

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Carta de Línea de Base Ambiental 2766-IV **CONCEPCIÓN**



Provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero

Diego Sebastián Fernández



INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES

Boletín N° 394

Buenos Aires, 2004

SEGEMAR
SERVICIO GEOLOGICO
MINERO ARGENTINO

Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas
de la República Argentina
1:250.000

Carta de Línea de Base Ambiental 2766-IV

"Concepción"

Provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero

Boletín N° 342

Responsable de Proyecto: Diego S. Fernández

Litología por : María Ana Lutz

Geomorfología por: Diego S. Fernández y Daniela Villegas.

Suelos por: Diego S. Fernández.

Hidrología Superficial y Subterránea por : María Gabriela García y Margarita Hidalgo.

Vegetación por: Martín Sirombra y Liliana Neder.

Clima por: Diego S. Fernández y Gabriela García.

Patrimonio Natural y Cultural por: Diego S. Fernández y Jorgelina García Azcárate

2004

AUTORIDADES

**Presidente del Servicio Geológico Minero Argentino
Ing. JORGE MAYORAL**

**Secretario Ejecutivo del Servicio Geológico Minero Argentino
Lic. PEDRO ALCÁNTARA**

**Director del Instituto de Geología y Recursos Minerales
Lic. ROBERTO PAGE**

**Director de Geología Ambiental y Aplicada
Lic. OMAR LAPIDO**

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES
SEGEMAR**

Av. Julio A. Roca 651 – 10° piso
1322 Buenos Aires
República Argentina

Es propiedad del Instituto de Geología y Recursos Minerales
Prohibida su reproducción

Índice General

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	
Naturaleza y Metodología de Trabajo	6
Situación y Características Geográficas	9
Fuentes de Información	10
MAPA LITOLÓGICO	
Introducción	11
Rocas Metamórficas	14
Rocas Plutónicas	16
Unidades Sedimentarias	22
Unidades Volcánicas y Volcanoclásticas	29
Depósitos Superficiales	
MAPA GEOMORFOLÓGICO	
Introducción	35
Asociaciones Geomorfológicas	
<i>Ambiente Serrano</i>	38
<i>Valles Intermontanos</i>	40
<i>Ambiente Pedemontano</i>	41
<i>Ambiente de Llanura</i>	42
MAPA DE SUELOS	
Introducción	48
Suelos de los Valles Intermontanos	51
Suelos de las Sierras Pampeanas	52
Suelos Ubicados en Niveles de Agradación Pedemontana	53
Suelos de Niveles de Bajada y Planicie Aluvial	54
Suelos de la Planicie Aluvial Disectada y Sector del Perilago	55
Suelos de la Planicie Loésica	57
Suelos de la Sierra de Guasayán	58
Suelos de las Fajas Fluviales	58

MAPA CLIMÁTICO	
Introducción	62
Tipos Climáticos	62
Temperatura	64
Precipitaciones	64
Régimen de Vientos	65
MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	
Introducción	69
Recursos Hídricos Superficiales	
<i>Caudales</i>	70
<i>Calidad y Composición Química</i>	72
<i>Infraestructura Hídrica</i>	78
Recursos Hídricos Subterráneos	
<i>Acuíferos</i>	79
<i>Parámetros y Características Hidrogeológicas</i>	82
<i>Uso del Agua Subterránea</i>	83
<i>Calidad y Composición Química</i>	83
MAPA DE VEGETACIÓN	
Introducción	94
Metodología	94
Unidad I: Area Montañosa (picos hasta 5.000 msnm)	95
Unidad II: Area Montañosa (picos hasta 2.550 msnm)	106
Unidad III: Llanura Aluvial	109
Unidad IV: Llanura Chaco-Pampeana	112
Unidad V: Sierra de Guasayán	113
Unidad VI: Embalse Río Hondo	114
MAPA DE INFRAESTRUCTURA	
Introducción	120
Infraestructura Urbana	120
Infraestructura Industrial	121
Infraestructura Energética	123
Vías de Comunicación	123

MAPA DE PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

Introducción	129
Áreas Protegidas	
<i>Areas Protegidas de la Red Nacional</i>	129
<i>Areas Protegidas de la Red Provincial</i>	130
Áreas y Sitios Naturales y Culturales de Interés	
<i>Sitios de Interés Geológico</i>	131
<i>Sitios de Interés Biológico</i>	131
<i>Sitios de Interés Cultural</i>	132
BIBLIOGRAFÍA	142

RESUMEN

En la presente contribución se da a conocer la Carta de Líneas de Base Ambiental correspondiente a la Hoja Concepción (2766-IV, escala 1:250.000), que fue realizada durante los años 2001 y 2002 siguiendo la normativa del SEGEMAR del año 1997 para este tipo de cartografía. La Hoja Concepción se encuentra comprendida entre los meridianos 64° 30' y 66° de longitud oeste y los paralelos 26° y 27° de latitud sur.

La carta de líneas de base ambiental está conformada por una serie de mapas temáticos considerados como básicos para un adecuado conocimiento del medio físico-natural con vistas a un manejo racional de los recursos naturales presentes en la región. Estos mapas son:

1. Mapa Litológico
2. Mapa Geomorfológico
3. Mapa de Suelos
4. Mapa Climático
5. Mapa de Hidrología Superficial
6. Mapa de Hidrología Subterránea
7. Mapa de Vegetación y Usos del Suelo
8. Mapa de Infraestructura
9. Mapa de Patrimonio Natural y Cultural.

Cada uno de los mapas mencionados previamente, son acompañados por un resumen de las características más sobresalientes del tema que trata para el área que cubre la Carta. Estos fueron divididos en capítulos dentro del texto.

Por último, el texto contiene un capítulo de síntesis de la problemática ambiental observada en el sector de estudio. Esta síntesis contiene a los principales problemas que afectan al medio físico y en la misma se hace hincapié en las manifestaciones y efectos que los mismos producen en la zona.

INTRODUCCIÓN

Naturaleza y Metodología de Trabajo

La carta de líneas de base ambiental "Concepción", fue realizada como parte del Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del Servicio Geológico Minero Argentino. La zona de estudio se encuentra comprendida entre los meridianos 64° 30´ y 66° de longitud oeste y los paralelos 26° y 27° de latitud sur, cubre una superficie aproximada de 17.000 Km² abarcando la mitad sur de la provincia de Tucumán, una pequeña franja del oeste de la provincia de Santiago del Estero y sectores reducidos de la provincia de Catamarca (ver fig. 1).

Como referencia rápida de los límites de la hoja sirven las localidades de Famaillá, Bella Vista y Leales, al norte; Rumipunco (provincia de Tucumán) y San Pedro (provincia de Catamarca) al sur; Termas de Río Hondo (provincia de Santiago del Estero) al este y al oeste el límite coincide con el cordón montañoso de la Sierra del Aconquija y las sierras del SO tucumano.

Las Cartas de Líneas de Base Ambiental tienen como objetivo principal el obtener una representación lo más completa y homogénea posible del Medio Ambiente Físico del territorio argentino, la cual tenga utilidad como inventario de sus recursos ambientales así como orientación para la optimización del aprovechamiento y/o protección del mismo.

Ha sido intención de los autores del presente trabajo el elaborar una contribución técnica que sea de fácil lectura y comprensión para profesionales de distintos campos del conocimiento y para el público en general.

La metodología de trabajo seguida para la confección de la carta involucró en una primera etapa la recopilación bibliográfica y de trabajos específicos publicados en distintas revistas y congresos y se procedió a la confección de cada uno de los mapas temáticos preliminares los que fueron realizados principalmente sobre la base del análisis e interpretación de la Carta de Imagen Satelital 2766-IV "Concepción" del IGM a escala 1:250.000 y de fotografías aéreas.

En una segunda etapa, se realizó el mapeo y control de campo y la obtención de datos específicos de otros organismos necesarios para la realización de los mapas temáticos definitivos y para la elaboración del texto explicativo.

En la figura 2 puede observarse un esquema completo de la metodología seguida en la elaboración de la carta de líneas de base ambiental "Concepción". Toda la información así elaborada y compilada constituye una base esencial para conocer el estado actual del territorio y su fragilidad para admitir el impacto de las actuaciones antrópicas.

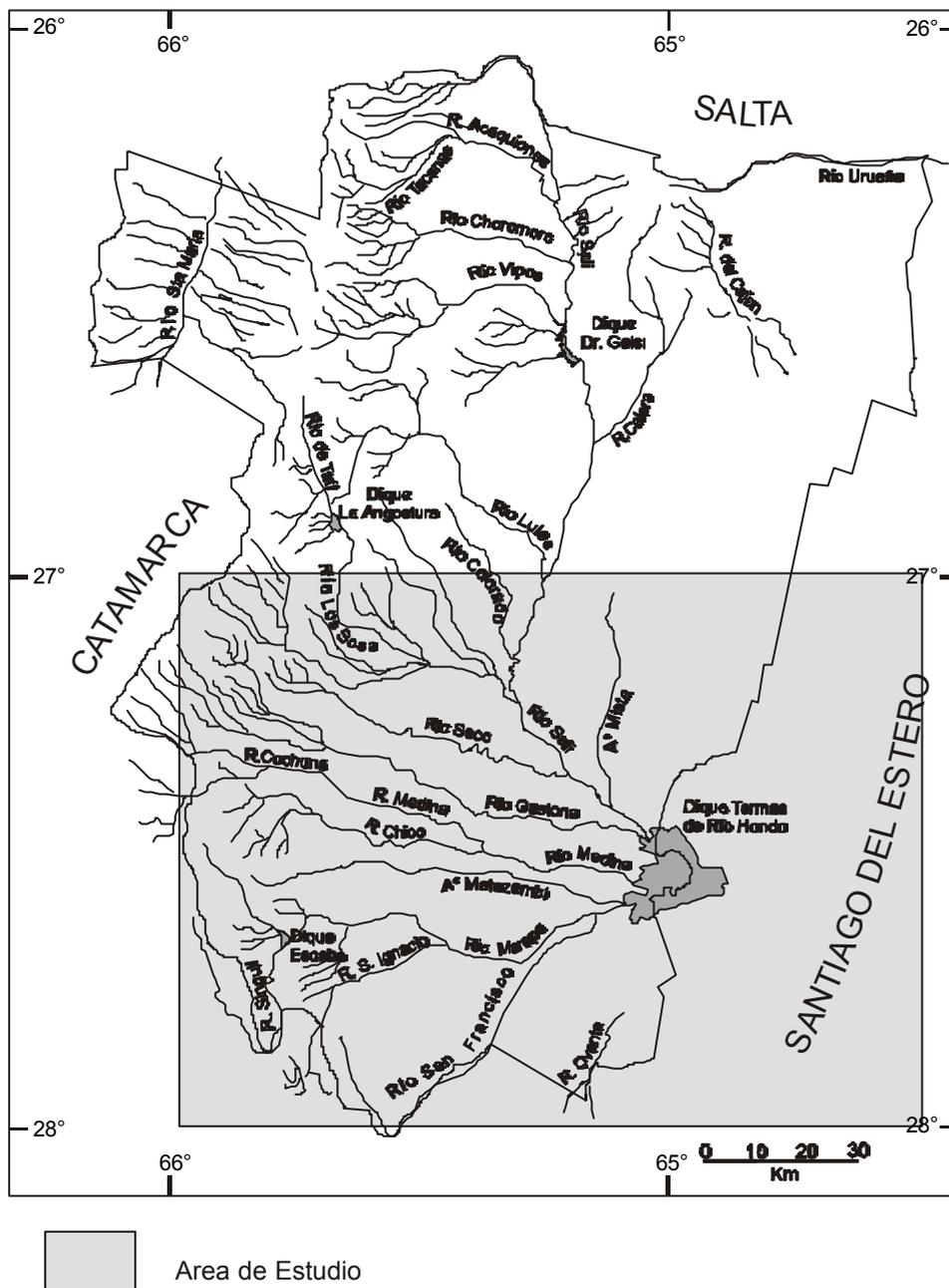


Figura N° 1: Ubicación del área de estudio

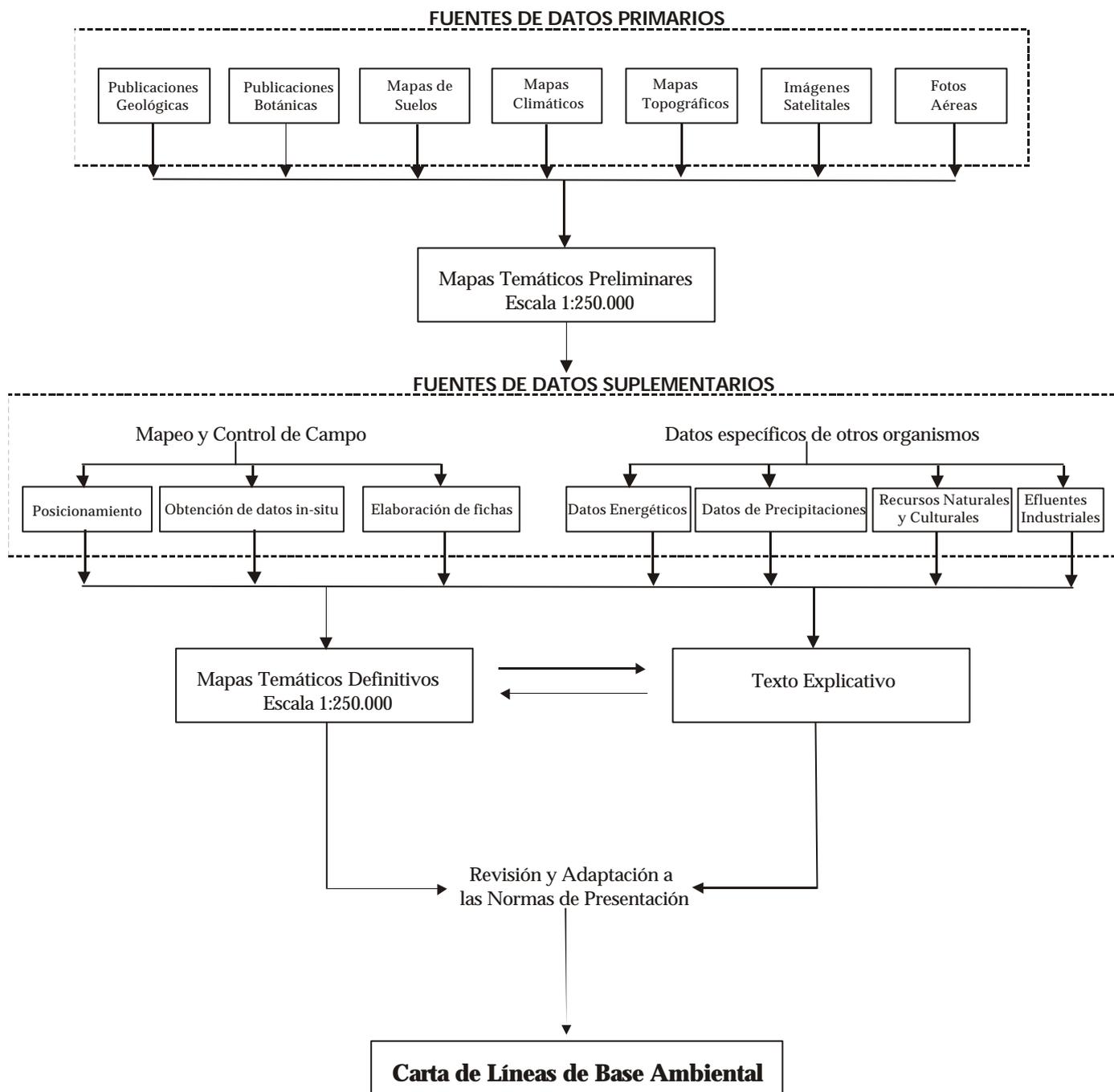


Figura 2: Fuentes y flujo de datos para la Carta de Líneas de Base Ambiental “Concepción”

Situación y Características Geográficas

El relieve de la zona de estudio se encuentra caracterizado por presentar un marcado gradiente altitudinal en sentido oeste-este. De esta manera el límite oeste de la carta se encuentra caracterizado por una serie de cordones montañosos con sentido general NNE-SSO y NNO-SSE que pertenecen al sistema morfoestructural de Sierras Pampeanas, en donde se observan las máximas alturas que pueden superar los 5000 msnm, como en el caso del cerro de la Laguna Verde (5.039 msnm).

Las principales unidades orográficas, citadas de norte a sur, son: La Sierra del Aconquija, las cumbres de Santa Ana, Narváez, las Higueras, de los Pinos, de los Llanos, del Potrerillo, Balcozna y cumbrecita del Molle. Al este, en la provincia de Santiago del Estero, se ubica el extremo norte de la Sierra de Guasayán (ver Figura N° 3).

Entre el sector montañoso del oeste y la llanura tucumana se desarrolla la zona pedemontana, en donde se disponen en sentido paralelo al cordón montañoso, y a lo largo de la Ruta Nacional N° 38, las principales ciudades del interior de la provincia de Tucumán. Este sector, conjuntamente con la parte oeste de la llanura tucumana albergan la mayor actividad productiva de la provincia.

Hacia el este de la zona pedemontana se extiende la llanura deprimida tucumana caracterizada por ser una región suavemente ondulada con débiles depresiones y cuya pendiente general ronda el 0,5%. Este sector se encuentra disectado por una red hidrográfica que se desarrolla principalmente con dirección oeste-este, perteneciente a la cuenca del río Salí, en la que se destacan los ríos Salí, Seco, Gastona, Balderrama, Medinas y Marapa. Estos ríos alimentan el embalse Río Hondo, principal cuerpo de agua de la región, que desagua hacia el este por el río Dulce.

En el sector oriental de la hoja se ubica una llanura de pendiente muy suave, perteneciente al ambiente de llanura Chaco-Pampeana, que presenta orientación hacia el NE y se encuentra conformada por depósitos loésicos de espesor variable con presencia de bajos salinos.

Fuentes de Información

En la confección de la carta de líneas de base ambiental "Concepción", además de la información primaria obtenida mediante interpretación de imágenes satelitales y de fotos aéreas y de información propia del SEGEMAR, se recurrió a la selección y compilación de una serie de trabajos científicos-técnicos cuyas principales fuentes fueron las siguientes:

- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán.
- Biblioteca de la Fundación Miguel Lillo.
- Biblioteca del INTA Famaillá.
- Informes técnicos de Saneamiento Ambiental de la Provincia de Tucumán.
- Cartografía de la Dirección General de Actividades Primarias y Recursos Naturales de la Provincia de Tucumán. Departamento Recursos Naturales – División Fauna y Areas Protegidas.
- Datos inéditos del Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada. Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán.

Los autores desean expresar su agradecimiento a estas instituciones y centros por la importante colaboración prestada para la elaboración del presente trabajo.

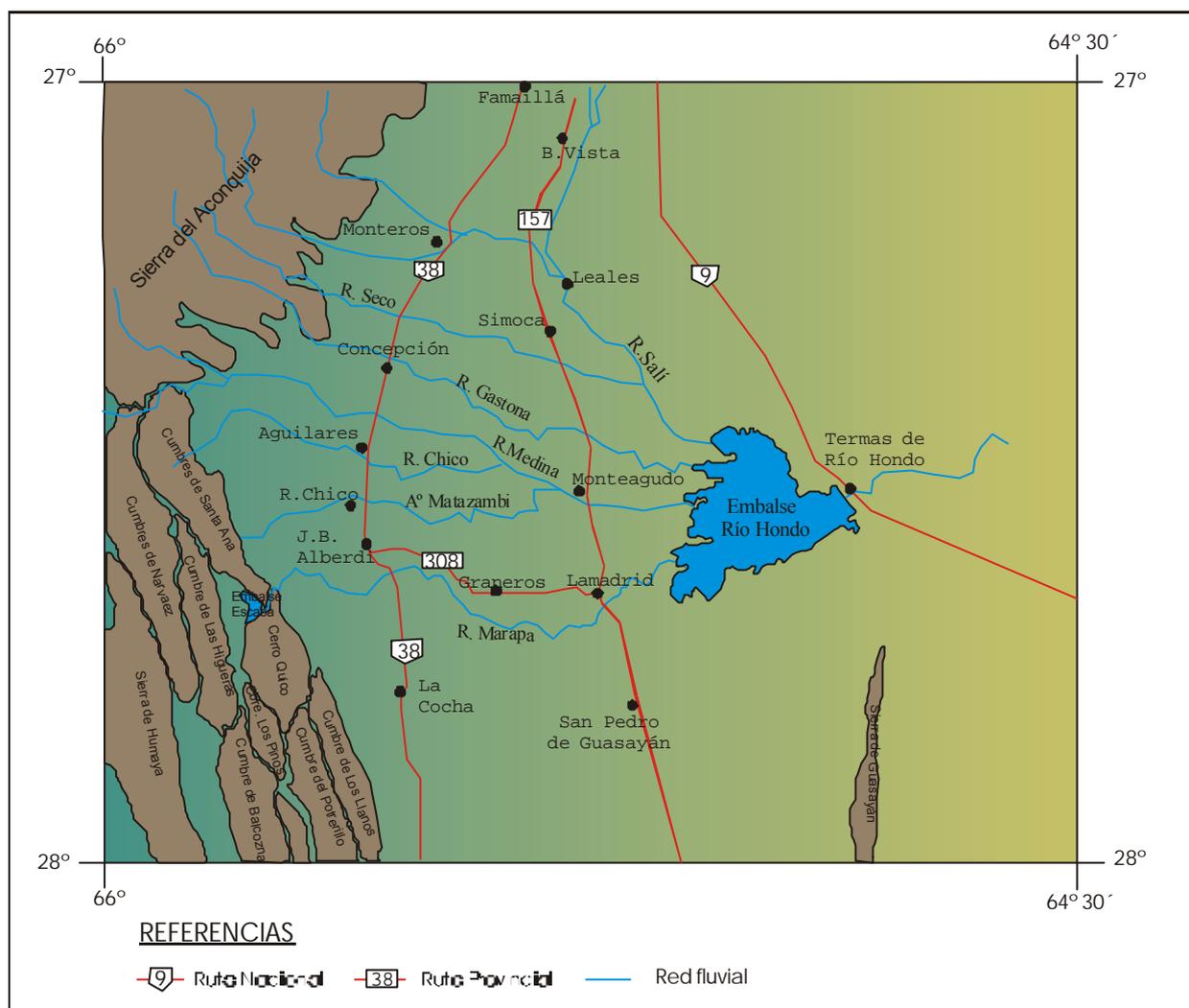


Figura N° 3: Principales unidades fisiográficas del área de estudio

MAPA LITOLÓGICO

Introducción

El objetivo principal en la elaboración del mapa litológico de la Carta de Líneas de Base Ambiental "Concepción", es presentar la información litológica del área de estudio de una manera sencilla y clara, para que pueda ser empleada por los distintos ámbitos u organismos que la requieren.

El área cubierta por la Carta de Línea de Base Ambiental "Concepción" comprende parte de las Provincias Geológicas de Sierras Pampeanas Noroccidentales y Sierras Pampeanas del Norte de Córdoba.

La información geológica de base, se obtuvo de la Hoja Geológica 2766-IV Concepción (Provincia de Tucumán-Santiago del Estero y Catamarca) Dal Molin *et al.* (2002). Las distintas Formaciones geológicas descritas en la misma, fueron agrupadas en 5 unidades principales (ver cuadro 1), de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Distribución Areal
- b) Litología dominante
- c) Edad

El ítem Recursos Minerales se basó en el capítulo de la Hoja Geológica 2766-IV Concepción (González y Martínez, 2002).

Se procedió a la descripción de cada recurso mineral, ubicándolo geográficamente y señalando el tipo de recurso de que se trata, y /o los responsables de la explotación (ver cuadro 2).

UNIDAD PRINCIPAL	UNIDAD CARTOGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD				
			Era	Período	Epoca		
V Depósitos Superficiales	Unidad Litológica Ve	Depósitos Salinos	Cenozoica	Cuaternario	Holoceno		
	Unidad Litológica Vd	Depósitos Fluviales (arenas y gravas)			Holoceno		
	Unidad Litológica Vc	Loess			Holoceno		
	Unidad Litológica Vb	Depósitos Pedemontanos (intercalaciones de bancos gravosos y arenas finas y medianas)			Holoceno		
	Unidad Litológica Va	Conglomerados, areniscas y limos			Pleistoceno		
IV Unidades Volcánicas y Volcanoclásticas	Unidad Litológica IVb	Conglomerados Volcanoclásticos		Terciario	Plioceno superior	Mioceno superior	
	Unidad Litológica IVa	Brechas andesíticas				Mioceno superior	
III Unidades Sedimentarias	Unidad Litológica IIIe	Conglomerados, limos, arcillas y cenizas volcánicas			Eoceno	Plioceno medio	Plioceno
	Unidad Litológica IIId	Conglomerados subangulosos, areniscas y pelitas pardas					
	Unidad Litológica IIIC	Limolitas, arcillitas, calizas y yeso					
	Unidad Litológica IIIB	Areniscas, limolitas, arcillitas y tobas					
	Unidad Litológica IIIa	Areniscas y conglomerados rojos	Mesozoica			Cretácico	Cretácico inferior
II Rocas Plutónicas	Unidad Litológica IIId	Granito adamellítico	Paleozoica		Carbonífero	Missisipiano	
	Unidad Litológica IIc	Granitos moscovíticos y tonalitas				Ordovícico	Ordovícico medio
	Unidad Litológica IIb	Monzogranitos			Cámbrico	Cámbrico medio	
	Unidad Litológica IIa	Granitos miloníticos, tonalitas, migmatitas, intrusivos sintectónicos y pegmatitas		Proterozoica	Precámbrico-Cámbrico	Neoproterozoico	
I Rocas Metamórficas	Unidad Litológica Ib	Micacitas y gneises	Precámbrico			Neoproterozoico	
	Unidad Litológica Ia	Esquistos bandeados	Precámbrico			Neoproterozoico	

Cuadro 1: Unidades litológicas descritas en el mapa.

N° Indicio	Tipo de Recursos	Sustancia	Responsable de la Explotación	Coordenadas		
				Y	X	
1	Cantera activa	Arena	Civimet (márgen oeste del río Seco)	65° 34' 32''	27° 10' 19''	
2		Arena		65° 33' 49''	27° 17' 09''	
3		Arena y grava	"Pórtico" (río Seco)	65° 39' 31''	27° 37' 19''	
4		Arena y grava		65° 35' 31''	27° 38' 03''	
5		Arena	Cantera de árido (río Zerda)	65° 34' 34''	27° 43' 13''	
8		Arena		65° 21' 53''	27° 00' 00''	
9		Arena		65° 19' 52''	27° 01' 18''	
10		Arena		65° 28' 44''	27° 03' 00''	
11		Cantera inactiva "El Martirizado"		Triturados	Curi Hnos. (Fines del año 1999)	64° 48' 24''
13		Cantera inactiva "Panadine"	Pétreos	Panadine – Curi Hnos. – Cartellone (Cantera Figueroa)	64° 49' 41''	27° 47' 33''
6	Indicio Minero	Cuarzo		65° 40' 52''	27° 45' 00''	
7		Granito		65° 42' 43''	27° 46' 25''	
12	Cantera inactiva	Piedra Laja		64° 48' 46''	27° 43' 25''	
14	Cantera inactiva (desde fines de década del setenta)	Yeso		Estudios regionales Por: Minera TEA (1968) y Dirección Provincial de Minería de Tucumán (1968)	64° 52' 20''	27° 48' 48''
15			65° 49' 45''		27° 49' 02''	
16			69° 49' 34''		27° 49' 02''	
17			64° 52' 20''		27° 49' 43''	
18			64° 52' 17''		27° 50' 50''	
19			64° 52' 15''		27° 51' 02''	
20			64° 51' 12''		27° 53' 25''	
21			64° 42' 42''		27° 57' 42''	
22			64° 40' 02''		27° 57' 58''	
23			64° 38' 52''		27° 58' 30''	
24			64° 37' 00''		27° 58' 02''	

Cuadro 2: Listado de recursos minerales presentes en la Carta.

I-Rocas Metamórficas

Distribución Areal

El basamento cristalino aflora en todo el sector oeste de la hoja, constituyendo una serie de serranías que tienen una orientación NNO-SSE, excepto la sierra del Aconquija, cuya orientación es NE-SO

Otros afloramientos aparecen a lo largo de la Sierra de Guasayán, que se eleva en el sector SE de la carta.

Litología

El basamento metamórfico de Sierra Pampeanas esta constituido por metagrauvascas, metapelitas, mármoles y anfibolitas, con un rango metamórfico que abarca desde las facies de esquistos verdes a facies de anfibolitas (Caminos, 1979). En el ámbito de esta Carta se distinguen asociaciones litológicas que pasan de una a otra en forma transicional: Las filitas cuarzosas bandeadas; las migmatitas; intrusivos sintectónicos ; pegmatitas; micacitas; y gneis inyectados en anfibolitas intercaladas.

Edad

Durand y Rossi (1999), basándose en edades K-Ar de la Formación Puncoviscana, consideran una edad mínima de 565 Ma para la depositación que dio origen a las metamorfitas del noroeste de Tucumán. Es decir Precámbrico tardío a Cámbrico bajo.

UNIDAD LITOLÓGICA – Ia

Esquistos bandeados

Distribución Areal

Estas facies se distribuyen en una extensa zona en la sierra del Aconquija y en el faldeo nororiental de la sierra de Humaya; y en la Sierra de Guasayán.

Litología

La penetración magmática disminuye hacia el este y en forma irregular en la zona de las sierras del Aconquija y Humaya; hasta alcanzar la zona de esquistos bandeados sin inyección en la quebrada del río Singuil. En la Sierra de Guasayán, estas rocas están representadas por metacuarcitas micáceas, filitas cuarzosas, esquistos listados y esquistos cuarzo-cloríticos; que fueron denominados como esquistos bandeados por Gonzalez Bonorino (1950).

Mon *et al* (1986); asignaron este bandeamiento a eventos tectónicos, siendo su espesor variable. Este oscila entre 2 - 3 milímetros en la cuarzosas y 1-2 milímetros en las biotíticas

RECURSOS MINERALES

Piedra Laja

Cantera Montenegro – Cantera inactiva

La cantera Montenegro está ubicada en el faldeo oriental de la sierra de Guasayán. Se accede desde la ruta nacional N° 9 (Km 1186), por un camino consolidado unos 15 kilómetros hacia oeste; luego se desvía hacia el sur (6,5 Km).

La explotación fue realizada en la década pasada para obtener lajas para revestimiento y pisos de viviendas.

La geología está constituida por pizarras negras oscuras de rumbo N 20° e inclinación con valores de 80° oeste a verticales. La cantera tiene un desarrollo de 200 m en sentido meridional y de 20 m de ancho y altura máxima de 20 metro

UNIDAD LITOLÓGICA – Ib

Micacitas y gneis inyectados con anfibolitas intercaladas

Distribución Areal

Los afloramientos de estas facies se encuentran en el sector norte de la sierra del Aconquija, entre el río de la Horqueta y la quebrada de las Ánimas.

Litología

Las micacitas son de color gris oscuro, con una esquistosidad dada por la disposición paralela de la biotita, con muy buen desarrollo.

Los gneises de inyección son de color gris oscuro, tienen granos finos y presentan una estructura groseramente esquistosa a bandeada (González O. 1999).

Las anfibolitas son de color gris verdoso oscuro y presentan un aspecto lajoso.

II – ROCAS PLUTÓNICAS

UNIDADES LITOLÓGICAS – IIa

Granitos miloníticos

Distribución Areal

Estas rocas afloran en la parte media de la sierra de Humaya (en la parte alta de la falda oriental), al oeste del Bolsón, en Las Chacritas, al pie de la falda occidental de la sierra de Narvárez y en los cortes de camino entre Singuil y las Chacritas.

Litología

Se trata de cuerpos graníticos de color gris claro amarillento que presentan siempre un mayor o menor grado de milonitización.

Tonalitas migmatíticas

Distribución Areal

Estas rocas afloran en la parte occidental de la sierra de Humaya, al oeste del Bolsón, al oeste de Puesto La Mesada y frente a Chavarría, a ambos lados de la quebrada de Humaya.

Litología

Constituyen rocas de composición tonalítica, de color gris y que están constituidas principalmente por cuarzo, oligoclasa y mica. Ésta última presenta una orientación de las láminas paralelo a la equistosidad, que indicaría que se trata relictos de las bandas esquistosas.

Migmatitas

Distribución Areal

Una zona de máxima inyección se encuentra en una faja que pasa por la media falda oriental de la Sierra del Aconquija. En la cumbre de Narvárez y Santa Ana vuelve a aparecer la migmatización y son comunes los granitos miloníticos.

Litología

La migmatización esta caracterizada por una inyección de material ígneo ácido, que abarca todas estas rocas con una intensidad variable, que forma desde aisladas venas

cuarzosas hasta granitos migmatíticos. Este material incorporado a la roca, se presenta en forma nodular, venosa o difusa.

Intrusivos sintectónicos

Distribución Areal

Están directamente relacionados espacial y genéticamente con la migmatización.

Litología

Tienen una composición que varía entre granítica y tonalítica con características que corresponden a un ambiente de catazona. Tienen forma lenticular, concordantes con la foliación regional y su tamaño oscila entre decenas de metros y venas leucosomáticas en las migmatitas.

Pegmatitas

Distribución Areal

Aparecen afectando todo el basamento cristalino, aunque su mayor desarrollo de pegmatitas se encuentra en la Sierra de Humaya , Provincia de Catamarca, al SO de la carta.

Litología

Los diques y venas pegmatíticas generalmente, tienen un espesor de 1 a 1,5 mts. Están compuesta por cuarzo, microclino, a veces reemplazado por albita, moscovita y turmalina.

Edad

Se considera a esta unidad de edad Cámbrica media, sin descartar de la existencia de eventos magmáticos más jóvenes.

UNIDAD LITOLÓGICA – IIb

Monzogranitos

Distribución Areal

Las rocas graníticas que intruyen el basamento metamórfico en la Sierra de Guasayán aparecen formando cuerpos elongados de norte a sur. Se encuentran en los parajes El Martirizado y más al sur en La Cantera, lugares donde la apertura de canteras exponen afloramientos de roca fresca. Desde Villa Guasayán hacia el límite sur de la Carta, los granitos cámbricos constituyen todo lo que es el faldeo occidental de la sierra.

Litología

La Sierra de Guasayán se distingue por los granitos rosados, de grano mediano a grueso, con textura porfiroide, donde predominan los cristales de feldespato potásico sobre el cuarzo y la mica.

Edad

Se considera a esta unidad de edad Cámbrica media, sin descartar de la existencia de eventos magmáticos más jóvenes.

RECURSOS MINERALES

Triturados Pétreos

Cantera el Martirizado – Cantera Inactiva

La cantera El Martirizado o Abra del Martirizado se ubica en el paraje de Chañar Pozo, extremo norte de la sierra de Guasayan, en el departamento Río Hondo de la provincia de Santiago del Estero. Se accede partiendo desde la ruta nacional 9 (Km 1186) por un camino consolidado hacia el oeste, aproximadamente 15 Km

La geología está constituida por esquistos finos y pizarras, a los que intruyen cuerpos graníticos.

Estas rocas fueron explotadas para ser utilizadas como material para base y subbase de obras viales en la región.

Esta importante cantera consta de tres laboreos principales, alineados meridionalmente.

La labor norte, de mayor desarrollo, tiene rumbo aproximado norte-sur, unos 150 m. de longitud y varios frentes de avance de hasta 20 m de altura.

La labor del centro se ubica a unos 300 m al sur de la anterior, tiene un desarrollo de unos 100 m de largo por 70 m de avance y también posee varios frentes de explotación de hasta 20 m de altura.

La cantera fue explotada por la firma Curi Hnos hasta fines del año 1.999. La empresa contó con equipos de molienda y de clasificación para las distintas granulometrías. Se estiman volúmenes de 3.500 t mensuales en la década del setenta (Angelelli *et al.* 1.980)

Cantera Panedine –Cantera inactiva

La Cantera Panedine o El Tableado está ubicada en la sierra de Guasayán, a 15 Km al sur de la cantera El Martirizado por un camino consolidado en buen estado de conservación.

La geología del área está constituida por granitoides grises oscuro, de textura equigranular, coherente y sin foliación compuesto por adamelitas biotíticas en una caja de esquistos verdosos.

Esta cantera fue explotada hasta la década del ochenta. El material extraído fue utilizado en el cierre del Embalse de Río Hondo y también como triturados pétreos con destino a obras viales (empresas Panedine, Curi Hnos. y otras)

A unos 3 kms al sur de la contera Montenegro existió otra explotación de triturados pétreos conocida como cantera Figueroa que fue explotada por Cartellone. La misma actualmente esta cubierta por el monte y se ha cerrado la huella de acceso desde el camino principal.

UNIDAD LITOLÓGICA – IIc

Granitos moscovíticos y Tonalitas

Distribución Areal

Estas rocas se encuentran formando diferentes cuerpos que intruyen el basamento metamórfico en casi todos los lugares donde este último aflora. Al norte se encuentran dos grandes afloramientos. Uno conformando el cuerpo del cerro Ñuñorco Chico y otro a lo largo del río Los Sosa, entre El Naranjal y El Nogalar. En la cumbre de Narváez aparecen dos afloramientos; uno en el faldeo norte del cerro Moros y otra más pequeño al sur, que forma parte del sector más septentrional de la cumbre de Las Higueras. En el faldeo este de la sierra de Humaya existe una serie de cuerpos que han sido mapeados como un cuerpo único y en el faldeo occidental de la misma sierra aflora otro al oeste del puesto La Mesada.

Litología

Un cuerpo intrusivo de color blanco grisáceo, foliado, definido petrográficamente como tonalitas biotíticas, monzogranitos y granodioritas, (Cisterna *et al.*, 1988), aflora en el río Los Sosa, entre los Kms 28 y 35 de la Ruta Provincial N° 307.

En las cumbres de Narváez, Las Higueras y Balcozna aparecen muchos filones delgados, del orden de los centímetros a decímetros, y venillas de solo 1 milímetro de espesor que alternan con los esquistos.

Edad

Las dataciones K-Ar realizadas a la Tonalita El Indio han dado edades de 471 ± 10 Ma y 466 ± 10 Ma (González, 1984).

UNIDAD LITOLÓGICA - II d

Granitos Adamellíticos

Distribución Areal

Estas rocas constituyen un batolito que conforma casi la totalidad del bloque conocido como Cumbre de los Pinos y se continúa en las cumbres del Potrerillo y de los Llanos, al norte del río Balcozna hasta el cerro Divisadero. Viruel y Barber (1994), consideran a los granitoides que afloran en el faldeo este de la cumbre de Balcozna como parte del mismo batolito.

Litología

Viruel y Barber (1994) en un estudio en detalle al sureste del dique San Ignacio; describieron una roca cuya composición predominante es una monzonita cuarzosa de color gris rosado a rosado grisáceo y grano medio, con variaciones a granodioritas y granitos cuarzosos.

Edad

Dataciones K-Ar efectuadas sobre biotita y moscovita arrojaron edades de 319 ± 10 Ma y 310 ± 10 Ma respectivamente (Stipanovic y Linares, 1975; Omil y Cabrera, 1989).

RECURSOS MINERALES

Cuarzo

Piedras Blancas - Indicio Minero

Este depósito mineral está localizado en el faldeo oriental del Cerro Quico, ubicado en las Cumbres del Potrerillo, a una altura de 1.300 metros sobre el nivel del mar.

Se accede desde la localidad de la Cocha por la Ruta Provincial N° 338 hasta el dique San Ignacio y desde allí por senda de herradura hasta el yacimiento.

Diversos autores se ocuparon de estudiar tanto la génesis como las posibilidades económicas del mismo, entre los que se pueden citar a Peña (1963), Hillar (1964) y Barber (1979), entre otros.

Geológicamente el área está constituida por rocas graníticas del batolito San Ignacio - Los Pinos, afectado por un fallamiento meridional, característico de Sierras Pampeanas.

Los filones hidrotermales están emplazados en grietas o fisuras preexistentes de la masa granítica a las que rellenaron conformando cuerpos tabulares de distintas dimensiones, que constituyen el yacimiento de cuarzo Piedras Blancas.

El cuarzo se presenta al menos en tres generaciones. El cuarzo blanco lechoso masivo constituye grandes masas y posee cristales de hasta 20 centímetros. El cuarzo hialino, en cristales prismáticos de dimensiones variables entre decímetros a escasos centímetros, o bien como drusas que rellenan las cavidades del cuarzo lechoso. Acompañan al cuarzo lechoso sericita y pequeñas cantidades de wolframita, scheelita, molibdenita y oro. Las dos primeras en forma de nidos o bolsones.

El yacimiento consiste en dos cuerpos principales de morfología lenticular, con rumbos NNO-SSE y ONO-ESE, con potencias que oscilan entre 50 y 90 m y corrida de 300 metros.

En general estos cuerpos de cuarzo están muy fracturados, predominando las fracturas de rumbo N-S y ENE-OSO, verticales a subverticales.

Barber (1979) en un plan de prospección y exploración efectuó un cálculo de reservas de cuarzo de 250.000 t medidas y 125.000 t inferidas.

Hasta la fecha, la actividad minera del yacimiento piedras blancas se limitó a pequeñas labores con fines exploratorios.

Granito

San Ignacio-Los pinos – Indicio Minero

El yacimiento está ubicado en el cerro Quico, perteneciente a las Cumbres del Potrerillo, departamento de La Cocha, provincia de Tucumán

Se accede desde la localidad de La Cocha por la Ruta Provincial N°334 hasta la comuna de Los Pizarro, desde allí por camino consolidado que conduce al dique San Ignacio distante 5 Km. y luego por sendas precarias hasta el yacimiento, en la quebrada del río San Ignacio.

El único estudio destinado a evaluar las características ornamentales del plutón San Ignacio-Los Pinos con la finalidad de seleccionar áreas para el establecimiento de canteras es el realizado por Viruel y Barber (1994).

Geológicamente la región está constituida por un basamento cristalino integrado por esquistos y rocas graníticas pertenecientes al plutón San Ignacio-Los Pinos de edad carbonífera.

La textura original de este cuerpo plutónico fue modificada por la acción de soluciones hidrotermales tardío magmáticas que produjeron sucesivamente microclinización y greisenización, dando origen a transformaciones texturales y composicionales. De acuerdo a estas variaciones, que son las determinantes para caracterizar el color y variedad comercial del granito, se determinaron en el plutón dos variedades con características ornamentales similares a las conocidas en el mercado como "Rosa Mar" y "Rosa del Salto".

El yacimiento es poco visible a causa de la densa cobertura vegetal de tipo subtropical característica de esta región, por lo que sólo es posible observar afloramientos de extensión lateral y vertical a lo largo del río San Ignacio donde se definieron tres áreas potenciales de la variedad "Rosa Mar".

El granito de esta variedad se caracteriza por una textura granosa, grano mediano a grueso, con cristales de cuarzo que oscilan entre 1 a 9 mm y de microclino de hasta 10 milímetros. Los volúmenes totales estimados son 40.000 m³

III UNIDADES SEDIMENTARIAS

UNIDAD LITOLÓGICA – IIIa

Areniscas y conglomerados rojos

Distribución Areal

Los afloramientos están restringidos a la zona del paraje conocido como Piedra Colorada, entre los kilómetros 19 y 21,5 de la Ruta Provincial N° 307, sobre ambos márgenes del río Los Sosa, aunque cabe la posibilidad de que la base de la secuencia terciaria aflorante en las márgenes del río Cochuna, correspondan también al Cretácico.

Litología

Consisten en una secuencia granodecreciente, que se inicia con un conglomerado rojizo con clastos subredondeados de 2 a 5 cm. de diámetro, cuarzosos y líticos, que gradan hacia arriba a una arenisca gruesa.

Estos bancos presentan un rumbo N 60° E y una inclinación de 42° al sur (Fernández, D. S., 1997)

Edad

Dataciones realizadas por Bossi y Wampler (1969) sobre basaltos pertenecientes al Complejo Alto de las Salinas que intruye a la Formación El Cadillal, correlacionable estratigráficamente con las areniscas y conglomerados rojizos, arrojaron edades entre 97 y 128 Ma que corresponden al Cretácico inferior.

UNIDAD LITOLÓGICA - IIIb

Areniscas, limolitas, arcillas y tobas

Distribución Areal

Estos depósitos, que originalmente se encontraban cubriendo la peneplanicie labrada en el basamento metamórfico, se preservan hoy en las depresiones tectónicas entre los bloques, constituyendo valles longitudinales y al pie, a lo largo del faldeo de sierras que estos forman.

