada a expensas de las tierras ocupadas antiguamente por el bosque chaqueño occidental. Posibilitó esa transformación un aumento cíclico de las lluvias en áreas normalmente subhúmeda y semiáridas, en general poco aptas para la agricultura. Es probable que esta bonanza climática no se mantenga y que retorne la semiaridez crónica en el área.

Este cambio se ha producido en el área este de la provincia abarcando las llanuras onduladaso chaco-pampeana y la deprimida. El clima del área es subtropical seco-húmedo, con marcado contraste estacional y

precipitaciones irregularmente distribuidas durante el año. El ciclo climático que se inició en 1950 y se extiende hasta la actualidad produjo el desplazamiento de las isohietas hacia el este y motivó la expansión de la agricultura en esa dirección

A la variabilidad climática de la región se suma una alta erodabilidad de los suelos que tienen un pobre desarrollo pedogenético, un elevado porcentaje de materiales loessicos y un relieve formado por pendientes suave pero extensas. Resumiendo, la susceptibilidad a la erosión de las lluvias y otros agentes erosivos configuran un cuadro de elevada labilidad ambiental y cuyo equilibrio dependía de la protección que brindaba el bosque chaqueño occidental. Su eliminación ha intensificado la erosión de los suelos, provocando aumento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones con correlativa salinización de los sectores deprimidos. Esto causa la disminución de los rendimientos agrícolas, especialmente cuando no se trabaja con criterio conservacionista.

Cuantificando lo anunciado, en solo 8 años se expandió un 38 % las áreas cultivadas en el este tucumano, aunque el riesgo de deterioro de las tierras desmontadas es muy grande.

La agricultura tucumana enfrenta situaciones adversas que condicionan su desarrollo. Las principales son:

- a) Existencia histórica de dos estructuras socio-económicas de características completamente distintas: la predominante está vinculada a la actividad azucarera, condiciona el grueso de la economía provincial. La otra, que comprende el resto de las actividades agrarias, está supeditada a la primera.
- b) Una insuficiente diversificación, resultado de la situación descrita en el párrafo anterior, que resulta de la mayor rentabilidad de la caña de azúcar.
- c) Elevado el número de minifundistas. De un total de 18.000 cañeros, 11.000 trabajan fincas de extensión inferior a 10 hectáreas, cuyo conjunto representa el 30% de la superficie total cultivada con caña de azúcar.
- d) A pesar de que la caña es uno de los cultivos que demanda mayor cantidad de jornadas/hombres por hectárea, que se retribuyen con 10 millones de jornales, se está reduciendo la cantidad de mano de obra ocupada como consecuencia no deseada del avance tecnológico de los cultivos. Esto ha acelerado el proceso de migración del campo y acentuado la demanda de servicios sociales e influidos en el crecimiento de las villas de emergencia.
- e) Discontinuidad de las labores con la consiguiente demanda de mano de obra concentrada en cortos períodos de tiempo. La zafra, principal proveedora de trabajo temporario, tiene una duración que no supera los seis meses, en condiciones favorables.

- f) Problemas de comercialización y dificultades para obtener créditos de desarrollo. Los agricultores, especialmente los de menores recursos tienen serias dificultades para comercializar su producción, adquirir equipos e insumos y obtener créditos bancarios. En este sentido, un considerable número de productores no puede obtener el apoyo necesario para eficientizar sus actividades por carecer de títulos de propiedad, de garantía acorde a las exigencias bancarias y de información sobre la disponibilidad y tramitación de los préstamos.

Frecuentemente el productor no recibe información sobre las características del mercado y se ve obligado a recurrir a intermediarios que complican el proceso de venta, encarecen el producto y retienen gran parte de los beneficios.

- g) La estructura física disponible no es la adecuada a satisfacer los requerimientos de agricultores e industriales que necesitan una comunicación ágil y económica con los grandes mercados. La crisis que agobia al país ha causado el abandono de la red vial y ferroviaria, que tienen actualmente muy poco desarrollo y donde se hace muy poco mantenimiento de la estructura existente.
- h) Inestabilidad de la política agraria nacional. Se pone de manifiesto con mucha frecuencia la falta de programación a largo y mediano plazo y cuando ésta existe no se adecua a los requerimientos provinciales y/o regionales. Esta situación somete a la actividad agropecuaria a políticas coyunturales que frecuentemente no son comprendidas ni compartidas por los agricultores y que promueven crisis económicas y sociales que afectan al campo. Tal es el caso de la fuerte restricción a que se sometió la industria azucarera en 1966, causando el cierre de 11 ingenios, y la intensa perturbación que ha causado la autorización de importación de azúcar brasileña re-

suelta por el gobierno nacional.

De acuerdo al Protocolo 22 de integración económica con Brasil, dicho producto podría ingresar ya en el mes de Setiembre, pagando aranceles reducidos que en 1994 se anularían. Dirigentes políticos y empresarios sostienen que estos acuerdos no favorecen al país en el corto plazo, siendo mayor la desventaja para el NOA y otras regiones argentinas ajenas al puerto. Por la aplicación de dichos convenios Tucumán perdería más de 13.000.000 de jornales por año además de un patrimonio de 200.000 hectáreas de cañaverales y 16 ingenios y destilerías valuados en 600.000.000 de dólares. Con solo disminuir el 20% de la molienda el producto bruto general de la provincia desdendería 13,4 %.

Los mismos dirigentes sostienen que la integración con Brasil debe hacerse con equilibrio, gradualidad, flexibilidad y simetría, como lo establece el tratado. Esto no podrá cumplirse si el azúcar brasileña vale menos que la argentina. En ese sentido existe información de que Brasil se propone vender el kilogramo de azúcar a - 25 centacos de dólar en el mercado internacional en dos años más. Esto es posible por los bajísimos costos laborales y energéticos, la ausencia de cargas previsionales y los créditos blandos de que goza esa industria.

Completando el panorama negativo los últimos datos internacionales, específicamente el tercer estimado de producción 1989/90 de F. C. Licht sobre Brasil, informan que el azúcar elaborada en ese período estaría en el orden de 8.247.400 toneladas, de las que se usarían 6.200.000 para consumo interno, quedando cerca de 2.000.000 para exportación. Restando lo que Brasil destina a la cuota de EE. UU, quedaría un saldo exportable de 1.500.000 toneladas, es decir

520.000 más del volúmen en que se estableció nuestro cupo nacional azucarero. Disponiendo de este saldo exportable Brasil se verá urgido a vender el mercado internacional si no aumenta el consumo interno o no se incrementa el volúmen de caña destinado a elaboración de alcohol, reduciendo la fabricación de azúcar, ingresando al país un cuarto volúmen exportable se produciría la bancarrota de la industria local.

Comprendiendo la gravedad de la situación se formó el Frente de Defensa de la Economía Tucumana integrado por representantes de los distintos factores interesados y presidido por el Gobierno.

- i) La gran distancia existente entre Tucumán y Buenos Aires, principal mercado y puerto del país, y el fuerte incremento en los valores de insumos y servicios producido a principios de este año, configuran un panorama muy sombrío para los productores que comercializan o exportan por medio de esa plaza. Se cita como ejemplo que el flete por tonelada desde Tucumán a Buenos Aires subió de 25 a 42 dólares.

Un aspecto positivo del acelerado proceso de integración argentino brasileño y el interés de Chile por vincularse al mismo en que se abren nuevas vías de comunicación y posibilidades comerciales ajenas al puerto bonaerense, tanto para Tucumán como para todo el NOA. La habilitación de los pasos andinos de San Francisco y de Sico y la futura integración ferroviaria con el sur del Perú y el puerto de Matarani sobre el Océano Pacífico, más la línea ferroviaria Salta-Antofagasta, posibilitarán un intenso comercio con los puertos de EE.UU y de Asia situados sobre el Océano Pacífico y alumbrarán nuevas alternativas de cooperación e integración con Chile, Bolivia y Perú.

La interconexión ferroviaria existente entre el NOA y Brasil, vía Santa Cruz de la Sierra, el ser usada plenamente, junto con el desarrollo de una ruta interoceánica que una los puertos chilenos con Brasil, atravesando el paso de San Francisco y el NOA, sacará a esta región del aislamiento mediterráneo en que actualmente se encuentra.

- j) Insuficiente integración agro-industrial. La mayor parte de la producción perecedera debe destinarse al consumo interno por carencia de las plantas industrializadoras necesarias.
- k) Educación y apoyo técnicos insuficientes. El sistema educativo vigente no es adecuado a las necesidades de una provincia esencialmente agrícola. El sector público generalmente no presta la asistencia que el productor agrícola pregresista requiere.
- l) Bajo nivel productivo y elevados costos de producción. La reciente apertura del mercado obliga a la agro-industria azucarera a lograr condiciones de competitividad. Para ello debe mejorar su productividad y reducir los costos. Actualmente se mantiene producciones de 4.000 kgs/ha. y aún menores, con costos que superan los 20 dólares por toneladas de caña. La tecnología moderna aplicada a cultivos comerciales permite rendimientos de 8.000 y aún 10.000 - kgs/ha. de azúcar, con costos cercanos a los 12 dólares/hectáreas. Estos rendimientos se alcanzan con variedades de caña adecuada y realizando en el cañaveral las labores que la técnica aconseja. El incumplimiento de elementales normas de cosecha es causa de que un elevado porcentaje del azúcar producido en el campo se pierde por un deficiente manejo postcosecha. Algunos investigadores estiman que en algunos casos extremos esta pérdida llega al 50%.

- 11) El área sultivada no ha tenido incremento significativo en la provincia en los últimos años, salvo una faja situada en el sector oriental, limitrofe con Santiago del Estero y algunos sectores de los Calles Calchaquíes. En consecuencia, su extensión es casi la misma del período 1960/1983.

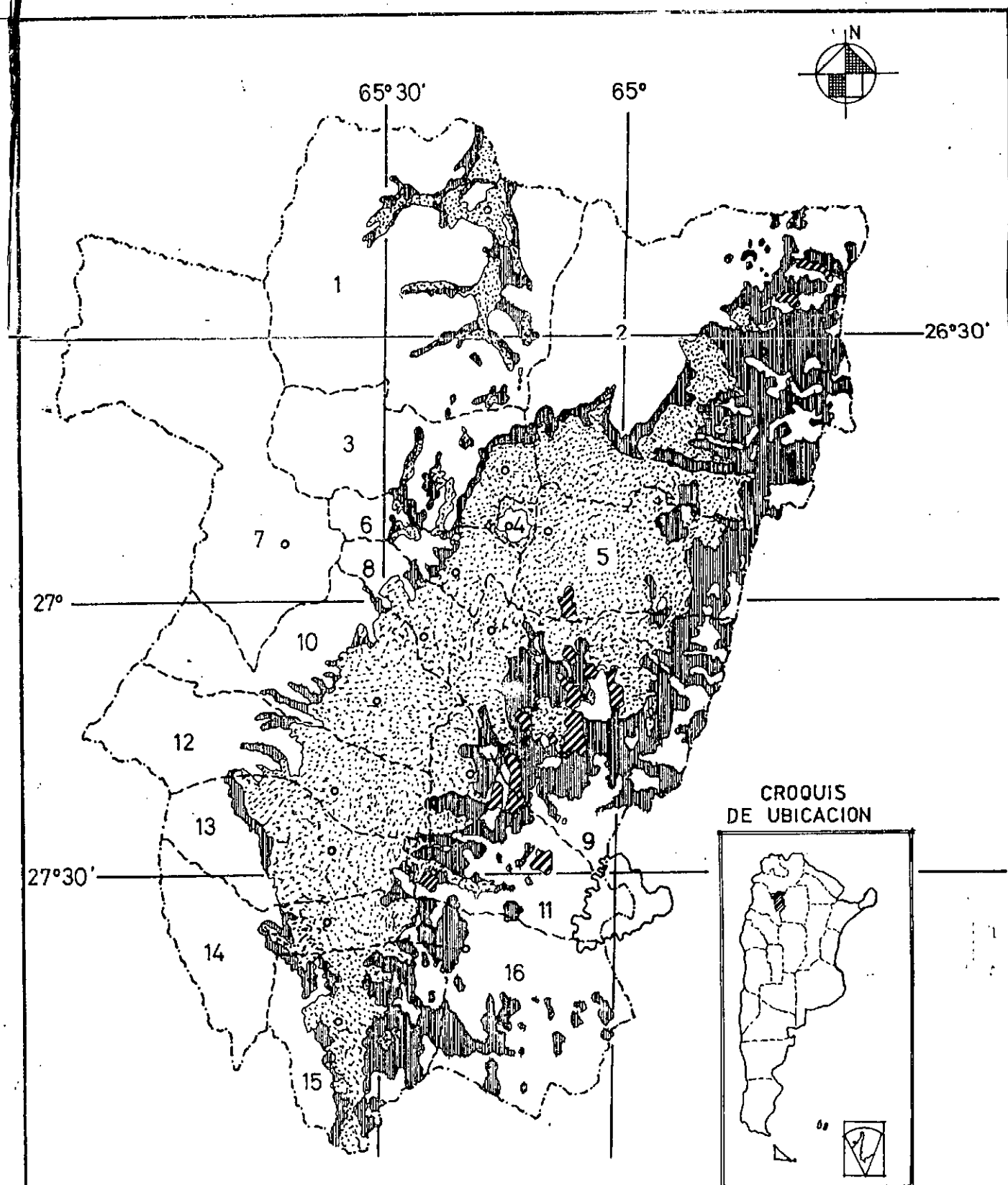
Muchos campos labrados sin criterio conservacionista evidencia un gradual y sostenido avance de la erosión y salinización de los suelos, que se patentiza en la disminución de los rendimientos de los cultivos y, en los casos extremos, en el afloramiento de los horizontes inferiores. En la llanura deprimida existen numerosos bajos topograficos en que se concentra el que de origen pluvial o de desborde de los ríos por carecer de un adecuado drenaje. Allí se producen afloroscencias salinas.

Como consecuencia de lo expuesto, 110.000 hectáreas de tierras agrícolas ya están erodadas, 40.000 de ellas en forma severa y grave.

CUADRO N° 1

C U A D R O N° 1

DEPARTAMENTO	AÑO 1973 (Has)		AÑO 1981 (Has)		AMPLIACION (Has)		AMPLIACION (%)	
La Cocha	47.200	"	74.600	"	27.400	"	58,05	"
J. B. Alberdi	29.600	"	30.300	"	700	"	2,36	"
Graneros	1.800	"	29.500	"	27.700	"	1.638,8	"
Río Chico	55.600	"	56.800	"	1.200	"	2,16	"
Chicligasta	47.800	"	50.600	"	2.800	"	5,86	"
Monteros	59.000	"	66.400	"	7.400	"	12,54	"
Simoca	34.400	"	49.700	"	15.300	"	44,48	"
Famaillá	22.200	"	24.100	"	1.900	"	8,56	"
Leales	94.400	"	151.000	"	56.600	"	59,96	"
Cruz Alta	88.400	"	104.700	"	16.300	"	18,44	"
Tafí Viejo	26.600	"	30.000	"	3.400	"	12,78	"
Trancas	40.800	"	50.500	"	9.700	"	23,77	"
Burruyacu	95.800	"	177.100	"	81.300	"	84,86	"
Total	669.500	"	924.200	"	254.100	"	38,04	"



REFERENCIAS

- 1- Trancas
- 2- Burruyacó
- 3- Tatí Viejo
- 4- Capital
- 5- Cruz Alta
- 6- Lules
- 7- Tatí del Valle
- 8- Famallá

- 9 - Leales
- 10- Monteros
- 11 - Simoca
- 12- Chicligasta
- 13- Rio Chico
- 14- J. B. Alberdi
- 15- La Cocha
- 16- Graneros

- Area cultivada hasta 1973
- Ampliacion area cultivada 1973-1981
- Reduccion area cultivada 1973-1981
- Limite interprovincial
- Limite interdepartamental
- Cabecera de departamento

SÉGUN : GUIDO-SAYAGO

-Expansion del area cultivada en el Este tucumano durante
el periodo 1973 - 1981

Ganadería

La actividad pecuaria complementa lo que definimos como sector primario de producción. La ganadería, primordialmente vacuna, está orientada a la producción de leche y en segundo lugar de carne. En el Departamento de Trancas se encuentran casi todos los tambos; su producción satisface las necesidades provinciales. La cría de ganado para consumo es de poca significación, abasteciéndose a la población con hacienda foránea.

Minería

La actividad minera está dedicada fundamentalmente a la extracción e industrialización de rocas de aplicación (áridos para la construcción, arcillas plásticas para la fabricación de cerámica roja, etc.), actividad que en conjunto supera el 90% del total minero provincial. En menor escala se extrae e industrializa yeso y calcáreo oolítico, mica y sal de mesa a partir de salmueras subterráneas.

Es escasa la contribución del sector minero a la economía provincial, como lo reflejan los siguientes índices:

- Participa en el Producto Bruto Interno en niveles que oscilan entre el 0,1% y el 0,3%, aproximadamente.
- La producción provincial representa un 5%, menos del 1% del valor total de la producción y menos del 0,3 % del volumen total del país.
- No se puede evaluar el nivel de ocupación y productividad de la mano de obra, debido a que no está dedicada exclusivamente a labores mineras. En 1982 había 680 personas afectadas a estas tareas, que representaban el 2,3% del total del país. De este conjunto el 74 % estaba dedicado a la extracción y elaboración de arcillas plásticas,

yeso y áridos.

Los mayores valores de producción corresponden a áridos para la construcción (arena, ripio, cantos rodados, etc.) que son extraído de las márgenes del río Salí y sus afluentes, una empresa del medio realiza una importante actividad en cantera seca, con una moderna planta de clasificación ubicada en la zona de La Reducción. Produce piedras trituradas que se utilizan en la fabricación de viguetas y material pretensado y también en afirmado de caminos, vías férreas, etc. La producción de estos minerales supera el millón de toneladas.

El segundo nivel de producción lo ocupan las arcillas plásticas utilizadas en la fabricación de materiales cerámicos, con tonelajes anuales que varían entre 295.000 en 1979 y 97.000 en 1988. La producción y elaboración de estos minerales se hace en los alrededores de la ciudad capital.

En la zona de El Timbó se produce sal de mesa a partir de salmueras extraídas del subsuelo. Esta actividad se realiza desde hace muchos años y hoy presenta una importante industria, de avanzada tecnología.

Aproximadamente el 50% de la materia prima utilizada por esta fábrica es de origen local; también elabora sales adquiridas en otras provincias.

Se extrae yeso en Tapia, Departamento de Trancas, donde existen reservas calculadas en 300.000 toneladas de mineral económicamente explotable. El rendimiento alcanzado en el período 1979-1981 tuvo cierta estabilidad, incrementándose las cifras en el ciclo 1982 - 1988 (15.362 toneladas en 1982 y 18.914 en 1988). Esta actividad soporta actualmente una severa crisis, habiendo disminuído en forma sensible la producción.

El principal comprador del yeso local es la moderna fábrica de cemento instalada en Jujuy.

El centro más importante de producción de mica son las Sierras de Quilmes, en el Departamento de Taí del Valle. El mineral es transportado a la ciudad de San Miguel de Tucumán donde se lo industrializa y comercializa. En el año 1979 se entregó al mercado la cantidad de 6.000 kgs., que en 1988 aumentó a 40.000 kgs., habiéndose producido en el período 1983-1988 un paulatino incremento en la producción. Al evaluarse ésta se considera en forma conjunta la mica seleccionada y la común (o brosa).

Se extráe caliza de las sierras del Departamento Burruyacu, (en forma de calcáreo oolítico). Se dispone de información de la producción de los años 1977-1978 y del período 1982-1988.

Años atrás la industria calcárea local satisfacía las demandas tucumanas, pero el avance tecnológico de la construcción exige cales de calidad superior a la obtenida en hornos criollos. Esto produjo un colapso casi total de la industria que actualmente se está superando con la incorporación de cierto grado de tecnología.

Una planta industrial instalada en la localidad de la Banda del Río Salí procesa perlita, mineral volcánico extraído en la provincia de Salta.

Esta actividad es digna de consideración porque el beneficio local de materiales obtenidos fuera de la provinciaes también una posibilidad de desarrollo industrial para Tucumán.

Sector secundario

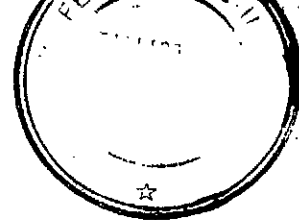
Potencialidades que ofrece la provincia de Tucumán a la radicación de actividades productivas

Por reducida superficie, desarrollada infraestructura, alta concentración poblacional y variados servicios de comunicaciones, la provincia de Tucumán conforma un interesante parque industrial. En solo 22.524 kilómetros cuadrados tiene una alta concentración de servicios e innumerables fuentes de recursos naturales y humanos.

Infraestructura

Energía eléctrica: Existe una amplia red de distribución de energía en baja, media y alta tensión, con suficiente potencia instalada de generación propia. Esta red se encuentra integrada al Sistema Nacional Interconectado.

Combustibles



Gas natural: El Gasoducto Norte (Campo Durán - Buenos Aires) cruza de norte a sur la provincia, que tiene una extensa red de distribución.

Gas líquido: Hay tres plantas de almacenaje.

Red vial: Existen 2.700 kms. de rutas provinciales, el 40% de las cuales está pavimentada.

La longitud de las rutas nacionales es de 544 kms., con el 80% pavimentado.

Red ferroviaria: En Tucumán operan los ferrocarriles Mitre y General Belgrano, que vinculan al NOA con Buenos Aires y el centro del país.

El Ferrocarril General Belgrano, conecta a Tucumán con el puerto chileno de Antofagasta, sobre el Océano Pacífico y con la ciudad boliviana de La Paz.

Transporte aéreo: Posée un aeropuerto internacional con nutrida frecuencia de vuelos.

Comunicaciones: Dispone de radio enlace con 498 vínculos que la comunican con la Capital Federal y el resto de las provincias.

Cuenta con telex con 200 líneas de comunicación.

Posée 14 centrales telefónicas automáticas integradas al telediscado naciona e internacional.

Tiene un Nodo de la Red Arpac que posibilita el acceso a las bases de datos que poseen el país y el mundo.

Recursos humanos: En la provincia con más alta densidad poblacional, que llega a 48,27 habitantes por kilómetro cuadrado.

Sobre una población de 1.087.267 habitantes la parte activa es de 560.000 personas, representando más del 50% del total, un elevado porcentaje de esta población activa, ha alcanzado un alto nivel de educación debido a que la provincia cuenta con un gran número de establecimiento educacionales.

Promoción de las actividades industriales en Tucumán

La Dirección Provincial de Industria tiene por fin promover el desarrollo de las actividades industriales de la provincia, entendiendo en los aspectos relacionado con la planificación, desenvolvimiento y fiscalización.

Algunas de sus funciones son:

- Proyectar planes y programas de promoción industrial provincial en concordancia con planes similares nacionales y/o regionales.
- Determinar las zonas aptas para la radicación de fábricas y la creación de nuevas industrias.

- Efectuar el análisis formal y de factibilidad de los proyectos de ampliación y diversificación de la estructura industrial, aconsejando el otorgamiento o la denegatoria de los beneficios legales.
- Supervisar el control y cumplimiento de los regímenes de promoción industrial.
- Brindar asesoramiento a posibles inversionistas.
- Alentar el perfeccionamiento tecnológico de la industria local.
- Promover el uso industrial de materia prima y mano de obra local y la difusión de la producción tucumana.

En el año 1972 se adhirió la provincia al régimen de promoción nacional establecido mediante Ley N° 19614 de Mayo de ese año, quedando facultado el Poder Ejecutivo para conceder en el ámbito provincial los siguientes beneficios: exención y desgravación tributaria por períodos determinados de tiempo, otorgamiento preferencial de créditos y otros beneficios económicos y tratamiento preferencial en la compra y otras relaciones con el estado.

Por medio de una serie de decretos emitidos entre los años 1972 y 1981 se dispuso que numerosas empresas dedicadas a distintas actividades quedaran exceptuadas de numerosos gravámenes por variados períodos de tiempo, también se les ofrecía en venta terrenos fiscales a precio de fomento para las instalaciones industriales, mediación de la provincia ante las empresas nacionales para el suministro con tarifas diferenciales de energía eléctrica, gas, etc., asesoramiento permanente y sin cargo, preferencia en las compras que haga el estado, otorgamiento de créditos bancarios de fomento destinados a equipamiento y puesta en marcha de la planta industrial y otros beneficios.

La ley de promoción económica de la provincia nº 3.883 otorga beneficios a las siguientes actividades:

- Servicios médicos; para instalación de equipos nuevos y modernos para diagnósticos y tratamientos médicos.
- Hotelería; promueve la construcción, ampliación y equipamiento de alojamientos turísticos.
- Agropecuarios; promueve las explotaciones agropecuarias que fueren calificadas como prioritarias por la autoridad de aplicación.

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS

Las industrias tucumanas contribuyen al PBI provincial con el 23% y representan el 44,9 % del valor agregado industrial del NOA. Absorben el 15% de la mano de obra, el 23,5% del consumo de energía eléctrica y el 66,3 % del gas natural. Producen el 93,5 % de las exportaciones tucumanas.

El esfuerzo industrial de la provincia se aplica prioritariamente a la fabricación de azúcar, que representa el 49,8 % del valor de la producción y el 53% del total de la ocupación industrial. Este año estará en condiciones de producir unas 720.000 toneladas, que representan el 60% de la producción estimada para el país, de 1.200.000 toneladas de azúcar.

Hasta 1965 la importación del azúcar en la estructura industrial era más relevante. Generaba el 72,5% del valor de la producción y el 53% de la ocupación industrial. Además de la importante agroindustria - azucarera se realizaban en Tucumán algunas actividades complementarias de apoyo y había un conjunto de pequeñas plantas industriales cuya producción se destinaba al mercado local. La excepción importante eran los talleres ferroviarios de Tafí Viejo, un destacado centro industrial independiente de la estructura azucarera, pero que ya en la década del sesenta había entrado en decadencia.

Con la política de "racionalización azucarera" aplicada en 1966 y la implantación del régimen de promoción industrial en 1967, se modifica el panorama industrial de la provincia al incorporarse un grupo de -

empresas importantes acogidas a dicho régimen, (68), lo que significó en esos momentos una inversión de alrededor de 1.022.196.220 pesos.

Los principales problemas que afectan al sector industrial de la provincia son:

- 1) El precio del azúcar está tan deprimido en los mercados internacionales como dentro del país. A mediados de Julio de este año los valores del contrato 11, referidos a azúcar crudo FOB, puerto de origen, estaban en el orden de 253 dólares la tonelada.
- 2) Estancamiento y acentuadas fluctuaciones en el largo y corto plazo.
- 3) Reducción de la cantidad de mano de obra ocupada a consecuencia del avance tecnológico de la industria y marcada estacionalidad en la ocupación.
- 4) Caída en los niveles del salario real percibido
- 5) Estancamiento tecnológico. Fuera de algunos intentos aislados - (destilación de alcohol para mezcla con naftas; ensayos de utilización del bagazo en la fabricación de paneles para carpintería y construcción, fabricación de papel - con muy buen resultado - y también para la alimentación de ganado), no se ha encarado con la urgencia y la seriedad que la situación requiere la modernización y la diversificación de la industria. La integración económica con Brasil, el primer productor de azúcar del mundo, obliga a un serio replanteo de situación. En este sentido el ex-Secretario de Desarrollo Nacional, Contador E. Poliche, sugiere realizar acciones

que atemperen la incidencia negativa de la importación de azúcar. Afirma que el consumo mundial aumentó en los últimos 20 años a razón de 2,2% acumulativos, es decir más que el índice de crecimiento de la población, que es del 1,8%. Para abastecer el consumo mundial al final de la década se requerirían unos 135.000.000 de toneladas de azúcar y deberán preverse reservas por 12 semanas de consumo, que sumarán más de 31 millones de toneladas. Estos datos permiten suponer que los mercados se mostrarán demandantes durante toda la década, por lo que el interés de Brasil de exportar a Argentina podría atenuarse.

Con el fin de paliar los efectos negativos de la importación Poliche sugiere, por ejemplo, asociarse con los brasileños que tienen centralizada la oferta internacional de sus azúcares con el fin de conseguir una presencia importante en los mercados mundiales. Otra posibilidad es construir en el país una o más refinerías de azúcares para aumentar la oferta al mercado internacional de blanco refinado, en el que la presencia argentina es muy débil. Alcanzando una producción de 300.000 toneladas se cubriría por los menos el 3% de la oferta de este mercado. Este logro permitiría a nuestra industria absorber una parte importante de la producción brasileña y reexportarla con mayor valor agregado.

Un estudioso del tema, el contador Lannes, cuantifica el perjuicio que causaría a la economía tucumana la importación de azúcar diciendo que el ingreso de 200.000 toneladas, un 16,6% de la producción local, obligará a que Tucumán deje de fabricar 120.000 toneladas de azúcar y se cosechará 1.200.000 toneladas menos de caña. Como consecuencia, el año próximo el valor agregado bruto (VAB)

podría caer un 11,23%

- 6) Numerosas empresas están dedicadas a actividades poco expansivas. En la mayoría de ellas hay un reducido aprovechamiento de la capacidad productiva debido a la escasa demanda de sus productos y a la alta participación en un mercado local condicionado por el lento crecimiento de los ingresos generados por el azúcar.
- 7) Escasez de mano de obra calificada en las especialidades requeridas.
- 8) Reducida participación de los insumos de producción local en el aprovisionamiento a las nuevas empresas.
- 9) Producción de bienes que no inducen efectos expansivos.
- 10) Procesos industriales no totalmente integrados a la provincia.
- 11) Alta relación capital - trabajo.
- 12) Imprevistos cortes y caídas en la energía eléctrica.
- 13) Las fábricas instaladas en la provincia están contaminando severamente el medio ambiente. Desechos fabriles son aventados por las chimeneas o arrojados a los cursos de agua sin ningún tratamiento. Los ríos tucumanos se han convertido en una vía rápida y económica para que las industrias se deshagan de sus desperdicios, violando normas vigentes.
La contaminación ambiental ha alarmado a la conciencia de la población que ahora exige severas leyes de control. La implementación de las mismas obligará a cuantiosas inversiones, cuya necesidad nadie discute.

APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES EN INDUSTRIAS NO AZUCARERAS

El clima, la fertilidad de los suelos y la infraestructura disponible posibilitan una variada producción primaria que estimula la radicación y desarrollo de una intensa actividad agroindustrial manufacturera.

En Tucumán, además de la caña de azúcar, se produce: cítrus, granos, oleoginosas, legumbres y cereales; hortalizas, frutas húmedas y secas, frutillas, manzana, ciruela, pera, nuez, etc., tabaco, plantas aromáticas y medicinales, papa semillas, flores, etc.

Principales industrias no azucareras

- a) Existen en la provincia ocho plantas que procesan limones para obtener jugo concentrado, aceites esenciales y cáscaras deshidratadas. La capacidad de producción de las distintas fábricas es muy variada. Por ejemplo Citruavil S.R.L., puede producir 2.750 toneladas de jugo, 175 toneladas de aceite y 3.000 de cáscaras deshidratadas.

La industria tucumana elaboradora de limones es actualmente la más importante del mercado a pesar de una serie de trabas que impiden un desarrollo más amplio.

La más importante son:

La producción industrial o frutas frescas están gravadas con retenciones demasiado alto (10%), la política proteccionista de los países desarrollados (EE.UU) por ejemplo: exigen un arancel del 46% y la falta de crédito para la evolución y prefinanciación..

Ultimamente se expandió el área citrícola, y de persistir las condiciones climáticas favorable se prevé una producción de tal magnitud que, obligará a buscar nuevos mercados o a incrementar las ven-

tas a los actuales compradores.

Se estima que este año se cosecharán 400.000 toneladas cuyo destino será el siguiente:

- a) En la industria se empleará unas 300.000 toneladas.
- b) Se exportarán entre 35.000 y 40.000 toneladas de fruta fresca.
- c) El resto al mercado interno que está muy deprimido.

Estas cifras duplica la producción del año 1989, que fué muy baja debido a las sequías y heladas que afectaron severamente las quintas.

Habitualmente se exporta el 85% de la producción que tiene un alto valor agregado.

- b) Papel del Tucumán S.A. fabrica papel prensa y para revistas utilizando bagazo como materia prima. Su capacidad de producción es de 100.000 toneladas.
- c) Saab Scania Argentina S.A. empleando acero fabrica autopartes. Puede entregar durante el año: 1.550 chasis, 4.050 cajas de cambio, 3.000 transmisiones y 65.000 palieres.
- d) Di bacco produce equipos para la industria, con acero como materia prima. Puede producir 675 cadenas, 75.000 bulones y 24 plantas para áridos.
- e) Cervecería de Cuyo y Norte Argentino: industrializa cereales para fabricar distintos tipos de cervezas. Puede elaborar 440.000 hectólitos anuales.
- f) Cootam (Cooperativa Tambera) produce diversos lácteos empleando como materia prima leche animal. Su capacidad de producción es de - 440.000 litros.

RECOPILACION DE ANTECEDENTES

GEOLOGIA GENERAL, GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y GEOMORFOLOGIA

1. ESTRATIGRAFIA

1.1. BASAMENTO CRISTALINO

El basamento cristalino constituye la entidad geológica predominante en todo el sector occidental del territorio provincial.

En el sector nororiental de la provincia los afloramientos del basamento tienen menor extensión areal y se limitan al núcleo de esas sierras de la región.

En el sector occidental el basamento es predominantemente metamórfico con una participación ígnea de relativa importancia mientras que en el sector nororiental es exclusivamente metamórfico.

