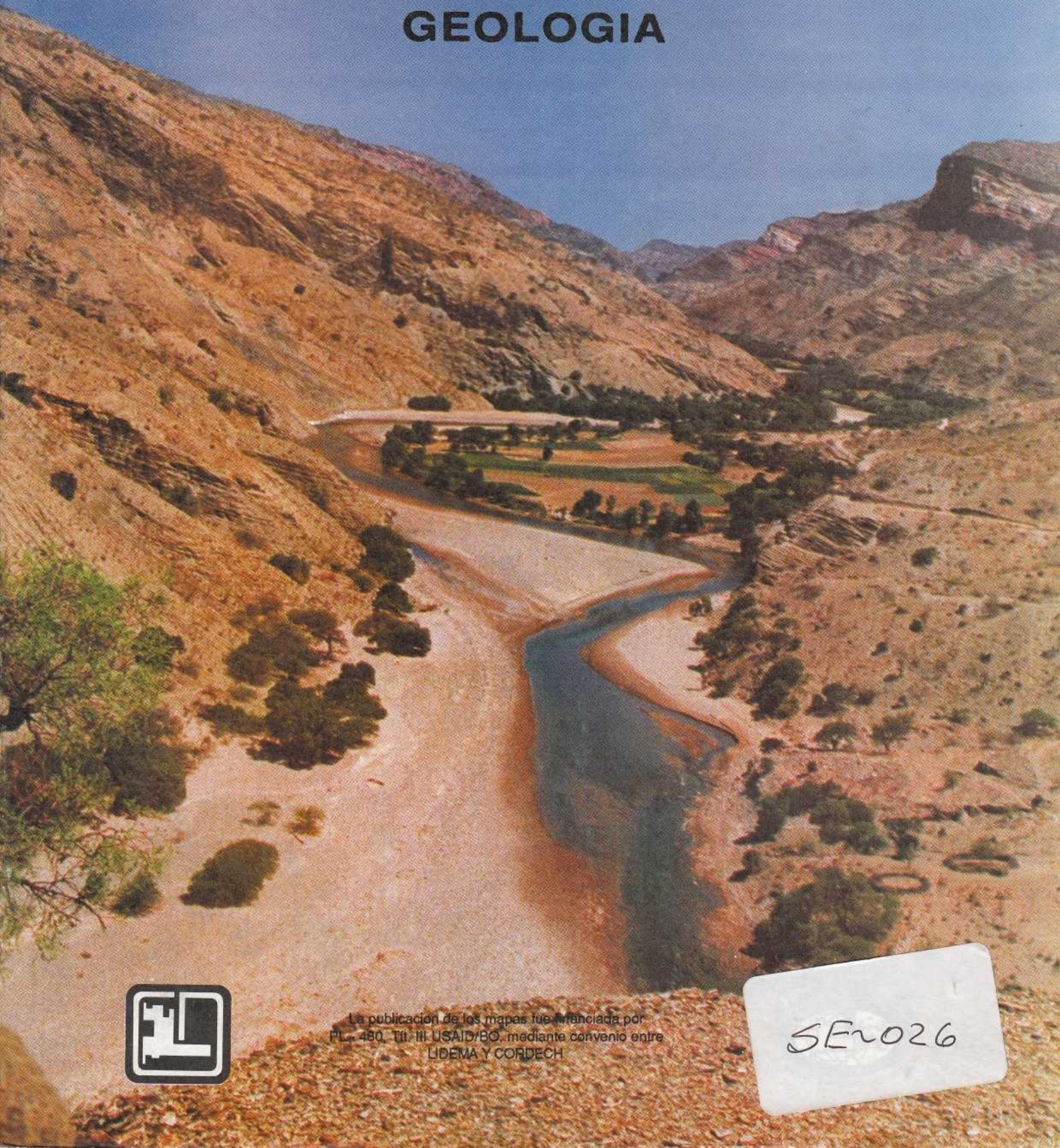


ESTUDIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS NATURALES DEL DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA

GEOLOGIA



La publicación de los mapas fue financiada por
PL-480, Tit. III USAID/BO, mediante convenio entre
LIDEMA Y CORDECH

SE-026

**CORPORACION REGIONAL DE DESARROLLO DE CHUQUISACA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES**

**ESTUDIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS NATURALES
DEL DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA**

GEOLOGIA

AYUDA MEMORIA

AUTOR:

ING. JORGE ASEBEY MORALES

SUCRE - BOLIVIA

1994

COMISION REGIONAL DE DESARROLLO DE CHUBUT

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

D. L. CH. N° 2/94
DERECHOS RESERVADOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RECURSOS NATURALES
DEL DEPARTAMENTO DE CHUBUT

El presente estudio tiene como objetivo principal determinar el estado actual de los recursos naturales del Departamento de Chubut, considerando tanto los aspectos físicos como biológicos y culturales. Para ello se realizó un diagnóstico detallado de cada uno de los recursos, identificando sus características, distribución y estado de conservación.

Trabajo ejecutado por

GEOLOGIA

ING. JORGE ABERY MORALE

Este estudio forma parte de un programa de investigación y desarrollo científico-tecnológico que tiene como finalidad mejorar el conocimiento sobre los recursos naturales del Departamento de Chubut, y contribuir a su gestión sostenible.

El presente estudio fue financiado por el Departamento de Recursos Naturales de la Comisión Regional de Desarrollo de Chubut.

Se agradece a todos los colaboradores que participaron en la realización de este estudio, especialmente a los técnicos y personal de campo.

AUTOR

ING. JORGE ABERY MORALE

Este estudio forma parte de un programa de investigación y desarrollo científico-tecnológico que tiene como finalidad mejorar el conocimiento sobre los recursos naturales del Departamento de Chubut, y contribuir a su gestión sostenible.

El presente estudio fue financiado por el Departamento de Recursos Naturales de la Comisión Regional de Desarrollo de Chubut.

Se agradece a todos los colaboradores que participaron en la realización de este estudio, especialmente a los técnicos y personal de campo.

Este estudio forma parte de un programa de investigación y desarrollo científico-tecnológico que tiene como finalidad mejorar el conocimiento sobre los recursos naturales del Departamento de Chubut, y contribuir a su gestión sostenible.

El presente estudio fue financiado por el Departamento de Recursos Naturales de la Comisión Regional de Desarrollo de Chubut.

INDICE

GEOLOGIA

		Página
1.	INTRODUCCION	1
1.1.	OBJETIVOS	1
1.2.	DESCRIPCION SUSCINTA DEL DEPARTAMENTO	1
2.	ESTRATIGRAFIA	2
2.1.	PALEOZOICO	2
2.1.1.	SISTEMA CAMBRICO	2
A.	Formación Sama	2
2.1.2.	SISTEMA ORDOVICICO	3
A.	Formación Iscayachi	3
B.	Formación Guanacuno	4
C.	Formación Cieneguillas	4
D.	Formación Obispo	6
E.	Formación Padcoyo	7
F.	Formación Agua y Toro	8
G.	Formación Mojona	8
H.	Formación PircanCHA	9
I.	Formación Otavi	10
J.	Formación Capinota o Ragay Pampa	11
K.	Formación Lecori	11
L.	Formación Anzaldo o Trigo Loma - Santiago	12
M.	Formación Ñuque	13
N.	Formación Mizque o San Benito	14
2.1.3.	SISTEMA SILURICO	15
A.	Formación Cancaliri	15
B.	Formación Kirusillas	16
C.	Formación Tarabuco	17
2.1.4.	SISTEMA DEVONICO	18
A.	Formación Santa Rosa	18
B.	Formación Icla	19
C.	Formación Huamampampa	20
D.	Formación Los Monos	22
E.	Formación Iquiri	23
2.1.5.	SISTEMA CARBONIFERO	25
A.	Formación Itacua o Saipurú (T - 3)	25
B.	Formación Tupambi	26
C.	Formación Itacuamí (T - 2)	28
D.	Formación Tarija	29
E.	Formación Chorro	30
F.	Formación Taiguatí	32
G.	Formación Escarpment	33
H.	Formación San Telmo	35
2.1.6.	SISTEMA PERMICO	36
A.	Formación Copacabana	37
B.	Formación Cangapi	38
C.	Formación Vitiacua (Parte Inferior y Media)	39

2.2.	MESOZOICO	41
2.2.1.	SISTEMA TRIASICO	41
A.	Formación Vitiacua (Parte Superior)	42
B.	Formación Ipaguazú	42
C.	Formación Basalto de Entre Ríos	43
D.	Formación Tapequa	43
E.	Formación Castellón (Parte Inferior)	45
2.2.2.	SISTEMA JURASICO	46
A.	Formación Castellón (Parte Media y Superior)	46
B.	Formación Ichoa	48
2.2.3.	SISTEMA CRETACICO	49
A.	Formación La Puerta	50
B.	Formación Sucre	51
C.	Formación Tarapaya	52
D.	Formación Aroifilla	52
E.	Formación Chaunaca	52
F.	Formación Chaupiuno	53
G.	Formación Torotoro	54
H.	Formación El Molino	55
2.3.	CENOZOICO	56
2.3.1.	TERCIARIO	57
A.	Paleogeno	57
A.1.	Formación Santa Lucía	57
A.2.	Formación Impora	58
A.3.	Formación Camargo	59
A.4.	Formación Conglomerado Río Chico	60
A.5.	Formación Petaca	61
B.	Neogeno	62
B.1.	Formación Yecua	62
B.2.	Formación Tariquía o Chaco Inferior	63
B.3.	Formación Guandacay o Chaco Superior	64
2.3.2.	CUATERNARIO	65
A.	Depósitos Fluvio Glaciales	65
B.	Depósitos de Morrenas Laterales y Terminales	66
C.	Depósitos Fluvio Lacustres	66
D.	Depósitos Coluviales	66
E.	Depósitos Coluvio Aluviales	67
F.	Dunas	67
G.	Depósitos de Abanicos Aluviales	67
H.	Depósitos de Terrazas Aluviales	68
I.	Depósitos de Derrumbes y Deslizamientos	68
H.	Depósitos Aluviales	68
	GLOSARIO GEOLOGICO DE TERMINOS TECNICOS	71
	BIBLIOGRAFIA	81
	ANEXO:	
	MAPA GEOLOGICO En Escala 1:600.000	

ESTUDIO GEOLOGICO

1. INTRODUCCION

El departamento de Chuquisaca por sus características de relieve heterogéneo, presenta una diversidad de formaciones geológicas que se encuentran distribuidas en sus diferentes macropaisajes o sistemas geomorfológicos.

Las unidades geológicas muestran la edad y su conformación litológica de la diferentes formas que constituyen el territorio chuquisaqueño.

El presente trabajo es el resultado de los Estudios Integrados de los Recursos Naturales del Departamento de Chuquisaca, realizado para cada una de las Subregiones, en las que se ha dado un enfoque general de la Litología, Estratigrafía, Tectónica y Recursos Naturales no Renovables.

1.1. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo es el de proporcionar información básica de primer orden de todas las formaciones geológicas que se encuentran en la región chuquisaqueña, la misma que puede utilizarse para trabajos específicos, o como guía de consulta para otros fines.

La constitución litológica tiene una importancia relevante, en relación directa con el tipo de paisaje, tectonismo, al que se incluyen el magmatismo y el metamorfismo.

El comportamiento de las estructuras litológicas permite relacionar la asociación existente con los depósitos mineralizados, tanto metálicos como no metálicos, y la posibilidad de entrapamiento de hidrocarburos.

1.2. DESCRIPCION SUSCINTA DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Chuquisaca, tiene 10 provincias, divididas en cinco Subregiones, con una extensión total de 51524.00 Km², de los que 29942.42 Km² corresponden a la Cordillera Andina Oriental, 14653.69 Km² al Subandino, 2142.51 Km² al Area de Transición y 4785.38 Km² a la Llanura Chaqueña, que representan el 58.11%, el 28.44%, el 4.16% y el 9.29% de la superficie total, respectivamente.

Sus límites son: al Norte, los Departamentos de Cochabamba y Santa Cruz; al Sud, Tarija; al Este, Santa Cruz y la República del Paraguay; y al Oeste, Potosí.

2. ESTRATIGRAFIA

Como parte de la ciencia geológica, trata del estudio de los estratos rocos que están dispuestos en la corteza de la tierra y que al mismo tiempo nos proporcionan la edad de estas formaciones litológicas.

Afloramientos rocosos de origen sedimentario, reducidos espesores de una colada basáltica y pequeños afloramientos de cuerpos intrusivos, conforman el cuadro estratigráfico departamental, desde la parte basal del Paleozoico (Sistema Cámbrico), hasta los sedimentos sueltos del Cuaternario.

En esta sinopsis, se describe muy someramente, todas y cada una de las Unidades Litoestratigráficas, siguiendo su ubicación en la columna estratigráfica generalizada, a partir de la mas antigua hasta la mas nueva.

2.1. PALEOZOICO

Comprende todo el desarrollo de la secuencia cíclica a partir del Cámbrico hasta el Pérmico, notándose un predominio del Ordovícico en todo el sector Cordillerano y del Devónico en la parte Subandina.

2.1.1. SISTEMA CAMBRICO

Afloramientos de este Sistema, solamente se presentan en la parte Sud de la Sección Andina, enmarcada en la provincia Sud Cinti.

Litológicamente se hallan conformados por lutitas, cuarcitas, pizarras y areniscas, de origen marino que se han clasificado en formaciones, pese al escaso contenido fosilífero que presentan.

La Formación Sama, que constituye la parte superior de esta Unidad Litoestratigráfica, es la única que se presenta en Chuquisaca.

A. Formación Sama

Esta secuencia formacional, se inicia con lutitas compactas de tonalidad azulada, bien estratificadas, suprayaciendo capas de cuarcitas de tonalidades grisáceas claras con motas de color café, que se producen por las impregnaciones de hierro.

Continúan pizarras oscuras, con inclusiones piritosas cristalizadas, siguen areniscas compactas gris oscuras, y en el tope cuarcitas estratificadas en bancos potentes, blanquecinas en frescas y café claras alteradas.

Solamente en la parte superior de la Formación, se ha determinado la existencia de una capa de Dictionema.

Su espesor no es conocido, puesto que su base no se halla expuesta, sin embargo en el área de Quisana, una sección medida dió un espesor de 350 m, mientras que su tope infrayace en discordancia transgresiva con las sedimentitas ordovícicas de la Formación Iscayachi, enmarcadas en el piso Trempealevano del Cámbrico Superior, con una edad entre 510 a 515 millones de años.

2.1.2. SISTEMA ORDOVICICO

En su generalidad, estas rocas son sedimentarias de origen marino, principalmente areniscas, limolitas, lutitas, siltitas y cuarcitas de variadas tonalidades y granulometría, estando afectadas por un ligero metamorfismo de tipo regional.

Esquemáticamente, el Ordovícico en la región, se divide en las siguientes unidades, descritas desde la mas antigua hasta la mas nueva, tomando en cuenta los dos sectores cordilleranos, en los que se han reconocido afloramientos ordovícicos, en el Departamento.

A. Formación Iscayachi

Los mayores afloramientos de esta Unidad, están desarrollados tanto al Sud como al Sudeste de la Sección Andina Departamental, siendo visibles sus mejores exposiciones, en el camino Incahuasi - Culpina siendo también posible localizar esta litología, en el tramo Rancho Tojlasa - Rancho Marco Antonio.

La parte inferior de la secuencia, está conformada por paquetes de lutitas gris negruzcas con tintes verdosos, físisles, con marcado diaclasamiento, presencia de materia carbonosa, en capas de 5 mms., formando paquetes hasta de 1.50 m, intercaladas con capas de areniscas de 4 a 13 m. de espesor, grano fino a medio, duras, gris blanquecinas en superficie fresca y pardo violáceas, en alteradas, siendo notable la existencia de puntos moteados marrones, debido a la existencia de una alteración ferruginosa, que se presenta estratificada en capas milimétricas.

La relación arena - lutita de esta serie alternante, varía desde 15-85% en la base hasta 70 - 30% en el tope.

Suprayacen capas de 0.05 a 0.50 m de espesor de areniscas estratificadas, competentes, marrón grisáceas, grano fino, intercaladas con paquetes de 1 m de espesor de lutitas gris amarillentas blandas, y de fácil disgregación.

La parte superior de esta Formación se halla representada por cuarcitas gris claras a oscuras, en capas gruesas, con superficies onduladas, intercaladas con siltitas y lutitas, competentes, de tonalidad grises verdosas.

Suprayacen concordantemente a las sedimentitas de la Formación Sama, de edad Cámbrica Superior, mientras que su paso a la Formación Guanacuno es transicional.

Por su litología, estas sedimentitas se han depositado en un ambiente marino nerítico y por su contenido fosilífero se ubican en el Ordovícico Inferior, en la base del Tremadociano, con una edad de 505 a 510 millones de años.

B. Formación Guanacuno

Sedimentitas correspondientes a esta Formación, solamente se presentan en la parte Sudoeste del Departamento, teniendo como límite meridional al río Camblaya, que es el límite natural con Tarija.

La parte basal se halla representada por una serie de areniscas de tonalidades gris verdosas a verdosas, estratificadas en bancos delgados, físisles, con fracturamiento notorio, y hacia el tope se presenta una intercalación de areniscas con lutitas de coloración verde oliva, fosilíferas.

Las sedimentitas sugieren que su ambiente de depositación ha sido nerítico, de poca profundidad.

Su límite inferior con la Formación Iscayachi es transicional, poco perceptible, muy difícil de precisar, separable por su contenido fosilífero, en cambio su tope es concordante con la Formación Cieneguillas.