Las mejores exposiciones se encuentran en las inmediaciones del dique Escaba, aunque debido a que su actitud es homoclinal a la peneplanicie del basamento, nunca muestran un espesor estratigráfico importante. Afloramientos similares aparecen en las nacientes del río Cochuna, a los alrededores de Singuil, al pie de la Cumbre de Narvárez, donde se observan los mayores espesores.

Litología

En la Carta no es posible encontrar un perfil continuo de esta unidad. En la zona de Escaba se encuentra preservado el mayor espesor estratigráfico, que apenas supera los 70 metros.

A continuación se describen las litologías observadas por Dal Molin *et al.* (2001), en los valles intermontanos y en la llanura, al pie de la serranía.

Afloramientos en los valles intermontanos

Llegando a la zona de Escaba, por la ruta provincial 308, afloran a los costados del camino, tobas blanquecinas entrecruzadas, areniscas tobáceas grises de grano mediano a grueso y tufitas castañas de grano mediano a grueso y tufitas castañas de grano muy fino.

En los alrededores del caserío del dique La Escaba, aparecen areniscas conglomerádicas, con abundante vidrio y plagioclasa, intercaladas con areniscas castañas y clastos de piedra pómez.

En las inmediaciones del dique de Escaba afloran tufitas muy finas de color gris y castaño claro. En Escaba de Abajo, tufitas finas de color castaño, que alternan con bancos de toba arenosa estratificada. En las Higuerillas aparecen areniscas pardo rojizas, en parte conglomerádicas, con rodados de composición granítica. Las facies finas están formadas por granos de cuarzo, feldespato y moscovita, con una matriz calcárea de color rosado.

Un poco más al oeste, donde desagua el río Las Moras, afloran areniscas finas feldespáticas de color gris claro, con abundante vidrio cinerítico, compuestas principalmente por andesina en granos angulosos, subhedrales; biotita, anfíbol y apatita. Presentan pequeños niveles brechosos con clastos de piedra pómez biotítica, de color blanco.

Los afloramientos que se observan a lo largo del río Chavarría, son de areniscas calcáreas tobáceas, plagioclásicas, finas, en las que alternan capas ricas en carbonato y otras arenosas, con granos que llegan hasta 5 milímetros de microclino, cuarzo y rodados aplíticos de hasta 1 centímetro de diámetro.

Entre la Cumbre de los Llanos y Cumbre de las Higuerillas afloran areniscas tobáceas de color gris claro, con intercalaciones de tufitas arenosas, blanquecinas, entrecruzadas en las que se observan finas capas de laminillas de biotita y moscovita. También hay granos de microclino.

Los afloramientos que aparecen al este de la localidad de Balcozna, están constituidos por areniscas arcóscas grises rosadas.

En los alrededores de Sínguil, afloramientos de areniscas finas tobáceas, de color gris, estratificadas, con pequeñas intercalaciones de finos bancos de tobas blanco grisáceas y bancos de arcilla bentonítica compuesta por montmorillonita con granos dispersos de cuarzo.

Al pie de Cumbre de Narváez, al oeste de la Ea. Cóndor Huasi y Los Gutiérrez, afloran areniscas finas tobáceas de color gris, friables, areniscas conglomerádicas y tobas en parte brechosas, que pasan hacia arriba a conglomerados y brechas andesíticas de color gris verdoso con intercalaciones de areniscas finas tobáceas.

Los afloramientos que aparecen entre los bloques que forman la cumbre de Narváez y Cumbre de las Higuerillas, están formados por areniscas pardo rojizas y areniscas grises.

Entre Narváez y las Chacritas, afloran areniscas grises, tobáceas, con entrecruzamiento, que alternan con limo tobáceo de color gris claro y areniscas conglomerádicas con pequeños rodados de arcilla y chert.

Sobre las márgenes del río Cochuna y al pie de la cumbre de Los Llanos, afloran areniscas finas de fuerte color rojo ladrillo, con intercalaciones de arcillitas del mismo color y de bancos de areniscas conglomerádicas. Luego de un sector cubierto, afloran areniscas tobácea de color gris verdoso, tobas de color castaño claro y un conglomerado bien consolidado con clastos bien redondeados de hasta 60 centímetros de diámetro. No es posible establecer si las areniscas color rojo ladrillo y las areniscas grises constituyen una secuencia continua.

Afloramientos en la llanura

En ambos márgenes del río Seco, a la altura del puesto La Laguna, aparecen pequeños afloramientos de conglomerados caóticos, con clastos redondeados de volcanitas y matriz pelítica de color verde. Río abajo pasan a conglomerados con estructuras fluviales y luego a areniscas micáceas de color pardo.

En la cuesta del Clavillo, al oeste de la ciudad de Concepción, aflora una secuencia de 35m con bancos de 1,5 de espesor de areniscas limosas claras, masivas que alternan con limolitas arcillosas de color castaño.

En las lomadas que aparecen entre La Calera y la loma Negra, afloran areniscas finas, micáceas, de color gris azulado, con clastos de piedra pómez.

En las terrazas del río Marapa afloran areniscas tobáceas finas de color gris castaño, con gran contenido de plagioclasas y vidrio, areniscas grises blanquecinas, con motitas de piedra pómez, con estratificación fina y entrecruzada y capas de una roca arcillosa, con laminillas de moscovita.

En la localidad de San Ignacio se pueden observar en la calle principal, areniscas tobáceas finas, de color gris castaño, con leve tinte azulado y con motitas de piedra pómez.

Tanto los afloramientos intermontanos como los que se encuentran en la llanura, se encuentran cubiertos por depósitos pedemonte.

Edad

Dos dataciones radiométricas efectuadas sobre tobas extraídas de los afloramientos que se encuentran en las inmediaciones del embalse Escaba, arrojaron una edad eocena media.

UNIDAD LITOLÓGICA - IIIc

Limolita, arcillitas, calizas, yeso y pelitas verdes yesíferas

Distribución Areal

Las más extensas exposiciones de esta unidad, se encuentran en el borde oeste de la Sierra de Guasayán, donde estaría expuesta su base en los alrededores de Villa Guasayán. También aparecen afloramientos discontinuos hacia el este de dicha sierra, en los alrededores de Las Juntas, El Simbolar, Estancia El Porvenir y Villa Rosa, donde su exposición esta dada por la eliminación de la cobertura loésica producto del carcavamiento.

Litología

La Formación Guasayán esta constituida por arcillas verdes yesíferas, en parte amarillentas y rojizas. Incluyen nódulos y bancos de yeso fibroso y compacto. Esta coronada por una delgada capa de cenizas volcánicas de composición vítrea, con numerosas hojuelas de mica negra.

Según datos obtenidos por perforaciones realizadas en la región, el espesor alcanzado por estas sedimentitas supera los 400 metros, aunque sus afloramientos nunca exponen mas de 5 o 6 metros continuos.

Edad

Estos depósitos fueron asignados al Mioceno superior por Battaglia (1982).

RECURSO MINERALES

Yeso – Cantera inactiva

Los depósitos de yeso se ubican en ambos faldeos de la sierra de Guasayán. Se accede al faldeo oriental por la Ruta Provincial N° 64 desde la ciudad de Santiago del Estero y al occidental por la Ruta Provincial N°10 desde San Pedro hacia el este, ruta que conduce a la villa de Guasayán.

Las canteras de yeso están inactivas desde fines de la década del setenta: solo algunas de ellas tuvieron un desarrollo minero intenso en esa época.

Los bancos de yeso, más resistentes a la erosión, se ubican en la parte más elevada de las pequeñas lomadas de los faldeos de la sierra, como también a veces en zonas planas conformando planchones coincidentes con la escasa inclinación de los estratos.

Los estratos portadores de yeso forman parte de la secuencia arcillosa de colores rojizos, amarillos y verdosos de la Formación Guasayán del Mioceno superior.

El yeso es de color blanco, blanco verdoso y blanco grisáceo; posee estructura maciza, compacta y a veces bandeada. En ciertos niveles contiene impurezas de arcillas y algunos cristales de cuarzo. También existe yeso de tipo escamoso y terroso.

Las principales canteras son: el Tableado Norte y Sur, San Ramón, San Luis Norte y Sur, San Francisco, Villa Guasayán, Campo Verde, Loma Blanca, El Jumeal y Santa Rosa.

En la cantera Tableado Norte se observa en la parte alta de una suave lomada un frente irregular de unos 200 m de largo, con altura de 2 m, donde el banco de yeso alcanza 1,70 m de espesor, que incluye dos niveles de 0,20 t 0,10 m compuestos por yeso e intercalaciones de arcilla verde de escasos milímetros.

En la cantera sur, que tiene menor desarrollo, se observa un banco de yeso de 1,20 m de potencia con sólo una intercalación de 0,20 de yeso y arcilla verde. El yeso de estas canteras es macizo y compacto y fue comercializado como yeso crudo.

En la cantera San Luis Sur, el banco de yeso posee un espesor total de 1.10 m, en el que se intercala un banco de arcilla verde de 0,50 m. El encape es de material arenoso-pelítico amarillento con 0,50 m de desarrollo. El yeso es compacto, bien estratificado. Fue comercializado como yeso crudo, cocido y en parte exportado al Paraguay.

En las canteras San Ramón y San Luis Norte los niveles de yeso tienen forma de bochones con espesor de 1,00 y 1,20 m respectivamente; por debajo existe un nivel de yeso blanco, compacto y bien estratificado (0,40 m de potencia mínima). La cobertura es de arcillitas verdes y rojizas que juntos con el suelo alcanzan un metro de desarrollo.

En el cuadro 2 se citan las reservas y leyes de las distintas canteras ubicadas dentro del ámbito de la Carta (Dirección Provincial de Minería, 1968)

SEGEMAR-IGRM
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

<u>Yacimiento</u>	<u>Reservas (t)</u>	<u>Leyes máxima y mínima</u> (% Ca ₂ CO ₃ 2 H ₂ O)
El Tableado	624.434	
San Luis Norte	395.269	95,4 - 83,6
San Luis Sur	180.656	96,5 - 87,4
San Ramón	234.029	97,0 - 82,7
Campo Verde	503.240	96,2 - 88,5
Lomas Blancas	1.093.011	97,1 - 88,6
El Jumeal	331.856	95,0 - 84,3
		96,6 - 86,8

Cuadro N° 2

UNIDAD LITOLÓGICA – IIId

Conglomerados subangulosos, areniscas y pelitas pardas

Distribución Areal

Estos depósitos fueron descritos por Dal Molin *et al.* (2001) para la secuencia sedimentaria que aparece aguas arriba del río Las Pavas, en su confluencia con el arroyo Mesada, a la altura de Saladillo.

Litología

En este lugar, la erosión del río formó un cañadón que expuso unos 30 metros de conglomerados sedimentarios caóticos, clasto sostén, con matriz arenosa gruesa y que forman paredes verticales. Los clastos son subangulosos, generalmente con diámetros que oscilan entre 20 y 40 centímetros.

Su base no está expuesta y son cubiertos por conglomerados cuaternarios. Presentan un rumbo aproximado NE-SW, y la inclinación de 32° al SE.

Edad

Dal Molin *et al.* (2002) le asignaron a estos depósitos una edad pliocena.

UNIDAD LITOLÓGICA – IIIf

Conglomerados, limos -arcillas y cenizas volcánicas

Distribución Areal

Los afloramientos más continuos de esta unidad se extienden a ambos márgenes del Río Dulce, donde la erosión fluvial exponen no más de 10 metros de sección superior.

En la localidad de Bahoma, se pueden observar pequeños afloramientos expuestos por el cárcavamiento. Otros afloramientos se observan donde la Ruta Provincial N°10 corta pequeñas lomadas, relicto de erosión, que emergen en la planicie loesica. Exposiciones similares aparecen en los alrededores de San José y al este de la Estancia Pampa Pozo.

Battaglia (1982), indica afloramientos sobre el margen oeste del embalse de Río Hondo.

Perforaciones realizadas en San Pedro de Guasayán, La Soledad, Medio mundo, Arbolito y al oeste de Pampa Pozo, mostraron sedimentos en subsuelo asignables a esta unidad (Battaglia, 1982).

Litología

Battaglia (1982) describe, en los alrededores de la localidad de Las Cañas, un perfil del basamento cristalino, seguidos por limolitas color pardo rojizo, que intercalan finas capas de arena y de grava compuesta por rodados de hasta 5 centímetros. Estas facies tienen aproximadamente 15 metros de espesor. La secuencia remata con un nivel de 1,5 metros de cenizas volcánicas vítreas que contiene pequeños cristales de mica negra.

Edad

Battaglia (1982), en base a su relación estratigráfica superior con respecto a la Formación Guasayan les asigno una edad Pliocena media a estos materiales.

IV – UNIDADES VOLCÁNICAS Y VOLCANOCLÁSTICAS

UNIDAD LITOLÓGICA – IV a

Brechas Volcánicas de composición andesítica

Distribución Areal

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en los alrededores del río de Los Reales, en el límite norte de la Carta, y fueron definidas como Complejo Portezuelo de las Animas por González *et al.* (1990).

No se conocen otros afloramientos en esta Carta, pero se han reconocido bloques de conglomerados volcánicos en el curso del río Seco, en el faldeo occidental del Aconquija.

Esto hace pensar que podrían encontrarse algunos restos de esta unidad en la parte más alta del Aconquija.

Litología

Esta constituido por brechas volcánicas, integrada por clastos andesíticos con tamaños que varían desde lapilli hasta bloques. Presenta una estratificación no muy bien definida. Hacia la parte superior, aparecen también bloques basálticos y la matriz presenta un aumento en la proporción de cenizas y polvo volcánico (González *et al.*, 1990).

Edad

Dataciones radiométricas Ar/Ar efectuadas por González (1990), arrojaron edades de 11,6 y 7,7 Ma para los niveles inferiores y superiores respectivamente, por lo cual se asignan al Mioceno superior.

UNIDAD LITOLÓGICA – IVb

Conglomerados Volcanoclásticos

Distribución Areal

Aflora en el extremo NO de la Carta, en el faldeo noroccidental de la Sierra del Aconquija.

Litología

Esta formación esta constituida por conglomerados de color gris oscuro a castaño rojizo. Los clastos son redondeados a subredondeados, tienen tamaño promedio de 10 a 20 centímetros de diámetro, llegando algunos al metro. La composición de ciertos clastos es esencialmente andesítica, aunque aparecen algunos de granitoides subordinados.

La matriz es arenosa gruesa de color gris oscuro y se encuentra algo cementada por carbonatos. Presenta intercalaciones de areniscas finas a medianas, macizas, de color castaño claro a grisáceo (González y Barreñada, 1993).

Edad

Esta unidad ha sido asignada al Plioceno superior por Dal Molin *et al.* (2002).

V DEPÓSITOS SUPERFICIALES

UNIDAD LITOLÓGICA – Va

Conglomerados, Areniscas y Limos

Distribución Areal

Estos depósitos se encuentran en los valles intermontanos, al pie del faldeo oriental de las Cumbres de los Llanos, Santa Ana y Guasayán. Adquieren gran importancia en la depresión de Escaba y en el faldeo oriental de la sierra del Aconquija. Se encuentran al pie de las sierras, cubriendo las rocas del basamento, y coronando las mesetas y lomadas constituidas por las sedimentitas terciarias, protegiéndolas de la erosión.

Litología

Están constituidos por conglomerados caóticos gruesos, en su mayoría angulosos, de la misma composición que el basamento. Presenta intercalaciones de facies arenosas gruesas y esporádicamente algunos bancos de sedimentos finos.

Los espesores varían desde el orden del metro hasta decenas de metros. A lo largo del curso del río Los Sosa se observan cortes que exponen hasta 25 metros. Se estima que los

espesores máximos son de unos 40 metros en los depósitos que se encuentran al pie del Aconquija.

Edad

El alto grado de disección que presentan los afloramientos y su posición estratigráfica, indica que son anteriores a los depósitos pedemontanos del Holoceno inferior, por lo que se le asigna a esta unidad, una edad pleistocena.

UNIDAD LITOLÓGICA - Vb

Depósitos Pedemontanos

Distribución Areal

Estas acumulaciones se extienden como una faja norte-sur, a lo largo de todo el piedemonte oriental del sistema serrano, rellenando espacios entre las lomadas formadas por los remanentes de las rocas terciarias. Su límite oriental es difícil de establecer, ya que la cobertura vegetal y el cultivo de los campos, ocultan todo tipo de afloramiento. Las mejores exposiciones se encuentran a lo largo de los márgenes de los ríos que atraviesan el piedemonte, como el Marapa, San Ignacio, Medina y Chirimayo; y los Arroyos Malpaso, Matazambi.

Litología

Sedimentos finos, limo-arcillosos de un fuerte color rojo, que presenta estructuras sedimentarias muy difusas, y con intercalaciones de conglomerados mal seleccionados.

Intercalaciones de bancos gravosos y arenas finas a medianas

Distribución Areal

Una vasta planicie aluvial, al norte del Río Marapa, se extiende con una suave pendiente hacia el Este, desde los depósitos pedemontanos hasta aproximadamente los 65° 00' al este

Litología

Esta constituida por arenas finas a medianas con esporádicas apariciones de pequeños rodados dispersos, que se hacen más importantes en profundidad, donde conforman bancos gravosos que intercalan a las arenas.

Edad

Estos depósitos se encuentran disectados por la actual red de drenaje, por lo que se los asigna al Holoceno inferior.

UNIDAD LITOLÓGICA - Vc

Loess

Distribución Areal

Extensas acumulaciones de loess se encuentran en toda la Llanura tucumana, inclusive cubriendo los depósitos aluviales, donde se los ha despreciado en el mapeo. También aparecen importantes depósitos en los valles estructurales entre las cumbres de Humaya, Balcozna y Potrerillo, donde la erosión producida por el río Sínguil y el corte del camino, descubren unos tres metros de depósitos loésicos con una base fluvial.

Litología

Los depósitos loésicos retrabajados están integrado por loess de color ligeramente rojizo a pardo con intercalaciones de arenas gruesas y gravas a distintas profundidades.

Edad

Markgraf y Bradbury (1982), sugieren que la sedimentación de estos materiales de origen eólico se produjo desde hace entre 6000 y 4000 años. Por lo tanto se consideran a estos materiales como de edad holocena.

UNIDAD LITOLÓGICA - Vd

Arenas y gravas

Distribución Areal

Los depósitos fluviales se encuentran confinados a fajas que atraviesan de oeste a este la Llanura tucumana. Están constituidos por sedimentos que fueron transportados y depositados por los ríos Salí, Colorado, Seco, Gastona, Chico, Medina Marapa, Matazambi,, San Ignacio y San Francisco.

Litología

Constituyen capas aluviales de gravas y arenas. Los clastos pertenecen a metamorfitas, granitoides y esporádicamente sedimentitas terciarias.

Edad

Estos depósitos están asociados a la actual red de drenaje, por lo que se los considera de edad holocena superior o reciente.

RECURSOS MINERALES

Arenas y Cantos Rodados - Cantera activa

Las principales fuentes de este recurso están en los lechos y márgenes de los ríos actuales tales como los ríos Colorado, Caspinchango, Mandolo, Seco, Marapa y San Ignacio. La extracción de arena y cantos rodados es muy modesta. La escasa producción está restringida a la demanda de los municipios, privados y en algunos casos a empresas constructoras o viales, cuando surgen necesidades de la obra pública.

En general se extrae arena en distintas granulometrías, con excepción de los ríos Marapa y Seco donde se recuperan además cantos rodados (gravas).

A la fecha, la firma Civimet tiene montada una pequeña planta de clasificación y lavado, localizada en la margen oeste del río Seco al sur del puente en la Ruta Nacional N°38.

UNIDAD LITOLÓGICA - Ve

Depósitos Salinos

Distribución Areal

Estos depósitos se forman en bajos de las planicies aluvial y eólica. Los más extensos aparecen entre las rutas provinciales 130 y 8, en el Salitral el Tranquilo. Otros depósitos de menor desarrollo areal se extienden hacia el SE desde Agua Salada, y al norte de Termas de Río Hondo, hasta Tagamapa. El resto de los depósitos se encuentran distribuidos en los alrededores del embalse Río Hondo.

Litología

Constituyen suelos de elevada salinidad.

MAPA GEOMORFOLÓGICO

Introducción

Para la elaboración del mapa geomorfológico se empleó la información geológica de base descripta en la Hoja Geológica 2766-IV "Concepción" (Dal Molin *et al.*, 2001), la documentación bibliográfica existente y el análisis de imágenes satelitales LANDSAT. Se tomó como base para la cartografía la carta de imagen satelital "Concepción" del Instituto Geográfico Militar.

En el área que cubre la carta se reconocen tres ambientes bien diferenciados por sus características geomorfológicas, litológicas y por su edad. En la porción occidental predomina el relieve labrado sobre rocas de basamento, metamorfitas y granitoides de edad precámbrica-cámbrica, y sedimentitas terciarias, constituido por bloques fracturados y elevados tectónicamente, donde los procesos de erosión, principalmente la actividad fluvial, han configurado el actual paisaje serrano. Hacia el este, se reconocen dos ambientes que son el resultado de la actividad agradacional fluvial y la acción eólica: el pedemontano y el de llanura respectivamente.

En general se trata de un paisaje compuesto, que se formó por procesos endógenos generadores de relieve y posteriormente modelado por la acción de procesos exógenos como la acción fluvial y eólica actual.

En el cuadro 4 se detallan las unidades geomorfológicas correspondientes a los ambientes serrano, pedemontano y de llanura, las geoformas que componen esas unidades y los principales procesos que les han dado origen.

Cuadro N° 4: Asociaciones y Unidades Geomorfológicas

Asociaciones Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas	Geoformas	Principales Procesos Actuantes	
Ambiente Serrano (Sierras Occidentales)	P ₁ Peneplanicie ascendida, basculada y disectada	Peneplanicie Valles Laderas cubiertas	Crioclastía, Deflación Erosión fluvial Remoción en masa	
	P ₂ Peneplanicie ascendida y desmembrada	Peneplanicie Laderas cubiertas Laderas descubiertas	Deflación Remoción en masa Erosión fluvial	
	P ₃ Relieve erosivo-gradacional glaciario y criogénico	Valles glacifluviales Circos Morenas	Acción glacial Remoción en masa Erosión fluvial	
Ambiente Serrano (Sierra de Guasayan)	G ₁ Peneplanicie disectada	Peneplanicie	Erosión fluvial	
	G ₂ Relieve erosivo sobre sedimentitas terciarias	Lomas Valles	Erosión fluvial Acción gradacional eólica y fluvial	
Ambiente Pedemontano	Relieve erosivo sobre materiales terciarios y cuaternarios	P ₄ Relieve erosivo sobre materiales cuaternarios	Lomas Erosión fluvial Remoción en masa	
		P ₅ Relieve erosivo sobre sedimentitas terciarias	Lomas Valles Erosión fluvial	
	Pedimentos	P ₆ Pedimentos Cubiertos	Pedimento	Erosión fluvial
		P ₇ Pedimentos Disectados	Pedimento	Erosión Fluvial
	P ₈ Niveles de Bajada Aluviales	Abanicos aluviales, terrazas y valles fluviales	Acción gradacional fluvial	

Valles Intermontanos	V ₁ Niveles de Bajada Aluviales	Depósitos aluviales	Acción agradacional fluvial Remoción en masa
	V ₂ Pedimentos cubiertos y disectados en material loésico	Pedimento	Acción agracional eólica y fluvial
	V ₃ Relieve erosivo en depósitos terciarios	Lomas Valles	Acción erosiva fluvial
Ambiente de Llanura	L ₁ Planicie Aluvial	Planos interfluviales Paleocauces	Acción agradacional fluvial
	L ₂ Planicie Aluvial disectada	Planos interfluviales Zonas deprimidas anegables	Acción agradacional fluvial
	L ₃ Planicie Loésica	Bajos	Acción agradacional eólico
	L ₄ Terrenos anegados	Zonas del perilago inundables	Anegamiento
	L ₅ Bajos Salinos	Bajos	Salinización
	L ₆ Fajas Fluviales	Planicies de inundación Terrazas aluviales Planos de divagación paleofluvial	Acción agradacional fluvial

Asociaciones Geomorfológicas

Ambiente Serrano

Los principales procesos responsables del modelado del paisaje serrano han sido los procesos tectónicos, que fallaron, elevaron y bascularon las rocas del basamento cristalino (ver mapa litológico). Estos procesos no actuaron simultáneamente ni con la misma intensidad en toda la zona montañosa de la Carta, lo que sumado al diferente tipo de litología y régimen paleoclimático originaron cordones montañosos más degradados que otros.

Durante los períodos de estabilidad tectónica predominó la acción erosiva fluvial, fuertemente influenciada por la estructura geológica, de modo que los valles siguen los principales lineamientos estructurales presentes en este ambiente.

Sierras Occidentales

Peneplanicie ascendida, basculada y disectada

Se ubica en el ámbito de la Sierra del Aconquija, en el noroeste de la carta, e incluye la zona cumbral y el faldeo oriental de la misma desde aproximadamente el río Los Sosa, al norte, hasta el río Cochuna al sur.

Corresponde a una superficie de planación regional, fundamentalmente debida al proceso erosivo fluvial (peneplanicie, en el sentido de Davis) labrado principalmente en metamorfitas precámbricas y granitoides del paleozoico inferior (Pereyra *et al.* 2002).

Debido a su elevación, entre 4000 y 5000 en las zonas más altas, y a las fuertes pendientes y precipitaciones que tienen lugar predominan los procesos de remoción en masa (flujos, deslizamientos, reptaje y soliflucción), la acción erosiva fluvial y los procesos de crioclastía.

Como consecuencia del alto grado de disección fluvial y glaciaria, el plano de erosión de la peneplanicie no se encuentra conservado en este sector, salvo en las partes más bajas de las laderas, donde el tiempo transcurrido desde que fuera denudada de los sedimentos que la cubrían ha sido menor. En el caso de los granitoides, estos manifiestan la acción de una meteorización profunda que tuvo lugar durante largos períodos de estabilidad geológica y bajo condiciones húmedas.

Peneplanicie ascendida y desmembrada

Esta unidad se ubica principalmente en el sector centro-occidental y sur-occidental de la carta. Constituyen sierras longitudinales que no superan los 2500 metros de altitud, con un núcleo ígneo-metamórfico que conforma bloques de rumbo NNO-SSE, volcados al este-noreste con ángulos cercanos a los 30°. Las sierras se caracterizan por poseer gran continuidad en sus líneas de cumbres, una sección asimétrica con la pendiente más abrupta hacia el oeste constituida por la escarpa de falla y el flanco oriental formado por una superficie muy regular, que constituye una característica heredada de una peneplanicie preterciaria. Esta peneplanicie se caracteriza por presentar un muy buen estado de conservación

debido a las condiciones climáticas imperantes durante la agradación terciaria que siguió a la erosión, tal como lo indican los depósitos de esa época, cuyos afloramientos sobreyacen a la peneplanicie en la base de las laderas (González Bonorino, 1950).

Las unidades orográficas que conforman este sector son: Cumbres de Santa Ana, de Narvaez, Silleta de Escaba, Silleta de Las Higueras, Cerro Quico, Cumbres de Los Pinos, de Potrerillo, de los Llanos, de Balcozna y Cumbrecita de Molle.

Los principales agentes actuantes son la erosión fluvial y los procesos de remoción en masa. Una característica interesante de los cordones longitudinales es el desarrollo arqueado que presentan algunos de ellos. Según González Bonorino (1950), esto puede deberse en parte a la acción erosiva de los ríos que los cortan, como es probablemente el caso de los cerros de los Alisos y Churqui; en otros casos, sin embargo, la curvatura es sin duda de carácter tectónico original.

Relieve erosivo agradacional glaciario y criogénico

Se ubica en la Sierra del Aconquija (Cordón de las Animas), en el ángulo NO de la hoja, en niveles altitudinales superiores a los 3500 msnm. En esta área sobresalen el Cerro Laguna Verde, Cerro Bolsón y el Abra del Toro, que se ubican a más de 4500 metros de altura.

Streker *et al.* (1987), estudió la morfología glaciaria en los cordones del Aconquija, Cumbres Calchaquíes y Quilmes concluyendo que la orientación predominante de los valles glaciarios probaba la influencia de vientos húmedos del este en la generación de englazamientos.

Las principales geoformas resultantes de la actividad glaciaria son circos, artesas y morenas. Estas últimas ocupan la parte elevada de los valles, al pie de los circos (González Bonorino, 1951). Esta zona ha sido afectada por procesos glacioclimáticos y de remoción en masa, principalmente reptaje (gelifluxión y solifluxión) y meteorización física por congelación. Entre las geoformas criogénicas asociadas a procesos de remoción en masa se destacan los glaciares de escombros que fueron inventariados para la región del borde oriental de la Sierra del Aconquija por Ahumada *et al.* (2002). Los glaciares de escombros son mesoformas sedimentarias constituidas por rocas y detritos congelados, con presencia de hielo intersticial y lenticular, que se mueven lentamente (1-150 cm/año) pendiente abajo por deformación plástica y reptación del permafrost.

Sierra de Guasayan

Peneplanicie Disectada

La peneplanicie disectada se encuentra ubicada al sudeste de la carta en la provincia de Santiago del Estero y abarca el extremo norte de la Sierra de Guasayan. Constituye un cordón angosto y elongado de rumbo meridiano de 40 km de longitud, que se extiende desde la Estancia El Simbolar, al sur, hasta el paraje de El Martirizado al norte. Presenta alturas máximas de 600 msnm, conformando una estructura de bloque volcado hacia el oeste. La línea de cumbres tiene rumbo prácticamente N-S con una pendiente suave hacia el este, la cual

constituye el plano de erosión de la antigua peneplanicie exhumada (Battaglia, 1982).

Relieve Erosivo sobre Sedimentitas Terciarias

Esta unidad se relaciona con los afloramientos de sedimentitas de edad miocena y pliocena que se encuentran ubicadas en las inmediaciones de la sierra de Guasayan. Presentan un relieve de lomadas relícticas, que no superan los 500 metros y que han sido cubiertos por sedimentos cuaternarios de potencia variable, de origen principalmente eólico (loess).

Valles Intermontanos

Son valles subsecuentes, elongados, con dirección NO-SE y NNO-SSE. Los de mayor extensión son los valles del río Chavarría (entre la Cumbre de Narvéez al oeste y la Cumbre de Santa Ana al este), Singuil (entre la Silleta de las Higueras al oeste y la silleta de Escaba al este) y tramo superior del río Singuil-río Los Puestos (entre la sierra de Humaya al oeste y la Cumbre de Balcozna al este). Este último se encuentra dividido en dos cuencas por los Altos del Singuil. Al norte, el tramo superior del río Singuil, de rumbo N-S y drenaje sur, presenta un quiebre pronunciado en su recorrido entre las cumbres de las Higueras y Balcozna, para desembocar hacia el norte en el embalse Escaba. Al sur de los Altos, nace el río Los Puestos, que drena hacia el sur con rumbo N-S.

Niveles de Bajada Aluviales

Esta unidad abarca principalmente los niveles de bajada aluviales que se observan en las laderas occidentales de la Cumbre de Balcozna, en el valle del río Los Puestos, y del extremo norte de las Cumbres de Narvéez en el valle del río El campo, ambos ubicados en la provincia de Catamarca. Se encuentran conformados por depósitos de agradación fluvial (conos aluviales) y de remoción en masa (flujos densos y deslizamientos).

Pedimentos cubiertos y disectados en material loésico

Constituyen geoformas poligénicas desarrolladas en material de origen eólico distribuidos en los valles intermontanos de la carta. Los sedimentos de origen eólico en algunos casos responden a depósitos de loess típico y en otros a loess retrabajado. Estos materiales podrían ser correlacionados con los niveles loésicos de la Formación Tafí del Valle (Collantes *et al.* 1993) cuya edad fue asignada al Pleistoceno tardío. Según Sayago (1998), en los valles intermontanos de Tafí, Balcozna y Singuil, la mayor acumulación de los depósitos loésicos aparece siempre en las laderas a "sotavento" de la dirección predominante de transporte, en este caso S/SE.

Los pedimentos disectados o de erosión se los observa asociados a grandes paquetes de material loésico, mientras que los pedimentos cubiertos se encuentran asociados a secuencias alternantes de material aluvial con capas de loess que evidencian períodos alternantes húmedos y secos.

Relieve Erosivo sobre Depósitos Terciarios

Se caracteriza por presentar un relieve compuesto por lomas y pequeños valles productos de la erosión fluvial y labrados sobre depósitos de edad miocena, compuestos por areniscas, limolitas, arcilitas y tobas. Tienen amplia distribución en el sector del embalse de Escaba y en menor medida en otros valles intermontanos como el de Balcozna.

Ambiente Pedemontano

Constituye un ambiente de transición entre el ambiente serrano, caracterizado por los cordones montañosos que presentan un marcado control estructural y que se encuentran ubicados al oeste, y el ambiente de llanura conformado por la planicie aluvial, aluvial disectada y loésica que se desarrollan hacia el este.

Las geoformas típicas que se observan y que responden a tres niveles de agradación pedemontana son: superficies de erosión desarrolladas sobre depósitos terciarios y cuaternarios, pedimentos (cubiertos y de erosión) y riveles de bajada (conos aluviales y valles fluviales).

Relieve erosivo sobre materiales terciarios y cuaternarios

Esta unidad está compuesta por antiguos niveles de pedimentación o superficies de aplanamiento, conformados por materiales de edad terciaria que fueron afectados por los procesos tectónicos correspondientes a la orogenia Andina y cubiertos, parcial o totalmente, por depósitos de edad cuaternaria. Suelen conformar un relieve ondulado, compuesto por colinas disectadas por acción fluvial y cuyas pendientes generales rondan el 12%.

Los materiales cuaternarios se encuentran coronando las mesetas y lomadas constituidas por las sedimentitas terciarias y en donde se observan varios niveles, ya que al encontrarse apoyando sobre rocas muy friables y bajo un clima húmedo, han sido sometidos a una constante removilización. (Dal Molin *et al.* 2001).

Pedimentos

Constituyen geoformas poligenéticas erosivas que alcanzan su mayor extensión en el sector centro-oeste de la Carta. Responden a un segundo nivel de pedimentación como resultado de los ascensos neotectónicos ligados al frente de corrimiento de los cordones montañosos durante los últimos episodios de la Orogenia Andina (Fase Diaguita: 2,1 Ma)

Los pedimentos son superficies subhorizontales ubicados al pie de las sierras y que inclinan suavemente aguas abajo con pendientes que varían entre 5 y 8%.

Los niveles de agradación pedemontana que se encuentran muy disectados por la acción fluvial fueron denominados pedimentos disectados, mientras que aquellos que presentan una cubierta detrítica de moderado espesor reciben el nombre de pedimentos cubiertos. Por lo general, estos últimos suelen conformar una serie de lomadas bajas con cúspides conspicuas.

Niveles de Bajada Aluviales

Constituye una unidad elongada en sentido norte-sur, suavemente ondulada, de poca pendiente y adosada al pie de los principales cordones montañosos de la región, Sierra del Aconquija y Cumbres de Santa Ana y Los Llanos. Se extiende hacia el este pasando en forma transicional al ambiente de llanura (planicie aluvial), cuyo límite coincide aproximadamente con la curva de nivel de 400 msnm.

Se encuentra conformada por conos aluviales actuales y pasados y los tramos superiores de los ríos y arroyos que descienden del sector occidental. Son depósitos de origen aluvial que se encuentran cubiertos por sedimentos loessicos de potencia variable, pero en general inferior a los 2 metros (González Bonorino, 1951).

Ambiente de Llanura

Es el ambiente de mayor distribución areal dentro de la Carta y está compuesta por la planicie aluvial, planicie aluvial disectada y fajas fluviales, de dominio agradacional fluvial que se encuentran ubicadas principalmente en el sector central, y la planicie loésica de dominio agradacional eólico ubicada en el sector oriental de la Carta.

La distribución de estas unidades está controlada principalmente por las variaciones topográficas y climáticas que se observan en sentido oeste-este. Otras unidades presentes son los terrenos anegados ubicados en el sector del perillago del embalse Río Hondo y los bajos salinos de la provincia de Santiago del Estero.

La transición del ambiente pedemontano al ambiente de llanura se caracteriza por un marcado cambio de la pendiente, que pasa de un 5 a 10 % en la zona del ambiente pedemontano a un 1 % en la llanura aluvial y a menos de 1 % en la zona de la llanura aluvial disectada. Como consecuencia de este quiebre, los cursos fluviales sufren una gran pérdida de energía, lo que se traduce en una activa depositación, generando un ambiente agradacional fluvial típico.

Planicie Aluvial y Planicie Aluvial Disectada

Estas unidades, dominadas por la acción agradacional fluvial, se encuentran asociadas y limitan al occidente con el ambiente pedemontano. El límite sur se encuentra en las proximidades del río Marapa y el límite oriental está ubicado a la altura del embalse Río Hondo y del Arroyo Mixta. Hacia el este las geoformas fluviales son menos evidentes y dan paso a un ambiente de agradación eólica.

La planicie aluvial abarca una extensa área de baja pendiente que inclina hacia el este en dirección al bajo de Río Hondo, sector a donde confluyen los principales ríos del sur de la provincia de Tucumán.

Conjuntamente con la planicie aluvial disectada, ubicada al oriente de la primera, corresponden a la denominada "Llanura Aluvial" de Sayago *et al.* (1984). Estos autores diferencian un ambiente predominantemente fluvial, al norte del río Marapa, de la zona ubicada al sur, donde las geoformas fluviales se encuentran atenuadas por la disminución de las precipitaciones. La planicie aluvial está dominada por la acción agradacional de los cursos fluviales, que pasan de tener

hábitos entrelazados en el sector pedemontano a tener hábitos meandriformes al ingresar a este ambiente, como respuesta a la disminución de la pendiente.

Hacia el este, la densa red de drenaje aumenta su frecuencia y se torna más divagante al entrar en el sector deprimido que corresponde a la planicie aluvial disectada.

La planicie aluvial disectada constituye una región suavemente ondulada con débiles depresiones y que se encuentra disectada por un gran número de cursos fluviales y paleocauces recientes. La pendiente regional del sector ronda el 0,5% y coincide en gran parte con la denominada "Llanura Deprimida" de Zuccardi y Fadda (1972).

Una característica de la planicie aluvial disectada es la presencia de bajos anegadizos en las superficies de interfluvios (ver fig. 4). El anegamiento de estos sectores se puede producir por el escurrimiento normal del agua de origen pluvial o fluvial (en la época de crecientes), de los sectores más altos hacia las depresiones, o por la elevación del nivel freático que en muchas zonas suele encontrarse a menos de 1 metro de la superficie del terreno (foto 1). Un proceso asociado al anegamiento de los terrenos es la salinización de los suelos. Este proceso tiene lugar gracias a la presencia de un sustrato loésico, el cual determina que tanto el agua de la freática como el agua de escurrimiento, que lava la superficie de los terrenos mas elevados, presenten un quimismo salino-alkalino. Cuando estas aguas se ven retenidas en las zonas bajas se produce la concentración y precipitación de las sales por evapotranspiración (foto 2).

En el sector noreste de la planicie aluvial se desarrolla la planicie de divagación del río Salí (Sayago *et al.* 1984), la que se extiende desde el curso actual hacia el este hasta aproximadamente la línea del Ferrocarril Mitre. Según estos autores la orientación y el grado de inactividad de los paleocauces dispersos en la planicie, indicaría que en el pasado el río Salí derivó hacia el suroeste, probablemente por influencias tectónicas.

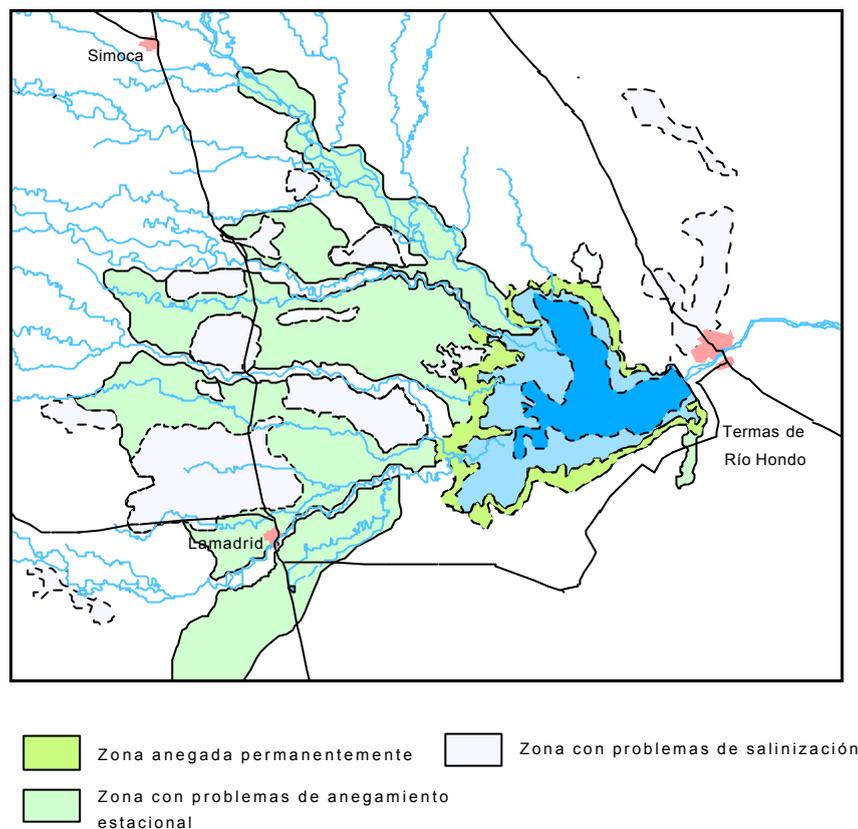


Figura 4: Zonas afectadas por procesos de anegamiento y salinización en la planicie aluvial disectada (escala aproximada 1:320.000)

Fajas Fluviales

Bajo esta denominación fueron agrupados las geoformas de los principales ríos de la planicie aluvial y aluvial disectada y que corresponden a: planicies de inundación, terrazas, paleocauces y planicies de divagación fluvial recientes.

La red de drenaje se caracteriza por presentar una serie de cursos fluviales principales, que responden a un marcado control estructural, y a cursos menores que se desarrollan principalmente en el sector de la planicie aluvial disectada.

El río de mayor importancia es el Salí, el cual nace en el norte de la provincia de Tucumán y la atraviesa con sentido general norte-sur hasta entrar dentro de los límites de la carta donde sufre un giro hacia el sudeste. Este río recibe el aporte de los ríos Colorado, Famaillá, Aranillas y Seco. Hacia el sur se desarrollan, de norte a sur, los ríos Gastona, Medina-Chico, Marapa y San Ignacio. Las características de sus cuencas se encuentran descritas en el capítulo de hidrología superficial de la presente contribución.

Los diseños de drenaje actuales que muestran a la salida del piedemonte un claro control estructural, dan paso hacia el este a una dinámica fluvial-construccional representada por formas (actuales y pasadas) de divagación fluvial tales como meandros abandonados, lagunas semilunares, pantanos fluviales y planos de anegamiento estacional, particularmente bien expresadas en el curso medio de los ríos Seco, Gastona, Chico y Marapa-San Ignacio (Sayago *et al.* 1998).

Estos cursos fluviales confluyen en el embalse Río Hondo. En este sector, y debido al cambio de base que experimentan los ríos que desaguan en el embalse como consecuencia de la activa sedimentación en la "cola" del mismo, se observaron una serie de avulsiones o desbordamientos de los cauces originales en los ríos Medinas-Chico y en la zona de desembocadura de los ríos Salí y Gastona. Estos fenómenos fueron estudiados por diferentes autores en los últimos años (Sayago y Toledo 1995, Toledo *et al.* 2001 y Georgieff *et al.*, 2002)

Hacia el este, el principal curso fluvial es el río Dulce que se encuentra a la salida del embalse Río Hondo, tiene rumbo oeste-este y se observan dos niveles de terrazas bien diferenciables que no fueron demarcados por razones de escala.

Terrenos Anegados

Se ubican en el sector del perillago del embalse Río Hondo y constituyen verdaderos "humedales" que se formaron como consecuencia de la acción del cambio de nivel de base, que generó la construcción del embalse, en los cursos fluviales y en el escurrimiento general de los terrenos adyacentes. Se caracteriza por la presencia de materiales de origen fluvial con altos contenidos de materia orgánica provenientes de los principales ríos del sur tucumano. Los suelos que se forman a partir de estos materiales en este sector suelen tener graves problemas de hidromorfía, mientras que la vegetación suele ser hidrófila (con tipos de especies asociadas a medios acuáticos y semiacuáticos).