1.1.1. ROCAS METAMORFICAS.

La distribución de las rocas metamórficas en el territorio provincial muestra sectores de bajo grado de metamorfismo en las sierras de San Javier, Medina, del Campo, la Ramada, etc. y en el faldeo oriental de las Cumbres Calchaquíes. Metamorfitas de mediano grado se observan en las Cumbres Calchaquíes, Sierras del Aconquija, Narvaez, Cumbres de los Llanos, de Potrerillos y en la mayor parte de la porción tucumana de la Sierra de Quilmes o del Cajón.

En el extremo norte del sector tucumano de esta última serranía, en el límite con la provincia de Salta, se presentan las rocas de más alto grado de metamorfismo del territorio provincial.

1.1.1.1. Rocas metamórficas de la Sierra de Quilmes

Ruiz Huidobro (1972) y Galván (1981) mapéan las metamorfitas aflorantes en los sectores de la Sierra de Quilmes correspondientes a las hojas geológicas 11 e "Santa María" y 10 e "Cafayate" como un conjunto de filitas charzosas, filitas bandeadas, micacitas granatíferas y migmatitas.

Rapela (1976) detectó en la zona de Cafayate, esto es inmediatamente al norte del límite de Salta y Tucumán, dos grupos litológicos con diferente grado de metamorfismo regional que pasan gradualmente de uno a otro. Así observó esquistos y filitas bandeadas en el noroeste de Cafayate que pasan a gneises al sur de esa localidad y gradan a migmatitas hacia el oeste, las que muestran contactos transicionales con el granito Cafayate.

Rapela (op.cit) identifica cuatro episodios metamórficos en los esquistos y filitas cuyo bandeamiento concidiría con la estratificación original. En las migmatitas detectó biotita, muscovita, sillimanita, granate, gedrita, circón, apatita y espinela, en el melanosoma, y en el leucosoma plagioclase, cuarzo y microclino con pequeñas proporciones de granate, biotita, muscovita y cordierita.

Los gneises, que son principalmente tonalíticos presentan una porción oscura con biotita y muscovita o biotita-granate y una parte clara con cuarzo y plagioclase dominantes.

Rossi de Toselli (1976) propone un agrupamiento en las Formaciones Loma Colorada-El Carrizal (gneises, noritas, granulitas y migmatitas), Alto Cazadero (zona de esquistos inferiores) y Guasanche (zona de esquistos superiores). Posteriormente Toselli et al (1978), proponen un nuevo agrupamiento incluyendo las Formaciones Alto Cazadero y Guasanche en el Complejo Agua del Sapo y a la Formación Loma Colorada - El Carrizal, en el Complejo Tolombón.

El complejo Agua del Sapo es el de mayor distribución areal cubriendo la mayor parte de la porción tucumana de la Sierra de Quilmes.

Dominan los esquistos biotítico muscovíticos con una textura bandea da por su alternancia con capas cuarzo feldespáticas blanquecinas.

Las paragenésis citadas para este Complejo son:

- . Biotita - muscovita - cuarzo - plagioclasa
- . Biotita - muscovita - cuarzo - plagioclasa (An 30)
- . Biotita - muscovita - estauroлита - cianita - cuarzo.
- . Sillimanita - almandino - feldespato potásico - muscovita cuarzo
- . Biotita - hornblenda - epidoto - plagioclasa - cuarzo - titanita

Según Winkler (1976) las dos primeras y la última indican bajo grado de metamorfismo, mientras que la tercera indica un grado medio y la cuarta un grado alto, caracterizándose al metamorfismo como "tipo Barrowiano".

En el complejo Tolombón se cita la presencia de gneises, migmatitas, granulitas, esquistos, cuarcitas filíticas y cuarcitas.

En base a las principales paragenesis minerales se sugiere la existencia de un metamorfismo regional progresivo de este a oeste.

Las asociaciones minerales observadas en el sector septentrional son:

- . Biotita - Muscovita - plagioclase - cuarzo - cordierita
- . Biotita - Muscovita - plagioclase - cordierita - microclino - cuarzo - almandino -
- . Biotita - muscovita - plagioclase - cordierita - sillimanita - almandino -
- . Biotita - Plagioclase - ortosa - almandino - cordierita - sillimanita - cuarzo - microclino.
- . Hipersteno - biotita - ortosa - cordierita - almandino - andesina - cuarzo -
- . Hipersteno - cuarzo - labradorita - biotita -
- . Hornblenda - biotita - hipersteno - plagioclase -

Las dos primeras indican un metamorfismo de grado medio, la cuarta indica la transición al grado alto, mientras que la quinta y sexta caracterizan un grado alto. Con estos elementos se define el metamorfismo como de "tipo Abukuma"

Quartino et al (1982) reinterpretan la geología de la Sierra de Quilmes y considera un "Complejo Regional" dentro del cual separan un "Complejo Metamórfico" y un "Complejo Granítico - Pegmatítico". Las rocas metamórficas son consideradas como una única unidad lito-morfológica caracterizada por una asociación de esquistos - gneises con diversas estructuras y rocas microgranosas tenuemente equistasas con gradaciones. El grado del metamorfismo es considerado comunmente alto, caracterizado por sillimanita, destacándose la importancia de

sus asociaciones con almandino y ortosa. El grado más alto se indica para el denominado "Gneiss del Arbolar - Loma Colorada - Anchillo" que contiene cordierita-hipersteno-almandino-sillimanita-plagioclasa calcosódica-biotita-ortoclasa-cuarzo-circon-apatita-espinelo verde y magnetita. En la distribución de las metamorfitas dentro del complejo sería de importancia fundamental una antigua estructura de plegamiento en cuyo primer orden se destaca una extensa antiforma buzante hacia el NNO, además de pliegues de otros órdenes y fracturas.

1.1.1.2. Rocas metamórficas de las Cumbres Calchaquies.

Ruiz Huidobro (1972) en la hoja 11 e "Santa María", describe en las Cumbres Calchaquies la predominancia de filitas cuarzosas y/o micáceas que en ciertas áreas presentan un bandeo característico que Rassmuss (1919) denominó "Esquistos listados". Describe asimismo fajas de migmatización en la Cumbre desde la cañada del Alazán hasta Ciénaga Amarilla, así como entre las lagunas de Las Amaicheñas y Vacahuasi, Cerro Negrito, cercanías del granito de Chasquivil y en la falda occidental de la Cumbre de Taffí hasta la Angostura. Describe asimismo someramente la presencia de cuerpos calizos ya indicados por Danieli (1963) en el Cerro Alto de la Mina y en el Morro Peñas Azules.

Galván (1981) en la hoja 10 e, Cafayate, describe el "Complejo Metamórfico" integrado por esquistos cuarzo micáceos de grano fino, metacuarcitas, esquistos biotíticos y esquistos cloríticos y seriíticos.

En el trabajo encarado por Tumanex (1978), que cubre el extremo Norte del sector tucumano de las Cumbres Calchaquies, se agrupan las metamorfitas en la formaciones Morro del Diablo, Queñoa y Medina. Esta última formación corresponde a la definida por Bossi (1969), en otras regiones de la provincia.

La formación Morro del Diablo, aflorante en el faldeo occidental, - está constituida por cuarcitas grises con inyecciones cuarzosas. Las venas de cuarzo están bien definidas y son de potencia variable. Se estima para esta entidad un espesor superior a 500 metros.

La Formación Queñoa se apoya aparentemente en discordancia sobre la formación Morro del Diablo aunque la mayor parte del contacto es por falla. Aflora en todo el sector central y en parte del faldeo oriental. Son cuarcitas de grano fino de color gris, verdoso y azulado, con escasas inyecciones cuarzosas. En algunos afloramientos se observó la presencia de piritita. Se ha estimado para esta Formación un espesor del orden de 1.000 metros.

Hacia el este de los afloramientos de la F. Queñoa, en un tramo de 2 a 3 km. aparecen intercalaciones de filitas y esquistos en esta formación y de paquetes de cuarcitas en metamorfitas de la F. Medina. Esto indica la existencia de una zona de transición entre ambas entidades.

Las metamorfitas que se asignan a la F. Medina constituyen dos afloramientos en la ladera oriental, elongados en sentido norte-sur y separados por afloramientos de sedimentitas terciarias (F. Río Nío).

Predominan las filitas y los esquistos cuarzo-micáceos, de colores verdosos, verde pardusco a azulado, gris oscuro, de grano mediano a fino y de textura esquistosa y foliada. Se menciona también la presencia de esquistos clorítico-sericíticos, filitas cuarzosas, filitas pizarrosas y pizarras. La potencia estimada para esta entidad es del orden de 1.000 metros.

Toselli et al (1973) describen las metamorfitas de las Cumbres Calchaquíes en su faldeo sudoeste donde observan la existencia de esquistos cuarzo-biotítico-muscovíticos, con asociaciones de estauro-lita granate y andalucita-estauro-lita-granate y deducen la coexistencia de dos episodios de metamorfismo y deformación.

Quartino et al (1975) estudian en detalle la comarca de Peñas Azules y señalan la existencia de un complejo de gneises y micacitas gneissicas donde se intercalan dos niveles de calizas denominadas "Caliza Peña Redonda" y "Caliza de las Bardas" además de por lo menos otros cinco niveles calizos más delgados. Aparecen además pequeños cuerpos graníticos y pegmatitas intruyendo a los niveles mencionados. Suayter y Urdaneta (1979) en el estudio en detalle del yacimiento calizo ponen en duda la existencia del "Gneis Central" que según - Quartino et al (op.cit) se intercala entre los dos niveles principales de caliza, y suponen que esto se origina por un plegamiento de gran radio de curvatura del gneis principal.

1.1.1.3. Rocas metamórficas de las Sierras del Aconquija y Sierras del Sudoeste tucumano.

El primer estudio integral de la Sierra del Aconquija corresponde a Rasmus, (1918, 1919) quien propuso los términos de "Gneis de Suncho" (esquistos listados con plegamiento ptigmático) "Gneis de Piscoyacu" (rocas gnéissicas bandeadas y migmatitas, formadas por aporte sobre los esquistos listados preexistentes).

González Bonorino (1950,1951) en las hojas 12 e "Aconquija" y 13 e "Villa Alberdi" reconoce la existencia de los "esquistos listados" de Rasmus en toda la región central y oriental del macizo montañoso, donde la menor inyección permite la visualización del bandeo característico. En otras zonas de las mismas hojas los reconoce como relictos dentro de las zonas más inyectadas.

En la hoja "Villa Alberdi" reconoce, en un perfil este-oeste que abarca tanto la porción catamarqueña como la tucumana, una sección inferior formada por micacitas al oeste (suponiendo que los esquistos no estuvieran invertidos) una parte media de filitas cuarzosas y una superior, de gran desarrollo, de filitas cuarzosas bandeadas. Estas últimas en las sierras más orientales están irreconocible por efecto de la inyección. La correlación de este esquema hacia el norte de la hoja se ve dificultada por la presencia de un batolito granítico. La asociación mineralógica más característica presenta cuarzo-oligoclasa-biotita-muscovita.

En el faldeo occidental de la Sierra del Aconquija, esto es, en territorio catamarqueño, se ha reconocido la existencia de niveles de calizas intercaladas entre los esquistos (González, 1978).

Asimismo, y también en territorio catamarqueño, se han citado afloramientos de calizas al norte de la cuesta de la Chilca y en la Quebrada de Muschaca (Aceñolaza y Toselli, 1981).

La inyección de las metamorfitas se distribuye en zonas o fajas siendo la más importante la que se observa en la falda oriental de la Sierra del Aconquija y que hacia el sur continúa en las Cumbres de Santa Ana, Narváez y otras sierras del sudoeste tucumano.

Las magmatitas son en general de tipo venoso (arteritas). La mayoría de las venas están formadas por cuarzo y oligoclasa y siguen los planos de esquistosidad aunque en muchos lugares adopten formas caprichosas y se ensanchan en nidos pegmatoides. La inyección nodular es menos abundante. En la zona de El Clavillo se observan nódulos de microclino en las pegmatitas con inyección difusa de cuarzo, oligoclasa, reconociéndose también biotita, sillimanita y granate.

La sola presencia de migmatitas haría suponer que estamos en presencia de un metamorfismo de alto grado y más aún si se considera la ausencia de muscovita y la aparición de sillimanita.

Sin embargo esta aseveración se pone en duda si se acepta que dichas migmatitas están originadas por inyección.

Rossi de Toselli et al (1979) señalan que la migmatización tuvo lugar en dos etapas: la primera, de carácter sódico, relacionada con el emplazamiento de cuerpos sintectónicos de composición Trondhjemitica y la segunda, de carácter potásico, relacionada con el emplazamiento del batolito del Aconquija.

1.1.1.4. Rocas metamórficas de las Sierras de San Javier y de las Sierras del noroeste de la provincia.

Bossi (1969) describe la existencia en el sur de la Sierra de Medina, de filitas gris verdosas a gris oscuras, cuya superficie principal de clivaje coincide con la estratificación original, definiendo así a la Formación Medina. En general son pizarras, filitas, metagrauvacas y cuarcitas, alcanzando un metamorfismo perteneciente a la facies de esquistos verdes, que se distribuyen en los núcleos de las Sierras de Medina, del Campo, Nogalito y La Ramada.

Porto et al (1979) en la descripción de la hoja 10 f "Trancas" (aun inédita) incluye a las metamorfitas aflorantes en el noroeste tucumano en la Formación Puncoviscana (Turner, 1974). Estos autores describen en la Cuchilla del Algarrobo, en la ladera oriental de la Sierra de Nogalito, una sucesión de pizarras y filitas con un espesor medido del orden de 1.600 metros, aclarando que dicho perfil no representa a todo el complejo metamórfico de la hoja.

Mon et al (1971) en la Sierra del Campo indica la presencia de filitas gris oscuras en capas de un 1 cm. de espesor. A este conjunto lo incluye en la Formación Medina, adoptando la nomenclatura propuesta por Bossi (op.cit.)

En el extremo norte de la Sierra San Javier (Cumbres de Taficillo), Porto (1970) indica la presencia de filitas pizarrosas grises con escasas intercalaciones de pizarras pardo rojizas o violáceas, con venillas de cuarzo y calcita, proponiendo la denominación de Formación Taficillo.

Toselli et al (1975, 1983, 1983) han estudiado en detalle la Sierra de San Javier, especialmente su porción austral. Mencionan allí la presencia de metagrauvacas, grauvacas, pizarras y filitas típicas del metamorfismo de bajo y muy bajo grado que con agrupados en la Formación San Javier.

Describen la alternancia de lentes granoblásticos macizos y lépidoblásticos con espesores de hasta 2 cm. con granulometría de limo y arcilla.

Las paragénesis reconocidas son;

- . Cuarzo - albita - sericita - clorita
- . Cuarzo - albita
- . Cuarzo - albita - sericita - clorita - biotita

1.1.1.5. Edad de las rocas metamórficas.

Rasmuss (1918) al estudiar las rocas metamórficas de las Sierras del Aconquija las separó en entidades precámbrica y en entidades paleozoicas.

Gonzáles Bonorino (1950) indicó posteriormente que la pila metasedimentaria de las Sierras de Tucumán y Catamarca es una sucesión única sin discordancias internas, de edad precámbrica.

Mirré y Aceñolaza (1972) describieron la existencia de trazas fósiles en la Sierra de la Ovejera (Pcia de Catamarca), al Sur de la Sierra del Aconquija, que indicarían según Aceñolaza y Durán (1973)

que dichas rocas podrían asignarse al cócámbrico, pudiendo ser la continuación de un ciclo sedimentario iniciado en el Precámbrico. Análisis radimétricos de cuerpos graníticos en el Sur de Salta y oeste de Catamarca han indicado que la caja de los mismos, esto es las metamorfitas características de las Sierras Pampeanas, debería ser indefectiblemente precámbrica.

Linares y Turner (1975) ubican a la mayor parte de la metamorfitas de las Sierras Pampeanas en el Ciclo Panamericano (570-700 m.a.) exceptuando quizás algunos esquistos con trazas fósiles indicativas del paleozoico inferior.

Rapela (1976), en la Sierra de Quilmes, asigna una edad precámbrica superior a cámbrica inferior al período de sedimentación de las rocas y al primer episodio metamórfico-tectónico, una edad cámbrica. En el límite cambro-ordovícico ubica un segundo episodio deformacional y una tercera fase deformacional en el ordovícico superior.

Aceñolaza y Toselli (1981) indican que Rapela obtuvo en los gneises biotíticos del Complejo Tolombón edades del orden de 640 m.a. por el método Rb/Sr., que indicaron un metamorfismo precámbrico.

Bossi (1969) al proponer la denominación de F. Medina la asignó al Precámbrico aunque con posterioridad en base a los hallazgos de Mirré y Aceñolaza (op.cit) se la asignó al Paleozoico Inferior.

En el estudio de Tumanex (1978) siguiendo las opiniones de Bonarelli y Pastore (1918), Galván (1970), Ruiz Huidobro (1972) y otros se considera que el basamento metamórfico es de edad precámbrica.

1.1.2. ROCAS IGNEAS.

Los extensos afloramientos de metamorfitas que se observan en la porción tucumana de la Sierra de Quilmes, del Aconquija y Cumbres Calchaquies así como en las sierras del Sudoeste de la provincia, presentan invariablemente asociadas migmatitas y rocas intrusivas graníticas o granodioríticas.

Si bien los cuerpos intrusivos en el territorio tucumano no son realmente importantes, ha llamado la atención su extensión fuera de los límites de la provincia y su similitud petrográfica.

Así Gonzáles Bonorino (1950,1951) propuso la integración de los mismos en un extenso batolito que abarcaría desde la Sierra del Aconquija por el este hasta la de Fiambalá (Catamarca) por el Oeste, y desde el borde austral de La Puna por el norte hasta la sierra de Velazco (La Rioja) por el sur. Como facies dominante de dicho batolito se ha descripto un granito porfiroide biotítico-muscovítico de grano grueso.

1.1.2.1. Rocas igneas de la Sierra de Quilmes.

En la Sierra de Quilmes se reconoce la existencia de los siguientes cuerpos graníticos: granitos de Cafayate y de Tolombón, en la provincia de Salta, granito de Tres Cerritos en la provincia de Catamarca y el granito de Loma Colorada en territorio tucumano.

Rapela (1974), por yacencia, petrografía, petrotectónica y dataciones redimétricas reconoce en la Sierra de Quilmes tres etapas de intrusiones:

- Formación por anatexis de granitos sinsinemáticos en el límite cambro-ordovícico.
- Intrusión de granitos tardío y postcinemáticos en el Ordovícico inferior.
- Intrusión de granitos postcinemáticos en el Carbónico.

Toselli et al (1978) caracterizan y datan el granito postcinemático de Tres Cerritos asignándolo al Devónico. Este granito es un monzogranito muscovítico-biotítico que provoca fenómenos de contacto en las rocas del Complejo Agua del Sapo.

Cuartino et al (1982) menciona la existencia de un complejo granítico-pegmatítico implantado durante el Paleozoico inferior del cual participan lentes y venas pegmatítico-graníticas y cuerpos pegmatíticos.

Las rocas del complejo se caracterizan por la asociación cuarzo-microclino/micropertita-plagioclase sódica y sódico-cálcica-muscovita y turmalita, esta última en la facie pegmatítica. Como excepción se menciona la pegmatita Don Sixto en Rincón de Quilmes que, además del carácter albitico, presenta berilo.

Estos autores mencionan que las venas y lentes granítico-pegmatíticas presentan potencias que oscilan entre algunos centímetros y un metro, siendo en general concordantes con la esquistocidad de las metamorfitas.

Los cuerpos pegmatíticos, menos frecuentes, presentan corridas de 10 a 30 m y potencias de 2 a 5 metros, siendo más comunes las pegmatitas concordantes.

Respecto al granito de Loma Colorada, este aflora en la junta de las Quebradas de Anchilla y Managua, es aparentemente concordante y su extensión areal es muy reducida ($0,3 \text{ km}^2$).

Quartino et al (op.cit) consideran que pertenece al complejo portador de microclino y que su contenido en sillimanita refleja una contaminación con las metamorfitas.

1.1.2.2. Rocas ígneas de las Cumbres Calchaquíes.

Ruíz Huidobro (1972) señala la existencia de rocas graníticas en las Cumbres Calchaquíes que se presentan en general como cuerpos alargados y de poco espesor, concordantes con el complejo metamórfico. Composicionalmente pueden considerarse como granitos con variaciones a granodioritas. La existencia de cuerpos alineados entre la comarca de Ciénaga Amarilla al norte y el Cerro Pabellón al sur hace suponer a Ruíz Huidobro (op.cit.) que dichos cuerpos son apófisis de un cuerpo mayor ubicado en profundidad.

El cuerpo de mayor extensión areal es el stock granítico de Chaquivil, ubicado en el sector moreste de la hoja 11 e. Es un granito adamellítico gris de grano mediano a grueso. En las zonas marginales y dentro del mismo cuerpo se observa la presencia de diques de rocas leucocráticas o diasquistas.

Hacia el noroeste del stock de Chaquivil en la zona del Puesto Ciénaga Amarilla aflora con cuerpo granítico, elongado en sentido norte-sur y de considerable extensión areal.

Hacia el sur en La Queñoa, Cerro El Negrito y Cerro Pabellón se presentan cuerpos lenticulares separados por paquetes de esquistos, de composición granodiorítica.

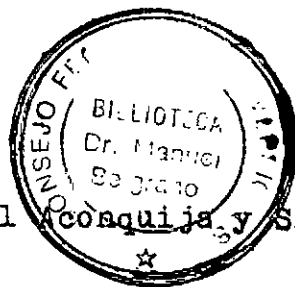
Al sur de la localidad de Taffí del Valle aparecen los cuerpos graníticos de Loma Pelada y Cerro Nuñorco Grande. Se trata según Ruíz Huidobro (op.cit.) de un granito muscovítico de grano fino a mediano, equigranular y de color gris. Toselli et al (1973) observan en Loma Pelada un granito biotítico de grano fino a mediano, de colores rosados y grises, que localmente presenta muscovita.

En la zona de La Angostura se presenta una granodiorita biotítica rosada a gris, de grano grueso a porfiroide.

En el sector sudeste de la hoja 11 e, en la confluencia de los ríos Los Chorros y Caspichango afloran una granodiorita cuya plagioclasa está totalmente reemplazada por sericita y cuerpos pequeños de granito aplítico.

González (1984) al considerar las dataciones radiométricas de los intrusivos supone para el conjunto de las Cumbres Calchaquíes y Sierra del Aconquija la existencia de dos ciclos eruptivos; uno correspondiente al Ordovícico y otro asignable al Carbónico.

Las edades obtenidas de muestras provenientes de las Cumbres Calchaquíes pertenecerían predominantemente al ciclo más antiguo.



1.1.2.3. Rocas ígneas de la Sierra del Aconquija y Sierras del Sudoeste Tucumano.

Las rocas intrusivas de estas comarcas fueron estudiadas principalmente por González Bonorino (1950, 1951) quien en base a la relación de su emplazamiento con el tectonismo, las dividió en tres grupos básicos: sintectónicos, leptotectónicos y apotectónicos. De estos sólo se observan en el territorio tucumano los cuerpos sintectónicos y los cuerpos leptotectónicos.

Los cuerpos sintectónicos son de reducido tamaño, lenticulares, de textura marcadamente foliada y concordantes. Su composición varía entre granítica y tonalítica.

Su distribución se corresponde con las zonas de más intensa migmatización y afloran en el faldeo oriental de la Sierra del Aconquija, en las Cumbres de Narváez, Cumbres de Santa Ana, Silleta de Escaba, Silleta de Las Higueras, Cerro Quico, Cumbres de Los Llanos y Cumbres de Potrerillo.

Los cuerpos leptotectónicos son de tamaño mayor, parcialmente concordantes, emiten filones concordantes a los esquistos y están asociados a zonas de migmatización poco extensas.

Su composición es principalmente granodiorítica con variaciones a granito.

En el territorio tucumano los cuerpos leptotectónicos afloran en San Ignacio, al oeste de La Cocha, y en el área de reserva de Chavarría, en las Cumbres de Narváez.

Este último presenta composición granodiorítica-granítica y es de tipo equigranular y porfírico.

Ya en la provincia de Catamarca, en la Cumbre de Los Pinos aflora un granito adamellítico de textura hipidiomorfa, en partes porfiroide, cuyos componentes principales son microclino, oligoclasa, cuarzo, biotita y muscovita.

Dataciones radimétricas realizadas en los afloramientos graníticos de San Ignacio y Los Pinos permiten asignar a estos intrusivos a un ciclo eruptivo Carbónico (González 1984).

1.2. PALEOZOICO - Formación Candelaria

Los únicos afloramientos de rocas sedimentarias paleozoicas reconocidos en la provincia de Tucumán se localizan en el faldeo noreste de la sierra del Campo.

Son predominantemente areniscas cuarzosas que se apoyan discordantemente sobre el basamento metamórfico y que están cubiertas también en forma discordante, por sedimentitas del grupo Salta.

Mon et al (1971) indican la presencia de los afloramientos de estos sedimentos y por correlaciones litológicas y estratigráficas los incluyen en la Formación Candelaria

Esta denominación fué utilizada por Ricci y Villanueva (1969) para identificar al conjunto de cuarcitas y areniscas aflorantes en el flanco occidental de la sierra de la Candelaria, en el sur de la provincia de Salta. Esta Formación aflora también en las comarcas de Cerro Remate y Cerro Cantero (Mon y Dinkel, 1974).

En la Sierra del Campo, en la Quebrada de Aguas Blancas, sobre las metamorfitas de bajo grado de la Formación Medina y en discordancia angular aparece un conglomerado con un espesor de 3 m, con rodados de cuarzo y filitas grises en matriz arenosa, y luego bancos de 20 a 70 cm de espesor de cuarcitas rosadas y blanquecinas con algunas intercalaciones lutíticas y laminación entre cruzada.

En la Formación Candelaria sólo se han observado trazas fósiles en la comarca de Cerro Cantero (Dinkel, 1972). Sin embargo su posición discordante sobre la Formación Medina, y el hecho que, en la Sierra de la Candelaria, se superponen pelitas con Parabolina argentina, (F. Orcomato-Tremadociano inferior), acota al Cámbrico la edad de F. Candelaria. Durand (1984) la acota al Cámbrico superior al considerar a la F. Medina en el Ciclo Pampeano (Sensu-Aceñolaza y Toselli, 1976).

1.3. MESOZOICO

En el territorio de la provincia de Tucumán se han asignado al mesozoico sedimentitas que integran el denominado Grupo Salta y vulcanitas que se agrupan en el Complejo Alto de Las Salinas

1.3.1. Grupo Salta

El Grupo Salta se desarrolla con amplitud en la mitad norte de la provincia de Tucumán, desde las Cumbres Calchaquíes hacia el este. Hacia el Sur los afloramientos se limitan a los localizados por Diaz Taddei et al (1983) en la Sierra de Narváez, en las proximidades del límite interprovincial con Catamarca (Subgrupo Santa Bárbara).

En el Noroeste argentino el grupo Salta ha sido subdividido en los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara y los tres están representados en el territorio tucumano. En este punto, se hará referencia solamente a los dos primeros subgrupos (Pirgua y Balbuena) ya que las sedimentitas asignables a Santa Bárbara (Formaciones Río Loro y Río Nío) se consideran terciarias y por lo tanto su análisis se hará en el capítulo siguiente.

Subgrupo Pirgúa: esta entidad es la de mayor extensión areal, ubicándose sus afloramientos más australes en la latitud de la localidad de Lules. Son principalmente areniscas rojas de grano mediano con cemento calcáreo, con intercalaciones de conglomerados y de areniscas cuarzosas muy consolidadas y tenaces, que se apoyan discordantemente sobre el basamento metamórfico, o las sedimentitas cámbricas.

Porto et al (1982,1984) reconocen en la provincia de Tucumán las Formaciones La Yesera, Las Curtiembres y Los Blanquitos La Formación La Yesera es reconocida en la comarca de El Cadilla, en la Sierra de San Javier y en las sierras del noreste de la provincia. Se equipararan a la misma la Formación El Cadillal definida por Bossi (1969) y la Formación Las Cañas propuesta por Ruíz Huidobro (1972) en el oeste tucumán. Los perfiles descriptos muestran la existencia de un nivel conglomerádico brechoso de espesor muy variable que hacia el techo presenta una disminución en cuanto a granulometría, aunque con nuevos niveles conglomerádicos e intercalaciones de vulcanitas equiparables al Complejo Alto de Las Salinas.

La Formación las Curtiembres aflora solamente en la ladera Noroeste de las Cumbres Calchaquíes, en las proximidades del límite con la Provincia de Salta donde se observan areniscas de grano mediano a grueso que alternan con conglomerados con espesores que van desde algunos centímetros a decenas de metros.

La Formación Los Blanquitos, la de mayor extensión areal, se apoya mediante un conglomerado sobre las sedimentitas de la Formación Las Curtiembres o, más comunmente sobre las de la Formación La Yesera. La sucesión continúa con areniscas conglomerádicas y nuevos niveles

de conglomerados. La Formación Los Blanquitos se correspondería en el sector occidental de Tucumán, con la Formación Yacomisqui propuesta por Ruíz Huidobro (op.cit).

Los espesores medidos para el subgrupo Prigua en el territorio provincial son muy variables.

En el sector noroeste se han indicado espesores de hasta 3.500 m. mientras que el sector noreste disminuye a valores del orden de 400 m y en el sur, en la Sierra de San Javier, son inferiores a 100 m.

La presencia de restos de vertebrados y de cuerpos volcánicos alojados en el Subgrupo Pirgua, ha permitido establecer la edad del mismo. Así Bonaparte y Bossi (1967) por el hallazgo de vertebrados lo ubican en el Cretácico superior. Las dataciones radiométricas de riolitas, tranquitas y basaltos (Bossi y Wampler, 1969, y Porto, 1981) nos indican edades que van del Cretácico medio a superior.

Subgrupo Balbuena en el extremo norte del territorio provincial, en el faldeo occidental de la Sierra de Medina, se reconocen asomos asignados a este subgrupo que, por otra parte, corresponderían a la Formación Yacoraite. Asimismo se ha señalado la presencia de la Formación Yacoraite, aunque con dudas, en las comarcas del Cadillal - (Ruíz Huidobro, 1960), en la ladera oriental de la Sierra del Nogalito, en el extremo septentrional de la Sierra del Campo y en el sector oeste de Trancas.

Son en general areniscas pardo rojizas con intercalaciones de banquitoscalcáreos blanquecinos con restos de gasteropodos. Los máximos espesores medidos son del orden de 150 m.

En base al contenido paleontológico se ha asignado a la Formación Yacoraite, fuera del territorio tucumano, al Cretácico superior.

1.3.2. Complejo Alto de Las Salinas

Bossi (1969) propuso esta denominación para un conjunto de tranquitas, riolitas, andesitas y basaltos que intruyen al subgrupo Pirgua en el extremo austral de la Sierra de Medina.

Dicho autor distingue además basaltos plagioclásicos, hornblendíferos, olivínicos y olivínicos-pigeoníticos.

En la Sierra de La Ramada, Danieli (1970) indica la presencia de intrusivos basálticos, riolitas, kersantitas y pórfiros graníticos; en la Sierra de San Javier, Porte (1981) cita basaltos olivínicos; en la Sierra de Nogalito, Lazarte (1981) mencionó la existencia de andesitas y basaltos.

Porto y Danieli (1980) propusieron la denominación de Formación Los Altos para un cuerpo dacítico aflorante en el borde occidental de la Sierra de Medina y para los filones y diques basálticos aflorantes en esta comarca y en la Sierra de La Ramada.

En general todos los cuerpos volcánicos señalados intruyen a sedimentitas del Subgrupo Pirgua y, excepcionalmente, a metamorfitas de la Formación Medina.

Debe indicarse además que todas estas vulcanitas integrarían una franja volcánica de gran extensión areal que se extiende hacia el norte penetrando en territorio salteño.

La ubicación estratigráfica y dataciones radiométricas permiten asignar a estas vulcanitas al Cretácico superior. Cabe señalar sin embargo que estudios que se encaran actualmente en las Comarcas de Cerro Negro (Pcia. de Salta) permitirían suponer la existencia de un vulcanismo más reciente (Terciario).

1.4. CENOZOICO

1.4.1. TERCIARIO

Para el análisis de la estratigrafía del Terciario de la provincia de Tucumán es conveniente subdividir el territorio en tres sectores para luego intentar una correlación entre las distintas entidades identificadas. Así se describirán en primer término la estratigrafía terciaria del sector noreste, incluyendo el faldeo oriental de las Cumbres Calchaquies, luego la estratigrafía del sector noroeste (Valle de Santa María y Quebrada de Amaicha) y finalmente la estratigrafía del suroeste de la provincia.

1.4.1.1. Sector Noreste

Las formaciones más antiguas del terciario de estas comarcas se integran al grupo Salta, fueron incluídas en el subgrupo Santa Bárbara y son las Formaciones Río Loro y Río Nío.

La denominación Formación Río Loro fué propuesta por Bossi (1969) para un conjunto de areniscas medianas a gruesas que yacen sobre el subgrupo Pirgua en la Comarca del río homónimo y en la ladera sudeste del Cerro El Cadillal. Arealmente la entidad se extiende por los departamentos de Trancas y Burruyacu.