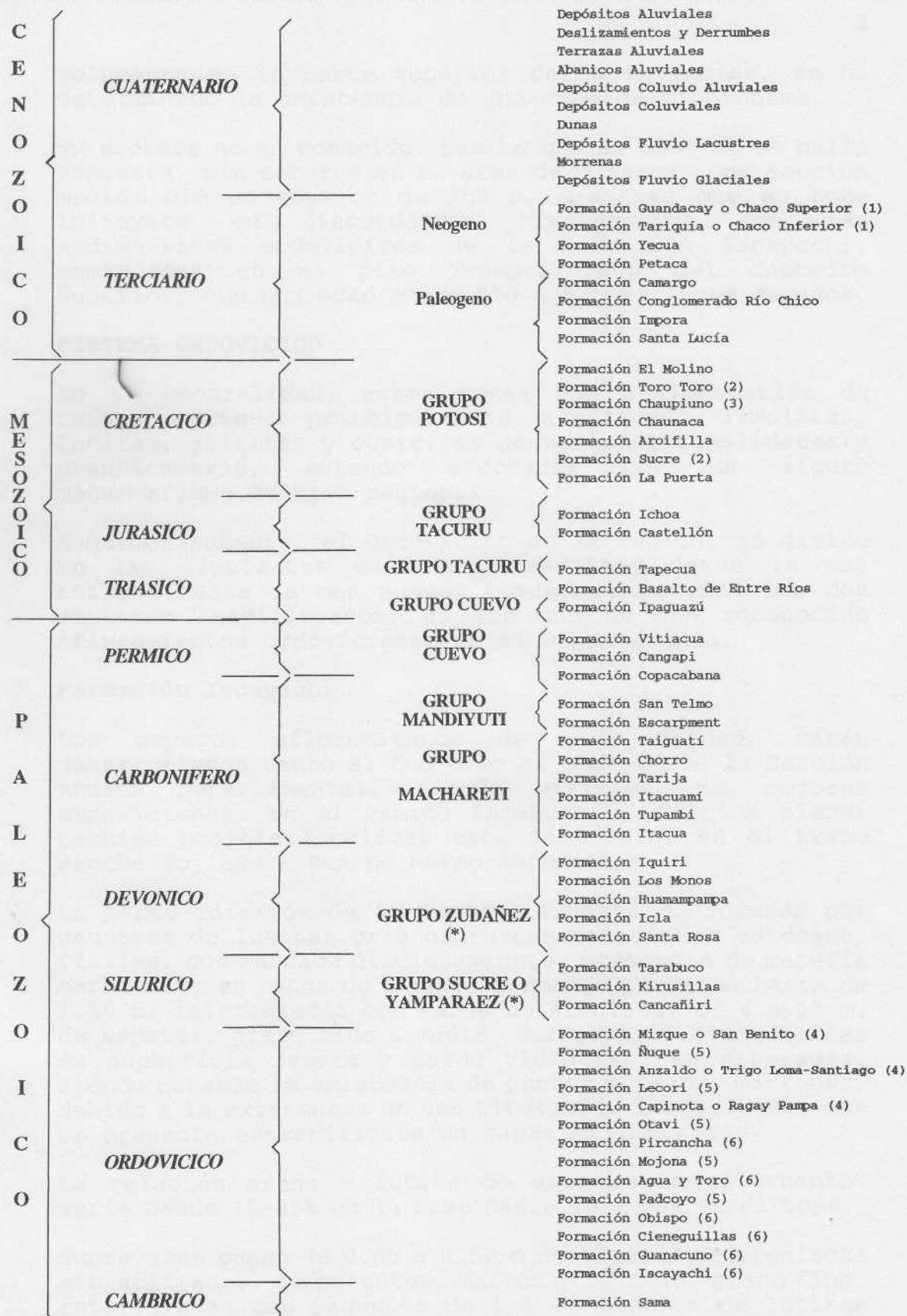
A la Formación Guanacuno, de facies mayormente pelítica, le corresponde una edad Tremadociana Inferior, con una edad aproximada de 502 a 505 millones de años.

Se correlaciona a esta Unidad Estratigráfica, con la parte basal de la Formación Independencia del Grupo Cochabamba de Rivas.

C. Formación Cieneguillas

Esta Formación (Rivas et. alt., 1969), se presenta en afloramientos distribuidos en la parte Sudoeste de la región, habiéndose diferenciado dos miembros:

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE CHUQUISACA



NOTAS.- (1) Grupo Chaco. (2) Parte distal del Grupo Potosí. (3) Subgrupo Camargo. (4) Grupo Cochabamba. (5) Grupo Vitichi - San Lucas. (6) Grupo Tarija - Culpina. (*) Propositiones.

El miembro inferior, que en su parte basal, se halla conformado por potentes bancos alternantes de lutitas y limolitas de tonalidades gris claras en superficie fresca y que se tornan amarillas blanquecinas en intemperizadas, estratificadas en capas de 0.10 m a 2 m de potencia.

La presencia de concreciones esferoidales arenosas con contenidos fosilíferos, caracteriza a la parte basal de la Formación.

Las limolitas en su parte superior, se intercalan con areniscas de grano medio a grueso, pardo amarillentas estratificadas en capas de hasta 0.60 m., con ondulitas y microestratificación entrecruzada.

Hacia el tope, la litología del miembro inferior presenta otra secuencia intercalada de areniscas y lutitas, éstas son físisles, gris verdosas, estratificadas en bancos delgados, mientras que las areniscas son de grano fino, con estratificación en bancos gruesos.

En esta formación, es frecuente observar vetas de cuarzo desde 0.30 a 0.50 m. de potencia, con 15 a 20 m. de longitud; del mismo modo, se presentan vetas de limonita y hematita de poca potencia y longitud.

El contacto infraformacional es transicional y se lo puede observar al Oeste de la localidad de Uturuncu, sobre el camino San Pedro - Culpina.

La parte alta de esta Formación está representada por una secuencia alternada de lutitas grisáceas, competentes, interestratificadas en capas delgadas, con areniscas de tonalidades gris verdosas a gris violáceas, de grano medio, diaclasadas y con fuerte intemperismo.

En los alrededores del Cerro Pelillojo, donde está instalada la repetidora de ENTEL, se han observado abundantes concreciones calcáreas, esferoidales, de tonalidades grisáceas oscuras.

Esta Formación es rica en fauna y en el lugar citado se ha determinado *Didymograptus* sp., siendo también visibles, otras especies no determinadas.

La base de esta Formación, suprayace concordantemente a las sedimentitas arenosas de las Formaciones Iscayachi o Guanacuno, mientras que su tope infrayace también en concordancia a las sedimentitas de la Formación Obispo.

Tomando en cuenta todas sus características, se la clasifica, como de edad Ordovícica Inferior, enmarcada en la parte superior del piso Tremadociano y la parte inferior del piso Arenigiano, con una edad aproximada de 485 a 500 millones de años.

Esta Unidad Cronoestratigráfica se correlaciona con la parte superior de la Formación Independencia, del Grupo Cochabamba, desarrollada en la Cordillera Andina Central.

D. Formación Obispo

La litología de esta Unidad Cronoestratigráfica, se desarrolla en la parte SW del Departamento, conformando áreas de extensión media, al Sud del Departamento, entre las localidades de Santa Elena por el Norte y Salitre por el Sud, en las Provincias Nor y Sud Cinti, respectivamente.

La parte basal de este horizonte, está conformada por lutitas grisáceas claras, micáceas, intercaladas con capas delgadas de areniscas cuarcíticas de tonalidades blanquecinas y amarillentas, presentando concreciones de material ferruginoso, cuyos núcleos están compuestos por ese tipo de mineralización, de coloración rojiza.

El tope de la secuencia, desarrollada principalmente en contacto con el Cretácico, tanto en el área de Camargo, como en el área de Rancho La Quemada, está conformada por lutitas grisáceas a verde olivas en superficie fresca y grisáceas blanquecinas, cuando se hallan intemperizadas.

Hacia la parte E del sinclinal de Camargo, se observan numerosas vetas de cuarzo cristalino de 5 a 20 cms. de espesor, las que se hallan dispuestas en forma transversal a la estratificación.

En el contacto mismo con el Cretácico, la litología está representada por lutitas grisáceas, que paulatinamente se tornan a guindas o rojo violáceas, debido a la sobreposición mesozoica.

Además de ello, en ese contacto se presentan dentro las lutitas capas delgadas de cuarcitas grisáceas, que también se van transformando a rojizas violáceas, y están cubiertas por una pátina superficial.

Entre los fósiles que se han obtenido se citan a los *Dinorthys* sp. y *Thysanopyge* cf. Argentina KAYSER.

Por el predominio de sedimentos arcillosos y por su contenido faunístico, se concluye que esta Formación ha sido depositada en un ambiente marino, de aguas semiprofundas a profundas, es decir mesonerítica.

En general, esta litología se ubica en la parte superior del Piso Arenigiano; suprayace concordantemente y en forma transicional a las sedimentitas de la Formación Cieneguillas, mientras que su tope en la parte Sud, se halla debajo de las sedimentitas de la Formación Agua y Toro, presentándose también en contacto con los afloramientos mesozoicos cretácicos de la Formación Chaupiuno, con una edad de 478 a 485 millones de años.

Rivas et. alt. (1969), la correlacionan con la Formación Capinota de edad Arenigiana Superior - Llanvirniana, mientras que Pareja et. alt. (1978), la correlacionan con la Formación Independencia de edad Arenigiana Media a Superior, siendo sincrónica con la Formación Padcoyo del Grupo Vitichi - San Lucas.

E. Formación Padcoyo

Afloramientos de esta Formación, se presentan desde la localidad de Padcoyo por el Oeste, hasta las cercanías de Palacio Tambo, por el Este, conformando paquetes potentes de lutitas físis, fracturadas, fuertemente diaclasadas, de tonalidades verde amarillentas a marrones claras en superficie fresca y blanquecinas, cuando están intemperizadas, presentándose pizarras y filitas en las áreas donde han existido procesos de metamorfismo.

En la parte superior de la secuencia, existen vetillas de cuarzo y limolita de 3 a 10 cm, presentándose áreas con mineralización de ZnS (blenda), como mineral explotable, con contenidos de CaCO₃ (siderita) y SiO₂ (cuarzo), como minerales secundarios o de "ganga".

En el camino Padcoyo - Ocurí, esta Formación tiene una fuerte disseminación de cuarzo lechoso estéril, además, todo el conjunto lítico, carece de fósiles.

La base de esta Formación no es perceptible a simple vista, puesto que el contacto que tiene con la Formación Obispo es simétrica y se confunde con la misma, así que ese contacto es transicional, mientras que su tope se halla marcado con sedimentitas de Formación Mojona.

De acuerdo a su posición cronoestratigráfica, se ubica en el piso Arenigiano Medio a Superior, relacionada con la Formación Independencia de la Cordillera Andina Central y con la Formación Obispo de la Sección Culpina - Tarija, con una edad que varía entre 480 a 485 millones de años.

F. Formación Agua y Toro

Afloramientos de estas sedimentitas, se presentan en la parte SW del Departamento, limítrofe con Potosí, constituida por una litología que, en su parte basal presenta lutitas de tonalidades blanquecinas a gris verdosas en frescas y parduscas amarillentas cuando se hallan intemperizadas, con una pátina oscura, laminadas, con existencia de concreciones calcáreas de coloración negruzca y estructuras "cono en cono"; a las que suprayacen siltitas grisáceas oscuras, arcillosas y bandeadas, con pequeñas intercalaciones de areniscas cuarcíticas de similar tonalidad y de granulometría fina.

Hacia el tope continúa una secuencia alternante de lutitas astillosas, estratificadas en bancos delgados, grisáceas claras a verduscas, intercaladas con areniscas de granulometría fina, estratificación bandeada, verduscas claras a oscuras y en partes con limolitas gris oscuras, notándose un aumento del contenido pelítico a medida que sube la columna estratigráfica.

Su base se halla fallada, suprayacente con las lutitas de la Formación Obispo, mientras que su tope también está fallado con las pelitas de la Formación Pircancha.

Se presenta en la parte superior del Arenigiano y la mayor parte del Llanvirniano, con una datación de edad que oscila entre los 462 y 473 millones de años, asignada a la parte superior del Ordovícico Inferior, comparada con la Formación Mojona del Grupo Vitichi - San Lucas, con la que es sincrónica, y con la parte inferior de la Formación Capinota de Rivas, del Grupo Cochabamba.

G. Formación Mojona

Esta Unidad, se presenta en la sección Payacota del Carmen - San Lucas, de la Provincia Nor Cinti del Departamento de Chuquisaca, estando conformada por una litología de lutitas arcillosas, de tonalidades claras desde blanquecinas amarillentas hasta violáceas, las que se deshacen fácilmente en finas laminillas, que no denotan estratificación alguna por sí solas, a no ser por las pequeñas capas de cuarcitas gris marrones con fracturas blanquecinas.

En sectores existen superficies arriñonadas y ripple marks, con algunas motas negras en superficie fresca.

La Formación Padcoyo infrayace concordantemente a la descrita, mientras que la Formación Otavi la suprayace también concordantemente.

De acuerdo a la posición estratigráfica que ocupa, se ubica desde la parte superior del Piso Arenigiano hasta el Piso Llanvirniano, correlacionándose con la parte inferior de la Formación Capinota de Rivas o Ragaypampa de Delgadillo, ambas desarrolladas en la Cordillera Andina Central y con la Formación Agua y Toro de la secuencia estratigráfica del Sur, con una edad aproximada de 465 a 480 millones de años.

H. Formación Pircancha

Esta Formación, resulta ser la Unidad mas alta de toda la secuencia de la parte Sur (Grupo Culpina - Tarija), con un desarrollo amplio que se halla distribuído en la parte SW del Departamento, limítrofe con Potosí.

Litológicamente su parte basal se halla representada por bancos delgados de cuarcitas gris oscuras, diaclasadas y de formas subangulares, en partes con ripple marks; intercaladas con paquetes delgados de lutitas astillosas físis, de tonalidades gris negruzcas.

Suprayacen otras lutitas micáceas de tonalidades amarillo verdosas, las que muestran un plegamiento suave.

Siguen, paquetes intercalados de areniscas finas gris verdosas, con lutitas físis de similar tonalidad; a las que continúa otra secuencia pelítica, representada por lutitas deleznales, físis y astillosas, de tonalidad gris amarillenta en superficie fresca y verde oliva a marrón clara en superficie intemperizada o alterada.

Superficialmente, se presentan pequeños y esporádicos lentes arenosos y concreciones calcáreas, con estructura "cono en cono".

En el tope, la litología es mas pelítica, constituida por lutitas grisáceas oscuras, finamente laminadas, arcillosas, con presencia en la parte superior, de capas de areniscas de grano fino a medio, bastante duras, de tonalidades marrones claras a verduscas.

Estratigráficamente, esta secuencia se halla suprayacente a las pelitas de la Formación Agua y Toro por medio de una falla regional, mientras que su tope está en contacto con las areniscas de la Formación Chaupiuno de edad Cretácica, mediante una discordancia de tipo angular.

La Unidad descrita, se enmarca en la parte superior del Llanvirniano y en el Llandeilliano, con una datación de edad entre los 457 a 462 millones de años.

De acuerdo a correlaciones existentes, con secuencias similares, es sincrónica con la Formación Otavi del Grupo Vitichi - San Lucas, correlacionándose también con la parte superior de la Formación Capinota de Rivas o Ragaypampa de Delgadillo.

I. Formación Otavi

Esta litología, se presenta en la parte SW de la Provincia Nor Cinti, como también en el sector Este de Palacio Tambo, conformando la parte central del Grupo Vitichi - San Lucas.

Están conformadas por capas delgadas de cuarcitas gris claras, competentes, fracturadas, con intercalaciones de lutitas gris oscuras, físisles, fracturadas y diaclasadas.

Las cuarcitas son bandeadas con superficies arriñonadas, y bordes angulares con moderada micacidad.

En el área de Kayarani, se han encontrado algunos graptolites, que son fósiles de este Sistema.

Esta Formación está relacionada con la mineralización de blenda, que es el principal mineral de exportación de la región, esencialmente en la Provincia Nor Cinti.

Sus características litológicas, indican un ambiente de depositación en aguas intermedias (epibatial).

Esta Formación se halla correlacionada con la parte superior de la Formación Capinota del Grupo Cochabamba, de Rivas y Ragaypampa de Delgadillo, enmarcada dentro del Piso Llandeilliano, aunque Rivas la consideró de edad Arenigiana Superior a Llanvirniana; correlacionada también con la Formación PircanCHA del Sud, con una edad aproximada de 460 millones de años.

J. Formación Capinota o Ragay Pampa

Representa la parte basal de toda la secuencia estratigráfica de la Sección Norte del Departamento; el nombre de Capinota corresponde a la parte baja del Grupo Cochabamba, y el de Ragaypampa a la parte basal descrita por Delgadillo.

Litológicamente se hallan constituidas por una secuencia cíclica de lutitas, limolitas y areniscas arcillosas.

Las lutitas, en su generalidad son de color gris oscuras a marrón amarillentas fuertemente meteorizadas y fracturadas, blandas y fisiles, estratificadas en capas de reducido espesor; suprayace una capa de limolitas gris verdosas, disturbadas, culminando la secuencia con una serie de areniscas arcillosas, grisáceas a marrones, en meteorizadas, y pardo blanquecinas en frescas.

La depositación de los sedimentos es netamente marina con una secuencia predominantemente pelítica, lo que sugiere que la misma se ha realizado en un ambiente que varía de nerítico a batial.

La base de esta secuencia al Norte de la región, no ha sido determinada, por no existir en ella, rocas de los pisos Arenigiano ni Tremadociano, tampoco sedimentitas Cámbricas, mientras que su tope es concordante con la Formación Anzaldo o Trigo Loma.

Estas rocas corresponden a los pisos Llanvirniano y Llandeiliano, ubicados en la parte media de la secuencia ordovícica, con una edad aproximada de 458 a 475 millones de años, correlacionándose con las Formaciones Mojona y Otavi del Grupo Vitichi - San Lucas y con las Formaciones Agua y Toro y Pircancha del Grupo Culpina - Tarija.

K. Formación Lecori

Esta litología, se presenta en la localidad homónima de la Provincia Nor Cinti y al NE de la misma, iniciándose la secuencia litológica denominada "Horizonte Iscaymocko" o "Dos Rodillas", con un paquete de cuarcitas gris claras, duras y en capas gruesas, conformando un paisaje similar al del "lomo de chancho", con un espesor que no excede los 40 m, conteniendo el fósil *Hoekapsis* sp.

Siguen siltitas verde olivas, estratificadas en capas delgadas, algunas bastante competentes y otras blandas, formando pequeñas protuberancias.

Las capas duras presentan superficies diaclasadas, de tonalidades marrón oscuras, conteniendo mayormente llingulas, que son fósiles típicos del Ordovícico, con intercalaciones de cuarcitas gris blanquecinas.

El metamorfismo de bajo grado de las siltitas y lutitas las ha cambiado a pizarras verdosas, deleznales.

Estos afloramientos han sido depositados en un ambiente epinerítico hasta infrabatial.

Estratigráficamente infrayacen en forma concordante a las sedimentitas de la Formación Otavi y suprayacen a las de la Formación Ñuque, también en concordancia.