Planicie Eólica y Bajos Salinos

Es la unidad de mayor extensión areal dentro del ámbito de la Carta, abarca todo el sector oriental de la misma. Corresponde a una unidad geomórfica en la cual los depósitos aluviales provenientes del sector serrano occidental han sido cubiertos por capas o mantos loésicos de espesor variable.

El relieve general del área se caracteriza por presentar una serie de lomadas suaves con valles de fondo plano, y en donde la depositación de los materiales eólicos ha contribuido a la atenuación del relieve preexistente.

En el extremo suroeste de esta unidad, en los alrededores de la localidad de Taco Ralo y al sur del embalse Río Hondo, se observa una alternancia de sedimentos loésicos con sedimentos aluvio-eólicos integrados por limos con gravilla fina intercalada. Estos últimos provendrían del sector norte de la Sierra de Guasayan.

La morfología de este sector esta dominada por formas paleofluviales aisladas alternantes con extensos planos de origen eólico cuya génesis refleja tanto el aporte loésico desde el sur y suroeste durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno (Sayago, 1995), como la influencia de períodos áridos relativamente recientes, caracterizados también por una dinámica de acumulación-sedimentación eólica (Sayago *et al.* 1998).

Los bajos salinos tienen lugar en diferentes sectores de la planicie loésica, principalmente en la provincia de Santiago del Estero y en las adyacencias del embalse Río Hondo, y se encuentran relacionados a paleocauces y bajos topográficos. La presencia de un déficit hídrico marcado durante la mayor parte del año, como consecuencia de las bajas precipitaciones y la gran evapotranspiración reinante en el sector, generan la acumulación de sales en superficie. Dentro de los límites de la Carta se destaca el "salitral El Tranquilo", ubicado al noreste de la misma.



Foto N° 1: Zona inundada de la planicie aluvial disectada



Foto N° 2: Area salinizada en la localidad de Atahona

MAPA DE SUELOS

Introducción

La confección del mapa de suelos de la Carta de Líneas de Base Ambiental "Concepción", fue realizada en base a la interpretación de imágenes satelitales LANDSAT (años 1986 y 1995), datos locales obtenidos en el campo y a trabajos sobre cartografía de suelos previos, realizados a escala de reconocimiento, por diferentes autores (Zucardi y Fadda 1972, Vargas Gil 1990, Sayago *et al.* 1998 y Puchulu y Sayago, 1999).

Para la clasificación de los distintos tipos de suelos se siguieron los criterios taxonómicos utilizados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1998), reconociéndose suelos pertenecientes a 5 órdenes principales: Molisoles, Inceptisoles, Entisoles, Alfisoles y Aridisoles (ver cuadro n° 5). A su vez dentro de éstos se han diferenciado 17 Grandes grupos de acuerdo al cuadro n° 5. El nivel de clasificación al que se llegó es la de Subgrupo.

A los fines del mapeo de los suelos, estos fueron agrupados en 8 unidades cartográficas principales y a su vez desagregadas en subunidades, en donde cada subunidad se encuentra conformada por una asociación de suelos específica y relacionada con las unidades de paisaje determinadas previamente (cuadro n° 6).

Por último se confeccionó un perfil esquemático en donde se representa la variación de los ordenes taxonómicos principales que se observa en sentido O-E, desde las Cumbres de Narváez hasta la Ruta N° 9, y su relación con el régimen de humedad de los suelos.

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPO
Molisoles	Udoles	Argiudoles	Típicos
		Hapludoles	típicos, tapto argicos, énticos, acuicos.
	Ustoiles	Argiustoles	líticos, acuicos
		Haplustoles	líticos, údicos, tapto argicos, típicos, fluvénticos, énticos.
		Paleoustoles	Údicos
		Natrustoles	Acuicos
Entisoiles	Fluventes	Udifluventes	Típicos
		Ustifluventes	Típicos
	Ortentes	Torriortentes	típicos, xéricos, líticos.
		Ustortentes	típicos, líticos.
Inceptisoiles	Udeptes	Distrudeptes	líticos, líticos húmicos
	Usteptes	Distrusteptes	Líticos
Alfisoiles	Acualfes	Natracualfes	Típicos
	Udalfes	Hapludalfes	últicos
	Ustalfes	Haplustalfes	Típicos
		Natrustalfes	Salídicos
Aridisoiles	Cambides	Haplocambides	Líticos

Cuadro N° 5: Clasificación de los Suelos presentes dentro del área cubierta por la Carta de Líneas de Base Ambiental "Concepción".

Unidad Cartográfica	Subunidad Cartográfica	Suelos Dominantes
A. Suelos de los Valles Intermontanos	A ₁ Suelos de los Valles de Singuil y Balcozna	Ustortentes líticos, Ustifluventes típicos, Haplustoles énticos, Paleoustoles údicos, Haplocambides líticos
	A ₂ Suelos de la Silleta de Escaba	Ustortentes típicos, Ustifluventes típicos, Ustifluventes mólicos, Argiustoles típicos, Paleoustoles údicos
B. Suelos de las Sierras Pampeanas	B ₁ Suelos del Sector Montañoso Húmedo	Sector Centro-Norte: Distrudeptes líticos, Distrudeptes líticos húmicos, Hapludoles típicos y énticos Sector Sur: Distrudeptes líticos, Haplustoles énticos
	B ₂ Suelos del Sector Montañoso Seco	Ustortentes líticos, Torriortentes líticos, Torriortentes típicos Haplustoles líticos, Argiustoles líticos,
	B ₃ Suelos desarrollados sobre depósitos glaciarios	Criortentes líticos, Torriortentes xéricos
C. Suelos Ubicados en Niveles de Agradación Pedemontana	C ₁ Sector Centro-Norte	Distrudeptes líticos y líticos húmicos, Hapludoles énticos
	C ₂ Sector Sur	Distrudeptes típicos, Distrudeptes líticos, Haplustoles énticos,
D. Suelos de Niveles de Bajada y Planicie Aluvial	D ₁ Sector Centro-Norte	Argiudoles típicos, Hapludoles tpto árgicos, Hapludoles típicos, Udifluventes mólicos, Udifluventes típicos.
	D ₂ Sector Sur	Haplustoles údicos, Argiustoles údicos, Haplustoles tpto argicos
	D ₃ Sector Noreste	Haplustoles údicos, Haplustoles tpto árgicos, Ustifluventes típicos.
E. Suelos de Planicie Aluvial Disectada y Sector del Perilago	E ₁ Zona de Interfluvios	Haplustoles típicos y fluvénticos, Haplustoles cumúlicos.
	E ₂ Zonas Anegables	Argiustoles ácuicos Haplustoles ácuicos, Haplustalfes típicos, Natracualfes típicos.
	E ₃ Zonas Salinizadas	Haplustalfes típicos salinos, Natrustalfes salídicos, Haplustoles salídicos.
F. Suelos de la Planicie Loésica	F ₁ Sector del Sudeste Tucumano	Haplustoles údicos, Haplustoles tpto árgicos, Ustifluventes típicos, Haplustoles fluvénticos, Natracualfes típicos
	F ₂ Sector Santiagueño	Haplustoles típicos, Haplustoles énticos, Ustortentes típicos.
G. Suelos de la Sierra de Guasayan		Haplustoles típicos, Haplustoles údicos, Ustifluventes típicos, Ustortentes típicos.
H. Suelos ubicados en las Fajas Fluviales		Haplustoles fluvénticos, Ustifluventes típicos, Hapludoles énticos.

Cuadro N° 6: Unidades cartográficas principales

DESCRIPCIÓN GENERAL

Unidad A: Suelos de los Valles Intermontanos

Esta unidad fue dividida con fines descriptivos en dos subunidades principales que son: Suelos de los Valles de Sínguill y Balcozna y Suelos del sector de Escaba. El criterio para su división se basa en los diferentes regímenes de humedad que presentan los suelos de los valles intermontanos como consecuencia de su posición topográfica y de su posición con respecto a la dirección de los vientos húmedos. De esta forma, en los valles de Sínguill y Balcozna, que se encuentran rodeados por cordones montañosos de hasta 2500 msnm, predomina un régimen de humedad que gradúa desde Ustico a Aridico, es decir son suelos que permanecen en condiciones de sequedad la mayor parte del año como consecuencia de que los vientos húmedos provenientes del sur no alcanzan a superar la barrera orográfica que los rodea. En el caso de los suelos ubicados en la Silleta de Escaba, que constituye una depresión ubicada en sentido NO-SE lo que favorece la entrada de los vientos húmedos, presentan un régimen de humedad Ustico, es decir con humedad suficiente en el suelo en el momento apropiado para el crecimiento de la vegetación natural de la zona representada por la selva montana basal (ver capítulo de vegetación).

Suelos de los Valles de Sínguill y Balcozna

Los suelos que predominan en esta unidad pertenecen al Orden de los Entisoles, que son suelos con escaso desarrollo edáfico, poco profundos y con perfiles del tipo A-C o A-C-R. Dentro de este Orden, los Ustortentes líticos constituyen suelos pedregosos y someros que se desarrollan en los faldeos con alta pendiente y en zonas de acumulación de depósitos conglomerádicos. En los sectores bajos con predominio de material fluvial, se desarrollan Ustifluventes típicos caracterizados por presentar secuencias alternantes de material aluvial. Se los suele observar en los niveles de bajada aluvial, cauces incipientes, planicie de inundación y terrazas fluviales.

Los suelos pertenecientes al Orden Aridisol, se encuentran representados por Haplocambides líticos caracterizados por presentar un contacto neto con la roca a una profundidad de no más de 50 cm. Se encuentran en las zonas de las quebradas secas y en los planos de niveles de bajada aluvial.

En los sectores más húmedos y de menor pendiente de la zona se pueden desarrollar Molisoles en forma muy restringida, así se pueden observar Haplustoles énticos y Paleoustoles údicos. Estos últimos corresponden a suelos ubicados en zonas de pedimentos y constituyen suelos antiguos con horizontes argílicos en profundidad y que se formaron bajo un régimen paleoclimático údico.

Suelos del Sector de Escaba

En el sector de la Silleta de Escaba se observan suelos pertenecientes a dos Ordenes principalmente que son Molisoles y Entisoles. Los primeros se encuentran subordinados a la zona de planicies y en sectores de terrazas representados por Argiustoles típicos y por Paleoustoles údicos.

Los Entisoles se encuentran en los cursos fluviales principales de la zona (río Sínguil, Chavarría, Las Moras, El Chorro etc.), representados por Ustifluventes típicos y mólicos. En los sectores de los faldeos predominan los Ustortentes típicos.

Unidad B: Suelos de las Sierras Pampeanas

Esta unidad se extiende como una franja de rumbo meridional, abarcando el sector occidental de la Carta en el límite entre las provincias de Tucumán y Catamarca. Las unidades morfoestructurales principales del sector son la Sierra del Aconquija y el área serrana del sudoeste tucumano.

Esta unidad se encuentra conformada por tres subunidades que son:

- B₁ Suelos del Sector Montañoso Húmedo
- B₂ Suelos del Sector Montañoso Seco
- B₃ Suelos desarrollados sobre depósitos glaciares

Suelos del Sector Montañoso Húmedo

Esta subunidad se ubica en el faldeo oriental húmedo de los cordones montañosos del oeste de la Carta y se extiende entre los 800 y los 1.700 msnm. La vegetación se encuentra representada por la Selva Montana y el Bosque Montano.

Los suelos dominantes pertenecen al Orden Inceptisol, que son suelos poco evolucionados, algo más que los entisoles, que presentan por lo general un epipedón umbrico, oscuro, rico en materia orgánica y que se ubican en los sectores de laderas con altas pendientes protegidos por la cubierta selvática. Debido a las altas pendientes, suelen ser suelos poco profundos con secuencias de tipo O-A-R o O-A-C-R (ver foto n° 3).

Dentro de éstos, se encuentran los Distrúptes líticos y líticos húmicos y los Distrúptes líticos. El cambio del régimen de humedad del suelo, de un régimen Udico a un régimen Ustico, se debe a la disminución de las precipitaciones que se observa hacia el sur del sector. Este cambio se hace evidente a partir del embalse Escaba hacia el sur.

En los sectores de las quebradas y en las zonas con menor pendiente se desarrollan molisoles representados por Hapludoles énticos (en el sector Centro-Norte) y Haplustoles énticos (en el sector sur).

Suelos del Sector Montañoso Seco

El área cubierta por esta subunidad abarca a los suelos ubicados en la región montañosa occidental que se desarrollan entre los 1700 y los 3.500 msnm. La vegetación típica de este sector está caracterizada por la presencia de pastizales de altura que alternan con relictos de bosque montano y arbustales.

Los suelos dominantes del sector corresponden a entisoles, observándose Torriortentes líticos y típicos y Ustortentes líticos. Los Torriortentes líticos son suelos con secuencias del tipo A-C-R o A-AC-C y cuyo espesor es inferior a 50 cm desarrollados bajo un régimen de humedad tórrico y que presentan abundantes piedras en el perfil y en superficie. Se desarrollan en los sectores de laderas y en zona de conos aluviales. Los Torriortentes típicos presentan mayor

desarrollo, compuestos por espesas acumulaciones de sedimentos gruesos areno-pedregosos expuestos en diferentes niveles topográficos. Son comunes de observar en las vías de escurrimiento.

Los Ustortentes líticos se ubican en los faldeos cuyo rasgo distintivo es el relieve pronunciado y la abundancia de pedregocidad. Presentan un régimen de humedad Ustico.

En los sectores de menor altura, generalmente en la zona de transición entre el bosque montano y los pastizales de altura, y de relieve suavizado pueden observarse molisoles que reponen a Argiustoles líticos y Haplustoles líticos. Constituyen suelos más evolucionados que los entisoles antes citados.

Suelos desarrollados sobre depósitos glaciares

Tienen lugar en los sectores montañosos de mayor altura, a partir de los 3500 msnm, en donde se observan geoformas glaciares/periglaciares y los materiales se encuentran afectados por procesos criogénicos.

Predominan entisoles que responden a Criortentes líticos y Torriortentes xéricos. Los Criortentes líticos se caracterizan por presentar un régimen de temperatura media anual del suelo superior a 0° C pero inferior a 8° C y un contacto lítico neto a menos de 50 cm de profundidad. En sectores menos fríos y desarrollados sobre depósitos coluviales se observan Torriortentes xéricos.

Unidad C: Suelos Ubicados en Niveles de Agradación Pedemontana

Constituyen suelos desarrollados sobre los pedimentos, cubiertos y de erosión, que se ubican en los frentes serranos. En general afectan a sedimentitas de edad terciaria que presentan una cobertura de material aluvial gruesa sobre la que actúan los procesos pedogénicos que permiten del desarrollo de los suelos.

Taxonómicamente, los suelos desarrollados sobre estas geoformas responden a Inceptisoles y Molisoles. A los fines descriptivos, y en base al régimen de humedad de los suelos, se los dividió en dos regiones:

C₁ Sector Centro-Norte

En este sector predomina un régimen de humedad del suelo del tipo Udico. Los inceptisoles se encuentran representados por Distrusteptes líticos y líticos húmicos que se desarrollan sobre los faldeos. Dentro del orden Molisol, tienen lugar Hapludoles énticos en los sectores de relieve suavizado.

C₂ Sector Sur

Constituyen suelos similares a los descriptos para la región Centro-Norte pero con menor contenido hídrico en el perfil. Se observan Distrusteptes típicos y líticos, pertenecientes al orden Inceptisol, y Haplustoles énticos que corresponden a molisoles.

Unidad D: Suelos de Niveles de Bajada y Planicie Aluvial

Los suelos ubicados en esta unidad constituyen los de mayor productividad, conjuntamente con los ubicados al oeste de la planicie aluvial disectada, de la provincia de Tucumán. Son suelos profundos y oscuros, bien estructurados y con altos contenidos de materia orgánica (superior al 1%) y que taxonómicamente pertenecen al orden Molisol. Se distribuyen en un paisaje de piedemonte y conos aluviales, que se extiende en una franja paralela al relieve serrano, y que a medida que se avanza hacia el este va perdiendo pendiente hasta entrar en un ambiente de llanura propiamente dicho.

Se trata de suelos desarrollados sobre material loésico que descansa sobre acumulaciones de material aluvial.

Subordinadamente en los sectores de vías de escurrimiento, que descienden de las zonas serranas, aparecen entisoles que responden al suborden de los fluventes.

Esta unidad fue dividida en tres subunidades que responden a sectores que presentan regímenes de humedad diferentes:

- D₁ Sector Centro-Norte
- D₂ Sector Sur
- D₃ Sector Noreste

Sector Centro-Norte

Se extiende desde el límite norte de la Carta hasta la altura del río San Francisco, al sur. Su límite oeste está dado por la región serrana y hacia el este se adentra hasta la zona de la planicie aluvial disectada.

Los suelos desarrollados en este sector responden a Argiudoles típicos, Hapludoles típicos y Hapludoles tpto árgicos. Los Argiudoles típicos son suelos que presentan un epipedón mólico y un horizonte subsuperficial argílico, que se forman bajo un régimen de humedad údico, con una secuencia de horizontes de tipo A-E-Bt₁-Bt₂-C. El horizonte A corresponde al epipedón mólico y el horizonte Bt es el el horizonte subsuperficial argílico. El sufijo t indica la presencia de material arcilloso iluvial que se encuentra conformando pequeñas películas entre los agregados y que reciben el nombre de cutanes.

Los Hapludoles tpto árgicos se encuentran cubriendo a antiguos suelos con características argílicas y presentan una secuencia de tipo A-B-2Bt-2C.

En el caso de los Hapludoles típicos las secuencias que se observan son A-B-B₂-C.

Los entisoles de este sector se desarrollan en la zona de piedemonte, en las zonas de conos aluviales y vías de escurrimiento menores, y están representados por Udifluventes mólicos y típicos. Es característico de estos suelos la alternancia de capas aluviales conformando numerosas discontinuidades dentro de los perfiles.

Sector Sur

Se extiende desde el río San Ignacio, al norte, hasta el límite sur de la Carta que coincide aproximadamente con el límite entre las provincias de Tucumán y Catamarca. Constituye un sector con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, lo que trae aparejado que el régimen de humedad de los suelos de la zona se encuentre entre Ustico y Udico. Este hecho queda evidenciado en los suelos que se observan y que responden a Argiustoles údicos, Haplustoles údicos y Haplustoles tpto árgicos.

En el caso de los Argiustoles údicos presentan una secuencia de tipo A-Bt-Ck. El epipedón es mólico oscuro y el Bt es un horizonte argílico bien estructurado. Por debajo de los 80 cm de profundidad suelen presentar carbonatos libres.

Sector Noreste

Constituye un sector de transición entre la planicie aluvial húmeda y la planicie loésica seca que se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero.

Los suelos presentes en este sector responden a Molisoles con un régimen de humedad ústico: Haplustoles údicos y Haplustoles tpto árgicos. En los sectores de dominio fluvial tienen lugar entisoles representados por Ustifluventes típicos.

Unidad E: Suelos de la Planicie Aluvial Disectada y Sector del Perilago

La planicie aluvial disectada constituye una zona suavemente ondulada y deprimida ubicada al sureste de la provincia de Tucumán. Esta área se caracteriza por una dinámica fluvial muy activa y la presencia de planos anegables y sectores salinizados asociados a los mismos que actúan como limitantes para el uso de los suelos de la región.

La marcada variabilidad edáfica que se evidencia en este sector, como consecuencia de la confluencia de distintos procesos geomorfológicos que tienen lugar, ha llevado a la necesidad de dividir al sector en tres zonas principales, en base a las características morfológicas y edafológicas que predominan en cada una de ellas y que son: zona de interfluvios, zona anegables y zonas salinizadas.

Zonas de Interfluvios

Los suelos de esta zona se desarrollan en los planos interfluviales ubicados hacia el oeste de la planicie aluvial disectada. Constituye un área sin déficit hídrico marcado y en donde el cultivo es factible con prácticas adecuadas para evitar la erosión.

Taxonómicamente los suelos del área pertenecen al orden Molisol, con un régimen de humedad ústico, observándose Haplustoles típicos, Haplustoles fluvénticos y Haplustoles cumúlicos.

Los Hasplustoles típicos presentan una secuencia de horizontes del tipo A-Bk-Ck. Tienen epipedón mólico y horizonte subsuperficial cambico, con carbonatos libres que se manifiestan por lo general a partir de los 50 cm de profundidad. Están desarrollados sobre material loésico en sectores no inundables.

Los Haplustoles fluventicos suelen desarrollarse en las zonas cercanas a las fajas fluviales que atraviesan la planicie aluvial disectada y en pequeños cauces que surcan los planos interfluviales.

En el caso de los Haplustoles cumúlicos, tienen lugar en zonas bajas en donde reciben el aporte de materiales finos al perfil.

Zonas Anegables

Son zonas bajas e inundables, que pueden quedar anegadas como consecuencia del desborde de los ríos, por agua pluvial o por ascenso de la napa freática.

Aquellos sectores que se inundan por desbordamiento de los ríos o por acumulación del agua pluvial en sitios deprimidos, suelen evidenciar anegamientos transitorios que se corresponden con la época estival de máxima precipitación.

En el caso de las áreas inundables por ascenso de las napas freáticas, proceso que tiene lugar en los sectores del perilago del embalse Río Hondo como consecuencia del cambio de nivel de base que experimentan los ríos, el anegamiento suele extenderse en el tiempo y en algunos casos llega a ser permanente.

Los suelos presentes en la zona responden a dos órdenes principales Alfisoles y Molisoles.

Los Alfisoles se caracterizan por presentar un epipedón ócrico demasiado claro para ser un mólico y un horizonte subsuperficial argílico con secuencias de tipo A-Btg-Cg o A-Bt-C (ver foto n°4). Dentro de los alfisoles tienen lugar Haplustalfes típicos y Natracualfes típicos. Se ubican en las planicies de derrame fluvial y en zonas de depresiones plano cóncavas. En el caso de los Natracualfes típicos suelen evidenciar signos de hidromorfismo debido a la presencia de la capa freática casi superficial.

Los molisoles se encuentran representados por Argiustoles ácuicos y Haplustoles ácuicos, que son suelos con marcados problemas de hidromorfismo producto del exceso de agua dentro del perfil durante largos periodos de tiempo. Tienen lugar en los sectores más deprimidos cercanos al embalse Río Hondo.

Zonas Salinizadas

Constituyen áreas con altos contenidos salinos ubicadas dentro de zonas anegables, de marcado déficit hídrico (9 meses al año) y caracterizadas por la presencia de eflorescencias salinas en superficie (ver fotos 5 y 6). La salinización de los suelos se produce principalmente de dos formas:

- Salinización vinculada a la elevación de la napa freática salino-alkalina en zonas deprimidas. Este proceso se ve favorecido por la presencia del embalse Río Hondo que genera un cambio en el nivel de base de los cursos fluviales.
- Acumulación de las sales por evaporación del agua presente en planos anegables de relieve plano-cóncavo. El origen de la inundación de estas áreas puede ser fluvial o pluvial. Tienen lugar en planicies de derrame fluvial o en zonas bajas de la provincia de Santiago del Estero.

En estas zonas se encuentran suelos pertenecientes a los ordenes alfisoles y molisoles. Dentro de los alfisoles se encuentran Haplustalfes típicos salinos y Natrustalfes salídicos. Estos últimos presentan un epipedón ócrico y horizonte subsuperficial nátrico con abundancia de sales solubles. La permeabilidad de estos suelos suele ser muy baja, lo que provoca excesiva retención de humedad y signos de hidromorfismo.

Los molisoles están representados por Haplustoles salídicos que se caracterizan por presentar un epipedón mólico y un horizonte subsuperficial sálico dentro de los primeros 75 cm de profundidad del perfil.

Unidad F: Suelos de la Planicie Loésica

Esta unidad abarca el sector oriental de la Carta y la región sudeste de la provincia de Tucumán. Constituye una extensa planicie que se extiende con una pendiente muy suave hacia el NE, presentando una serie de lomadas conformadas por un núcleo terciario y cubiertas por depósitos loésicos de espesor variable.

En esta región las precipitaciones rondan los 500 mm, observándose una disminución de las mismas hacia el sector NO caracterizado por un muy marcado déficit hídrico que determina la formación de salinas como el salitral "El Tronquito".

Esta unidad fue dividida en dos sectores, el sector del sudeste tucumano y el sector santiagueño.

Sector del Sudeste Tucumano

Es un sector de planicie conformado por la acumulación irregular y discontinua de sedimentos loésicos sobre materiales aluviales finos. Los suelos de este sector se encuentran influenciados por un lado por el aporte aluvial de pequeños cursos de agua que descienden de la Sierra de Guasayan y del sector serrano del norte de Catamarca y por el otro por la presencia del embalse Río Hondo ubicado inmediatamente al norte.

En este sector predominan los Molisoles con un régimen de humedad ústico, representados por Haplustoles údicos y Haplustoles tpto árgicos. En las zonas de influencia de los cursos fluviales se observan Haplustoles fluvénticos y entisoles que responden a Ustifluventes típicos.

En sectores inundables cercanos al embalse Río Hondo pueden tener lugar suelos con altos contenidos salinos y con rasgos de hidromorfismo en el perfil, que responden a Natracualfes típicos, pertenecientes al orden Alfisol.

Sector Santiagueño

Los suelos de este sector presentan un desarrollo incipiente y son poco profundos, con perfiles del tipo A-AC-C que responden a Haplustoles típicos y Haplustoles énticos pertenecientes al orden Molisol.

En sectores de acumulación de material pedregoso pueden observarse entisoles que responden a Utortentes típicos con secuencias de tipo A-C.

Unidad G: Suelos de la Sierra de Guasayán

Los suelos de esta unidad se desarrollan sobre materiales pertenecientes al basamento cristalino que conforman el núcleo de la sierra y sobre depósitos yesíferos adosados a la misma. Estos últimos suelen conformar lomadas relicticas que se disponen en forma irregular en la cercanías de la sierra y que se encuentran parcialmente cubiertas por sedimentos loésicos.

En este sector se encuentran suelos pertenecientes al orden Molisol, representado por Haplustoles típicos y Haplustoles údicos. En los sectores que descienden pequeños cauces de la sierra tienen lugar entisoles que responden a Ustifluventes típicos y Ustortentes típicos.

Unidad H: Suelos Ubicados en las Fajas Fluviales

Dentro de esta unidad se agruparon a los suelos que se desarrollan en las zonas de divagación fluvial (actual y/o pasada) de los principales ríos de la Carta y que responden a planicies de inundación, terrazas fluviales y paleocauces.

Los suelos de este sector evidencian los ciclos o pulsos de aluvionamiento estacional representados por discontinuidades dentro de los perfiles que responden a distintas capas aluviales de mayor o menor energía de transporte. Las secuencias de horizontes que suelen presentar responden a perfiles A-C-2C-3C

Taxonómicamente son suelos clasificados como Haplustoles fluvénticos (orden Molisol) y Ustifluventes típicos (orden Entisol). En las zonas de piedemonte pueden observarse Hapludoles énticos (orden Molisol).



Foto N° 3: Perfil típico de un Inceptisol de la zona montañosa húmeda



Foto N° 4: Alfisol ubicado en la zona de Monteagudo

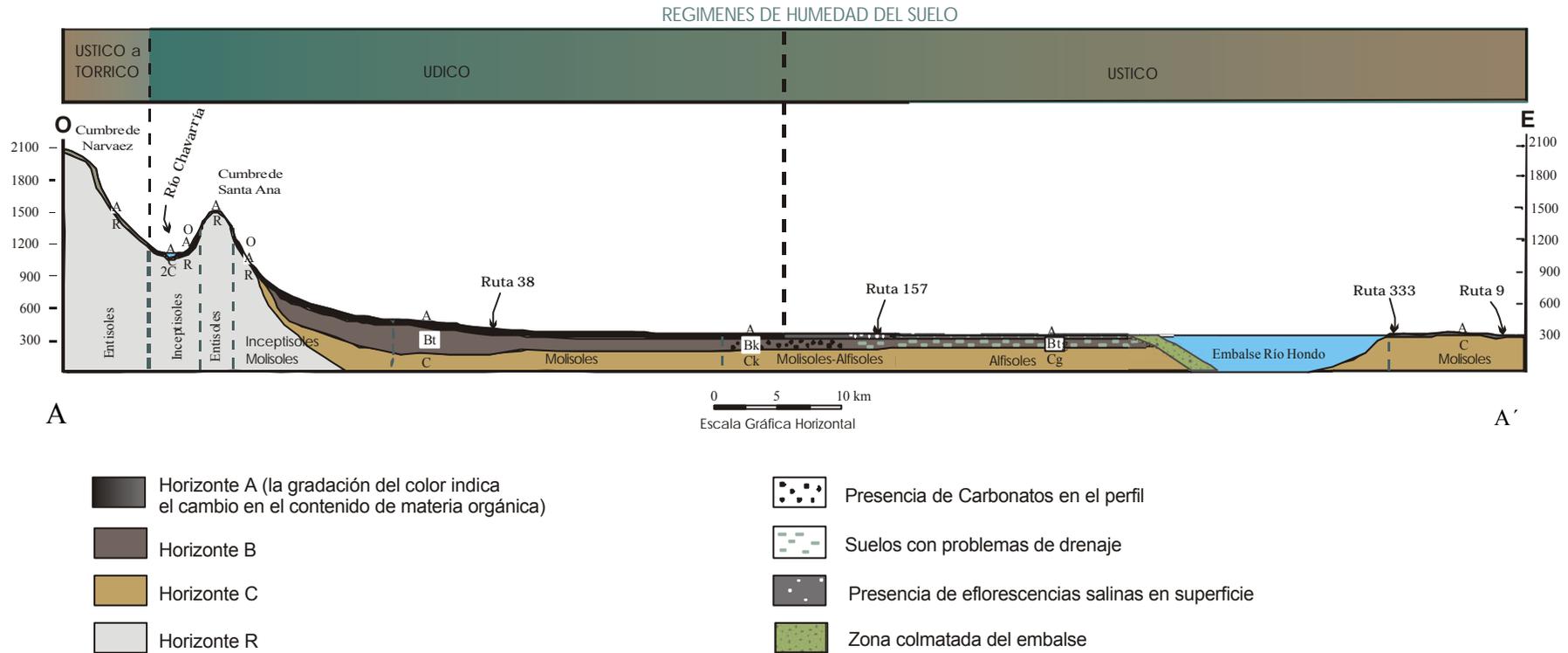


Figura 5: Perfil esquemático en sentido O-E, donde se observan la variación de los ordenes taxonómicos dominantes y las características principales de los perfiles. Los espesores de los horizontes se encuentran exagerados con el fin de representar en forma clara el grado de evolución de los suelos.



Foto N° 5: Eflorescencias salinas en suelos de la localidad de Atahona



Foto N° 6: Eflorescencias salinas en suelos de Niogasta

MAPA CLIMÁTICO

Introducción

La importancia del clima es tan elevada y alcanza a tantos aspectos de la vida humana, que su consideración resulta imprescindible en los estudios del medio físico, ya que controla en alto grado el tipo de suelo, la vegetación y los procesos geomorfológicos activos, e influye, por lo tanto, en la utilización del territorio.

Dentro del complejo conjunto de fenómenos, procesos y caracteres que definen el clima, se trabajó con aquellos que presentan una importancia más directa en los estudios ambientales, entre los cuales sobresalen la precipitación atmosférica, la temperatura del aire, los tipos climáticos que caracterizan a cada sector y el régimen de vientos.

Lamentablemente la provincia de Tucumán no cuenta con una red extensa ni un programa ordenado para la adquisición de datos climáticos. Muchas de las estaciones meteorológicas han dejado de funcionar, dejando un gran vacío de información en los últimos años. Otra particularidad es que los datos existentes, están muy dispersos ya que son tomados por diferentes organismos como el INTA, la estación experimental Obispo Colombres, el Servicio Meteorológico Nacional o la Universidad Nacional de Tucumán.

Los valores de precipitación utilizados en este trabajo corresponden a las medias mensuales registradas durante el período 1941 - 1990 en estaciones meteorológicas ubicadas dentro del área que cubre la Carta y en sus adyacencias y que fueron publicadas por Bianchi y Yáñez (1992). El cuadro N°7 muestra las principales características de las estaciones meteorológicas consultadas.

En general, la mayoría de las estaciones presentan registros completos a partir del año 1934 hasta el año 1990 salvo en sectores como el montañoso cuyos registros comenzaron recién a principios de la década del 70 y de los cuales se tomaron solo algunos para indicar su valor dentro del mapa. De acuerdo a la distribución de las estaciones, existe una importante carencia de datos en el sector este del área de estudio.

Las líneas de isoyetas medias anuales y de isotermas medias anuales fueron trazadas en base a los datos antes mencionados y cotejados con los trabajos publicados por Minetti (1999) y Torres Bruchmann (1976).

Tipos Climáticos

El clima dentro de la región cubierta por la Carta se encuentra influenciado principalmente por el marcado gradiente altitudinal de las zonas montañosas del oeste tucumano. De esta manera, y de forma general, a primera vista se diferencia un sector oriental cálido y seco que caracteriza a la planicie loesica con precipitaciones inferiores a 600 mm, y un sector occidental templado y húmedo con precipitaciones que llegan al orden de los 2000 mm anuales. Este fenómeno es debido a que el relieve serrano actúa como barrera orográfica frente a los vientos cálidos y húmedos de la época estival, que provienen desde el anticiclón del

Atlántico, provocando su ascenso, enfriamiento y posterior condensación y precipitación en la región montañosa.

Los principales tipos climáticos que tienen lugar en el área de estudio son: BS, Cw y EB, que corresponden a climas de estepa, cálidos templados con invierno seco y clima seco de alta montaña respectivamente.

En el ambiente de llanura se presentan dos tipos principales: BShaw en el sector oriental de la planicie aluvial y en las planicies aluvial disectada y loesica (ver mapa geomorfológico) y Cwa en el sector oeste de la planicie aluvial.

El tipo BShaw responde a un clima estépico-caliente con veranos cálidos e inviernos secos que predomina en la franja ubicada entre las isoyetas de 500 a 700 mm. Zuccardi y Fadda (1972), diferencian dos subtipos, uno más húmedo coincidente con la llanura central (equivalente a la planicie aluvial del mapa geomorfológico de la Carta) que se ubica entre las isoyetas de 600 y 750 mm y otro seco coincidente con la llanura oriental (equivalente a la planicie aluvial disectada y parte de la planicie loesica), ubicada al este de la isoyeta de 600 mm.

Hacia el oeste de la isoyeta de 700 mm comienza la transición del tipo climático BShaw a Cwa, coincidiendo con el pasaje del ambiente de llanura al ambiente pedemontano. El tipo Cwa responde a un clima templado-cálido húmedo, con veranos cálidos e inviernos secos. Dentro de este último tipo climático se diferenciaron dos zonas: un sector que corresponde al sector occidental de la planicie aluvial y parte oriental del piedemonte, que responde a un subtipo Cwah (Temp. Media Anual $> 18^{\circ}$ y mes más frío $< 18^{\circ}$); y un sector que se ubica dentro del sector pedemontano caracterizado por un subtipo Cwak (Temp. Media Anual $< 18^{\circ}$ y mes más caluroso $> 18^{\circ}$).

A medida que se avanza hacia el oeste el tipo climático Cwa pasa paulatinamente a un Cwb, que es el tipo climático predominante en la ladera oriental de la Sierra del Aconquija y en las Sierras del Sudoeste tucumano. El tipo Cwb constituye un clima templado húmedo con veranos templados e inviernos secos.

La diferencia entre ambos tipos, que se representa con las letras minúsculas a y b, está dada en relación a la temperatura del mes más cálido. Cuando la temperatura del mes más cálido es superior a 22° C son del tipo a, caso contrario pertenecen al tipo b.

A su vez, dentro del tipo Cwb están representados en el ámbito de la Carta, dos subtipos: Cwbk (Temp. Media Anual $< 18^{\circ}$ y mes más caluroso $> 18^{\circ}$) que predomina en las laderas orientales de las sierras hasta aproximadamente los 800 msnm y Cwbk' (Temp. Media Anual $< 18^{\circ}$ y mes más caluroso $< 18^{\circ}$), que predomina en sectores serranos más altos hasta aproximadamente los 2.000 msnm.

En las zonas de los valles intermontanos ubicados al SO de la Carta (valles de Singuil, El Bolsón y Balcozna) predomina el tipo climático BSkbw, estépico-frío con veranos templados e inviernos secos.

Finalmente en los sectores cumbresales de la Sierra del Aconquija y en sectores restringidos de la Sierra de Humaya, en los ángulos NO y SO de la carta, predomina el tipo EB

caracterizado por ser un clima seco y frío de alta montaña. El pasaje del tipo Cw al tipo EB está dado por la isoterma de los 10° C para el mes más cálido.

Temperaturas

La distribución de las temperaturas en el ámbito de la Carta presenta un marcado patrón descendente en sentido este-oeste, debido al control que sobre las mismas ejercen las cadenas montañosas ubicadas al oeste. Por otro lado dentro del mismo sector montañoso también se observan fluctuaciones como consecuencia directa de las diferencias de altura y de la orientación de las distintas unidades orográficas con respecto a la circulación general del aire.

En la zona de llanura, las temperaturas medias anuales oscilan entre 18 y 20° C pudiéndose registrar valores mayores hacia la provincia de Santiago del Estero. En verano, la temperatura media registra valores entre 24 y 27° C y en invierno oscila entre los 10 y 13° C.

En las zonas montañosas los registros térmicos están directamente relacionados con la altitud. Así en las sierras del SO y en sectores bajos de la ladera oriental de la Sierra del Aconquija, se observan valores que oscilan entre 12 y 17° C, mientras que en los sectores más altos de la Sierra del Aconquija oscilan entre 8 y 10° C.

Otro aspecto a tener en cuenta particularmente en las zonas de alta montaña y en los valles intermontanos, son la generación de vientos térmicos locales, fríos y descendentes por la tarde y noche y cálidos y ascendentes al mediodía (Sesma et al., 1998).

Precipitaciones

El régimen de precipitaciones del sector de la Carta, se caracteriza por una marcada estacionalidad de las lluvias, registrándose la mayor parte de ellas en el período que abarca entre los meses de Diciembre a Marzo.

En el sector de llanura, se observa un sector oriental muy seco con precipitaciones medias anuales inferiores a 500 mm, el cual pasa en forma gradual hacia la llanura tucumana con valores que oscilan entre los 600 y 800 mm anuales.

Más hacia el oeste se observa el sector pedemontano y parte de las laderas orientales del sector serrano, cuyas precipitaciones medias anuales oscilan entre 800 y 1100 mm.

El sector montañoso puede ser dividido en forma general en 2 grandes áreas: un área ubicada al norte del embalse Escaba, que abarca las laderas orientales de la Sierra del Aconquija y parte de las Sierras del SO (Cumbres de Santa Ana), cuyas precipitaciones medias anuales oscilan entre los 1.000 y 1.200 mm, pudiéndose alcanzar en el sector de Cochuna precipitaciones del orden de los 2000 mm anuales; y un área ubicada al SO del embalse Escaba, que incluye a una serie de valles intermontanos de altura (valles de Singuil, El Bolsón y Balcozna) con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 600 y 700 mm.

Respecto al tipo de precipitaciones, las mismas presentan marcadas diferencias según la estación. Así, mientras en invierno las lluvias tienen características de lloviznas persistente de poco milimetraje y en general favorables para el suelo, en verano adquieren características de

tormentas de gran intensidad, pudiéndose registrar más de 100 mm en un solo episodio. Estas lluvias suelen tener una influencia nociva en aquellos suelos desprovistos de vegetación, en donde la energía de la precipitación pueden desencadenar serios procesos erosivos (Sesma et al., 1998).

Las relación entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial determinan si el balance hídrico de un sector es positivo o negativo. De esta forma, en el sector oriental de la Carta se observan precipitaciones del orden de los 500 a 600 mm anuales y la evapotranspiración potencial es de unos 950 mm anuales, lo que genera un marcado déficit hídrico del orden de los 300 mm anuales.

Más hacia el oeste, en el sector de la planicie aluvial disectada, donde se observan precipitaciones medias anuales del orden de los 700 mm, se registra una evapotranspiración potencial de 900 mm por lo que el déficit hídrico alcanza los 200 mm.

De esta forma el balance hídrico negativo va decreciendo en sentido este-oeste hasta hacerse positivo en la zona oeste de la planicie aluvial y en el sector pedemontano en donde las precipitaciones medias anuales pueden alcanzar los 1000 mm y la evapotranspiración potencial es de 850 mm aproximadamente.

Régimen de Vientos

El régimen de vientos del área se encuentra influenciado por una serie de factores como ser el movimiento de los anticiclones del Atlántico y del Pacífico, la presencia de sistemas béricos continentales y la orografía de la zona.

Durante la época estival, existe un predominio de los vientos provenientes del anticiclón del Atlántico. Estos vientos se caracterizan por ser cálidos y húmedos y la dirección con que corren dentro del sector de estudio dependerá de la ubicación de centros de baja presión en la región del noroeste argentino. Cuando el centro de baja presión se ubica al sur de la provincia de Tucumán (provincias de La Rioja, Catamarca y a veces sur de Tucumán) los vientos son atraídos hacia este sistema con dirección general NE-SO y rotando en sentido de las agujas del reloj (ver figura 6). Si el sistema de baja presión se forma en el norte de la provincia de Tucumán (entre Salta y Formosa), prevalecen los vientos que entran a la provincia de Tucumán desde el cuadrante SO.

En la época invernal (meses de Junio, Julio y Agosto), los vientos fríos y secos pueden provenir de un anticiclón continental, que ocupa el centro-norte del país, o a partir de una cuña anticilónica o dorsal que desde el océano Pacífico ingresa al país. En ambos casos, se tratan de vientos con una circulación contraria a las agujas del reloj y que llegan a la región de la Carta desde el Sur o Sureste (ver figura 7). Para Tucumán, en este caso, juega un papel importante la configuración orográfica de la provincia, específicamente la concavidad que se observa al sur de la Sierra del Aconquija. Los vientos llegan y penetran a esta zona, conocida como Bahía de Concepción, desde el SE y son desviados por su configuración en U abierta al este, saliendo como vientos con sentido SO (Bobba de González, 1993).

Soria (1995), describe para la ciudad de San Miguel de Tucumán, ubicada al norte de la Carta, velocidades para los vientos provenientes del sur del orden de 1.38 m/seg, mientras que para los provenientes del sector norte de 1.72 m/seg.