Bossi (op.cit) indica para estas areniscas pardo rojizas, violáceas, blancuzcas, cuarzosas, con buena selección e intercalaciones de limonitas y diamietitas, un espesor de 215 metros. Powell y Palma - (1981) estiman una potencia de 95 metros y en base al contenido paleontológico (mamíferos) asignan la entidad al Terciario inferior

(Paleoceno superior - Eoceno inferior). Estos autores lo equiparan con la Formación Maíz Gordo del subgrupo Santa Bárbara, y con la Sección inferior de la Formación Río Nío. Infieren asimismo la existencia de un hiatus que abarcaría parte del Cretácico superior y - parte del Paleoceno.

La denominación de Formación Río Nío fué propuesta por Mon y Suayter (1973) para un conjunto de areniscas friables rojizas y blanquecinas en una sección inferior y lutitas verdosas y amarillentas, yeso y cineritas en capas finas, en una sección superior. El espesor estimado del conjunto es del orden de 300 m. Entre ambas secciones aparecen en la comarca de Río Nío y de Río Chorrillos, un paquete de pelitas rojas con intercalaciones de areniscas blancas.

En el concepto original de estos autores la F. Río Nío sería el equivalente del Subgrupo Santa Bárbara en el territorio tucumano.

Sin embargo Bossi (1984), la hace equivaler sólo a la Formación Lumbra de dicho subgrupo. Esta equivalencia está de acuerdo con lo indicado por Powell y Palma (op.cit) y por lo tanto puede asignarse tentativamente a la Formación Río Nío al Eoceno Superior.

Cabe señalar que Porto y Danieli (1980) utilizan en el territorio tucumano la subdivisión del subgrupo Santa Bárbara en Formaciones Mealla Maíz Gordo y Lumbra, limitando los afloramientos de la F. Mealla al extremo septentrional de la Sierra del Campo.

Recientemente Díaz Taddei y Farías (1982) han indicado la existencia de areniscas medianas a gruesas, rojizas a gris claras, con intercalaciones conglomerádicas, equiparables al subgrupo Santa Bárbara, en el faldeo oriental de la Sierra de Narváes, en la margen derecha del río Chavarría.

Para el conjunto de sedimentitas asignables al Terciario superior, Mon y Urdaneta (1972) introducen la denominación de Grupo Choromoro entidad de amplia representación areal en el sector considerado. En principio, dichos autores incluyen en el grupo a las Formaciones Río Salí e India Muerta, y el conjunto correspondería al que durante mucho tiempo se denominara "Terciario sudandino".

Posteriormente Porto y Danieli (1974, 1980) introducen en dicho grupo las formaciones Chulca, Cortaderas y Acequiones, proponiendo además la subdivisión en los subgrupos Carahuasi y Trancas.

La Formación Río Salí, definida por Ruiz Huidobro (1960), fué luego estudiada detalladamente por Bossi (1969).

Es la de mayor extensión areal del Grupo Choromoro, y Bossi (op.cit) propuso su subdivisión en tres miembros: inferior (salina Lopez), medio (El Aliviadero) y superior (Tapia). En el miembro inferior se presentan "limolitas y arcilitas margosas amarillas y verdes finamente estratificadas, con lutitas bituminosas con restos de peces, calizas oolíticas y estromatolíticas y venas y concreciones yesíferas subordinadas", en el miembro medio se señalan "limolitas rojas laminadas, con yeso concrecional, alternando con limolitas verdes con nodoarenitas y nodoruditas de yeso (intracuencal), venas y eflorescencias de otros sulfatos", en el miembro superior se indican "limolitas pardo rojizas y verde claras, con tobas blancas y algunas

areniscas en capas delgadas". En el arroyo india Muerta, su localidad tipo, se ha medido un espesor de 640 m.

En el estudio encarado por Tumanex (1978) para la evaluación de depósitos de yeso en el área Tapia-Vipos, se utiliza la subdivisión propuesta por Porto (1970) en dos miembros: El Ojo (inferior) y La Aguadita (superior).

En el miembro El Ojo se incluyen limolitas rojas con abundantes intercalaciones de evaporitas, especialmente yeso y caliza oolítica, y en el miembro La Aguadita se señalan limolitas rojas con intercalaciones de bancos de tobas grises y de lutitas verdes.

En el estudio de Tumanex (1978,b) correspondiente al sector norte de las Cumbres Calchaquies se indica la presencia de la Formación Río Salí en el faldeo oriental, representada por limolitas pardo-rojizas con intercalaciones de hasta 30 cm. de potencia de yeso, calizas oolíticas y margas verdes. Hacia el techo aparecen tobas y cineritas. En esta comarca el espesor estimado es de 400 m. mientras que en la zona de Tapia-Vipos se estiman hasta 750 m.

Cabe señalar además que en Tapia-Vipos las intercalaciones de calizas son escasas, mientras que los espesores de las intercalaciones de yeso oscilan entre pocos centímetros y 1,9 m. apareciendo además bancos ricos en bochas y bochones mamelonares de alabastro.

En la Sierra de La Ramada, Suayter y Urdaneta (1974) caracterizan a la Formación Río Salí por la presencia de limolitas y arcilitas rojas con intercalaciones de margas verdes finamente estratificadas en su parte inferior. En el tercio inferior de la parte media aparecen bancos de calcáreos oolíticos y en el tercio superior bancos de yeso.

Los espesores de los bancos calcáreos alcanzan a 1,5 m y los de yeso hasta 2m. En el flanco oriental del sector norte de la sierra han identificado hasta tres bancos de yeso y tres de calcáreos de espesor considerable y en el flanco occidental un solo banco de calcáreo importante y niveles yesíferos sin importancia económica.

En la comarca de Cero Remate, Mon y Dinkel (1974) señalan la presencia de limolitas rojas con intercalaciones de marga y lutitas verdosas y amarillentas, estableciendo tres miembros. En el inferior predominan intercalaciones de calizas oolíticas con espesores que oscilan entre 3 y 60 cm; en el medio se presentan abundantes intercalaciones de yeso en bancos de hasta 0,5 m; en el superior predominan las intercalaciones de cineritas. El espesor máximo medido en esta comarca es de 240 m.

Rossi y Palma (1982) correlacionan a la Formación Río Salí con la Formación San José del Grupo Santa María, asignándola por lo tanto al Mioceno.

La Formación India Muerta fué definida por Bossi (1969) en el sector austral del Valle de Choromoro. Aflora en varios sectores del valle de Choromoro, parcialmente cubierta por sedimentos cuaternarios, así como en el flanco oriental de las Cumbres Calchaquies, entre los ríos de las Burras y Tacanas. Bossi (1984) la describe como una

alternancia de areniscas gruesas gradando a finas, gris clara a gris parduzcas, macizas o con estratificación cruzada y limolitas pardo claras macizas y/o bioturbadas con disyunción prismática. El mismo autor menciona la existencia en la sección media de tobas blancas y que en el tramo inferior del río Vipos se ha medido un espesor de 700 m.

En el estudio de Tumanex (1978, b) se cita la presencia de la Formación India Muerta en el flanco oriental de las Cumbres Calchaquies con areniscas friables y poco consolidadas, en bancos espesos con estratificación poco visible con intercalaciones de limolitas y arcilitas principalmente en la parte inferior, y un espesor máximo estimado en 350 m. Su contenido fosilífero permite su asignación de Mioceno Superior y su correlación con la Formación Andalhuala del Grupo Santa María.

La denominación de Formación Chulca fué propuesta por Porto y Danieli (1974) para un conjunto de areniscas medianas a gruesas con niveles conglomerádicos, friables, gris rojizas a rojo parduzcas, que afloran hacia el oeste de la localidad de Trancas, desde el río Acequiones hacia el límite con Salta. Apparently se superpone a la Formación India Muerta y se la correlaciona con la Formación Corral Quemado del Grupo Santa María.

Se la asigna al Plioceno y se ha estimado un espesor de 475 m.

Los mismos autores (1980) describen la Formación Cortaderas en la comarca del arroyo homónimo, al sudoeste de Trancas como un conjunto de limolitas pardas con niveles de conglomerados, areniscas y arcilitas. En la misma comarca esta entidad es mapeada por otros autores como un anticlinal en cuyo núcleo aflora la Formación Río Nío y en los flancos el Grupo Choromoro.

Culminando el Grupo Choromoro, Porto y Danieli (1974) propusieron la denominación de Formación Acequiones para un conjunto de limolitas pardo claras que pasan a conglomerados gris oscuros en el techo.

Los afloramientos se presentan aisladamente al noreste y sudoeste de la localidad de Trancas y el espesor estimado es de 70 m. Bossi (1984) la correlaciona con dudas con la Formación Yasyamayo (Plioceno) del Grupo Santa María.

Según el esquema de Porto y Danieli (1980) las Formaciones Río Salí India Muerta y Chulca integrarían el Subgrupo Carahuasi y las formaciones Cortaderas y Acequiones el Subgrupo Trancas.

1.4.1.2. Sector Noroeste

La secuencia sedimentaria terciaria aflorante en el Valle de Santa María y en la Quebrada de Amaicha ha sido objeto de intensos estudios tendientes a su ordenamiento estratigráfico.

De los trabajos encarados, el que sienta las bases del actual ordenamiento fué realizado por Galván y Ruíz Huidobro (1965). Posterior-

mente la realización de numerosos estudios de detalle ha conducido a ajustes de la estratigrafía que se sintetizan en un trabajo de Bossi y Palma (1982).

Según estos autores la Formación Saladillo no integra el Grupo Santa María tal como fuera propuesta por Galván y Ruíz Huidobro (op.cit)

Asimismo eliminan las Formaciones Lorohuasi, Los Corrales y Zanja del Molle e introducen las formaciones Chiquimil y Corral Quemado.

Bossi (1984) subdivide a la Formación Saladillo en dos miembros: el inferior es, areniscas finas y limolitas pardo rojizas y rojo oscuras, en capas delgadas, con ondulitas y grietas de desecación. El superior es areniscas medianas a finas pardo claras con estratificación maciza o cruzada y limolitas pardas o pardo rojizas, macizas, moteadas, bioturbadas y con laminación paralela. El autor mencionado correlaciona tentativamente a esta Formación con las Formaciones Río Loro y Río Nío del Sector Noreste de la provincia y la asigna al Paleoceno-Eoceno. El espesor estimado es de 308 m.

Por medio de un contacto neto con la F. Saladillo, con brusco cambio de color, aparece la Formación San José con la cual se inicia el Grupo Santa María, según Bossi y Palma (op.cit). Son pelitas verdes y margas verde amarillentas, laminadas o en estratificación muy delgada con intercalaciones de calizas y areniscas finas. Se ha señalado la presencia de niveles de carbón (Lutz 1978) y de evaporitas (halita y yeso). Por su contenido paleontológico se la asigna al Mioceno.

Los espesores indicados oscilan entre 250 m en el sur y 1.000 m en la zona de Agua Negra, al norte.

Transicionalmente se pasa a la Formación Las Arcas consistente en una alternancia de areniscas finas a medianas, irregularmente coherentes, pardo rojizas, con rodados y lentes de sabulitas que hacia el techo pasan a limolitas macizas.

Se asigna también al Mioceno y sus espesores oscilan entre 215 en el sur (Chiquimil) y 2.400 m en el norte (Río Agua Negra).

Luego de una corta transición la F. Las Arcas pasa a la Formación Chiquimil, de litología muy variable, con colores amarillentos claros predominantes. En general consiste en una alternancia de areniscas finas en conjuntos gruesos con limolitas y arcilitas pardo amarillentas, rojizas y verde claras. Se observan hacia el norte capas de nodoarenitas y nodorudititas con niveles de salgema. Aparecen asimismo venillas de yeso. Hacia el techo suelen aparecer niveles conglomerádicos. Stahlecker (en Marshall y Patterson, 1981), en el río del Recodo, lo subdivide en un miembro B (inferior -areniscas limosas con arcilitas y limolitas) y un Miembro A (superior -areniscas volcanoclásticas a veces conglomerádicas, con intercalaciones de areniscas finas y limolitas, yesíferas) con un espesor total de 480 m. Se la asigna al Mioceno.

A la Formación Chiquimil sigue la Formación Andalhuala que son areniscas medianas a gruesas gris claro a pardo claro y conglomerados con rodados de metamorfitas y vulcanitas alternando con areniscas

finas, limolitas y tobas. Es la entidad de mayor extensión areal y su espesor frente a Santa María es de 1.300 m, disminuyendo hacia el norte. Se la asigna al Mioceno superior.

La Formación Corral Quemado sucede transicionalmente a la anterior y es de composición muy variable predominantemente conglomerádica. Bossi y Palma (op.cit.) han distinguido dos facies composicionales: Zanja del Molle (polimícticos) y Los Corrales (volcánicos).

Los espesores estimados oscilan entre 100 y 300 m. y se la asigna al Plioceno.

La Formación Yasyamayo se apoya en discordancia erosiva sobre la Formación Andalhuala y consiste en espesos conglomerados con clastos de metamorfitas con intercalaciones de areniscas y pelitas pardas o pardo rojizas. Carrión (1973) ha distinguido un Miembro inferior conglomerádico con intercalaciones de areniscas gruesas y un Miembro Superior de areniscas pardo rojizas, arcillitas pardas y verdosas con calizas y venas de yeso que alternan con conglomerados. El espesor del conjunto se estima en 1.000 m. Se la asigna al Plioceno superior-Pleistoceno inferior.

Bossi (1984) propuso la denominación de Paraconglomerado Ampajango para el que aflora en escamas tectónicas que se ubican en el faldeo occidental del Aconquija entre Entre Ríos y Pajanguillo. Lo considera un depósito muy inmaduro producido por remoción en masa y estima que es anterior a la F. Andalhuala y posiblemente correlacionable con el Miembro A de la F. Chiquimil.

En las cumbres de la Sierra del Aconquija, en su extremo norte, afloran aisladamente brechas andesíticas con andesítica con intrusiones basálticas. Ruíz Huidobro (1966) la designa como Formación El Zargo y la considera relacionada a un centro eruptivo oculto similar a los centros terciarios de Cerro Atajo. El Durazno, etc.

Bossi (op. cit) estima que el Paraconglomerado Ampaganjo es un depósito derivado de la F. El Zarzo.

1.4.1.3. Sector Sudoeste

Para la secuencia sedimentaria aflorante en el borde oriental de la Sierra del Aconquija y sus prolongaciones australes, así como en los valles intramontanos, Mon y Urdaneta (1972) propusieron la denominación de Grupo Aconquija.

En la comarca del arroyo Casa de Piedra estos autores describen una secuencia integrada por areniscas rojizas con intercalaciones de arcilitas en la base, seguidas por areniscas tobáceas gris verdosas y tobas castaño claro y un conglomerado muy consolidado con clastos bien redondeados en la parte superior. El espesor estimado es de - 500 m.

González Bonorino (1950, 1951) describe secuencias similares en la región. En la falda occidental de la Cumbre de Narvéez indica la presencia de areniscas tobáceas gris claras y conglomerados. Asimismo más al sur, tanto en el sector intramontano como en el faldeo oriental de las sierras del sudoeste tucumano, indica reiteradamente la existencia de areniscas con una participación importante de materiales de origen volcánico.

Bossi (1984) considera que la sección inferior del grupo Aconquija es de edad incierta y podría ser Cretácea. A la sección superior conglomerádica la correlaciona con la F. Corral Quemado del Grupo Santa María y estima que podría asignarse al Plioceno.

1.4.2. Cuartario

Si bien los depósitos sedimentarios cuaternarios cubren la mayor parte del territorio tucumano, son muy escasos los estudios de carácter estratigráfico encarados.

Mon y Urdaneta (1972) plantean una división que si bien no tiene valor estratigráfico, pues se basa en un criterio morfológico, describe someramente los depósitos cuaternarios. Así, en las superficies de pedimentación que rodean las sierras se localizan los "Depósitos - pedemontanos" con gravas, arenas gruesas y limos y arcillas en las partes distales. Los "Depósitos glaciales", también señalados por González Bonorino (1951), son de reducida extensión y se limitan a las cumbres Calchaquies y al Aconquija.

Los "Depósitos aluviales" incluyen tanto aquellos observados en la llanura tucumana como los rellenos de las cauces de los ríos y los valles de Santa María, Tafí y Choromoro.

2. ESTRUCTURA

2.1. Unidades morfoestructurales

En la provincia de Tucumán, es posible distinguir dos unidades morfoestructurales, diferenciadas por su grado de metamorfismo y estilo tectónico.

Así vemos que podemos agrupar en una unidad a la Sierra de Quilmes, Aconquija y el borde occidental de las Cumbres Calchaquies y en la otra el borde oriental de esta última, juntamente con las sierras de San Javier, Medina, Nogalito, La Ramada, El campo y Candelaria.

A la primera unidad, la mayoría de los autores la enmarcan dentro de la región morfoestructural de Sierras Pampeanas y a la segunda dentro de Cordillera Oriental (Mon 1976), mientras que otros autores a esta unidad la ubican como Sierra Subandina.

Mon (op.cit), hace la salvedad, que esta porción de Cordillera Oriental, no tiene ni el relieve ni los perfiles clásicos de esta unidad en su sección tipo. A su vez, Bonarelli (1919), ya cuestionaba que estas sierras se diferencian notablemente del sistema subandino "sensulato".

De acuerdo a nuestros estudios, estos conceptos tienen gran importancia, ya que es posible comprobar, que la emancipación no es total entre las sierras del NE de Tucumán y SE de Salta, con las sierras que componen el borde oriental de las Cumbres Calchaquies, sino

que es una gran zona de transición, donde los caracteres de Subandinas y Cordillera Oriental, no están claramente definidos. Pero sí podemos afirmar que hay una identidad de los elementos estructurales y litológicos en la región ocupada por estas sierras, que hacen necesario redefinir su posición en el contexto tectónico regional, para lo cual sugerimos al nombre de "Sistema Burruyaquense".

Estas dos grandes unidades, han tenido un comportamiento dúctil, durante las orogenias Pampeanas y Famatianas paleozoicas. En cambio durante la orogenia Andina, las rocas del zócalo metamórfica han tenido un comportamiento tectónico rígido, desmenbrándose en bloques limitados por grandes fallas inversas de rumbo submeridional, mientras que la cobertura sedimentaria más plástica se plegó, acompañando pasivamente las deformaciones del zócalo.

La mayoría de los autores que se han ocupado de estudiar la geología de Tucumán, ha establecido tres episodios de deformación: los dos primeros en tiempos Paleozoicos y el último en la orogenia Andina- (Mesozoico-Cenozoico).

2.3. Estructura Antigua

El zócalo metamórfico de las dos unidades, sufrió los efectos de varios episodios de deformación que imprimieron una estructura compleja a las rocas esquistosas, en particular en la unidad correspondiente a Sierras Pampeanas.

Hemos observado, en las sierras de Quilmes, Aconquija y borde occidental de las Cumbres Calchaquies, hasta cuatro juegos de planos de clivajes, juntamente con intrusiones graníticas y pliegues ptigmáticos, acompañados de otros fenómenos de migmatización.

El estudio de los episodios de deformación se hace menos complicado al estudiar las sierras del "Sistema Burruyaquense", debido a su bajo grado de metamorfismo. Allí fué dable observar en casi todas, hasta cuatro juegos de planos S, como respuestas a efectos de esfuerzo, acompañados de pliegues isopáquicos de variados órdenes (micropliegues, meso y macropliegues).

2.4. Estructura Moderna

La cobertura sedimentaria (en parte Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica) y el zócalo metamórfico en conjunto, fueron deformados por los movimientos andinos. Ante la acción de estos esfuerzos, se produjo una reacción mecánica disímil: el zócalo, ya transformando en un cuerpo rígido, en particular en las Sierras Pampeanas, se fracturó en grandes bloques y la cobertura cedió plásticamente, y se plegó. Esta distinción es menos neta en la unidad correspondiente al "Sistema Burruyaquense".

Por lo tanto, los movimientos andinos, no sólo reactivaron el zócalo metamórfico y plegaron la cobertura, sino que son los responsables de la estructura actual de la región.

2.5. Estructura Neotectónica

Hemos observado dentro del ambiente de estas dos unidades, mediante fotointerpretación y chequeo de campo, una serie de fenómenos de neotectónica, en particular en las depresiones o valles, rellenos por sedimentos terciarios y cuaternarios como ser:

- a) En la depresión de Choromoro sedimentos del Terciario alto y cuaternario, están moderadamente plegados, conformando un relieve de cuevas y de mesas. Los ejemplos más notables se observan en el sinclinal de Ticucho, limitado por una estructura anticlinal vecina (Bossi 1969), en las lomas de Vipos entre la ruta nacional nº 9 y el río homónimo.
- b) En el valle de Santa María, se advierten fallas cuaternarias activas, en las vecindades de Quilmes y en los afloramientos terciarios (con cubierta cuaternaria), ubicados en la porción oriental del valle.
- c) En la llanura pedemontana de las sierras de La Ramada, El Campo y Candelaria se observan sedimentos actuales moderadamente plegados conformando un relieve de origen denudativo de glacis, pedimentos y cuevas.
- d) Los conos de deyección correspondientes a la vertiente oriental de la sierra de Aconquija, entre las ciudades de Concepción y Monteros, se encuentran truncados por una fractura de varios kilómetros de longitud. Lo mismo acontece con la gran falla regional del río Calera, que penetra profundamente en la llanura aluvial del río Salí.

- e) En las Lomas de Imbaud, situada al este del borde oriental de la sierra de San Javier y separadas de ésta por un estrecho "valle en rampa" limitados por fallas inversas (de acuerdo a Hills 1973, para diferenciarlo de las "fosas" que son estructuras similares pero producidas por fallas directas), se observan fenómenos de plegamiento y fracturación en conglomerados pleistocénicos, bien comentados.
- f) Existen además numerosas evidencias morfológicas, acerca de la presencia de fallas cuaternarias, que han sido en parte indicadas en el mapa.

2.6. Estructura de las Sierras Pampeanas

Las sierras Pampeanas, están constituidas actualmente por bloques rígidos de basamento, de mediano a alto grado de metamorfismo, normalmente elevados y basculados por fallas inversas de alto ángulo y por una cobertura sedimentaria cuaternaria-terciaria (González Bonorino, 1950).

Consideramos solamente perteneciente a esta unidad a las sierras de Quilmes, Aconquija y borde occidental de las Cumbres Calchaquies en lo que respecta al territorio tucumano.

Dentro de esta unidad, se distinguen dos comarcas con direcciones estructurales distintas, que ya fueron señaladas por R. Mon (1972, 1976 y 1979), en varios trabajos, de las cuales haremos una breve síntesis.

Las situadas al noroeste de la "Megafractura Aconquija" (Baldis et al, 1975) o "Lineamiento de Tucumán" (Mon, 1976), donde se observa que las fallas regionales experimentan una marcada inflexión en su rumbo, convexa hacia el oeste y cóncava hacia el este, en particular en el borde occidental de las Cumbres Calchaquíes, mientras que más al sur, en el borde occidental de la sierra de Aconquija, las fallas toman rumbo NE-So.

En la comarca situada al SE del lineamiento de Tucumán, las fallas se disponen por lo general con un arrumbamiento regional NNO-SSE, inclinando hacia el naciente. Esto puede observarse en las Cumbres de Narváez, Silleta de Escaba, Silleta de las Higueras, Cumbres de Los Llanos y Cumbres de Potrerillos.

Por otra parte se debe destacar que al sur del lineamiento de Tucumán, aparecen manifestaciones del Grupo Salta (Subgrupo Sta. Bárbara -Díaz Taddei et al, 1983 en prensa).

Dentro del ambiente de Sierras Pampeanas, merecen señalarse una serie de depresiones, donde la cobertura terciaria y cuartaria, ha quedado resguardada de la erosión.

A continuación señalaremos las más importantes: Valle Calchaquí y/o Valle de Santa María, depresión de Tafí y Amaicha del Valle, depresión de las Estancias y Escaba.

El mapa geológico muestra claramente las relaciones entre éstas depresiones y la estructura regional.

2.7. Estructura del "Sistema Burruyaquense"

Los límites naturales de esta región que proponemos en este trabajo, son: al norte la cuenca o depresión de Metán; al este el valle del río Horcones y las Llanuras de Salta, Santiago del Estero y Tucumán apenas interrumpidas por las lomadas de los cerros de la Fragua y del Remate. Al oeste el borde oriental de las Cumbres Calchaquíes, a través del valle de Gonzalos, para terminar al suroeste en la megatraya de Salar del Hombre Muerto-Tafí del Valle-Monteros y al Suroeste en la llanura tucumana.

Las sierras de Candelaria, Medina, La Ramada, El Campo, Nogalito, San Javier, Alto de Vipos, Alto de la Totorá, Anfama y El Potrero, representan anticlinales en cuyo núcleo aflora el basamento de bajo grado de metamorfismo (Fm. Medina). Estos muestran terminaciones periclinales en sus extremos, causados por el buzamiento de sus ejes tanto hacia el norte como hacia el Sur (Peirano, 1938-39, Mon et al 1971, Mon y Suayter, 1973).

Las sierras situadas al NE presentan un rumbo predominante NNE-SSO. Están distribuidas en dos cordones dispuestos en posición escalonada: Uno de ellos formando la sierra de la Candelaria y la sierra de Medina; el otro situado más al este, está integrado por las sierras de El Campo y La Ramada.

La franja occidental de este sistema, comprende a las sierras del borde oriental de las Cumbres Calchaquíes y San Javier, con un rumbo predominante N-S.

Este basamento de bajo grado de metamorfismo de edad precámbrica-paleozoica inferior, probablemente se ha comportado de manera rígida durante los movimientos andinos, fracturándose en bloques y plegando la cobertura sedimentaria suprayacente. Debemos destacar, que entre los núcleos formados por el basamento, esta cobertura, en algunos casos se presenta en pliegues apretados, lo que lleva a preguntarnos si la misma ha tenido un juego independiente con respecto al basamento.

La cobertura en estas sierras está integrada por sedimentos cambro-ordovícicos cretácicos y terciarios.

Dentro de este sistema debemos destacar las depresiones de Choromoro y Gonzalos. La primera se extiende entre las estribaciones orientales de las Cumbres Calchaquíes y la Sierra de Medina. La segunda situada en el extremo norte de las Cumbres Calchaquíes marcaría el límite entre las dos grandes unidades señaladas (Sierras Pampeanas y "Sistema Burruyaquense")

2.5. Rasgos tectónicos oblicuos respecto a la estructura regional

Tanto en las unidades de Sierras Pampeanas como en el Sistema Burruyaquense, el rumbo predominante de las fallas en su mayor parte es N-S.

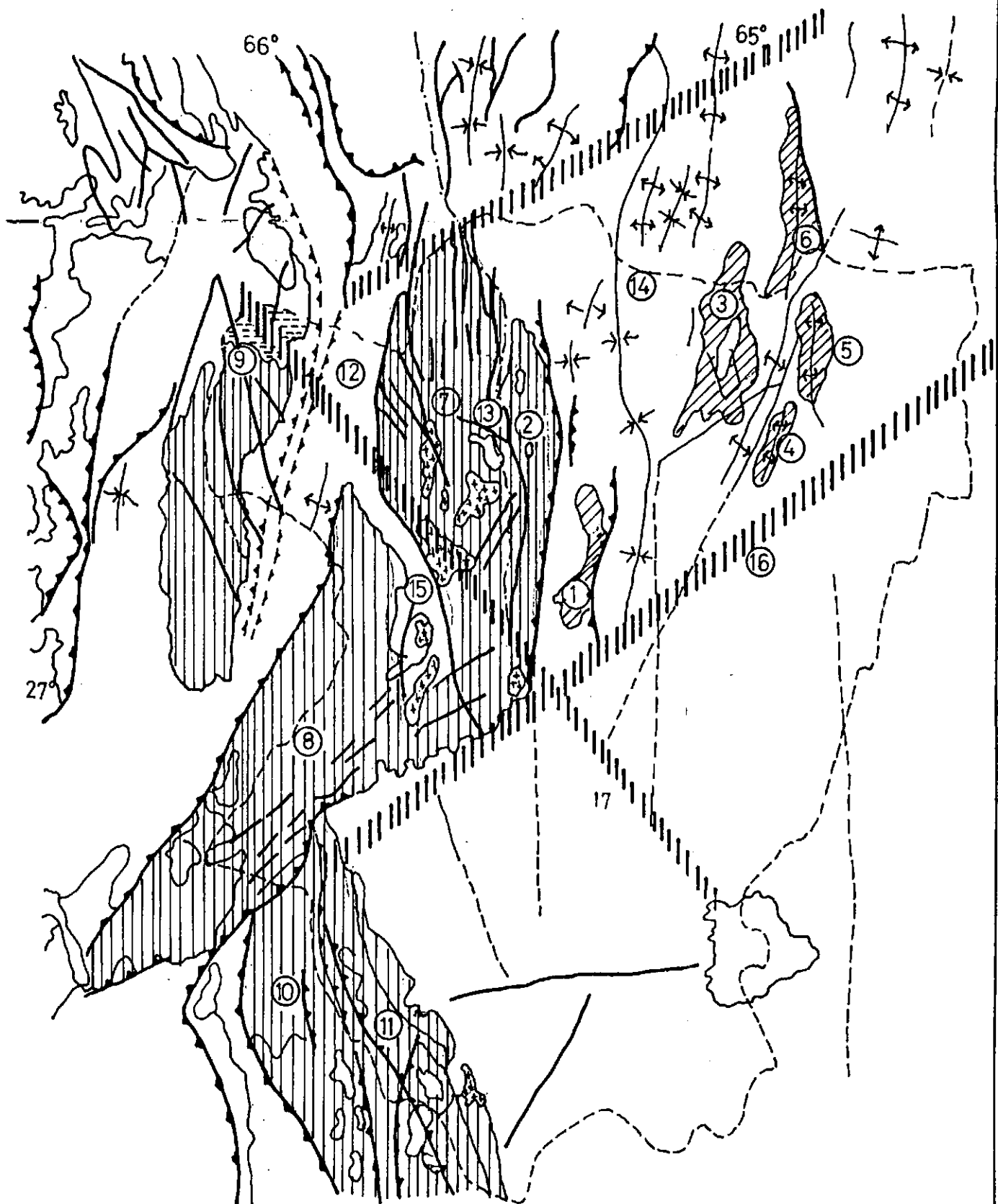
Sin embargo se nota la presencia de megafracturas transcurrentes de rumbo fuertemente oblicuo al de las fallas inversas regionales.

Debemos señalar tres importantes accidentes en la provincia de Tucumán. El primero el "Lineamiento de Tucumán" (Mon, 1976) no Megafractura Aconquija (Baldis et al, 1975). El segundo la Megafractura Salar del Hombre Muerto-Tafí del Valle-Monteros, (Baldis et al, 1975; Suayter L., 1984). El tercero el "Lineamiento de El Brete" (Mon op.cit)

Según Mon (op.cit) el Lineamiento de Tucumán, marca la terminación abrupta de la Cordillera Oriental. Y en las Sierras Pampeanas provoca una fuerte inflexión de dimensiones regionales en la dirección de las fallas, desapareciendo contra este accidente, hacia el sur del mismo, las manifestaciones más australes del Grupo Salta.

Nosotros consideramos que sobre la megafractura Salar del Hombre Muerto-Tafí del Valle-Monteros, termina lo que consideramos como "Sistema Burruyaquense", en el lugar de Cordillera Oriental, ya que el metamorfismo en las rocas, al sur de esta megafractura, sufre un brusco cambio, de bajo a alto grado.

Por otra parte debemos destacar, que, como ya lo dijimos en párrafos precedentes, se observan manifestaciones del Grupo Salta, concretamente del subgrupo Sta. Bárbara, al sur de lineamiento de Tucumán, en el faldeo oriental de las sierras de Narvéez (Díaz Taddei et al, op. cit).



REFERENCIAS

BOSQUEJO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL

- | | | | |
|---|-------------------------------|----|-----------------------------------|
| | BASAMENTO METAMORFICO ALTO G° | ④ | SIERRA DE LA RAMADA |
| | BASAMENTO METAMORFICO BAJO G° | ⑤ | SIERRA DE EL CAMPO |
| | BASAMENTO GRANITICO | ⑥ | SIERRA DE LA CANDELARIA |
| | BASAMENTO MET. ALTO Y BAJO G° | ⑦ | CUMBRES CALCHAQUIES |
| | FALLAS INVERSAS | ⑧ | SIERRA DEL ACONQUIJA |
| | FALLAS | ⑨ | SIERRA DE QUILMES |
| | FALLAS INVERIDAS | ⑩ | DEPRESION DE LAS ESTANCIAS |
| | FALLAS INVERSAS INVERIDAS | ⑪ | DEPRESION DE ESCABA |
| | EJES ANTICLINALES | ⑫ | DEPRESION DE SANTA MARIA |
| | EJES SINCLINALES | ⑬ | DEPRESION DE GONZALOS |
| | LINEAMIENTOS | ⑭ | DEPRESION DE CHOROMORO |
| ① | SIERRA SAN JAVIER | ⑮ | DEPRESION DE TAFI |
| ② | ALTOS DE VIPOS | ⑯ | LINEAMIENTO DE TUCUMAN |
| ③ | SIERRA DE MEDINA | 17 | LIN. SALAR HOMBRE MUERTO MONTEROS |

POR: LUIS SUAYTER

UNIDADES FISIOGRAFICAS

Introducción

En la provincia de Tucumán consideramos la existencia de dos sistemas morfoestructurales:

- a) Las Sierras Pampeanas, que comprenden las Cumbres Calchaquíes, Sierra del Aconquija, las Sierras Centrales y el área serrana del sudoeste.

En el mismo ámbito se encuentran el Valle Calchaquí, la Sierra del Cajón y el Valle de Santa María.