Por su posición estratigráfica, se asigna al piso Caradociano Inferior, con una edad aproximada de 452 a 460 millones de años.

Esta Unidad se halla correlacionada con las Formaciones Anzaldo, Cuchupunata y Ragaypampa definidas en varios sectores de la Cordillera Andina Central.

L. Formación Anzaldo o Trigo Loma - Santiago

Esta unidad lítica, representa la parte superior del Grupo Cochabamba de Rivas, que se desarrolla en la parte Central de la Cordillera Andina.

Estratigráficamente la parte superior se relaciona con la Formación Santiago, mientras que la inferior corresponde a la Formación Trigo Loma, de Delgadillo.

La parte basal de la Formación Anzaldo Inferior o Trigo Loma, presenta una serie de lutitas y limolitas amarillo verdosas en superficie fresca, que se tornan a pardo amarillentas en meteorizadas, friables y micáceas.

Suprayace otro horizonte compacto de lutitas amarillo verdosas a marrón amarillentas que se interestratifican en láminas delgadas con limolitas de similar coloración, las que se intercalan con areniscas verde grisáceas en frescas y verde amarillentas en alteradas; tienen grano fino a medio, con exfoliación concéntrica en sectores.

En el tope de la Formación Anzaldo Inferior, se hallan limolitas arcillosas, que paulatinamente hacia arriba, se tornan más arenosas y competentes, dispuestas en bancos gruesos, con oxidaciones ferrosas en algunos lugares.

Posteriormente, ya dentro de la Formación Santiago o Anzaldo Superior, se presentan capas potentes de areniscas cuarcíticas blanco rosáceas, en frescas, y marrón claras en meteorizadas, intercaladas con limolitas gris verdosas, que contienen inclusiones micáceas.

Continúa otra serie de areniscas amarillo verdosas, estratificadas en láminas delgadas finas a medias, con limolitas de similar tonalidad, micáceas, las que en su tope se hallan constituidas por areniscas cuarcíticas amarillo verdosas.

En esta litología se hallan la mayor parte de las manifestaciones mineralógicas, tanto metálicas como no metálicas, en las secciones Norte y Noroeste regionales.

La depositación de estos sedimentos ha sido realizada en mares someros en un ambiente epinerítico a nerítico, con fauna de poca profundidad.

Tanto su límite inferior con la Formación Capinota o Ragaypampa, como el superior con la Formación Mizque o San Benito, es concordante y transicional.

Esta unidad, sobre la base de su secuencia litológica y su contenido fosilífero, corresponde al piso Caradociano, que representa la parte superior del Ordovícico, con una edad de 452 a 465 millones de años, correlacionándose con las sedimentitas de la Formación Lecori del Grupo Vitichi - San Lucas, y con los afloramientos de la Formación Cuchupunata de la Cordillera Andina Central.

M. Formación Ñuque

Esta unidad estratigráfica, (Rivas, 1971 a), se desarrolla en la parte NE de la Provincia Nor Cinti, en las cercanías al río Pilcomayo, constituyendo la parte más alta de la secuencia ordovícica en la parte Sud del Departamento, dentro del Grupo Vitichi - San Lucas.

Litológicamente se halla representada por afloramientos rocosos de cuarcitas de grano fino a medio de tonalidades moradas y marrón oscuras, estratificadas en bancos potentes que forman estratos conspicuos.

En los alrededores de Puca Tambo, donde se hallan en contacto con las rocas cretácicas, tiene huecos y planos discoides de pseudofósiles y superficies agarrapiñadas, las que relucen, como si estuvieran constituidas por miles y miles de estrellitas.

Estas cuarcitas, hacia el sector E, tienen una tonalidad más grisácea, intercaladas con capas delgadas de lutitas gris oscuras a gris claras y amarillentas, micáceas, con trilobites y cruzianas, como fósiles más representativos.

También almacenan yacimientos de rendimiento económico, con predominio de blenda (ZnS) y galena (PbS), y con "ganga" de siderita (FeCO₃) y cuarzo (SiO₂).

De acuerdo a su litología, se indica que su ambiente de depositación ha sido transicional o de plataforma, corroborando el predominio psamítico de los sedimentos.

Esta litología, suprayace a sedimentitas de la Formación Lecori, mientras que su tope se halla discordante por debajo del horizonte tillítico, que corresponde a la Formación Cancañiri, de edad Silúrica Inferior.

Cronoestratigráficamente, se correlaciona esta secuencia con la Formación San Benito, de Alheld y Branisa o Mizque, de Rivas, ambas desarrolladas en la parte Central del Andino Oriental, con una edad Caradociana Superior, con una edad aproximada de 445 a 450 millones de años.

N. Formación Mizque o San Benito

Representa la parte superior de toda la secuencia estratigráfica del Ordovícico y litológicamente se hallan conformadas por paquetes considerables de cuarcitas amarillo blanquecinas y amarillo rocáceas en superficie fresca y gris blanquecinas cuando están alteradas, con pequeñas intercalaciones de areniscas cuarcíticas o cuarcitas con estratificación cruzada.

La Formación Mizque constituye el tope del Grupo Cochabamba de Rivas (1971), denominándose también Formación San Benito, según Alheld y Branisa (1960).

Al igual de todas las demás unidades, la depositación de estos sedimentos fue marina, en un ambiente transicional o de plataforma, lo que se corrobora por la predominancia psamítica de los sedimentos, los que van aumentando paulatinamente de la base al techo, marcando la colmatación de la cuenca y evidenciando el inicio de una facie regresiva.

El límite inferior se halla en concordancia con la parte superior de la Formación Anzaldo o Santiago, mientras que el límite superior es variable y pseudoconcordante con la Formación Cancañiri de edad silúrica.

En el sector del río Chico, se halla fallado debajo de estratos cretácicos, encontrándose también asentado debajo de sedimentos devónicos, al NW de Poroma.

2.1.3. SISTEMA SILURICO

Sedimentitas de este Sistema, se presentan en forma predominante en la parte Norte del Departamento, con menor desarrollo en las secciones Central y Sud.

La base de las sedimentitas silúricas, se halla definida por la presencia de diamictitas, a las que continúa una serie de lutitas micáceas y untuosas al tacto la serie continúa con areniscas micáceas, deleznable, las que se intercalan con paquetes delgados de lutitas y limolitas, culminando la serie con el cambio litológico hasta llegar a otras areniscas silíceas y macizas.

Tomando en cuenta criterios paleontológicos y secuencias litológicas, se ha dividido al Silúrico en las siguientes formaciones, las que debido a su difusión y predominancia en el Departamento de Chuquisaca, **se sugiere reunir las en el Grupo "Yamparáez" o "Sucre"**.

A. Formación Cancañiri

Afloramientos de esta unidad lítica, se presentan en delgados horizontes, en las dos secciones de la Sección Cordillerana, desde el Norte hasta el Sud.

La parte basal de la secuencia litológica, en el sector Sud de la región, se inicia con un banco de areniscas arcillosas de tonalidades blanco grisáceas a gris claras en frescas, con una matrix arcillo arenosa; mientras que en las partes Central y Norte tienen areniscas amarillo verdosas, marrón verdosas y marrón amarillentas en frescas a gris claras y marrón oscuras en alteradas; contienen granos gruesos y finos de arena y clastos cuarzosos blanquecinos, mal seleccionados y sin orientación alguna, subredondeados, pulidos y estriados, con una exfoliación de tipo concéntrico, carentes de estratificación, a las que siguen capas de diamictitas de tonalidades grisáceas claras a oscuras, sin estratificación, presentando cerca a su tope capas delgadas de lutitas gris verdosas, intercaladas con limolitas, a las que continúa una capa cuarcítica maciza, de tonalidad blanquecina, culminando la serie otra capa diamictítica con características similares a la anterior.

Esta Formación, generalmente es considerada como de origen glacial marino, sin embargo, Rodrigo et. alt., (1977), manifiestan que ha sido depositada en un ambiente subácueo, principalmente marino, con características texturales y estructuras sedimentarias de depósitos formados por corrientes densas de turbidez.

Esas conclusiones dan la hipótesis de que esta Formación se habría depositado en una cuenca marina poco profunda y estrecha, de relieve irregular, en la que los materiales glaciales, primeramente se depositaron en los bordes de la cuenca debajo del nivel del mar y luego fueron transportados a zonas más profundas por las corrientes de turbidez.

En general, se supone que luego de la colmatación de la cuenca ordovícica, se produjo una subsidencia rápida, que permitió la depositación de sedimentitas silúricas.

Estratigráficamente se halla sobre diferentes pisos de la secuencia ordovícica, por lo que se advierte que la base del Cancañiri es discordante y erosiva, además que entre ambos Sistemas, existe un hiato stratigráfico, donde la Fase Compresiva Oclóyica, interrumpe la sedimentación Tacsariana debido a la falta del Ashgiliano en el país.

En la región suprayace discordantemente a sedimentitas de la Formación Ñuque en la parte Sud del Departamento y de las Formaciones San Benito o Mizque en la parte Norte, hallándose en transición concordante a las lutitas de la Formación Kirusillas, de edad Silúrica.

A esta Formación se le asigna una edad Llandoveriana, ubicada en la parte basal del piso Chayantiano, del Silúrico Inferior, con una edad aproximada de 430 a 438 millones de años.

B. Formación Kirusillas

Esta litología, tiene una distribución relativamente amplia, con predominancia en los sectores Central y Norte de la región.

En la parte basal de la secuencia lítica, se presentan capas potentes de lutitas físciles y friables, micáceas y untuosas al tacto, gris negruzcas a verdosas en superficie fresca y pardo amarillentas intemperizadas; de grano fino, poco micáceas, finamente estratificadas en bancos delgados, intercaladas, con capas delgadas de limolitas micáceas, friables, de similar tonalidad.

En la parte superior de la columna estratigráfica, se presentan horizontes de areniscas claras a marrones, en capas de espesores variables desde 10 a 50 cms.

El ambiente de depositación es marino, con la subsidencia que disminuye y con el mar que continúa su transgresión y la sedimentación que gradualmente se hace más fina con predominio de pelitas, que sugiere fueron depositadas en un mar tranquilo y profundo, posiblemente batial.

Esta Formación suprayace concordantemente a la Formación Cancañiri, hallándose por debajo de los sedimentos psamíticos de la Formación Tarabuco también en forma concordante, aunque en partes, su contacto se realiza, mediante discordancias o fallas longitudinales con sedimentitas de edad Devónica, principalmente en el Sud.

Se ubica desde la parte superior del Llandoveryano hasta la parte media del Ludloviano comprendiendo también al Wenlockiano en su parte media, que referida a pisos locales, corresponden desde la parte superior del piso Chayantiano, hasta la parte media del piso Lampayano, con una edad mesosilúrica, de 418 a 428 millones de años.

C. Formación Tarabuco

Fue Branisa, quien llamó por vez primera con este nombre al miembro superior del Kirusillas, que en la región presenta mayores afloramientos en la sección Norte, con menor desarrollo hacia el Centro y Sud.

La serie litológica presenta en su parte basal una interestratificación areno - lutítica, con preponderancia del material psamítico, con arenisca de grano fino a medio, estratificadas en bancos potentes pardo verduscos, micáceas, y con pequeñas intercalaciones de lutitas blandas, físciles y diaclasadas, gris a gris verdosas.

Suprayace una serie pelítica con lutitas finas, blandas, físciles y estratificadas en capas delgadas, amarillo verdosas en frescas y pardo grisáceas en alteradas, intercaladas con pequeños y delgados bancos de areniscas finas, de tonalidades claras, bien estratificadas, que paulatinamente van incrementando su espesor.

Hacia el tope, se presentan otras lutitas pardo verduscas cuando están frescas y grisáceas en meteorizadas; son blandas, micáceas y fracturadas. Están intercaladas con capas de areniscas finas pardo verduscas en frescas y gris amarillentas cuando están intemperizadas, bastante competentes, micáceas y fósilíferas.

El ambiente de depositación de estas sedimentitas, se produce en condiciones de mayor aporte y menor subsidencia, en un ambiente marino, de tipo nerítico, afectado por movimientos epeirogénicos lentos, que ocasionaron transgresiones y regresiones de corta duración, dando como resultado esa intercalación pelítica psamítica, con mayor depositación de estas últimas.

Estratigráficamente, suprayacen concordantemente a las lutitas y limolitas del Kirusillas, infrayaciendo en pseudoconcordancia debajo de las areniscas cuarcíticas de la Formación Santa Rosa, de edad Devónica.

Se ubica a la Formación Tarabuco en el Neosilúrico, desde la parte superior del piso Ludloviano hasta el piso Pridoliano de la clasificación mundial, correlacionada con la parte media y superior del Piso Lampayano de la subdivisión local, con una datación de edad de las rocas que fluctúa entre los 410 y 418 millones de años.

2.1.4. SISTEMA DEVONICO

Steinmann, fue el primero en realizar estudios prolijos de este Sistema, estableciendo la primera división del Devónico en Chuquisaca.

Su desarrollo está bien difundido tanto en la Sección Andina, como en el Subandino, en todos sus sectores.

La depositación de estos sedimentos ha sido realizada en forma ininterrumpida, con una dirección S - N y con una secuencia de areniscas, lutitas, limolitas y otra vez areniscas; con abundante fauna fósil, que ha sido útil para la datación exacta de la secuencia.

A la parte basal y media del área Andina, **se ha sugerido denominarla "Grupo Zudañez"**, debido a la ininterrumpida y amplia distribución de estas sedimentitas en toda esta área geográfica, además de constituir las localidades de Icla y Candelaria, lugares aptos para la descripción de los perfiles tipo de algunas de estas Unidades.

Las Formaciones devónicas del Departamento, a partir de la mas antigua son las siguientes:

A. Formación Santa Rosa

Sedimentitas de esta Formación se presentan en áreas bastante reducidas, confinadas a la partes Central y Norte de la región, con un desarrollo muy esporádico en el sector Sud del Departamento, todas ellas, dentro de la Cordillera Andina Oriental.

Están constituidas por una serie de intercalaciones de areniscas micáceas blanca verdosas en superficie fresca y blanco grisáceas en intemperizadas con paquetes delgados de cuarcitas blanquecinas, continuando capas delgadas de lutitas micáceas, blanca verdosas, de granulación media a fina, subangulares y estratificadas en horizontes de potencia media. Culmina la serie con bancos de areniscas cuarcíticas con niveles microconglomerádicos de tonalidades blanquecinas, compactas, que muestran una estratificación entrecruzada.

El ambiente de depositación de estas sedimentitas, de acuerdo a sus características litológicas, manifiesta que fue en un período de regresión marina coetánea, causada probablemente por un sollevamiento regional, el mismo que se efectuó en forma lenta y paulatina, con mares bastante fríos, poco aptos para el desarrollo de la vida orgánica, considerándose por ende, que la depositación de estas rocas, ha sido en un ambiente nerítico a litoral, en un mar poco profundo.

Suprayace concordantemente a la Formación Tarabuco, mientras que infrayace también en concordancia a los afloramientos de la Formación Icla.

Esta Formación se ubica en los pisos Lochkoviano y Pragiano de la clasificación mundial, que corresponden a la parte basal y media del piso local Zudañeciano, respectivamente; y que se enmarca en las partes basal y media del Devónico Inferior, paralelizadas también con las sedimentitas de la Formación Vila Vila del Altiplano, con las que resultan ser sincrónicas, con una edad de 390 a 410 millones de años.

B. Formación Icla

Afloramientos rocosos de esta unidad se hallan bastante difundidos en la parte Central y Sud de la Sección Andina y hacia el Oeste del Subandino.

En el sector Cordillerano, se hallan conformadas por lutitas gris negruzcas micáceas, bien consolidadas, estratificadas en capas delgadas, intercaladas con bancos de areniscas arcillosas micáceas, compactas, de grano fino y buena selección, fosilíferas, de tonalidades grisáceas a verdosas, pasando paulatinamente a lutitas y siltitas grisáceas oscuras finamente estratificadas, con pequeñas concreciones calcáreas. Continúa un horizonte escasamente decimétrico de areniscas cuarcíticas de similar tonalidad, presentando en su tope una secuencia lutítica con contenido arenoso.

La relación psamitas - pelitas que se presenta en la parte Sudeste de la región andina es de: 41% - 59%.

En los alrededores de la población de Icla, lugar tipo para esta Formación, se han determinado aproximadamente unas 85 especies de macrofósiles e innumerables microfósiles, cuya lista de las especies más representativas, la han publicado López y López (1975).

En el Subandino, la litología en la parte basal visible está conformada por limolitas micáceas gris negruzcas, bastante fracturadas, intercaladas, con bancos de lutitas grises oscuras, también micáceas, físciles, meteorizadas, finamente estratificadas y untuosas al tacto, entre las que se presenta una alternancia de tres paquetes de areniscas de poco espesor, siendo el inferior bastante arcillosas, gris verdosas, grano fino, laminadas y estratificadas en bancos delgados; las intermedias son de tonalidades claras, bastante limosas y estratificación delgada, mientras que las superiores están conformadas por areniscas grises blanquecinas, duras, de grano fino.

Al Norte de la localidad de Cumandaity, se encuentran paquetes delgados de lutitas grises oscuras, físciles, micáceas y bien meteorizadas, con intercalaciones esporádicas de areniscas finas bastante arcillosas.

Tomando en cuenta, el carácter litológico y su abundante contenido fosilífero, se evidencia su ambiente de depositación marino, de aguas profundas, estables y de sedimentación continua, indicando el color oscuro de los sedimentos un ambiente euxínico reductor, aspecto que favoreció la buena conservación de los organismos.

Esta unidad estratigráfica, se presenta concordantemente sobre las sedimentitas de la Formación Santa Rosa, y se inicia donde los bancos arenosos compactos desaparecen, haciéndose la serie pelítica ininterrumpida, intercaladas solamente con capas de areniscas de espesor reducido; mientras que su tope se halla debajo de las psamitas de la Formación Huamampampa, en forma concordante.

Esta Formación en la parte alta del Devónico Inferior, localmente pertenece a la parte superior del Zudañeciano, con una edad entre 385 a 390 millones de años.

C. Formación Huamampampa

En el Departamento, afloramientos de esta formación, se presentan en todos los sectores, con predominancia en la parte Central y Sud del área Cordillerana y en la parte Oeste del Subandino.