Cuadro 7: Estaciones meteorológicas ubicadas dentro del área de estudio

Localidad	Estación	Precip Media*	Latitud	Longitud	Altitud (m)
Esquina	4021	828	27 02S	65 13W	364
Pala Pala	4022	867	27 04S	65 14W	357
Leales	4023	760	27 12S	65 18W	332
Nva España	4024	788	27 16S	65 14W	309
El Guardamonte	4025	655	27 22S	65 06W	294
La Madrid	4027	642	27 38S	65 15W	289
Monteagudo	4028	606	27 31S	65 16W	297
Atohona	4029	708	27 25S	65 17W	303
Simoca	4030	798	27 16S	65 21W	318
Bella Vista	4031	920	27 02S	65 19W	358
Concepción	4038	1068	27 21S	65 36W	366
Río Seco	4039	1151	27 16S	65 34W	373
León Rougés	4040	1201	27 13S	65 19W	360
Famaillá	4043	1161	27 03S	65 25W	361
La Encantada	4065	917	27 05S	65 14W	350
Taco Ralo	4026	540	27.51S	65 12W	337
Río Chico	4037	1031	27 21S	65 36W	360
Monteros	4041	1119	27 11S	65 33W	352
Acheral	4042	1182	27 07S	65 28W	357
Padilla	4044	1025	27 02S	65 24W	367
Millan, Domingo	4047	710	27 38S	65 35W	370
Huasa Pampa	4048	649	27 44S	65 35W	443
La Cocha	4049	655	27 47S	65 34W	444
Los Sarmientos	4050	873	27 25S	65 42W	394

* Valores correspondientes a la media del período 1941 – 1990 expresados en mm/año

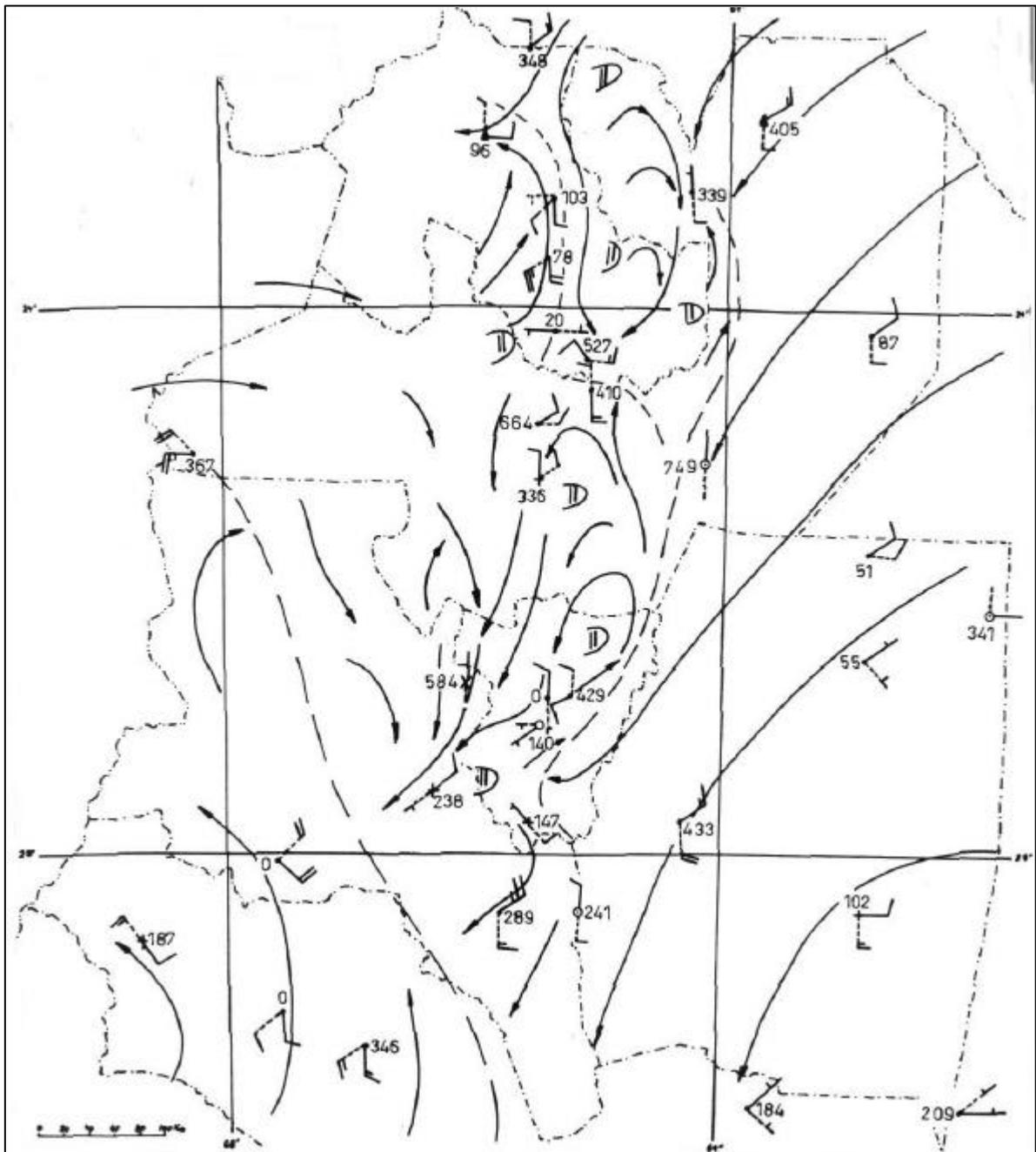


Figura N° 6: Circulación y Flujo Prevalente del Aire en la Región del NOA para el mes de Enero (tomado de Minetti, 1999).

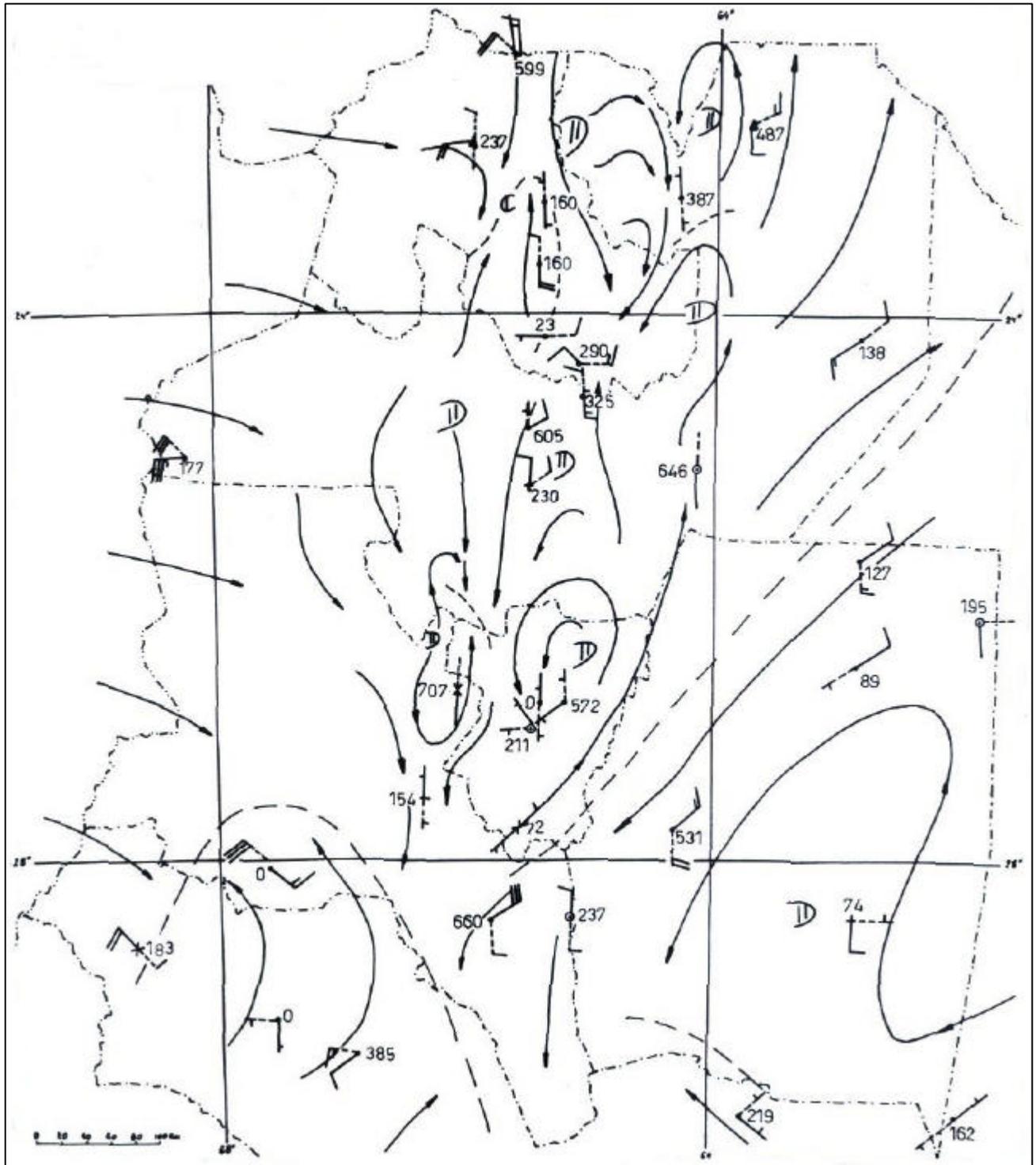


Figura N° 7: Circulación y Flujo Prevalente del Aire en la Región del NOA para el mes de Julio (tomado de Minetti, 1999).

MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Introducción

Entre los recursos con que cuenta la zona de estudio, los recursos hídricos ocupan un lugar destacable por su abundancia. La red hidrográfica es extensa y los volúmenes de agua almacenados en los acuíferos constituyen uno de los reservorios de agua potable más importantes del país.

El colector principal de la cuenca hidrográfica es el Río Salí- Dulce, el cual nace en el extremo norte de la Provincia de Tucumán y al llegar a la Provincia de Santiago del Estero y hasta su desembocadura en la laguna de Mar Chiquita, su nombre cambia al de Río Dulce. En el sector de la hoja Concepción que corresponde a la Provincia de Tucumán el Río Salí recibe numerosos afluentes que descienden desde la Sierra del Aconquija y las sierras del suroeste (ver mapa hidrológico), mientras que en la Provincia de Santiago del Estero, el Río Dulce prácticamente no recibe afluentes.

Gran parte de los recursos hídricos de la región corresponden a aguas subterráneas profundas alojadas en los sedimentos cuaternarios de la extensa llanura aluvial que ocupa todo el centro y este del área de estudio (ver mapa Geomorfológico). Estos recursos son intensamente explotados por medio de perforaciones de más de 100 metros de profundidad, no sólo por los caudales obtenidos, sino además por la buena calidad de las aguas.

A pesar de la abundancia de los recursos hídricos superficiales, la alteración de la calidad del agua producida por las diversas actividades económicas que se desarrollan en la región ha limitado su uso para consumo humano. Por tal motivo, el abastecimiento de agua potable se realiza principalmente por medio de perforaciones profundas y someras distribuidas en todo el sector de estudio. Sin embargo, en algunos casos estas aguas tampoco son aptas para consumo, ya sea porque presentan contaminación bacteriológica o bien porque el contenido de algunos elementos traza de origen natural excede los valores recomendados por los organismos de salud nacionales e internacionales.

En este trabajo se realiza una descripción de las principales características hídricas e hidrogeológicas de la hoja Concepción y se evalúa en detalle la calidad de las aguas y sus principales características químicas.

Recursos Hídricos Superficiales

Uno de los rasgos sobresalientes del área de estudio es su red hidrográfica, una de las más importantes de la región del noroeste y a lo largo de la cual se ha producido el desarrollo económico y cultural de la zona.

El Río Salí surca la región de Norte a Sur, siendo el colector principal de los numerosos ríos que descienden desde las sierras del Aconquija. El río nace en el límite entre las provincias de Salta y Tucumán y en su curso superior hasta el dique Celestino Gelsi, se encuentra encajonado en una falla que corre en sentido N-S. Inmediatamente hacia el Sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán, el río forma un abanico aluvial que se extiende sobre la llanura tucumana, abarcando una superficie de aproximadamente 2000 Km² (Tineo et al 1995). En el tramo que corresponde a esta hoja, el Río Salí tiene una longitud de 72 km desde el paralelo de 27° S hasta su desembocadura en el embalse de Río Hondo.

La longitud de los principales afluentes del Río Salí y la superficie de sus cuencas imbríferas se detalla en el cuadro 8.

Cuadro N° 8: Subcuencas que conforman la cuenca Salí-Dulce en la Hoja Geológica Concepción.

Subcuenca	Longitud del colector principal (Km)	Superficie de la Cuenca (Km ²)	Nº de orden máximo de ríos	Datos de caudal
Colorado-Famaillá	35	163	3	No
Pueblo Viejo-Balderrama	70	1164	5	No
Seco	60	374	3	No
Arroyo	70	279	2	No
Matazambi				
Chico-Medina	105	1088	4	Si
Gastona	105	1253	4	Si
Marapa	78	1549	3	
Arroyo Mixta	53	344	2	Si
Salí	72	6214	5	Si

Con excepción de la subcuenca del Arroyo Mista, las demás son elongadas en sentido Oeste-Este. Todos los ríos presentan sus cabeceras en la ladera oriental de la Sierra del Aconquija y sus caudales están fuertemente influenciados por el régimen de lluvias, siendo máximos durante la época húmeda (Octubre a Marzo) y mínimos en el período seco (Junio a Septiembre).

Caudales

A pesar de ser una región caracterizada por graves problemas de inundaciones y donde la explotación de las aguas superficiales es fundamental para el desarrollo de la agricultura y de las actividades industriales, llama la atención la escasa

preocupación que se ha puesto en obtener datos referidos a las variaciones del caudal en distintos puntos de la cuenca de estos ríos. Las estaciones de aforos en funcionamiento en la actualidad son sólo cinco; todas las demás ubicadas en las cuencas altas de los ríos, dejaron de operar entre los años 1960 y 1970. En el cuadro 9 se indica la ubicación de las estaciones de aforo, el período en el que funcionaron y el valor de los caudales medio, máximo y mínimo de ese período (Dirección Provincial de Irrigación, inédito).

El caudal máximo promedio de los ríos que descienden desde las Sierras del Aconquija es de aproximadamente 26 m³/s y el mínimo 0,37 m³/s. Estos valores son estimativos ya que han sido calculados sobre la base del promedio interanual de caudales máximos y mínimos, que no siempre han sido determinados en un mismo período. Por lo general, los máximos caudales interanuales se registraron entre los meses de Enero y Marzo, mientras que los mínimos, entre Agosto y Noviembre.

Cuadro N° 9: Ubicación, cota y años de registro en las estaciones de aforo del área de estudio.

Estación	Río	Latitud S	Longitud O	cota (msnm)	año de inicio	año de cierre	años de registro
Cabo San Miguel	Del Campo	27°24´	65°59´	1300	1952	1961	10
Los Hornitos *	Cochuna	27°20´	65°55´	1000	1942	1983	40
La Angostura	Conventillo	27°17´	65°43´	350	1943	1961	18
La Junta - L. Ahujones	Horqueta	27°07´	65°47´	1000	1953	1961	9
Las Hachas	Las Cañas	27°21´	65°51´	600	1943	1969	26
Potrero del Clavillo *	Las Cañas	27°24´	65°59´	1300	1943	1994	51
Ruta 307 Km19 *	Los Sosa	27°06´	65°36´	1500	1953	1994	39
Escaba	Marapa	27°40´	65°46´	565	1938	1976	38
Casa de Piedra	Reales	27°05´	65°46´	1150	1951	1962	11
Las Higueras *	Solco	27°18´	65°42´	460	1943	1986	43
Las Higueras *	Membrillo	27°18´	65°42´	450	1948	1986	27
Escaba	Singuil	27°40´	65°46´	600	1938	1957	19
Camas Amontonadas	Arroyo Muerto	27°02´	65°07´	365	1944	1966	12
Los Ahujones	Pueblo Viejo	27°08´	65°46´	1000	1949	1961	8
El Sauce/embalse	Dulce	27°32´	64°51´	272	1925	1980	54
La Escuela	Dulce	27°30´	34°51´	265	1926	1959	32

* Estaciones que permanecen en funcionamiento.

Cuadro N° 9 (continuación): caudales medios, máximos y mínimos registrados en las estaciones de aforos del área de estudio.

Estación	Río	caudal medio anual (Hm ³ /s)	caudal máximo anual (Hm ³ /s)	caudal mínimo anual (Hm ³ /s)
Cabo San Miguel	Del Campo	1,31	1,85	0,68
Los Hornitos	Cochuna	4,19	6,67	1,99
La Angostura	Conventillo	5,85	8,89	2,45
La Junta - L. Ahujones	Horqueta	1,99	2,51	1,40
Las Hachas	Las Cañas	5,28	8,34	2,54
Potrero del Clavillo	Las Cañas	3,44	6,25	1,55
Ruta 307 Km19	Los Sosa	4,95	10,5	1,70
Escaba	Marapa	5,97	11,4	1,21
Casa de Piedra	Reales	2,64	3,81	1,12

Las Higueras	Solco	5,45	8,97	2,07
Las Higueras	Membrillo	1,07	1,62	0,36
Escaba	Singuil	1,74	3,37	0,68
Camas Amontonadas	Arroyo Muerto	0,87	1,99	0,15
Los Ahujones	Pueblo Viejo	5,22	6,66	3,89
El Sauce/embalse	Dulce	84,7	201,00	12,80
La Escuela	Dulce	97,9	254,00	15,30

Calidad y composición química del agua

La extensa red hídrica que se concentra principalmente en el territorio de la Provincia de Tucumán comprendido en esta hoja, es el soporte de toda la actividad socioeconómica de la región. Sus aguas no sólo se utilizan para consumo, riego y uso industrial, sino que además constituyen el medio de evacuación de muchos de los efluentes que todas estas actividades generan. Debido a que la actividad industrial está concentrada en el sector pedemontano y en la llanura, las cabeceras de los principales ríos tienen aguas de buena calidad, mientras que en los sectores próximos a las desembocaduras, la calidad está fuertemente afectada. Sin embargo, el grado de alteración no es constante a lo largo del año como consecuencia de la distribución estacional de las precipitaciones y del carácter también estacional de la actividad industrial.

Muchos organismos realizan muestreos periódicos en puntos críticos de los principales ríos de la cuenca. Entre ellos, el CIQ (Centro de Investigaciones y Transferencia en Química Aplicada), el ILINOA (Instituto de Limnología del NOA) y el INSUE (Instituto Superior de Entomología) de la Universidad Nacional de Tucumán, como así también la Dirección General de Saneamiento Ambiental de la Provincia de Tucumán, cuentan con datos de más de 10 años referidos a los aspectos fisicoquímicos de las aguas de la cuenca central y baja del Río Salí y sus tributarios y de los embalses El Cadillal, Río Hondo y La Angostura. Los estudios comprenden además, aspectos ecológicos de distintas comunidades acuáticas (bacterias, plancton, aves, peces, entre otras) en relación con parámetros fisicoquímicos.

A partir de los datos correspondientes a 10 años de registro realizados por el CIQ, se realizó la clasificación de las aguas de los principales ríos del área de estudio, observándose que las aguas de los ríos Famaillá, Balderrama, Pueblo Viejo, Gastona, Medina, y cuenca baja de los ríos Colorado y Salí, se clasifican como bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas, mientras que las aguas de los ríos Marapa, Gastona y Colorado en su cuenca alta, se clasifican como sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas (Figura 8). Esta clasificación corresponde a los valores promedio del período 1991-2001 para el mes de Agosto. La composición química mayoritaria de estos ríos, correspondiente a la época húmeda, se representó mediante los valores promedio, del mes de diciembre de igual período. En este caso, la clasificación de las aguas de la mayoría de los ríos no sufre modificaciones, con excepción de las aguas de la cuenca baja de los ríos Salí y Colorado, que en época de lluvias se clasifican como sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas (Figura 9).

El pH de todas estas aguas es neutro a ligeramente alcalino, manteniéndose prácticamente constante en todas las épocas del año en un valor promedio de 7,7. La gran mayoría de los ríos del área de estudio presentan mineralización media o débil, y sólo una pequeña proporción presenta mineralización elevada (Padilla Torres et al. 1996). La conductividad muestra importantes variaciones tanto espacial como temporalmente. Las variaciones espaciales se dan a lo largo del curso de los ríos y dependen tanto de la litología de la zona como de la existencia de vertidos de efluentes (Padilla Torres et al. 1996). Las variaciones temporales de conductividad pueden apreciarse entre los períodos húmedos y secos, observándose los máximos valores durante los meses secos (Agosto).

Los valores de mineralización elevados, unidos a las fluctuaciones estacionales, se pueden asociar a distintas acciones de origen antrópico: vertido de residuos industriales sólidos y líquidos sin tratar, liberación de residuos cloacales sin tratamiento, uso de agroquímicos, vertido descontrolado de residuos urbanos, entre otros (Padilla Torres et al. 1996).

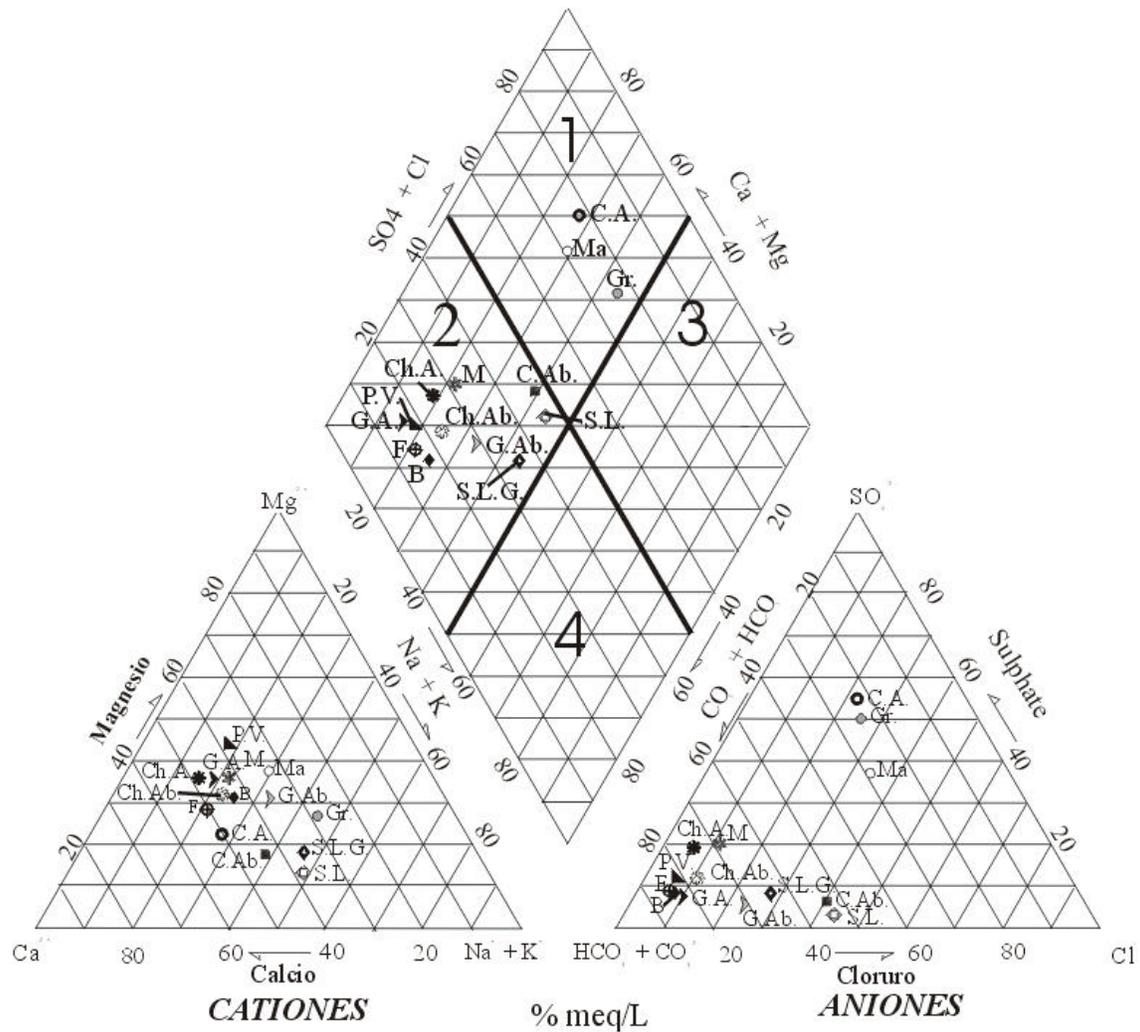


Figura N° 8: Diagrama de Piper que muestra la clasificación de las aguas de los principales ríos de la cuenca de estudio. F: Famaillá; B: Balderrama; C.A: Colorado cuenca alta; C.Ab.: Colorado cuenca baja; P.V: Pueblo Viejo; G.A.: Gastona cuenca alta; G.Ab.: Gastona cuenca baja; M: Medina; Ch.A: Chico cuenca alta; Ch.Ab.: Chico cuenca baja; Ma: Marapa; Gr: Graneros; S.L.: Salí en las proximidades de Leales; S.L.G.: Salí en la localidad de Los Gómez. Los datos corresponden al valor promedio para el mes de Agosto del período 1991-2001. 1. Aguas Bicarbonatadas Cálcidas y/o magnésicas; 2. Aguas Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

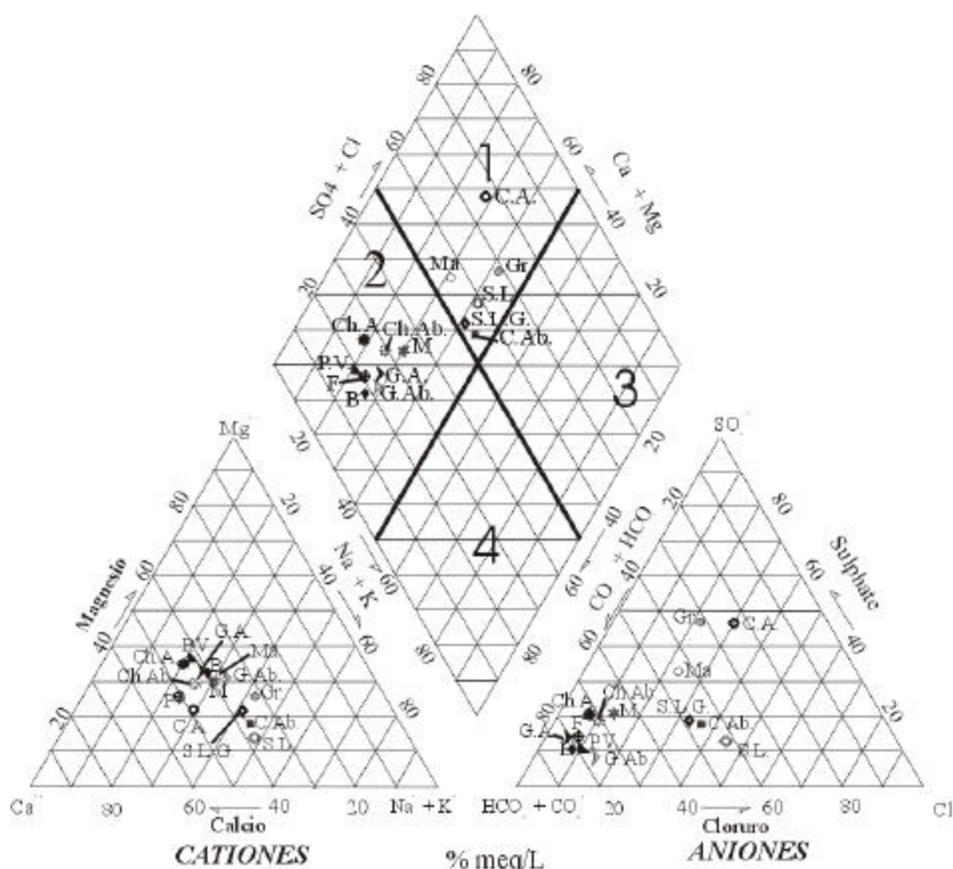


Figura N° 9: Diagrama de Piper que muestra la clasificación de las aguas de los principales ríos de la cuenca de estudio. F: Famaillá; B: Balderrama; P.V: Pueblo Viejo; C.A: Colorado cuenca alta; C.Ab.: Colorado cuenca baja; G.A.: Gastona cuenca alta; G.Ab.: Gastona cuenca baja; M: Medina; Ch.A: Chico cuenca alta; Ch.Ab.: Chico cuenca baja; Ma: Marapa; Gr: Graneros; S.L.: Salí en las proximidades de Leales; S.L.G.: Salí en la localidad de Los Gómez. Los datos corresponden al valor promedio para el mes de Diciembre del período 1991-2001. 1. Aguas Bicarbonatadas Cálcicas y/o magnésicas; 2. Aguas Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

La Figura 10 muestra la variación de uno de los parámetros fisicoquímicos indicador del deterioro de la calidad de las aguas, como es el contenido de oxígeno disuelto (OD). En esta Figura se muestra la variación de OD en 5 puntos de muestreo a lo largo del Río Salí entre el Balneario “El Boyero” al Norte (en el límite con Salta y fuera del área de esta hoja) y la localidad de “Los Gomez” al Sur, (20 km antes de la desembocadura en el embalse de Río Hondo). Se presentan valores promedio de OD correspondientes al período 1998-1999 en época de lluvia (línea azul) y época de sequía (línea roja). En la época de sequía, a partir del punto 3 (Puente Lucas Córdoba), el OD cae a cero, mientras que los promedios para épocas de lluvia muestran valores próximos al valor mínimo de 5 mg/L, compatible con la presencia de peces.

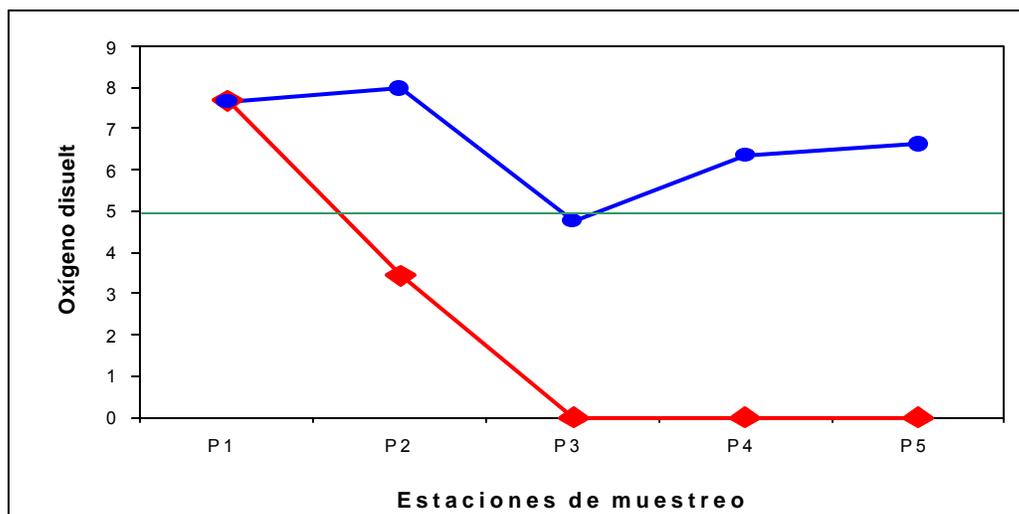


Figura N° 10: Valores promedio de oxígeno Disuelto en el Río Salí. Agosto 1998 a Junio 1999 (● Época de Lluvia, ◆ Época de sequía, — 5 mg/L, valor de referencia)

La evaluación de la calidad de las aguas realizada sobre la base de parámetros fisicoquímicos y biológicos (Domínguez y Fernández, 1998) demostró que ciertas zonas se encuentran fuertemente contaminadas. Por medio de indicadores bióticos, se pudo determinar de una manera económica y rápida el estado de los ríos (Domínguez y Fernández, 1998) y elaborar un mapa de la calidad de sus aguas (Figura 11). En el mapa se puede apreciar la calidad del agua de los ríos, según distintos colores preestablecidos. Como resultado de estos estudios, se puede ver que la contaminación está restringida al eje norte-sur que determina la ruta 9 hacia el norte, y la 38 hacia el sur de la Capital. Si bien las fuentes de contaminación consideradas son de origen industrial y urbano, existen otras asociadas con los fertilizantes y biocidas usados en la agricultura que son de carácter difuso. Esta situación se magnifica en época de invierno-primavera debido al bajo caudal de los ríos y a la coincidencia con el período de zafra de la industria azucarera.

Dentro de las investigaciones realizadas por el ILINOA referente al estado de situación de los embalses, se encontró que el que presenta mayores problemas es el de Río Hondo (Traccana et al. 1999). Entre los resultados más sobresalientes para este embalse, se observó una marcada acumulación de sedimentos, que produce una disminución de su vida útil y baja transparencia. Se observó además aumento de nutrientes, materia orgánica y demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y disminución del OD. Todo esto provoca una alteración en la biota que se manifiesta con la mortandad de peces, cambios de especies, proliferación de bacterias, zooplancton bacteriófago y aparición de algunos organismos tóxicos en grandes cantidades como las cianobacterias (superior a 200.000 ind./L) que son las que producen olores desagradables.

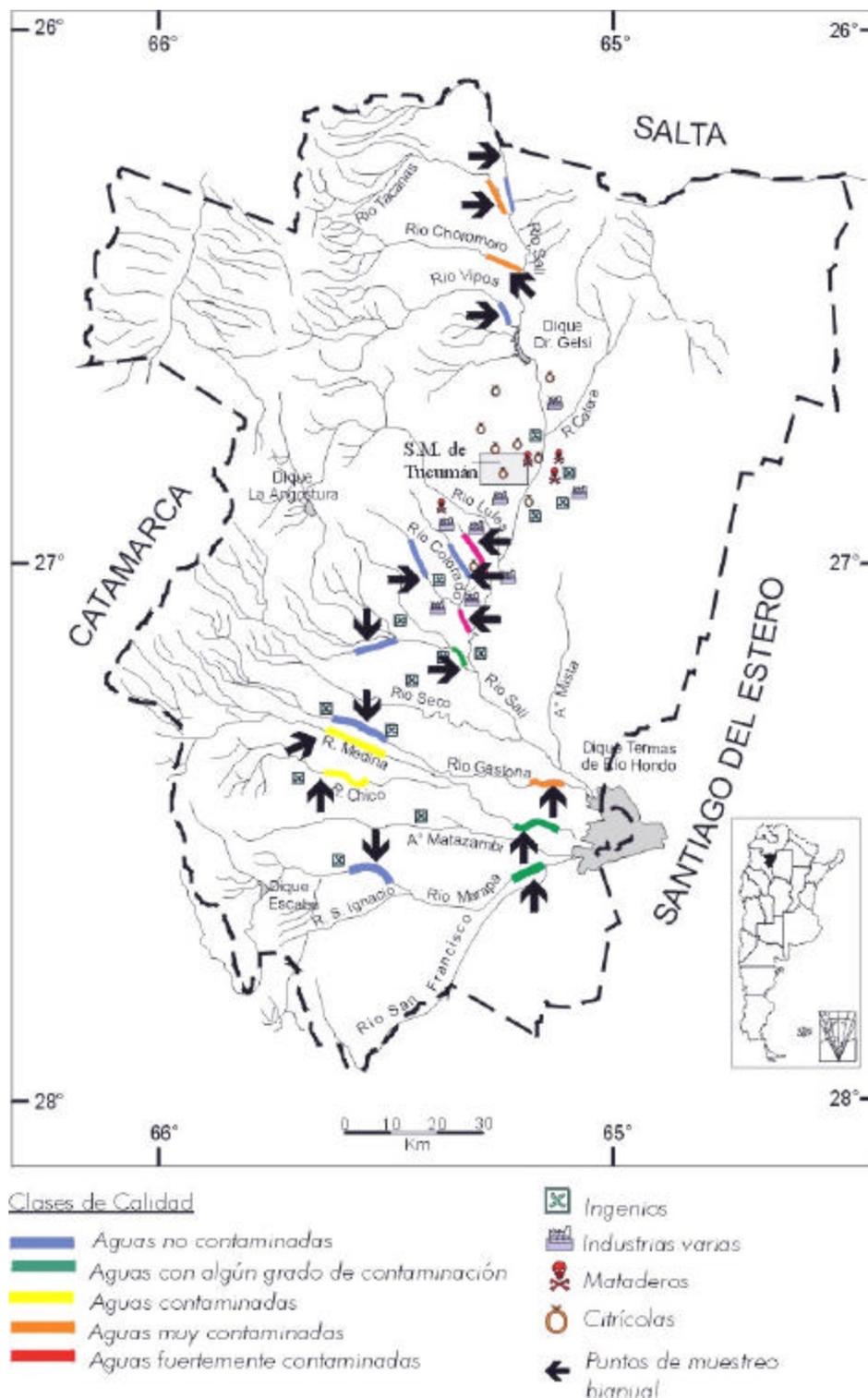


Figura 11: Mapa que muestra la calidad de las aguas superficiales en distintos puntos de los principales ríos de la cuenca del Salí en la Provincia de Tucumán (Modificado de Domínguez y Fernández 1998). Se incluye además la ubicación y descripción de las principales actividades de la zona.

Como conclusión, se puede señalar que la situación de los ríos y el embalse de Río Hondo, en lo que respecta a una evaluación de su calidad, es en general preocupante. La materia orgánica volcada a los ríos y arroyos, llega indefectiblemente al embalse. Sin embargo, mientras que la caída de los valores de OD en los periodos de sequía, puede ser revertida en los ríos, debido a las lluvias estivales, no se observa una dinámica de recuperación semejante en el embalse, debido al tiempo de residencia mayor de las aguas en este último.

Infraestructura hídrica

La mayoría de las obras hídricas realizadas en este sector están destinadas a la distribución de agua para riego y uso industrial. Los diques y embalses cumplen con la doble función de almacenamiento y control de la escorrentía. Sólo el dique de Río Hondo, produce además energía hidroeléctrica.

El agua en muchos de los ríos de este sector es derivada por medio de canales para su utilización en riego o la industria. Taboada (1989) realiza una descripción detallada de los principales canales que derivan el agua de los ríos de la Provincia de Tucumán, indicando en algunos casos caudales, características constructivas y superficie regada. El control sobre los caudales derivados por medio de los canales debe ser riguroso, sobre todo durante la época de estiaje, cuando los caudales disminuyen notoriamente y la demanda aumenta. La Dirección de Irrigación de la Provincia de Tucumán lleva un registro pormenorizado de las obras de derivación existentes, como así también de los volúmenes extraídos.

La alternancia de períodos muy húmedos con épocas donde las precipitaciones son muy escasas ha creado la necesidad de almacenar el agua, no sólo para el abastecimiento durante los meses secos, sino además para controlar el escurrimiento durante el período húmedo. A tal efecto, se construyeron algunos diques y embalses, cuyas características se indican en el cuadro 10.

Recursos Hídricos Subterráneos

La extensa llanura aluvial que abarca todo el sector centro-oriental de la carta, alberga recursos hídricos subterráneos de gran importancia no sólo por el volumen de agua almacenado, sino por la calidad de sus aguas, que constituyen la única fuente de provisión de agua potable en gran parte de este vasto sector. Además existen numerosas captaciones que proporcionan agua para riego y para uso industrial, conformando una extensa red de más de 1000 pozos profundos.

Los pozos de más de 100 metros de profundidad que se encuentran en el sector central de la hoja muestran niveles de surgencia que convierten a la zona en una de las cuencas artesianas más importantes del país (Vilela 1970).

En la provincia de Tucumán, la cuenca hidrogeológica en este sector se ha denominado Cuenca del Río Salí (Tineo et al. 1984, 1998), mientras que en la Provincia de Santiago del Estero, este ambiente hidrogeológico se denomina Borde distal del abanico aluvial de las Sierras del Aconquija (área de Termas de Río Hondo) (Martín 1999). En las inmediaciones de la ciudad de Termas de Río Hondo, sin

embargo, el reservorio hídrico subterráneo es quizás independiente del que existe en la llanura tucumana debido a las características litológicas y estructurales de ese sector (Martín 1999).

Cuadro N° 10: Características generales de los diques y embalses construidos en el área de estudio (Tomado de Taboada, 1989).

Río	Localidad	Fecha de construcción	Capacidad (Hm ³)	Superficie (Has)	Estado	Tipo
Medina	Villa Lola	1939	10*		regular	Nivelador
Medina	El Rincón	1916			bueno	Nivelador
Chico	El Saltón				bueno	Nivelador
Gastona	Santa Isabel	1951	10*		bueno	Nivelador
Gastona	El Molino	1939	8*		No opera	Nivelador
Chavarría y Singuil	Escaba	1953	138	541	bueno	Embalse
Tafí	La Angostura				regular	Embalse
Marapa	Barituana	1957	0.5*		colmatado	Compensador
Marapa	El Badén	1915	6*		bueno	Nivelador
Salí	San Carlos		5*		Destruído	Nivelador
Salí	Termas de Río Hondo		1050	35676	Bueno	Embalse
San Ignacio	Los Pizarros	1932	2.5*		Bueno	Nivelador
San Francisco	Rumi Punco	1963	0,14		Bueno	Embalse
San Francisco	Dique N°1					
San Francisco	Rumi Punco	1963			bueno	Nivelador
San Francisco	Dique N°2					

* caudal de dique derivador en m³/seg

Acuíferos

El acuífero libre

La profundidad del acuífero freático es variable en la zona. En las proximidades de las Sierras del Aconquija se encuentra a profundidades comprendidas entre los 20 y 30 metros y sus espesores son variables (Tineo y García 1996). En ambos márgenes del Río Salí, la profundidad de la freática varía entre los 0,50 y 1,80 metros (Figueroa et al. 1996), y hacia el este la profundidad aumenta hasta alcanzar valores de hasta 30 metros en las inmediaciones del límite con la provincia de Santiago del Estero. Hacia el sur, la profundidad de la freática puede oscilar entre los 30 y 100 cm. Estas oscilaciones son las responsables de la salinización que afecta los suelos en esa zona. En el extremo Noreste del área de surgencia, la freática tiene una profundidad de aproximadamente 9 metros, aunque existen niveles saturados a unos 50 cm de profundidad en los alrededores de Estación Aráoz. Estos últimos sólo se forman en las épocas de intensas lluvias y producen enormes daños a los cultivos de la zona. Figueroa et al. (1996) concluyen que la recarga de la freática en la llanura tucumana está asociada directamente con las precipitaciones.

En gran parte del área de estudio, el acuífero freático es ampliamente explotado en perforaciones domésticas que suplen la falta de una red de distribución de agua potable. Estos pozos funcionan con pequeñas bombas manuales y tienen diámetros de aproximadamente 50 cm. Los pozos freáticos del noreste funcionan por lo general con baldes o pequeñas bombas eléctricas, tienen un diámetro de 1 metro aproximadamente y por lo general se encuentran abiertos o protegidos con tapas precarias. Hacia el este y sureste, por el contrario, estas perforaciones someras prácticamente no existen como consecuencia de la gran profundidad a la que se encuentra la freática. En estos casos es más común que la comuna o el particular construya un pozo profundo que abastezca tanto las necesidades de uso doméstico como de riego.

Acuíferos confinados y semiconfinados

La sedimentación cuaternaria en este sector de la llanura corresponde a un proceso fluvial con una dinámica divagante de períodos de fuerte erosión y arrastre que alternaron con períodos de menor energía y sedimentación. Las descripciones litológicas de los pozos muestran claramente este proceso, el cual se ha manifestado mediante la presencia de niveles de grava y arena gruesa (períodos de elevada energía) alternantes con niveles arcillosos y limoarcillosos (períodos de baja energía). Los niveles gravosos y arenosos se encuentran saturados, formando acuíferos limitados por capas limoarcillosas semipermeables que se van alternando en profundidad y que van gradando lateralmente hacia el este a facies de granulometría más finas. Los perfiles litológicos de las *Figuras 12 y 13* corresponden a un esquema de una sección Este-Oeste y Norte-Sur respectivamente de un sector del área de estudio.

El pozo de mayor profundidad en el perfil de la *Figura 12* atraviesa nueve niveles saturados en el intervalo comprendido entre los 45 y 255 metros de profundidad. El nivel saturado más profundo se desarrolla entre los 250 y 255 metros. En general los pozos de mayor profundidad se encuentran en el límite entre las Provincias de Tucumán y Santiago del Estero, donde el espesor sedimentario es mayor.

La delimitación precisa de los acuíferos cuaternarios y del terciario superior que son explotados en este sector de la cuenca no ha podido definirse aún debido a la heterogeneidad de la secuencia sedimentaria y a los diferentes criterios utilizados en las descripciones litológicas de los pozos.

Los sedimentos gravosos depositados en el valle del río Salí y que tienen un espesor de 150 metros se encuentran completamente saturados. La recarga de este acuífero se da por la infiltración de la lluvia y por la infiltración directa de las aguas del Río Salí. Hacia el este, estos depósitos se interdigitan con el material loessico que cubre la llanura en los primeros 30 metros y con los acuíferos cuaternarios más profundos (ver *Figura 12*). No se conoce cuál es la extensión lateral de esta interconexión.