- b) Las Sierras Subandinas o sistema burruyaquense, comprenden las Sierras del Noroeste de la provincia (Sierras de Medina, La Ramada, Nogalito y de El Campo)

La llanura tucumana es una potente acumulación de sedimentos cuaternarios extendidos sobre una gran área de la provincia, de origen predominantemente aluvial y de variadas características físicas. Conforman una extensa planicie, suavemente ondulada.

Cuantificando la superficie cubierta por cada uno de estos sistemas, estimamos que las Sierras Pampeanas ocupan aproximadamente el 37% del área provincial, las Sierras Subandinas el 6% y la llanura tucumana el 57% restante.

Las Sierras Pampeanas atraviesan la provincia, de norte a sur, ocupando la porción centro oeste de la misma. Limitan al norte con Salta, al oeste y sur con la provincia de Catamarca y al este con la llanura tucumana.

Las Sierras Subandinas se levantan al nor-noreste de Tucumán, al este del área Tapia-Trancas y llegan hasta el límite con la provincia de Salta, donde se internan con el nombre de Sierra de la Candelaria o Castillejo.

La llanura tucuman se extiende desde el límite provincial noreste, con Santiago del Estero, Departamento Burruyacu, hasta el pie de monte de las serranías situadas al sudeste de la provincia. Limita al este con la provincia de Santiago del Estero y al oeste con el pie de monte de las cadenas montañosas existentes en el sector occidental de Tucumán. Su ancho es variable: desde un máximo de 50 kms. al sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán hasta un mínimo de 15 kms. en la latitud de La Cocha. En esta llanura se encuentra el área de mayor actividad agrícola e industrial de la provincia, así como las ciudades y pueblos más prósperos.

La llanura tiene características de aridez en el sector oriental, límite con Santiago del Estero, lo que contrasta con la gran fertilidad de las áreas central y occidental, en las vecindades del pie de monte del Aconquija y Sierras Centrales. En dirección norte sur, la pluviosidad se baja en Trancas, aumentando hacia el sur hasta alcanzar los máximos valores en el centro de la provincia, en la faja cercana a las serranías y disminuye nuevamente hacia el sur. Este gradiente pluviométrico condiciona, en gran parte, el distinto nivel de fertilidad de los suelos de esta planicie.

El relieve general de la llanura está constituido por lomas y terrazas que se vuelven más tendidas cuando más se aproximan al río Salí: la planicie tiene una pendiente hacia el sudeste, donde existen una serie de débiles depresiones y elevaciones longitudinales. Continúa hacia el este y sudeste como llanura chaco-pampeana.

El punto más elevado de las serranías tucumana está en las Cumbres del Aconquija, en El Clavillo de 5.550 metros de altura sobre el nivel del mar y el más deprimido se ubica en la llanura limítrofe a Santiago del Estero, con una elevación de 350 metros.

Las Sierras Pampeanas consisten en un grupo de cordones montañosos de rumbo meridional, separados por valles y quebradas. Se caracterizan por vertientes occidentales muy empinadas y flancos orientales con muy bajos gradientes, lo que les confiere un perfil asimétrico. Sus cumbres frecuentemente han sido peneplanizadas.

Al oeste, formando el límite con Catamarca, se encuentra la Sierra del Cajón o de Quilmes, que culmina a los 4.700 metros sobre el nivel del mar. Está separada de las Cumbres Calchaquies por el amplio valle de Santa María. Al sur de estas cumbres se halla el Valle de Tafí, comunicando con el de Santa María por el Abra del Infiernillo.

Al sur del Valle de Tafí, en el límite con la provincia de Catamarca se levantan la Sierra del Aconquija y los Nevados del Aconquija.

Hacia el este de las Cumbres Calchaquíes se encuentra un grupo de sierras que llegan hasta las cercanías de la ciudad de San Miguel de Tucumán; las más próximas son la Sierra de San Javier separada por una extensa falla de la Cumbre de Taficillo, que la prolonga hacia el norte, y en donde se encuentra la mayor altura del cordón, con 1.800 metros sobre el nivel del mar.

Las singulares cumbres planas, motivaron los nombres de algunas de las montañas, tales como Silleta de Escaba, de las Higueras, de Potrerillo, etc.

Las sierras de la sección oriental de la provincia se ubican al nordeste de la cuenca del río Salí, en el Departamento Burruyacu. Cuatro cordones integran el sistema considerado como la prolongación austral de las Sierras Subandinas. Intercalados entre ellos hay un conjunto de sierras y valles, tales como Valle del Río Nío y de Chorrillo, Sierra de la Ovejera, etc.

Descontando algunas asperezas locales y el abrupto flanco occidental, en estas sierras predominan las formas suavemente redondeadas, con algunas mesadas altas y resto de antiguas planicies, elevadas entre suaves valles.

Hidrografía

La hidrografía de la provincia de Tucumán comprende integralmente la cuenca de aporte del Río Salí, salvo un pequeño afluente, el río Can-

delaria, que nace en Salta. Completan el sistema hidrográfico provincial algunos pequeños cursos de agua del noroeste y una porción del río Santa María, que atraviesa de sur a norte la parte oeste del Departamento Tafí del Valle.

El Río Salí se alimenta casi totalmente de los derrames de la vertiente oriental de las Cumbres Calchaquies y del Aconquija y, en mucha menor proporción, de los desagües de las sierras de La Candelaria, - (Salta) de Medina y La Ramada.

El río Salí resulta de la confluencia de los ríos Tala y Candelaria: el primero materializa el límite con Salta. Atraviesa la provincia por su parte central, con dirección general norte - sur hasta las inmediaciones de Leales, desde donde se dirige hacia el Dique Frontal de Río Hondo con rumbo sud-este, para continuar luego hasta la laguna de Mar Chiquita, en la provincia de Córdoba.

Los principales afluentes son de norte a sur:

- Acequiones: nacido en las Cumbres Calchaquies: - Alurralde: también de las Cumbres Calchaquies, resulta de la fusión de los arroyos Gonzalo, de la Criolla y del Potrero: - Vipos: originado en las Cumbres Calchaquies de la unión de los arroyos Sepulturas, Huasamayo y de la Bolsa; es el más largo de los tributarios: - Tapia; es el más corto, nace en Raco: - Medina, nacido en las sierras del mismo nombre, en su desembocadura se llama Calera: - Lules, se inicia en las Cumbres del Potrerillo como Río de las Juntas. En su quebrada se

instaló a principios de siglo la primera usina hidroeléctrica de Tucumán:-Río Colorado: nativo de las Cumbres de Taffí, luego se une al Famaillá:-Caspinchango:y otros arroyos:-Del Pueblo Viejo: a sus orillas estuvo el primitivo Tucumán:-Mandolo,,de los Romanos, del Rincón, son afluentes monterizos:-El Seco que carece de afluentes:-Gastona, resultado de la confluencia de los ríos Las Pavas, Las Jayas, Solco, del Conventillo y Chilimayo:-Chico: colector de los ríos Saltón, Las Cañas, Cochuna y Medina, que tienen sus cuencas de recepción en los Nevados del Aconquija y las Cumbres de Santa Ana. Tiene más de 100 - kms., de longitud:-Marapa: en el se encuentra el Dique de Escaba.

Entre los ríos que no pertenecen a la red hidrográfica del Salí se destacan, el río Santa María, en el extremo noroeste de la provincia: nace en Catamarca en las sierras del Cajón y tiene un recorrido de 40 kms. en suelo tucumano. El río Urueña, que forma el límite nordeste con Salta y el Tajamar, una de las pocas fuentes de agua del noreste de la provincia: recibe aportes de las ríos Nío y Muerto.

Casi todos estos ríos son muy activos y caudalosos y tienen afluentes de similares características y numerosos arroyos que permanecen secos casi todo el año.

Los ríos que irrigan el área húmeda de la provincia, la de mayor extensión, nacen casi sin excepción en la vertiente oriental de los cordones Cumbres Calchaquíes - Sierra del Aconquija. Luego de drenar el agua que aporta la zona montañosa salen a la llanura tucuman que atraviesan hasta volcar sus aguas en el gran colector tucumano, el río Salí.

Casi todos ellos están controlados en su recorrido serrano por la estructura de la montaña que los aloja y que solo permite cauces rectos. Las vertientes están protegidas por una espesa cubierta vegetal, excepto en sectores donde la erosión o la depredación la eliminó o la empobreció. Al llegar al pie de monte la mayoría de los ríos han construido extensos conos de deyección, que en numerosos casos se unen, formando amplias planicies de deposición aluvial.

En la llanura estos ríos describen apretados meandros, cuya migración causa serios daños a los campos de cultivos; han construido varios niveles de terrazas y excavado sus cauces al pie de barrancas de variada altura.

El clima posibilita el desarrollo de una capa de suelo de regular espesor que dió lugar al crecimiento de la cubierta vegetal. Ambos actúan como esponja durante las precipitaciones pluviales, favoreciendo la infiltración de agua al subsuelo, en desmedro de la escorrentía superficial. Esta última adquiere importancia cuando se colma la capacidad de almacenamiento de los suelos, produciéndose entonces las inundaciones que casi todos los veranos afectan a la llanura tucumana. Las aguas, con gran energía cinética, eroden activamente los suelos de las márgenes y del cauce, transportando una gran carga sólida hasta donde la disminución de la pendiente de los cauces obliga al abandono de la misma en los sectores bajos de las cuencas. La cuantía de estas acumulaciones permite evaluar la intensidad del proceso erosivo.

Las características del clima y de los suelos de los Valles Calchaquíes dan lugar a un escurrimiento fluvial espasmódico. El gradiente de los cauces es elevado y sus cuencas de recepción se desarrollan en sectores montañosos desprovistos casi por completo de vegetación y con una capa muy tenue de suelo, cuando existe. Las lluvias son escasas, pero casi toda la precipitación se concentra en los cauces donde produce, en poco tiempo, importantes avenidas.

La utilización de los afluentes del Río Salí en la irrigación y en la actividad industrial derivada de los cultivos sostiene la economía de Tucumán, pues la mayor parte de la producción agrícola se obtiene en áreas irrigadas. La cuantía de éstas es de casi 130.000 has. y la suma de los módulos de los ríos provinciales supera los 80 m³/segundo, de los cuales solo se usa 25 m³/segundo, en promedio.

Geomorfología

El territorio tucumano está comprendido en la transición entre dos grandes aspectos morfoestructurales argentinos, la llanura y la montaña.

En Tucumán existen tres tipos de llanura: la pedemontana, la aluvial o deprimida y la ondulada o Chaco-pampeana. En relieve montañoso diferenciamos: el área serrana sudoeste, el área Aconquija y Cumbres Calchaquíes, Sierras Centrales y Quilmes y, finalmente, el área de las Sierras del Noreste.

Las principales cuencas intermontanas son:

- a) Valle de Tapia - Trancas.
- b) Valle de Santa María.
- c) Valle Taffí y Amaicha del Valle.
- d) Valle de las Estancias y Escaba.
- e) Valle Gonzalo - Potrero
- f) Valle del Río Niño - Chorrillo

Llanuras

1) Llanura pedemontana

Es una superficie plana a suavemente ondulada adosada a la larga cadena del Aconquija desde la localidad de La Cocha hasta la ciudad de San Miguel de Tucumán, continuando luego al pie de la Sierra del Campo y de La Ramada. Su ancho varía entre 5 a 20 kms., inclinándose suavemente hacia el este, con gradiente comprendido entre 1 y 5°.

Se observan en esta geoforma tres variantes: los glacis; los conos o abanicos aluviales y los valles fluviales.

Los glacis son explanadas de perfil ligeramente cóncavo, que ocupan gran parte de la Llanura pedemontana; se han desarrollado sobre limos y arenas cuaternarias en los que la disgregación mecánica, la remoción en masa y el escurrimiento superficial en manto interactúan en procesos erosivos que provocan zozobra a las poblaciones rurales. Sobre la superficie de los antiguos conos los cursos actuales de agua han construido sus llanuras de inundación, cuya morfología refleja influencias de carácter litológico, tectónico y paleoclimático.

2) Llanura aluvial o deprimida

Es una extensa superficie plana que tiene el aspecto de una vasta depresión en la que confluyen los cursos de agua nacidas en las áreas montañosas circundantes. La limitan la llanura pedemontana al oeste y la ondulada, al este. En ella se distinguen dos de características geomórficas diferentes: a) la situada al norte del Río Marapa, b) la llanura que se prolonga hacia el sur, donde se confunde con la vertiente septentrional de la Sierra de Ancasti. De acuerdo a las imágenes satelitarias y a los antecedentes históricos podemos afirmar que el río Salí, al norte de la llanura deprimida, derivó hacia el suroeste por influencia tectónica (información brindada por investigaciones de geoelectrica y de geología superficial). El cambio de rumbo se produjo en cercanías de la ciudad de Monteros y fué controlado por la megacizalla "Salar del Hombre Muerto - Amaicha - Tafí - Monteros, la cual termina aparentemente en el embalse de Termas de Río Hondo.

En este embalse probablemente existe un nudo tectónico en el que convergen radialmente los afluentes del Río Salí (Seco, Gastona, - Chico y Medina) controlados por fallas que nacen en la vertiente oriental del Aconquija.

En este sector de la llanura los cauces de los ríos, tienen albardones, meandros abandonados y pantanos que dificultan el escurrimiento del agua. La causa podría señalarse en la disminución de la pendiente de los terrenos y en la degradación avanzada de las cuencas, con aumento del escurrimiento hacia las zonas deprimidas donde se producen inundaciones estacionales, se forman lagunas temporarias y en los sectores bajos hay afloramientos salino-alcalinos.

3) Llanura ondulada o Cahco-Pampeana

Comprende la franja nororiental de la llanura tucumana y la prolongación austral del pie de monte de las Sierras Subandinas. Ocupa un espacio de aproximadamente 50 kms. de ancho que se extiende desde Río Hondo hasta un punto ubicado al norte de Las Cejas.

Se caracteriza por un paisaje de cuevas alternando con valles de fondos planos, generalmente de rumbo este-oeste.

Geografía

1) Area serrana sudeste (Cumbre de los Llanos y Potrerillos)

Ocupa el extremo sureste de la provincia. Morfoestructuralmente está formada por bloques de basamento fracturados y basculados hacia el oeste, con el estilo de fallas inversas de alto ángulo, característico de las Sierras Pampeanas.

La vertiente oriental de estas sierras está disectada por cursos de agua temporarios que han excavado sus cauces sobre líneas de - fractura y que al llegar a la llanura, donde disminuye bruscamente la capacidad de transporte de la carga de aluviones, los abandonan construyendo abanicos aluviales de moderada extensión.

Casi en el límite con Catamarca se adosan a la vertiente oriental de Cumbres de los Llanos un conjunto de suaves lomas constituidas por la acumulación de material fanglomerádico sobre núcleos terciarios, sepultados a su vez por loess.

2) Area Aconquija y Cumbres Calchaquies - Sierra de Quilmes

La gran fractura de rumbo noroeste - sureste del Infiernillo separa a la cadena del Aconquija de las Cumbres Calchaquies, que a su vez están separadas de la Sierra de Quilmes por el valle en rampa de Santa María.

Se impuso en este sector un relieve de plataforma junto a una morfología glaciaria, particularmente en el Aconquija donde existen circos glaciares con depósitos moránicos y valles en U.

En algunos sectores de las Cumbres Calchaquies hay un paisaje pseudocárstico, particularmente en el área central, donde afloran las calizas cristalinas denominadas "Peñas Azules" y "Alto de la Mina" combinado con rasgo y depósitos glaciares.

La vertiente oriental de las Cumbres Calchaquies y Sierra del Aconquija se caracteriza por su elevado gradiente y está cubierta de vegetación desarrollada sobre suelos limosos, someros, que en épocas de fuertes lluvias se deslizan vertiente abajo, al perder coherencia y estabilidad por el agua de imbibición.

La morfología de los ríos y su régimen hídrico es la correspondiente a torrentes de montaña.

La vertiente occidental presenta laderas desnudas, en un clima semi-árido. Predominan entre los agentes geomorfológicos actuantes en el área los procesos de remoción en masa, en forma de súbitos derrumbes, y la meteorización física.

Las corrientes de agua temporarias, generalmente impetuosas y de corta duración, labran con dificultad sus cauces en sus propios aluviones y en los taludes de escombros desprendidos de las laderas de los cerros, que posteriores avenidas esparcen en el pie de monte como abanicos aluviales.

Dentro del ambiente del Aconquija se destacan los valles intramontanos de las Estancias y Tafí del Valle por sus características morfológicas y estructurales.

En la cubeta tectónica de Las Estancias se ha labrado en sedimentos terciarios un relieve algo quebrado en su parte austral, con contornos aplanados y aterrazados en el extremo norte (González - Bonorino, 1950).

En el Valle de Tafí existen glacés en las vertientes occidentales de las Sierras Centrales. Según García Salemi (1972) en su génesis intervino la remoción en masas, relacionada al ambiente glacial que tuvo la región durante el cuaternario y que se expresa por coladas de barro, solifluxión y desplazamiento de sedimentos por acción del hielo, etc.

3) Area de las Sierras del Noreste

El relieve de este complejo montañoso refleja variedad estratigráfica y tectónica, a la vez que influencias paleoclimáticas. Predomina un relieve de plegamiento.

El valle del Río Medina es un claro ejemplo de curso fluvial superpuesto a las estructuras principales. El río es de régimen permanente; está flanqueado por una serie de valles secundarios que muestran en su perfil asimétrico la influencia tectónica.

Cuencas intermontanas

1) Tapia - Trancas

El relieve es el de una cubeta tectónica encerrada por las Cumbres Calchaquíes, Sierras Centrales, las sierras de Medina y Candelaria, cuyo pie de monte está intensamente erodado y tectonizado.

Las geoformas de mayor importancia por su extensión y desarrollo son los glacís, que truncan el substrato sedimentario de edad cretácica y terciaria, y que posteriormente fueron cubiertos por conos y abanicos aluviales.

Esta cuenca está irrigada por importantes afluentes del Río Salí, como ser; ríos Tala, Aceuiones, Choromoro, Vipos y Tapia.

2) Santa María

Estructuralmente es un valle en rampa situado entre bloques de basamento, Sierra de Quilmes, al oeste y Cumbres Calchaquíes, al este.

Se reconoce tres tipos morfogénéticos, formas de origen denudativo, representadas por las superficies aplanadas o glacís: formas de acumulación torrencial, constituidas por conos de deyección o abanicos aluviales y formas fluviales (terrazas).

ZONIFICACION GENERAL DE
RIESGO GEOLOGICO

Introducción

Los riesgos geológicos son procesos naturales, como también artificiales, provocados por el hombre, que representan un peligro inmediato o futuro para la vida, la salud y las propiedades de los habitantes de una región.

Al querer hacer una planificación para el desarrollo de una determinada área, es condición primordial conocer y estudiar todos los riesgos geológicos, a fin de poder evaluar los impactos potenciales que pueden distorsionar y alterar esa área, tanto en su ambiente natural como en el uso que se le desea dar a esa tierra.

A los efectos de tener una idea global del problema, el presente informe es una síntesis de una recopilación de trabajos que pasaron por una depurada selección, cuyas conclusiones fueron volcadas en el bosquejo Geotécnico y de Riesgo Geológico realizado a pequeña escala: (1:1.000.000).

Bosquejo de Riesgo

Los riesgos naturales a que está expuesta la provincia de Tucumán, son los siguientes:

1. Temblores y terremotos de mediana intensidad en todo su territorio. (Ver capítulo de Sonificación Sísmica).
2. Inundaciones: Llanura Deprimida y pedemontana y Cuencas intermontanas.
3. Procesos de remoción en masa. Flujos lentos y rápidos:
Areas montañosas, cuencas intermontanas y
llanura pedemontana.
4. Suelos expansivos: Llanuras pedemontanas, deprimida y Chao-pampeana.
5. Terrenos solubles: Cuenca Tapia-Trancas, cuenca Río Nío-Chorrillos y Departamento de La Cocha.
6. Disoluciones Salinas: Llanuras deprimidas, Ondulado o Chaco-pampeana y cuenca Tapia-Trancas y Valle de Santa María.
7. Erosión Fluvial: En todo el territorio provincial.
8. Erosión Eólica: Cuencas intermontanas y llanura pedemontana, Chaco-pampeana y deprimida.
9. Erosión Glacial: Areas montañosas por arriba de los 3.000 metros.
10. Colmatación de embalses.
11. Formas Kársticas. (Dolinas y sumideros)

En cuanto a los riesgos provocados por el hombre, podemos señalar:

1. Canteras a cielo abierto de áridos y arcillas.
2. Extracción de áridos en los ríos y arroyos de la provincia.
3. Mal manejo del suelo por el uso de determinados tipos de cultivo, manera de disponer los mismos y preparar la tierra en contra de normas establecidas por los expertos.
4. Deforestación indiscriminada e irracional.
5. Contaminación en los ríos y arroyos en la provincia por desechos industriales.
6. Contaminación de la napa freática en núcleos habitacionales por la gran densidad de pozos absorbentes.
7. Uso indiscriminado de plaguicidas.
8. Construcción de viviendas en zonas de potenciales riesgos geológicos. (Laderas de montañas, terrenos inestables, antiguos lechos - de ríos, etc.)

Por último no debemos descartar la presencia de aguas subterráneas contaminadas en la región de las llanuras deprimidas y Ondulada o Chaco-pampeana, que tienen un contenido de arsénico más allá de lo aconsejable para uso como bebida.

De acuerdo a los estudios efectuados por numerosos especialistas, las aguas del subsuelo de esa zona contienen napas de agua con alto contenido de arsénico.

Esta área, estimada en 7.000 kilómetros cuadrados, ocupa una franja paralela al límite con la provincia de Santiago del Estero, y según el Censo poblacional del año 1980, están residiendo unos 100.000 habitantes en 30 pueblos.

En ella hay áreas con subsuelo selino - surgentes y no surgentes. Como es conocido, la ingestión de arsénico prolongada (30 años) produce distintos tipos de cáncer.

Los organismos argentinos que administran el agua, admite que el valor máximo del contenido de arsénico no debe superar los 0,010 mg/litro. En Tucumán se registraron valores de 0,1 mg/litro y 0,2 mg/litro.

Riesgos Geológicos Naturales

Terremotos

Suayter (1984), Suayter y Linares 1987, a y b: Linares, Suayter y Paolasso (1988), evaluaron el riesgo sísmico de la provincia, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) La existencia de un tiempo largo de observación sismológica y de buenos estudios geológicos y tectónicos, ya que los terremotos se presentan de manera totalmente aleatoria, en su magnitud e intensidad.

- b) Las condiciones económico-sociales de la provincia, su situación geográfica, clima, geología económica, nivel industrial, técnico y social, como también las tradiciones regionales y valores culturales.
- c) La zonificación sísmica (con miras a una futura micro-zonificación) planos de epicentros, estadísticas de terremotos (históricos y actuales), conocimientos de la interacción suelo-estructura y de la neotectónica, datos geofísicos, realidad del parque edilicio existente y por último, desarrollo de las alternativas constructivas y del diseño antisísmico.

En base a estas consideraciones, los autores arriba mencionados, elaboraron las normas sismorresistentes para la provincia de Tucumán - (1986-1988).

Remoción en Masa

Los procesos de Remoción en Masa se dan con marcada frecuencia en las zonas montañosas de la provincia y en la región del Pedemonte.

La remoción en masa involucra el transporte de grandes volúmenes de detritos, cuesta abajo, por la influencia directa de la gravedad. Está auxiliada algunas veces por la presencia de agua. De acuerdo a la cantidad de agua existente se manifiesta este fenómeno de distinta manera.

Se pueden reconocer cuatro clases de remoción en masa: Flujo lento, flujo rápido, deslizamiento y hundimiento.

Flujo lento

Reptación de suelos, de escombros de talud, de rocas y de glaciares. Solifluxión.

Flujo rápido

Corrientes terrosas y de barro. Derrumbamientos.

Deslizamiento

Desmoronamiento, deslizamiento de detritos, caída de detritos, deslizamiento de rocas y alud de rocas.

Hundimiento

Desplazamiento hacia abajo de material terroso superficial, sin superficie libre y sin desplazamiento horizontal.

Estos procesos importan de manera importante a núcleos poblacionales campos de cultivo y obras de arte.

A fin de dar un dato cuantificable. Vialidad de la Nación en la provincia de Tucumán, debió desembolsar 1.000.000 de dólares en 1987 en reparación de puentes, alcantarillas y caminos, a causa de estos fenómenos, los cuales se producen particularmente en épocas de fuerte lluvia, fines de primavera y a lo largo de todo el verano.

Corrientes de barro o "volcanes" de gran magnitud afectaron a poblaciones importantes de los Valles Calchaquíes (Colalao del Valle 1968-1970); (Amaicha del Valle 1968); (Tafí del Valle 1987). Corrientes terrosas afectan frecuentemente a la ciudad de Tafí Viejo, conocida comunmente como aluvionamiento. Se debe señalar que esta ciudad, entre los años 1986-88 sufrió grandes daños económicos. La misma se encuentra situada en el extremo norte del pie de monte de la Sierra de San Javier, macizo definido geotécnicamente como frágil (Suayter 1988), agravándose la situación por la descontrolada deforestación sufrida en su cuenca media y alta en épocas pasadas.

Inundaciones

Afectan sensiblemente a las poblaciones, industrias, obras de arte y cultivos situados en la llanura deprimida y pedemontana, lugar de máxima concentración económica de la provincia.

El régimen espamódico típicos de torrentes de los tributarios de todos los ríos de la provincia, situados en las altas cuencas de los macizos cumbres Calchaquíes y Aconquija, provoca frecuentes avenidas en épocas de fuertes lluvias, con fenómenos colaterales de salinización, corrientes de detrito y lavado del suelo.

La sistematización de estas cuencas se hace prioritaria a fin de regular el curso del escurrimiento en la llanura y por ende, controlar este riesgo.

Suelos expansivos

Fueron observados por diversos profesionales de la Geología e Ingeniería, como también por observaciones propias, en la llanura deprimida y en el Departamento de La Cocha, que en voz quichua significa "laguna", en donde los estudios geotécnicos coincidieron no solo con suelos de bajo valor soporte, sino también con mantos o capas de arcilla montmorillonítica, las cuales sufren el proceso de tixotropía (licuefacción de suelos por vibraciones).

La distribución de estas arcillas típicas por sus propiedades expansivas es errática, encontrándose no sólo en la llanura deprimida en particular, sino también en todo el territorio tucumano. (Llanura pedemontana, deprimida y chaco-pampeana).

Terrenos solubles

Se encuentran en la cuenca Tapia-Trancas, cuenca de Río Nío-Chorrillos y al sur de la llanura deprimida.

El subsuelo de esta zona de acuerdo a los perfiles geológicos de perforaciones efectuadas para la búsqueda de agua, como también de afloramientos superficiales nos confirman la existencia de terrenos Terciarios, constituidos por capas de yeso y calcáreo alternantes.

Estos materiales son susceptibles de sufrir disoluciones en presencia de agua, trayendo problemas de asentamientos diferenciales a viviendas y fuga en los embalses (Dique El Cajón) el cual no llegó a su puesta en servicio por las grandes filtraciones que tenían lugar en su terreno de fundación.

Disoluciones salinas

Estos riesgos están estrechamente vinculados a las inundaciones en particular en la llanura deprimida y en el subvalvéo del río Santa María, debido a la fluctuación de la napa freática, la que provoca el ascenso de sales por capilaridad a la superficie, afectando a la agricultura de la zona.

Se debe destacar que también el embalse de Río Hondo ha provocado el fenómeno de salinización en toda su zona de influencia, afectando de manera alarmante a poblaciones cercanas, Lamadrid, Taco Ralo.

Villa Chicligasta y Monteagudo

Erosión Fluvial, Eólica y Glacial

Afectan a distintas regiones de la provincia, las que estudiaremos de manera particular en los trabajos puntuales.

Colmatación de Embalses

El entarquinamiento de los embalses de la provincia de Tucumán, es un riesgo que calificamos como grave ya que no solo afecta al regadío de los cultivos, sino también, a las poblaciones de la provincia, como agua potable para su uso como bebida.

Estudios puntuales realizados por reparticiones oficiales y por profesionales del medio, como también por observaciones propias, dan cuenta de un estado de situación alarmante, como por ejemplo:

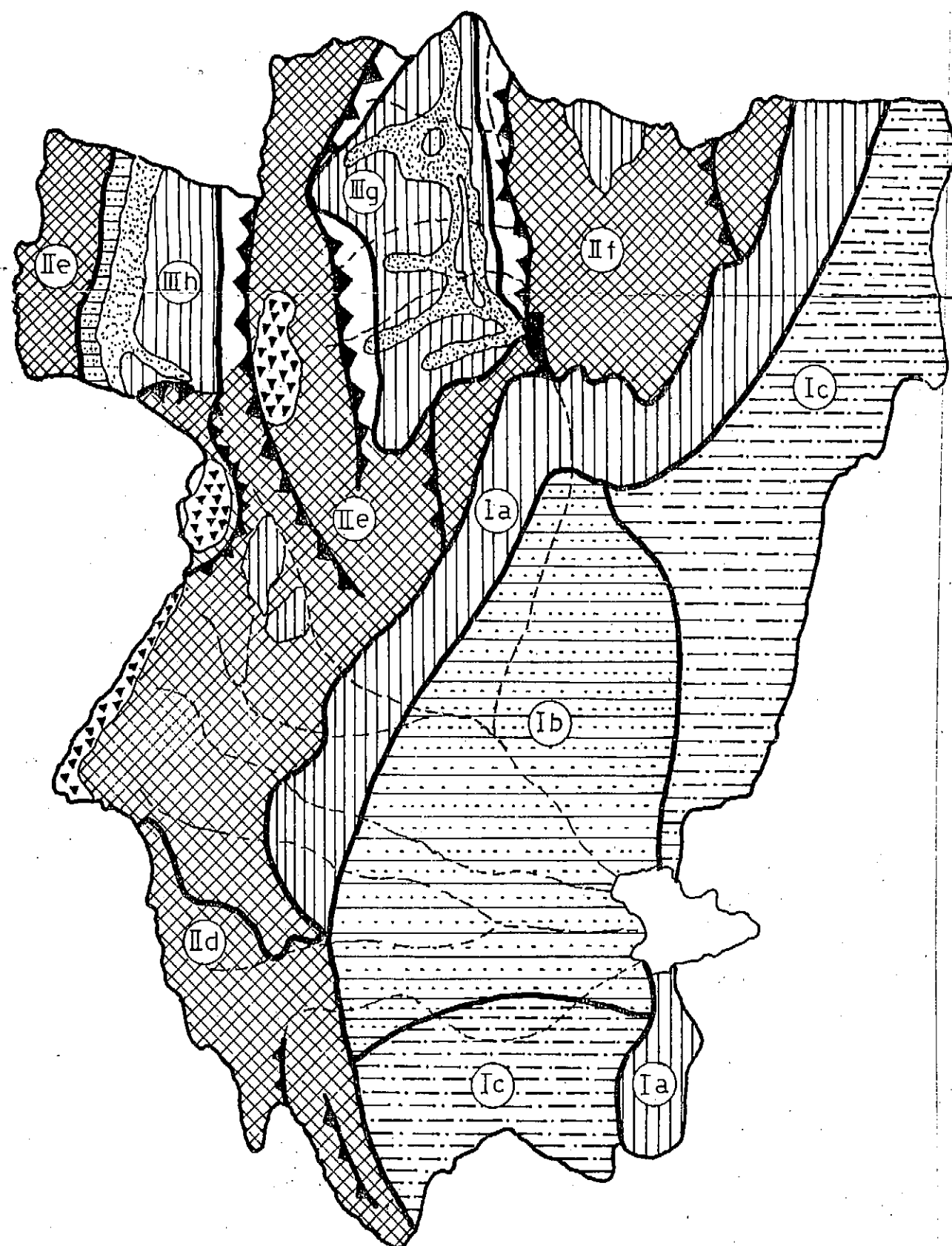
1. El embalse del dique El Cadillal, considerado con un período de vida útil de 100 años, se ve amenazado por un rápido proceso de colmatación, el cual reduciría a la tercera parte, lo calculado. Lo mismo está sucediendo con el embalse de Escaba, al sur de la provincia.
2. Los diques situados en el Valle Calchaquí (La Angostura, Cardones I y II y Los Zazos) son los que sufren un proceso de acelerada - colmatación debido a la erodabilidad de los terrenos circundantes. Los diques Cardones I y II se encuentran totalmente colmatados y en lo que respecta al dique La Angostura se calcula que el período de vida útil no superará los ocho años a partir de la fecha. Linares y Suayter (1986) publicaron un resumen de los estudios efectuados en el Dique El Cadillal, cuyas conclusiones son válidas para todos los diques de la provincia.

Formas Kársticas. (Dolinas y Sumideros)

Si bien este tipo de relieve no es frecuente en la provincia de Tucumán, se han observado formas karsticas en los terrenos de caliza cristalina situados por arriba de los 3.000 metros sobre el nivel del mar en las cumbres **Calchaquies**.

Estas formas, en la actualidad, cobrarán una particular importancia cuando estos terrenos sean atravesados por el camino que unirá las poblaciones de Hualinchay con Colalao del Valle, debiéndose tomar las debidas precauciones a fin de evitar los hundimientos previstos al trazarse el camino sobre estos terrenos.