En la Sección Andina, la parte basal se halla representada por una secuencia de areniscas arcillosas micáceas de granulación fina a media, laminadas y estratificadas en paquetes delgados, con tonalidades gris verdosas a pardo amarillentas en superficie fresca y grisáceas claras cuando están alteradas, subredondeadas a redondeadas, factibles de tener horizontes fosilíferos, que en algunos niveles presentan marcas de oleaje y estratificación entrecruzada, encontrándose en la parte superior intercalaciones de horizontes delgados de lutitas y limolitas gris oscuras, micáceas.

La parte superior de la secuencia se halla constituida por areniscas macizas, de tonalidades amarillo verdosas, de grano fino, estratificadas en bancos de espesor considerable, que hacia el tope se tornan mas compactas.

En la parte central del Departamento, se mantienen las características litológicas generales, presentando una estratificación concéntrica (arrepollada), con areniscas macizas, de diversas tonalidades, de pardo amarillentas hasta gris blanquecinas a gris amarillentas, intercaladas con estratos delgados de lutitas en la base.

En el sector Sudeste, las características generales, también denotan un predominio de las psamitas, respecto a las pelitas, de ahí que un análisis granulométrico realizado en ese sector, dió una composición litológica de 85% de areniscas y un 15% de lutitas (Oviedo - Sanjinés, 1970).

En el Subandino, afloramientos de esta Formación están constituídos por areniscas gris blanquecinas finas, granos subredondeados, intercalaciones micáceas, bien estratificadas; intercaladas con escasos bancos de limolitas y lutitas gris verdosas micáceas y laminadas.

Análisis efectuados en el Angosto de Huacareta, dieron porosidades oscilantes entre 2 - 4 %, con permeabilidad menor a un milidarcy, lo que indica una porosidad y permeabilidad primaria muy baja, y con despreciable capacidad para almacenar hidrocarburos (Salinas, 1976).

Esta litofacies, casi en su integridad conformada por psamitas, sugiere que el ambiente de depositación fue nerítico, cercano a la costa y en un mar con una típica secuencia regresiva.

Su límite inferior se halla en pseudoconcordancia con la Formación Icla, mientras que su límite superior es transicional hacia la Formación Los Monos, aunque en sectores infrayace a sedimentitas carboníferas.

La última clasificación (YPFB, 1990), ubica al Huamampampa, en la parte superior del Devónico Inferior, en el piso Emsiano, relacionándolo con el piso local Zudañeciano, con una datación de edad de 375 a 380 millones de años.

D. Formación Los Monos

Esta Unidad, solamente se presenta en el Subandino, tanto al Norte como al Sud.

En la partes Norte y Centro del Subandino, los afloramientos rocosos se hallan constituido por paquetes potentes de lutitas micáceas y argilíticas, físisles, bien estratificadas, untuosas al tacto, negruzcas a pardo verduzcas; bastante meteorizadas, intercaladas con bancos delgados de limolitas también intemperizados de tonalidad similar al de las lutitas y areniscas argilíticas bastante meteorizadas que están estratificadas en bancos delgados, gris blanquecinas a gris verdosas; hacia la parte superior de la secuencia, las lutitas tornan a ser mas arenosas y su coloración tiende a oscurecerse, mientras que las capas intercaladas de areniscas, son de grano mas grueso, llegando a ser hasta conglomerádicas. En el tope, la secuencia litológica es mayormente pelítica con lutitas gris verdosas a pardo rojizas, bien estratificadas y laminadas.

En las serranías de Iñao e Incahuasi, los afloramientos son de poca consideración, con una litología conformada por paquetes lutíticos bien estratificados y muy meteorizados, pardo verdosas, las que se intercalan con bancos delgados de areniscas de grano fino de similar tonalidad, mientras que en las serranías de Cazaderos y Milagros, su litología se halla representada por lutitas y limolitas pardo verduzcas a pardo negruzcas, micáceas, laminadas, algo bandeadas y estratificadas en bancos, con capas finas de areniscas gris verdosas, duras, con una secuencia mayormente pelítica en el tope, representada por lutitas gris negruzcas a pardo rojizas, estratificadas y laminadas, cuya relación psamita - pelita en la parte basal es de 50% - 50%, y de 9% - 91% en la superior.

Por sus características litológicas similares a las de la formación Icla, se infiere que el ambiente de depositación ha sido marino de aguas bastante profundas, lo que se manifiesta en la sedimentación fina.

Esta Unidad suprayace concordantemente a la Formación Huamampampa en la parte Central y Sudoeste de la Sección Subandina, allá donde se presenta; siendo el paso a la Formación Iquiri en forma transicional.

La Formación Los Monos, se halla comprendida en los pisos Eifeliano y Givetiano de la clasificación mundial, correspondiente al Aromaniano, en el Devónico Medio, con una edad entre los 375 a 382 millones de años.

E. Formación Iquiri

Esta unidad lítica, constituye la parte superior de la secuencia devónica, se halla presente en forma predominante en la parte Oeste del Subandino, desde el Norte hasta el Sud.

En la partes Central y Sud del Subandino, la secuencia se inicia con areniscas arcillosas, micáceas y cuarcíticas, grisáceas claras a gris verdosas y amarillentas en superficie fresca, que se tornan a pardo amarillentas en alteradas, grano fino, buena selección duras y compactas, con estratificación de normal a entrecruzada.

Intercalando a estas psamitas, se hallan bancos de lutitas micáceas, físisles, grisáceas a grisáceas oscuras, y paquetes de limolitas micáceas, morado rojizas, debido al contenido de hematita, hacia el tope la serie se hace mas arenosa, con intercalaciones pelíticas.

La relación psamita - pelita ha sido cuantificada en varios puntos del Subandino, así en el sector de la serranía de Incahuasi es de 70% - 30%, mientras que en la serranía de Iñao es 65% - 35% (Ponce de León - Vargas, 1963); en la de Morteros es 60% - 40% (Ayaviri, 1969) y en el Angosto de Huacareta, en la parte arenosa la relación es de 90% - 10%, en cambio en los paquetes arcillosos es de 53% - 47%; (Salinas, 1976), lo que denota una clara y notoria predominancia de las areniscas, sobre las limolitas y lutitas.

Hacia el Norte, se mantienen similares características, con pequeñas variaciones respecto a su tonalidad e intercalación de areniscas con lutitas y limolitas.

Otra característica de esta Unidad Litoestratigráfica es su alto contenido micáceo.

En el sector del río Grande, estas sedimentitas están conformadas por areniscas arcillosas grises claras en la parte basal hasta areniscas cuarcíticas pardo verdosas, meteorizadas y fracturadas, estratificación entrecruzada.

Considerando el tipo de sedimentitas que conforman esta Unidad, se trata de una cuenca de sedimentación, de depósitos mayormente someros, con fuerte subsidencia.

Esta Formación, al igual que otras devónicas, se han depositado en aguas poco profundas, desde epineríticas a litorales, relacionadas con el flujo y reflujo del mar.

Suprayace a la Formación Los Monos en los sectores Central y Meridional y a la Formación Huamampampa en la parte Septentrional Oeste de la región.

De acuerdo con todas las características que presenta, respecto a su zonación bioestratigráfica, se le asigna los pisos mundiales Frasniano - Fameniano, los que correlacionados con los pisos locales corresponden a la parte superior del Aromaniano y a todo el Camiriano (Superior e Inferior), presentándose en su parte final la Fase Orogenética Tatarenda (a la que Avila llama Chánica, 1991), que interrumpe el Ciclo Cordillerano de sedimentación, enmarcada en el Megaciclo Marino, con una edad entre los 355 a 375 millones de años.

El techo de esta Formación en todos los sitios donde aflora, se halla indicada mediante una discordancia angular regional con el Carbonífero.

Todas las correlaciones efectuadas han tenido base palinológica, determinada por YPFB en varios informes.

2.1.5. SISTEMA CARBONIFERO

Esta Unidad Cronoestratigráfica, fue bien estudiada entre los años 1920 a 1930, con amplio desarrollo en el SUBandino, conformando fajas longitudinales en casi todas las serranías; con algunos afloramientos en las partes Central y Norte del Andino.

Litológicamente, se hallan constituidas por paquetes de lutitas y limolitas de distintas tonalidades, por bancos de diamictitas y por areniscas estratificadas en capas de diferente espesor, desde la parte inferior del Grupo Macharetí, hasta la parte superior del Grupo Mandiyutí.

La descripción de las diferentes formaciones, a partir de la mas antigua, es la siguiente:

A. Formación Itacua o Saipurú (T - 3)

Afloramientos rocosos de esta Unidad se presentan en el Departamento, principalmente en las Secciones Central y Sud Subandinas, con un desarrollo muy reducido en la Sección Cordillerana, en su sector Norte.

En la Sección Cordillerana, se presenta desde las proximidades de Aramaxi, ubicada al Este de la población de Pasopaya, hasta el cerro Pupa Huayco en las cercanías a Zudañez y en la serranía de Khoskho Toro.

La secuencia se inicia con una alternancia de areniscas blanquecinas, de grano medio a fino, poco micáceas y compactas, intercaladas con bancos bien estratificados de limolitas de matices claros, algo micáceas y compactas; continuando paquetes delgados de lutitas gris oscuras, bastante micáceas y finamente estratificadas; siguen diamictitas de tonalidades pardo verduscas a café claras en frescas y blanquecinas, cuando están alteradas, duras, con inclusiones de clastos conglomerádicos de cuarzo y arenisca blanquecina bien cementada y dura, con indicios de alineamiento y estrías, que son signos de procesos de glaciación; y hacia el tope una secuencia de arenisca blanquecina a gris verdosa dura, con clastos cuarzosos, intercalada con capas delgadas de lutitas y limolitas micáceas y de diamictitas, de tonalidades gris negruzcas.

En el área de Khoskho Toro, que constituye el límite transicional entre las secciones Andina y Subandina, la relación de las areniscas con las lutitas y limolitas es de 47% - 53%; y la porosidad una arenisca cuarzosa, dió un valor de 13.25%, considerada como moderada, relativo al almacenamiento de líquidos (Sadud, 1980).

En la Sección Subandina, esta Formación se presenta en las áreas de Macharetí, Cuevo - Bororigua y en las serranías de San Antonio y Aguaragüe.

Inician su litología bancos delgados de diamictitas (clay grits) verdosas, con intercalaciones de paquetes de reducido espesor de lutitas rojo púrpuras, en partes verdosas y grises oscuras y con areniscas cuarzosas de grano medio a fino, gris violetas; en las serranías de San Antonio y Aguaragüe, con inclusiones lenticulares de conglomerados, constituidos por granito rojo, cuarcitas y lutitas devónicas. (Padula - Reyes, 1960).

Suprayace un horizonte diamictítico de coloración gris negruzca con clastos angulosos y facetados; siguiendo la columna se presentan paquetes de areniscas gris blanquecinas a moradas, bastante micáceas, de grano medio y de lutitas y limolitas gris negruzcas, similares a las del paquete basal, con evidentes signos de glaciación.

Esta Unidad se ha depositado en la serie de movimientos compresivos de las fases Tatarenda y Chiriguana, en una secuencia de rocas marinas de carácter catastrófico.

Suprayace discordantemente a sedimentos devónicos de la Formación Huamampampa en el sector Cordillerano, mientras que suprayace a los de las Formaciones Huamampampa, Los Monos o Iquiri en la parte Central y Sud del Subandino, faltando en el sector Norte, infrayaciendo en forma transicional a la Formación Tupambi.

De acuerdo con la clasificación general, le corresponde el piso Tournasiano, que relacionada con la clasificación americana se ubica en el piso Missisipiano, y correlacionando con los pisos locales, pertenece al Izozogiano Inferior, o sea, al Carbonífero Inferior, con una edad comprendida entre 335 a 340 millones de años.

B. Formación Tupambi

La litofacie de esta Formación es predominantemente psamítica, iniciándose casi siempre con un conglomerado polimíctico, con rodados de cuarzo, cuarcitas, areniscas, lutitas y diamicticas del Itacua, envueltos en una mátrix areno arcillosa.

Esta Formación se presenta en la parte Cordillerana, en los alrededores de la población de Zudañez, al Sud de la serranía de Khoskho Toro, cerca a Estancia Lagunillas, aledaña al río Pilcomayo, al igual que a la junta de los ríos Pilaya - Pilcomayo y al NE de Cañón Verde en Sud Cinti, con litología que se halla conformada por psamitas donde las formas expresan un relieve bajo a medio.

Su parte basal se halla representada por un paquete conglomerádico polimíctico rojizo, duro, de reducido espesor, con rodados de cuarzo, areniscas, lutitas y limolitas, envueltas en una mátrix areno arcillosa.

Continúa con una secuencia de areniscas cuarcíticas de grano grueso, de tonalidades rojizas, desde rosáceas hasta violetas, debido al contenido de óxidos de hierro, son duras y masivas, mal seleccionadas, con granos redondeados a subredondeados.

Hacia el tope se exponen areniscas blanquecinas a gris amarillentas, compactas, de grano medio a fino, subangulares a subredondeadas, bien estratificadas, con presencia de clastos cuarzosos hasta de 5 cms de diámetro con capas de lutitas algo micáceas, bien estratificadas.

Cerca a la junta de los ríos Pilcomayo - Pilaya, las areniscas son de grano fino, micáceas, de buena selección y porosidad, de tonalidades blanquecinas y verdosas; estratificadas en capas delgadas y bancos macizos con un entrecruzamiento local incipiente y en la parte NE de

Cañón Verde, la secuencia es totalmente psamítica, con areniscas desde blanquecinas hasta amarillentas y desde micáceas hasta cuarcíticas. (Oviedo -Roca, 1970).

La relación psamitas - pelitas es de 99% - 1% , con porosidad de 15.37% de una arenisca cuarzosa, considerada como moderada (Sadud, 1980).

En el Subandino, esta litología está presente en el Angosto de Huacareta y en las serranías de Huacaya, Aguaragüe y Milagros, en cuya base se presentan areniscas amarillentas, de grano medio, micáceas, friables, con una estratificación fina, con ondulitas en varios sectores, a las que se superponen areniscas rojizas y amarillentas, las últimas conglomerádicas y entrecruzadas, intercaladas con otras, bastante compactas, grano medio a fino, grisáceas desde blanquecinas, hasta verdosas y violáceas; moteadas, con manchas negras, con estratificación entrecruzada y presencia de mica; con intercalaciones de bancos de lutitas micáceas, grisáceas y arcilitas de similar tonalidad, donde la arenisca es mas gruesa en la parte inferior y más fina en la superior.

En el Angosto de Huacareta, la relación existente es 8% de clay grits (diamictitas), 6% de lutitas y 86% de areniscas gris blanquecinas y violáceas (Salinas, 1976).

En algunos sectores, esta Formación se apoya directamente sobre sedimentos devónicos, constituyendo la parte basal del Grupo Macharetí, tal como sucede en Tiasia, en la serranía de Huacaya.

M. López, (1968), indica que la parte basal tiene gran cantidad de exudación de petróleo (oil seep) y fuerte olor a gas, existen también, fuentes de aguas sulfurosas.

Estas rocas se depositaron en una cuenca marina, de mares someros, asociada con organismos de poca profundidad.

Esta Formación en el sector Cordillerano suprayace a las sedimentitas de la Formación Itacua, como también a rocas devónicas del Huamampampa, infrayaciendo a los afloramientos pérmicos de la Formación Copacabana en el área de Zudañez y a sedimentitas del Cangapi en las Secciones Centro y Sud.

En el Subandino, sus espesores son poco considerables y suprayacen en forma transicional a las sedimentitas de la Formación Itacua o Saipirú, infrayacendo concordantemente a los afloramientos de la Formación Itacuamí.

Se considera que la Formación Tupambi corresponde a la parte superior del piso Viseano, y a la parte basal del piso Namuriano, llamada Berpukhoviano, correlacionándola con la parte superior del piso local Izozogiano, con una edad cronológica entre los 322 a 330 millones de años.

C. Formación Itacuamí (T - 2)

Esta Unidad se presenta en la región, en horizontes de reducido espesor, distribuídas irregularmente en el área Central de la Sección Cordillerana y en las áreas Central y Sud de la Sección Subandina, principalmente en las serranías de Yanguillo, Incahuasi y Aguaragüe.

En el sector Cordillerano, la litología se halla en las pendientes medias a bajas, tipificándose por presentar un paisaje mas suave, conformado por areniscas blanquecinas algo duras, mal seleccionadas y bien estratificadas, con intercalaciones de limolitas grisáceas a marrones, moteadas, con poco contenido micáceo, estratificación fina, culminando en su tope con un paquete de areniscas limosas de tonalidad marrón clara a lila, algo friables, micáceas, moteadas, con estratificación fina y con pequeñas inclusiones de arcilla marrón oscura.

En este sector, al SE de la población de El Villar, el contenido de psamitas es de 33% y el de pelitas de 67%, con una porosidad moderada de 14.29% en una arenisca con contenido cuarzoso (Sadud, 1980).

En el Subandino, esta Unidad tiene un desarrollo limitado en las serranías de Yanguillo, Incahuasi y Aguaragüe, con exposiciones reducidas en Itiyuru y en Tiasia.

Litológicamente la parte inferior se halla conformada por diamictitas marrón rojizas, de aspecto macizo, con limolitas arcillosas, micáceas de tonalidades rojizas, blandas, finamente estratificadas, en capas delgadas.

Intercaladas a ellas se presentan bancos de lutitas y limolitas micáceas, físilas y fracturadas rojizas a violetas y gris verdosas, en partes diamictíticas y con bastante entrecruzamiento, a las que siguen capas delgadas de areniscas de grano fino gris blanquecinas.

Hacia el tope se exponen capas delgadas y a veces esporádicas de conglomerados que tienen una mátrix de areniscas estriadas y facetadas.

En la serranía de Incahuasi, la parte pelítica tiene mayor distribución que el conglomerado, mientras que en Itiyuru, la secuencia mayormente corresponde al conglomerado polimíctico, y en el sector de Buena Vista, predomina la intercalación de lutitas y limolitas.

Por las características presentes y por las condiciones litológicas, se evidencia que existen varias facies de diferente profundidad, empero el ambiente en el que se depositaron estos sedimentos fue marino de poca profundidad (meso a infralitoral), y tuvo una mayor influencia marina que continental.

El desarrollo regional de esta Formación y la variación de facies horizontal, manifiestan que la sedimentación se produjo en una cuenca subácea de gran extensión.

Esta Formación suprayace discordantemente sobre sedimentitas de la Formación Tupambi y en los lugares donde se presenta, descansa infrayaciendo a las areniscas de la Formación Tarija o de la Formación Chorro.