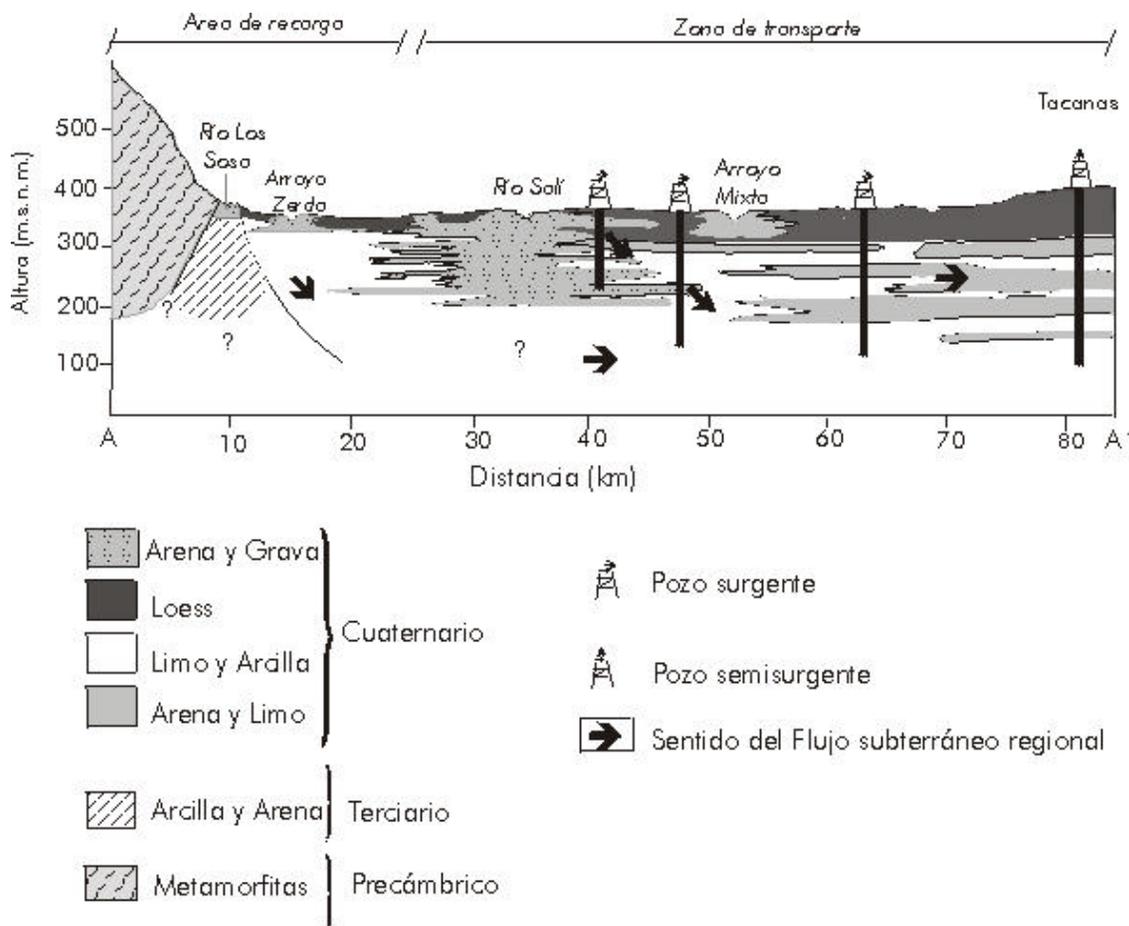


Figura 12: Corte esquemático de la sección A – A' (O – E) cuya orientación se indica en el mapa hidrogeológico.

El material loessico se comporta como una barrera semipermeable que limita la infiltración del agua de lluvia hacia los acuíferos más profundos en la zona central y este del área de estudio.

Los acuíferos desarrollados entre los 30 y los 300 metros de profundidad en las porciones distales de los abanicos aluviales son surgentes y altamente productivos. Estos acuíferos están constituidos por arena gruesa y limo que alternan con paquetes espesos de arcilla y limo. La recarga de estos acuíferos se produce principalmente por la percolación del agua de lluvia a lo largo del área pedemontana de las Sierras del Aconquija y en menor proporción en la zona pedemontana de las Sierras de Medina, ubicada en el norte de la cuenca. La dirección del movimiento regional del agua subterránea es hacia el sureste (ver mapa hidrogeológico). Es posible que parte del agua que recarga estos acuíferos provenga de la infiltración de las aguas del río Salí.

El perfil B-B' (Figura 13) corresponde a un corte de dirección NO-SE del área de estudio. En este caso se puede observar una disminución en la granulometría hacia el sureste como consecuencia de la distribución granulométrica en el abanico aluvial del Río Salí.

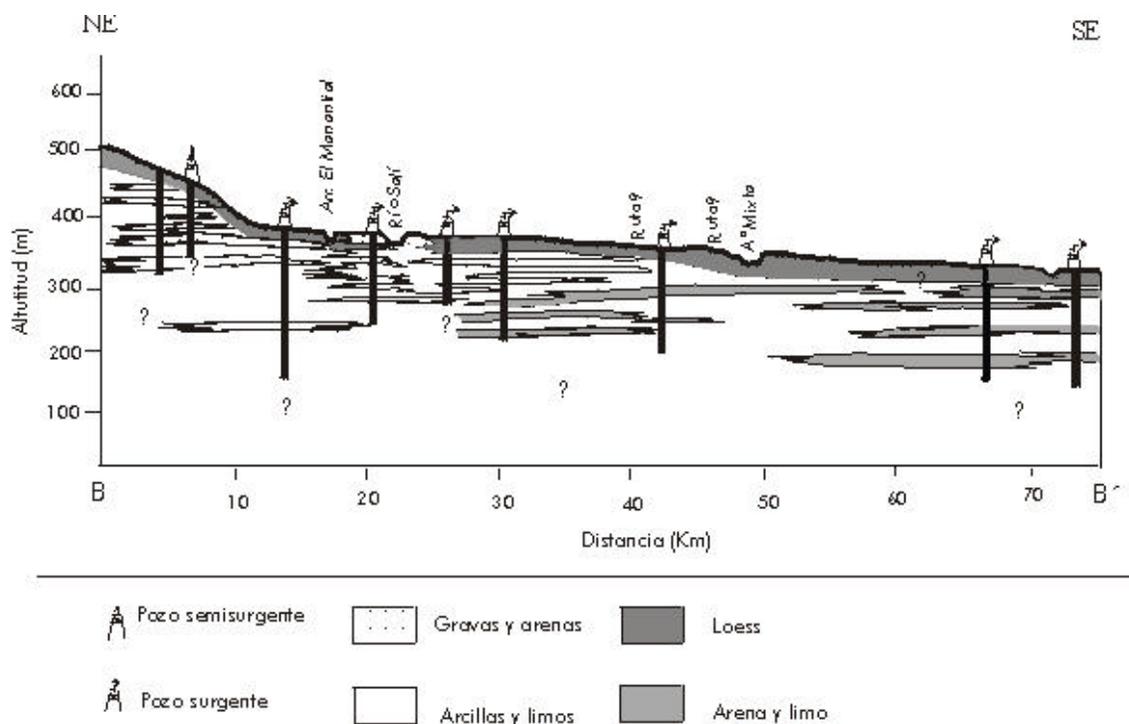


Figura 13: Corte transversal de una sección NO – SE que se extiende desde el flanco oriental de la sierra de San Javier (fuera del área de estudio) hasta las inmediaciones del embalse de Río Hondo.

Parámetros y Características Hidrogeológicas Determinadas en Captaciones

Nivel estático

El nivel estático presenta fluctuaciones debidas a las diferentes profundidades de los pozos. Los valores utilizados en el mapa corresponden a metros bajo boca de pozo (mbbp).

En el mapa hidrogeológico se han representado las curvas isopiezas (líneas que unen puntos de igual nivel estático). La isopieza 0 encierra el área de surgencia. Esta cuenca abarca gran parte de la llanura tucumana, extendiéndose desde las proximidades de la ruta Nacional N°38 hacia el este y sur. El límite oeste se mantiene aproximadamente paralelo a la mencionada ruta y a la Ruta Nacional N°157, aunque presenta importantes desviaciones en las inmediaciones de los ríos Chico y Marapa. El límite norte está dado por el espolón de Tacanas (Tineo et al. 1984) que constituye una divisoria de aguas subterráneas. Sobre esta estructura, los valores estáticos se profundizan notablemente, alcanzando profundidades de hasta -30 m. Hacia la sierra del Aconquija, los niveles estáticos también se profundizan, aunque no tan marcadamente como en este sector.

Al sur del Río Marapa, la presencia de una importante estructura en el subsuelo de la llanura corre el límite del área de surgencia hacia el este, entre las localidades de Lamadrid y Taco Ralo.

Movimiento del agua en subsuelo

El área de recarga de los acuíferos se encuentra en el sector pedemontano, donde los materiales gruesos que constituyen los abanicos aluviales permiten una fácil infiltración del agua de lluvia y de los principales ríos que conforman la cuenca del río Salí.

El sentido del flujo es en general noroeste-sureste en el norte del área de estudio, mientras que hacia el sur el escurrimiento es principalmente oeste-este. En el norte y noreste de la región, de acuerdo con la distribución de las curvas isopiezas, el sentido del flujo es sur-suroeste. Sin embargo, la menor permeabilidad de los materiales presentes en subsuelo y la baja recarga producida por la escasez de precipitaciones, limita la infiltración y el escurrimiento en este sentido.

En el sector sur, la dirección de movimiento del agua cambia manteniendo un sentido noroeste - norte y está controlada por los afloramientos del basamento en las Cumbres de Balcozna, Narváez y Portillo (Tineo *et al.* 1984).

Uso del agua subterránea

Gran parte de las perforaciones realizadas en este sector están destinadas a proporcionar agua para el abastecimiento de la población. Todas las comunas presentan un pozo a partir del cual se distribuye el agua a las viviendas. En los mejores casos, la distribución se hace por medio de una red que se conecta al pozo, aunque en general el pozo se hace en un sector de fácil acceso a fin que los pobladores lleven el agua a sus casas cuando la necesitan. En muchos casos el pozo pertenece a la escuela o el hospital de la comuna.

Por tratarse de un área principalmente agrícola, se han realizado numerosas captaciones a fin de obtener agua para riego. La realización de perforaciones con este fin es una actividad que ha adquirido creciente interés por parte de los productores de la zona como consecuencia de las escasas precipitaciones que se registran fundamentalmente durante los meses de invierno. Por lo general estos pozos se encuentran conectados a sistemas de riego por aspersión, principalmente al norte del área de estudio. También se realizan perforaciones para uso industrial, especialmente a lo largo de las rutas 38 y 157, donde se encuentran emplazadas la mayor parte de las industrias del sector.

Composición química y calidad de las aguas subterráneas

En los últimos años se han realizado muestreos con el objeto de determinar la calidad de las aguas subterráneas en este sector y definir los procesos que son responsables de la composición observada (Nicolli *et al.* 2000, Martín 1999, García M.G. *et al.* 2001, García M.G. 2002).

La variación en la composición iónica de las aguas subterráneas profundas refleja en gran medida, las variaciones litológicas encontradas. De acuerdo con el diagrama de Piper - Hill - Langelier, las aguas subterráneas profundas del área de estudio se clasifican en dos grupos: sulfatadas y/o cloruradas sódicas y bicarbonatadas sódicas (*Figura 14*). Dentro de este último grupo se encuentran las aguas próximas al

río Salí y las ubicadas en los alrededores de la ciudad de Termas de Río Hondo (representado en círculos verdes), mientras que al primero pertenecen el resto de las muestras. Analizando la distribución de los puntos en el campo de las aguas sulfatadas y/o cloruradas sódicas, se observa que las muestras tomadas en sectores más próximos al área de recarga (triángulos rojos) se agrupan en el límite con el campo de aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas, mientras que las restantes (cuadrados azules) se aproximan hacia el extremo sódico. Esta evolución resulta normal para aguas naturales.

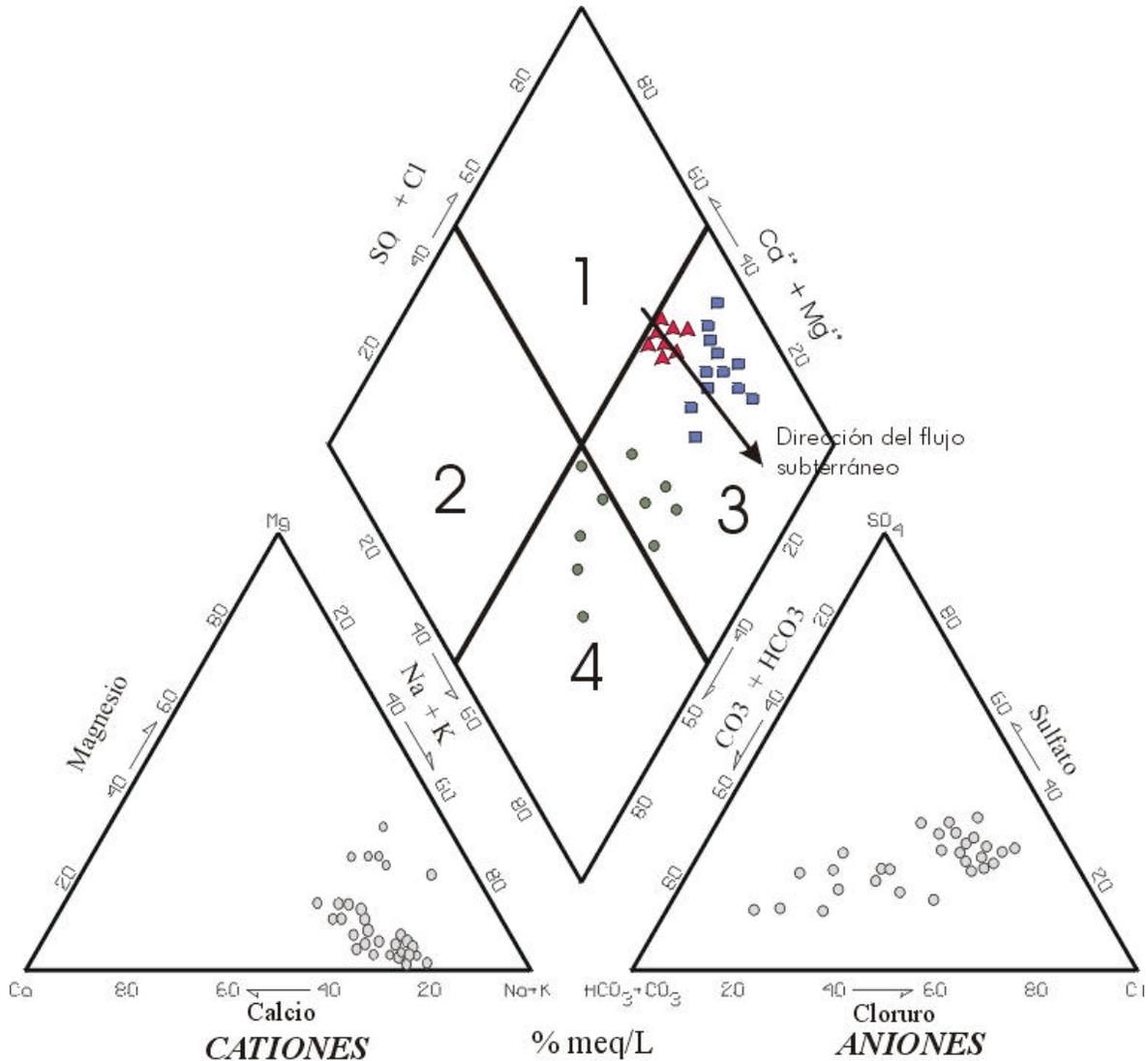
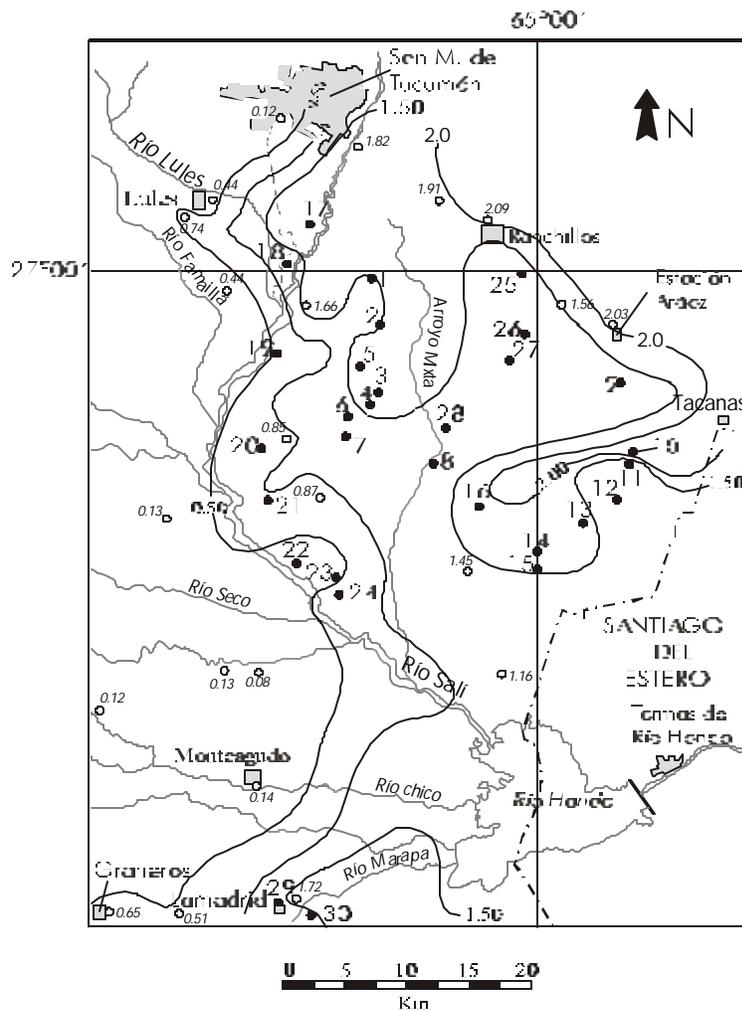


Figura 14: Diagrama de Piper que muestra la clasificación de las aguas subterráneas profundas del área de estudio. 1. Aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas; 2. Aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas; 3. Aguas sulfatadas y/o cloruradas sódicas; 4. Aguas bicarbonatadas sódicas.

La distribución espacial de los elementos mayoritarios en las aguas subterráneas profundas del área de estudio presenta una tendencia definida que se representa en los mapas de líneas de isoconcentración de las Figuras 15, 16, 17, 18 y 19.

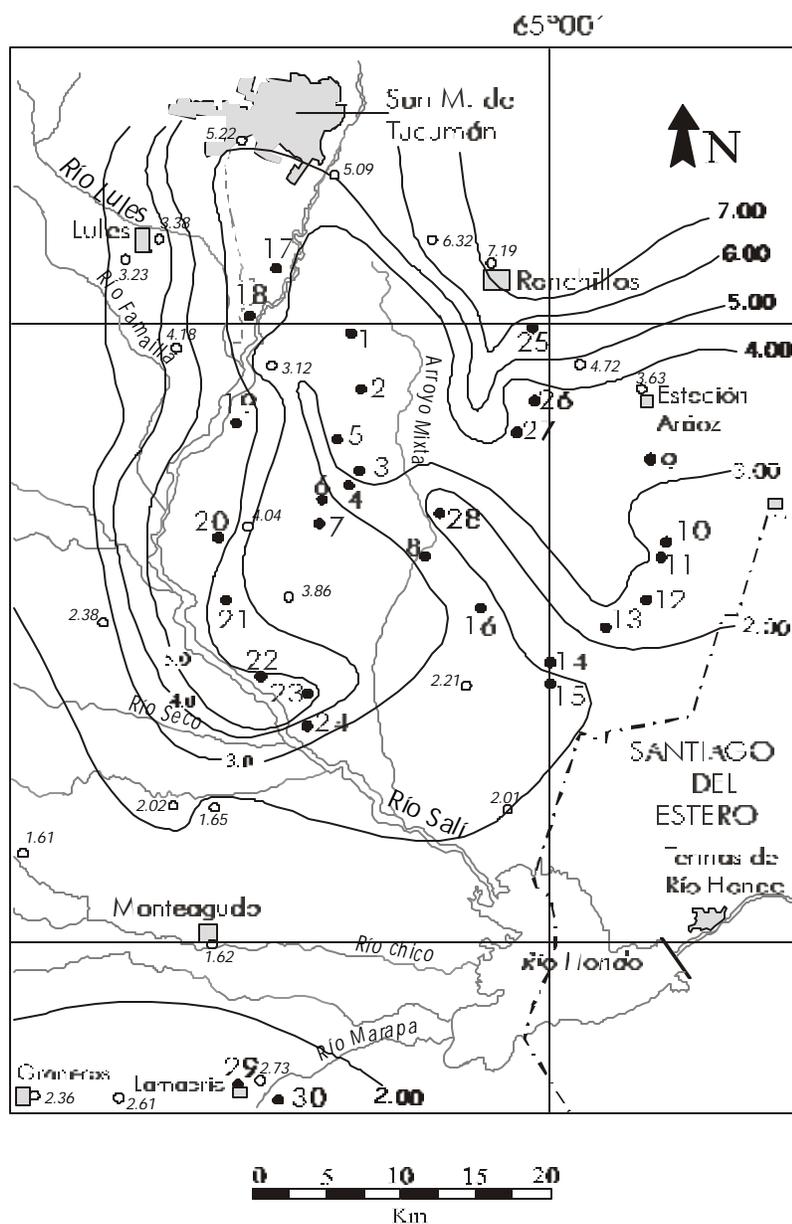
En la zona de recarga de los acuíferos profundos y en las proximidades de la desembocadura del Río Salí en el embalse de Río Hondo, los valores de conductividad son más bajos que en el resto del área de estudio. En general el valor de la conductividad aumenta hacia el este. El contenido de sólidos totales alcanza un promedio de alrededor de 750 mg/L y no se observa una tendencia muy clara con respecto a su distribución espacial.



REFERENCIA

-  Pozo muestreado
-  Datos químicos previos
(Nicolli et al. 2000; Galindo et al. 2001; García et al. 1999)
-  Límite interprovincial
-  Línea de isoconcentración de SO_4^{2-} intervalo, 0.5 mmol/L

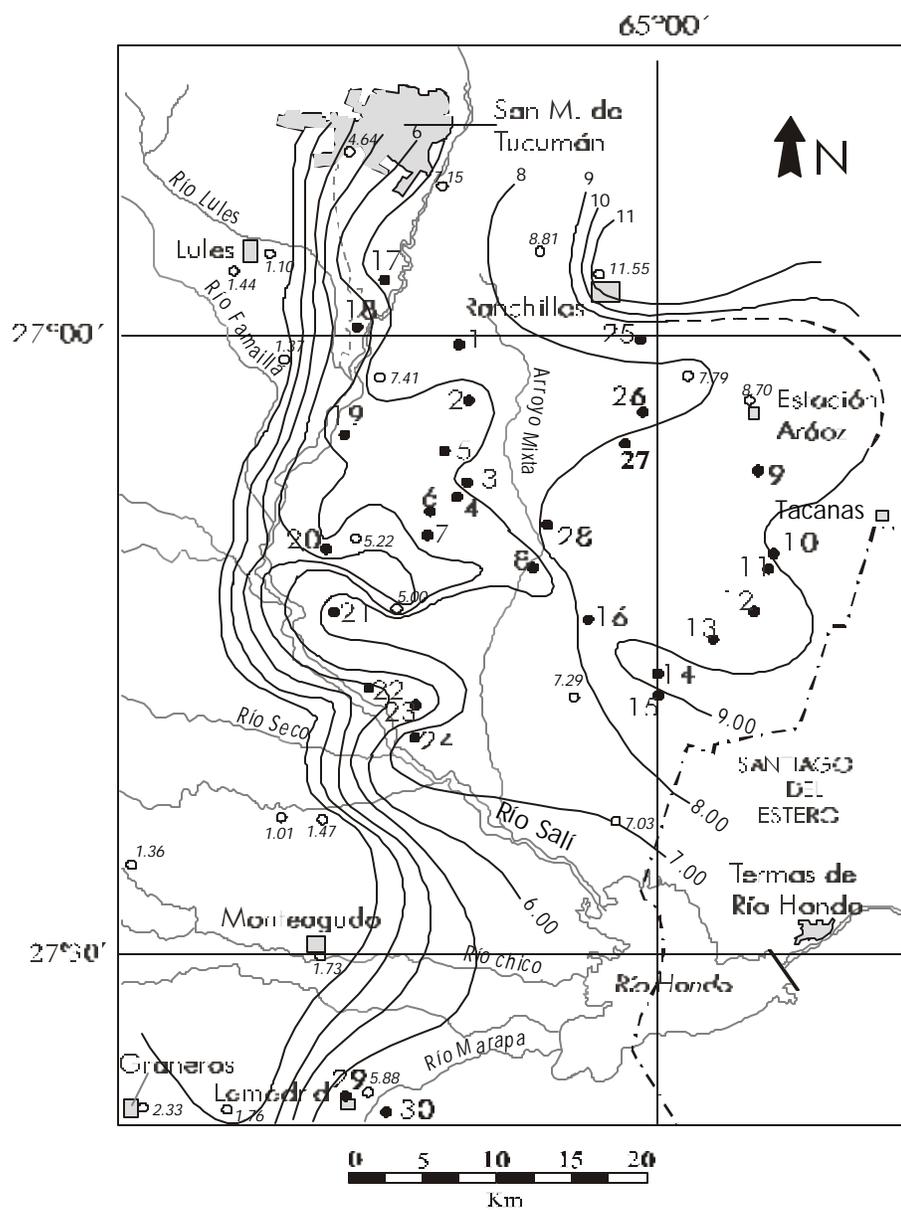
Figura 15: Curvas de isoconcentración de sulfato (tomado de García M.G. 2002)



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|--|--|---|
|  1 | Pozo muestreado |  1.00 | Línea de isoconcentración de bicarbonato. |
|  0.12 | Datos químicos previos
(Nicolli et al. 2000; Galindo et al. 2001; García et al. 1999) | | Intervalo, 1.00 mmol/L |
|  | Límite interprovincial | | |

Figura 16: Curvas de isoconcentración de bicarbonato (tomado de García M.G. 2002)



REFERENCIAS

- | | |
|---|--|
|  Pozo muestreado |  Línea de isoconcentración de $\text{Na}^+ + \text{K}^+$. Intervalo, 1.00 mmol/L |
|  Datos químicos previos (Nicolli et al. 2000; Galindo et al. 2001; García et al. 1999) |  Línea inferida de isoconcentración de $\text{Na}^+ + \text{K}^+$. |
|  Límite interprovincial | |

Figura 18: Curvas de isoconcentración de ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) (tomado de García M.G. 2002)

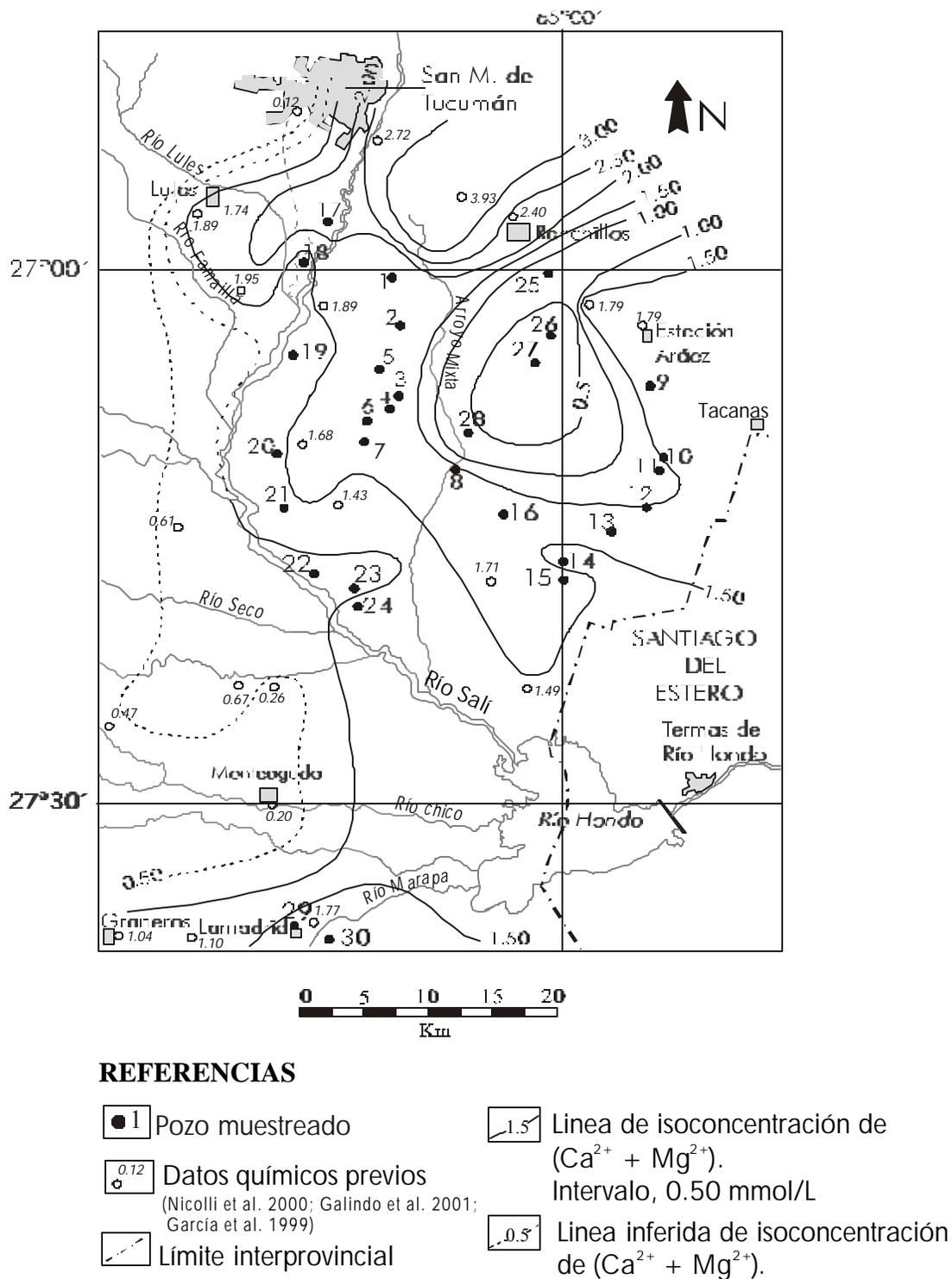


Figura 19: Curvas de isoconcentración de $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ (tomado de García M.G. 2002).

Las aguas subterráneas en el área de estudio son neutras a ligeramente alcalinas, con un valor promedio de pH de 7,8. El pH permanece prácticamente constante y no se puede observar una tendencia clara en cuanto a la variación espacial del mismo.

La concentración de materia orgánica disuelta alcanza valores de hasta 3 mgO₂/L, mientras que la concentración de oxígeno disuelto varía entre 1,5 y los 8 mg/L. Estos últimos valores están dentro del rango de concentraciones normales en aguas subterráneas, que usualmente se encuentran entre los 0 y 5 mg/L, frecuentemente por debajo de los 2 mg/L (Custodio y Llamas, 1983).

Casi todos los elementos traza medidos en algunos pozos profundos (ver cuadro 11), con excepción del arsénico, se encuentran en concentraciones que no exceden los límites establecidos por la OMS (1993) y el Código Alimentario Nacional (1994) para aguas de consumo. Las concentraciones corresponden a la fracción total soluble que atraviesa un filtro de 0,45 µm.

La concentración de cromo varía entre < 0,5 y 4,8 µg/L. La concentración límite es de 50 µg/L para aguas de consumo. El cadmio prácticamente no se detecta en ninguna de las muestras analizadas. La máxima concentración encontrada es de 0,7 µg/L, siendo su límite de concentración de 10 µg/L. Al igual que el Cd, el plomo no se detecta en la mayoría de las muestras analizadas. La máxima concentración hallada es de 6,4 µg/L, valor que está muy por debajo del límite establecido para el agua potable (50 µg/L). La concentración de cobre oscila entre < 1 y 15 µg/L, siendo su concentración límite en aguas aptas para consumo de 1000 µg/L.

El hierro es el metal pesado más abundante en estas aguas. Su concentración varía entre 1 y 83 µg/L. La concentración de manganeso varía ampliamente desde < 1 a 65 µg/L, superando sólo en un pozo, la concentración límite de 50 µg/L. Las concentraciones de As oscilan entre <1 y 54 µg/L. La mayoría de los valores se encuentran por debajo del límite de 50 µg/L establecido por el Código Alimentario Nacional (1994), pero muchos de ellos superan el límite de 10 µg/L establecido por la OMS (1993). Una descripción más detallada de la distribución de estos elementos en la llanura tucumana, se presenta en García M.G. et al. (2000a), García M.G. et al. (2000b) y Warren et al. (2002).

Las aguas subterráneas profundas del área de estudio son en general de buena calidad, aunque las aguas extraídas de algunos pozos no son aptas para consumo como consecuencia de la presencia de coliformes fecales (*Cuadro 12*), cuyo contenido debe ser nulo en aguas de consumo humano. En cuanto a los valores de arsénico medidos en aguas profundas, se presentan ciertas divergencias. El límite para aguas de consumo establecidos por el Código Alimentario Argentino (1994) es de 50 µg/L. De acuerdo con esto, todas estas aguas son aptas para el consumo. Sin embargo, normas de la Organización Mundial de la Salud (1993) y la USEPA (2001), recomiendan que aguas que contengan más de 10 µg/l de arsénico no deberían ser destinadas para consumo humano. Tomando como referencia este último valor, el 47% de los pozos profundos muestreados contienen concentraciones de As que superan el valor máximo recomendado.

Cuadro N° 11: Concentración de algunos elementos traza en las aguas subterráneas del área de estudio

Descripción	Cr	Mn	Fe	Cd	Cu	Pb	As
	(µg/L)						
El Bracho	1	10	80	0,2	15	6	6
Mancopa	2	1	24	nd	8	nd	5
Esc. El Cortaderal	2	<1	34	nd	5	3	17
El Cortaderal	3	1	26	nd	3	2	9
Esc Reg. 19	1	3	28	nd	7	nd	17
Romera Pozo	1	2	60	nd	5	6	14
Mixta	5	1	14	nd	5	nd	5
Las Tusquitas	1	4	73	nd	4	2	5
Cañada de Viclos 1	<1	<1	33	nd	nd	nd	6
Cañada de Viclos 2	4	1	37	0.2	5	nd	5
El Mojón	4	3	9	nd	5	nd	5
Las Palmitas	4	2	12	nd	5	nd	12
Las 4 esquinas	4	1	66	nd	3	nd	7
Los Puestos	4	<1	83	nd	3	nd	11
Monte Bello	1	<1	15	nd	7	nd	2
San Felipe	4	2	9	nd	7	nd	3
García Fernández	1	<1	22	nd	nd	nd	10
Los Suelos	nd	2	10	nd	12	nd	nd
Las Mercedes	3	2	19	nd	6	nd	9
Los Quemados	2	1	34	nd	5	nd	11
Nueva España	3	7	21	0.7	5	nd	14
Los Gómez	4	1	69	0.2	5	nd	37
Los Romano	<1	66	1	nd	4	nd	43
El Empalme	<1	nd	-	0.2	6	nd	11
Agua Dulce	4	nd	-	0.1	8	nd	12
Orán	<1	nd	-	0.1	4	nd	25
Tusca Pozo	1	6	-	0.2	3	nd	17
Lamadrid centro	<1	56	-	2.6	17	3	32
Lamadrid camping	<1	12	-	0.3	3	2	23

(-): no determinado; (nd): no detecta

La contaminación por materia orgánica biodegradable está asociada principalmente a la infiltración de los efluentes de fosas sépticas y letrinas (gran parte del área de estudio carece un sistema de saneamiento por alcantarillado) y de los efluentes de origen industrial y urbano vertidos en el Río Salí. La contaminación inorgánica está asociada a la presencia de arsénico en concentraciones elevadas de origen natural.

Pozo N°	Coliformes totales (ufc/100ml)	coliformes fecales (ufc/100ml)	Heterótofos mesófilos (ufc/ml)	pseudomonas (ufc/100ml)
3	30	0	>100	-
5	8	5	90	-
17	4,5.10 ³	5,0.10 ²	-	3
18	5,0.10 ³	3,3.10 ³	-	15
19	8,0.10 ³	5,4.10 ³	-	3
20	0	0	90	0
21	0	0	90	0
22	0	0	80	0
23	58	0	>100	-
24	20	50	>100	0
25	3	2	>100	0
26	150	80	-	0
27	3	1	-	0
29	0	0	30	0
30	0	0	40	0

(-): no determinado

Cuadro N° 12: Contenido bacteriológico de algunas muestras tomadas en pozos profundos del área de estudio (la ubicación de los pozos se muestra en las Figuras 9 a 13); ufc: unidades formadoras de colonias.

Termalismo

En el sector SE del área de estudio, las aguas subterráneas profundas presentan valores de temperatura anómalos cuyo origen es aún discutido. En la llanura tucumana, la temperatura del agua subterránea aumenta hacia el sur y el sureste, y por los valores encontrados, estas aguas se clasificarían como hipertermas o termales (Schoeller 1962) ya que superan la temperatura media anual de la zona en más de 4°C. Según Bogomolov (1966) se clasificarían como tibias a moderadamente tibias. Las temperaturas del agua en esta zona oscilan entre los 26 y los 28^aC. Mon y Vergara (1987) establecen que las manifestaciones hidrotermales en la llanura del sureste de la Provincia de Tucumán estarían estrechamente ligadas a la estructura, y encuentran que los valores de geotermometría más elevados están alineados en forma paralela a la estructura regional que constituye el borde oriental de la cuenca, en las proximidades del límite con la provincia de Santiago del Estero. Para otros autores, sin embargo, los valores de temperatura registrados en estos pozos están relacionados con su profundidad y el gradiente geotérmico (Tineo, comunicación personal 2002).

La zona donde los acuíferos muestran las máximas temperaturas corresponde a las proximidades de Termas de Río Hondo y Colonia Tinco (Jurío *et al.* 1975). La primera de estas ciudades es un importante centro de turismo desarrollado a partir de las propiedades curativas de sus aguas termales. La temperatura del agua en esta región es superior a los 40°C, alcanzando en algunos casos hasta 90°C. De acuerdo con las conclusiones obtenidas por estos autores, el origen de la temperatura en las

Termas de Río Hondo, a diferencia de lo que ocurre en el resto de la región, no está asociado a las características hidrogeológicas regionales, sino a la influencia de rasgos tectónicos estrictamente locales. En el mismo sentido, Martín (1999), considera que la fosa tectónica de Termas del Río Hondo constituiría una cuenca receptora de corrientes ascendentes de agua que se desplaza a través de fracturas originadas en el subsuelo y sus rasgos hidrogeológicos y de temperatura estarían íntimamente ligados a factores tectónicos. Sin embargo, ambos autores coinciden en la necesidad de realizar estudios más detallados que permitan definir con precisión el origen de las anomalías termales.

MAPA DE VEGETACIÓN - USOS DEL SUELO

DESCRIPCIÓN Y CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realiza en el marco de la Normativa Carta Línea Base Ambiental (Normativa: AMB-NOR- IGMR-001) SEGEMAR. Se procura realizar un mapa temático de Vegetación, con un enfoque fisonómico-estructural, y de Usos del Suelo que recoja un inventario de los usos y aprovechamientos del suelo en las áreas de cultivo u otras actividades antrópicas, de la Hoja Concepción 2766 - IV. Para su realización se parte de la información fitogeográfica propuesta por Cabrera (1971, 1976), bibliografía botánica de otros autores, de las comunidades vegetales existentes y del uso de sensores remotos (en este caso imagen satelital 1:250.000).

METODOLOGÍA

Con la finalidad de poder identificar los principales tipos de vegetación representados en esta imagen, se procedió a dividirla en grandes unidades, principalmente en función de la tonalidad reflejada, morfología del relieve, textura de la imagen y patrones de uso del suelo. Una vez delimitadas, fueron a su vez, divididas en subunidades menores, que por poseer características conspicuas (tonalidad uniforme, tipo de parcelamiento, topografía, etc), sugieren un determinado tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Una vez establecido el tipo de formación vegetal correspondiente a cada unidad - subunidad (selva, bosque, estepa, pastizal, esteros, etc.) y definida su identidad fitogeográfica (Dominio, Provincia Fitogeográfica, Distrito, Sector etc), se describió su fisonomía característica y las principales especies componentes de cada una. Debido a las limitaciones impuestas por la escala de la imagen, no se describe el conjunto de especies ni su grado de cobertura, por lo que se recurrió a fuentes bibliográficas históricas y actualizadas.

Por la simpleza de la terminología y uso habitual general, el esquema fitogeográfico propuesto por Cabrera (1976), con pequeños ajustes, es el que se siguió en este trabajo, para identificar las diferentes provincias fitogeográficas representadas en las unidades y subunidades. Para precisar el tipo de comunidades vegetales y los límites altitudinales de cada unidad - subunidad, se utilizó la carta topográfica, de idéntica escala a la imagen satelital.

Para la determinación del tipo de vegetación correspondiente a las subunidades de las unidades I y II del área montañosa del oeste, se realizó un esquema gráfico y sencillo (Figura 14), que permite identificar aproximadamente a que provincia y distrito fitogeográfico corresponde la vegetación de cada una. Este esquema compara la altitud (msnm) de cada subunidad (determinada en la hoja topográfica) con valores de altitud reportados por fuentes bibliográficas (Cabrera, 1971, 1976), (Vervoort, 1981, 1982, 1993), (Brown & Grau, 1995), (Burkart *et al*, 1997) etc. que son considerados como referencia (figura 14).

Con respecto a las grandes unidades pueden distinguirse dos grandes grupos bien diferenciados: a) *vegetación nativa o natural*, principalmente sobre las áreas montañosas del

oeste y sudeste de la hoja y b) *campos de cultivo*, en la llanura oriental. El grado de explotación – uso de la vegetación nativa y del suelo es variable y se indica en cada caso.

Cabe destacar que la unidad conformada por el Embalse Río Hondo y su periferia, (incluida en la Provincia Chaqueña), posee características muy diferentes a las de las unidades vecinas debido a su carácter de cuerpo de agua artificial que embalsa las aguas provenientes de la cuenca del río Salí.

Finalmente se presentan dos cuadros. El cuadro 14, muestra la correspondencia entre las denominaciones, fisonómicas o florísticas, utilizadas por diferentes autores para referirse a las mismas provincias, distritos y sectores fitogeográficos propuestos por Cabrera (1.976). El cuadro 15 resume el diagnóstico ambiental elaborado por Bertonatti y Corcuera (2.000) para las regiones ecológicas argentinas consideradas en este trabajo.

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES – SUBUNIDADES.

UNIDAD I. Área montañosa (picos hasta 5.000 msnm)

Esta unidad fue definida siguiendo criterios geográficos ya que abarca los sistemas montañosos del Aconquija – Cumbres Calchaquíes, desde las áreas cumbrales hasta la llanura. Se extiende al norte desde la latitud del Cerro Ñuñorco Chico hasta la llanura de inundación actual del río Las Cañas – Medina al sur. Hacia el este se trazó una línea de orientación noreste-sudoeste aproximadamente, pasando por las localidades de Bella Vista y Simoca, siguiendo un cambio en el patrón de uso del suelo. Hacia el oeste los campos son de tamaño reducido mientras que al este son de mayor extensión, alternando con áreas cubiertas por vegetación natural tipo arbórea, probablemente con especies de la Provincia Chaqueña.

SUBUNIDAD I.a.

Esta subunidad fue dividida siguiendo las diferencias de tonalidades y texturas fotográficas determinadas por la cobertura vegetal de características disímiles entre el área cumbre (subunidad I.a.1.) y la ladera (subunidad I.a.2.).

SUBUNIDAD I.a.1.

En la hoja topográfica, esta subunidad está delimitada por la cota de 3.500 msnm, con picos superiores a los 5.000 msnm. Incluye a la Sierra del Aconquija - Cumbres de las Animas. La vegetación del área corresponde a las provincias fitogeográficas de la Puna y Altoandina, ubicadas por encima de los 3.000 msnm (Cabrera, 1976); (Cabrera y Willink, 1973).

Ambas están incluidas en el Dominio Andino patagónico. Climáticamente se caracterizan por ser frías, secas y con marcada amplitud térmica, que varía localmente según la exposición y otras características particulares. Los valores de precipitación oscilan entre 100 - 200 mm / año. Las cumbres más altas poseen nieves permanentes.

La morfología superficial observada en la imagen, responde a un modelado glaciario pasado, con valles poco profundos rellenos con depósitos de morrenas glaciares. No presentan una dirección predominante sino que su distribución es aleatoria. En la imagen,

mediante interpretación visual, se observa una coloración grisácea que indicaría un tipo de vegetación característica de musgos y líquenes en las áreas cumbreles y matas de plantas desarrolladas en lugares resguardados.

Altitudinalmente se podría efectuar una división de tipos de vegetación si consideramos que por encima de los 3.500 msnm se encuentra la estepa arbustiva; a medida que se asciende hacia los picos de mayor altura la estepa arbustiva deja paso a la estepa de gramíneas y luego a líquenes y musgos que crecen en grietas de rocas. Finalmente en las áreas cumbreles el suelo está desprovisto de vegetación y expuesto a los factores de meteorización.

El tipo característico de vegetación es la estepa arbustiva y de gramíneas, por lo general baja, rala y adaptada a la rigurosidad climática impuesta por el frío (*heladas casi todo el año*), la aridez (*en algunos casos fisiológica*) y sobre todo por los fuertes vientos. El término *ESTEPA* hace referencia a que las plantas dejan entre ellas espacios de suelo desnudo (Cabrera y Willink, 1973).