BOSQUEJO GEOTECNICO Y DE RIESGO GEOLOGICO



CARACTERES MORFOGENETICOS

GEOMORFOLOGIA: J. SAYAGO

- FORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL (PLATAFORMAS, ESCARPAS Y FOSAS)
- FORMAS DE ORIGEN GLACIAR/PERIGLACIAR (CIRCOS, MORENAS, DESLIZAMIENTOS, FORMAS CRIOGENICAS EN GENERAL)
- FORMAS DE ORIGEN DENUDATIVO (PEDIMENTOS, CUESTAS)
- FORMAS DE ORIGEN ALUVIAL (CONOS Y ABANICOS, BAJOS ANEGABLES, LAGUNAS SEMIPERMANENTES)
- ESCARPAS PRINCIPALES
- FORMAS FLUVIALES ACTUALES (TERRAZAS, ALBARDONES, PANTANOS FLUVIALES)
- FORMAS DE ORIGEN ALUVIAL EOLICO (PLANICIES DE SEDIMENTACION LOESICA, CURSOS INTERMITENTES, BAJOS SALINAS)

REFERENCIAS GEOMORFOLOGICAS

REGIONES GEOMORFOLOGICAS

LLANURAS

- A) LLANURA PEDEMONTAÑA
- B) LLANURA DEPRIMIDA
- C) LLANURA CHACO-PAMPEANA

II. MONTANA

D) RELIEVE DE PLATAFORMA EN ROCAS CRISTALINAS BASCULADAS Y DISECADAS (COBRE DE LOS LLANOS Y POTRERILLO)

E) RELIEVE DE PLATAFORMA EN ROCAS METAMORFICAS Y SEDIMENTARIAS MODERADAMENTE PLEGADAS Y FRACTURADAS (SA. DE MEDINA, LA RAMADA, DEL CAMPO)

F) RELIEVE DE PLEGAMIENTO EN ROCAS SEDIMENTARIAS FRACTURAS CON GRUPOS METAMORFICOS EXUMADOS (SA. MEDINA, LA RAMADA, DEL CAMPO)

III. CUENCAS INTERMONTANAS

G) RELIEVE DE CUESTAS Y MESAS SOBRE ROCAS SEDIMENTARIAS FRACTURADAS Y BASCULADAS (SANTA MARIA)

VALORES SOPORTES ADMISIBLES

DE LOS SUELOS $G(\sigma)$

ZONAS:

- $IIe-IId = G < 10 \text{ kg/cm}$
- $IIf = G < 5 \text{ kg/cm}$
- $Ia, IIIh, IIIg = G < 0.5 \text{ kg/cm}$
- $Ic = G < 1-3 \text{ kg/cm}$
- $Ib = G < 0.5 \text{ kg/cm}$

SUELOS APTOS PARA EXPLOTACION DE CERAMICA ROJA. Ia

SUELOS APTOS PARA CANTERAS DE ARIDOS IIIh IIIg Ia Y/O MATERIAL DE

REFERENCIAS

RIESGO GEOLOGICO

ZONA I LLANURA

ZONA Ia ALUVIONAMIENTOS, SOLIFLUXION Y REPTACION DE SUELOS RIESGO SISMICO MODERADO

ZONA Ib INUNDACION-ASENTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS RIESGO SISMICO INTENSO

ZONA Ic EROSION EOLICA Y PLUVIAL RIESGO SISMICO MODERADO

ZONA II MONTANA

PROBLEMAS DE REMOCION EN MASA FLUJOS LENTOS Y RAPIDOS

REPTACION Y SOLIFLUXION, DESLIZAMIENTOS

CORRIENTES DE BARROS, DETRITOS ALUDES, HUNDIMIENTOS, EROSION RIESGO SISMICO MODERADO

ZONA III CUENCAS

ZONA IIIg PROBLEMAS DE REMOCION EN MASA, FLUJOS LENTOS Y RAPIDOS HUNDIMIENTOS POR MATERIALES SOLUBLES (CALES Y YESO) ALUVIONAMIENTOS EROSION Y SEDIMENTACION RIESGO SISMICO INTENSO

ZONA IIIh PROBLEMAS DE REMOCION EN MASA, FLUJOS LENTOS Y RAPIDOS ALUVIONAMIENTO, EROSION Y SEDIMENTACION RIESGO SISMICO INTENSO

NOTA:

EL RIESGO SISMICO SE BASA EN EL COEFICIENTE C_0 Y EN LA RESISTENCIA DEL SUELO (G)

POR: LUIS SUAYTER

ZONIFICACION SISMICA DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN

Resumen:

Se propone un modelo de zonificación sísmica, para la provincia de Tucumán, basado en parte en la información de la estadística sísmica, para sismos con magnitudes mayores a cinco (5)M, en la neotectónica activa y en el poder soporte del suelo.

Introducción:

La clasificación del territorio de la provincia de Tucumán en diferentes zonas, según su grado de actividad sísmica, se basó en un permenorizado estudio de recopilación histórica y de datos aportados por instituciones nacionales o internacionales con el objeto de realizar un mapa de epicentros y contribuir de esta manera al conocimiento sísmico de la región, delimitando áreas críticas, donde la aplicación de normas antisísmicas, en los códigos de construcción se tornan indispensables.

Si bien consideramos que esta información es incompleta, ya que en los lugares de poca actividad sísmica los datos suelen ser insuficientes, para definir la probabilidad de ocurrencia de un sismo de determinada magnitud, no por ello carece de rigor científico, puesto que los fenómenos son descriptos objetivamente, y aún teniendo en cuenta que a veces acontecen numerosos registros, en zonas donde no aparecen accidentes, morfológicos de importancia o en lugares donde el diastrofismo dejó rasgos bien marcados hay silencio sísmico, que son conocidos unicamente por la estadística de temblores.

En otras palabras, la instantánea de la actividad sísmica actual tiene que ser concordante, aproximadamente, con la neotectónica visible con la geología y las condiciones físicas y estructurales del suelo. Aunque el factor tiempo, indica que esta actividad no es constante ni continúa en cierto grado, ni es un fenómeno estático ni estacionario en las diversas regiones continentales.

Es bien conocido que la respuesta o comportamiento de una estructura, a un movimiento sísmico, es función de sus características dinámicas, distribución de masas y rigideces, amortiguamiento y ductilidad, y lo que es de suma importancia de las características dinámicas del movimiento de suelo, en el lugar de emplazamiento de la misma.

Teniendo en cuenta todos estos factores, se ha intentado una zonificación sísmica del territorio de la provincia de Tucumán, lo más racional y objetiva posible.

Antecedentes

En base a los trabajos realizados por Zossi (1979), Eremchuk, Mon, Suayter y Zossi (1981), Suayter (1984) y Volponi (1982) y los datos estadísticos aportados por el IMPRES, IDIA, OBSERVATORIO NACIONAL DE LA PLATA y UNITED STATE COAST and GEODETIC SURVEY, juntamente con observaciones y estudio de campo por parte de los autores del presente trabajo en el período 1981-85, se pudo llegar a definir zonas de actividad sísmica en el territorio de la provincia, concretando un mapa de epicentros y de zonificación sísmica.

Geología y propiedades geomecánicas de las rocas

La provincia de Tucumán, desde el punto de vista geomorfológico, puede dividirse en tres grandes regiones: llanuras, montañas y cuevas intermontanas. Sayago (1982).

Las llanuras pueden dividirse en llanuras pedemontana, aluvial y ondulada.

Las montañas en: a) -Relieve de plataforma en rocas cristalinas basculadas y disecadas (Cumbre de los Llanos y Potrerillo) b) Relieve de plataforma en rocas metamórficas (mediano a alto metamorfismo) y rocas sedimentarias moderadamente plegadas y fracturadas (Sa. de Aconquija, Cumbres Calchaquíes y Sa. de Quilmes) c) Relieve de plegamiento en rocas sedimentarias fracturadas con núcleos metamórficos de bajo grado exhumados (Sa. de San Javier, Alto de Vipos, Alto de la Totra, Cumbres de Roca, Sa. de Medina, Sa. de Nogalito, Sa. de La Ramada y Sa. de El Cajón).

Las Cumbres intermontanas, pueden dividirse en:

- a) Relieve de cuevas y masas sobre rocas sedimentarias moderadamente plegadas (Trancas-Tapia).
- b) Relieve poligénico sobre rocas sedimentarias fracturadas y basculadas (Santa María-Valle de Gonzalo).

Por lo tanto como puede observarse en el mapa elaborado por Sayago - (1982) de la provincia de Tucumán y por Sarudiansky, Suayter et al - (1985), es posible distinguir dos unidades morfoestructurales.

1.- Las Sierras Pampeana, con un núcleo de rocas metamórficas de mediano a alto grado (Sa. de Aconquija y borde occidental y central de las Cumbres Calchaquies).

2.- Y el "Sistema Burruyaquense" con un núcleo de rocas metamórficas de bajo grado exhumado y cuyo basculamiento plegó la cobertura Cretácico-Terciaria.

En este sistema se agrupa las sierras de San Javier, Alto de Vipos, Alto de la Totorá, Cumbres de Raco, Medina, Nogalito, La Ramada y El Campo. Es decir las sierras del borde oriental de las Cumbres Calchaquies y las sierras del NE de la provincia de Tucumán.

En base a los estudios realizados por los autores y los ejecutados por el Laboratorio Central de Agua y Energía Eléctrica, Vedramini y Fabre (1982) se puede inferir que las dos unidades descriptas anteriormente tienen propiedades lito-estructurales disímiles.

En las Sierras Pampeanas, en los gneis macizos, es posible asignar valores de módulo de deformación de 70.000 kg/cm^2 y tensiones de 150 kg/cm^2 para rocas intactas. Cuando las mismas se presentan fisuras se reducen considerablemente estas condiciones y los valores del módulo de deformación oscilan entre 9.000 a 20.000 kg/cm^2 .

En las rocas que componen el núcleo metamórfico de bajo grado, del Sistema Burruyaquense, compuestas por pizarras y filitas, se puede inferir que el módulo de deformación, será muy bajo en relación a los de los gneis macizo, a causa de las discontinuidades estructurales-

planos S- propio de éstas rocas.

Aunque no se realizaron ensayos "in situ" y sí de laboratorio en las rocas del Sistema Burruyaquense, el módulo de deformación, de acuerdo a datos teóricos y empíricos oscilaría entre 15.000 a 30.000 kg/cm² para rocas inalteradas de acuerdo a la orientación de la muestra sometida a esfuerzo de carga. Valores que disminuyen sensiblemente cuando las mismas se encuentran meteorizadas.

En la cubierta sedimentaria, Cretácico-Terciaria, de acuerdo a los estudios realizados, aunque estas rocas constituyan macizos generalmente homogéneos y pocos discontinuos, la deformabilidad es elevada, con módulos de deformación de 1.000 kg/cm², mientras que la resistencia al corte tiene un bajo valor, cohesión de 0,1 a 2 kg/cm² con ángulos de fricción entre 11° a 24° grados.

Estas rocas del "Terciario Subandino" con el asiento de una elongada área de inestabilidad cortical enmarcada entre los meridianos 64° y 66° de Long. Oeste (Suayter 1984) y 22° a 30° de lat. Sur donde predominan los terremotos de intraplaca superficiales, encontrándose sus áreas epicentrales sobre o cerca de las trazas de las grandes fracturas regionales de rumbo ándico (N-S), como también de las grandes fallas transcurrentes, que se disponen transversales o diagonales a las primeras.

De allí la importancia de una zonificación sísmica, que no sólo registre estadísticamente los eventos sísmicos, sino también el comportamiento "suelo-estructura".

En Tucumán a priori es dable imaginar que la franja de rocas cristalinas de alto a mediano metamorfismo será la más estable con respecto a la actividad sísmica, siguiéndole la banda de rocas metamórfica de bajo grado que bordea a las primeras. Finalmente las zonas más inestables serán las que contienen las formaciones sedimentarias con una historia geológica y tectónica mucho más reciente, que las rocas que sufrieron fenómenos de metamorfismos y granitización.

En líneas generales esto se cumple, con algunas excepciones particulares, como se verá a continuación.

Por otra parte, tratándose de terremotos, se debe considerar que es en la zona de la llanura aluvial donde históricamente y en la actualidad hubo un mayor desarrollo poblacional, agrícola e industrial.

Sobre las particularidades que se hacían mención en párrafos anteriores, es que la región montañosa como la llanura, estaría dentro del denominado Triangulo Calchaquí según Baldi et al (1982). Estos autores afirman que el área presenta inactividad sísmica, comportamiento que consideran anómalo, ocurriendo además una pluralidad de manifestaciones geotérmicas, que es para el caso, la cuenca Terciaria del SE de Tucumán y el área vecina de Río Hondo descripta por Méndez y Miró (1977), en donde la existencia de acuíferos confinados hipertermales sobre una extensión de más de 26.000 km², sólo puede ser aplicada por la existencia de un gradiente geotérmico anormal en un área de extensión similar (Febrer et al 1982).

Mon y Vergara (1986) (trabajo en prensa) confirman la existencia de esta importante área termal, señalando que no hay vulcanismo. Estas manifestaciones, según los autores, están relacionada con una actividad tectónica y magmática profunda. Los estudios geotermales se enmarcaron entre los 26°-28° Lat. Sur en la provincia de Tucumán, indicando temperaturas profundas más allá de los 200° en varios puntos.

Moreno Espeta et al (1975) al estudiar el área termal de Rosario de la Frontera, consideran que el termalismo del área no está vinculado a un fenómeno volcánico, ya que para los autores la última actividad de este tipo detectada en la región y de escasa magnitud corresponden al Terciario inferior y medio (vulcanitas de Antilla y San Lorenzo), sino que el calentamiento se debe a la presencia de un domo de calor que localmente origina un gradiente geotérmico anómalo.

El Triángulo Calchaquí que abarcaría aproximadamente toda la provincia de Tucumán y Catamarca y Norte de Santiago del Estero, considerado por Baldi et al (1982), como zona de relativo silencio sísmico, fué confirmado por Suayter (1984) de manera parcial, ya que Eremchuck et al (1981), demostraron la existencia de una zona de gran actividad sísmica circunscripta en el Salar de Pipanaco, dentro del área de dicho triángulo, lo cual no hace más que refrendar la complejidad del problema sísmico, debido a las heterogeneidades litológicas tectónicas y geoquímicas de la corteza.

Por otra parte se hace necesario aclarar que, Suayter (1984) mediante perfiles sismotectónico confirmó la existencia de sismos profundos de 500 a 600 km de profundidad, entre los 22° a 28° de Lat. Sur y los 64° a 63° de Long. Oeste.

Tanto para Baldis et al (1982) como para Suayter (1984) aplicando la teoría de placas, la placa de Nazca es una lámina horizontal en su zona oceánica, que luego subduce o consunciona en dos sectores próximos con distintas inclinación, dejando una zona intermedia de virtual extensión de liberación de energía sísmica.

Baldis et al (op. cit.) sitúan a la zona de silencio sísmico a la altura de los 27° de Lat. Sur, mientras que Suayter (1984) la ubica a la altura de los 25°50 a 26° 50 truncándose el "plano de Benioff", a los 68° de Long. Oeste, pero registrándose sismos de intraplaca superficiales entre los 66° a 64° de Long.O. en la franja latitudinal mencionada.

Todos estos autores opinan que la ausencia de sismos interplaca (los comprendidos dentro de la zona de Benioff), se deben a un desprendimiento de un bloque de la placa oceánica que se hunde en el manto entre los 25° a 27° de Lat. Sur en líneas generales, hipótesis que puede tenerse en cuenta, al registrarse sismos de interplacas profundo entre los 64° a 63° de Long. Oeste.

Por otra parte, en base a sondajes megnetotelúricos (MT) profundos, Baldis et al (op.cit) establecieron la existencia de un cuerpo intrusivo de composición basáltica en el casquete superior y máfico en el núcleo, alcanzando los 6.000 metros de espesor la cuenca al SE de Tucumán, estimando un gradiente geotérmico para dicha zona en 10° cada 100 metros, valor que significa que a 1.500 metros de profundidad la temperatura puede exceder los 150°C y entre los 3.000 a 4.000 m. el fluido superaría la temperatura crítica de T-375°C, ingresando en la

zona de convección del fluido supercrítico.

Si bien Baldi et al (op.cit) explican la zona de silencio sísmico en base al comportamiento tectónico de las placas, lo mismo que Suayte (1984), puede enyasarse otra explicación en base a estudios de laboratorios sobre el comportamiento de los materiales rocosos a alta temperatura, Grigg (1972). En esas condiciones cuando se produce una fractura, no hay "saltos bruscos" en la falla o en desplazamiento friccional de los cuerpos rocosos, produciéndose un deslizamiento de bloques sin generación de ondas sísmicas detectables.

De acuerdo a Grigg (1972) el deslizamiento se produciría sin disminución de esfuerzo, llamando a este comportamiento "deslizamiento estable. Mon y Vergara (1986), opinan que el subsuelo de la llanura tucumana estaría en un estado de "plasticidad" debido a la existencia de "focos o puntos calientes" que han reblandecido las capas corticales superiores, lo que suma otro parámetro a la hipótesis del silencio sísmico que tentativamente dan los autores del presente trabajo.

Pero resulta curiosa, que no hay silencio sísmico, en el área de Rosario de la Frontera, donde existe también un cuerpo intrusivo asociado al hidrotermalismo Moreno Espelta et al (1975) y Suayter (1984), lo que lleva a sugerir que las inhomogeneidades locales de la corteza juegan un papel preponderante, invalidado en muchos casos conclusiones generales.

Probablemente la megatraya o Lineamiento del Brete, Mon (1976), que atraviesa la estructura regional en dicha zona, controla los terremotos someros de intraplaca, cuyos epicentros se encuentran a lo lar-

go del citado lineamiento.

En base a todas estas consideraciones se realizó una zonificación sísmica de la provincia de Tucumán, que profundiza la ya ensayada por Suayter (1984) y se dividió la provincia en cuatro áreas de diferentes coeficientes sísmico, en base a la estadística de terremotos de magnitudes (M) mayores a cinco (5), control estructural y litológico, neotectónica activa y efecto roca-suelo.

El sector con coeficiente sísmico 0,05 es el más importante, ya que allí las intensidades y estadística sísmica, juntamente con el efecto suelo (terrenos sedimentarios en partes, con muy bajo módulo de elasticidad, la neotectónica activa y el control estructural de dos grandes lineamientos de Tucumán (Mon 1976) y Salar del Hombre Muerto-Tafí-Monteros, Baldis et al (1976) y Suayter (1984), se concatenan para poner de manifiesto el sector de mayor riesgo sísmico de la provincia. Por otra parte la franja de rocas metamórficas que rodean al núcleo sedimentario, corresponderían a un macizo rocoso de grado IV, según la clasificación de Biennianski, es decir roca poco competente, con un índice de calidad de Deero, entre 10 % y 45 %, una cohesión entre 10 a 15kg/cm² y una fricción entre 30° a 35°, estando su cubierta superior profundamente meteorizada, además de existir 4 juegos de clivajes que controlan la rotura.

Le seguiría el sector con coeficiente 0,04, en donde el efecto suelo atenúa la velocidad de los movimientos corticales, constituido por terremotos metamórficos con alto módulo de deformación, ya que este sector sufre la influencia del Salar de Pipanaco, que es una región de intensa actividad sísmica. Eremchuk et al (1981), Suayter (1984).

El sector con coeficiente 0,03, situado en la llanura aluvial depri-
mida, sería una zona de relativo silencio sísmico, donde lo expuesto
precedentemente sobre las anomalías geotérmica y o "puntos calientes"
como también la ausencia de sismos intermedios, influirían en esta
situación. Pero se debe tener cuidado con el efecto suelo, puesto que
temblores de baja intensidad pueden vigorizar la violencia sísmica a
causa de la muy elevada deformabilidad de estos terrenos y mínima ca-
pacidad portante, en donde la napa freática se encuentra practica-
mente aflorando o a pocos metros de profundidad (1 a 5 metros).

Por último el sector con coeficiente sísmico 0,02, se ubicaría en el
sector señalado como la llanura ondulada, Sayago (1982). El efecto
suelo juntamente con las intensidades y estadística sísmica hacen su-
poner que es la zona de mayor estabilidad de la provincia.

Todo esto lleva a plantear la hipótesis de divergencia versus conver-
gencia. De acuerdo a los estudios realizados, al Este de la Sa. de -
Aconquija y Cumbres Calchaquies, en el territorio Tucumano, se sitúa
un eje de divergencia que parte de la Sa. de Guasayán hacia el Norte,
siguiendo la traza de la "Falla de Linares". Suayter (1984).

A lo largo de esta de este eje, se producen manifestaciones de volcá-
nes de agua-aguas termominerales (Río Hondo, Rosario de la Frontera,
Termas de Reyes, etc.), como también de vulcanismo alcalino (Cerro Ne-
gro, Cerro de la Cantera, etc.), situados al oeste de Antilla-Salta
aproximadamente a los 64° 50 de Long. oeste y 26° de Lat. Sur, en la
cercanía del límite entre Tucumán y Salta. También rocas con afinida-
des alcalinas se encuentran en las Sierras de La Ramada y Medina al
NE de la provincia de Tucumán, sobre la misma línea de meridiano. -

Stappenbeck (1921) Peirano (1939) Suayter (1984). Que juntamente con la disposición estructural de los bloques serranos conduce a suponer que se está en una franja de deformación elongada N-S, donde predominan esfuerzos distinsivos o traccionables.

Por lo tanto los mismos de intraplaca superficiales comprendido en esta franja de inestabilidad cortical, no guardan, en término generales, puesto que puede haber excepciones, la destructividad reconocida empíricamente y teóricamente de los mismos de interplaca (los ubicados dentro de la zona de Benioff), situados al Oeste de las Sa. de Aconquija y Cumbres Calchaquíes, causados por esfuerzos convergentes regionales al colacionar la placa oceánica de Nazca y subductar por debajo de la placa continental americana.

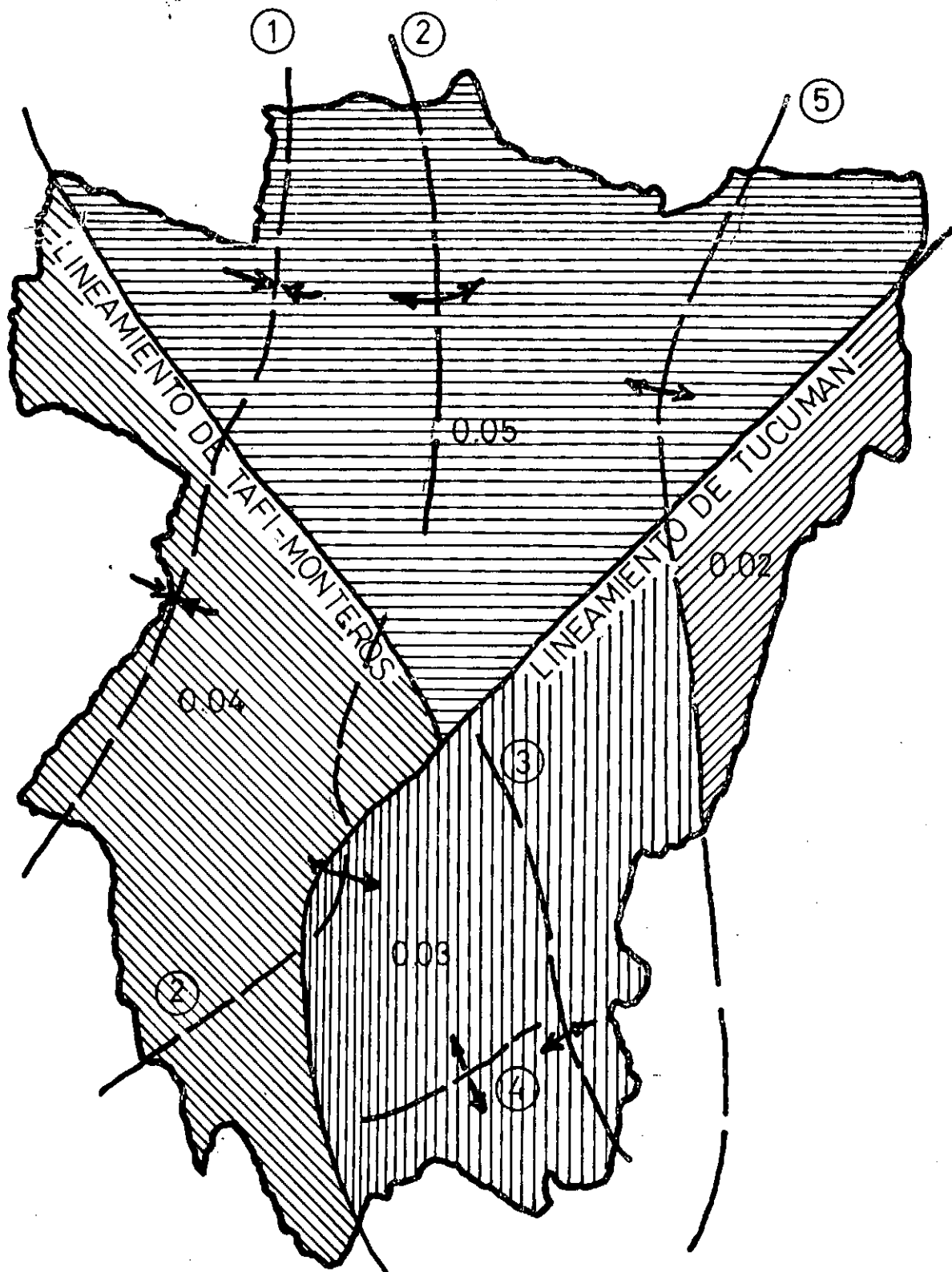
Se conoce que la liberación de energía elástica almacenadas en las rocas, por una caída de esfuerzo, se produce con más violencia ante esfuerzos convergentes que divergentes, puesto que se requieren mayores esfuerzos para llegar a la fractura de los bloques o rocas cuando éstas están sometida a tipos de esfuerzos

Conclusiones

Esta zonificación debe ser perfeccionada para lo cual se hace imprescindible contar con una densa red de aparatos registradores de alta densibilidad. Además, de un mapa geotérmico de la provincia a escala 1:100.000 con prospecciones de acuíferos comunes y términos y un mapa litológico con las características geomecánica de las rocas, para analizar los diferentes comportamiento que pueden llegar a ampliar o atenuar la violencia sísmica, como así también riesgos geológicos

provocados por el hombre (explotación minera (en galería y a cielo abierto) y depósitos de desechos industriales.

MAPA DE ZONIFICACION SISMICA PROVINCIA DE TUCUMAN



REFERENCIAS

- 1-EJE CONVERJENTE SIERRAS DEL ACONQUIJA
- 2-EJE DIVERJENTE BORDE ORIENTAL VALLES CALCHAQUIES
- 3-EJE DIVERJENTE PEDEMONTANA SIERRAS DE GUASAYAN
- 4-EJE DIVERJENTE LAGUNAS LA COCHA - TACO RALO
- 5-EJE DIVERJENTE CERROS COLORADO - GUASAYAN

ZONIFICACION SISMICA

	Co= 0,05	ZONA I
	Co= 0,04	ZONA II
	Co= 0,03	ZONA III
	Co= 0,02	ZONA IV

POR : LINARES - SUAYTER

BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA REGION AGROLOGICAS

Los criterios seguidos en el presente estudio han sido fundamentalmente de carácter fisiográfico, climático y edáfico, usados a distintos niveles de generalización.

En el primer nivel se ha utilizado un criterio fisiográfico, lo que ha permitido definir las 5 regiones naturales siguientes:

1. Región pedemontana
2. Región de la llanura deprimida
3. Región de la llanura chaco-pampeana
4. Región de las cuencas y valles intermontanos
5. Región serrana

Los criterios climáticos y edáficos se han utilizado indistintamente a un segundo y tercer nivel de generalización, lo que ha permitido diferenciar subregiones y dentro de éstas, microregiones.

Se han definido así 8 subregiones climáticas y 2 edáficas; 2 microregiones climáticas y 7 edáficas.

1. REGION DEL PEDEMONTTE

1.1. UBICACION

Se extiende en una faja o menos estrecha a lo largo de las Sierras de San Javier y del Aconquija al Oeste de la Provincia y de las Sierras de La Ramada-Medina y del Campo al noreste. Esta región abarca aproximadamente el 7,80 5 del área Provincial.

1.2. FISIOGRAFIA

Corresponde a una unidad fisiográfica cuyo carácter dominante está determinado por su relación con las Sierras vecinas.

Está constituida en su mayor extensión por depósitos cuaternarios formados por amplios abanicos aluviales que se encuentran fuertemente disectados por los numerosos ríos, arroyos y torrentes que descienden del área montañosa.

Las pendientes varían entre el 1 y el 5 % con una dirección general NO-SE, perdiendo intensidad al entrar en contacto con la llanura de sedimentación hacia el este de la región.

Se localizan igualmente en áreas discontinuas, colinas de formas maduras, redondeadas, con fuertes pendientes y planos inclinados de pendientes algo mineros, constituidos por materiales arcillosos-limosos, recubiertos en parte por depósitos recientes de espesor variable.

1.3. CLIMA

La temperatura media anual de la región es de 19°C . La temperatura media del mes más caliente (enero) es de 25°C y la del mes más frío (julio) de 12°C .

Es una región libre de heladas, aunque éstas pueden producirse en algunos años en forma excepcional.

Según las precipitaciones, esta región puede dividirse en tres sub-regiones:

1.3.1. Pedemonte húmedo y perhúmedo

1.3.2. Pedemonte subhúmedo-húmedo

1.3.3. Pedemonte subhúmedo seco

1.3.1. PEDEMONTE HUMEDO Y PERHUMEDO

Se extiende desde el Norte de Tafi Viejo hasta el Sud de Santa Ana a lo largo del faldeo serrano, ocupando el 4,80 % aproximadamente del territorio provincial.

Según los estudios realizados por Torres (10), el mesoclima de esta subregión es húmedo y perhúmedo cálido, con precipitaciones anuales superior a los 1.000 mm.

La evapotranspiración potencial es de 900 mm aproximadamente, de tal manera que el balance hídrico es positivo.

Las lluvias están concentradas en el período estival-otoñal desde el mes de octubre hasta abril.

Hay un período invernal-primaveral, de dos a cuatro meses de duración de escasas precipitaciones, pero la deficiencia hídrica en el suelo es nula o casi nula.

1.3.1.1. SUELOS

Según las condiciones edáficas, puede dividirse a esta subregión en dos microregiones:

1.3.1.1.1. Pedemonte húmedo y perhúmedo de suelos automorfos

1.3.1.1.2. Pedemonte húmedo y perhúmedo de suelos hidromorfos

1.3.1.1.1. PEDEMONTE HUMEDO Y PERHUMEDO DE SUELOS AUTOMORFOS

Por sus características genéticas y morfológicas, los suelos de esta micro región pertenecena los siguientes subgrupos:

a) Hapludoles fluvénticos y cumúlicos: constituyen los suelos dominantes del área y se originan en sedimentos aluviales y/o coluviales.

Desde el punto de vista morfológico presentan un perfil de tipo AC, donde el horizonte A, profundo, de color oscuro y bien provisto de materia orgánica, constituye un epipedón mólico. Este horizonte reposa directamente sobre el material original.

Son suelos heterogéneos en sus propiedades físicas, especialmente en sus características texturales. Predominan las texturas medias y gruesas, desde franco limoso hasta arenas francas, pudiendo presentar una fuerte carga de gravas y guijarros en el perfil, especialmente en las áreas más cercanas a las serranías.

El perfil puede estar constituido por la superposición de capas sedimentarias de texturas diversas.

En general, son suelos bien drenados y por las características climáticas del ambiente, se encuentran húmedos casi todo el año. Pero los suelos de texturas gruesas o con fuerte carga de grava y guijarros son algo excesivamente drenados y pueden plantear problemas por su escasa capacidad de retención de agua útil.

La reacción química es medianamente ácida con valores de pH entre 5,5 y 6,5.

Son suelos bien provistos en Potasio y de bajo contenido de Fósforo total.

b) Argiudoles típicos y Hapludoles típicos taptoárgicos: estos suelos se localizan sobre los materiales arcillo-limosos, caracterizándose los primeros por un perfil bien desarrollado de tipo AB_tC y los segundos por perfiles AC que sepultan horizontes B texturales a profundidades menores de 1 metro.

El horizonte A corresponde a un epipedón mólico y el horizonte B constituye un horizonte argílico.

Estos suelos son más uniformes que los anteriores en su propiedades y en su morfología.

Presentan texturas franco a franco limosas en superficie y franco limosa fina a arcillo-limosa en el subsuelo.

Son suelos bien drenados en posición de relieve normal y algo excesivamente drenados en situación de relieve excesivo debido a la permeabilidad moderadamente lenta a lenta del horizonte Bt y al predominio del escurrimiento sobre la infiltración.

Son suelos bien provistos en Potasio y de bajo contenido en Fósforo total.

La reacción química es medianamente ácida a neutra (pH 5-8-7-1) en superficie y desde ligeramente ácida a moderadamente alcalina en profundidad.

1.3.1.1.1.1. LIMITACIONES

Las principales limitaciones en esta microregión están dadas por factores topográficos, climáticos y edáficos, los que se encuentran estrechamente interrelacionados.

El relieve es de normal a excesivo con escurrimiento rápido a muy rápido. Las pendientes pueden ser largas y simples o bien cortas y complejas. El riesgo principal es la pérdida de suelo por erosión.

Esta situación es agravada por el régimen torrencial de las precipitaciones estivales, por las características texturales de los suelos y por el mal manejo a que son sometidos.

De esta manera, relieve, lluvias, suelos y hombres, constituyen un sistema integrado de cuyo equilibrio dependerá el uso adecuado y la conservación o la degradación del área.

Debe señalarse, además, que los suelos con horizontes Bt muy desarrollados presentan limitaciones de carácter físico para el buen desarrollo de especies de sistema radicular profundos como los citrus.