Considerando todas esas características, la Formación Itacuamí, se la considera de edad Namuriana Superior, que en la clasificación americana corresponde al piso inferior del Pensilvaniano, dentro del Carbonífero Medio, con una edad entre 320 a 322 millones de años.

D. Formación Tarija

Esta Unidad Estratigráfica mayormente constituída por una morfología de media a baja, moderadamente escarpada, presentándose solamente en la Sección Subandina del Departamento, en sectores pequeños en las serranías de Pilcomayo, Yumao, Morteros y San Antonio, acuñándose paulatinamente de Sud a Norte.

Litológicamente está conformada por una serie de capas diamictíticas irregulares, grises oscuras, con tonalidad verdosa a negruzca en superficie fresca, que va tornándose a rojiza y verdosa en los lugares donde están erosionadas o en proceso de erosión, con cantos facetados, conteniendo una gran cantidad de granos cuarzosos bien redondeados; por encima de esos horizontes tillíticos, se hallan capas de conglomerados y areniscas blanquecinas a gris verdosas, de grano fino a grueso, en partes sabulíticas, mal seleccionadas, con estratificación irregular y fuertemente plegada; con esporádicos bancos lutíticos, micáceos y físilos.

En la Serranía de Morteros, conforman delgados paquetes de lutitas y limolitas grisáceas, laminadas y físisles, con escasos niveles de clay grits.

En la Serranía de San Antonio, se halla constituida por una secuencia rítmica intercalada, de diamictitas rojas y areniscas abigarradas, con un contenido pelítico en su parte media.

De acuerdo a estudios sedimentológicos (Rodrigo, 1968), confirman un ambiente marino y de corrientes de turbidez para esta Formación.

En los lugares en los que aflora, descansa en forma pseudoconcordante sobre sedimentitas de la Formación Tupambi y esporádicamente sobre las pelitas de la Formación Itacuamí, estando infrayacentes a los sedimentos de la Formación Taiguatí.

Esta Formación para algunos autores (Padula y Reyes, 1960), sería una variación facial de la Formación Chorro, sin embargo, para otros, (Rodrigo, 1973), existe una discordancia entre el tope del Tarija y la base del Chorro, siendo este último, más bien una variación facial de la Formación Taiguatí, suprayacente a ella.

En cuanto a la edad de la Formación, algunos autores, señalan que le corresponde la Westfaliana, empero la depositación de estas sedimentitas, puede haberse efectuado a partir del Namuriano Superior, con una edad aproximada entre 315 a 320 millones de años.

E. Formación Chorro

Las sedimentitas de esta Unidad Litoestratigráfica, se hallan distribuidas en todo el Subandino, de Norte a Sud, con espesores variables, mientras que en la Sección Cordillerana, su desarrollo es mucho menor.

La serie está constituida por sedimentitas areniscosas, que presentan variaciones notables de sector a sector.

En el sector Cordillerano, la secuencia se caracteriza por presentar una secuencia totalmente arenosa, estando conformada en su base por areniscas rojizas de mala selección, poco cementadas y algo friables, con sectores que muestran una laminación fuertemente entrecruzada, macizas y masivas, suprayaciendo otro paquete de areniscas de diversas tonalidades, desde amarillentas hasta rojizas y moradas; duras, poco friables, de grano que varía desde medio a grueso, mal seleccionado.

Hacia el tope se desarrollan lentes de un conglomerado polímicico, y en partes se presenta con una capa muy delgada de diamictitas rojizas y duras.

Este horizonte es 100% constituido por areniscas, mayormente cuarcíticas, que tienen valores de porosidad de 15.37%, considerados como moderados (Sadud, 1980).

En la Sección Subandina, la secuencia se inicia con paquetes de areniscas desde blanquecinas, grisáceas y violáceas, con motas férricas, limosas y micáceas, bien consolidadas, de grano medio a fino, en partes grueso, con clastos subangulares a subredondeados; dureza media, muy resistentes a la erosión, formando altos paredones, con una mátrix limo arcillosa, generalmente masiva, estratificada en bancos gruesos.

Continúa un horizonte delgado de diamictitas gris negruzcas, exponiendo en la serranía de Aguaragüe un banco de lutitas marrón oscuras en la parte superior; siguiendo la secuencia con otro paquete de areniscas de grano fino a grueso, en partes sabulíticas, compactas y macizas, con una estructura granulométrica desde medianamente a mal seleccionadas, con presencia de micas, de coloraciones que varían desde blanquecinas hasta marrón rojizas oscuras y gris violeta en superficie fresca, tornándose rojo violetas en intemperizadas, con contenido micáceo en su base, que hacia el tope se vuelve cuarcítico; intercaladas con pequeños horizontes de conglomerados finos a medios, lenticulares y de estratificación gruesa a masiva, como también con paquetes delgados de limolitas rojizas a verdosas.

De acuerdo con el registro litológico, como histogramas (Rodrigo, 1973), el ambiente de depositación indica haber sido de plataforma de poca profundidad y mucha energía, en un ambiente marino costero (infralitoral).

Además, debe considerarse al Chorro como el inicio de un nuevo ciclo de sedimentación que culmina con la Formación Taiguatí en la que se encontraron fósiles marinos.

Por la variación vertical de facies bien representadas entre estas dos Formaciones, el Chorro resultaría ser una variación de facies del Taiguatí y no del Tarija.

Suprayace discordantemente a la Formación Itacuamí, allí donde ésta se presenta, constituyendo una facies distal de la Formación Tarija en la parte baja de la secuencia en las Secciones Central y Sud, mientras que al Norte se superpone directamente sobre la Formación Tupambi.

Infrayace en forma pseudoconcordante a la Formación Taiguatí constituyendo la facies distal de dicha Unidad.

De acuerdo con su ubicación en el cuadro general cronoestratigráfico, la Formación Chorro se la clasifica como la parte superior del Baskhiriano, dentro del piso Namuriano, asignándole una edad Carbonífera Inferior, correlacionándola con el Pensilvaniano Inferior de la clasificación americana, con una edad que varía entre los 308 a 315 millones de años.

F. Formación Taiguatí

Constituye la parte superior del Grupo Macharetí, con un mayor desarrollo en la Sección Subandina, y por sus características litológicas que comprende a lutitas arenosas rojas y verdes, llamadas "clay grits", representa un "horizonte guía", mediante el cual se han separado las Formaciones infra y suprayacentes.

En el sector Cordillerano la parte basal de esta secuencia, se inicia con un paquete de lutitas y limolitas de tonalidades rojo claras a oscuras, finamente estratificadas, intercalando pequeños bancos de areniscas limolíticas de grano fino, de tonalidades amarillo verdosas en la parte inferior y horizontes de reducido espesor de diamictitas rojo violáceas a verdosas, deleznales y de lutitas de similar tonalidad en la parte superior, mostrando hacia el tope un mayor contenido de diamictitas y menor cantidad de lutitas y limolitas.

En el Subandino, la base está constituida por paquetes de lutitas y limolitas rojo claras a rojo oscuras y de bancos de diamictitas rojizas con manchas verdosas, con rodados aislados de granito rojo muy descompuesto, cuarcitas y areniscas, con caras facetadas, estriadas y angulosas, presentando una incipiente estratificación.

Intercalando a este paquete se hallan areniscas limosas blanquecino verdosas de grano medio a fino, friables, conformadas en sectores solo por cuarzo lechoso, tal como sucede en la Serranía de Huacaya.

En el sector de Iguembe también existen afloramientos de areniscas arcillosas, rojas oscuras a rojas moradas, grano muy fino a medio, mal seleccionadas, friables y deleznales, masivas (Vargas, 1962).

En el área de Macharetí, suprayaciendo a las areniscas gris blanquecinas del Chorro, se presenta un conjunto considerable de tillitas, rojizas oscuras a púrpuras.

El límite inferior se halla en forma concordante con la Formación Chorro, subyaciendo a las areniscas del Escarpment, en forma discordante.

Considerando el tipo de litología predominante que presenta esta Unidad, que son las tillitas (clay grits), se concluye que el ambiente de depositación ha sido glacial marino, de poca profundidad, posiblemente epinerítico, con evidentes signos de turbulencia y de depositación variable, enmarcándose en la parte alta del Carbonífero Medio, correspondiente al Bashkiriano Superior, dentro de los pisos Namuriano Superior y Westfaliano Inferior, con una edad entre los 307 a 314 millones de años, correlacionada con el Pensilvaniano Medio de la clasificación americana.

G. Formación Escarpment

La litología de esta unidad, se desarrolla predominantemente en el Subandino, mientras que en el Andino, su distribución se halla restringida a las áreas Central y Sudeste, con predominio de litología psamítica, con variaciones litofaciales sectoriales.

En el sector Andino, la base de la secuencia, se halla representada por conglomerados finos y sabulitas rojizas oscuras; siguiendo la secuencia, se presentan capas de areniscas de grano fino a medio, de mediana compactación, friables, subangulares a subredondeadas, de mala selección, en parte sabulíticas, de tonalidades rojo violáceas, presentándose en algunos sectores, capas delgadas conglomerádicas en la parte media.

Continúan otras areniscas rojizas, de grano fino a medio, subangulares, macizas, con laminación entrecruzada, de regular selección; cerca al tope, la arenisca se torna más clara, presentándose en tonalidades rosáceas, de grano grueso subangular, con sábulos y clastos centimétricos diseminados; mostrando hacia el Sud, un predominio de areniscas cuarzosas desde blanquecinas hasta rojizas; ya en el tope se puede observar una limolita rojiza, finamente estratificada, bastante compacta, intercalada con areniscas blanco grisáceas, finas, que Oviedo - Sanjinés, (1970), consideran ya en la Formación San Telmo.

En la serranía de Khoskho Toro, afloramientos rocosos de esta Formación, forman secciones escarpadas altas, que denotan en el paisaje serranías de amplitudes medias a altas, con la formación de deep slopes.

Considerando el sector del Subandino, su distribución es amplia, puesto que se halla en casi todas las serranías, desde las de Cazaderos y Pilcomayo hacia el Oeste, hasta las serranías de Iñao, Incahuasi y Aguaragüe al Este.

Su litología se inicia con areniscas sacaroideas, compactas, de grano fino, continuando con otras areniscas blanco grisáceas, a las que siguen horizontes lenticulares de conglomerados medios, polimícticos, de granos subangulares, con clastos de rodados de cuarzo lechoso rosado, cuarcitas y arenas, dispuesta en bancos, los que presentan una estratificación gradacional, llegando a constituir bancos macizos de areniscas de grano grueso a sabulíticas, marrón rojizas arcillosas, deleznales, de estratificación gruesa a masiva.

Subiendo la columna estratigráfica se presentan otras areniscas rojo blanquecinas a rojo marrones, de grano medio a grueso, mal seleccionadas, ligeramente porosas, compactas, con estratificación gruesa, resistentes a la erosión, formando escarpes típicos, tal como se observa en la base de las serranías de Incahuasi e Iñao.

En sectores se observan areniscas limolíticas y limolitas marrones violetas, silíceas de fractura concoide, compactas y duras con estratificación regular a masiva.

En el tope de la Formación, se presentan areniscas amarillo rojizas, de grano medio a grueso, limosas, bastante compactas, laminadas y bandeadas, con estratificación fuertemente entrecruzada y un notorio diaclasamiento, con delgadas intercalaciones arcillosas de limolitas rojizas y esporádicamente horizontes conglomerádicos delgados (Serranía de Aguaragüe).

Sectorialmente se presentan horizontes lenticulares de lutitas marrón rojizas oscuras, físis, intercaladas con lutitas y diamictitas de tonalidades pardo rojizas.

En la serranía de Huacaya - Boicobo, la secuencia es predominantemente arenosa (90% de psamitas), al igual que en la de San Antonio, con exposición de intercalaciones pequeñas de horizontes conglomerádicos polimícticos.

En la serranía de Morteros, hacia el tope de la Formación se presentan lentes conglomerádicos polimícticos, gruesos a finos, compuestos por clastos subredondeados de areniscas cuarcíticas, diamictitas y limolitas, en mátrix arenosa gruesa (A. Franco - O. López, 1971).

Como resultado de la regresión marina que se inició a principios del Pensilvaniano y considerando la litología mayormente psamítica, se estima que su depositación ha sido en el ambiente de poca profundidad, con influencia continental (influencia glacial), y con acción oxidante, que se manifiesta en el predominio de la coloración rojiza de las sedimentitas, de ahí que es posible que su ambiente de depositación haya sido fluvio glacial.

López Pugliesi, (1968), dice que "la cuenca en la que se depositan estos sedimentos fue factible de tener influencia, tanto de aguas dulces, como saladas, con áreas de neto ambiente continental, lacustre e inclusive marino, con esporádicos y cortos tiempos de recrudescimiento de los fríos, como atestiguan las intercalaciones y lentes de tilitas y clay grits que se observan en todo su desarrollo, en las distintas áreas".

Suprayace a la Formación Taiguatí en forma concordante, allí donde ella se presenta y a la Formación Chorro, mayormente en el sector Norte, siendo infrayacente a los afloramientos de la Formación San Telmo en las áreas Sud y Central en forma también concordantes, mientras que hacia el Norte y hacia el SW se halla con solo una leve discontinuidad litológica con sedimentos del Cangapi.

Corresponde al Carbonífero Superior en su parte inferior, enmarcada en el Grupo Mandiyutí, y abarcando al Moscoviano y al Kasimoviano, desde la parte media del piso Westfaliano, hasta la parte basal del Stefaniano, con una edad de 295 a 305 millones de años, correlacionada con la parte superior del Pensilvaniano de la clasificación americana.

H. Formación San Telmo

Esta Unidad Litológica, constituye la parte superior del Grupo Mandiyutí y de toda la secuencia Carbonífera del Subandino Sur, con un desarrollo regional limitado a las serranías de Aguaragüe, San Antonio y el sector de Boicobo por el Sud y las serranías de Ilinchupa e Incahuasi en la parte Central.

Se la ha dividido de arriba hacia abajo en los siguientes miembros:

- a) Miembro superior tillítico rojizo o Caiguamí.
- b) Miembro medio de areniscas o Chimeo.
- c) Miembro inferior de lutitas arcillosas o Yaguacua.

La secuencia se inicia con capas de limolitas y arcilitas rojizas a verdosas, intercaladas con horizontes de diamictitas rojizas con "ojos" verdes, siguiendo con areniscas gruesas blancas y rojizas, friables, con inclusiones verdosas, subangulosas, mal seleccionadas y entrecruzadas, continuando otras areniscas amarillentas con intercalaciones de tonalidad rojo ladrillo, con grano medio a fino, con clastos subredondeados.

El tope lo conforma otro horizonte de diamictitas rojizas, con granos de cuarzo y lentes de areniscas gruesas, culminando con una intercalación de areniscas y conglomerados morados con mátrix arcillosa, estratificadas en bancos gruesos.

Suprayace a la Formación Escarpment, en forma concordante en las partes SE y Central de la Sección Subandina, mientras que infrayace a la Formación Cangapi, con una leve continuidad.

Considerando el aporte de los sedimentos, se sugiere que la parte basal de la Unidad (miembro Yaguacua), representa la primera emersión del Carbonífero, siendo el ambiente de depositación turbidítico en una facies de canal; en la parte media y superior (miembros Chimeo y Caiguamí) se presentan subsidencias rápidas con una deposición en un ambiente turbidítico en una facies de margen (Montemurro, 1989).

Cronoestratigráficamente, la Formación San Telmo se halla enmarcada dentro del Gzmeliano en el piso Estefaniano de la clasificación europea, que se correlaciona con la parte superior del Pensilvaniano, de la escala americana, con una edad de 290 a 295 millones de años.

2.1.6. SISTEMA PERMICO

Las sedimentitas de esta Unidad Cronoestratigráfica, que representa la parte superior de toda la secuencia paleozoica, se presentan en la Sección Subandina, los que están desarrollados subparalelamente al rumbo de las estructuras, conformando preferentemente la parte media de ellas; con pequeños afloramientos en las partes Central y Sud de la Sección Cordillerana, y espesores muy reducidos en el sector Norte de la misma sección.

La secuencia litoestratigráfica de la parte Subandina, anteriormente estaba considerada como perteneciente al Triásico, pero posteriormente se ha determinado que la parte inferior de toda esa sedimentación es Pérmica y la parte superior es una transición del Pérmico al Triásico.

Su litología está conformada por calizas en la parte inferior, siguiéndole areniscas abigarradas y nuevamente en la parte superior otra capa de calizas y rocas calcáreas.

Por sus cualidades litoestratigráficas, manifiestan filtraciones de agua, en muchos casos de aguas sulfatadas, de olor desagradable.

A. Formación Copacabana

Esta unidad, representa la parte mas alta de toda la secuencia paleozoica en la Sección Cordillerana, con escaso desarrollo en la parte Norte de la misma, con límites que se hallan enmarcados entre el área de Rumi Quimray por el Norte y Hacienda Mama Huasi por el Sud.

Litológicamente se halla constituida por capas de caliza gris azuladas en superficie fresca, tornándose gris blanquecinas cuando están alteradas, estratificadas en bancos gruesos, competentes, a las que suprayacen lutitas de color marrón claro, muy fósiles y muy ferruginosas.

Continúa la secuencia con un horizonte de areniscas cloritizadas verduscas de grano medio, las que estratigráficamente pasan a horizontes calcáreos gris verduscos, con alto contenido de fósiles.

La parte basal donde se presenta la primera capa de caliza, la sedimentación ha sido tranquila en un lugar relativamente alejado de la costa, la zona intermedia donde se depositaron las areniscas, fue de menor tranquilidad con mayor proximidad a la costa y la parte superior, donde se hallan lutitas y calizas representan una zona de mucha tranquilidad, es decir una zona de mar semiaislado, lagunar, separado del mar abierto por una barrera de tipo arrecife.

El ambiente de depositación ha sido marino en condiciones climáticas benignas.

Su base se halla en concordancia con la Formación Tupambi del Carbonífero, mientras que su tope no ha sido determinado, puesto que en el área no han sido determinadas sedimentitas triásicas.

Cronoestratigráficamente, esta Formación, se halla ubicada en los pisos Assliano, Sakmariano y Artinskiano del Pérmico Inferior, con una edad de depositación comprendida entre los 270 a 290 millones de años.

B. Formación Cangapi

Estratigráficamente, casi toda la secuencia litológica, que constituye la parte basal del Grupo Cuevo (Schlatter y Nederloff, 1965), se halla conformada por psamitas, las que se hallan presentes en casi todos los sectores de la Sección Subandina, con una distribución muy limitada en el sector Cordillerano, en sus áreas Central y Sud.