La fisonomía típica de la Provincia Altoandina es el pastizal de gramíneas, las entidades de arbustos achaparrados, plantas en cojín y arrosietadas. Se desarrolla entre los 3.400 msnm y el límite de la vegetación. Hasta los 4.000 msnm, se desarrollan los prados de altura compuestos por hierbas y gramíneas blandas. Superada esta cota, se desarrolla una estepa gramínea con marcado carácter xerófilo (poco apetecidos por el ganado), entre cuyas especies representativas se encuentran las siguientes gramíneas: *Stipa frigida* (coirón), *Stipa crhysophylla* (coirón), *Stipa henrardiana*, *Stipa bomanii*, *Stipa venusta*, *Festuca orthophylla*, *Festuca crhysophylla* (iros), *Poa humillior*, *Calamagrostis cabreræ*. También hay compuestas de los géneros *Senecio* (*S. adenophyllus*, *S. graveolens*, *S. jarae*, *S. puchii*, *S. punae*) y *Werneria* (*W. poposa*); Leguminosas: *Adesmia nanolignea*, *Astragalus sp*; plantas en cojín: *Pycnophyllum molle*, *P. bryoides*, *Azorella compacta*, *Oxalis compacta*. Entre las hierbas más pequeñas se destacan los géneros *Perezia* (*P. abbiatti*, *P. ciliosa*), *Stellaria*, *Glandularia* y *Calceolaria*. También *Calycera pulvinata*.

El adjetivo *Altoandino* utilizado por Weberbauer (1945) es el más apropiado para denominar esta Provincia fitogeográfica, ya que hace referencia a la zona más alta de los Andes (Cabrera, 1976).

En sitios donde se concentra el agua que escurre por las laderas se desarrollan suelos hidromórficos que forman "vegas" o "ciénagas" cuya vegetación predominante son principalmente "céspedes" compuestos principalmente por especies de Ciperáceas, Juncáceas y Gramíneas. También están presentes *Nototriche rugosa*, *Hypochoeris oligophylla*, *Oxyichloe andina*, los géneros *Alchemilla*, *Cyperus*, *Koeleria*, *Mimulus*. Existen numerosas especies endémicas de estos lugares cuya biología es poco conocida (Bertonatti y Corcuera, 2000)

Halloy (1982) cita la temperatura del agua surgente de diferentes vegas ubicadas en altitudes que superan, en algunos casos, los 4.300 msnm e indica el rango altitudinal de los surgentes de altura (vegas) entre 3.800 - 4.330 msnm

La Puna es considerablemente más árida que la provincia Altoandina. Es un desierto frío que se desarrolla entre 3.400 - 4.500 metros de altura. Sus suelos son de textura variable, pedregosos o salinos y están escasamente cubiertos por vegetación. También se desarrollan

“vegas” (Bertonatti *et al*, 2000). Los valores de precipitaciones disminuyen hacia el sur y el oeste de los límites de la provincia fitogeográfica. La vegetación característica es la estepa arbustiva (Cabrera, 1976). Está compuesta por arbustos y pastizales de gramíneas, en matas aisladas, con una cobertura inferior al 50 %. Las especies características son *Parastrephia lepidophylla*, *P. phyllicaeformis*, *P. lucida* (tolas), *Baccharis boliviensis*, *B. caespitosa*, *B. grisebachii*, *B. incarum*; *Fabiana denudata*, *F. densa* (tolilla), *F. brioides*; *Mutisia ledifolia*, *Mutisia orbigniana*, *Buddleja hieronymi*, *Salvia gilliessi*, *Menodora pulchella*, *Ephedra breana*, *Satureja parviflora*, *Senecio punae*, *Baccharis incarum*, *Solanum lyciciforme*, *Adesmia horrida*, *A. spinosissima*, *Astragalus hypsogenus*, *A. micranthellus*.

SUBUNIDAD I.a.2.

En la hoja topográfica la altitud varía entre 2.500 - 4.000 msnm. La vegetación de esta subunidad está representada por elementos de las provincias fitogeográficas de la Puna (descrita anteriormente), de la Prepuna y de las Yungas (piso de los Bosques Montanos).

La provincia de la Prepuna está incluida en el dominio Chaqueño. Se desarrolla principalmente sobre valles y laderas áridas del NOA, entre 1.000 y 3.400 msnm. Su relieve es generalmente abrupto, con clima seco y temperaturas más bien altas. Se caracteriza por comunidades de carácter chaqueño formadas principalmente por cactáceas en candelabro, que emergen de un estrato de matas, mayormente arbustivas o en cojín, formado por las Bromeliáceas *Dychia floribunda*, *D. velazcana.*, *Deuterocohnia longipetala*, *D. Schreiteri*, *Abromeitiella abstrusa*, *A. brevifolia*, *A. lorentziana* y especies del género *Tillandsia*, también hay arbustales bajos de *Cassia crasiramea*, *Gochnatia glutinosa*, *Caesalpinia tricocarpa*, *Cercidium andícola*, *Zuccagnia punctata*, *Adesmia inflexa* y otras cactáceas de los géneros *Opuntia* (*O. bruchii*, *O. glomerata*, *O. kiskaloro*, *O. papirantha*), *Lobivia*, etc. La fisonomía típica está definida por dos especies de cactáceas columnares (cardones) *Trichocereus terscheskii* (cardón del valle) y *T. Pasacana* (menos ramificado, crece en laderas y puede ascender hasta la puna). En depresiones o quebradas se encuentran bosquecillos de churqui (*Acacia visco*) y molle (*Schinus areira* - *S. molle*).

El piso de los bosques montanos será tratado más adelante, con la descripción de la Provincia Fitogeográfica de las Yungas.

SUBUNIDADES I.b. y I.c.

En función de las tonalidades reflejadas y de la carta topográfica, el área fue dividida en dos subunidades representadas por dos tipos de vegetación: 1.b. La Prepuna (ya descrita) que se desarrolla sobre áreas más altas y expuestas y la subunidad 1.c. que se observa en las áreas más protegidas (tonalidad verdosa) donde se desarrollan los bosques montanos, que integran la provincia Fitogeográfica de las Yungas (Cabrera, 1976). Previa descripción del tipo de vegetación, se considera conveniente describir las características generales de esta última provincia.

Esta provincia fitogeográfica, también conocida como eco-región de *Las Yungas* (Dinerstein *et al*, 1995), se extiende por el pie y faldeo de las laderas orientales de los Andes como una faja angosta a lo largo de 4.000 Km. (Hueck, 1978) desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina. Allí se la conoce como “Selva Tucumano-Oranense” o “Selvas

Subtropicales de Montaña” y están ubicadas sobre las laderas de las montañas desarrollándose aproximadamente entre los 400 y los 3000 msnm (Cabrera, 1976). A lo largo de este recorrido recibe la influencia florística de los variados ecosistemas y provincias fitogeográficas con las que se contacta (Morales *et al*, 1995). En su parte oriental limita con el Dominio Chaqueño y al oeste con la Provincia Prepuneña, o bien directamente con la Provincia de la Puna.

En territorio argentino se distribuye discontinuamente en las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca, integrándose por lo general a las Sierras Subandinas, desde el límite con Bolivia a 22° Sur hasta aproximadamente 29° Sur. Ocupa una superficie de 3.900.000 has aproximadamente.

La discontinuidad de las condiciones climáticas óptimas, (generalmente condicionadas por la altura del cordón montañoso - valores de precipitación superiores a 1000 mm/año) a lo largo de las sierras subandinas, genera una distribución discontinua de estas selvas, formando consecuentemente *islas* rodeadas por vegetación de tipo chaqueña (Provincia Fitogeográfica del Chaco). Estas *islas* se conocen con el nombre de *Sectores Norte, Centro y Sur*. Los dos primeros están ubicados en las Provincias de Salta y Jujuy y el último en las Provincias de Tucumán, mayormente, y de Catamarca, una pequeña fracción (Sirombra, 1993).

Esto implica que la distribución de la selva parece estar fuertemente relacionada a la precipitación, pasando a formaciones chaqueñas en áreas más secas. Como las precipitaciones son de carácter orográfico (Bianchi y Yañez, 1992), la disposición y altura de los cordones montañosos hace que aparezcan fragmentadas.

Considerando la riqueza de especies arbóreas (*Diversidad*), el sector norte es el que alberga el mayor número de especies de esta eco región en Argentina (40 sp/ha). En los sectores centro y sur este número disminuye su valor, a 15-20 sp /ha en el sector sur. A modo de ejemplo, de las 170 especies de árboles de las yungas argentinas, 18 son exclusivas del sector norte, 1 del sector centro y 2 del sector sur, *Dunalia lorentzii*, (*Solanaceae*) y *Myrcianthes callicoma*, (*Myrtaceae*). Del 100% de las especies arbóreas (170 especies en total) el 97 % (165 especies) está presente en el sector norte, el 53 % (90 especies) están presentes en el sector centro, y el 45.88 % (72 especies) en el sector sur (Sirombra, 1993). Esto puede interpretarse de manera tal que podemos afirmar que en este último sector existen solo dos especies arbóreas que no se encuentran en los otros dos sectores, o dicho de otra manera, las especies arbóreas del sector sur, correspondiente a la Provincia de Tucumán y porción N.E de Catamarca (*a excepción de las dos nombradas anteriormente*) se encuentran presentes a lo largo de todo el gradiente latitudinal de las yungas argentinas. En cuanto a las dos especies endémicas del sector sur, es oportuno mencionar que *M. callicoma* habita entre los 1.350 - 1700 msnm y fue coleccionado en los departamentos Tafí viejo, Chicligasta y Monteros (Tucumán), mientras que *D. Lorentzii* habita entre los 700 y 2000 msnm. y fue coleccionada en Trancas, Tafí Viejo, Tafí del Valle, Monteros -Tucumán y en Andalgalá -Catamarca (Sirombra, 1993).

El clima de esta eco región es cálido y húmedo a subhúmedo y las condiciones de temperatura y humedad varían en razón de la altitud, latitud, posición en el relieve y exposición de las laderas. Así, en los valles y zonas bajas el clima es más cálido y menos lluvioso, pero las heladas son más frecuentes que en las laderas debido al deslizamiento del aire frío (Bianchi y Yañez, 1992). En las laderas, la temperatura es algo menor aunque más constante, y la

precipitación más abundante. Pero a mayor altura sobre el nivel del mar, la lluvia decrece nuevamente y el clima es templado con inviernos fríos. A pesar de que ocurre una marcada estación seca (las lluvias predominan de Octubre a Abril), ésta es mitigada por la humedad que aportan las neblinas causadas por las nubes al recostarse sobre las montañas.

Las sierras subandinas conforman una barrera orográfica que hace condensar la humedad de los vientos húmedos que provienen del anticiclón del Atlántico Sur, fenómeno que permite la existencia de una espesa cubierta boscosa. Su altitud varía entre los 400 y 3.000 msnm.

La precipitación anual es del orden de 900-1.000 mm, alcanzando en algunos parajes 3000 mm (Meyer, 1963). Las lluvias son preferentemente de verano y se concentran a lo largo de 5 a 6 meses. Durante los meses más fríos, la condensación y captación del agua de las neblinas que caracterizan a estas "selvas nubladas", concurren a compensar en parte la ausencia de lluvias. La estructura montañosa y la marcada pluviosidad en las laderas orientales generan una red fluvial bastante organizada. Los suelos predominantes presentan desarrollo incipiente y a veces abundante materia orgánica. Su material originario es joven, en términos geológicos, y poco consolidado, lo que causa frecuentes derrumbes locales, donde posteriormente se regenera la selva por el proceso de sucesión ecológica.

Este fuerte gradiente altitudinal (400 – 3.000 msnm) origina importantes variaciones climáticas locales y, en consecuencia, diferentes tipos de formaciones vegetales. Para algunos autores actuales, la vegetación se organiza según pisos ecológicos, pudiéndose distinguir en base a la combinación de especies, (fisonomía) tres pisos altitudinales: selva pedemontana, selva montana y bosque montano (Sirombra, 1993), (Morales *et al* 1995).

a) Selva Pedemontana: forma una zona muy irregular a lo largo de las llanuras y montañas bajas inmediatas a los primeros contrafuertes de la cordillera, entre los 350 y los 600 msnm. Generalmente forma el borde oriental de la Provincia de las Yungas, entre el Distrito de las Selvas y la Provincia Chaqueña. La precipitación suele ser menor que en los otros pisos, con valores entre 700 - 1000 mm anuales.

b) Selva Montana: es el piso altitudinal de las Yungas donde ocurre la máxima precipitación (1.500 – 3000 mm) y se desarrolla entre los 600 – 1.500 msnm, es templado-cálida y húmeda. Se pueden reconocer dos niveles: Selva de Tipa y Laurel (600 – 1.000 msnm) y Selva de Mirtáceas (1.000 - 1.500 msnm). Hueck, (1950) y Meyer, (1963), distinguen un piso inferior del laurel (*Cinnamomum porphyria*), Cebil (*Anadenanthera colubrina* - *Parapiptadenia excelsa*) y Tipa (*Tipuana tipu*) entre 500 y 800 msnm; y uno superior de Mirtáceas, entre 800 y 1.200 msnm. Cabrera (1976) y Vervoorst (1982) ponen de manifiesto la inexistencia del piso de mirtáceas; si bien sostienen que en determinadas estaciones y localidades dominan ejemplares de esta familia, en general especies de ambos pisos se encuentran tanto arriba como abajo. Lo que se manifiesta es una disposición vertical de la vegetación, que depende del relieve, altitud, orientación y localidad.

c) Bosques Montanos: se sitúa entre 1.500 – 1.700 msnm, y puede llegar a desarrollarse hasta los 3.000 msnm, es templado húmedo, con valores de precipitación entre 900 -1.300 mm (con nevadas y heladas invernales). En general son bosques monoespecíficos. Cabrera

(1976) indica que el distrito de los Bosques Montanos (B.M) se desarrolla entre 1.200 - 2.500 msnm.

d) Pastizales de Altura: templado-fríos y subhúmedos. Alternan con manchones de bosque montano y arbustales y ya a mayor altitud, conforman comunidades herbáceas puras. Generalmente se ubican en la cabecera de cuencas.

CARACTERÍSTICAS FISONÓMICAS DE LA VEGETACIÓN DE CADA PISO.

SELVA PEDEMONTANA. Corresponde a la Subunidad I.d.

SUBUNIDAD I.d.1. parcelas de cultivo extensas, pendiente del terreno 2 - 9 %.

SUBUNIDAD I.d.2. parcelamientos rurales de pequeña extensión, pendiente del terreno menor a 2%)

En Argentina es exclusiva de la región del noroeste y es considerada actualmente como Eco región independiente de la eco región de Yungas (Dinerstein, *et al*, 1995). A pesar de tener muy poca extensión (alrededor de 1.000.000 de ha), posee marcada importancia por la presencia de numerosas especies de gran valor forestal, principalmente en el sector norte (Salta y Jujuy). La retracción poblacional de algunas de estas especies debido a la extracción descontrolada, obliga a preservar las poblaciones remanentes como potencial fuente de semillas para repoblaciones futuras (Vides Almonacid *et al*.1998).

En las partes más bajas (orientales) presenta un aspecto más árido, las lluvias, difícilmente superan los 1.000 mm anuales y dejan una muy bien definida estación seca, que coincide con el invierno. Como respuesta a esa temporada, la mayoría de los árboles pierden su follaje (caducifolios).

Los epífitos son comparativamente raros y entre éstos sólo se encuentran especies resistentes a la sequía como pequeños cactus, helechos que enrollan sus hojas y reviven cuando llueve, etc. Las semillas, en su mayoría, son dispersadas por el viento durante el fin del invierno y principios de la primavera. Esta selva es denominada selva de "palo blanco" y "palo amarillo" en Salta y Jujuy. En la Provincia de Tucumán, recibe el nombre de Selva de "cebil" y "pacará". En el pasado reciente, estas selvas tuvieron importancia forestal.

La selva de palo blanco y palo amarillo es el sector de selva pedemontana de mayor diversidad (*número de especies*). Además de las especies dominantes, es posible encontrar robles, afata o peteribí, urundel, yuchán, mora amarilla, cebil colorado, afata blanca, carnaval, espinillo, lanza blanca, lapacho rosado, tipa colorada, tipa blanca, quina, ceibo rosado, y otros. La selva de cebil y pacará no es más que una versión empobrecida de la anterior, en donde las especies principales, además de las dos dominantes, son la tipa blanca y el lapacho rosado entre otras.

Las selvas pedemontanas representan alrededor del 25% de las yungas, y a pesar de que constituyen una unidad ambiental claramente diferenciable de las restantes selvas de montaña (principalmente las selvas de palo blanco y palo amarillo), nunca han sido incluidas en las áreas reservadas de la región, posiblemente por ocupar las áreas con mayor aptitud agrícola. Solamente una reserva en Tucumán (Reserva Provincial La Florida) posee un núcleo remanente de las mismas. Sin embargo, las características de esta selva pedemontana son muy similares a las selvas montanas. Ello se debe a la elevada humedad ambiental del área, motivada por la proximidad de un cordón montañoso de gran altitud, como los nevados del Aconquija - altura promedio 4.500 metros (Vides Almonacid *et al*.1998).

Nivel de conocimiento

En Tucumán puede considerarse prácticamente extinta (*sensu* Dinerstein *et al.*, 1995) ya que fue casi totalmente reemplazada por cultivos y la urbanización. Algunos relictos quedan al pie de las serranías del este y sur de la Provincia. El conocimiento con que se cuenta se remite a las descripciones de los primeros naturalistas como Hieronymus (1874), Lorentz, (1876), Burmeister (1916), Lillo (1919), que llegaron a Tucumán a partir de la segunda mitad del siglo pasado. En las Provincias de Salta y Jujuy su estado es crítico. A pesar de ser un ambiente de reconocida importancia forestal hay una carencia casi absoluta de estudios sobre vegetación y fauna. Los existentes son descripciones someras de Schreiter, (1925), Frenguelli y Cabrera, (1938), Meyer, (1944) o se refieren a ensayos puntuales sobre algunas especies forestales Mármol, (1995). Recientes estudios de Prado y Gibbs, (1993), Prado, (1995) pusieron de relieve la notable importancia de este ambiente (Brown & Grau 1995, Eds.), (Vides-Almonacid *et al.*, 1998).

SELVA MONTANA (Nuboselva). SUBUNIDADES I.c.1; I.c.2; II a; II.b.1; II.b.2; II.b.3; II.c.

Las denominaciones "Selva Nublada" o "Bosque Nublado" se refieren correctamente a la franja de vegetación que se desarrolla entre 1.000 y 2.000 m snm. Corresponde a los pisos de Selva de Mirtáceas y Bosques Montanos, ya que presentan mayor frecuencia de nubes y neblinas (Brown & Grau, 1993). Estos mismos autores incorporan bajo este mismo término a la Provincia Fitogeográfica de las Yungas en el NOA. El término "bosque nublado" se refiere entonces a aquellos tipos de bosques en donde las nubes juegan un rol ecológico importante. A medida que se asciende por las laderas, el ambiente cambia. El valor porcentual de humedad incrementa, la temperatura se hace más uniforme y desaparece el riesgo de heladas. Las lluvias llegan hasta valores medidos de 3.000 mm. anuales y en casi todas partes superan los 1.200 mm. A esta precipitación pluvial, se suma la humedad aportada por las neblinas, casi constantes en el verano y el otoño y ocasionalmente en el resto del año, y que es denominada "*precipitación horizontal*" Hunzinger (1995), Stadtmüller (1987).

Las Selvas montanas se desarrollan sobre las laderas orientales de las primeras cadenas de montañas del NOA. Poseen un relieve escarpado. Representan el nivel altitudinal de mayor biodiversidad del ecosistema de Yungas, solo comparable en la Argentina con la selva atlántica de Misiones. A nivel regional se trata del tipo de ambiente de bosque húmedo más extenso, mejor representado en reservas y en mejor estado de conservación general. Esto se explica, en parte, debido a que casi no existen en él asentamientos humanos permanentes y a que la explotación forestal es selectiva, concentrándose en una sola especie: el cedro (*Cedrela lilloi*).

El pacará (*Enterolobium contortisiliquum*), el lapacho rosado (*Tabebuia avellaneda*), la tipa blanca (*Tipuana tipu*), el horco-cebil (*Parapiptadenia excelsa*), el cebil colorado (*Anadenanthera colubrina*) y el guayabí amarillo (*Terminalia triflora*), son elementos compartidos entre las Selvas Montanas y las Selvas de Pedemontanas.

Estructura general de la Selva Montana:

El estrato superior, formado por las copas de los grandes árboles (30 m altura y 1 m diámetro) incluye: horco-molle (*Blepharocalyx salicifolius*), laurel (*Cinnamomum porphyria*),

cedro (*Cedrela lilloi*), nogal (*Juglans australis*), cebil (*Parapiptadenia excelsa*), palo san antonio (*Myrsine laetevirens*) entre otras.

Un segundo estrato lo forman las especies que rara vez sobrepasan los 20 m, como palo luz (*Prunus tucumanensis*), cochucho (*Fagara coco*), tala blanca (*Crinodendron tucumanum*), ramo (*Cupania vernalis*), chal chal (*Allophylus edulis*) y suncho amargo (*Bocconia pearcei*).

Los arbustos forman un tercer estrato de 2-4 m de altura. Se destacan *Chusquea lorentziana*, la única bambúsea de este distrito, *Urera baccifera*, *Miconia ioneura*, *Piper tucumanum*, *Bohemeria caudata*, *Pavonia malvaceae*, *Cestrum parquii*, *Baccharis tucumanensis* y otros.

El cuarto estrato lo constituyen las hierbas de 1-2 m de altura. Es muy frecuente el helecho *Pteris deflexa*, que a veces cubre completamente el suelo. También se encuentran, *Pharus glaber*, *Oplismenus hirtellus*, *Pennisetum latifolium*, *Begonia boliviana*, *B. micranthera*, *Seemannia gymnostoma*, *Polymnia connata*, *Senecio peregrinus*, *S. bomanii*, *Bomarea macrocephala*. Entre las hierbas de menor altura se puede citar a *Iresine paniculata*, *Tibouchina paratropica*, *Elephantopus mollis* entre las pteridofitas: *Blechnum sprucei*, *Equisetum bogotense*, *Adiantum lorentzii* y otras.

El quinto estrato, está formado por las especies que crecen a ras del suelo, llamado estrato muscinal, con fanerógamas rastreras como *Sibthorpia conspicua*, *Stellaria media*, *Hydrocotyle filipes*. También crecen teridofitas como *Sellaginella novae-hollandiae* y numerosas especies de musgos, hepáticas y líquenes.

Las lianas y las enredaderas son muy abundantes, varias pasionarias (*Passiflora urnaeifolia*, *P. tenuifila*, *P. morifolia*), el jazmín de Chile (*Mandevilla laxa*), la uña de gato (*Macfadyena unguiscati*), *Chamissoa altissima* y otras.

Son muy abundantes las epifitas, particularmente sobre los laureles con un neto predominio de líquenes, helechos y bromeliáceas. Entre éstas últimas, *Aechmea distichanta*, *Tillandsia maxima*, *T. schreiteri* y *Vriesea friburgensis*. También se desarrollan cactáceas como *Rhipsalis tucumanensis* y varias orquídeas como *Oncidium viperinum*, *O. bifolium* *O. herzogii*.

En las laderas orientales es posible observar que las quebradas orientadas al este o al sureste, en el fondo y la falda expuesta al sur o al sureste, están ocupadas por especies perennifolias: *Cinnamomum porphyria*, *Myrsine laetevirens*, *Miconia ioneura*, *Eugenia uniflora*, *Myrcianthes pungens*, *Piper tucumanum* y otras.

Las cumbres y laderas expuestas al norte y noreste, están cubiertos por elementos caducifolios: *Tipuana tipu*, *Parapiptadenia excelsa*, *Anadenanthera colubrina*, *Terminalia triflora*, *Tabebuia avellanadae* y *Pisonia ambigua*.

Pisos Altitudinales:

A) SELVA BASAL SUBUNIDAD I.c.2.

En la hoja topográfica los límites altitudinales de esta subunidad son aproximadamente 400/450 - 750 msnm. La vegetación corresponde mayormente al piso de la tipa y laurel. Esta denominación se debe a que fisonómicamente dominan las especies *Tipuana tipu* "tipa blanca" y *Cinnamomum porphyria* "laurel de la falda". Corresponde al piso inferior de la selva montana, que reconocen Hueck (1950), Meyer (1963), Brown y Grau (1995).

B) SELVA DE MIRTÁCEAS SUBUNIDAD I.c.1.

En la hoja topográfica los límites altitudinales de esta subunidad varían aproximadamente entre 750/800 - 1.500 msnm. La vegetación corresponde mayormente al piso de las mirtáceas, con una pequeña fracción del piso de tipa y laurel. La abundancia de especies arbóreas de la familia *Myrtaceae*, motiva a que algunos sectores sean llamados "Selva de Mirtáceas". En estos árboles es característico el tipo de corteza, lisa y caediza (exfoliante). Por esta condición, solo pueden albergar plantas epífitas en las ramas finas de su copa. Sus troncos, en cambio, constituyen un buen soporte para líquenes y algas. Entre los representantes más comunes se encuentran el arrayán (*Myrcianthes pungens*), el horco-mato o alpa mato (*Myrcianthes mato*), el güilli (*Myrcianthes pseudomato*), güilli rojo (*Amomyrtella guilli*), arrayán (*Eugenia uniflora*).

El mayor porcentaje de humedad genera la proliferación de plantas epífitas de las más variadas familias: Orquídeas, Bromeliáceas, Cactáceas, helechos, líquenes, musgos, sumados a lianas y enredaderas, crecen sobre las ramas de los árboles. Tal es así, que sobre un solo ejemplar fueron identificadas 30 especies diferentes (Brown & Grau, 1995). Las epífitas seleccionan su ubicación en el árbol: los helechos y Bromeliáceas de mayor tamaño suelen desarrollarse sobre el tronco y las ramas gruesas (especialmente en las horquetas), mientras que los claveles del aire colonizan las ramas finas superiores, donde hay más luz solar (Brown *et al*, 1985). Donde la humedad es máxima, los árboles pueden cubrirse de por densas capas de "barbas de viejo" (*Tillandsia usneoides*), que son plantas epífitas pertenecientes a la familia *Bromeliaceae*. También crece *Hymenophyllum capurroi* (helecho endémico de Tucumán).

La composición arbórea también cambia, predominan los árboles de hojas perennes, siendo escasos los caducifolios. El gigante local es *Blepharocalyx salicifolius* (Horco Molle) también llamado palo barroso por su corteza rugosa y oscura, es una mirtácea emergente, de alto y recto fuste que a menudo supera los 40 metros. También es significativo *Cinnamomum porphyria* (Laurel de la falda) cuyo grueso tronco de 1,50 a 2 metros de diámetro y con un registro máximo de 3,80 m, se ramifica en forma horizontal y cerca de la base, formando una estructura que sirve de soporte para epífitos y plantas trepadoras.

BOSQUES MONTANOS. Representados en las subunidades I.a.2; I.b; II.a; II.b.3. II.c

Se extiende desde el límite con Bolivia hasta la Provincia de Catamarca y desde los 1.200 a 2.500 msnm (Cabrera, 1976). Los límites altitudinales propuestos por Brown & Grau, (1995) varían entre 1.500/2.500 – 3.000 msnm.

A escala de paisaje, esta unidad biogeográfica es un mosaico de diferentes unidades de vegetación entre los que se destacan los pastizales, los arbustales dominados por compuestas y los bosques simples de *Alnus jorullensis var spachii*, *Podocarpus parlatorei*, *Sambucus peruviana* y *Polylepis australis*. Hacia el límite altitudinal inferior los bosques son más diversos formados

principalmente por *P. parlatoresi*, *Ilex argentina*, *Prunus tucumanensis*, *Cedrela lilloi*, *Juglans australis* y diversas mirtáceas (Cabrera 1976, Hueck 1978).

Pueden reconocerse distintos tipos de bosques. Bosques de Pino del cerro *Podocarpus parlatoresi*, Bosques de Aliso *Alnus jorullensis var spachii* (1.400 – 2.100 msnm) y Bosques de Queñoa *Polylepis australis* (1.900 – 2.300 msnm).

En los bosques de pinos, es común encontrar a los pinos del cerro acompañados por *Juglans australis* (nogal criollo) y *Alnus jorullensis* (aliso del cerro). En los bosques de Aliso se pueden encontrar como especies acompañantes ejemplares de *Podocarpus parlatoresi*, *Polylepis australis*, *Sambucus peruviana* (sauco), *Duranta serratifolia*. Entre los arbustos más frecuentes *Lepechinia graveolens*, *Eupatorium viscidum*, *Tibouchina paratropica*. En los bosques de queñoa, los árboles son achaparrados (hasta 6 metros de altura), que disminuye a medida que aumenta la altitud de las laderas, volviéndose más retorcidos (aspecto arbustivo) y hallarse dispersos en la comunidad siguiente.

Este bosque cumple un rol de regulador hídrico muy relevante tanto amortiguando el efecto de las lluvias concentradas del verano, como captando precipitaciones horizontales durante el invierno - efecto bosques nublados- (Stadmüller, 1987). Una proporción mayoritaria del agua de riego que se emplea en la zona de cultivos de caña de azúcar y de cítricos correspondiente al piso de la Selva Pedemontana (alrededor de 30.000 has.), se genera en esta franja altitudinal. De tal manera que las otras actividades antrópicas de la cuenca como la explotación forestal selectiva, la agricultura migratoria y la ganadería de trashumancia estarían afectando la calidad, cantidad y régimen de este recurso hídrico (Arturi *et al*, 1998)

PASTIZALES DE ALTURA. Cabeceras de cuencas.

Los pastizales de altura (praderas montanas, pastizales de neblina), situados en la cabecera de cuencas (cima de las montañas), son considerados por algunos botánicos como pertenecientes a las Yungas, mientras que otros los consideran como una unidad independiente, debido características particulares muy diferentes a las de la selva de yungas, relacionándolos así con el dominio Andino Patagónico. El pastizal reemplaza a los árboles, debido a que estos no pueden prosperar a causa de los fuertes vientos y falta de aptitud de los suelos que permitan su desarrollo. Pueden alcanzar los 3.000 m de altura donde se integran con los pastizales de la puna húmeda. Entre las gramíneas más abundantes se puede mencionar a *Festuca hieronymi*, *Deyeuxia rosea*, *Deyeuxia poligama*, *Paspalum lineispatha*, *Stipa tucumana* entre otras.

Las selvas de montaña se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo debido a su rápida desaparición. Su conservación y desarrollo racional son considerados prioridad internacional. La importancia en la conservación de estos ambientes radica en su papel hidrológico como así también en su elevada riqueza de plantas y animales y en su acentuada fragilidad a la intervención humana cuando esta se realiza sin técnicas apropiadas (Brown y Grau, 1993).

COMUNIDADES RIPARIAS. SUBUNIDAD I.c.3:

En la hoja topográfica, esta comunidad se desarrolla en las riberas de los ríos (500 – 1.000 msnm). El paisaje ripario es único entre los diferentes tipos de ambientes, porque es un hábitat terrestre fuertemente afectado, y que a la vez afecta, a los ambientes acuáticos. Posee una configuración espacial particular, siendo su estructura y función diversas. Malanson (1993) los considera como ecotonos entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, destaca que son ambientes sometidos a flujos laterales de agua, que es la principal fuerza que organiza y regula su funcionamiento, incluyendo sus ciclos biogeoquímicos y su rol en el paisaje.

Para la Provincia de Tucumán, faltan relevamientos acerca de las especies que conforman estas comunidades, tanto en las áreas montañosas como en las de llanura. Debido al fuerte impacto que produjo la transformación de la zona pedemontana y llana en campos agrícolas, la vegetación presente en las riberas (también afectadas) es de tipo secundaria y mayormente compuesta por especies exóticas muchas de las cuales son escapadas de cultivo. Entre las especies nativas se destacan, entre otras, *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia*, *Acacia aroma*, *Enterolobium contortisiliquum* (árboles), *Baccharis sp.*, *Eupatorium sp* (arbustos) *Sporobolus sp*, *Cortaderia sp*, *Juncus sp* (hierbas). Es común la presencia de la caña exótica *Arundo donax* que con sus rizomas se propaga por las orillas. Moras (*Morus sp*) y Ligustros (*Ligustrum lucidum*) se destacan como especies arbóreas exóticas e invasoras.

UNIDAD II. Área montañosa (picos hasta 2.550 m snm)

Esta unidad fue definida siguiendo criterios geográficos ya que abarca los sistemas montañosos (de menor altura que en la Unidad I) que se detallan a continuación: Cumbres de Narvéez y Santa Ana, Cumbres de las Higueras, Sierra de Humaya, Cumbres del Potrerillo y Cumbres de los Llanos, desde las áreas cumbrales hasta la llanura.

Se extiende desde la llanura de inundación actual del río Las Cañas – Medina hasta la latitud de la localidad de Rumi Punco al sur, coincidente con el extremo sur del límite oriental. Éste se define siguiendo también los cambios en el patrón de uso con campos de pequeña extensión al oeste y más extensos al este.

SUBUNIDAD II.a.

Altitudinalmente corresponde a la vegetación característica de las provincias de la Prepuna y de las Yungas (Bosques Montanos) En áreas más protegidas puede haber representantes de la Selva Montana, piso de las mirtáceas.

Desde la perspectiva geomorfológica se pueden diferenciar claramente, valles principales elongados en dirección norte sur, en los cuales se desarrolla una vegetación herbácea – arbustiva. Se observan también campos de cultivos.

En la ladera occidental se destaca vegetación arbórea correspondiente a bosques montanos, compuestos por alisos y pinos del cerro. Vervoorst (1982) menciona que *Alnus jorullensis* (aliso del cerro) encuentra su límite de distribución austral en la Sierra de Humaya, Catamarca.

En la ladera oriental, más árida, se observa el predominio de arbustales y pastizales característicos de la Provincia Fitogeográfica de la Prepuna. Es una subunidad es altitudinalmente, muy similar a la subunidad Ib. Se diferencia por las tonalidades reflejadas, lo que indica un mayor predominio de herbáceas y arbustivas sobre el bosque, que se desarrolla en las quebradas húmedas. En la subunidad I.b. el predominio del color verde sugiere una mayor cobertura de vegetación arbórea (bosques montanos), sobre el pastizal – arbustal que predomina en la Subunidad que se describe. Esta situación puede ser atribuida a una mayor altitud general de los cordones montañosos en la subunidad I.b. que generan condiciones más húmedas favoreciendo el desarrollo de vegetación arbórea.

Esta situación puede ser apreciada claramente en la Figura 14, que compara la altitud (msnm) entre las subunidades I.b. – II.a.

SUBUNIDAD II.b.1: La vegetación corresponde al tipo Selva Montana, piso de las Mirtáceas y piso de Tipa y Laurel en las partes más bajas.

SUBUNIDAD II.b.2.

La vegetación corresponde al tipo Selva montana basal, con predominio de Tipa y Cebil. Una pequeña fracción corresponde al piso de la selva pedemontana. Por la ubicación geográfica del área es muy factible que presente un empobrecimiento florístico latitudinal progresivo de especies de Yungas. Cabe destacar que debido a la menor altitud general de los cordones montañosos, la zona es menos húmeda que aquellas ubicadas más al norte (subunidad I.b.) en la que la selva se desarrolla en todo su esplendor. A su vez, Vervoorst (1983) indica que la Sierra del Alto – Ancasti, es zona de contacto de elementos florísticos de yungas con los templado boreales (montañosos cordobeses) y chaqueños serranos y que de este contacto resulta una combinación de especies que en función de las características locales particulares de una determinada área, predominará una determinada combinación de especies. Vervoorst (1982) indica que hacia el sur (Provincias de Tucumán y Catamarca) este bosque se empobrece notablemente y está dominado principalmente por tipa, pacará y cebil.

SUBUNIDAD II.b.3:

La vegetación corresponde a la Provincia fitogeográfica de las Yungas, Selva Montana (piso de las mirtáceas) y de los Bosques Montanos (de Aliso - Pino del cerro). En áreas más áridas, puede haber representantes de la provincia fitogeográfica de la prepuna.

SUBUNIDAD II.c:

En esta subunidad se diferencian claramente, en función de textura y color, dos tipos principales de ladera. En las laderas orientales, más secas, predominan pastizales y arbustales, típicos de media montaña. En las laderas occidentales, más húmedas, predomina la vegetación de tipo arbórea de yungas (Selva de mirtáceas y Bosques montanos de aliso - pino del cerro). Es probable que en los bolsones o valles interiores, más áridos, haya ingresiones de especies de la provincia fitogeográfica del monte (*Larrea* sp. y cactáceas) y sobre las laderas áridas, de especies de la provincia fitogeográfica de la prepuna.

SUBUNIDAD II.d: Cultivos anuales en parcelas rurales.

SUBUNIDAD II.e.1: Cultivos extensivos de Caña de azúcar principalmente.

SUBUNIDAD II.e.2: Cultivos extensivos de Tabaco – Soja.

SUBUNIDAD II.f: Comunidades Riparias de llanura. **(ver I.c.3 – III.c)**

UNIDAD III. LLANURA ALUVIAL.

Esta unidad abarca la llanura aluvial definida por Sayago *et al* (1998) donde se destaca un modelado fluvial generado por ríos cuyas nacientes se encuentran en la región montañosa y la atraviesan hasta desembocar en el dique Río Hondo. La dinámica fluvial es el agente modelador, mediante la acción de procesos de erosión – depositación, actuales y pasados, que le imprimieron a la región formas características que se distinguen claramente en la imagen, tales como meandros abandonados secos y cubiertos por agua, zonas pantanosas y depresiones con anegamiento estacional. Cada forma de características distintivas, está cubierta por una vegetación que responde a las particularidades edáficas, topográficas y climáticas.

Fitogeográficamente la vegetación corresponde a la PROVINCIA CHAQUEÑA (Cabrera, 1976). En la Argentina se extiende por Formosa, Chaco, este de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca, oeste de Corrientes penetrando en el norte de Córdoba y Santa Fe y llegando hasta La Rioja y San Luis.

Limita al oeste con la Provincia de las Yungas y luego con la Provincia del Monte, al este con la Provincia Fitogeográfica del Espinal. Hacia el norte se extiende por el centro y oeste del Paraguay y sudeste de Bolivia hasta Santa Cruz de la Sierra. Penetra también en el sudoeste del Brasil.

El sector oriental de la Provincia de Tucumán y oeste de Santiago del Estero, están comprendidos en el Chaco Semiárido (Distrito Chaqueño Occidental, Cabrera, 1976). Este comprende una vasta planicie que presenta una suave pendiente hacia el este. Esta llanura presenta ocasionales interrupciones serranas, localizadas principalmente en el sur. El chaco seco es el resultado del relleno sedimentario de la gran fosa tectónica chaco pampeana. Junto a los aportes eólicos tipo loessico, ocurren importantes procesos de origen aluvial y fluvial, vinculados al gran aporte de materiales provenientes del sector montañoso andino, donde nacen y se organizan las cuencas hidrográficas de los ríos Bermejo, Pilcomayo, Juramento y Salí - Dulce. Existen también amplios sectores ocupados por salinas.

El clima es continental, cálido subtropical, con áreas que presentan las máximas temperaturas absolutas del continente. La severidad e impredecibilidad caracterizan al clima de este ambiente (Torkel Karlin *et al*, 1994). La temperatura media anual varía de norte a sur desde 23°C a 18°C. Las precipitaciones varían entre 500 – 700 mm/año, son marcadamente estivales y disminuyen en forma acentuada hacia el límite con la provincia fitogeográfica del Monte (Eco-región del Monte) en el sudoeste. En el área que corresponde a la hoja, predominan suelos arenosos con bajo contenido de materia orgánica. La salinidad está casi siempre presente a alguna profundidad del suelo y a veces se manifiesta desde la superficie. En razón de las variaciones climáticas y geomorfológicas se identifican diferentes subregiones (chaco serrano, chaco árido, semiárido, subhúmedo).

El chaco occidental es la eco-región con mayor superficie en el NOA (23.170.000 has), que representa el 50.37 % del NOA (Vides Almonacid *et al*, 1998). Es la que más sufrió el impacto de la acción humana y una marcada degradación de su paisaje original, por agricultura, ganadería y explotación forestal, sumado a su frágil tipo de suelo.

El tipo de vegetación característica es el bosque xerófilo, cuyos árboles se vuelven más ralos hacia el chaco árido (suroeste). Según las zonas y subregiones predominarán bosques serranos, sabanas - pastizales, palmares, estepas halófilas, cardonales (Cabrera, 1976).

Las zonas más altas poseen bosques xerófilos de quebracho colorado santiagueño y quebracho blanco (quebrachales), con mistol, itín, yuchán, brea, duraznillo, varias cactáceas, arbustos del género *Acacia aroma* (tusca) y *Capparis* sp, *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Tipuana tipu* (tipa), *Acacia furcata* (garabato), *Zyziphus mistol*, *Jodina rhombifolia* (sombra de toro), varias especies de cactáceas *Cereus* sp (cardones), *Opuntia* sp (tunas) y *Caesalpinia paraguariensis* (guayacán). En las áreas bajas, la salinidad y las restricciones en el drenaje condicionan la composición florística, dando lugar a comunidades de algarrobos y chañar, y en los salares a vegetación con predominio de especies halófilas. Los bosques alternan con pastizales (pampas) de "aibe" (*Festuca hieronymi*), asociados a antiguos cauces colmatados.

Desde un punto de vista ecológico, cabe destacar que las comunidades vegetales que hoy están presentes, han perdido su estructura original y procesos dinámicos propios, como consecuencia del intenso "uso" al que fue sometido en el pasado y que aún persiste que consecuentemente favorece la erosión hídrica, la pérdida de materia orgánica y la salinización de los suelos.

SUBUNIDAD III.a.1.

Son áreas de cultivo en parcelas extensas. Caña de azúcar (área marginal hacia el este). También cultivos de granos: maíz, sorgo, soja. Actualmente la zona oriental ha sido desmontada y transformada a la ganadería extensiva.

SUBUNIDAD III.a.2. Áreas de cultivo (parcelas en minifundios).

SUBUNIDAD III.b.

Bajos del arroyo Mista (cauces poco definidos). Combinación de vegetación ribereña con vegetación palustre. Puede considerarse como humedal. Si bien no existen relevamientos previos para esta zona, las especies vegetales que están presentes en este tipo de hábitat en general, son representantes de las familias *Cyperaceae*, *Typhaceae*, *Juncaceae*, *Poaceae*, *Cannaceae*, *Polygonaceae* entre otras. En la zona periférica pueden habitar *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia* entre otras especies.

SUBUNIDAD III.c.

Comunidad riparia (riberas y cauces) Ríos Salí, Medina, Marapa - San Ignacio. Se destacan los bosques de sauce *Salix humboldtiana*, que son bosquecillos de la orilla arenosa y de bancos de arena. Predomina también *Tessaria integrifolia* (aliso de río). También encontramos bosques de "tusca" (*Acacia aroma*), bosques de "timbó" (*Enterolobium contortisiliquum*), pajonales, estepas de jume entre cardonales. Mezclados con estas especies o bien formando matorrales suelen hallarse arbustos de hojas lanceoladas denominadas "chilcas" que corresponden a *Baccharis coridifolia* y *Eupatorium buniifolium*. También *Sporobolus* sp, *Cortaderia* sp, *Juncus* sp.

SUBUNIDAD III.d.

Comunidades palustres (*área deltaica de los ríos previa a la desembocadura en el dique El Frontal*).

Las zonas delimitadas en la imagen bajo este tipo, pueden denominarse "humedales". Para que un área sea considerada como tal, debe cumplir con tres características ecológicas esenciales (Bravo & Windevoxhel, 1997): *poseer vegetación hidrófila* (tipos asociados a medios acuáticos o semiacuáticos), *suelos hídricos* (que se desarrollen en condiciones con alto grado de humedad, hasta llegar al grado de saturación) y *condición hídrica*: caracterizada por la influencia climática sobre un determinado territorio, en donde se involucran otras variables como procesos geomorfológicos, topografía y material constituyente del suelo.

Como humedales se consideran a los esteros, los bosques anegados, los pantanos, llanuras de inundación, lagos, lagunas. Los límites entre lo que se considera o no un humedal, son un tanto controversiales.