1.3.1.1.1.2. APTITUD Y USO ACTUAL

Por sus características climáticas y edáficas, la aptitud de esta microregión es agrícola y forestal.

La principal actividad agrícola actual es el cultivo de la caña de azúcar y de los citrus. Se realizan, asimismo, con éxito plantaciones de papa y hortalizas de primicia.

Por ser un área libre de heladas es una zona óptima para frutales subtropicales, especialmente paltas y chirimoyas, cuyo cultivo se encuentra en expansión.

Es igualmente apta para diversos cultivos como hortalizas y frutales como el ciruelo.

1.3.1.1.1.3. MANEJO

En esta microregión, los problemas de manejo surgen de la susceptibilidad a la erosión hídrica acelerada de los suelos. Los factores desencadenantes del proceso han sido analizados por Zuccardi et al (15) para una zona limitada del pedemonte, pero que en general son válidos para toda la extensión del mismo.

La erosión se manifiesta en diversas formas y grados, siendo especialmente visible sus efectos en las laderas del faldeo serrano, donde los estratos arcillosos y arcillo-arenosos han aflorado a la superficie por la eliminación de la capa superficial del suelo.

El mismo efecto se observa en los suelos con horizonte B textural, el que ha quedado expuesto en superficie o solo recubierto por un horizonte A domero.

Las cárcavas y zanjones de erosión forman asimismo elementos típicos del paisaje pedemontano.

Este proceso de erosión ha originado la degradación pérdida de valor de importantes extensiones del área, las que en unos pocos casos han sido reforestadas.

El control de la erosión hídrica debe basarse en esta microregión en una serie de medidas que deberán aplicarse en dos niveles:

- 1) A nivel regional
- 2) A nivel de la explotación

1) A nivel regional: debe encararse la conservación y corrección de las cuencas y subcuencas de recepción. Para ello es necesario el control, estabilización y encauzamiento de los torrentes y, en algunas áreas, la ejecución de canales de desviación de las aguas que descienden del faldeo serrano. Igualmente, la reforestación de las áreas degradadas y la conservación del bosque natural es de suma importancia.

2) A nivel de la explotación; debe encararse el control de cárcavas y zanjones de erosión y la aplicación de técnicas agronómicas adecuadas a las distintas capacidades de uso de los suelos del área. Estas técnicas tienden a controlar la velocidad del agua o a evitar la creación de condiciones favorables al proceso erosivo. Entre las primeras, en orden creciente de dificultades, tenemos:

- a) Siembra y labranza en curvas de nivel
- b) Cultivos en franjas en curvas de nivel
- c) Terrazas

Es necesario, en todos los casos, una cuidadosa planificación de los trabajos, incluyendo la sistematización de los caminos y canales colectores.

Entre las prácticas que tienden a evitar la creación de condiciones favorables al proceso erosivo, se debe dar una importancia de primer orden a la oportunidad y tipo de laboreo.

Debe evitarse la labranza de los suelos en el período estival, así como el desmenuzamiento excesivo del mismo. En este sentido, los cultivos de escarda deben ubicarse sólo en los suelos más favorables. Como prácticas anuales complementarias para el control de la erosión en los cultivos de caña de azúcar, es recomendable la incorporación de la malhoja por el doble rol que la misma cumple: como enmienda orgánica para mejorar las condiciones de productividad y como protección del suelo contra la erosión.

En las plantaciones citrícolas y frutícolas es importante realizar cultivos de cobertura durante los meses estivales a fin de disminuir los riesgos de erosión.

Entre las prácticas permanentes para mejorar las condiciones de productividad, debe realizarse una fertilización nitrogenada en caña de azúcar y citrus. En hortalizas de primicia es necesario, además de la fertilización nitrogenada fosfatada, el riego complementario.

1.3.1.1.2. PEDEMONTE HUMEDO Y FERHUMEDO DE SUELOS HIDROMORFOS

Se ubica al oeste de la ciudad de Concepción, incluyendo las localidades de El Molino y Alpachiri.

Parte de los suelos de esta microregión está sujeta a una hidromorfía temporaria como consecuencia de un estrato arcilloso impermeable que se encuentra a escasa profundidad. Corresponde a los Haplucules aéricos. Se caracterizan por un horizonte A profundo que muestra los signos de hidromorfía en su parte inferior. El subsuelo corresponde a un material pesado e impermeable que es el causante de la capa freática. El nivel de la misma fluctúa entre los 50 y 100 cm de profundidad.

Se asocian a estos suelos los Hapludoles fluvénticos y cumúlicos descriptos en la microregión anterior, los que se localizan en los valles disectados en el material anterior.

1.3.1.1.2.1. LIMITACIONES, APTITUD, USO ACTUAL Y MANEJO

La actividad agrícola principal de esta microregión está dominada por el cultivo de la caña de azúcar. En menor proporción se encuentran plantaciones de paltos. Es una zona de intensa actividad hortícola, especialmente papa, tomate, pimiento, arveja y zapallitos.

Las limitaciones principales de esta microregión están determinadas por los problemas de erosión hídrica y la presencia de una capa freática temporaria, estival-otoñal, que restringe la utilización agrícola de importantes sectores de la misma. Como consecuencia de ello, los suelos son de limitada aptitud citrícola.

Las normas de manejo a aplicar son similares a las de la microregión anterior, aunque los movimientos de suelos para la construcción de terraza pueden ser limitados por el peligro de dejar expuestos en superficie el subsuelo arcilloso de propiedades desfavorable, tanto para un buen desarrollo radicular como para realizar un laboreo adecuado.

A las normas para el control de la erosión, deben agregarse aquellas correspondientes a los suelos afectados por cepas freáticas que se tratarán más adelante.

1.3.2. PEDEMONTES SUBHUMEDOS-HUMEDOS

Esta subregión se localiza al norte del Departamento Capital y S.O. del Departamento de Burruyacu, abarcando entre otras las localidades de La Granja, Cañete, El Timbó, El Ojo y La Calera. Corresponde a un 0,90 % de la superficie provincial.

El mesoclima de esta subregión (Torres, op cif), corresponde al Sub-húmedo húmedo cálido. La precipitación anual es de alrededor de 900 mm y la evapotranspiración potencial es de 900 mm.

Las lluvias son estivales y la sequía invernal es algo más acentuada que en la subregión anterior.

1.3.2.1. SUELOS

En esta subregión se localizan dos tipos de suelos bien diferenciados por sus características morfológicas y químicas.

- a) Hapludoles fluvénticos y Hapludoles cumúlicos: suelos similares por el origen, morfología y propiedades, a los señalados en la subregión anterior. Se localizan en las áreas de relieve más bajos de la subregión, pero con escurrimiento libre.
- b) Ustorthents típicos: estos suelos se localizan en las partes más elevadas, ocupando las cimas y las laderas de las colinas con relieve excesivos que constituyen formas típicas del paisaje de la subregión.

Presentan un perfil de escaso desarrollo de tipo AC. El horizonte A es un epipedón ócrico que reposa directamente sobre el horizonte C, el cual presenta como rasgo distintivo, la presencia de calcáreo en proporciones variables, superior al 3 % y que puede llegar hasta un 20 %. Por la posición de relieve que ocupan, donde el escurrimiento domina sobre la infiltración, son suelos que permanecen secos durante una parte del año, resultando algo excesivamente drenados.

Las condiciones físicas son favorables, pero las condiciones químicas por la presencia del calcáreo que determina una reacción medianamente alcalina (pH 7.5 a 8), pueden plantear problemas de inmovilidad de algunos elementos nutritivos.

1.3.2.2. LIMITACIONES

Las principales limitaciones de esta subregión están vinculadas a factores topográficos, climáticos y edáficos.

Las limitaciones topográficas y climáticas están vinculadas al riesgo de erosión y han sido ya tratadas en la subregión anterior.

Las limitaciones edáfica están relacionadas principalmente con problemas de asimilabilidad de elementos nutritivos como consecuencia de la presencia de calcáreo. Ello se hace sentir especialmente con una deficiencia férrica que origina manifestaciones de clorosis intensa en caña de azúcar y citrus.

La menor humedad de estos suelos plantea, además, limitaciones cuando no se dispone de riego.

1.3.2.3. APTITUD Y USO ACTUAL

La aptitud de esta subregión es agrícola-ganadera forestal

La principal actividad actual es el cultivo de los citrus y de la caña de azúcar.

Es de detectar que hasta el año 1945, la producción lechera representaba una actividad de importancia, on un establecimiento tambero de características excepcionales en el país.

Es menor medida, se cultivan algunas hortalizas.

1.3.2.4. MANEJO

El manejo de esta subregión debe estar orientada, en primer lugar, al control de la erosión para lo cual son válidas las normas establecidas para la subregión anterior.

Los problemas que plantea la inmovilidad de los elementos menores por la presencia de calcáreo, deben ser enfrentados, en primer lugar, mediante una adecuada selección de variedades en caña de azúcar y de portainjertos en la actividad citrícola. En este último, ASO y DANTUR (1) han ensayado en el área correcciones de deficiencia férrica por vía foliar con buenos resultados.

El manejo del riego debe realizarse en función de las militaciones de carácter topográfico que plantea el área.

1.3.3. PEDEMONTE SUBHUMEDO SECO

Comprende el sector que se extiende a lo largo de las Sierras de Santa Ana al S.O. de la provincia, de las Sierras de Burruyacu al N.E. y pequeños sectores del faldeo de las Sierras Calchaquíes en Trancas, con una superficie de aproximadamente el 2,10% del total de la Provincia.

El mesoclima de esta subregión (Torres, op-cit) corresponde a seco subhúmedo-calido. La precipitación anual fluctúa entre 700 a 900 mm. y la evapotranspiración potencial es de 900 mm.

Las lluvias son estivales y el período de sequía invernal-primaveral es más acentuado que en la subregión anterior.

1.3.3.1. SUELOS

Los suelos dominantes en esta subregión son los Haplustoles fluvénticos y camúlicos, originados en los sedimentos aluviales y coluviales provenientes de la serranía.

Desde el punto de vista morfológico, son similares a los de la subregión anterior, pero por las condiciones climáticas en que se encuentran, registran un menor contenido de materia orgánica y permanecen secos durante un período mayor. Muestran, asimismo, la misma heterogeneidad textural que caracteriza a los suelos de todo el pedemonte.

Son suelos bien drenados a algo excesivamente drenados.

La reacción química es neutra en superficie y neutra a medianamente alcalina en profundidad.

Son suelos bien provistos en Potasio, bajos contenidos de Fósforo total y moderadamente provistos de Nitrógeno total.

1.3.3.2. LIMITACIONES, USO ACTUAL, APTITUD Y MANEJO

A las limitaciones debidas al riesgo de erosión, señaladas en la subregión anterior, debe agregarse en esta subregión las derivadas del factor climático, debido a la acentuada sequía invernal-primaveral.

La principal actividad agrícola de esta subregión es el cultivo de la caña de azúcar, la que necesita de riegos suplementarios para producir adecuadamente.

El cultivo de los citrus y de plantas hortícolas es factible sólo con riegos suplementario.

En el sector sud-oeste, se ha extendido en los últimos años el cultivo del tabaco y en el pie de monte de las Sierras de Burruyacu se realizan cultivos estivales de maíz, soja, poroto y sorgo en condiciones de secano.

La aptitud de esta subregión es agrícola y forestal. Cuando se dispone de riego, salvo los problemas de erosión, no existen limitaciones para una amplia gama de cultivos. En condiciones de secano, la actividad debe orientarse a cultivos de ciclo estival o estival-otoñal, coincidentes con el período de lluvias, pero bajo normas estrictas de control de la erosión.

Siendo la erosión uno de los principales factores limitantes, deben aplicarse normas de manejo similares a las de la subregión anterior.

En las áreas irrigadas, debe tomarse en consideración un adecuado manejo del riego, dadas las limitaciones de carácter topográfico que presenta la subregión

En las áreas de secano, deben combinarse las técnicas de control de la erosión con las técnicas para la captación, conservación y uso eficiente de las precipitaciones que se describirán en el área de secano más típica de la provincia.

2. REGION DE LA LLANURA DEPRIMIDA

2.1. UBICACION

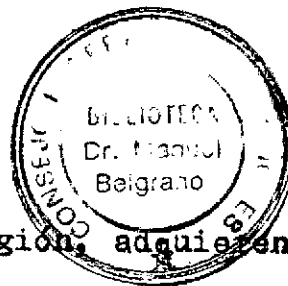
Esta región se localiza en el centro de la provincia, a ambos márgenes del Río Salí. Se extiende desde el sud del Departamento Capital hasta el sud del Río Marapa en el Departamento de Graneros. Hacia el oeste, el límite natural está dado por la base del pie de monte a 400 msnm aproximadamente, y al este, el arroyo Muerto-Mista en los Departamentos de Cruz Alta y Leales.

Ocupa aproximadamente un 17,50 % de la superficie provincial y el 29,80 % del área llana.

2.2. FISIOGRAFIA

Constituye una amplia planicie aluvial de suaves ondulaciones y débiles depresiones, con pendientes menores del 0,5 %.

El sector ubicado al occidente del Río Salí está recortado por una densa red hidrográfica constituida por ríos y arroyos provenientes



del área montañosa y que al internarse en esta región, adquieren un curso divagante y meandriforme. Numerosos arroyos nacen igualmente en esta área.

Por el contrario, al este del Río Salí no existe una red de drenaje organizada y el único cauce existente lo constituye el arroyo Muerto-Mista.

Toda el área está afectada por la presencia de una capa freática a escasa o mediana profundidad cuya naturaleza determina la diferenciación de dos subregiones:

2.2.1. Subregión de la llanura deprimida no salina u occidental.

2.2.2. Subregión de la llanura deprimida salina u oriental.

2.2.1. SUBREGION DE LA LLANURA DEPRIMIDA NO SALINA U OCCIDENTAL

Se ubica al oeste del Río Salí desde el sud del Departamento Capital hasta una línea oblicua imaginaria que une aproximadamente a la población de Simoca con Santa Ana.

Cubre una superficie de aproximadamente el 29,6 % de la llanura deprimida, la que representa el 8,8 % del área llana de la provincia y el 5,2 % de la total.

La capa freática tiene un contenido salino que no supera los 300/mg/l y el nivel de la misma está fuertemente influenciada por el mesorelieve, la proximidad de los cursos de agua y el volumen de las precipitaciones.

En el periodo de máximo ascenso, la profundidad de la capa freática fluctúa en las áreas más cóncavas entre 30 y 100 cm, mientras que en los periodos de mayor descenso, fluctúa entre 60 cm y 2 metros.

Nuestras observaciones en el Departamento de Famailá (16) indica que el máximo ascenso se registra al final del periodo de lluvias (marzo-abril) y el nivel mínimo en el mes de diciembre.

2.2.1.1. CLIMA

El mesoclima (10) gradúa de seco-sub-húmedo cálido en el sudeste a sub-húmedo-cálido en el oeste.

La precipitación media anual es de 700 a 1.000 mm. La evapotranspiración potencial es de 900 a 1.000 mm. Hay, por lo tanto, una deficiencia anual moderada al este y sudeste de la subregión del orden de los 200 mm. mientras que hacia el oeste esta deficiencia pierde significación.

Las lluvias están concentradas en el periodo estival-otoñal mientras que en el periodo invernal-primaveral, se registran escasas precipitaciones.

La temperatura media anual es de 19°C. La temperatura media de enero es de 25-26°C y la de julio de 12 a 12,5°C.

La frecuencia de heladas es de 10 a 15 por año, las cuales se registran en el periodo comprendido entre junio y agosto.

2.2.1.2. SUELOS

Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales originados de materiales detríticos provenientes de las Sierra del Aconquija.

Caracteriza a la mayoría de estos suelos la presencia de un horizonte A oscuro, rico en materia orgánica y profundo que constituye un epipedón mólico.

Los principales subgrupos de suelos que se encuentran, son los siguientes:

a) Hapludoles fluvénticos cumúlcios: corresponden a los suelos mejor drenados del área, ocupando posiciones de relieve normal. El perfil es de tipo AC, reposando el epipedón mólico directamente sobre los estratos sedimentarios.

Son suelos moderadamente bien drenados a bien drenados.

Las texturas superficiales son moderadamente gruesos (franco arenosos) a moderadamente finas (franco arcilloso). La textura del subsuelo tiende, en general, a ser más gruesa que la de los horizontes superficiales.

Cuando las condiciones de drenaje se restringen, pueden presentar calcáreo en profundidad.

La reacción química es ligeramente ácida a neutra en superficie y neutra en profundidad.

Son suelos bien provistos de Potasio, moderados en su contenido de Nitrógeno y baja a moderada de Fósforo.

b) Hapludoles fluviacuénticos y Haplacuales aéricos: suelos de perfil AC_g o AgCg respectivamente. Se localizan en posición de relieve subnormal o cóncavo, con capa freática próxima a la superficie. La presencia de la capa freática determina la aparición de rasgos de hidromorfía que se reflejan en el perfil por moteados herrumbrosos, más o menos precisos y acompañados o no por moteados grisáceos, según sea la intensidad del proceso.

Son suelos pobres a imperfectamente drenados.

Las texturas de los horizontes superficiales son medias a moderadamente finas y las del subsuelo desde franco arenosas hasta arcillo-limosas.

Los suelos de texturas moderadamente finas y finas, pueden tener una cierta cantidad de calcáreo en el perfil, que dan origen a manifestaciones cloróticas en caña de azúcar.

La reacción química es neutra en todo el perfil, salvo en los suelos con calcáreo que es moderadamente alcalina.

El contenido de macronutrientes es similar a los suelos anteriores.

c) Argiudoles ácuicos: son suelos de perfil ABtgCg que se localizan en posición de relieve subnormal con capa freática próxima a la superficie.

Los signos de hidromorfía se manifiestan a nivel de los horizontes Bt y C.

Son los suelos de drenaje imperfecto. La textura de los horizontes superficiales es franca, tornándose moderadamente fina a fina en el horizonte Bt.

La reacción química es neutra en todo el perfil. En algunos casos, puede existir un ligero contenido de calcáreo en profundidad.

Las características químicas son similares a los suelos anteriores.

d) Udifluvents típicos y Udipsamments típicos: son suelos desarrollados sobre sedimentos modernos, de escaso desarrollo y cuyas condiciones de drenaje varían en función de su ubicación en el relieve. Los Udipsamments son suelos de texturas arenosas.

2.2.1.3. LIMITACIONES

La limitación más importante de esta subregión es consecuencia de una capa freática que determina la presencia de aguas superflua en el perfil de suelo.

El agua retenida en exceso elimina el aire del suelo y altera las proporciones normales que debe existir entre las fases líquida y gaseosa.

En las áreas más chatas de la región, con texturas moderadamente finas y finas, el agua freática está estancada o es de movilidad lenta con lo cual pierde su oxígeno y origina condiciones de reducción que alteran el equilibrio biodinámico del suelo. Esto acarrea consecuencias desfavorables para el desarrollo de la microflora y microfauna del suelo, como así también para las plantas superiores.

El efecto desfavorable se deja sentir en los cultivos ya que la máxima saturación del suelo coincide con el período de mayor actividad vegetativa (estival-otoñal).

Entre los efectos nocivos del exceso de agua, pueden señalarse los siguientes:

a)

a) En la nutrición: deficiencia en la asimilación de elementos nutritivos como el Nitrógeno por desequilibrio en el ciclo biodinámico del mismo.

En áreas localizadas, la presencia de calcáreo en suelos de textura finas, origina manifestaciones de clorosis férrica inducida. Este fenómeno ha sido observado especialmente en caña de azúcar.

b) Sanitarios: mayor susceptibilidad a enfermedades en suelos afectados por una capa freática.

c) Efectos fisiológicos: atraso en la maduración y defectos en la calidad de los productos.

d) En las prácticas culturales: dificulta la cosecha en cultivos de ciclos estival-otoño y el laboreo y siembra en los cultivos de ciclo otoñal-invernal.

Puede también señalarse una mayor difusión de malezas.

Cuando el agua freática es circulante, tiene un contenido normal de oxígeno, por lo cual el efecto nocivo sobre los cultivos es atenuado. Las plantas la toleran mejor y los efectos señalados anteriormente, no se producen o se manifiestan en menor intensidad.

La presencia de la capa freática no salina a cierta profundidad, tiene también efectos favorables especialmente en el período de sequía primaveral y en años secos donde se produce una constante rehumectación del suelo por ascenso capilar, lo cual favorece el desarrollo de los cultivos.

El nivel crítico al cual debe mantenerse la capa freática para que tenga efectos favorables y no afecte a la productividad, depende de las características del suelo, en especial de su textura, de la profundidad del sistema radicular y de la tolerancia al exceso de agua de la especie cultivada. Estos factores deben tenerse muy en cuenta al determinar la profundidad del drenaje del área.

Entre las limitaciones edáficas de esta subregión puede señalarse la presencia de suelos de texturas gruesas en posiciones topográficas elevadas, que plantean problemas de deficiencia hídrica en los cultivos.

Una limitación climática es la mayor frecuencia e intensidad de las heladas que impide la expansión de ciertos cultivos y obliga a una cuidadosa selección de variedades.

2.2.1.4. APTITUDES Y USO ACTUAL

La aptitud principal de esta subregión es agrícola. La elección de las especies a cultivar debe realizarse en primera instancia en función de las condiciones de drenaje.

Constituye el área cañera más importante de la provincia, representado aproximadamente el 40-45 % de la superficie cultivada con esta especie. En menor proporción, se cultivan hortalizas, especialmente papa. Se encuentran plantaciones aisladas de citrus, ubicadas en lugares de drenaje más favorable.

Se han realizado igualmente cultivos de tabaco con buenos resultados.

Las áreas más chatas presentan una aptitud favorable a plantaciones forestales, en especial, de Salicáceas.

En épocas anteriores, tuvo alguna difusión el cultivo de lino textil.

2.2.1.5. NORMAS DE MANEJO

El control de las limitaciones que se han señalado en esta subregión, debe estar orientado principalmente hacia dos aspectos:

- a) Descenso del nivel freático mediante obras de drenaje
- b) Eliminación de los excesos de aguas pluviales y de escurrimientos provenientes del área pedemontana.

Tentativamente puede señalarse una serie de medidas de carácter general tendientes a una mejor utilización de esta subregión, pero considerando la particular variabilidad del área, se necesitará de un ajuste de carácter experimental.

Las principales normas de manejo deben realizarse a dos niveles:

- a) Regional
- b) Local

El manejo regional debe estar orientado a lograr el descenso de la capa freática mediante la instalación de una amplia red de drenaje. Por su costo y la amplitud de su alcance, es una obra que debe ser encarada por el poder público o en forma cooperativa por los beneficiarios de la misma.

La realización de estos trabajos presupone una cuidadosa planificación mediante estudios previos detallados.

Entre las normas de manejo a nivel local de la propiedad, se incluyen medidas de naturaleza agronómica, tales como la selección de especies o variedades, la sistematización y nivelación de los terrenos, la orientación de los cultivos que tiendan fundamentalmente a facilitar la eliminación del agua superflua y a evitar la degradación de las propiedades físicas del suelo.

La selección de especies y variedades estará regida principalmente por la profundidad de la capa freática. A título de ejemplo, puede citarse la secuencia pradera mejorada - caña de azúcar - citrus - a medida que el nivel freático es más profundo. Debe también considerarse la fluctuación estacional de la capa freática, en función del desarrollo físico de la especie y de sus necesidades culturales. Los cultivos anuales de ciclo invernal-primaveral escapan a este problema.

La sistematización de los terrenos debe tender a facilitar el escurrimiento superficial, eliminando el agua superflua y evitando la detención temporaria de la misma.

Es necesario establecer a nivel de la propiedad un buen sistema de desagües a fin de evacuar el exceso de agua superficial y en muchos casos la sola aplicación de esta norma puede resolver el problema para algunos cultivos. Para ello, es conveniente orientar los cultivos para facilitar el libre escurrimiento del agua. La Experimentación de técnicas de cultivos sobre nivel son medidas que pueden proporcionar resultados satisfactorios.

Además de las prácticas permanentes que tienden a facilitar la eliminación del exceso de agua, es necesario efectuar prácticas ocasionales necesarias para mejorar las condiciones de productividad.

Ellas deben estar orientadas a mejorar las condiciones físicas del suelo, especialmente su estado estructural, ya que el exceso de humedad y el laboreo intensivo producen un amasado del mismo con la consiguiente compactación, destrucción de la estructura y disminución de la porosidad.

Las practicas necesarias para este fin incluyen la incorporación de materia orgánica, el subsolado y las rotaciones.

Un aspecto importante en el área es realizar el laboreo del suelo en condiciones adecuadas de humedad para evitar el deterioro de la estructura.

Debe recomendarse además la plantación de especies arbóreas freatófilas que, actuando como bombeadoras de agua, contribuyen a un descenso del nivel freático.

Se localiza al este y sud de la subregión anterior ocupando parte de los Departamentos de Cruz Alta, Leales, Monteros, Chichigasta, Río Chico y Graneros. Comprende aproximadamente el 70,4 % de la llanura deprimida, la que representa el 21 % de la superficie llana y el 12,3 del total de la provincia respectivamente.

Las características de profundidad y fluctuaciones estacionales de la capa freática responde, en líneas generales, a las mencionadas para la subregión anterior. La diferencia fundamental radica en que

la misma es de naturaleza salina con contenidos en sales superiores a los 350 mg/l y alcanzando valores de hasta 20.000 mg/l. En la mayor parte de la subregión estos valores se encuentran entre 2.000 y 4.000 mg/l. Las sales son cloruradas-sulfatadas sódicas, con una elevada relación de adsorción de sodio (RAS).

2.2.1. CLIMA

Las condiciones climáticas, en especial las precipitaciones, varían de oeste a este.

En función del factor climático, en esta subregión se diferencian dos microregiones:

2.2.2.1.1. Llanura deprimida salina seca subhúmeda

2.2.2.1.2. Llanura deprimida salina semiárida

2.2.2.1.1. LANURA DEPRIMIDA SALINA SECA SUBHUMEDA

Se localiza inmediatamente al este del Río Salí y al sud de la subregión anterior. Representa el 63,7 % del área salina. Posee un mesoclima seco-subhúmedo cálido (10).

La precipitación anual disminuye desde 900 mm al S.O. hasta 650 mm en el este y el número de meses con deficiencia hídrica crece en el mismo sentido de 5 a 9.

La evapotranspiración potencial es de unos 950 mm anuales.

La temperatura media anual es de 19°5C. La media de enero es de 25°C y la de julio de 12 a 12°5C. Las heladas tienen una frecuencia de 12 a 15 días por año, registrándose las mismas en el período junio-agosto.

2.2.2.1.1.1. SUELOS

En esta subregión se asocian las fases salinas y salino-sódica con las fases no salina de diferentes subgrupos de suelos.

En el límite occidental de la microregión los suelos son similares en sus características morfológicas a los de la subregión anterior, pero se asocian a los mismos sus fases salinas y salino-sódica. Estas últimas ocupan las posiciones más baja de relieve.

Hacia el este, a partir de la isohieta de 800 mm aproximadamente se localizan los Haplustoles fluvénticos, Haplustoles cumúlicos, Haplustoles énticos y Haplustoles típicos con sus fases no salinas y salino-sódicas.

Son suelos de perfil AC o A (B), cuyo horizonte A constituye un epipedón mólico. En general, las fases salinas y salino-sódicas ocupan posiciones de relieve subnormal y texturalmente son algo más pesadas que las fases no salinas que se localizan en posición de relieve normal.

En toda la subregión se localizan áreas reducidas ocupadas por la Salorthids mólicos y Salorthids típicos, que constituyen los suelos más afectados por las sales y que ocupan las posiciones más chatas.

Los suelos de esta microregión han sido estudiados con cierto detalle por Han y Cáceres (8,9). El contenido salino en las fases salinas fluctúa entre 0,2 y 2,0 % el sodio de cambio ocupa del 10 al 70 % del complejo de intercambio y la reacción química es de moderadamente alcalina a fuertemente alcalina.

La salinización de los horizontes superficiales como consecuencia del ascenso de las sales de la capa freática, depende de la profundidad del nivel freático, de su contenido salino y de las características del suelo. Para los Departamentos de Cruz Alta y Leales, Fogliata et al (6) determinaron que la profundidad crítica se sitúa alrededor de los 160 cm para contenidos salinos superiores a los 800-1.000 mg/l en el agua freática.

Debido a la elevada relación de adsorción de sodio (RAS) en las aguas subterráneas, la mayoría de los suelos afectados son de naturaleza salino-sódica.

2.2.2.1.1.2. LIMITACIONES

El principal factor limitante de esta área es la salinidad y alcalinidad actual o potencial de sus suelos, las que pueden ser agravadas o desencadenadas, si no se establecen severas normas en el manejo del riego.

El efecto de un exceso de sales solubles y de sodio de cambio sobre el suelo y las plantas es bastante conocido y escapa a los propósitos de este trabajo. En la microregión considerada. Fogliata et al (7) han estudiado el problema en la caña de azúcar y Fadda (4) lo plantea para soja y maní.

En condiciones de secano, esta microregión está limitada por la deficiencia hídrica en el período invernal-primaveral.

Igualmente el peligro de heladas y la intensidad de las mismas es mayor que en las regiones anteriormente tratadas.

2.2.2.1.1.3. APTITUD Y USO ACTUAL

La aptitud de esta microregión es agrícola, ganadera y forestal.

En la actualidad predomina el cultivo de la caña de azúcar en condiciones de regadío, representado un 8-10 % del área cañera de la provincia (11). El desarrollo de los cañaverales es afectado en diferentes grados por efecto de la salinidad.

Hacia el este, en áreas no afectadas por la salinidad, se realizan cultivos de maíz, sorgo, soja y poroto.

La implantación de praderas artificiales con especies tolerantes a salinidad, puede transformar a esta microregión en una interesante zona de inverne.

Por sus condiciones naturales posee aptitudes forestales, aunque este aspecto aún no ha sido encarado en la subregión.

2.2.2.1.1.4. MANEJO

La utilización económica del área salina de la provincia debe ser afrontada teniendo en cuenta dos orientaciones:

- a) Utilizando las condiciones naturales
- b) Mediante planes de recuperación y rehabilitación a largo plazo.

a) Utilizando las condiciones naturales: el manejo actual debe adecuarse a las limitaciones señaladas, mediante la aplicación de técnicas agronómicas que permitan la utilización de estos suelos sin agravar los problemas existentes.

En condiciones de secano, es factible la implantación de praderas cultivadas con especies tolerantes a salinidad. En las áreas no salinas pueden realizarse cultivos de plantas forrajeras tradicionales. El manejo adecuado de los forrajes puede proporcionar interesantes perspectivas para el desarrollo de una ganadera de inverne.

El suelo no salinos, puede realizarse cultivos de secano, con normas de manejo similares a los de la subregión Chaco pampeana subhúmeda seca.

En condiciones de riego, es necesario tener en cuenta que una buena parte de los suelos no son apropiados para el mismo. Debe, por lo tanto, establecerse severas restricciones al uso del agua de riego, ya que el mismo ha sido el factor desencadenante de la degradación

de extensas áreas por salinización y sodificación.

La situación de esta microregión es aún más grave, ya que tratándose de un área deprimida, su problema resulta agravado por el mal manejo del riego en las áreas vecinas más elevadas. Es por ello que la restricciones al riego deben extenderse también a las mismas.

En caso de aplicarse riego, las normas deben ser muy estrictas, comenzando por un estudio detallado del ambiente natural y continuado con una cuidadosa planificación de los sistemas de riego y drenaje.

b) Recuperación y rehabilitación a largo plazo: las medidas a largo plazo para el aprovechamiento intensivo de esta microregión incluyen la realización de sistemas de drenaje y la recuperación y mejoramiento de los suelos degradados.

Ambas técnicas requieren altas inversiones y elevados costos de mantenimiento, por lo que ellas deben ser encaradas cuando las condiciones económicas o demográficas lo justifiquen.

La realización del sistema de drenaje debe preceder a las tareas de recuperación de los suelos.

Además de problemas económicos, es necesario resolver problemas técnicos que incluyen tanto el inventario detallado de la situación actual del problema y del recurso suelo, como de la labor experimental en estaciones pilotos que proporcionen la información necesaria que permita el diseño del sistema de drenaje más eficiente y económico.

La realización del sistema de drenaje integral, escapa por su alcance a la acción privada. Constituye una obra de gobierno. Este tipo de problemas no admite soluciones aisladas ya sea porque resultan antieconómicas o ineficaces o porque agravan el problema en área vecinas.

2.2.2.1.2. LLANURA DEPRIMIDA SALINA SEMIARIDA

Se localiza en el vértice sudeste del área salina, representado el 36,2 % de la misma.

Posee un mesoclima semiárido cálido (10)

La precipitación anual gradúa de 650 mm al oeste a 500 mm en el S.E. el número de meses con deficiencias de agua es superior a 9, abarcando este período desde abril a diciembre.

La evapotranspiración potencial aumenta de 950 mm a 1.000 mm de oeste a sudeste.

La temperatura media anual es ligeramente superior a 19°C.

La temperatura media de enero es de 26°C y la de julio de 12°C.

2.2.2.1.2.1. SUELOS

Los suelos del oeste de esta microregión corresponde, por sus propiedades y características a los subgrupos de los Haplustoles que se señalaron en la microregión anterior.

Hacia el este y sudeste adquieran mayor importancia los Salorthids y las fases salinas y salino-sódicas de los Ustorthents. Estos últimos son suelos de perfil AC, donde el horizonte A por sus colores claros y/o escaso espesor constituye un epipedón ócrico.