En general, allí donde se presenta esta unidad, si bien sus espesores no son considerables, la secuencia se tipifica por estar conformada por areniscas abigarradas, de granulometría media a gruesa, de mala selección.

En el Área de Transición entre la parte Andina y la Subandina, al Sudeste de El Dorado, en el sector de Estancia Río Nuevo y al NE de Cañón Verde; la base de la secuencia, se manifiesta discordante sobre afloramientos paleozoicos del Carbonífero, presentando afloramientos de areniscas de tonalidades blanquecinas hasta amarilla blanquecinas, friables, de grano medio a grueso, laminadas y entrecruzadas, con bastante porosidad.

Suprayaciendo esta secuencia, se presentan otras areniscas rojizas finas a gruesas, mal seleccionadas, finamente bordeadas, continuando otras psamitas rosáceas a naranjas, macizas, con entrecruzamiento pronunciado con mala y buena selección respectivamente, culminando la serie con areniscas amarillentas de grano medio, subredondeadas, friables, rojizas y estructura maciza.

Considerando, la Sección Subandina, el Cangapi, se halla desarrollado desde la serranía de Cazaderos por el Oeste hasta la serranía de Aguarañe por el Este, en las cuales sus espesores son variables.

La litología de esta Unidad, está representada por una serie de areniscas de tonalidades desde gris blanquecinas, amarillentas, verdosas, hasta pardo rojizas; bastante friables, de granulometría media a gruesa, con selección según los planos de gradación, de forma subangular a subredondeada, con estratificación entrecruzada torrencial y alto diaclasamiento, en sectores se aprecian concreciones ferruginosas, como también emanaciones de aguas sulfurosas con precipitados lechosos y negruzcos.

En la serranía de Iñaño, la litología tiene una facies totalmente psamítica, y ocasionalmente se presentan horizontes de cuarzo hialino y limolitas.

En todo el sector de Iguembe y Huacaya, la litología es muy similar a la descrita anteriormente, con pequeños horizontes de areniscas marrones, ligeramente calcáreas con grano medio, subredondeadas y con nódulos de pedernal, rojizo oscuros. (Vargas, 1962).

En Camatindi, la secuencia también es muy psamítica, y hacia el tope se hallan expuestas intercalaciones de calizas y areniscas calcáreas abigarradas, con estratos delgados de arcilitas rojizas (Ardaya, 1989); empero toda la secuencia está considerada como de edad Triásica, y en Macharetí, el conjunto areniscoso es mas rojizo a medida que la sección tiende a ir mas al Norte.

En el sector Norte, sobre la quebrada de Ñancahuazú, los paquetes de psamitas se hallan conformadas por cuarzo hialino en alto porcentaje, siendo de modo general el cemento calcáreo, con horizontes reducidos de lentes arcillosos rojizos. (J. M. López y R. O. López, 1971).

A partir del Carbonífero ya se produjeron continuas y rápidas subsidencias, y durante la depositación de las sedimentitas de esta unidad se produjo otra inmersión, con una previa subsidencia, habiendo sido, depositadas estas rocas en un ambiente fluvio lacustre, con mayor energía en la parte inferior.

Esta Unidad Estratigráfica, es discordante sobre el Carbonífero, con un pequeño hiato estratigráfico sobre sedimentitas del Escarpment, correlacionando esta Unidad con la Formación Copacabana del Subandino Norte y Centro y de la Cordillera Andina Oriental, también Norte y Sur.

Se ubica en la parte inferior del Pérmico, dentro de los pisos Assliano, Sakmariano, Artinskiano y Kunguriano, con una edad entre 260 a 290 millones de años.

C. Formación Vitiacua (Parte Inferior a Media)

La distribución de esta unidad, es irregular, hallándose confinada a la Sección Subandina, con espesores muy reducidos, siendo en general, restos de afloramientos de calizas, que en su mayoría han sido disueltas o erosionadas, habiendo quedando como remanentes de las mismas.

En general, en la parte basal, se presentan areniscas blanquecinas de grano fino a grueso, con clastos de chert verdoso, subredondeadas, compactas y con buena porosidad, continuando un horizonte de areniscas silíceas calcáreas, con capas de calizas silíceas gris claras a moradas, compactas, bien estratificadas, con laminación paralela

poco notoria, en la que se notan inclusiones de chert verdoso; en sectores se presenta una lutita físil de color gris morado, con nódulos de chert rojizo y verdoso.

Por encima se halla una intercalación de capas delgadas de caliza con abundante chert (cuarzo cristalizado) negruzco y areniscas cuarcíticas violáceas, de grano muy fino, compactas.

La serie continúa con capas delgadas de caliza silicificada violácea, a las que suprayacen limolitas violáceas pedernalinas, continuando una capa delgada de margas violáceas, bastante silicificadas; sobre las que se exponen areniscas blanquecinas, de grano grueso subredondeadas, macizas, con laminación paralela poco notoria, intercalándose areniscas rojizas oscuras, de grano medio, consolidadas; culminando la secuencia con otra capa de calizas gris moradas, silicificadas, compactas, estratificadas en capas delgadas.

En las áreas de río Nuevo y río Orocoté, se presentan delgadas capas de fthanita gris negruzca a gris verdosa, finamente estratificadas (Oviedo - Sanjinés, 1970).

En el área de Iguembe, esta litofacies presenta abundante cantidad de chert de diversas tonalidades (Vargas, 1962).

Hacia el Norte y hacia el Este, el espesor de esta secuencia litológica disminuye, conservando en su litología la abundancia de pedernal, constituyendo lo que se denomina "un rosario de afloramientos".

En todos los lugares donde se presenta al Norte del camino Sucre - Camiri, los espesores no son mayores a los 2 metros, estando representados por capas de calizas de coloración gris negruzca, compactas, con nódulos de pedernal rosado y calcitas y pisolitas negruzcas.

Como quiera que existe bastante uniformidad en la depositación de los sedimentos, pero con bastante silicificación, se considera a la cuenca de depositación como eólica supratidal.

El Vitiacua, suprayace a las sedimentitas del Cangapi en forma concordante, infrayaciendo a los afloramientos del Ipaguazú, también concordantemente, correspondiéndole una edad Pérmica Superior a Triásica Inferior, abarcando a los pisos Kunguriano, Kasaniano y Tatariano del Pérmico Superior y al piso Scythiano del Triásico Inferior, con una edad entre 245 a 260 millones de años.

Una consideración válida para fijar una edad pérmica en la base del Vitiacua es el hallazgo en Alarache (Tarija), del pez *Coelacanthus cf. granulatus*, típico del Pérmico y determinado por Janvier, en 1988 (Aguilera, 1990).

Asimismo, algunas muestras palinológicas recolectadas en Canaletas (Tarija), y analizadas en Francia (Aguilera, 1990), dieron una edad Pérmica media a superior sobre la base de determinados palinomorfos.

Se correlaciona con la Formación Chutani del Altiplano, en los dos miembros: Collasuyo y San Pablo, ya que tanto en el Subandino Sur, como en el Altiplano ocurrió una transgresión que cubrió una superficie amplia, debido al detenimiento de los últimos hielos gondwánicos.

2.2. MESOZOICO

Esta Era abarca el desarrollo de las sedimentitas desde el Triásico hasta el Cretácico, considerándose también para el presente trabajo, la inclusión del Sistema Jurásico, definido por rocas de las Formaciones Ichoa y Castellón, anteriormente consideradas como Cretácicas y además incluyendo en el Triásico a las Formaciones Basalto de Entre Ríos, Tapehua y Castellón (parte basal).

La división del Mesozoico, definida por Sistemas es:

Sistema Cretácico
Sistema Jurásico
Sistema Triásico

Cada uno de estos Sistemas, se los describe, a partir de la secuencia mas antigua, considerando dentro de cada uno de ellos su división por Formaciones.

Empero, por razones de división entre Sistemas y mientras subsista la polémica entre el Jurásico y el Cretácico, en el Mapa Geológico respectivo, se han considerado ambas unidades como Jurásico - Cretácicas (J - K).

2.2.1. SISTEMA TRIASICO

Sedimentitas de este Sistema, mayormente se presentan en la parte Subandina, conformando pequeños horizontes en todos los sectores, con una litología mayormente constituida por psamitas y por pelitas.

Tomando en cuenta los últimos estudios realizados por diferentes geólogos, el Vitiacua superior ya corresponde al Triásico; por ello, la secuencia litoestratigráfica de este Sistema, se la realiza a partir de esta Unidad.

A. Formación Vitiacua (Parte Superior)

La parte superior de la Unidad, corresponde a la secuencia pelítica y se halla representada por limolitas violáceas, con abundante pedernal rojizo y negruzco, suprayaciendo a las mismas calizas silíceas gris blanquecinas, con contenido de chert.

Si bien su distribución está mas desarrollada en la Sección Subandina, principalmente en sus sectores Central y Sud, también se presentan afloramientos pequeños hacia el Este de la parte Central Cordillerana.

Infrayace discordantemente a sedimentos de la Formación Ipaguazú y/o de las Formaciones Tapehua y Castellón.

Tal como se dijo, esta Formación, se enmarca en el Triásico Inferior, piso Scythiano, con una edad entre 245 a 250 millones de años, habiendo sido depositados estos sedimentos en un ambiente eólico supratidal.

B. Formación Ipaguazú

Esta Unidad, se presenta en forma reducida, en las partes Central y Sud de la Sección Subandina y al Sudeste del área Andina, con una litología mayormente de areniscas y evaporitas, aunque en algunos sectores, su base es difícil de precisar.

En el límite entre el Andino y el Subandino, la secuencia litológica se inicia con horizontes delgados de arcilitas rojizas, con pequeños fragmentos de yeso, intercalando lentes gruesos del mismo material, con inclusión de limolitas rojizas; siguen paquetes de areniscas grises beige a rojizas, arenosas en el medio y silíceas en la parte superior, con una estratificación fina, con nódulos y pedernal de varias tonalidades. Siguen areniscas calcáreas rojizas, duras, de grano medio a fino, con ligera estratificación. Hacia el tope se han observado areniscas blanquecinas rojizas, friables, de granulometría fina a media, bastante porosas, siendo notorio su contacto con el Basalto de Entre Ríos. (Oviedo - Sanjinés, 1971).

En el Subandino, el desarrollo de esta Unidad es intermitente, presentando en su base areniscas rojizo amarillentas de grano fino, friables y estratificadas en bancos delgados, siguiendo capas de yeso de tonalidades blanquecinas, grisáceas y cristalinas, envueltas en una pasta limoarcillosa rojiza; que paulatinamente se van estrangulando hacia el Norte; tienen una película de capa salina muy delgada en la parte superior.

Continúan otras areniscas amarillentas a anaranjadas de grano fino, mas competentes que las anteriores y en las que se observa la presencia de laminillas micáceas de estratificación delgada y paralela; estas areniscas hacia el tope tienen una estratificación entrecruzada.

En el área de Cañón Verde, esta Formación se halla conformada por limolitas marrón rojizas, con puntos verdosos, bien consolidadas, pero mal estratificadas; continuando con arcilitas rojizas, con bloques de yeso y capas de anhidritas y cuerpos lenticulares de sal de roca de considerable espesor.

En Iguembe, la parte basal está compuesta esencialmente por gruesos y masivos bancos de yeso criptocristalino, de tonalidad blanquecina a rosada, presentando cristales grandes y prismáticos de yeso transparente, en medio de una masa criptocristalina del mismo material.

Desde el área de Boicobo hasta Huacaya y desde Tiasia hasta Carahuatarenda, la base está constituida por extensos horizontes de yeso en bloques, con cierto redondeamiento, bien competentes, que mas se asemejan a ser alabastro; con una mátrix arcillosa rojiza.

En el sector de la quebrada Entremetida, entre Boicobo y Huacaya, se ha observado la presencia de grietas de desecación, rellenas y huellas que se consideran como producto de gotas de lluvia (mud cracks).

La litología predominante de areniscas, depositadas en un mar que se considera regresivo, sumadas a las depositaciones yesíferas y a la de las evaporitas, sugiere que el ambiente de depositación fue de tipo continental o en fase preliminar de proceso de continentalizarse; más propiamente en un ambiente continental de tipo estacional probablemente lacustre.

Suprayacen discordantemente a sedimentitas de las Formaciones Cangapi y/o Vitiacua, e infrayacen también en forma discordante, a las areniscas de las Formaciones Tapequa y /o Castellón y esporádicamente al Basalto de Entre Ríos.

Esta secuencia se presenta en la parte baja del Triásico, correspondiente al Piso Scythiano y la parte inferior a media del Piso Anisiano del Triásico Inferior con una edad promedio de 235 a 245 millones de años.

C. Formación Basalto de Entre Ríos

Esta Unidad Litoestratigráfica, es un relicto del paquete potente que se presenta en la Serranía de San Simón, que está ubicada en el Departamento de Tarija, siendo una expresión evidente del derrame de lavas basálticas en su expansión hacia el Norte.

Se presenta solamente en la Sección Subandina; con un desarrollo muy restringido en la parte Central Este de la Cordillera; constituyendo una roca efusiva desde gris negruzca hasta gris violeta y marrón oscura, con textura porfiroblástica, estratificada y generalmente fracturada.

Este manto basáltico está fuertemente diaclasado, paralela y perpendicularmente a los planos de estratificación de las rocas infrayacentes.

Esta Unidad tiene un desarrollo departamental limitado a pequeños sectores tanto en la serranía de Khoskho Toro, como en las inmediaciones del río Cambarí, al igual que en la serranías de Orocoté, Racete, Itiyuru y Pilcomayo.

Esta Formación es el resultado del derrame de una sola colada basáltica, posiblemente depositada en tiempos diferentes, pero ocupando siempre la misma posición estratigráfica, debajo de las sedimentitas de las Formaciones Tapehua o Castellón; y por encima de las sedimentitas de la Formación Ipaguazú; porque si fuese más de una colada basáltica, deberían existir otras rocas sedimentarias entre ambas depositaciones de coladas, pero aparentemente, solamente corresponde a un solo paquete de lavas, que se depositó hace 230 a 233 millones de años.

La Orogénesis de la Fase del Ciclo Subandino II, (Avila, 1991), afectó a la región, habiendo tenido efecto la efusión, durante el Triásico Medio, en el piso Ladiniano.

El ambiente de depositación fue de tipo continental en una cuenca interior de fractura, asociada a un magma básico, en la que las condiciones geodinámicas reinantes están relacionadas con fenómenos de distensión general (Sempere, 1990), con formación de grabenes y verdaderos hundimientos de la cuenca, que se manifiestan por la depositación de capas rojizas, conglomerádicas con presencia local de evaporitas en fosas estrechas.

D. Formación Tapehua

El desarrollo de esta unidad, está restringido únicamente al Subandino, presentándose en todos sus sectores, con predominio en las partes Central y Sud del Departamento.

La litología de esta unidad, está mayormente conformada por psamitas, con ligeras intercalaciones pelíticas.

Esta Formación, tiene una litología conformada en su parte basal por un conglomerado delgado de grano medio, polimíctico, con fenoclastos de chert y calizas, en una matrix arenosa muy calcárea, continuando areniscas de grano fino, selección buena, de tonalidad marrón rojiza, estratificación paralela y en mayor proporción con bancos macizos con estratificación entrecruzada; en partes las areniscas son de coloraciones grises violetas a blanco amarillentas, desde limosas hasta calcáreas, con incipiente bandeamiento y con fuerte entrecruzamiento.

Cerca al río Pilcomayo, en el área de Lagunillas, (Nor Cinti), están dispuestas areniscas marrón rojizas, micáceas, de grano fino y estratificación paralela.

En la serranía de Pilcomayo, el entrecruzamiento acentuado que presenta su litología, está relacionado con un ambiente litoral deltaico.

En el sector de Macharetí, en la parte basal se presenta un conglomerado calcáreo, anaranjado con clastos de pedernal y caliza (Hidalgo, 1983).

En las Serranías de Incahuasi y de Iñao, su parte basal está conformada por capas margosas blandas, algo arenosas, de tonalidad marrón rojiza clara, y en su tope, son notorios horizontes sabulíticos de cuarzo hialino.

El ambiente de depositación ha sido de tipo continental, con una dispersión de energía variable, reflejada en la influencia agitada del ambiente sedimentario.

Suprayace discordantemente a la Formación Basalto Entre Ríos, o a la Formación Ipaguazú, e infrayace en forma pseudoconcordante a las rocas de la Formación Castellón, que en su base, pertenecen al Sistema Triásico.

Toda esta estratigrafía se enmarca en la parte superior del Triásico, comprendiendo los pisos Carniano, Noriano y Rettiano (en sectores), con una edad que oscila entre los 208 y 228 millones de años.

E. Formación Castellón (Parte Inferior)

Esta unidad en la región, se presenta en el Subandino, con reducidos espesores al Este de El Dorado en la sección Cordillerana.

En este sector, la litología se presenta conformada por areniscas anaranjadas a rosáceas, bastante friables y de grano fino, algo limosas, observándose en sectores, pequeños lentes arcillosos rojo oscuros, siguiendo una serie de areniscas conglomerádicas de tonalidad rosácea, de grano medio a grueso, subangulares a subredondeadas.

En Alto Palmar y en las serranías de Pilcomayo y Milagros, en el Subandino, la litología está conformada en su parte basal por un conglomerado brechosos con clastos angulosos de cuarzo, pedernal y caliza, remoción del Vitiacua; siguiendo una serie de areniscas rojizas de grano fino, subredondeadas de selección buena y de areniscas blanquecinas de grano medio, en partes sabulíticas a conglomerádicas, estratificadas y entrecruzadas en bancos gruesos de aspecto masivo y sacaroides, cuya característica es la de mostrar una forma típica de deep slopes.

La base de esta Unidad, se halla pseudoconcordantemente sobre la Formación Tapehua en la parte Sud, mientras que en la sección Norte, es pseudoconcordante a las rocas del Vitiacua y del Cangapi; habiendo sido depositada en un ambiente de bastante tranquilidad, posiblemente lagunar, enmarcada en el piso Rettiano, que es la parte superior del Triásico, con una edad de 205 a 210 millones de años.

2.2.2. SISTEMA JURASICO

Hasta hace poco, se estimaba que este Sistema estaba ausente en la secuencia cronoestratigráfica del país, considerando únicamente al intrusivo de la Cordillera Real de esa edad (Pareja et. al., 1978).