La importancia eco-biológica de los humedales ha sido crecientemente valorada y reconocida en los últimos años. Los humedales constituyen importantes reservorios de biodiversidad. En buena medida la Convención de Ramsar sobre los humedales del mundo, es responsable de ello (*la Convención Internacional sobre los Humedales se firmó hace casi treinta años, en 1971, a orillas del Mar Caspio en la ciudad iraní de Ramsar -de allí que es más conocida como Convención Ramsar*).

Para la zona de estudio no existen relevamientos de las especies vegetales que están presentes en este tipo de hábitat. En general pueden encontrarse representantes de las familias *Cyperacea*, *Typhacea*, *Juncaceae*, *Poaceae*, *Cannaceae*, *Polygonaceae* entre otras. En la zona periférica pueden habitar *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia* entre otras especies.

SUBUNIDAD III.e.

Comunidad de dos Quebrachos. El quebrachal es la comunidad dominante. Predominan el quebracho colorado santiagueño *Schinopsis quebracho colorado* y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) otros árboles importantes son el "itín" y el "guayacán". Las cactáceas son escasas en el quebrachal virgen, pero se hacen abundantes con el pastoreo. Las más conspicuas son *Opuntia quimilo* (quimil), cardón de flores blancas. El estrato herbáceo está formado principalmente por gramíneas (Setarias).

SUBUNIDAD III.f.

Matorrales de "jume". Es una estepa halófila (predominio de nanofanerófitos suculentos de 30 - 80cm.de altura) característica de suelos salobres donde predominan *Suaeda divaricata*, *Allenrolfea patagonica* y *Hetrostachys ritteriana*, las lampa *Atriplex argentina* y *Atriplex lampa* (zampa). Se trata de bajos salinos inundables con grandes espacios de suelo desnudo cubierto de sal. También están presentes *Tessaria absintioides* y especies de los géneros *Scirpus* y *Juncus* y varias otras de gramíneas, juncáceas y ciperáceas. Sobre suelos medianamente salinos se desarrollan cardonales de *Cereus coryne*, asociados a *Geoffroea decorticans* y *Suaeda divaricata*, *Prosopis reptans*. En algunos sectores se observa entre los "jumeales" áreas dedicadas a la agricultura, debido al menor contenido de sales de los suelos.

SUBUNIDAD III.g.

Se observa que la vegetación original de la llanura chaqueña, fue casi totalmente eliminada, para transformar las tierras en campos de cultivo, mayormente de cultivos de granos anuales. En zonas donde los campos quedaron abandonados, se observa el desarrollo de vegetación secundaria (tipo fachinal).

UNIDAD IV. LLANURA CHACO –PAMPEANA.

Esta unidad se extiende hacia la llanura del este, en la provincia de Santiago del Estero. Para delimitar esta unidad mediante interpretación visual, se determinaron los patrones de vegetación. El patrón dominante indica rasgos generados por: desmonte de la vegetación natural (típicamente chaqueña), que se manifiesta como un manchado blanco amarillento, con áreas más oscuras.

SUBUNIDAD IV.a.

Esta subunidad se la define por el patrón de uso agrícola. Los campos de cultivos son de gran extensión, de tonos verde claro con líneas más oscuras que correspondería a cordones de desmonte. Son franjas que se dejan con arbustales o se queman para destinarlas a cultivos de hortalizas. Una práctica observada en la zona es el hecho de dejar cordones de árboles para que funcionen como barreras rompevientos.

SUBUNIDAD IV.b.

Esta subunidad abarca específicamente la región afectada por acciones de desmonte, que dejaron expuestos manchones de suelo desnudo, con procesos de erosión hídrica del tipo mantiforme. El relieve es llano con ondulaciones suaves, de baja pendiente y condiciones climáticas semiáridas.

UNIDAD V. SIERRA DE GUASAYÁN. Bosque Chaqueño Serrano.

El chaco Serrano se extiende de norte a sur, sobre las Sierras Subandinas y pampeanas. Ocupa las laderas bajas de cerros y quebradas, formando un amplio ecotono con las Yungas y el Monte. Alcanza una altitud de 1.800 msnm. Suele ocupar las laderas bajas de cerros y quebradas formando un amplio ecotono con las provincias de las Yungas y del Monte. La vegetación predominante es el bosque xerófilo, interrumpido o alternado con estepas de gramíneas duras.

Fitogeográficamente se puede definir a la Sierra de Guasayán como una porción de territorio que pertenece al distrito chaqueño serrano con características propias, enclavado en el distrito chaqueño occidental que lo circunda, con el que presenta una diferenciación florística fácilmente notable, más brusca en el este y más atenuada en el oeste, como lo es también la elevación de esta serranía (Roig *et al* 1987). Estos autores presentan una enumeración de las familias y los géneros, cuya presencia se ha registrado en el área de la Sierra de Guasayán.

Entre las comunidades principales se destacan los bosques de Horco Quebracho acompañados por visco, churqui, molle, molle de beber y coco. Son bosques de 8 a 10 metros de altura con estrato arbustivos y herbáceos. Las especies dominantes son: *Schinopsis haenkeana* (horco quebracho), *Lithraea ternifolia* (molle blanco) *Fagara coco* (coco). Los bosques del tabaquillo o queñoa (*Polylepis australis*) aparecen en las Sierras grandes de Córdoba. Finalmente, por encima de los 1.500 msnm el bosque deja lugar a estepas gramíneas con predominio de especies de los géneros *Stipa* y *Festuca*.

Generalmente el estrato arbóreo lo constituyen las siguientes especies que alcanzan entre 8 –12 metros de altura (Vervoorst, 1983): *Schinopsis haenkeana*, *Aspidosperma quebracho blanco*, *Zyziphus mistol*(mistol), *Chorisia insignis* (yuchán o palo borracho), *Geoffrea decorticans* (chañar), *Celtis tala* (tala), *Cereus validus* (ucle), *Cereus coryne* (achumba), *Trichocereus terscheckii* (cardón).

El estrato arbustivo está formado por las siguientes especies (1.5 – 3 m de altura): *Prosopis torquata* (tentitaco), *Acacia furcatispina* (garabato), *Ximenia americana* (albarillo), *Cassia aphylla* (pichanilla), *Atamisquea emarginata* (atamisqui), *Vallesia glabra* (ancoche).

El estrato de matas (0.3 – 0.5 m) *Deuterocohnia longipetala* (chaguar), *Opuntia* sp (pencas), helechos y en época de lluvias un denso césped de gramíneas.

Varela (en prep.) registra para la Sierra de Guasayán y serranías adyacentes, 66 especies de leñosas distribuidas en 25 familias. Se destacan las 17 especies pertenecientes a la familia *Fabaceae*. Mientras que 6 especies pertenecen a *Verbenaceae*, 5 a *Euphorbiaceae*, 4 a *Capparaceae*, 3 a *Cactaceae* y *Zigophyllaceae*, 2 a *Anacardiaceae*, *Asteraceae*, *Apocynaceae*, *Bignoniaceae*, *Celastraceae*, *Celtidaceae*, *Poligonaceae*, *Rhamnaceae*, *Solanaceae* y 1 a las

familias *Achatocarpaceae*, *Arecaceae*, *Labiatae*, *Malvaceae*, *Olacaceae*, *Chenopodiaceae*, *Santalaceae*, *Simaroubaceae* y una a una familia no identificada.

Dentro de esta Unidad se diferencian las siguientes subunidades:

SUBUNIDAD V.a.

Formada por la Sierra de Guasayán propiamente dicha. El bosque chaqueño serrano se encuentra en general, en buen estado de conservación. La sierra presenta una altitud máxima de 667 msnm, en su porción sur.

SUBUNIDAD V.a.1

Se trata de sierras de menor altitud general (300 – 400 msnm) donde la vegetación original se preserva solo en las áreas cumbresales. En las áreas bajas (pedemontanas) esta vegetación se encuentra fuertemente modificada y el área transformada a la agricultura intensiva.

SUBUNIDAD V.a.2

El bosque chaqueño serrano, ubicado en el piedemonte de la Sierra de Guasayán, se encuentra en buen estado de conservación. Sobre el terreno se observan lomadas de hasta 300 msnm, que no encuentran bajo un desarrollo agrícola extensivo dadas las limitaciones del tipo de suelo y la pendiente.

SUBUNIDAD V.b.

En esta subunidad el bosque chaqueño serrano fue fuertemente modificado y las tierras transformadas a la agricultura. Sólo se observan remanentes del mismo en las áreas cumbresales de la zona.

UNIDAD VI. EMBALSE RÍO HONDO.

Se trata de un típico embalse de llanura con presa combinada de tierra y hormigón de baja altura, con altura máxima a pie de presa de 23 metros de profundidad. Embalsa las aguas provenientes de la cuenca del Río Salí para uso como riego y producción de energía eléctrica. Su ubicación sobre terrenos suavemente ondulados, produjo el llenado de una extensa área de inundación superior a los 300 Km² en su nivel máximo admisible a la cota de 275 msnm. El área de expropiación realizada al momento de la construcción de la presa fue de 42.000 Has. cubiertas por monte nativo degradado por fuerte explotación forestal de la zona y monte bajo, producto de la misma degradación con islotes, de diferentes tamaños, en ambas riberas del río, cubiertas por palmeras (*Trithrinax campestris*). Existen también áreas puras cubiertas por (*Suaeda divaricata*) "jumes" que se denominan jumeales, que indican áreas salinizadas y gran cantidad de sodio intercambiable. El área expropiada por encima de la cota 274 msnm no ha variado mayormente en su uso y estructura, salvo una mayor salinización de los suelos por elevación de la napa freática. En el área de operaciones del embalse (cotas 262 –274 msnm) el paisaje ha variado notablemente, no solo por el monte nativo muerto en áreas no desmontadas, sino por las áreas cubiertas de pastizales que se desarrollan cuando las aguas

bajan de su cota máxima (Noviembre – Marzo) producto de la disminución de los ingresos de agua y aumento de los egresos para riego. La sedimentación de sólidos en ambos márgenes del río Salí ha producido un enorme albardón en el cual se desarrolló un bosque en galería formado por "saúce criollo" (*Salix humboldtiana*), aliso de río (*Tessaria integrifolia*) en una extensión de 664, 2 has. El resto de la superficie perdida por el embalse, producida por el Salí, están cubiertas por vegetación herbácea de las familias *Borraginaceae*, *Cyperaceae*, *Malvaceae*, y *Asteraceae*, que vegetan con aguas bajas semi-sumergidas y sumergidas. Estas áreas pueden ser colonizadas potencialmente en el futuro por saúce criollo.

El alto de aporte de sedimentos del Salí, en aumento constante, provoca un aumento en el proceso de sedimentación con la consiguiente disminución del área del embalse. Este material tiene una alta concentración de arcillas.

Por arriba de la cota (272 msnm) el bosque nativo recibe inundaciones periódicas, sin que se observen daños importantes en las especies que vegetan en la orilla del mismo. El monte nativo, mayormente degradado, está compuesto por quebracho colorado y blanco, algarrobo, brea, chañar, mistol, garabato y varias especies de cactáceas. El monte bajo agrupa principalmente a la jarilla, ancoche, chañar, brea, jume, suncho, piquillín.

En la desembocadura del río Gastona se formaron lagunas que poseen agua la mayor parte del año y que originaron el desarrollo de un nuevo ecosistema, desconocido antes de la construcción del embalse, donde se desarrollan especies vegetales típicas de estos ambientes (macrófitas- gramíneas altas).

Carrizo y Gómez (1994) reportan la presencia de las siguientes especies de macrófitas, para la desembocadura de los ríos, orilla del embalse y/o aguas libres del embalse de Río Hondo. Familias: *Hidrocaryaceae*: *Hidromystria laevigata*; *Lemnaceae*: *Spirodela intermedia* y *Lemna minuscula* flotantes - libres; *Araceae*: *Pistia stratiotes* flotante - libre; *Ceratophyllaceae*: *Ceratophyllum demersum* sumergida - libre; *Poaceae*: *Panicum elephantipes* arraigada - emergente; *Polygonaceae*: *Polygonum hispidum* arraigada - emergente; *Pontederiaceae*: *Eichhornia crassipes* flotante - libre; *Haloragraceae*: *Myriophyllum aquaticum*; *Umbeliferae*: *Hydrocotyle ranunculoides*; *Potamogetonaceae*: *Potamogeton* sp.

Como referencia (informe hidroeléctrica) se indica el siguiente uso de la tierra en el área del perilago:

I. Área por encima de la cota máxima del embalse	12.508 has
a) Monte alto nativo degradado con <i>Eucalyptus</i> Sp.	4.137,6 has
b) Monte alto de Sauces y Alisos s/ albardón	664,6 has
c) Monte bajo degradado	5.782,6 has
d) Monte bajo de jume	874 has
e) Áreas salinizadas sin vegetación y caminos	1.049,6 has
II- Área por debajo de la cota máxima del embalse	29.206 has.
a) Monte bajo /alto inundable	5.466 has
b) Pasturas con árboles aislados / sachacafé	1.382,5 has
c) Pasturas de gramíneas	3.184,5 has
d) Áreas desnudas en proceso de empastado	9.291 has

e) Áreas ocupación transit.Cultivos anuales	380 has
f) Áreas cubiertas por agua (embalse – ríos)	9.502 has

Total General: 41.714 has.

Actualmente el embalse recibe de sus principales afluentes, los ríos Salí, Gastona, Medina y Marapa, aguas contaminadas por desechos de origen industrial, agrícola y urbano. Este "aporte" produce una fuerte eutrofización del embalse, que muestra hoy un grado de afección importante. Este proceso se acentúa en invierno cuando se produce una disminución de las precipitaciones, coincidiendo con el periodo de mayor actividad industrial (azucarera, alcohólica y cítrica) y por lo tanto de mayor cantidad de desechos vertidos sin tratamiento a la cuenca del Salí.

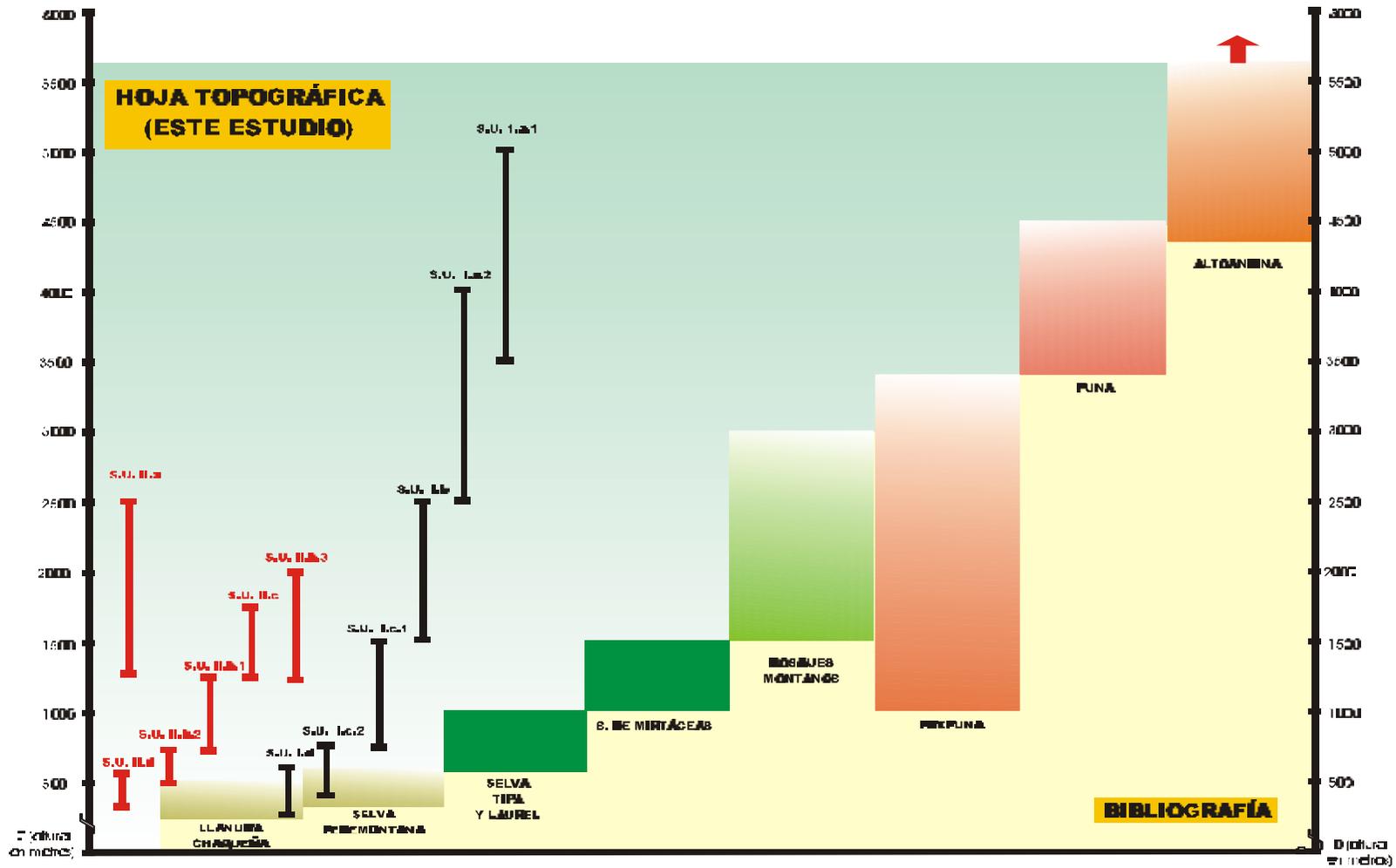
Para conocer las correspondencias entre diferentes caracterizaciones florísticas en América del Sur, se sugiere consultar el trabajo de Morrone (1999), quien realiza un análisis comparativo de los esquemas biogeográficos propuestos hasta el presente, destacando los de Rappoport (1968), Kuschel (1969), Cabrera & Willink (1973), Müller (1973), Rivas-Martínez & Tobar (1983), Rivas-Martínez & Navarro (1974) y Dinerstein *et al* (1995). Morrone (1999), presenta un nuevo esquema biogeográfico para América del Sur, donde indica las equivalencias entre las denominaciones de las diferentes bioregiones de América del Sur.

Cuadro N° 14: Correspondencia entre las denominaciones que realizaron diferentes autores respecto a la vegetación del noroeste argentino. Relacionado con las unidades de vegetación descriptas en el presente trabajo.

Cabrera (1976)		Vervoorst (1981,1982,1993)	Burkart <i>et al</i> (1997)		Morrone (1999)		Otros	
Dominio Amazónico	D. de las selvas de transición	Bosque pedemontano	Ecoregión de Las Yungas.		Región Neotropical	Provincia de Las Yungas	Selva Pedemontana	
	D. de las selvas montanas (<i>sin pisos</i>)	Bosque montano inferior (<i>no reconoce pisos</i>)					Subregión Amazónica:	Selva Montana Selva Basal y Selva de <i>Mirtáceas</i>
Provincia de las Yungas	D. de los bosques montanos	Bosque montano Superior - <i>deciduo</i> (Aliso)						Bosques Montanos
	Praderas Montanas (<i>incluidas en el D. Bosques montanos</i>)	Pastizal de altura y arbustos mesofíticos					Pastizales de altura <i>Se los incluye en bosques montanos (Morales, Sirombra, Brown, 1995)</i>	
Dominio Chaqueño	a) Provincia Chaqueña: <i>a1) Distrito Chaqueño occidental</i> <i>a2) Distrito Chaqueño Serrano</i>	Bosque Chaqueño Occidental (<i>dos sectores</i>) Bosque Chaqueño Serrano	Ecoregión Del Chaco Seco	Subregión Chaco Semiárido Subregión Chaco Serrano	Región Andina Subregión Páramo - puneña	Provincia de la Prepuna	Prepuna (Halloy, 1997)	
	b) Provincia Prepuneña	Comunidades arbustosas con cardones y Bromeliáceas terrestres, prepuneñas	Ecoregión del Monte de Sierras y Bolsones	Subregión de los Cardonales de Laderas				
Dominio Andino Patagónico	Provincia Puneña	Comunidades arbustosas puneñas (puna seca)	Ecoregión de la Puna		Región Andina Subregión Páramo - puneña	Provincia de la Puna Arida	Altoandino (pastos espinosos y <i>cryptofrutisetum</i>) (Halloy, 1997)	
	Provincia Altoandina	Comunidades gramíneas altoandinas (puna húmeda)	Ecoregión de Altos Andes					Provincia de la Puna Húmeda

Cuadro N 15: Diagnóstico Ambiental por regiones ecológicas argentinas. (Tomado de Bertonatti y Corcuera, 2000)

	<i>YUNGAS</i>	<i>CHACO SECO</i>	<i>PUNA - PREPUNA</i>	<i>ALTOS ANDES</i>
<i>Valor de Biodiversidad</i>	ALTO Comparable con la Selva misionera	MEDIO a ALTO Tercero en importancia en el país	BAJO Escasa riqueza de Sp. en relación con otras ecoregiones	BAJO Menor diversidad en Argentina
<i>Valor de Endemismos</i>	ALTO Más alto en Argentina	MEDIO Conectado con Chaco paraguayo	ALTO Especies de flora y fauna únicas en el mundo	MEDIO
<i>Nivel de Degradación</i>	MEDIO Función: acceso, clima, aptitud agrícola, recursos aprovechables (+selva pedemontana)	ALTO Más alto de Argentina	MEDIO a BAJO Escasa densidad poblacional	BAJO Menos degradada de Argentina
<i>Problemas de Conservación</i>	Avance frontera agropecuaria, forestación sustentable, caza furtiva	Tala quebrachos y algarrobos. Sobrepastoreo. Monocultivos.	Puna: erosión, caza, sobreexplotación de leñosas y catáceas. Minería. Prepuna: las anteriores más salinización, uso fuego sobrepastoreo, dunificación.	Buen estado. Inaccesibilidad general. Impacto muy localizado.
<i>Singularidad</i>	BAJA Por su extensión en el continente	BAJA Conexión con P araguay	BAJA Se continúan en los demás países andinos	BAJA Compartido con los demás países sudamericanos
<i>Esfuerzo de Protección necesario</i>	MEDIO	ALTO	MEDIO a ALTO	MEDIO



REFERENCIAS:

→ HASTA EL LÍMITE DE LA VEGETACIÓN S.U. SUBUNIDAD | SUBUNIDAD 1 || SUBUNIDAD 2

Figura 14: Provincias fitogeográficas representadas en el área montañosa de Tucumán y Catamarca. Se compara la altitud citada en la bibliografía con la obtenida a partir de la hoja topográfica.

MAPA DE INFRAESTRUCTURA

Introducción

El mapa de infraestructura ha sido realizado ante la necesidad de separar la información cartográfica de usos de suelo urbano e industrial de aquella que se refiere a tipos de vegetación y uso agrícola, con el fin de proporcionar información legible a la escala en que es desarrollada la Carta temática.

La información volcada en el presente mapa se refiere a infraestructura urbana, infraestructura industrial, infraestructura energética, vías de comunicación y recursos hídricos. Para su elaboración se utilizó mapas e informes obtenidos de los siguientes organismos: Dirección Provincial de Vialidad de Tucumán, Empresa TransNOA, EDET, GASNOR, Minera Alumbra Ltd y Dirección de Irrigación de la Provincia de Tucumán.

Para la delimitación de las áreas urbanas y de los recursos hídricos se utilizó como base la carta de imagen satelital "Concepción" del Instituto Geográfico Militar.

Infraestructura Urbana

Las principales localidades del área se ubican a lo largo de la ruta nacional 38, en una franja con sentido norte-sur que se extiende en forma paralela a los cordones montañosos del oeste. Entre las principales poblaciones del sector se encuentran de norte a sur: Famaillá, Monteros, Concepción, Aguilares, Juan B. Alberdi y La Cocha (ver cuadro 16). Esta estructura lineal, así como ha favorecido la consolidación de los centros urbanos intermedios que la conforman, ha conspirado contra la consolidación de los centros ubicados fuera del eje relacional (IPDU, 1994). Debido a este hecho, las localidades ubicadas al este de este eje son principalmente centros rurales. Quizás la excepción la representan las localidades de Simoca y Bella Vista que constituyen centros urbanos desarrollados a partir de su cercanía relativa con respecto a la capital San Miguel de Tucumán.

Localidad y Población urbana/rural	Departamento	Población
Famaillá	Famaillá	20762
Monteros	Monteros	22144
Concepción	Chicligasta	45622
Aguilares	Río Chico	31104
Juan Bautista Alberdi	Juan Bautista Alberdi	17141
Bella Vista	Leales	13024
Termas de Río Hondo	Río Hondo (Santiago del Estero)	27696

Fuente: INDEC.Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar

Cuadro N° 16: Población total de las principales localidades de la Carta

Según el censo 2001 realizado por el INDEC, el departamento de Chicligasta es el de mayor población del sur tucumano con 63.553 habitantes, seguido por el departamento Monteros con 51.863 (ver cuadro 17). En el mapa de la figura 15 se puede apreciar los distintos departamentos que conforman la provincia de Tucumán, diferenciados por número de habitantes y por densidad de población.

Dentro del ámbito de la provincia de Santiago del Estero, la localidad con mayor población la constituye la ciudad de Termas de Río Hondo, cuyas aguas termales la convirtieron en un polo de atracción turística a nivel nacional. La carta temática abarca parte de los departamentos de Jimenez, Río Hondo, Capital y Guasayán (ver figura 16). De estos cuatro, el de mayor población es el departamento Capital con 244.733 habitantes seguido por el departamento Río Hondo con 50.611 habitantes (ver cuadro 16).

Provincia	Departamento	Población	Superficie Km²	Densidad hab/Km²
Tucumán	Chicligasta	74610	1267	58,88
Tucumán	Famaillá	30937	427	72,45
Tucumán	Graneros	12999	1678	7,74
Tucumán	Juan B. Alberdi	28045	730	38,42
Tucumán	La Cocha	18077	917	19,71
Tucumán	Leales	51468	2027	25,39
Tucumán	Monteros	58404	1169	49,96
Tucumán	Río Chico	52904	585	90,43
Tucumán	Simoca	29786	1261	23,62
Tucumán	Tafí del Valle	13870	2741	5,06
Santiago	Capital	244733	2116	115,65
Santiago	Guasayán	7289	2588	2,81
Santiago	Jiménez	13171	4832	2,72
Santiago	Río Hondo	50611	2124	23,82

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar

Cuadro N° 17: Población, superficie y densidad de población por departamento en el área cubierta por la Carta

Infraestructura Industrial

Dentro de las tareas llevadas a cabo para la elaboración de la Carta, se realizó un relevamiento de las principales industrias ubicadas en el sector de estudio. La mayoría de las industrias están asociadas a la actividad agrícola, siendo la más tradicional la producción de azúcar en los numerosos ingenios, once en total, que se establecieron en el sur tucumano (ver fotos 7 y 8). Dentro del departamento de La Cocha cobra importancia la industria alimenticia a base de soja ADES (foto 9) y las numerosas acopiadoras de tabaco.

Al norte de la ciudad de Famaillá se ubica la Citrícola San Miguel (foto 10), dedicada a la exportación de limones y de jugos disecados.

Entre las principales industrias que no se encuentran asociadas a la producción agrícola del sector figuran las industrias textiles Grafa (foto 11) y Alpargatas, Cervecería Norte (foto 13) y Tubio (fábrica de llaves termoeléctricas).

En el mapa de infraestructura se puede observar la ubicación de cada una de las industrias, mientras que en el mapa de hidrología superficial se encuentran ubicadas los sitios de vertidos de estas empresas. La ubicación exacta de las empresas y el destino final de sus efluentes pueden obtenerse a partir del cuadro 18.

Empresa	Dirección	Rubro	Destino del Efluente
Cervecería Norte Quilmes SAICA y G	Ruta 38 – Km 64,5 - Acherai	Cervecería y Maltería	Arroyo Pampa Mayo
Ingenio La Trinidad Trial S. A.	José Méndez s/n° (Villa La Trinidad)	Ingenio Azucarero	Río Gastona
Ingenio Ñuñorco SASER	9 de Julio s/n – Monteros	Ingenio Azucarero	Río Pueblo Viejo
Ingenio y Destilería Marapa	Juan Bautista Alberdi	Ingenio Azucarero	A. Los Arroyos
Ingenio Santa Bárbara Azucarera Juan Manuel Terán	Santa Bárbara- Aguilares	Ingenio Azucarero	Terreno de Sacrificio
Ingenio Santa Rosa Cía. Industrial de Alimentos	León Rouges - Monteros	Ingenio Azucarero	Río Pueblo Viejo
ADES S.A.	Ruta 334 – Km 7,5 La Cocha	Alimentos a base de Soja	Terreno Propio
GRAFA S.A.	Ruta 38 - Famaillá	Textil	Arroyo Maravilla
Alpargatas Calzados S.A.	Ruta 38 - Aguilares	Fábrica de Calzados	Acequia que desagua en Arroyo Barrientos
Ingenio Aguilares Nuevo Aguilares S.A.	Vélez Sarfiel 246 - Aguilares	Ingenio Azucarero	Río Medina y Arroyo Barrientos
Ingenio Bella Vista José Minetti y Cía	Ruta 301 – Bella Vista	Ingenio Azucarero	Terreno de Irrigación
Ingenio Fronterita José Minetti y Cía	Fronterita - Famaillá	Ingenio Azucarero	Arroyo Fronterita
Ingenio La Corona Valpafe S.A.	Concepción	Ingenio Azucarero	Río Gastona
Ingenio Leales	Pellegrini s/n – La	Ingenio Azucarero	Canal Vecinal –

Moonmate S.A.	Encantada		Arroyo Mixta
Ing. La Providencia – ARCOR SAIC	Río Seco - Monteros	Ingenio Azucarero	Río Seco
Joissam SRL	Ruta 326 - Monteros	Frigorífico	Canal del Ing. Ñuñorco (a Río Pueblo Viejo)
ABB Tubio Tucumán	Ruta 157 – Km 1.233 – Bella Vista	Llaves Termoeléctricas	Cámara séptica – lecho absorbente

Cuadro N° 18: Empresas, rubros y destino de los efluentes

Infraestructura Energética

La infraestructura energética del área se caracteriza por líneas de alta tensión de 33 Kv que abastecen a los principales centros urbanos del interior de la provincia de Tucumán. En la ciudades de Famailá, Monteros, Concepción, Atahona, Lamadrid y Taco Ralo existen rebajes de 33 Kv a 13,2 Kv. La alimentación eléctrica hacia las localidades mas pequeñas se realiza mediante estas líneas de 13,2 Kv.

En el sector montañoso tucumano se encuentran las centrales hidroeléctricas de la Compañía Electrica Escaba ubicada aguas debajo del embalse Escaba (ver foto 13) y la Central Eléctrica Pueblo Viejo que capta el agua de las tomas ubicadas en los ríos Los Reales y La Horqueta (ver foto 14). La Central Hidroeléctrica Río Hondo se abastece de las aguas del embalse Río Hondo, brindando energía eléctrica a la provincia de Santiago del Estero.

En el sector norte de la Carta se extiende la red eléctrica de 220 Kv perteneciente a la empresa Minera Alumbreira Ltd que abastece de energía eléctrica al campamento ubicado en la provincia de Catamarca. A su vez desde la planta proviene el mineraloducto que entra al sector cubierto por la Carta a través de la quebrada del río Las Cañas, atravesando la ruta provincial 365 y el río conventillo hasta alcanzar la ruta nacional 38. A partir de allí corre paralelo a dicha ruta hasta salir de la Carta. El mineraloducto trabaja con una presión de 187 bares y tiene un diámetro nominal de 168 mm.

Finalmente el abastecimiento de gas de la región se realiza por medio del gasoducto de alta presión proveniente de la localidad de Campo Durán ubicada al norte de la provincia de Salta. La provincia de Tucumán se conecta al gasoducto por medio de una red de distribución de media presión, que sirve a los centro urbanos e industrias presentes en la Carta.

Vías de Comunicación

Las vías de comunicación automovilística, en base a su distribución y afluencia de tránsito, fueron clasificadas en red primaria, red secundaria y red terciaria. La red primaria se encuentra conformada por rutas nacionales y provinciales pavimentadas, que mantienen el mayor flujo de tránsito automotor de la región. Las dos rutas de mayor afluencia de tráfico son la

ruta nacional 38 que une los principales centros urbanos del sector sur de Tucumán y conecta a esta provincia con la de Catamarca y la ruta nacional 9 que une la provincia de Tucumán con la de Santiago del Estero. La otra ruta que corre en sentido norte-sur es la ruta provincial 157 que también une la provincia de Tucumán con Catamarca atravesando las localidades rurales del sudeste Tucumano como ser Simoca, Atahona Monteagudo, Lamadrid y Taco Ralo. Las rutas provinciales N° 307 al norte y la N° 365 al sur, constituyen el nexo entre la llanura tucumana y los valles de altura del oeste de la Carta.

La red secundaria de comunicación se encuentra conformada por rutas provinciales de ripio, mientras que la red terciaria está conformada por caminos rurales de tierra consolidada. Estos últimos presentan severos problemas durante la época de lluvias.

En el ámbito de la Carta existen dos líneas férreas principales que son las pertenecientes a Ferrocarril General Belgrano y Ferrocarril General Bartolomé Mitre. La primera es la de mayor recorrido dentro de la Carta y une las provincias de Salta, Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba. Antiguamente prestaba servicios de carga y de transporte de pasajeros uniendo las localidades que se ubican a lo largo de las rutas 38 y 157 en la provincia de Tucumán. Actualmente esta línea solo se utiliza para el transporte de carga.

La línea Bartolomé Mitre une las provincias de Tucumán y Buenos Aires, pasando por las provincias de Santiago del Estero y Santa Fé. Es utilizada principalmente para carga y, en forma discontinua, para el transporte de pasajeros. Dentro de los límites de la Carta esta línea corre paralela a la ruta provincial 302, pasando por las localidades de Estación Aráoz, Tacanas y El Charco.



Foto N° 7: Ingenio La Providencia



Foto N° 8: Ingenio La Fronterita



Foto N° 9: Planta de ADES S. A:



Foto N° 10: Citrícola San Miguel



Foto N° 11: Planta textil Grafa S.A.



Foto N° 12: Cervecería Norte



Foto N° 13: Compañía Eléctrica Escaba



Foto N° 14: Central Eléctrica Pueblo Viejo

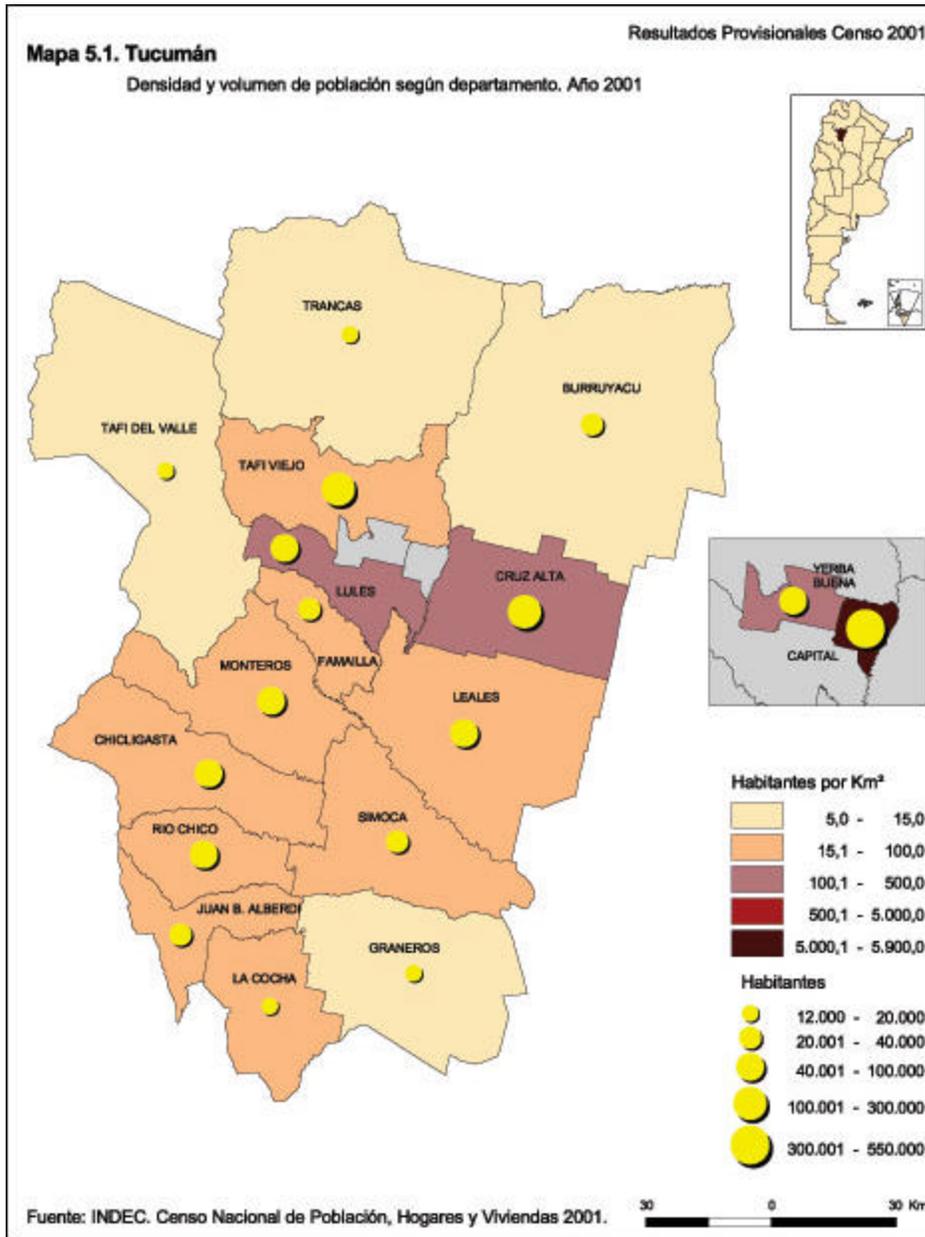


Figura N° 15: Densidad y volumen de población según departamento para la provincia de Tucumán.

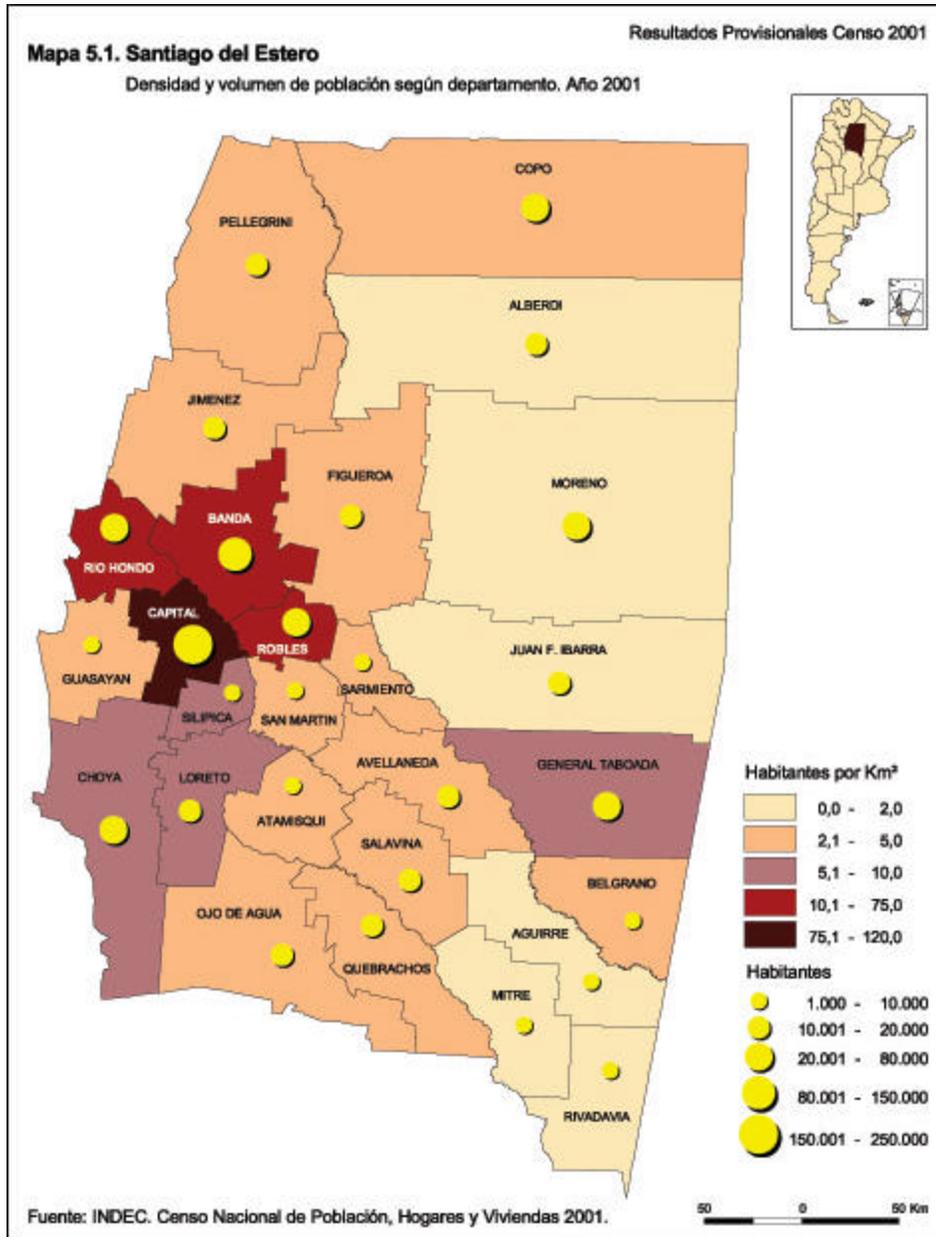


Figura N° 16: Densidad y volumen de población según departamento para la provincia de Santiago del Estero.

MAPA DE PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

Introducción

El mapa de patrimonio natural y cultural fue realizado con el objetivo de inventariar aquellos recursos que tienen valor para el ser humano más allá de lo económico y productivo. Contempla lugares o sitios que por su significación o singularidad desde el punto de vista de la Naturaleza o la Cultura, en sentido amplio, deberían ser preservados en su estado actual como legado para futuras generaciones.

De esta forma, se procedió a la confección de un mapa temático que contempló aquellas áreas o sectores que presentan alguna figura de protección legal a nivel tanto internacional, como nacional o provincial, y aquellos que poseen valores excepcionales desde dichos puntos de vista pese a carecer de legislación propia.

De acuerdo a la información suministrada por la Dirección de Recursos Naturales y Suelos de la Provincia de Tucumán, la superficie total cubierta por áreas naturales protegidas dentro del ámbito de la Carta, alcanza las 53.510 hectáreas, las que se reparten en 1 parque Nacional y 4 reservas naturales provinciales.

Áreas Protegidas

Las áreas protegidas ubicadas dentro del área que cubre la Carta "Concepción", pueden ser divididas en una primera instancia en: Áreas Protegidas de la Red Nacional y Áreas Protegidas de la Red Provincial.

Áreas Protegidas de la Red Nacional

Dentro de este grupo se encuentra el Parque Nacional "Campo Los Alisos", ubicado en la provincia de Tucumán, en el Departamento de Chicligasta, a 10 Km al oeste de la localidad de Alpachiri, entre los ríos Jaya y Las Pavas.

Fue creado en el año 1995 y abarca una superficie de aproximadamente 10.600 hectáreas. Constituye hasta hoy, el Área Nacional Protegida de mayor intervalo altitudinal, ya que el límite este se encuentra a sólo 850 msnm, mientras que el límite oeste, ubicado fuera de la Carta, se encuentra a más de 5.000 msnm.

Entre las especies que son protegidas por este parque se pueden citar a aquellas pertenecientes a la provincia fitogeográfica de las Yungas, con la mayoría de sus pisos altitudinales, y estepas altoandinas, como así también sitios de relevancia arqueológica como los restos de "La Ciudadita".

Áreas protegidas de la Red Provincial

En el sector de estudio se encuentran ubicadas 4 Reservas Naturales las cuales fueron divididas a los fines de la ley en 2 categorías principales: Bosques Protectores y Bosques Permanentes.