Las propiedades físicas, químicas y físico-químicas, son similares a las de los suelos descriptos en el área seca subhúmeda.

2.2.2.1.2.2. LIMITACIONES

En esta microregión, el problema de limitación edáfica (salinidad y alcalinidad sódica) similar a la anterior, se agrega una limitación climática más severa, a causa de la escasez de las precipitaciones. Este hecho reduce sensiblemente sus posibilidades de utilización agrícola en condiciones de secano. Las limitaciones a la actividad ganadera responden, en líneas generales, a las que se señalarán en la subregión chaco pampeana semiárida.

2.2.2.1.2.3. APTITUD Y USO ACTUAL

La aptitud de esta microregión es primariamente ganadera y complementariamente agrícola en condiciones de secano.

La actividad actual está representada por una ganadería de cría de ganado mayor y menor. Se localizan algunos cultivos de maíz y zapallos. En los últimos años, en suelos no salinos, se ha extendido el cultivo de soja y sorgo.

Bajo condiciones de riego se cultiva alfalfa.

2.2.2.1.2.4. MANEJO

En esta microregión es factible realizar algunos cultivos forrajeros de esta estación en los suelos débilmente salinos y en los no salinos pero, en su mayor extensión, la utilización del área debe basarse en un adecuado manejo de las pasturas naturales. Las normas generales para ello, se indicarán en la subregión chaco pampeana semiárida.

Para incorporar esta área al regadio deben tomarse en cuenta las mismas consideraciones que se realizaron en la microregión anterior en lo que se refiere al manejo del riego y el drenaje.

3. REGION DE LA LLANURA CHACO-PAMPEANA

3.1. UBICACION

Comprende un amplio sector que ocupa toda el área este y sud de la provincia, limitando al oeste con la región del pedemonte y de la llanura deprimida y penetrando por el este y sud en las provincias de Santiago del Estero y Catamarca. Ocupa el 24,5 % del área provincial.

3.2. FISIOGRAFIA

Constituye una amplia llanura que, en su mayor extensión, no presenta rasgos sobresalientes de relieve. Sus pendientes son largas y débiles, no sobrepasando valores del 1 %. Sólo al N del Departamento Capital (Los Pocitos, Los Nogales, El Colmenar), el centro sud de

Burruyacu (El Chañar, Macomitas, La Ramada de Abajo) y el N.O. de Cruz Alta (Las Piedritas), el relieve se torna ondulado, presentando pendientes moderadas y cortas, con valores del 1 al 4 %. Igualmente al E de Cruz Alta se localiza un paisaje de suaves lomadas que con dirección NO-SE, pierden intensidad hacia el S.E. de dicho departamento.

Carece de una red de drenaje bien definida, pudiéndose señalar sólo los ríos Urueña y Tajamar que la surcan en el norte, y los pequeños cursos que, descendiendo de las sierras subandinas en el norte y de los del Aconquija en el Sud, se pierden al penetrar en ella.

3.3. CLIMA

Desde el punto de vista climático pueden diferenciarse tres subregiones:

3.3.1. Llanura Chaco pampeana subhúmeda húmeda u occidental.

3.3.2. Llanura Chaco pampeana seca-subhúmeda o central.

3.3.3. Llanura Chaco pampeana semiárida u oriental.

3.3.1. LLANURA CHACO PAMPEANA SUBHUMEDA HUMEDA

Se extiende por el norte del Departamento capital, centro sud de Burruyacu, N.O. de Cruz Alta y en una delgada faja al este de Taí. Ocupa una extensión que corresponde al 13,7 % de la llanura Chaco-pampeana y al 3,60 % de la provincia.

El mesoclima gradúa de seco sub-húmedo cálido al Este a Sub-húmedo húmedo cálido al oeste (10).

La precipitación media anual es de 750 a 1.000 mm. La evapotranspiración potencial de 900 a 950 mm. La deficiencia de agua es moderada, desde nula hasta 200 mm, registrándose la misma en el periodo invernal-primavera (agosto-octubre).

La temperatura media anual es de 19°C. La temperatura media del mes de enero es de 24°C y la de julio de 12 a 12°50.

El periodo con riesgo de heladas se extiende desde junio a agosto, con una frecuencia de 12 heladas anuales.

3.3.1.1. SUELOS

Los suelos se han desarrollado sobre materiales de origen eólico, presentando una gran uniformidad en su morfología.

El perfil responde al tipo AB_tC , donde el horizonte A constituye un epipedón mólico moderadamente provisto en materia orgánica, oscuro y moderadamente profundo. En las áreas onduladas, por efecto de la erosión, el espesor del mismo puede encontrarse reducido. El horizonte Bt corresponde a un nivel de enriquecimiento de arcilla iluvial, constituyendo un horizonte argílico.

Los suelos modales que se encuentran al centro y al oeste son los Argiudoles típicos, graduando hacia el este a los Argiustoles típicos.

La textura de los horizontes superficiales es franco limosa, tomándose más fina, franco arcillosas o franco arcillo limosa, al nivel de los horizontes B.

Poseen una buena capacidad de retención de agua, con una permeabilidad moderada a moderadamente lenta, constituyendo suelos moderadamente bien drenados a bien drenados.

La reacción química es neutra en todo el perfil, pero hacia el límite oriental (Argiustoles) como consecuencia de la presencia de carbonato de calcio, puede tomarse moderadamente alcalina en profundidad.

3.3.1.2. LIMITACIONES

Las principales limitaciones de esta subregión están vinculadas a factores climáticos, topográficos y edáficos.

Las limitaciones climáticas se origina en una deficiencia hídrica estacional que se acentúa hacia su límite oriental. Esta limitación se manifiesta en especial para los cultivos hortícolas de ciclo invernal-primaveral cuyo período de crecimiento vegetativo coincide con la escasez de precipitaciones.

En el mismo sentido en que se acentúa la deficiencia de agua, crece la peligrosidad de heladas, por lo que algunas especies sensibles estan limitadas en su expansión hacia el este de esta subregión.

La limitación de carácter topográfico se encuentra en el área de relieve ondulado que comprende el N de Capital, Centro Sud de Burruyacu y NE. de Cruz Alta. En este sector, el relieve excesivo, unido al régimen de precipitaciones y a la permeabilidad moderada de sus suelos, determina riesgos moderados a severos de erosión hídrica. Esta limitación, por los problemas de manejo que plantea, justifica la diferencia de esta área como una microregión, pero por su escasa extensión escapa a la escala de trabajo utilizada en esta publicación.

La limitación edáfica corresponde a la fuerte compacidad del horizonte B de algunos de sus suelos y a la tendencia a formar un "pie de arado" muy compacto. Esta característica origina dificultades al desarrollo de sistemas radicales profundos, que se hace sentir en los rendimientos de caña de azúcar y determina condiciones deficientes para el desarrollo de cítricos en algunas áreas de la subregión.

3.3.1.3. APTITUD Y USO ACTUAL

La aptitud principal de esta subregión es agrícola, presentando condiciones favorables para una amplia variedad de cultivos.

La caña de azúcar es el cultivo actualmente más extendido, los rendimientos disminuyen hacia el este en relación con la disminución de las precipitaciones y el aumento en la intensidad de las heladas.

Los citrus están difundidos hacia el oeste y centro del área, mientras que los cultivos hortícolas se realizan en pequeñas extensiones en este mismo sector. Hacia el Este se realizan cultivos estivales

de secano como soja y maíz principalmente y sorgo y poroto en menos extensiones. Se cultiva trigo en invierno y en los últimos años se inician las experiencias con cártamo. Existen también algunas explotaciones tamberas.

3.3.1.4. MANEJO

Esta subregión, a excepción del área con riesgos de erosión y en la cual deben aplicarse normas de control similares aunque menos intensivas, a las que se han señalado en la región pedemontana, no requiere prácticas especiales de manejo.

Sin embargo el mantenimiento de las buenas condiciones de productividad de sus suelos requiere de practicas complementarias tales como la incorporación de materia orgánica, araduras de desfonde subsolado, fertilización nitrogenada, rotaciones con inclusión de abonos verdes, etc.

El laboreo del suelo por la inestabilidad de su estructura y la tendencia a formar "pie de arado" debe realizarse en condiciones apropiadas de humedad y cambiando las profundidades a las cuales se realiza la labranza. La labranza vertical debe tomarse un lugar importante en la preparación de las tierras de cultivo.

El riego de complemento para citruc y caña es indispensable para asegurar buenos rendimientos, y esta necesidad crece hacia el este. Las hortalizas invierno - primaverales solo pueden realizarse mediante la aplicación del riego.

3.3.3.2. LLANURA CHACO-PAMPEANA SECA SUB - HUMEDA

Representa una franja de 15 a 20 Km. de ancho que se extiende desde el centro NE de la Provincia en el Departamento de Burruyacu hasta el centro SO del Departamento de Graneros, siendo interrumpida en el centro por la microregión de la llanura deprimida salina seca - sub-húmeda. Representa un 43,5 % de la llanura Chaco - pampeana y el 11,5 % del territorio provincial. Esta subregión ya fué tratada con más detalle por Fadda y Zuccardi (13).

El mesoclima es seco subhúmedo cálido (10). Las precipitaciones varían de 750 mm al oeste a 650 mm al este.

La evapotranspiración potencial anual es de 950 mm a 1.000 mm. registrándose una deficiencia hídrica de 200 a 350 mm, esta última en su límite oriental, durante el período invernal - primaveral e inicios de verano.

Durante los meses de febrero y marzo se registra un balance hídrico positivo.

La temperatura media anual es de 19°C. La temperatura media de enero es de 25°C y la de julio de 12°C.

La helada se producen entre junio y agosto con una frecuencia de 12 a 15 días anuales.

3.3.2.1. SUELOS

Los suelos de esta subregión, den su mayor extensión, se han desarrollado sobre un material madre de origen eólico.

El suelo más difundido es de perfil A (B) C. El horizonte A es moderadamente profundo y regularmente provisto en materia orgánica, constituyendo un epipedón mólico. Reposa sobre un horizonte B estructural que corresponde a un horizonte cámbico. El horizonte C. generalmente contiene calcáreo en proporción del 0,5 al 6 %. Estos suelos se clasifican como Haplustoles típicos.

Son suelos muy uniformes en su propiedades, de textura franco limosa a través de todo el perfil.

Presentan buenas condiciones de retención de agua, su permeabilidad es moderada, constituyendo suelos bien drenados a algo excesivamente drenados cuando la condición climática se torna más crítica.

La reacción química es neutra en superficie y ligeramente alcalina en profundidad como consecuencia de la presencia de carbonato de calcio.

Son suelos ricos en Potasio, el contenido en Nitrógeno total es de moderado a bajo y los tenores en Fósforo se califican como bajos.

En la zona de contacto con la llanura deprimida, aparecen en profundidad horizontes con elevado contenido de sales solubles, que ofrecen bajo condiciones de riego problemas de manejo diferentes. Esta característica determina una subdivisión en dos microregiones. Igualmente al Norte de Burruyacu, en las áreas bajas del Río Urueña apa-

recen suelos con distinto grado de afectación salina, que nuestra escala de trabajo no nos permite delimitar

En algunas áreas del Departamento de Graneros ocupada por esta sub-región, se encuentran suelos de distinta naturaleza, derivadas de los sedimentos aluviales depositados por los ríos San Ignacio y San Francisco. Estos suelos son de perfil AC, donde el horizonte A constituye un epipedón mólico. Sus propiedades físicas son más variables, encontrándose suelos de texturas gruesas y medias. Las condiciones de drenaje cambian desde algo excesivamente drenados a bien drenados en función de sus características texturales.

Sus propiedades químicas y físicas químicas son similares a los suelos anteriormente descriptos. Corresponden a los Haplustoles fluvénticos y Haplustoles énticos.

3.3.2.2. LIMITACIONES

La principal limitación de esta subregión es de carácter climático. La misma se origina en la escasez de las precipitaciones y en el prolongado período de sequía invernal primaveral.

En condiciones de secano, los cultivos deben realizarse en el período de mayor humedad edáfica. En estas condiciones, las especies estivales o estivales-otoñales de ciclo corto se desarrollan en buenas condiciones. No resulta, de esta manera, recomendable la realización de cultivos perennes o de ciclo invernal-primaveral ya que el largo período de sequía afectará al desarrollo de los mismos.

En el área de los suelos aluviales del Departamento de Graneros, la presencia de suelos de texturas muy gruesas, plantean localmente - problemas de deficiencia hídrica más intensa.

En condiciones de regadío el rango de cultivos posibles se amplía, pero en este caso la frecuencia e intensidad de las heladas, algo mayor que en las regiones del oeste, introduce un nuevo factor limitante en la elección de especies y/o variedades.

Una limitación moderada para la práctica del riego de carácter topográfico se presenta en las lomadas del este del Cruz Alta, en La Cocha y Rumi Punco.

A esto debe agregarse en la microregión de los suelos a salinidad interna, las limitaciones derivadas de este rasgo.

3.3.3.3. APTITUD Y USO ACTUAL

La aptitud natural de esta subregión es agrícola-ganadera.

La actividad agrícola actual se diferencia según se realice aplicando riego o en condiciones de secano.

Aplicando riego el cultivo de la caña de azúcar se encuentra en expansión.

Se cultivan también con éxito el tabaco en el sud y en menor extensión se cultiva alfalfa y trigo.

En condiciones de secano, los cultivos más extendidos son soja, sorgo, poroto y maíz. Hacia el oeste de la subregión, el trigo en condiciones de secano proporciona rendimientos aceptables y en los últimos años se ha introducido el cártano.

Esta subregión, puede representar una interesante área forrajera para ganadería de invernada y desarrollo de la actividad lechera.

3.3.2.4. MANEJO

Las normas de manejo para esta subregión cambian según se trabaje en condiciones de secano o de riego.

En condiciones de secano, los cultivos satisfacen sus necesidades hídricas exclusivamente con el agua de las precipitaciones, ya que las reservas de agua utilizables en el suelo es nula a la terminación del período seco. De esta manera los cultivos estacionales - verano - otoñales ofrecen un margen razonable de seguridad ya que el desarrollo vegetativo de los mismos coincide con el período de mayores precipitaciones.

Desde hace algunos años se ha intentado realizar como segunda cosecha cultivos invernales de secano en esta región, en especial cultivo de trigo para grano. Los resultados han sido variables según los años. En general hacia el Oeste de la subregión se han obtenido resultados aceptables, pero hacia el Este los resultados son aleatorios. En este sector el balance hídrico no permite, en años normales, la obtención de dos cosechas anuales en un mismo terreno, ya que el cultivo invernal coincide en su período crítico de fructificación con la época de mayor déficit hídrico.



En condiciones de secano, las normas de manejo deben orientarse fundamentalmente a mejorar las condiciones del suelo para permitir una mayor captación del agua de las precipitaciones, evitando de esta manera las pérdidas por escurrimiento y aumentando el almacenaje de agua en el suelo.

Estas normas deben cubrir los siguientes objetivos:

- 1) Favorece la formación de una estructura estable del suelo, que impida la degradación de la misma por el agua. Se evitará de esa manera la formación de costras superficiales (planchado) a la que estos suelos son muy propensos, como consecuencia de su elevado contenido en limo.
- 2) Impedir la acción directa de la lluvia sobre suelos desnudos. El uso del rastrojo cumple esta misión al mismo tiempo que incorpora materia orgánica al suelo.
- 3) Es necesario realizar labranzas adecuadas y oportunas, para favorecer la infiltración del agua en el suelo y evitar las pérdidas por escurrimiento. Para ello es desaconsejable la pulverización excesiva del suelo. Es necesario aumentar la coeficiente de rugosidad superficial mediante técnicas de labranza adecuadas y formar una capa superficial terronosa, la cual impedirá el escurrimiento y facilitará la infiltración del agua en el perfil del suelo.

Todas estas técnicas se mencionan a título tentativo, ya que la labor experimental definirá las más adecuadas y las formas de aplicarlas en cada tipo de cultivo y explotación.

El uso de abonos verdes debe merecer una especial atención. En este sentido, esta área presenta características desfavorables para la práctica por la superposición en la utilización de las tierras entre el cultivo principal y el cultivo mejorador a realizarse en la misma estación.

Para evitar estos inconvenientes, es aconsejable adoptar un sistema de rotaciones entre los principales cultivos, sorgo - soja por ejemplo que podría contribuir a mejorar la estructura del suelo y enriquecerlo en nitrógeno y materia orgánica.

La práctica de realizar cultivos químicos con herbicidas de aplicación total, puede resultar inadecuada para lograr un buen almacenaje de agua. El suelo desnudo entre las líneas de cultivo, se "plancha" con facilidad e impide la infiltración del agua. Sería conveniente, realizar el control químico en las líneas de cultivo y el laboreo mecánico entre líneas, a fin de crear las condiciones favorables a la infiltración.

Esta subregión, mediante adecuado manejo de las pasturas naturales puede ser una buena zona de cría y por las posibilidades de producción forrajeras en secano o con riego, zona de invernada o lechera.

En lo que se refiere al manejo del área bajo condiciones de riego, como se ha señalado, deben diferenciarse dos microregiones:

3.3.2.4.1. Llanura Chaco - pampeana seca - subhúmeda no salina

Se ubica en los Departamentos de Burruyacu y norte de Cruz Alta y en el Departamento de Graneros.

Comprende suelos de características favorables para el riego en su mayor extensión, sin necesidad de prácticas especiales de manejo del agua y del suelo.

Solo cabe mencionar algunas limitaciones moderadas de carácter topográfico al centro este de Cruz Alta y limitaciones por escasa capacidad de retención hídrica en algunos suelos de Graneros.

3.3.2.4.2. Llanura Chaco - pampeana seca - subhúmeda con salinidad interna.

Se ubica en una franja que bordea la llanura deprimida, al oeste de la subregión, incluye áreas de los Departamentos de Cruz Alta y Leales.

El factor limitante, salinidad interna, determina la necesidad de aplicar prácticas especiales de manejo del agua y el suelo, para evitar la degradación de los mismos.

3.3.3. LLANURA CHACO - PAMPEANA SEMIARIDA

Esta subregión se localiza al Este y Sud de la provincia, penetrando en las provincias de Santiago del Estero y Catamarca.

El límite oeste queda definido por una línea que pasando ligeramente al Oeste de Garmendia, Gobernador Piedrabuena y Las Cejas al norte, se continúa entre Aráoz y Tacanas en Leales, para luego de ser interrumpida, por la llanura deprimida, continuar al este de la villa de Graneros en el Sud. Ocupa un 42,8 % de la región Chaco pampeana y el 11,40 % de la provincia.

El mesoclima de la subregión (10) es semiárido cálido pasando a semiárido muy calido en los extremos NE y SE.

La precipitación varía de 650 mm en el oeste a 500 mm en el SE.

La evapotranspiración potencial anual es de 1.000 mm. Existe un déficit hídrico permanente durante todo el año.

La temperatura media anual es superior a los 19°C al oeste y de unos 20°C al este. La temperatura media del mes de enero gradúa de 25°C a 26°C de oeste a este y la de Julio es de 12°5C.

Las heladas se registran desde Junio hasta Agosto con una frecuencia de 12 a 15 días anuales.

3.3.3.1. SUELOS

Los suelos de la mayor parte de esta subregión se caracterizan por una gran uniformidad en su morfología y en sus características.

Són suelos desarrollados sobre sedimentos loesoides que muestran solo la diferenciación del horizonte A, el que, por sus colores demasiados claros, constituye un epipedón ócrico. En situaciones especiales de relieve, áreas ligeramente más bajas, sus colores son más oscuros y se individualiza un epipedón mólico.

El contenido en materia orgánica es medio a bajo.

La textura es predominantemente franco limosa, llegando en algunos suelos a limosa en profundidad. El gran predominio de la fracción limo, da a estos suelos un débil desarrollo de la estructura y su baja estabilidad estructural es una característica que debe tenerse en cuenta en el manejo de los mismos.

La capacidad de retención de agua es favorable y su permeabilidad moderada.

En profundidad entre los 60 a 100 cm, se encuentra el calcáreo en proporciones del 0,5 al 3 %.

Estos suelos corresponden a los Ustorthents típicos y a los Haplustoles énticos, según que posean epipedón ócrico o mólico respectivamente (14).

Hacia los límites con el área salina y en el SE (Departamento de Graneros) presentan contenidos moderados a fuertes de sales solubles en profundidad.

En el NE del Departamento de Burruyacu, en las proximidades del Río Uruña, se localizan igualmente suelos con distintos grados de afectación salina.

En el mismo Departamento de Graneros y hacia el occidente, se encuentran suelos de origen aluvial, producto de los depósitos del río San Francisco, morfológicamente similares a los anteriores, pero de textura más variada, desde arenosos francos a franco limosos. Estos suelos que en este sector se asocian a los anteriores, corresponden en su mayor parte a los Haplustoles fluvénticos (5)

3.3.3.2. LIMITACIONES

La principal limitación de la subregión está representada por la escasez e irregularidad de las precipitaciones.

Estas características determinan que la vocación natural de la subregión sea la ganadería y complementariamente la agricultura de secano estival, aunque al influjo del ciclo climático húmedo de la última década, la actividad agrícola manifestó una fuerte expansión en detrimento de la actividad ganadera.

El análisis histórico de las precipitaciones muestra que son frecuentes los años críticos en cuanto al comienzo y regularización de las lluvias, lo que ocasiona siembras fuera de época y pérdidas del cultivo por sequías.

A pesar de tratarse de una zona de lluvias escasas, el régimen de las precipitaciones, la escasa estabilidad estructural de los suelos y la degradación de la cobertura vegetal determinan que el fenómeno de la erosión hídrica alcance importancia en esta subregión. En este sentido, la mayor parte del área está afectada por erosión de tipo laminar. Se presentan asimismo manifestaciones de erosión en cárcavas, que adquieren formas más típicas en sendas del ganado o en caminos.

Una de las limitaciones que pueden presentarse a la agricultura de regadío, es la presencia de sales solubles en profundidad, hacia las márgenes del área salina y en el SE.

Una de las limitaciones que pueden presentarse a la agricultura de regadío, es la presencia de sales solubles en profundidad, hacia las márgenes del área salina y en el SE.

Ligado a este problema, es necesario señalar igualmente que la mediocre calidad de las aguas subterráneas que se están utilizando con fines de riego, especialmente al centro sudeste y sud de esta subregión obliga a realizar un manejo cuidadoso del riego a fin de evitar degradaciones salinas.

3.3.3.3. APTITUD Y USO ACTUAL

La aptitud natural de esta subregión es ganadera y complementariamente agrícola.

Como se ha señalado anteriormente, en la última década se registró una fuerte expansión agrícola de secano en base a cultivos de poroto, sorgo, soja y maíz. Se ha intentado también el cultivo de trigo con malos resultados y en los últimos años se ha iniciado el cártamo.

La actividad ganadera actual se realiza fundamentalmente en base a pasturas naturales, en menor proporción con pasturas implantadas y con aprovechamiento de restos.

Se encuentran también en la subregión algunas áreas bajo riego en cultivos de alfalfa y trigo.

3.3.3.4. MANEJO

El modelo agrícola que se ha difundido implica un desajuste con las condiciones naturales del área, de vocación profundamente pasturil.

A fin de prevenir la degradación de los recursos naturales difíciles y costosos de corregir y que ocasionan un elevado costo social, en los períodos de normalidad climática, es necesario revertir esta situación volviendo a la actividad ganadera y dándole a la misma la importancia que tiene.

Esto implica la necesidad de un planteamiento de producción mixta que cubra los riesgos de quebrantos en los años secos y una selección de cultivos que dé preferencia a los de doble utilización para ser aprovechados como forrajes en años de fracaso de la cosecha. O realizar siembras tardías para evitar el frecuente atraso de las precipitaciones.

Las prácticas agrícolas deben orientarse a la captación conservación y buen aprovechamiento de las precipitaciones, realizando trabajos como la labranza vertical, el cultivo sobre colchón de restos y el buen control de malezas.

En lo que se refiere a la actividad ganadera, las normas generales de manejo de los campos naturales para estas áreas, han sido ya señalados por Zuccardi y Fadda (12)(13), por lo que aquí se las señala sintéticamente en lo siguiente:

- 1) Eliminación del matorral xerófilo.
- 2) Trazado de surcos de absorción.
- 3) Pastoreos rotativos.
- 4) Mantenimiento del ganado en las áreas más altas durante el período estivo-otoñal.
- 5) Cultivos forrajeros (sorgos) en los bajos a fin de constituir reservas para los períodos críticos, con prácticas de captación y manejo del agua de las precipitaciones.
- 6) Introducción de forrajeras cultivadas adaptadas a condiciones semiáridas como *Cenchrus ciliare* y *Chloris gayana*, experimentadas por Díaz et al (3).
- 7) El aprovechamiento de los rastrojos, debe realizarse con moderación a fin de no privar el suelo de este importante aporte orgánico.

Otro factor a considerar en el manejo de la subregión con los problemas de erosión, tanto hídrico como eólica. En este sentido, las prácticas agrícolas utilizadas, la sistematización de los campos

para el manejo de las aguas, de escurrimiento, el buen manejo de las aguas, de escurrimiento, el buen manejo de las pasturas, el control de la carga ganadera y precauciones en el trazado y conservación de los caminos, revisten especial importancia.

Desde el punto de vista de su aptitud para el riego se deben considerar dos microregiones:

- a) El sector NE sin limitaciones para el riego con aguas de buena calidad o escasas limitaciones por problemas topográficos.
- b) El sector SE y S, donde las normas de riego y los caudales a utilizar deben tomar en consideración la presencia de sales solubles en profundidad.

El manejo y utilización de las aguas subterráneas de la subregión debe por otra parte, realizarse con precauciones, previo conocimiento de la calidad de las mismas, pues por su contenido salino son inaptas para el riego o aptas con restricciones.

4. REGION DE LAS CUENCAS Y VALLES INTERMONTANOS

Por sus características fisiográficas y climáticas se diferencian tres subregiones:

- 4.1. Cuenca de Tapia - Trancas
- 4.2. Valle de Tafí
- 4.3. Valles Calchaquíes

Se localiza al centro norte de la provincia, limitando al este con las Sierras de Medina y al oeste con las cumbres Calchaquíes.

Por el norte supera la límites de la provincia penetrando en Salta y su extremo meridional se ubica al sud del río Tapia.

El área de interés agrícola ganadero ocupa una superficie de unas 100.000 has. lo que corresponde al 4,5 % del área provincial.

4.1.2. FISIOGRAFIA

Constituye una cuenca tectónica rellena por sedimentos aluviales y coluviales cuaternarios, presentando además algunos afloramientos terciarios.

La altitud oscila entre los 700 a 800 m.s.n.m. en su central, elevándose paulatinamente hacia las cumbres Calchaquíes y más abruptamente hacia las sierras de Medina.

Las áreas de cultivo corresponden en su mayor extensión a antiguas planicies y terrazas aluviales y valles coluviales en el sector central y valles, abanicos y terrazas aluviales hacia el pie de monte. El relieve es por lo tanto llano a suavemente ondulado hacia el centro de la cuenca, tornándose más accidentado hacia sus márgenes.

La red hidrográfica está representada por el Río Salí y sus afluentes, que constituyen la principal fuente de agua de riego de la cuenca.

El área se encuentra asimismo atravesada por torrentes de crecientes esporádicas en el verano y que bajando de las serranías, presentan peligros de inundaciones en ciertas áreas cultivadas. La margen oriental del Salí posee afluentes de poca importancia.

4.1.3. CLIMA

El sector central, que constituye el área de cultivo más importante, se caracteriza por un mesoclima semiárido cálido (10). La precipitación anual es de 400 a 500 mm. La evapotranspiración anual de 900 mm.

Hay un déficit hídrico permanente durante todo el año.

La temperatura media anual se encuentra entre los 18 y 19°C. La media de enero es de 21 a 22°C y la de julio es de 10°C.

Las heladas se registran desde el mes de junio hasta agosto. La frecuencia es de 22 días al año.

4.1.4. SUELOS

Desarrollados sobre sedimentos aluviales y coluviales, muestran escasa a moderada diferenciación del perfil. Poseen ya sea un epipedón ócrico o mólico, reposando directamente sobre los estratos sedimentarios o sobre un horizonte B estructural.

La textura del suelo es muy variable fluctuando desde francos gruesos a limosos finos, se encuentran igualmente áreas de suelos con texturas muy arenosas. Es frecuente encontrar gravas en el perfil, especialmente hacia el pie de monte. La textura y el escaso contenido de materia orgánica determina una baja estabilidad estructural,

lo que produce el "planchado" de los mismos por efecto de las lluvias torrenciales.

Las propiedades hídricas varían en función de la textura.

En las terrazas inferiores del río Salí y algunos pequeños sectores del norte de la cuenca se encuentran suelos con capa freática a escasa profundidad asociadas a problemas de salinidad. Igualmente al norte y sud de la cuenca se localizan áreas salinas como consecuencia de la escasa profundidad de estratos terciarios salinos.

Los suelos de la cuenca corresponden a los Ustifluvents típico y Ustorthents típico cuando poseen epipedón ócrico. Si es el epipedón mólico el que está presente, corresponden a los Haplustoles fluvénticos y Haplustoles énticos. En los casos en que un horizonte B cámbico está presente corresponden a los Haplustoles típicos.

4.1.5. LIMITACIONES

La escasez e irregularidad de las precipitaciones constituyen el mayor factor limitante de la producción.

Los cultivos de secano son, por lo tanto, de resultados muy aleatorio. En este aspecto la expansión de la actividad agrícola está limitada por las posibilidades de riego.

Las heladas fuera de época ocasionan asimismo daños con cierta frecuencia a algunos cultivos.

Las limitaciones de carácter edáfico están representadas por la presencia de suelos de texturas livianas de escasa retención de agua y en el pie de monte por problemas de erosión y pedregosidad.

Como se ha señalado anteriormente se encuentran también problemas de salinidad.

La ganadería de cría está limitada igualmente por el déficit hídrico.

Los problemas que se presentan son similares y en algunos casos agudizados a los enunciados en la subregión Chaco-pampeana semiárida.

Hacia el pie de monte occidental, las condiciones hídricas son más favorables y aunque el avance de la actividad agrícola encuentra limitaciones topográficas, la ganadería tiene allí mejores perspectivas.

4.1.6. APTITUDES Y USO ACTUAL

La actividad económica de esta cuenca está vinculada fundamentalmente en la zona de regadío a la explotación lechera.

En condiciones de riego el principal cultivo forrajero es la alfalfa y como invernales la cebada, avena, trigo y centeno.

Es importante también el cultivo del maíz y de los sorgos forrajeros.

Como actividades secundarias, que en épocas no muy lejana eran muy importantes, se encuentran las legumbres y hortalizas de estación.

Existe una incipiente actividad frutícola con ciruelos, durazneros y nogales en el pie de monte.

Las condiciones climáticas son especialmente aptas para la producción de semillas de ciertas hortalizas (lechuga, zanahoria, cebolla, arveja, porotos, chauchas, etc.) como así también para el cultivo de plantas aromáticas.

Por su cercanía al mercado y por sus aptitudes puede igualmente constituirse en un interesante centro granjero.

La ganadería de cría es relativamente importante.

4.1.7. NORMAS DE MANEJO

En las zonas de riego las normas de manejo deben dirigirse fundamentalmente a aumentar la eficiencia en el uso del agua. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Sistematización de los terrenos
- b) Determinación de dotaciones y turnos de riego en función de suelos y cultivos.
- c) Selección de los suelos más aptos para riego.
- d) Revisión de las normas de distribución del agua
- e) Disminución de pérdidas de agua por conducción.
- f) Estudio de los métodos más adecuados para riego.

Evidentemente estos aspectos presuponen resolver problemas de orden técnico y legal.

El incremento del área de regadío solo será posible, con nuevas obras de captación y conducción, que complementen a las que están actualmente en servicio.

En el manejo de los campos de cría, las normas deben ser similares a las de la subregión Chaco-pampeana oriental, aunque deben considerarse en esta área sus particularidades topográficas y climáticas que la tornan más difícil. Asimismo, la provisión de forrajes para la época crítica, invierno primaveral, solo puede asegurarse en la mayor parte de los años, con riego y son por lo tanto consideraciones de orden económico las que decidirán la utilización del agua para este u otro propósito.

Escapa a esta generalización el pie de monte occidental, que como se ha indicado, por sus mayores precipitaciones permite una producción en condiciones de secano, especialmente de maíz, sorgos y porotos.

4.2. VALLE DE TAFI

4.2.1. UBICACION

Se localiza al oeste de la provincia entre las cumbres Calchaquies y las del Aconquija, ocupando una extensión de aproximadamente 10.000 has., lo que corresponde al 0,45 % de la superficie provincial.

4.2.2. FISIOGRAFIA

Constituye una depresión tectónica a 2.000 m.s.n.m., enmarcada por montañas de alturas superiores a los 3.000 m. Las formas de relieve están constituidas principalmente por conos de deyección, glacis y terrazas fluviales, encontrándose igualmente algunos sedimentos eólicos retransportados.

Presenta pendientes complejas y fuertes al pie de los cordones montañosos, más suaves y simples en el fondo del valle.

El valle es recorrido por el río del Infiernillo y sus afluentes más importantes lo constituyen los ríos Blancos, de La Ovejería y del Rincón, que tienen el carácter de torrentes.

4.2.3. CLIMA

El mesoclima del valle (10) corresponde al semiárido templado.

La precipitación anual es de 412 mm. La evapotranspiración anual es de 500 a 600 mm. El número de meses con deficiencia de agua es de 9, extendiéndose desde abril a diciembre. La temperatura media anual es de 13,2°C. La media de enero es de 18,6°C y la de julio de 8,1°C.