Posteriormente Sempere y Oller (1987) y Suárez Soruco (1988), consideran la presencia del Jurásico en Bolivia de acuerdo a correlaciones estructurales y a resultados palino y paleontológicos con otros países.

Esos resultados se hallan enmarcados en la Tabla Cronoestratigráfica de YPFB (1990), y de acuerdo a ella, el Jurásico se divide en las siguientes Formaciones, a partir del tope:

Formación Castellón (Parte Media y Superior)
Formación Ichoa

A. Formación Castellón (Parte Media y Superior)

La distribución de esta unidad, se halla restringida al sector Subandino del Departamento.

En dicha sección, la litología basal está conformada por areniscas de tonalidades marrón rojizas a gris violáceas claras, grano fino a medio; subredondeadas, de mediana compactación, mala selección, estratificadas en capas delgadas, con laminación paralela; en las partes bajas de la secuencia psamítica, se presentan a veces niveles de arcilitas de tonalidades rojizas.

Requena y García (1984) denominaron a la parte basal "Pelitas Tunal" y (Requena, 1989) denominó a las intermedias "Pelitas Victoria".

En el sector de Río Nuevo, hacia el tope, se observa una arenisca sabulítica friable, con rodados diseminados de cuarzo lechoso (Oviedo - Sanjinés, 1970).

De acuerdo al tipo de sedimentación psamítica, mayormente fina, se supone que el ambiente de depositación ha sido de bastante tranquilidad, posiblemente lagunar.

Suprayace concordantemente a la Formación Tapehua y su límite superior, se halla por debajo de las psamitas de la Formación Ichoa, también en forma concordante.

Los estudios realizados por Sempere (1990), indican que en el Subandino Sur, el Cretácico no se presenta, debido a que, - en lo que llama período 5 - se establecieron condiciones distensivas generalizadas, con mayor concentración de sedimentos Triásicos, y con desarrollo a gran escala de un paisaje desértico de Dunas Eólicas.

A esta litología, luego de considerarla como Unidad, se la enmarcó dentro del Senoniano, en el piso Santoniano, o sea parte media del Cretácico (Pareja et. alt. 1978).

Estudios posteriores determinaron que esta Formación, corresponde el Cenomaniano, o sea la parte basal del Cretácico Superior (YPFB, 1988).

Esta unidad se halla desarrollada en el piso Retiano (Triásico), y en los pisos Hettangiano, Sinemuriano, Pleinsbaquiano y Toarciano del Jurásico Inferior, con una edad entre los 180 y 210 millones de años, correlacionándola con la parte inferior de la Formación Ravelo del Andino, en su sección Central y con las Formaciones Ichoa (Parte Inferior) y Beu Inferior del Subandino Centro y Norte, respectivamente.

Sin embargo, tanto Rodrigo (comunicación verbal 1992) como Rivas (comunicación verbal 1993), manifiestan no estar de acuerdo con esta clasificación; por considerar que hasta el presente en Bolivia no hay muestras reales de una depositación de rocas jurásicas y la clasificación de Sempere necesita una mayor comprobación.

En el respectivo mapa geológico, están clasificadas como Jurásico - Cretácicas, mientras subsista la polémica.

B. Formación Ichoa

Su distribución areal es amplia, estando presente en casi todas las serranías de la Sección Subandina, a la que está restringida su desarrollo departamental.

La litología de esta unidad, es en su generalidad psamítica, representada en su base por un horizonte conglomerádico, polimétrico, con fenoclastos de chert, cuarzo y areniscas.

Suprayacen areniscas rosáceas finas, friables y macizas, con intercalaciones rítmicas de areniscas limosas marrón rosadas a rojo ladrillo, de grano medio a grueso, y laminación entrecruzada, con areniscas blanquecinas de grano medio a fino con cuarzo ambarino, cemento calcáreo y fuerte entrecruzamiento.

Continúa la secuencia con areniscas marrón anaranjadas, de grano medio, porosas, friables, arcillosas y con fuerte entrecruzamiento; coronando la secuencia una brecha sedimentaria, calcárea, compacta y dura, que conforma altos topográficos, escarpados e inaccesibles.

Requena, (1989) debido a los rasgos litoestratigráficos mas importantes para esta Unidad, menciona la subdivisión hecha en 1984 por Requena y García en dos Miembros:

Miembro Charagua	(Superior).
Miembro Tati	(Inferior).

El lugar tipo para el desarrollo del Miembro Tati, es el flanco occidental del anticlinal de Macharetí, expuesto en la quebrada homónima, en la Serranía de Aguaragüe; (Requena, 1989), y en el sector de Camatindi (Ardaya, 1989); con litología similar a la descrita líneas arriba.

Este paquete areniscoso está exento de intercalaciones de capas o niveles de arcilitas o limolitas y constituye un sólo cuerpo psamítico homogéneo.

El ambiente de depositación de estos sedimentos ha sido de costero a subáereo, caracterizado por tener una granulometría granocreciente hacia la parte superior y por presencia de Dunas Eólicas de grano homogéneo en el tope. (Sempere, 1990).

Su base se halla una concordancia con las areniscas de la Formación Castellón, mientras que su tope, se presenta en discordancia debajo de las areniscas conglomerádicas de la Formación Petaca, de edad Terciaria.

La edad de esta Formación, tiene mucho interés económico en la prospección de hidrocarburos, debido a que en varios campos petrolíferos, en sus niveles porosos y permeables se encontró petróleo.

Esta Formación fue clasificada como la parte superior del Cretácico; tal es así, que en el Mapa Geológico de Bolivia, (Pareja et. al., 1978), se le asigna una edad Cretácica Superior, enmarcada en los pisos Coniaciano y Santoniano; YPFB (1988), corrobora esa ubicación.

Sin embargo, Sempere (1990), de acuerdo a sus estudios de megasecuencias, paleocorrientes y análisis secuenciales, cambia su ubicación, a la parte media y superior del Jurásico, desde el piso Liásico hasta el piso Dogger.

De acuerdo a últimas clasificaciones, se ubica a la Formación Ichoa, en la parte media del Jurásico, abarcando los pisos Aaleniano, Bajociano, Bathoniano y Calloviano, con una edad comprendida entre los 150 a 180 millones de años, correspondiéndola con la Formación Beu Inferior del Subandino Norte y con la parte superior de la Formación Ravelo del Andino Central.

Al igual que la anterior, en el respectivo mapa geológico, se la considera como Jurásico - Cretácica.

2.2.3. SISTEMA CRETACICO

Se puede aseverar que este Sistema ha sido el más estudiado en Bolivia, existiendo una abundante bibliografía al respecto, cada vez con nuevos aportes en todos los campos geológicos, sean estos sedimentológicos, estructurales, de litofacies, etc.

En la Sección Andina, abarca casi en su integridad al Grupo Potosí, anteriormente denominado Puca, principalmente en las partes Norte y Centro del Departamento, con algunas facies distales del mismo, con desarrollo de areniscas, margas, arcilitas, calizas y un espesor reducido de una colada basáltica, mientras que

hacia el Sudoeste solo se encuentra desarrollada la parte Superior del Cretácico, enmarcada en el Subgrupo Camargo, debido a un efecto tectónico, que resultó del rearrreglo de la dinámica de placas (Sempere, 1990), conocido como "Fase Araucana".

La distribución de sedimentitas en la Sección Andina, tiene la siguiente descripción cronológica:

Formación El Molino
 Formación Torotoro
 Formación Chaupiuno
 Formación Chaunaca
 Formación Aroifilla
 Formación Tarapaya
 Formación Sucre
 Formación La Puerta

La descripción de ellas, a partir de la base, es:

A. Formación La Puerta

Los mayores afloramientos de esta unidad, se presentan en el sector NW del Departamento, desde la Cordillera de Chataquila al Este, hasta el curso del río Pilcomayo, límite con Potosí.

Su parte basal no es difícil de diferenciar del conjunto sedimentario yacente, representado por afloramientos paleozoicos; en sectores ordovícicos, en otros silúricos, como también algunos límites son devónicos.

En su parte basal se halla expuesto un conglomerado arenoso de reducido espesor y coloración rojiza, apoyado sobre una superficie de discordancia muy marcada.

A este horizonte conglomerádico, en la parte Oeste de la Cordillera Oriental, se lo ha denominado Formación Condo.

Sobre estos conglomerados, suprayacen areniscas de grano medio a grueso, en bancos delgados, hasta de 2 m. con fuerte entrecruzamiento, en planos largos, presentando una tonalidad amarillenta a rosácea.

Lohman y Branisa (1962), indican que esta litología tiene cierta semejanza con la Formación Cangapi, del Subandino.

Entre las areniscas La Puerta y Sucre, se hallan pequeños niveles basálticos hasta de 5 m. de espesor, separados por las capas de areniscas; estos basaltos que mayormente están dentro de la arenisca Sucre, posiblemente son filones capa, de edad diferente a los de Betanzos.

Esta unidad litológica tiene solo facies continental.

Su límite inferior es discordante sobre sedimentitas paleozoicas, mientras que su tope es concordante debajo de la arenisca Sucre, en algunos sectores y debajo de la Formación Tarapaya en otros contactos.

La edad de esta unidad, ubicada en la parte inferior del Cretácico dentro del Berriasiano hasta el Barreniano, corresponde al piso Neocomiano, con una edad de depositación entre 115 a 135 millones de años.

B. Formación Sucre

Sedimentitas de esta Formación, están al Oeste de la región, en la Cordillera de Chataquila, al Este de la ciudad de Sucre y al Norte y Sud de Tarabuco.

Litológicamente están conformadas por areniscas rojizas a blanquecinas; en partes violáceas y pardas hasta marrones; localmente conglomerádicas con intercalaciones arcillosas de tonalidad rojiza, de granulometría media hasta fina, no muy bien estratificada, en varias partes tiene un aspecto sacaroideo, debido a la recristalización del cuarzo, presentándose en la parte superior pequeños mantos basálticos hasta de 5 m. de potencia.

Esta formación constituye una facies distal de la Formación La Puerta, faltando en la parte central, donde se presentan las Formaciones Tarapaya y Miraflores.

En Chaunaca, es notoria la superposición de estas rocas sobre los afloramientos de la Formación La Puerta.

La depositación de estas areniscas parecen haberse sido en un ambiente subácueo, bajo la acción de corrientes fuertes, estrechamente conectadas con el mar, y bajo un ambiente parálico de depositación.

Esta unidad litológica se halla ubicada en la parte inferior del Cretácico, desde el Berriasiano hasta el Barremiano, dentro del piso Neocomiano, correlacionada con las Formaciones Puerto Acosta y Pacobamba del Andino Norte y Kosmina del Altiplano y Cordillera Andina Central con una edad entre los 115 a 135 millones de años.

C. Formación Tarapaya

La litología de esta Unidad, se desarrolla al NW del Departamento, entre las localidades de Chaunaca y Quilaquila, constituida por limolitas, margas y arcillitas rojo violáceas con pequeños bancos de areniscas de grano medio rojo ladrillo en su parte media, presentándose en su tope leves indicaciones tufíticas.

La existencia de sedimentos mayormente pelíticos, sugieren que el ambiente de depositación fue marino y que posteriormente la sedimentación evolucionó en forma netamente regresiva.

Apoya concordantemente sobre la arenisca Sucre, mientras que suprayace sobre sedimentos de la Formación Aroifilla.

Por su posición estratigráfica, se incluye en el Eocretácico Superior, en los pisos Aptiano - Albiano, con una edad de 95 a 115 millones de años, correspondiéndose con la Formación Carabuco de la parte Cordillerana Norte.

D. Formación Aroifilla

En general la litología de esta Unidad Estratigráfica, con desarrollo al NW de la región, entre las poblaciones de Chaunaca y Quilaquila, es de naturaleza arcillo margosa, estando su parte basal conformada por un conjunto de margas arenosas micáceas, las que en la parte superior son más arcillosas y limosas, conteniendo algunos pseudomorfos de ClNa; en su tope se halla un horizonte calcáreo, rico en fósiles (*Gallo provincialis*).

El ambiente de depositación de estos sedimentos fue de transición continental, al producirse claramente una regresión en un ambiente posiblemente nerítico.

En el sector, esta Unidad apoya concordantemente sobre la Formación Tarapaya, suprayaciendo concordantemente a las sedimentitas de la Formación Chaunaca.

Según su posición estratigráfica, se halla en la parte media del Cretácico Superior, comprendida en la parte inferior del Campaniano, que es la parte media del piso Senoniano, con una edad de 80 a 83 millones de años.

E. Formación Chaunaca

Esta unidad, se caracteriza por un desarrollo amplio en el sector Noroeste de la región entre Chaunaca y Quilaquila, conformada en su parte basal por una caliza bituminosa laminada, con vestigios de malaquita y azurita

(minerales de cobre), siendo además bastante fosilífera; manteniendo sus características litológicas y fosilíferas por grandes distancias, constituyendo, por ello, un excelente horizonte guía.

Suprayacen margas y arcilitas rojas con intercalaciones verdosas, con la característica de que en ellas se considera el alto contenido del sal gema, yeso y también sal de roca, estando representado su tope por una capa reducida de una limolita verde, con contenido fosilífero.

El ambiente de depositación es continental, con un hundimiento de la cuenca de sedimentación y un delgado brazo de mar, que dio lugar a que se formaran subcuencas restringidas pequeñas cuya mayor o menor vinculación con el mar estaba controlada por el grado de subsidencia.

Los niveles yesíferos y de sal y las huellas fósiles indican una vinculación con el mar muy limitada.

Suprayace a la Formación Aroifilla, concordantemente a su límite se coloca por debajo del horizonte calcáreo que contiene el pelecípodo lima (rádula) gallo provincialis que es el más característico de los fósiles; mientras que su tope infrayace a la primeras capas calcáreas de la Formación El Molino, concordantemente.

Por estudios palinológicos se ubica a este piso en la parte superior del Campaniano, dentro del piso Senoniano, que corresponden a la parte media del Cretácico Superior.

F. Formación Chaupiuno

Esta Formación, está distribuida a lo largo de todo el sinclinal de Camargo, con una litología que se inicia siempre con un conglomerado basal de tipo torrencial, con clastos generalmente angulosos del Ordovícico subyacente, consistentes en areniscas cuarcíticas, cuarcitas, cuarzo de veta, areniscas arcillosas, areniscas muscovíticas, lutitas pizarrosas a micáceas y calizas.

Su matrix es de naturaleza areno limosa abundante con cemento consistente en óxido férrico, el que se halla mezclado con arcilla y limo, llenando intersticios entre las partículas cuarzosas.

Presenta tonalidades preferentemente desde rojizas guindas o marrones, hasta rojizas violáceas, aunque en partes tiene tonalidades ligeramente amarillentas, de forma bastante conspicuas, preferentemente hacia el Sud.

Suprayacen bancos de arenisca rojiza, de grano fino, dura, bien estratificada, con rodados esporádicos de areniscas cuarcíticas y pedernal. (Ponce de León, 1962).

Hacia el Norte, sobre el conglomerado basal, se presentan areniscas calcáreas blanco verdosas, de grano fino, friables y macizas.

Infrayacen discordantemente a sedimentitas de la Formación Obispo, de edad Ordovícica, mientras que su tope se presenta pseudoconcordante con las calizas de la Formación El Molino.

Su ambiente de depositación, de acuerdo a la litología que presenta, ha sido continental, predominantemente lacustre, pero bajo corrientes fuertes, aunque es posible que haya tenido algo de depositación en ambiente marino.

La calidad de los sedimentos y los rodados de pedernal, sugieren que la sedimentación ha sido irregular, brusca, con breves interrupciones de sedimentación mas tranquila.

Se correlaciona con la Formación Torotoro, de las Secciones Central y Norte del Andino, con la que ha tenido además, una depositación sincrónica.

A esta Formación se le asigna una edad Cretácica Superior, enmarcada en la parte inferior del Senoniano, dentro los pisos Conaciano, Santoniano y Campaniano, con una edad que fluctúa entre los 75 a 88 millones de años.

G. Formación Torotoro

Esta unidad, en el Departamento se presenta en la parte W del Area Andina, con una distribución irregular, desde la unión de los ríos Grande y Chico por el Norte hasta las cercanías de Padcoyo por el Sud, en el sinclinal de Chaupicocha.

Litológicamente la parte basal, está apoyada sobre sedimentitas paleozoicas, (ordovícicas o silúricas), estando conformada por un conglomerado polimíctico, de tonalidad rojo violácea, mala selección, con clastos de areniscas, cuarcitas y calizas, de origen paleozoico, ligadas por un cemento calcáreo y matrix arcillosa.

Continúan capas de areniscas calcáreas de grano medio a grueso, rojizas claras a oscuras, bastante porosas, grano medio a fino, con una laminación hemicíclica, con clastos subredondeados, formados por granos de cuarzo blanco, alternante con capas de limo hematítico, estratificadas

en bancos de espesor variable, con entrecruzamiento manifiesto, fácilmente disgregables; continuando con otras areniscas de similar granulometría, pero cuyas tonalidades varían de rojo amarillentas a blanquecinas, con estratificación entrecruzada.

Dentro de estas capas, se presenta una efusión ígnea de basalto, de tonalidad gris verdosa, compacta y maciza.

En la parte superior, se expone un horizonte pelítico de coloración rojiza y estratificada en bancos pequeños; culminando la serie con capas de areniscas que poco a poco se tornan más calcáreas hacia el tope, duras, con granos finos y con una coloración mayormente rojiza.

Estas sedimentitas son sincrónicas con las similares de la Formación Chaupiuno, del sector Andino Sur, con litología similar, depositadas en diferentes secuencias.

Esta Formación, que corresponde a la facies proximal del Cretácico Superior, apoya discordantemente sobre niveles paleozoicos, mientras que su tope se halla por debajo de las calizas de la Formación El Molino, concordantemente.

En la parte superior de la Formación, se manifiesta la aparición de pequeños lentes yesíferos, y al desaparecer éstos, el clima se torna más húmedo, con desarrollo de abundantes paleosuelos y depositación de facies arenosas fluviales a tidales. (Sempere et. al., 1989).

El ambiente de depositación de estas rocas, ha sido marino - continental, nerítico - litoral, con aporte de ríos torrenciales, es decir que la depositación intercalada de sedimentos, indica un ambiente parálico a mesoparálico de sedimentación, corroborada también por el entrecruzamiento que tienen.