Se entiende por bosque protector a aquellos que por su ubicación y conveniencia, sirvieran conjuntamente o separadamente, para:

- Proteger y regularizar el régimen de las aguas
- Proteger el suelo, caminos y prevenir la erosión hídrica
- Defensa contra la acción de los vientos, aludes e inundaciones
- Albergue y protección de las especies de flora y fauna

Se entiende por bosque permanente a aquellos que por su destino, constitución de su arboleda y/o formación de su suelo, deban mantenerse. Comprende a:

- Los que forman Parques y Reservas Naturales
- Los que se reservan para parques y bosques de uso público
- Aquellos en que existieran especies cuya conservación se considera necesaria
- El arbolado de los caminos y los montes de embellecimiento

Bosques Protectores

Dentro de esta categoría se encuentra la Reserva Los Sosa que se ubica en los Departamentos Monteros y Tafí del Valle, provincia de Tucumán. Constituye una Reserva Natural que se extiende a ambos lados de la Ruta Provincial N° 307, desde el paraje conocido como Piedras Coloradas hasta aproximadamente el Arroyo Azucenas, abarcando una franja angosta de 1,5 km de ancho. La superficie total de esta reserva alcanza las 910 Has. Actualmente se encuentra proyectada una ampliación de este bosque protector hasta los límites que se observan en el mapa temático del presente capítulo.

Bosques Permanentes

Los bosques protectores comprendidos dentro del área de la Carta son:

- Reserva Natural Quebrada del Portugués: Ubicada en los departamentos Monteros y Tafí del Valle, provincia de Tucumán. Posee una extensión areal de 12.000 Has.
- Reserva Natural La Florida: Ubicada en el Departamento Monteros de la provincia de Tucumán. Se extiende desde Villa Quinteros, al este, hasta la línea de altas cumbres de la Sierra del Aconquija, al oeste. Presenta una extensión areal de 10.000 Has.
- Reserva Natural Santa Ana: Ubicada en el Departamento Río Chico, provincia de Tucumán. Se extiende desde aproximadamente 2 Km al oeste de la localidad de

Santa Ana, al este, hasta el sector más alto de las Cumbres de Santa Ana, al oeste. Constituye la Reserva Natural de mayor extensión dentro de la provincia con una superficie aproximada de 20.000 Has.

Áreas y Sitios Naturales y Culturales de Interés

Las áreas y sitios naturales y culturales de interés fueron clasificadas dentro de tres grupos principales: sitios de interés geológico, sitios de interés biológico y sitios de interés cultural (arqueológico y/o histórico).

Sitios de Interés Geológico

Dentro de los sitios de interés geológico se tuvieron en cuenta sitios de interés estratigráfico, sitios de interés paleontológico y sitios de interés hidrogeológico.

Los sitios de interés estratigráfico que se consideraron fueron:

- El corte de la Ruta Provincial N°9, en la localidad de Escaba de Abajo, a la altura de la estancia El Mollar. Según Dal Molin et al. (2002), en este sector se encuentran las mejores exposiciones de la Formación Aconquija y el plegamiento relacionado a la falla que levanta el bloque de basamento ígneo-metamórfico sobre el cual se apoya dicha formación.
- El corte sobre la Ruta Provincial N°1, en la localidad de Singuil, que expone unos 3 metros de depósitos loésicos cuaternarios.

Como sitio de interés paleontológico, se tuvo en cuenta a la localidad de Alpachiri ubicada a 16 Km al oeste de la ciudad de Concepción, en el Departamento Chicligasta, Provincia de Tucumán. En esta localidad fueron encontrados restos de vertebrados de edad pleistocena.

Entre los sitios de interés hidrogeológico, fueron indicadas las localidades de Taco Ralo y Lamadrid, en la provincia de Tucumán, y Termas de Río Hondo, en la provincia de Santiago del Estero, por las características termales de sus aguas subterráneas (ver apéndice de Termalismo del capítulo Hidrología Superficial y Subterránea).

Sitios de Interés Biológico

Si bien dentro de este ítem pueden considerarse a cada una de las Areas Naturales Protegidas, mencionadas previamente, se optó por resaltar al sector bajo de la Reserva Natural de La Florida, por ser quizás uno de los últimos relictos que quedan de la Selva Pedemontana original, perteneciente a la provincia fitogeográfica de Las Yungas.

El otro sitio de interés biológico indicado en la Carta, está situado en el dique del Embalse Escaba en el cual se refugia una de las principales colonias de murciélagos de sudamérica.

El dique consta de 27 contrafuertes, la altura de la presa es de 98 metros (es uno de los más altos del mundo en su tipo) y una longitud de 480 metros lineales. Dentro de sus túneles habita una comunidad de 10 a 12 millones de murciélagos según cálculos efectuados por la Cátedra de Vertebrados de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán. Los estudios han determinado que sólo habita una especie: *Tadarida brasiliensis*, que pertenece a la familia Molossidae, conocida como "murciélago cola de ratón".

Todas las especies de esta familia tienen alimentación insectívora. Son de tamaño mediano, desde 9 cm. a 11,5 cm. de longitud y pesan hasta 15 gramos. La coloración es variable dentro de las tonalidades marrones y grises y algunos ejemplares muy oscuros casi negros.

El 6 de setiembre de 2000, la legislatura de la Provincia de Tucumán promulgó la ley N° 7.058, en la cual se declara como especie protegida a la comunidad de murciélagos de la especie *Tadarida Brasiliensis* que se alberga en los túneles del Dique Escaba, de jurisdicción de la Empresa Hidroeléctrica Tucumán S.A.

Sitios de Interés Cultural

Los Sitios de Interés Cultural fueron divididos en sitios de interés arqueológico y sitios de interés histórico.

Dentro del ámbito de la Carta la zona ubicada al oeste de la ruta nacional 38, que abarca el sector pedemontano, laderas orientales de los cordones montañosos y valles de altura, constituye el sector más relevante desde el punto de vista arqueológico en función de los numerosos hallazgos registrados. Si bien éstos son numerosos, sólo algunos de ellos fueron realizados por arqueólogos profesionales, mientras que otros datos fueron obtenidos por información de los habitantes del lugar. Como testimonio de la importancia arqueológica de la zona se puede mencionar el destacado material que se encuentra en manos de coleccionistas privados como la colección Mustafá o la colección Prebisch.

A pesar que los trabajos sistemáticos fueron pocos, la información recuperada es sumamente valiosa para interpretar la dinámica cultural desde las épocas prehispánicas hasta las coloniales más recientes.

Un ejemplo de estos es el recorrido completo de la Quebrada del Portugués donde se registraron distintos tipos de estructuras arquitectónicas tanto de tipo habitacional como productivas que hacen referencia a diversos momentos de ocupación. En la zona se registraron también hallazgos de vestigios que se pueden

asignar estilísticamente a entidades culturales como Tafí, Santamarianas y Coloniales (García Azcárate et al. e.p.).

Las ocupaciones humanas habrían estado principalmente en la zona pedemontana, si bien no se han registrado estructuras de tipo habitacional, las investigaciones en la zona de Monte Bello permiten mencionar la presencia de abundante material cerámico y escultura lítica que estilísticamente responden a las entidades conocidas como Condorhuasi-Alamito y Aguada. Se tiene información sobre hallazgos ocasionales de enterratorios de urnas en El Brealito (Korstanje 1992) y en la ciudad de Aguilares recientemente.

Estructuras agrícolas con cierta complejidad fueran dadas a conocer en la zona de Huasa Pampa Sud (Soria s/f). Son numerosos los datos de hallazgos realizados por pobladores de materiales tanto líticos como cerámicos en la zona del dique Escaba y Villa Lola.

En los valles de altura se pueden mencionar los restos de cerámica descritos en la zona del Valle de Ambato y que estilísticamente pertenecerían a la entidad cultural conocida como Aguada.

En el sector de Campo del Pucará (provincia de Catamarca), en la confluencia de los ríos del Campo y Potreritos fueron registrados restos de material cerámico, estructuras líticas y tumbas que fueron asignadas a las entidades culturales Condorhuasi-Alamito y Aguada.

Como testimonio de la ocupación incaica en territorio tucumano debemos mencionar el emplazamiento de sitios en los Nevados del Aconquija conocidos como "La Ciudadita".

Dentro de los sitios de interés histórico, cobra notoriedad por su relevancia histórica la ciudad de Ibatín que fuera el primer asentamiento español en la provincia de Tucumán (ver foto 17). Esta fue fundada en el año 1565 para consolidar la instalación española en la región y controlar la frontera oriental de los ataques indígenas. Además de mejorar las comunicaciones entre Perú y el océano Atlántico (Miatello et al., 1997).

Hacia finales del siglo XVI, las estancias jesuíticas conformaban un amplio espacio en la zona de la planicie aluvial, con sus establecimientos de tipo productivo como carpinterías, puestos de obraje, potreros y otros de carácter religioso como los conventos y capillas. Se destacan en el sector los de San Ignacio en la localidad de La Cocha y las instalaciones en Río Seco, Marapa, Eldetes, Belicha, Yamanasuma, Monte Redondo, La Calera, Cochuna, Yánimas, San Francisco, Chicligasta y La Invernada (Robledo 1995, Noli 1998). A éstas habría que sumarle las encomiendas de Singuil y Simoca (Cruz 1997).

En el caso de las capillas de Chicligasta y San Ignacio (1746), ambas datan del siglo XVIII y fueron declaradas Monumento Histórico Nacional (ver fotos 15 y 16).

Otra encomienda de estructura productiva estaba ubicada próxima a la Villa Guasayán y El Cebilar de donde se extraían principalmente maderas y especies vegetales, además del aprovechamiento hídrico de manantiales (Ferreiro 1997).



Foto N° 15: Capilla de San Ignacio (construida entre 1746 y 1757)



Foto N° 16: Capilla de Nuestra Señora de La Candelaria (construida en 1797)



Foto N° 17: Ruinas de la Ciudad de Ibatín (fundada en el año 1565)

Síntesis de la Problemática Ambiental

Los distintos mapas temáticos que se realizaron en el presente trabajo constituyen una herramienta útil a los fines de confeccionar un adecuado inventario del medio físico. Se trata de una fase común a todas las opciones metodológicas que se deberán tener en cuenta en la realización de futuros estudios ambientales en la región.

De esta manera se trató de resaltar los distintos recursos naturales que alberga la zona cubierta por la Carta y los factores condicionantes a las actividades humanas observados en la misma. Entre los primeros fueron descriptos los recursos minerales, energéticos, hídricos y culturales y entre los condicionantes se destacó la propia morfología del terreno, tipos de suelos, características de los acuíferos subterráneos, cantidad y calidad de las aguas superficiales, etc.

Con el fin de sintetizar la problemática del medio físico que pudo observarse durante la elaboración del trabajo, los problemas fueron agrupados según sus manifestaciones y efectos. De esta manera en una primera división tenemos:

Degradación de sistemas naturales

Dentro de este ítem cobra notoriedad la gran regresión que sufrieron y sufren las distintas unidades de vegetación autóctona descriptas en la Carta ante el avance de la frontera agrícola. Este es el caso de la selva pedemontana perteneciente a la provincia fitogeográfica de las Yungas, casi inexistente de forma inalterada en la provincia de Tucumán, los bosques xerófilos de quebracho colorado y quebracho blanco en el este tucumano y las comunidades riparias (bosques en galería) situadas sobre las terrazas fluviales. La degradación de estas últimas genera un efecto sinérgico con los desbordes de los ríos, ya que a medida que los bosques en galería son talados las terrazas fluviales no soportan la erosión fluvial y se desploman generando un aumento en la carga sólida de los ríos.

Otro tipo de degradación es la contaminación que sufren los principales ríos de la provincia por vertidos industriales (ver apéndice de calidad de aguas dentro del capítulo sobre hidrología) y la eutrofización del embalse Río Hondo como consecuencia de la carga orgánica que llega al mismo. Este último hecho ha generado una serie de protestas presentadas por el gobierno de Santiago del Estero al gobierno de la provincia de Tucumán e incluso existe una demanda judicial realizada por el defensor del pueblo de la provincia de Santiago del Estero.

La generación de numerosos vertederos ilegales en las principales localidades de la Carta, acarrea el problema de vertidos de todo tipo (incluidos residuos tóxicos) sin un adecuado control y en terrenos que no fueron adecuados para poder recibir dichos residuos. Una de las causas de la aparición de este problema es la falta de un adecuado servicio público de recolección.

Alteración de Procesos Naturales

Existen numerosas actividades desempeñadas por el hombre que de no llevarse a cabo de forma consciente, planificada y adaptadas al medio donde tienen lugar pueden traducirse en la aceleración de ciertos procesos naturales o en la introducción de elementos extraños dentro del sistema que pueden generar efectos no deseados. Este es el caso de los procesos de erosión, tanto hídrica como eólica, en donde el desmonte, el cultivo de especies inadecuadas y el mal manejo agrícola generan una aceleración de dichos problemas que se ven traducidos en pérdida de suelos y procesos de desertificación. En la zona de estudio se pudo observar numerosas zonas con problemas de erosión hídrica y eólica asociadas a las causas antes mencionadas.

La falta de planificación y mantenimiento de las numerosas obras civiles que afectan a los principales cursos fluviales, tales como terraplenes, canales y puentes, originan que estos cursos al ver frenado su avance busquen otros caminos alternativos que le signifiquen un menor desgaste energético produciéndose de esta manera la inundación de zonas aledañas.

La gran presión generada por la ocupación de las áreas de recarga de los acuíferos subterráneos de la zona pedemontana implica un peligro de contaminación potencial, sobre todo si se tiene en cuenta la presencia de numerosas actividades contaminantes en el sector, como por ejemplo la presencia de vertederos incontrolados, la ausencia en muchos barrios nuevos de un sistema cloacal, las numerosas estaciones de servicio y los cementerios jardín.

Presencia de Actividades Desvinculadas del Territorio y de sus Condicionantes

Un claro ejemplo de estas actividades resulta la construcción de numerosos barrios en zonas inadecuadas y sin un planeamiento urbano previo o al menos sin cumplir las normas vigentes. De esta manera, primero se construyen los barrios y luego se buscan soluciones a los incontables problemas que surgen por su incorrecta ubicación o falta de planificación. Este es el caso de la ausencia de agua en ciertos sectores por su posición topográfica, las inundaciones de barrios construidos en sectores de divagación fluvial o la erosión de los terrenos en barrios construidos en zonas de gran pendiente.

Presencia de Recursos Ociosos o Mal Explotados

Resulta curioso los numerosos recursos paisajísticos, recreativos y turísticos que no son aprovechados en la zona de estudio.

Problemas de Origen Natural

- Presencia de Arsénico en Aguas Subterráneas

La presencia de altos contenidos de arsénico en aguas freáticas y profundas del sector este de la provincia de Tucumán es bien conocida y fue motivo de numerosos trabajos científicos (Nicolli y Merino 1997, Nicolli *et al.* 2000, García *et al.* 2000). Desde hace décadas, los habitantes del sector NE de la Carta han reportado numerosos casos de enfermedades de piel que han sido vinculados con la presencia de altos contenidos de arsénico de las aguas que son de consumo de la población del sector. La distribución espacial y el rango de concentración de arsénico son diferentes en los acuíferos freáticos y en los confinados. La concentración media de arsénico in el acuífero freático es casi 5 veces superior que la concentración media determinada en los acuíferos profundos (García *et al.* 2000). El consumo de agua subterránea en las viviendas familiares de este sector se realiza por medio de bombas manuales que extraen de pozos cuya profundidad varía entre los 6 a 18 metros. El contenido medio de arsénico medido en la zona alcanza los 83 µg/L superando ampliamente los 50 µg/L que es el límite fijado por el Código Alimentario Argentino.

El origen del arsénico en las aguas freáticas ha sido relacionado con el lavado del vidrio volcánico presente en los sedimentos loésicos que cubren la planicie tucumana.

- Salinización de los Suelos y Presencia Bajos Anegables

La salinización de terrenos de la planicie aluvial disectada obedece a una serie de factores que confluyen en esta región y que son:

1. Presencia de una napa freática alta con contenidos de sales superiores a 350 mg/L.
2. Un déficit hídrico muy marcado que se observa entre los meses de Abril a Noviembre.
3. Constituye una zona topográficamente baja hacia donde confluyen los principales ríos de la provincia de Tucumán. Por lo general los terrenos con problemas de salinización se sitúan por debajo de la cota de 300 metros.

A estos factores habría que sumarle la presencia del Embalse Río Hondo ubicado inmediatamente al este de la región que contribuye al ascenso de las napas salinas como consecuencia del cambio de nivel de base que ejerce en la cuenca del río Salí.

La depositación de las sales en superficie se puede originar de diversas maneras. En los meses de verano el nivel de las napas freáticas puede alcanzar

la superficie de los terrenos produciendo el anegamiento de los mismos. Luego al evaporarse el agua, las sales precipitan formando las eflorescencia salinas. Sin embargo el anegamiento de los terrenos no tan solo se produce por el ascenso freático. Otro factor que contribuye es la presencia de bajos anegables ya sea por aguas de origen pluvial o por aguas de origen fluvial que lavan los terrenos mas altos y transportan las sales hacia los sectores más bajos. Durante los meses en que la zona presenta déficit hídrico, el agua salina de las napas asciende por capilaridad y se deposita en superficie. La presencia de altos contenidos de sodio en los suelos genera la pérdida de la estructura de los mismos y afecta de forma directa a los cultivos que no son tolerantes a los altos contenidos de sodio.

Problemática del Medio Físico a Nivel Regional

Con el fin de identificar, ilustrar y relacionar los distintos problemas ambientales observados durante el relevamiento de la Carta se confeccionó un cuadro síntesis de la problemática del medio físico que se observa a nivel regional:

Problema	Manifestación	Causa	Agentes	Localización	Relación con otros problemas	Posibles soluciones
Regresión del bosque autóctono	Disminución de la superficie ocupada por masas autóctonas	Avance agrícola	Agricultores Organismos de control	Zona Pedemontana, valles de altura y planicie eólica	Aumento de los riesgos naturales Degradación paisajística-ecológica	Medidas de protección del bosque autóctono
Erosión e inestabilidad de suelos	Áreas degradadas con pérdida de suelos Deslizamiento de materiales	Cultivo en zonas de alta pendiente Malas prácticas agrícolas Rotura de taludes naturales	Agricultores Empresas Organismos de control	Principalmente en la zona pedemontana y serrana	Regresión del bosque autóctono	Confección de mapas de peligrosidad Regeneración de masas arbóreas Control de uso en zonas de riesgo
Eutrofización de embalses	Pérdida de calidad del agua	Exceso de carga orgánica en las aguas que llegan al embalse	Empresas Agricultores Organismos de control	Embalse Río Hondo	Contaminación de cursos fluviales	Control de usos en las cuencas de aporte Asistencia material y técnica de los agentes involucrados
Contaminación de cursos fluviales	Pérdida de calidad del agua de los ríos	Falta de depuración de vertidos Utilización en exceso de fertilizantes	Empresas Agricultores Organismos de Control	Tramos medios y bajos de los ríos	Contaminación de embalses Degradación de hábitats faunísticos	Depuración de vertidos Control del tipo y cantidad de vertidos Voluntad política
Urbanización desordenada del territorio	Barrios afectados por procesos naturales (inundación pluvial y/o fluvial) Degradación paisajística Ocupación de suelos de calidad	Incumplimiento de planes urbanísticos Falta de consideración de los factores ambientales	Empresas Inmobiliarias y Constructoras Autoridades	Zona Pedemontana y de Llanura	Peligro de pérdida de vidas humanas y materiales en zonas de inundación Fuerte presión contaminante en zonas de recarga de acuíferos Degradación paisajística	Creación de planes de ordenación territorial Cumplimiento de las leyes existentes Vigilancia
Presencia de Arsénico en aguas subterráneas	Enfermedades de la piel en pobladores del área	Consumo de agua con altos contenidos de arsénico	Origen Natural	Sector NE de la Carta (Ranchillos, Los Pereyra)	Relacionado con la falta de abastecimiento de agua potable	Realización de Obras para el abastecimiento de agua potable Métodos de eliminación del arsénico mediante óxidos de Fe

Problema	Manifestación	Causa	Agentes	Localización	Relación con otros problemas	Posibles soluciones
Salinización de suelos	Presencia de eflorescencias salinas en superficie Disminución de rindes en los cultivos	Presencia de freática con altos contenidos salinos	Origen Natural	Planicie Aluvial Disectada y sectores del perilago	Inundaciones pluviales y fluviales	Utilización de cultivos de alta tolerancia salina
Presencia de Bajos Anegables	Anegamiento temporal y/o permanente de grande áreas del sector	Inundaciones pluviales y desbordes de ríos durante épocas de máxima precipitación Napa freática aflorante	Origen Natural	Planicie Aluvial Disectada	Salinización de suelos Pérdida de cosechas	Realización de obras de drenaje Adecuado mantenimiento de los puentes y alcantarillas

BIBLIOGRAFÍA

- AHUMADA, A., IBAÑEZ PALACIOS, G. y PÁEZ, V., 2002. Inventario de glaciares de escombros en la ladera oriental de la Sierra de Aconquija, Tucumán, Argentina. Actas del XV Congreso Geológico Argentino, tomo II: 679-682. El Calafate.
- ANGELELLI, V., SCHALAMUK, I. y FERNÁNDEZ, R., 1980. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región centro - cuyo (Provincias de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis y San Juan). Secretaría de Estado de Minería, Anales 19: 1 – 21 Buenos Aires.
- ARTURI, M., GRAU, H. R., ACEÑOLAZA, P. G., y A. D. BROWN. 1998. Estructura y Sucesión en Bosques Montanos del Noroeste de Argentina. Rev. Biol. Trop., 46(3):525-532.
- AVILA, J.C., AQUINO, A. L., GÓMEZ, S., PUCHULU, M. E., AYARDE, H. y M. A .LUTZ. 2001. Aportes al conocimiento de la línea base ambiental del sector tucumano de la Sierra de Quilmes, Argentina. Acta Geológica Lilloana 18(2)199-216.
- BARBER, E., 1979. Estudio geológico del sector sur del cerro Quico Tucumán Catamarca Facultad de Ciencias Naturales, seminario (inédito) Tucumán.
- BATTAGLIA, A., 1982. Descripción Geológica de las Hojas 13f, Río Hondo, 13g, Santiago del Estero, 14g, El Alto, 14h, Villa San Martín, 15g, Frías. Servicio Geológico Nacional Boletín 186: 1-80, Buenos Aires.
- BERTONATTI, C. y J. CORCUERA. 2000. Situación Ambiental Argentina. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 440 PP.
- BIANCHI, A. R. y C. E. YAÑEZ. 1992. Las Precipitaciones del Noroeste Argentino. INTA, Salta. 383 pp.
- BOBBA DE GONZÁLEZ, M. E. 1993. Estudio de las situaciones con vientos del SO para San Miguel de Tucumán durante el año 1969. Revista del Departamento de Geografía, 1: 3-6. Tucumán.
- BOGOMOLOV, G. 1966. Hydrogeologie et notions de géologie de l'ingenieur. Ed. De la Paix, IV: 67-86. Moscú.
- BOSSI, G. y WAMPLER, M. 1969. Edad del Complejo Alto de las Salinas y Formación El Cadillal según el método K-Ar. Acta Geológica Lilloana, 10: 141-160. Tucumán.
- BRAVO A. y J.WINDEVOXHEL, 1997. Humedales de Importancia Internacional en Costa
- BROWN, A.D. y H.R. GRAU. 1993. La Naturaleza y el Hombre y las Selvas de Montaña. Colección Nuestros Ecosistemas. Proyecto GTZ- Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del NOA, Salta. 145 pp.
- BROWN, A.D. y H.R. GRAU. 1995. Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña. Proyecto de Desarrollo Agroforestal – LIEY. UNT. 270 pp.
- BROWN, A. D; S. CHALUKIAN y MALMIERCA L. 1985. Estudio Florístico Estructural de un sector de selva semidecidual del Noroeste Argentino. I Composición florística, densidad y diversidad. Darwiniana 26(1-4):27-41.

- BURKART, R. BARBARO, O. SÁNCHEZ, R. y D. A. GÓMEZ. 1990. Eco-regiones de la Argentina. . Secretaría de Recursos naturales y Desarrollo Sustentable. PRODIA. Administración de Parques Nacionales (A.P.N). Presidencia de la Nación. 43 pp.
- CABRERA, A. L. y A. WILLINK. 1973. Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la O.E.A., Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología. Monografía N°13.
- CABRERA, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XIV (1-2).
- CABRERA, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Segunda edición. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería 2 (2): 85. Editorial Acme. Buenos Aires.
- CAMINOS, R., 1979 Sierras Pampeanas noroccidentales, Segundo simposio de Geología Regional Argentina: Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. I: 225-291
- CARRIZO J.I. & GOMEZ S.E 1994. Antofitas del Embalse Río Hondo (Tucumán-Santiago del Estero) Argentina. Tankay 1:127-129.
- CISTERNA, C., INDRI, D., LISIAK, H., OYARZÁBAL, F. Y SAAL, A., 1988 Aspecto geológico de algunos plutones de las Sierras Pampeanas del Noroeste Argentino. V Congreso Geológico Chileno Tomo 3: 321-331 Santiago de Chile.
- CÓDIGO ALIMENTARIO NACIONAL (CAA). 1994. Art. 1. Res. MS y AS N° 494. Ley 18284. Dec. Reglamentario 2126. Anexo I y II. Ed. Marzocchi.
- COLLANTES, M. B., J. POWELL y J. SAYAGO, 1993. Formación Tafí del Valle (Cuaternario superior), provincia de Tucumán (Argentina): Litología, paleontología y paleoambientes. Actas del XII Congreso Geológico Argentino y Segundo Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2: 200-206. Mendoza.
- CRUZ, R. 1997. El fin de la "ociosa libertad" Calchaquíes desnaturalizados a la jurisdicción de San Miguel de Tucumán en la segunda mitad de siglo XVII. El Tucumán Colonial y Charcas. Ana María Lorandi Compiladora. FFyL, UBA, Tomo II.
- CUSTODIO, E. Y LLAMAS, R. 1983. Hidrología subterránea. Segunda Edición. Editorial Omega. T I y II: 2350 pp. Barcelona.
- DAL MOLIN, C., FERNÁNDEZ, D. S., ESCOSTEGUY, L. y VILLEGAS, D., 2001. Hoja Geológica 2766-IV "Concepción". Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- DINERSTEIN E.; OLSON,D.M; GRAHAM,D.J; WEBSTER,A.L; PRIMM,S.A. BOOKBINDER,P. y LEDEC,G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y El Caribe. Banco Mundial. Washington D.C. 135 pp. 10 mapas.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA, 1968 Los yacimientos de yeso de la Sierra de Guasayán, (departamentos Guasayán, Choya y Capital de la provincia de Santiago del Estero) Plan Minería de la Sierra de Guasayán (Convenio entre la provincia de Santiago del Estero y el Consejo Federal de Inversiones) Seis tomos (inédito) Santiago del Estero.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AGUA. Archivo de perfiles de pozos. Inédito.

- DOMÍNGUEZ E. Y FERNÁNDEZ H. 1998. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico. *Serie de conservación de la naturaleza*, 12. Fundación Miguel Lillo. 40 pp.
- DURAND, F. y ROSSI J., 1999. Metamorfismo del sector noreste de las cumbres Calchaquíes, Sierra de San Javier y serranías del noreste de Tucumán. Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino. Tomo I: 52-57.
- FERNÁNDEZ, D. S. 1997. Prospección geológica y geoquímica del río Los Sosa. Facultad de Ciencias Naturales Seminario (inédito) Tucumán.
- FERREIRA, J. P. 1997. Maquijata Encomienda, Tributos y Sociedad en el Tucumán Colonial Temprano. El Tucumán Colonial y Charcas. Ana María Lorandi Compiladora. FFyL, UBA, Tomo II
- FIGUEROA, L.R.; MEDINA, L.F. Y PIETROBONI, A.M. 1996. Variaciones del nivel freático en la llanura deprimida de Tucumán. INTA – CRT. Serie monográfica N°3. 39 pp.
- GARCÍA AZCÁRATE J., ANGIORAMA, C. Y TABOADA, C. 2000. Estudio de impacto cultural en la Quebrada del Portugués (Tucumán). Revista Mundo de Antes, IAY M, FCNeIML, UNT. En prensa
- GARCÍA AZCÁRATE, J. Y KORSTANJE, M.A. 1995. La ocupación prehispánica en las selvas tucumanas. Investigación, Conservación y Desarrollo en las Selvas Subtropicales de Montaña. Alejandro Brown y Héctor Grau compiladores. LIEY, FCNeIML, UNT.
- GARCÍA, M.G. 2002. Estudio hidrogeoquímico de las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca artesiana del sureste de la Provincia de Tucumán. Tesis doctoral, inédito, Universidad Nacional de Tucumán.
- GARCÍA, M.G.; FERNÁNDEZ, D.S.; HIDALGO M. DEL V. Y BLESA, M.A. 2000b. Arsenic in groundwaters of the southeast of Tucumán Province, Argentina. In: Oliver Sililo et al (Eds): Groundwater, past achievements and future challenges: 503-508. Balkema. I.S.B.N. 90 5809 159 7.
- GARCÍA, M.G; HIDALGO M. DEL V. Y BLESA, M.A. 2001. Geochemistry of groundwater in the alluvial plain of Tucumán, Argentina. *Hydrogeology Journal* 9 (6): 597-610. International Association of Hydrogeology. Springer-Verlag.
- GARCÍA, M.G; MONSERRAT ARÁOZ, M. Y HIDALGO M. DEL V. 2000a. Contenido y distribución de metales pesados en las aguas subterráneas del S.E. de Tucumán. En: Farías H.D; Pilán, M.T; Borsellino, M.J; Pece, F.J; Storniolo, A. del R y Mattar, M.T (Eds) Uso y preservación de los recursos hídricos en los umbrales del siglo XXI. *XVIII Congreso Nacional del Agua: 269-270*. Trabajo completo en CD-ROM. Santiago del Estero. I.S.B.N. 987-99083-4-1.
- GEORGIEFF, S., BOSSI, G., IBÁÑEZ, L. y MOYANO, S., 2002. Efectos en los sistemas fluviales por cambios en el nivel de base (Embalse Río Hondo). Documento Final de las 1^{as} Jornadas Eco-Ambientales "Las inundaciones y el Impacto Ambiental relacionados al Embalse Río Hondo". Simoca. Tucumán.
- GIANFRANSISCO, M., PUCHULU, M. DURANGO DE CABRERA, J. Y ACEÑOLAZA, G. (Eds). 1998. Geología de Tucumán. Segunda Edición. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. Tucumán. Argentina.

- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950. Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, Provincia de Tucumán. Dirección Nacional de Minería. Boletín 74. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1951. Descripción Geológica de la Hoja 12e, "Aconquija", provincias de Catamarca y Tucumán. Dirección Nacional de Minería. Boletín 75. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, O., 1999. Hoja Geológica 2766-II San Miguel de Tucumán Boletín N° 245. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, O., y BARREÑADA, O., 1993. Geología y estructura de las nacientes del río Amaicha y el Infiernillo, provincia de Tucumán. Actas del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3: 72-81. Mendoza.
- GONZÁLEZ, O., 1990. Las volcanitas del Portezuelo de las Animas, Sierra del Aconquija, provincia de Catamarca y Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 45: 386-396. Buenos Aires.
- GRAU, H.R. 1989. El distrito de los bosques montanos y su importancia para manejo y conservación en la Provincia de Tucumán. Serie Monográfica y Didáctica. Facultad de Ciencias Naturales – U.N.T. 1:1-10.
- HALLOY, S. 1985. Climatología y Edafología de Alta Montaña en relación con la composición y adaptación de las comunidades bióticas (con especial referencia a las Cumbres Calchaquíes, Tucumán). Tesis Doctoral. Fac. Cs. Nat. U.N.T. 839pp.
- HALLOY, S. 1997. Aconquija region, North-Western Argentina. E S.D. Davis *et al* (eds). Centres of Plant Diversity, a guide and strategy for their conservation. Vol 3. World Wildlife Fund. IUCN, Cambridge. 478- 485 pp.
- HIDROELÉCTRICA RÍO HONDO S.A. 1995. Embalse de Río Hondo y Los Quiroga. Monitoreo de la Calidad de Agua. Informe N° 1. Universidad Nacional de Santiago del Estero. República Argentina.
- HILLAR, M., 1964. El yacimiento de cuarzo y wolframita de Piedras Blancas en el cerro Quico, departamento de Graneros, Tucumán. Revista Minera, tomo 27 (1). Buenos Aires.
- HUECK, K. 1978. Los Bosques de Sudamérica. Ecología, Composición e Importancia Económica. Soc. Alem. de Cooperación Técnica (GTZ). 476 pp.
- HUNZINGER, H. 1995. La precipitación horizontal: su importancia para el bosque y a nivel de cuencas en la Sierra San Javier. En Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas de montaña (*Brown & Grau Eds.*) 53-58.
- IPDU, 1994. Directrices para la ordenación del territorio de la provincia de Tucumán. 186 pgs.
- JURIO, R.; MÉNDEZ I., Y MIRÓ, R. 1975. Zonación hidrotermal de acuíferos del terciario superior en las provincias de Santiago del Estero y Tucumán, Argentina. *II Congreso Iberoamericano de Geología Económica* (actas) IV: 495 - 522. Buenos Aires.
- KORSTANJE, M. A. 1992. Avances en el conocimiento del Formativo del Piedemonte Oriental del Aconquija (SO de Tucumán) Cuadernos N4, FH y CS (UNJu)
- MALANSON, G. 1993. Riparian Landscapes. Cambridge University Press. 296 pp.

- MARKGRAF, V. y BRADBURY, J. 1981. Holocene climatic history of South América. *Striae*, 16: 40-45. Up-sala.
- MARTÍN, A. 1999. Hidrogeología de la Provincia de Santiago del Estero. Ediciones del Rectorado. Universidad Nacional de Tucumán. 267 pp.
- MEYER, T. 1963. Estudios en la Selva Tucumana. La Selva de Mirtáceas de las Pavas. Opera Lilloana X. Instituto Miguel Lillo. U.N.T. 144 pp. Tucumán. R. Argentina.
- MIATELLO, S.; LORANDI, A.M. Y BUNSTER C. 1997. Cambios económicos y Conflictos con la Elite del Tucumán Colonial. El Tucumán Colonial y Charcas. Ana María Lorandi Compildora. FFyL, UBA, Tomo II.
- MINETTI, J. L., 1999. Atlas climático del noroeste argentino. Laboratorio Climatológico Sudamericano. Universidad Nacional de Tucumán.
- MON, R. Y VERGARA, G. 1987. The geothermal area of the easter border of the Andes of north Argentina at Tucumán Province. *Bulletin of the international association of engineering geology*, N°35. Paris.
- MON, R., HONG, F., y SOSA GOMEZ, J., 1986. Aportes de la microtectónica al conocimiento de la geología del Basamento Metamórfico de la Provincia de Tucumán. 3° Reunión de Microtectónica .Actas:73-79.La Plata.
- MORALES, J.M.; SIROMBRA, M.G & A.BROWN. 1995. Riqueza de árboles en las Yungas argentinas. Investigación, Conservación y Desarrollo en selvas de montaña. (Brown & Grau Eds.) 163-174.
- MORELLO, J. 1958. La Provincia Fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana II. Instituto Miguel Lillo. U.N.T.155 pp. Tucumán. R. Argentina.
- MORRONE J.J. 1999. Presentación Preliminar de un Nuevo Esquema Biogeográfico de América del Sur. *Biogeographica* 75(1): 1-16.
- NICOLLI, H. B. y M. H. MERINO 1997. Aguas contaminadas, geoquímica ambiental y salud. *Protección del Medio Ambiente (F.A.A.)*, 1 (1): 68-82. Argentina.
- NICOLLI, H.B.; TINEO, A. Y GARCÍA J.W. 2000. Estudio hidrogeológico y de calidad del agua en la cuenca del Río Salí, Provincia de Tucumán. *INGEOQUI (instituto de geoquímica). Dirección General de Investigación y Desarrollo. Fuerza Aérea Argentina*: 82-100.
- NOLI, E. S. 1998. Relaciones interétnicas en San Miguel de Tucumán en el siglo XVII. El mundo del trabajo. Informe de Comisión de Supervisión de Tesis de magíster. MS.
- OMIL, M. y CABRERA, M. 1989. Algunas consideraciones acerca del cuerpo granítico San Ignacio, Sierra del Aconquija, provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana* 17 (1-2).
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1993. Guidelines for drinking water quality. Revision of the 1984 guidelines. Final Task group meeting, Geneva, 21-25. September 1992.
- PADILLA TORRES S.I.; APELLA, M.C. Y HIDALGO M. DEL V. 1996. Ríos de la Provincia de Tucumán: conductividad y clasificación. Serie monográfica y didáctica N°32. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- PEÑA, H., 1963. Nota preliminar sobre la presencia de Wolfram en la provincia de Tucumán.

- PEREYRA, F., LUTZ, M., VALLADARES, H. y FERNANDEZ, D. S., 2002. Carta de Peligrosidad Geológica 2766-II, "Tucumán". Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- PUCHULU, M. E. y SAYAGO, J. M., 1999. Los suelos de la provincia de Tucumán. Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino, tomo II: 161-171. Salta.
- ROBLEDO, N. 1995. El espacio Jesuítico de San Miguel de Tucumán. Actas del I Congreso de Investigación Social Región y Sociedad en Latinoamérica. Tucumán, FFyL.
- ROIG, L.D. & A. VILLAVERDE. 1987. Antecedentes para una Excursión Botánica a la Sierra de Guasayán, Provincia de Santiago del Estero. XXI Jornadas Argentinas de Botánica. Sociedad Argentina de Botánica. Santiago del Estero.
- SAYAGO, J. M., RATO, L. y COLLANTES, M., 1984. Geomorfología. En Geología de Tucumán. Public. Esp. Colegio de Grad. Cs. Geol. Tuc.: 143-153. F. Aceñolaza, A. Toselli y E. Bossi (Eds.).
- SAYAGO J.M. 1985. Aspectos Metodológicos del Inventario de la Erosión Hídrica Mediante Técnicas de Percepción Remota en la Región Subtropical del Noroeste Argentino. Tesis Master of Science en Geomorfología. I.T.C. The Netherlands.
- SAYAGO, J. M. y TOLEDO, M., 1995. Los efectos de los cambios climáticos en las cuencas fluviales y su relación con la ocupación de las tierras (Tucumán, Argentina). Actas de la Primera Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, tomo II: 319-330. Río Cuarto. Córdoba.
- SAYAGO, J.M., COLLANTES, M.M. y M.A. TOLEDO. 1998. Geomorfología, 241-258. Public. Esp. Colegio Grad. Cs. Geol. Tuc. Gianfrancisco, M., Puchulu, M. Durango de Cabrera, J. & Aceñolaza, G. (Eds).
- SCHOELLER, H. 1962. Les eaux souterraines. Masson, París.
- SIROMBRA, M. 1993. Patrón de distribución de especies arbóreas en las Yungas del NOA. Seminario de Licenciatura, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- SOIL SURVEY STAFF, 1998. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. 8 th Edition. EEUU.
- SORIA, D. (s/f) Un sistema de agricultura en el Tucumán prehistórico, Tucumán.
- SORIA, F., 1995. Los vientos en Horco Molle y en el centro de la ciudad de San Miguel de Tucumán. En: Stadtklimatologische Und Lufthygienische Untersuchungen in San Miguel de Tucumán Nordwestargentinien. P. 149. Marbug Geographische Schriften. Marburg/Lahn.
- STADMÜLLER, T. 1987. Los Bosques Nublados en el Trópico Húmedo. Universidad de las Naciones Unidas. CATIE. 85p.
- STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1975. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. Tomo I: Años 1960-1974. Publicación Especial de la Asociación Geológica Argentina. Serie B, 3.
- STRECKER, M., A. BLOOM, D. MALIZZIA, P. CERVENY, G. BOSSI, C. BENSEL y A. VILLANUEVA GARCÍA, 1987. Nuevos datos neotectónicos sobre las Sierras Pampeanas septentrionales (26° - 27°S), República Argentina. Actas del Décimo Congreso Geológico Argentina, 1: 231-234. Tucumán.

- TABOADA, J.E. 1989. Los recursos hídricos superficiales y el riego en la Provincia de Tucumán. *Informe del Departamento General de Irrigación, inédito*. Gobierno de la Provincia de Tucumán.
- TINEO , A. FERNÁNDEZ M.M.; FERNÁNDEZ R., GUERRERO, C. Y DE LA VEGA, E. 1984. Hidrogeología. En: Aceñolza, F., Toselli, A. Y Bossi, G. (Eds). *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas, Tucumán
- TINEO A. Y GARCÍA M.G. 1996. Ambientes hidrogeológicos del Gran San Miguel de Tucumán. *XIII Congreso Geológico Argentino. Actas IV*: 351-361. Buenos Aires.
- TINEO A., FALCÓN, C., GARCÍA, J., D´URSO, C., GALINDO G Y RODRÍGUEZ, G. 1998. Hidrogeología. En: Gianfrancisco, M., Puchulu, M.E., Durango de Cabrera, J., y Aceñolaza, G. (Eds). *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas, Tucumán: 259-274.
- TINEO A., GARCÍA, J., FALCÓN, C., RODRÍGUEZ, G. Y D´URSO, C. 1995. Hidrogeología del cono aluvial del Río Salí, Provincia de Tucumán, Argentina. *IX Congreso Latinoamericano de Geología*. Caracas, Venezuela.
- TOLEDO, M., FERNÁNDEZ, R. y SAYAGO, J.M., 2001. El embalse Río Hondo como geoindicador del creciente deterioro ambiental en sus cuencas de aporte. Actas de la III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio y I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio del Area Mercosur. Formato digital.
- TORKEL KARLIN, U.O, CATALÁN, L. Y COIRINI, RO.1994. La Naturaleza y el Hombre en el Chaco Seco. Colección Nuestros Ecosistemas. Proyecto GTZ- Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino, 162 pp.
- TORRES BRUCHMANN, E., 1977. Atlas agroclimático y bioclimático de Tucumán (1ª. y 2ª Parte). Publicaciones Especiales N° 7 y 10. Universidad Nacional de Tucumán.
- TRACCANA B.C., SEELIMANN, C.T., MIRANDE V., PARRA, L.B., PLAZA, M.T. Y MOLINARI, F. 1999. Cambios espaciales y temporales del fitoplancton en el Embalse de Río Hondo (Argentina). *Bol. Soc. Arg. Botánica* 34 (1-2): 101-105.
- USEPA. 2001. National Primary Drinking Water Regulations; Arsenic and clarifications to compliance a new source contaminants monitoring. Final Rule . *Federal Register vol 66, 14*: 6976.
- VARELA, O. (en prep.) Clave para la identificación de las leñosas de la Sierra de Guasayán y Serranías adyacentes. Santiago del Estero, Argentina.
- VARGAS GIL, J. R., 1990. Suelos de la provincia de Tucumán. En: Atlas de Suelos de la República Argentina. SEAGYP-INTA. Buenos Aires.
- VERVOORST, F. y FERNANDEZ, R.I. 1983. Geología de la Sierra de Ancasti. Esquema Fitogeográfico. Pag. 23 –29.
- VERVOORST, F. 1979. La Vegetación del noroeste argentino y su degradación. Serie Conservación de la Naturaleza1:1-19.
- VERVOORST, F. 1981. Mapa de las Comunidades vegetales de la Provincia de Tucumán. En Laurent ,R.F. y E. M. Terán, Lista de los Anfibios y Reptiles de la Provincia de Tucumán. Miscelánea 71: 1-15. Fundación Miguel Lillo.

- VERVOORST, F. 1982. Noroeste. Conservación de la Vegetación Natural en la República Argentina (simposio). XVIII Jornadas Argentinas de Botánica. Pág.9-24.
- VIDES ALMONACID,R.; AYARDE,H.; SCROCCHI,G.; ROMERO,F.; BOERO,C.; CHANI,J.M. 1998. Biodiversidad de Tucumán y El Noroeste Argentino. Opera Lilloana N° 43. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, República Argentina.
- VILELA, R. C. 1970. Hidrogeología. *Opera Lilloana* ,18. Tucumán.
- VIRUEL, M. Y BARBER, E., 1994. Granito San Ignacio-Los Pinos. Prospección-Evaluación Preliminar. Secretaría de Minería de la Nación. Tucumán. Inédito (1-51).
- WARREN C. BURGESS W.; GARCÍA M.G. 2002. Arsenic and fluoride in Quaternary loess and alluvial aquifers at Los Pereyra, Tucumán, Argentina. Actas del XXXII Congreso IAH. Mar del Plata, Argentina.
- ZUCCARDI, R Y FADDA, G. 1972. Mapa de Reconocimiento de Suelos de la Provincia de Tucumán. Publicación Especial N° 3. Facultad de Agronomía y Zootecnia. U.N.T.