Las heladas se producen entre el mes de marzo y setiembre con una frecuencia de 44 días al año.

4.2.4. SUELOS

Desarrollados sobre materiales aluviales, coluviales y en menor extensión eólicos, muestran escasa diferenciación en el perfil. Morfológicamente solo se ha desarrollado un horizonte A que puede constituir un epipedón mólico u ócrico, según la posición fisiográfica, la edad del material y los efectos de la erosión.

Predominan los suelos de texturas livianas y medias, frecuentemente con cargas de gravas y guijarros. Hacia el Norte del valle, la textura se hace más pesada en profundidad. En algunos sectores los suelos están afectados por distintos grados de pedregosidad que limitan su utilización.

El contenido en materia orgánica es moderado a bajo y sus propiedades hídricas están regidas en gran medida por las características texturales.

Los suelos más desarrollados corresponden a los Haplustoles énticos y Haplustoles fluvénticos. Los más jóvenes se ubican entre los Ustorthents típicos y Ustifluvents típicos.

4.2.5. LIMITACIONES

Esta subregión presenta una limitación permanente para la producción continuada de cultivos de escarda. Ellas están dadas por las condiciones topográficas y la pedregosidad de sus suelos. La primera, unida al mal manejo de los campos de pastoreos, prácticas agrícolas y de riego inadecuadas y a la torrencialidad de las precipitaciones,

determinan una alta susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica, Manifestaciones en grado muy avanzado de este proceso, en sus diferentes formas, se encuentran muy extendidas en el área. Como consecuencia, la aptitud agrícola de los suelos del valle se encuentra fuertemente limitada por el peligro de erosión.

Las mismas condiciones topográficas, así como la pedregosidad de algunos de los suelos, limitan igualmente el uso de maquinarias agrícolas.

La aptitud para el riego de los suelos de la subregión es asimismo limitada por la topografía y la alta susceptibilidad de los suelos a la erosión, lo que ocasiona problemas tanto a la conducción como al manejo de riego.

El factor climático, de acentuada aridez invierno-primaveral, limita las posibilidades forrajeras en este período.

4.2.6. APTITUDES Y USO ACTUAL

La aptitud de esta región es ganadera-forestal y agrícola con limitaciones.

La actividad actual más importante del valle es la ganadería vacuna y ovina, de la que se deriva una industria quesera de relativa importancia. Esta actividad se desarrolla sobre pasturas naturales de buena calidad, complementada en pequeñas extensiones con forrajeras cultivadas bajo riego, especialmente alfalfa.

La cría de ovinos es encarada por algunas explotaciones, ya que existen condiciones favorables para la misma.

Existen plantaciones de manzanos. La producción de papa semilla bajo riego, ha adquirido gran importancia en los últimos años.

4.2.7. NORMAS DE MANEJO

De acuerdo a la aptitud de la subregión y a las limitaciones señaladas, las normas de manejo deben dirigirse fundamentalmente al control de la erosión hídrica.

La realización de cultivos hortícolas y frutícola requiere de una estricta selección de tierras y la adopción de prácticas especiales de manejo en función del grado de limitación. Estas prácticas ya se reseñaron al tratar la región del pedemonte, aunque las características climáticas del valle de Tafí, determinan algunas diferencias en el detalle. Mientras en la región del pedemonte, estas prácticas deben tender a la evacuación de las aguas superfluas, en esta subregión es necesario orientar las prácticas a la captación de las precipitaciones. Los cultivos de escarda como los hortícolas y otros como el maíz, deben restringirse a las áreas más favorables. Los cultivos densos y los frutícolas tienen una mayor elasticidad en la elección de los terrenos, siempre que se apliquen las normas conservacionistas señaladas.

A nivel de la subregión es necesario encarar el control de cuenca y torrentes, ya sea con obras de tipo hidráulico o mediante la forestación, para lo cual existe una buena aptitud natural.

La actividad ganadera debe basarse en un adecuado manejo de las pasturas naturales, para evitar la degradación del tapiz habáceo. Para ello es necesario un estricto control de la carga ganadera y establecer normas de pastoreo rotativo que evite la acción del sobre pastoreo.

El manejo del riego, así como el sistema, debe adaptarse igualmente a las particularidades topográficas del área.

Prácticas de cultivo en secano, especialmente con miras a la producción forrajera, deben igualmente encararse.

4.3. VALLES CALCHAQUIES

4.3.1. UBICACION

Constituyen una larga depresión que penetrando desde la provincia de Catamarca por el Sud, atraviesa el oeste del territorio Tucumano continuándose en la provincia de Salta por el Norte.

El sector Tucumano se encuentra enmarcado por las Sierras de Quilmes el Cajón al Oeste y las Sierras Calchaquíes al Este, ocupando una superficie de una 30.000 has., que corresponde al ,30 % del área provincial. Se ubica entre los 1.800 a 2.000 m.s.n.m.

4.3.2. FISIOGRAFIA

Consisten en una amplia fosa tectónica rellena por sedimentos detríticos aluviales y coluviales en la que se diferencia dos importantes unidades paisajísticas: Los conos de deyección del pie de monte, formados por los numerosos torrentes que descienden de las sierras, unidos y superpuestos en su parte distal y el fondo del valle, constituido por diferentes niveles de terrazas del río Santa María, que lo recorre de Sud a Norte.

En el nivel inferior de terrazas se localizan áreas salinas con capa freática próxima a la superficie, al igual que algunos médanos activos.

La red hidrográfica está representada por el río San María y sus afluentes. Entre éstos el río Amaicha es el más importante. Los restantes consisten en torrentes que bajan del flanco occidental principalmente.

4.3.3. CLIMA

Los valles Calchaquíes se caracterizan por un mesoclima árido hipertemplado cálido en el valle y árido hipertemplado templado en el pie de monte (10)

La precipitación anual es de unos 200 mm. La evapotranspiración anual es de 700 a 800 mm. Hay un déficit hídrico permanente. La temperatura media anual es de 16°C siendo el fondo del valle cálido que el pie de monte. La media de enero es de 20°C y la de julio de 8°C.

El período de riesgo de heladas se extiende desde comienzo de marzo hasta mediados de setiembre con una frecuencia de 64 heladas anuales.

4.3.4. SUELOS

Son suelos de escaso desarrollo, caracterizado por un epipedón ócrico de colores claros y poco profundo que reposa directamente sobre los sedimentos que lo originaron.

Predominan los suelos de textura ligeras y medias. En el pie de monte presentan a menudo fuertes cargas de gravas y guijarros y distintos grados de pedregosidad. Los ubicados en las terrazas del río Santa María varían en su textura desde arenosos franco hasta franco limosos. En esta misma unidad fisiográfica se encuentran suelos fuertemente salinos.

El contenido en materia orgánica es bajo y sus propiedades hídricas variables, aunque predominan los suelos excesivamente drenados.

Los suelos del pie de monte corresponden en su mayor parte a los Torriorthents típicos.

Los de las terrazas a los Torrifluvents y Torripsamments típicos.

Los suelos salinos, según el grado de salinidad, pueden corresponder a fases salinas de los dos últimos subgrupos mencionados o bien a los Salorthids típicos cuando aparece el horizonte sálico.

4.3.5. LIMITACIONES

Las limitaciones principales de los valles obedecen a causas de naturaleza climática y edáfica.

En el aspecto climático, el factor crítico es la deficiencia de precipitaciones. La actividad agrícola ganadera solo puede realizarse bajo condiciones de riego.

La frecuencia e intensidad de los vientos se hace sentir sobre suelos y cultivos. Es el factor desencadenante de una intensa erosión eólica que en sus aspectos más espectaculares da origen a la formación de dunas activas de 3 a 8 m de altura.

El régimen torrencial de las escasas precipitaciones estivales, las pendientes y la susceptibilidad de los suelos a la erosión, originan fenómenos de erosión hídrica severa, siendo frecuentes la formación de aluviones y desbordes de torrentes, que cubren suelos y cultivos.

Entre las limitaciones de naturaleza edáfica, pueden presentarse las siguientes: texturas gruesas y gravilosas que determinan suelos fácilmente erosionables, de permeabilidad excesiva y deficiente retención de agua; problemas de suelos de escasa profundidad efectiva por reposar sobre estratos gravilosos o pedregosos; distintos grados de pedregosidad y pendientes excesivas; exceso de sales solubles en suelos de las terrazas bajas.

4.3.6. APTITUDES Y USO ACTUAL

Las características climáticas del valle lo hacen especialmente apto para diversos cultivos, siempre que se disponga de riego.

La actividad principal actual es el cultivo del tomate y pimiento para pimentón

La producción frutícola, principalmente vid, duraznero y nogales, representa un renglón importante en la economía del valle. El nogal encuentra su mejor habitat en el sector del pie de monte. El destino de la producción de vid es principalmente para industria.

De menor importancia son el cultivo de comino y anís.

El cultivo del maíz, para las necesidades locales, al igual que trigo, cebada y avena, tiene cierta importancia.

El cultivo de alfalfa, provee a las necesidades forrajeras de la escasa ganadería que se practica para satisfacer el consumo local.

La introducción de algunas aromáticas y medicinales, dadas las condiciones de la zona, podría resultar en un interesante aporte a la economía del valle.

Desde el punto de vista ganadero, solo puede mencionarse la cría de ganado menor (caprinos y ovinos) y escasamente la de bovinos.

4.3.7. NORMAS DE MANEJO

La inestabilidad del equilibrio ambiental de los valles Calchaquíes exige de normas especiales de manejo del suelo y el agua.

El contralor de la erosión hídrica y eólica tiene un carácter prioritario. En este sentido deben encararse medidas al nivel regional y al nivel de la propiedad.

A nivel regional deben encararse los siguientes problemas:

- a) Controlar el sobrepastoreo, especialmente de los caprinos
- b) Control, encauzamiento y estabilización de torrentes.
- c) Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica.
- d) Fijación de dunas activas.

Al nivel de la propiedad, el manejo de los suelos y cultivos, tales como el tipo, forma y oportunidad del laboreo, la sistematización de los terrenos, distintos tipos de cultivos en contorno, fajas contra el viento, selección de cultivos y rotaciones, enmiendas orgánicas, barreras o cortinas rompevientos y los métodos de riego, contribuirán a controlar el proceso erosivo, así como a mantener e incrementar la capacidad productiva de los suelos.

Constituyendo por otra parte, una subregión cuya actividad agrícola es exclusivamente bajo riego, las normas que se mencionaron en la cuenca de Tapia-Trancas a los fines de mejorar la eficiencia en el manejo y el uso del riego, son igualmente válidas para esta subregión.

La práctica de la fertilización, especialmente nitrogenada, puede proporcionar buenos resultados.

5. REGION SERRANA

Comprende los dos sistemas montañosos que se extienden al occidente y al Centro Noreste de la provincia, correspondiendo al sistema más septentrional de las sierras pampeanas y al más meridional de las sierras subandinas, respectivamente. Cubre un 45 % aproximadamente de la superficie provincial.

Presenta una diversidad de tipos climáticos y de vegetación, pero a los fines de este estudio se considera toda el área como una unidad.

La influencia agrícola de esta región es indirecta pero de gran importancia.

Ella constituye la cuenca hidrográfica de todos los ríos tucumanos que suministran el agua a las áreas de regadío. Numerosos diques se encuentran en funcionamiento y otros proyectados.

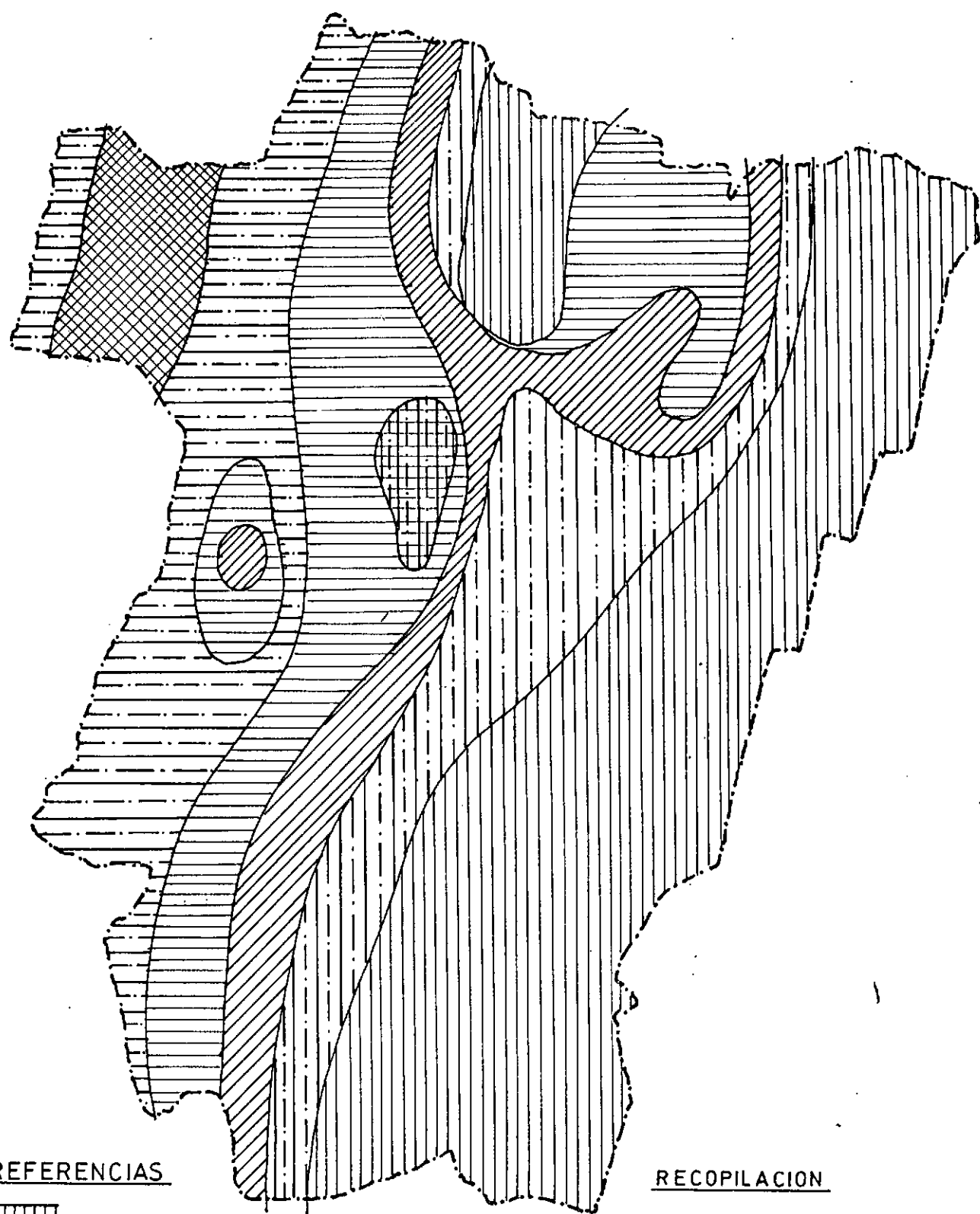
La conservación de esta cuenca adquiere así una importancia de primer orden a fin de mantener la regularidad de los cursos de agua y evitar el colmataje de los embalses.

Debe señalarse además, que la región del pedemonte, sufre directamente las consecuencias del mal manejo de esta región, con un agravamiento del proceso erosivo y las avenidas y aluviones de los torrentes que salen de cauces.





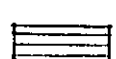
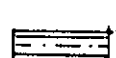
El cuidado de esta cuenca debe basarse fundamentalmente en un manejo conservacionista del bosque que cubre sus faldeos, en la regeneración de las masas bocosas degradadas y en el control, encauzamiento y estabilización de torrentes.

FITOGEOGRAFIA

S A L T A



REFERENCIAS

-  REGION DEL MONTE ORIENTAL
-  REGION DEL MONTE OCCIDENTAL
-  REGION DEL CEBIL Y DEL PARQUE
-  REGION DE LOS BOSQUES SUBTROPICALES
-  REGION DEL ALISO Y DE PRADOS ALPINOS
-  REGION DE LA PUNA

RECOPILACION

Secretaria de Planeamiento

Fuentes : LILLO (1919)

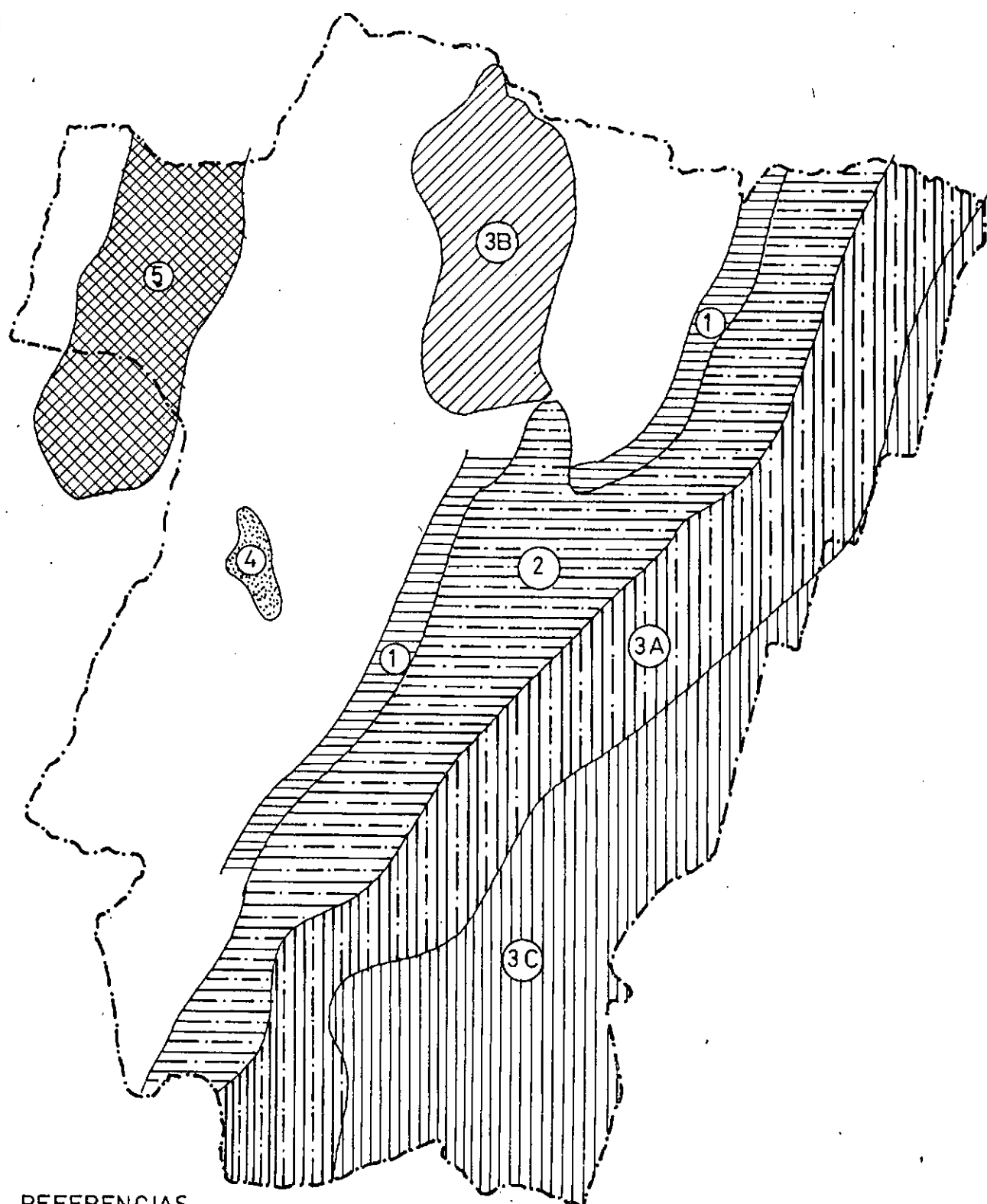
KUNH (1930)

PARODI (1934 -1945)

CABRERA (1953)

DIGILIO Y LEGNAME (1966)

TIPOS DE CLIMAS



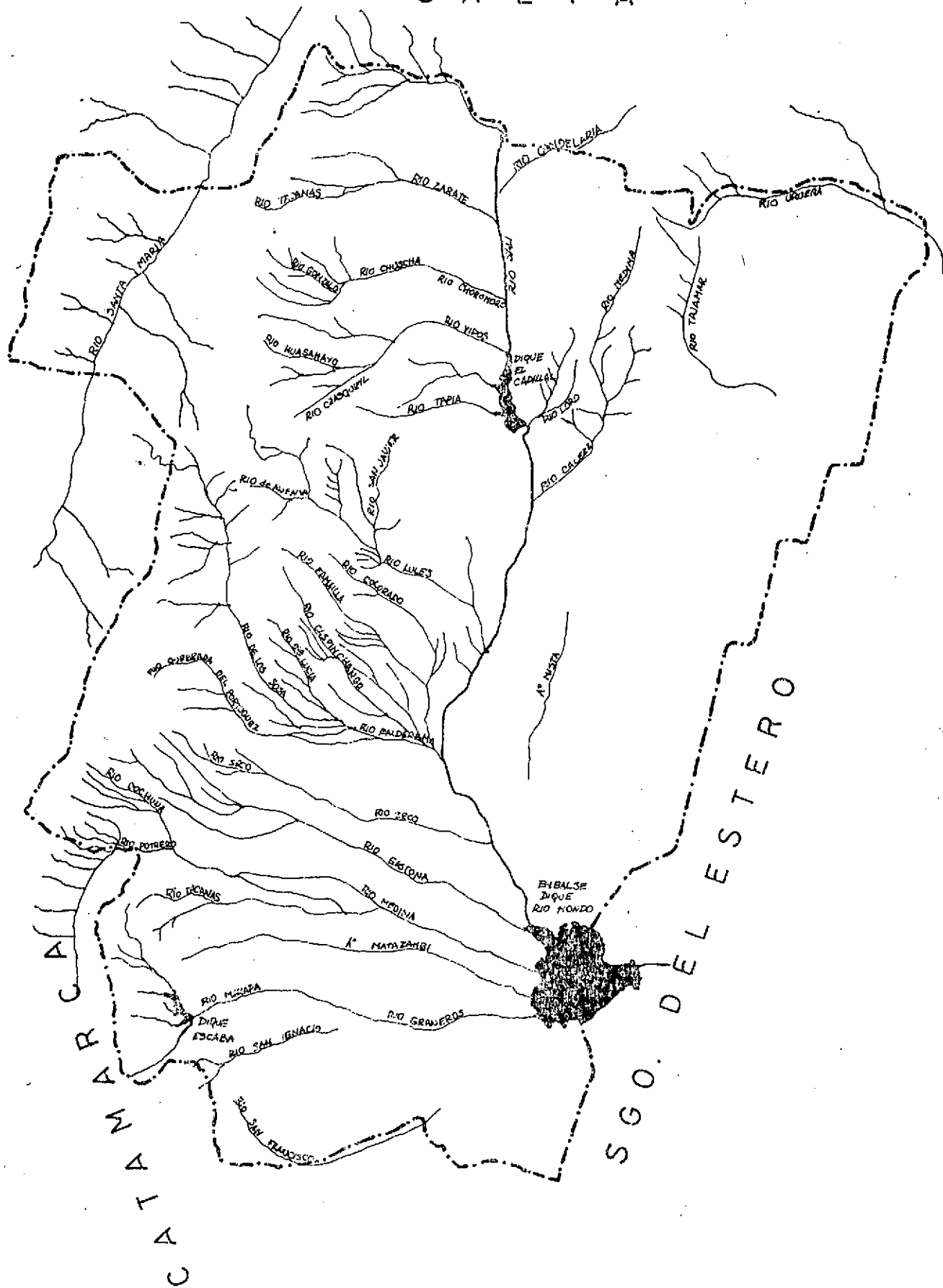
REFERENCIAS

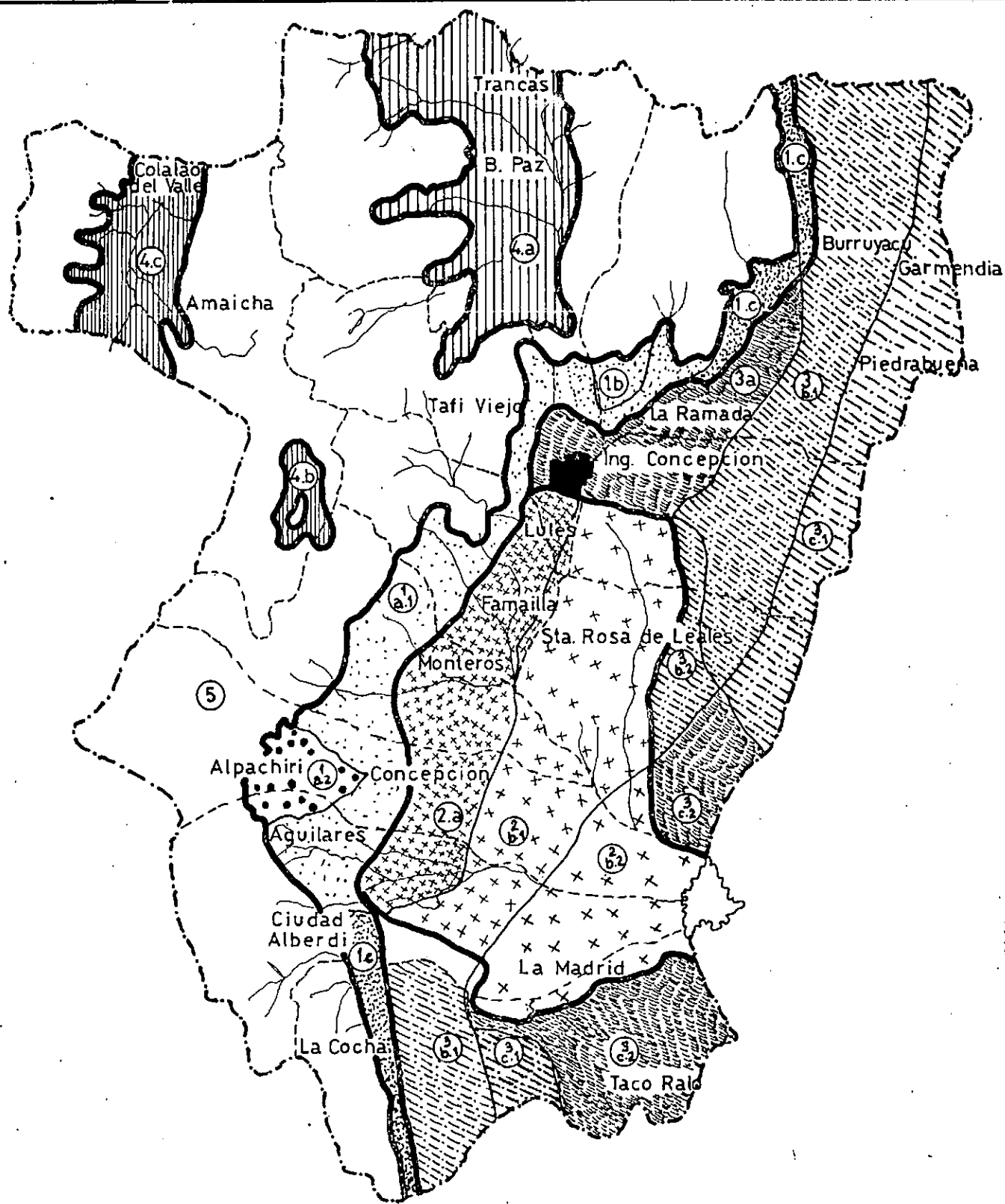
- | | | | |
|--|--|--|--|
| | ① - Cwb: Seco en invierno Verano fresco y lluvioso | | ④ - BS kbw: Estépico con Veranos templados e invierno seco |
| | ② - Cwa: Seco en invierno Verano calido y lluvioso | | ⑤ - BW kaw: Desértico frío con Verano calido e invierno seco |
| | ③A - BS haw: Precipitaciones entre 750 600 mm | | |
| | ③B - BS haw: Precipitaciones entre 600 500 mm | | |
| | ③C - BS haw: Precipitaciones menores de 500 mm | | |

Recopilación: Secretaria de Planeamiento
(clasificación según Köppen)

SISTEMA HIDROGRAFICO

S A L T A





REGIONES AGROLOGICAS DE TUCUMAN

1- REGION DEL PEDEMONTE

1.a. Pedemonte Húmedo y Perhúmedo

1.a.1 De suelos automorfos

1.a.2 De suelos hidromorfos

1.b. Pedemonte subhúmedo húmedo

1.c. Pedemonte subhúmedo seco

2- REGION DE LA LLANURA DEPRIMIDA

2.a. Llanura deprimida no salina

2.b. Llanura deprimida salina u oriental

2.b.1 Llanura deprimida salina seca-sub-húm.

2.b.2 Llanura deprimida salina semiárida

3- REGION LLANURA CHACO-PAMPEANA

3.a. Llanura chaco-pampeana subhúmeda-húm.

3.b. Llanura chaco-pampeana seca sub-húmeda

3.b.1 Llanura chaco-pampeana seca sub húmeda no salina

3.b.2 Llanura chaco-pampeana seca-subhúmeda con salinidad interna

3.c. Llanura chacopampeana semiárida

3.c.1 Llanura chacopampeana semiárida no salina

3.c.2 Llanura chacopampeana semiárida con salinidad interna

4- VALLES CUENCAS INTERMONTANAS

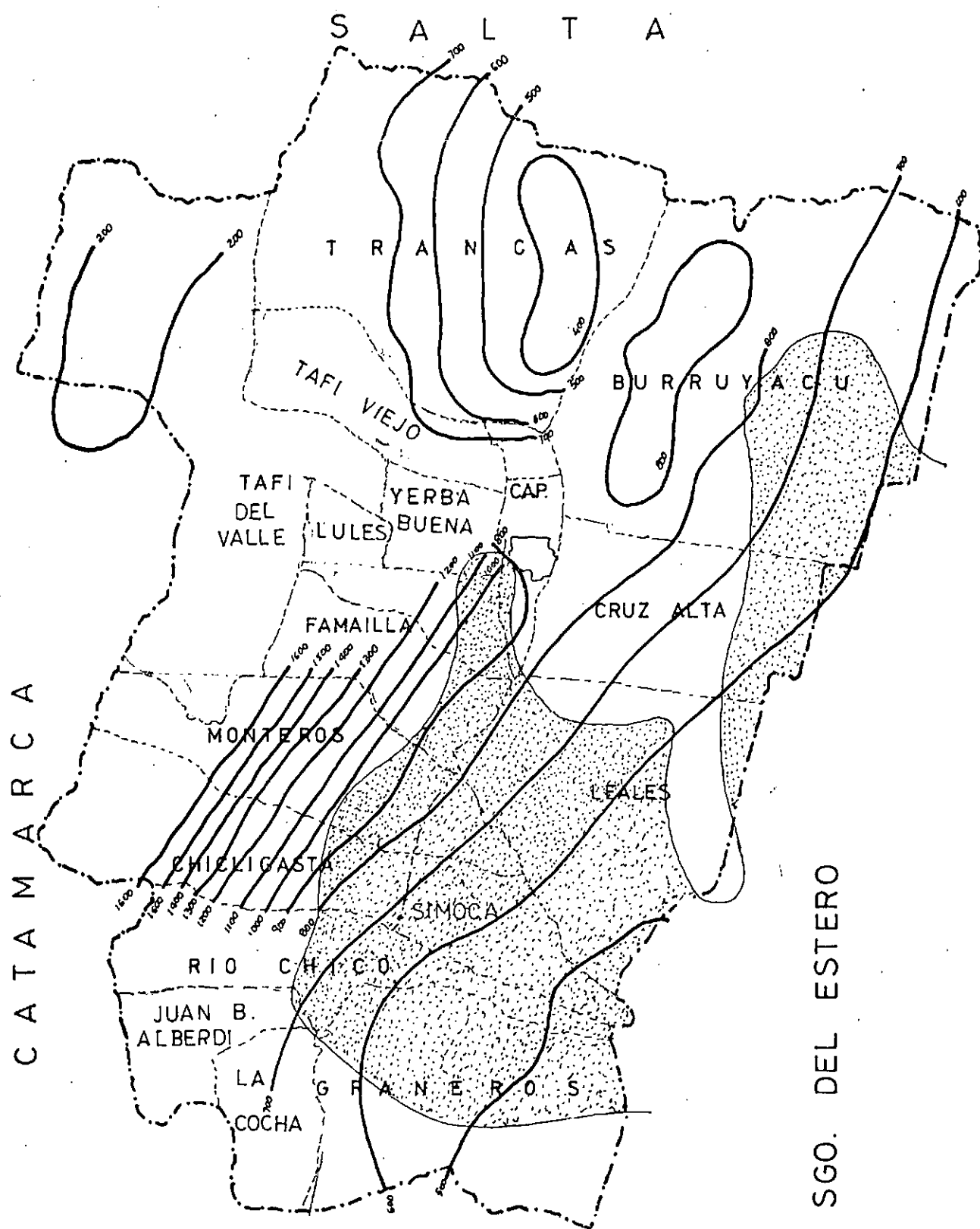
4.a. Tapia Trancas

4.b. Valle de Tafi

4.c. Valles calchaquies

POR: ZUCCARDI - FADDA

ISOYETAS Y AGUAS SUBTERRANEAS



REFERENCIAS



AGUAS SUBTERRANEAS

DIRECCION PROVINCIAL DE MINAS

DIRECCION PROVINCIAL DEL AGUA

Recopilacion: Secretaria de planeamiento