De acuerdo al último Cuadro Cronoestratigráfico de YPFB (1990), se ubica a la Formación Toro Toro en la parte superior del Cretácico, en el Senoniano, que comprende los pisos Conaciano, Santoniano y Campaniano, con una edad entre los 75 y 88 millones de años.

H. Formación El Molino

Esta unidad (Lohmann y Branisa, 1962), en la región, solamente se presenta en la Sección Andina, en la parte Oeste, tanto al Norte como al Sud, marcando la parte superior de toda la secuencia cretácica.

Litológicamente, se halla conformada por areniscas calcáreas y calizas, que le dan una característica claramente diferenciada de las unidades estratigráficas infra y suprayacentes, por la resistencia que tienen estas rocas a la erosión, mostrando un relieve con estratos conspicuos, con contenido de margas y arcilitas.

La secuencia litológica, se inicia con areniscas calcáreas de grano medio, de tonalidad blanquecina, estratificadas en bancos delgados, intercaladas con capas margosas de reducido espesor y de tonalidad verdosa, siguiendo una litología compuesta por calizas de coloración amarillenta.

Continúa la secuencia con otras capas de calizas oolíticas gris verdosas, de fractura concoidad, intercaladas con otros horizontes margosos de tonalidad rojiza y de reducido espesor y areniscas polícromas, desde verdosas y azuladas hasta moradas y grises.

El tope se halla representado por calizas grisáceas, duras y resistentes, silificadas, en bancos potentes, con intercalaciones de margas y calizas, en las que esporádicamente se presentan inclusiones de pedernal.

A medida que se va acercando hacia el borde de la cuenca de sedimentación, la cantidad de arcilitas y margas disminuye, aumentando el material arenoso, con abundancia del alga fósil problemática *Pucalithus* sp.

Suprayace en forma concordante a las areniscas de las Formaciones Chaupiuno y Toro Toro, mientras que en su tope se halla por debajo de las arcilitas limosas del Terciario Santa Lucía, en forma concordante.

Constituyen una transgresión de aguas salobres con conexiones marinas, de tiempo muy corto, asumiéndose que su ambiente de depositación fue de tipo continental-lagunario, vinculado con un mar de poca profundidad.

Según últimas clasificaciones, se le asigna una edad Cretácica Superior, abarcando la parte superior del Senoniano, que comprende al piso Maestrichtiano, con una edad geológica entre los 65 y 75 millones de años.

2.3. CENOZOICO

Esta Era constituye la parte mas alta de toda la columna estratigráfica, abarcando desde las sedimentitas rocosas duras a semisueltas del Terciario, en su parte basal, hasta los sedimentos bastante consolidados a sueltos del Cuaternario, que conforman el tope de toda la secuencia.

2.3.1. Terciario

Este Sistema, que presenta un desarrollo de facies continental, se halla desarrollado tanto en la parte Andina, como en el Subandino y en el Area de Transición.

Litológicamente, las rocas que conforman este Sistema, se hallan constituidas por conglomerados y areniscas, desde limosas hasta cuarzosas, de grano variable.

El Terciario ha sido subdividido en dos grandes Períodos, que son, los siguientes, a partir del mas moderno:

Neogeno
Paleogeno

Su descripción es la siguiente:

A. Paleogeno

Su desarrollo se halla confinado al Area Andina, tanto al Norte como al Sud, con presencia de la parte basal del Subandino; siendo la descripción de las Unidades:

Subandino	◀	Formación Petaca
Andino	◀	Formación Conglomerado Río Chico Formación Camargo Formación Impora Formación Santa Lucía

La descripción de ellas, a partir de la base es:

A.1 Formación Santa Lucía

Se presenta en Maragua y Puca Tambo, estando constituidas por arcilitas arenosas y margosas de tonalidades rojo violáceas, siguiéndole una alternancia de margas de distintas tonalidades, desde rojizas hasta gris verduscas, con capas yesíferas, de poco espesor, que en partes, por la disolución del yeso, han destruído la estratificación.

Hacia el tope, aumenta el porcentaje de areniscas de grano fino, de tonalidades rojizas y verduscas, estratificadas en bancos gruesos y bastante meteorizadas.

Esta unidad tiene una regresión pronunciada, evidenciando una depositación en un ambiente marino en la parte basal, mientras que el tope de la secuencia, presenta frecuentemente un desarrollo importante de paleosuelos de ambiente continental.

Estas sedimentitas se hallan concordantes en su parte basal con la Formación El Molino, de edad Cretácica Superior, y se presentan infrayacentes a las psamitas de la Formación Impora, también en forma concordante, en el sector Sud; mientras que en sector Norte (Sinclinal de Maragua), su tope ha sido erosionado.

De acuerdo a su ubicación, esta Formación se presenta en la parte inferior del Terciario, en el Paleogeno y dentro del mismo en el Paleoceno; correspondiendo a los pisos Daniano y Thanetiano de la clasificación universal, que se relacionan con los pisos Itaborainse y Riochiquense de la clasificación local, con una edad comprendida entre los 57 a 65 millones de años.

A.2. Formación Impora

Esta unidad estratigráfica, definida como Formación por Sempere (1989), se presenta en la región, como remanente en algunos lugares, tales como el sinclinal de Camargo.

Litológicamente se hallan conformadas por areniscas gruesas violáceas, con costras calcáreas en su parte basal, a las que continúan capas delgadas de areniscas finas blanquecinas, intercaladas con horizontes de margas, bastante alteradas, verdes a moradas.

Estos clastos son testigos de una erosión de rocas mesozoicas y paleozoicas, probablemente ocurrida hacia el SW del Departamento, o aún mas hacia el SW, donde Marocco et. alt., en Sempere (1989) "han relacionado con la regresión evidenciada en la parte superior de la Formación Santa Lucía y con la depositación de las facies gruesas de la Formación Impora".

El ambiente de depositación ha sido con facies fluvial en la parte basal y con depositación palustre y/o lacustre hacia la parte superior.

Se halla suprayacente en forma concordante a la Formación Santa Lucía, mientras que su tope descansa en discordancia con sedimentos de la Formación Camargo.

Debido a la amplitud de los fenómenos erosivos característicos de la discontinuidad, constituye la base de la supersecuencia Eocena - Oligocena.

Se ubica en el Paleogeno, serie Paleoceno, en la parte superior del piso Thanetiano, que se correlaciona con el similar local Riochiquense, con una edad comprendida entre los 53 y 57 millones de años.

A.3. Formación Camargo

Esta unidad, se presenta en el sinclinal de Camargo; con una litología que en su base está expuesta por el primer banco de conglomerados y areniscas calcáreas conglomerádicas, morado grisáceas a rosado violáceas, de grano medio a grueso, mal seleccionadas, porosas, duras y con estratificación cruzada, con clastos de cuarzo, pedernal, arenisca cuarcítica y calcárea gris verdosa.

Continúa la secuencia, bancos de arcillas calcáreas marrón rojizas, con intercalaciones limolíticas.

Sigue una sucesión monótona de areniscas calcáreo - limosas, areniscas conglomerádicas, conglomerados y arcillas calcáreas marrón rojizas a rojo marrones.

Hacia el tope, los conglomerados polimícticos, se tornan mas conspicuos y macizos, con clastos subredondeados a redondeados, de areniscas cuarcíticas calcáreas, arcillosas y micáceas, mayormente verde amarillentas, como también cuarzo, pedernal y rocas ígneas.

La relación psamita - psefita es de: 80/20 %, según el estudio de Rodrigo - Tórrez (1965).

Los cambios bruscos de sedimentos finos a gruesos y viceversa, reflejan también cambios bruscos en el ambiente de depositación, indicando que la sedimentación ha sido intranquila; que sugiere haber sido continental; depositada en un ambiente fluvio lacustre, pero bajo corrientes fuertes, con relativa influencia marina.

Estratigráficamente suprayacen a sedimentitas de la Formación Impora o a rocas ordovícicas de la Formación Obispo, en forma discordante; mientras que su tope o se halla erodado o no ha sido definido por no existir rocas de otra etapa sedimentaria en este sector departamental.

Cronológicamente se la ubica en la parte media del Paleogeno y basal del Oligoceno, que corresponde a la serie del Eoceno, abarcando desde el piso Luteliano, Baatoniano y Priaboniano, que se relaciona con los pisos sudamericanos Musterense y Divisadense y a la parte basal del Oligoceno en el piso Rupeliano, que corresponde a la parte basal del piso sudamericano Deseadense, con una edad que abarca de 27 a 45 millones de años.

A.4. Formación Conglomerado Río Chico

Esta Formación se halla desarrollada en el sector NW del Departamento, constituyendo el núcleo de un gran sinclinal desde el sector de Cororo al SE., hasta las inmediaciones de Tapial - Bella Vista sobre el río Chico al NW.

Litológicamente su base se halla conformada por un horizonte de areniscas de grano grueso, estratificadas en banco delgados y poco consolidadas que muestran una coloración rojiza clara en superficie meteorizada.

Continúa por encima un horizonte potente de conglomerado polimíctico de coloración rojo violácea; grano grueso y mal clasificado con clastos subredondeados a subangulares de rocas paleozoicas y cretácicas (areniscas cuarcitas y lutitas), que oscilan entre 5 a 20 cm. de diámetro; la mátrix de la capa conglomerádica está formada por sedimentos areno arcillosos, bastante porosos, mostrando una cementación calcárea.

Asebey (1977), observó en algunos sectores del río Chico una estratificación entrecruzada; igualmente se nota la alternancia de capas arenosas conglomerádicas gruesas pobremente estratificadas.

La composición conglomerádica de los sedimentos, sugieren que el ambiente en el que fueron depositados fue netamente continental con aportes torrenciales.

Su base se encuentra marcada por una discordancia sobre sedimentitas paleozoicas (al N), como sobre calizas de la Formación El Molino (al Sud), en cambio su tope no ha sido determinado por haber sido erosionado.

La Formación Conglomerado Río Chico, se correlaciona con el "Conglomerado Jujeño" de la Argentina, por su similar litología, y de acuerdo a ello se encuentra consignada dentro del Oligoceno, o sea Terciario Medio, con una edad que oscila entre los 25 a 30 millones de años.

De acuerdo a la litología descrita para el "Conglomerado Mondragón", es posible que ellos le hayan dado dicha denominación; empero, se estima que como ésta litología está bien desarrollada, en otra cuenca diferente a la de Potosí, se debe tomar en cuenta la denominación de "Conglomerado Río Chico" para este sector Central Cordillerano.

A.5. Formación Petaca

Birkett, definió la característica de esta Formación, que constituye la parte basal del Terciario Subandino que se presenta en casi todas las serranías mediante una discordancia angular con las formaciones infrayacentes.

Está conformada en su base por un conglomerado grueso, polimíctico, compacto, de mátrix areno calcárea, con clastos subangulosos, sobre las que siguen areniscas de grano medio a grueso, mayormente sabulíticas, friables, macizas, rosáceas pálidas, con rodados que se hallan diseminados hacia la parte inferior, hasta formar lentes conglomerádicos con clastos de las Formaciones Ichoa, Castellón, Tapehua y Vitiagua, principalmente.

Hacia el tope, la arenisca es heterogénea, puesto que su granulometría es desde fina a sabulítica, bastante meteorizada y fracturada, mal seleccionada, gris violáceas, friables, con cuarzo blanquecino y ambarino y con venillas de yeso entre diaclasas, mostrando en algunos sectores un entrecruzamiento diagonal.

Estas rocas, debido a su dureza, por su cementación calcárea y silícea, tienen buena competencia, siendo resistentes a la erosión, y conforman en el paisaje lineamientos definidos con filos característicos.

Considerando que la mayor parte de la secuencia litológica, es de depositación continental, se asume que la misma fué en un ambiente fluvial, con aguas que profundizan de 50 a 60 metros.

La parte basal de esta Unidad, se halla yacente mediante un hiato estratigráfico, sobre la Formación Ichoa en forma discordante, mientras que su tope se presenta pseudoconcordante con rocas de la Formación Tariquia.

La Formación Petaca, abarca desde la parte superior del Paleógeno hasta la basal del Neógeno, estando en el primero dentro de la serie del Oligoceno, en el piso Chatiano, que corresponde al local Deseadense, y se correlacionaría con la Formación Río Chico, con la que resultaría ser sincrónica, mientras que en el Neógeno, corresponde al Mioceno Inferior, abarcando al piso Aquitaniano, correlacionado con el similar sudamericano Colhuehuapense, con una edad de 19 a 27 millones de años.

B. Neogeno

Este Período comprende solo a sedimentitas que se presentan tanto en el Subandino, como en el Area de Transición hacia la Llanura Chaqueña, las mismas que divididas en Formaciones, son a partir de la mas joven:

Formación Guandacay o Chaco Superior
Formación Tariquía o Chaco Inferior
Formación Yecua

La descripción de ellas a partir de la mas antigua es:

B.1. Formación Yecua

Estas sedimentitas, se hallan presentes en la parte NE de la Sección Subandina, como también en un afloramiento de la quebrada Yecua en la Serranía de Mandeyapecua - Carandaití, igual que las quebradas de Tunal e Ibomirante.

Su litología está conformada por lutitas y margas desde gris claras a verde olivas y de crema a rosado y marrón, intercaladas con capas lenticulares de calizas arcillosas, casi siempre con contenido de yeso en partículas muy pequeñas y muy finas.

Russo (1955), considera que este banco esta asociado con capas de pelecípodos, sin embargo Branisa (1970), indica que no sólo se hallan pelecípodos sino también crustáceos gastrópodos, e incluso fragmentos óseos de vertebrados y algunos ostrácodos como microfósiles.

Su ambiente de depositación está ligado al regreso de un cuerpo de agua, vinculado al mar, caracterizado, por los microfósiles de aguas salubres.

Este origen marino ha sido depositado a una profundidad de poca dinámica y con un ambiente reductor, abundante vida orgánica y roca fina.

Suprayace al Petaca e infrayace al Tariquía, ambos concordantemente, allí donde se presenta.

Tomando en cuenta, todas estas características paleontológicas, se define que esta Unidad está ubicada en el Mioceno Inferior, en los pisos Aquitaniano y Burdigaliano de la clasificación internacional, que correlacionados con los locales son los pisos Colhuehuapense y Santacruzense respectivamente, con una edad entre los 15 a 22 millones de años.

B.2. Formación Tariquía o Chaco Inferior

El desarrollo departamental de estas sedimentitas, está circunscrito desde la parte Central Este del Subandino hasta el Area de Transición; iniciándose la serie litológica con capas de arcilitas micáceas bastante plásticas, de tonalidades marrón claras a rojizas.

Continúan bancos delgados de areniscas blanquecinas, de grano medio, porosas, algo calcáreas y de estratificación media, a las que siguen horizontes de areniscas limosas de grano fino a medio, rojizas, macizas y friables, estratificadas en bancos delgados, alteradas, con venillas de yeso fibroso entre las diaclasas y fracturas que presenta la estratificación; intercalando bancos delgados de arcilitas rojizas claras a marrones rojizas, dispuestas en capas lenticulares.

Hacia el tope siguen en sectores delgados horizontes de capas conglomerádicas finas, de tonalidad amarillo grisáceas, presentándose hacia la Llanura Chaqueña sedimentos semiconsolidados de arcillas y limos rojizos. El ambiente de depositación ha sido continental, con presencia de escurrimientos fluviales y extensas lagunas.

Las depositaciones de pelitas y psamitas finas constituyen fases relativamente tranquilas y bastante homogéneas, mientras que los conglomerados, representan fases de depositación bastante agitadas, cortas, pero de mucha energía, con transporte de bastante distancia.

Las intercalaciones de limolitas y arcilitas, sugieren, además de una depositación tranquila, una sedimentación continua, posiblemente rítmica, en un ambiente homogéneo.

Generalmente suprayacen a sedimentitas de las Formaciones Petaca y Yecua, allí, donde éstas últimas se presentan; en ambos casos en forma concordante; mientras que su tope se halla por debajo de los afloramientos de la Formación Guandacay o Chaco Superior, discordantemente.

Esta Formación se ubica en el Neogeno, correspondiente a la serie del Mioceno en su parte inferior a media, dentro de los pisos Burdigaliano y Langhiano, respectivamente, correlacionados con los pisos locales Santacrucense y Friasense, en el mismo orden cronológico, con una ocurrencia de edad entre los 12 y 19 millones de años.

Por sus características litológicas, esta Unidad es de permeabilidad alta, siendo la infiltración mayor al escurrimiento superficial, aumentando la posibilidad de constituir acuíferos.

B.3. Formación Guandacay o Chaco Superior

El desarrollo departamental de estas sedimentitas, está restringido a la parte Este del Subandino y al Area de Transición hacia la Llanura Chaqueña, en áreas ocupadas por sinclinales.

La litología se inicia con una intercalación alternante de numerosos horizontes conglomerádicos polimícticos, con mátrix areno-limosa y calcárea; y con cemento de areniscas blanquecinas micáceas; arcilitas de variadas tonalidades y cuarzos abigarrados.

La secuencia continúa con paquetes de areniscas bastante competentes y consolidadas, friables, de grano medio, subangulares a subredondeadas, con tonalidades desde grisáceas hasta amarillentas, con estratificación gruesa a masiva; intercalando en la parte superior bancos de limolitas y arcilitas plásticas rojizas a marrones.

Esta litología es en general, una alternancia bastante rítmica y monótona de conglomerados, areniscas conglomerádicas, limolitas y arcilitas, dentro de los paquetes de areniscas, de espesores mayores.

Considerando la litología de la Unidad, se deduce que en los sectores con mayoría de areniscas; las depositaciones han sido relativamente tranquilas, bastante homogéneas, de corta duración, a las que siguieron depositaciones agitadas de corta duración y de bastante energía; representadas por los horizontes conglomerádicos.

Toda la secuencia se halla intercalada por estas depositaciones, siendo la primera, un aporte de sedimentos que evolucionan en forma normal y la segunda se debe a la reactivación del proceso erosivo, ayudada por el transporte de sedimentos, debido al carácter torrencial que adquirieron los cursos de agua, tornándose en una serie oscilante, de sedimentación rítmica, que estabilizándose en un sólo tipo de material (areniscas), se supone que fue la culminación del ciclo sedimentario.

En general, su base se halla discordantemente sobre sedimentitas de la Formación Tariquía, mientras que su tope descansa debajo de sedimentos Cuaternarios.

En todo el Departamento no se han encontrado afloramientos de la Formación Emborozú, que en Tarija, suprayacen a los de la Formación Guandacay.

Cronoestratigráficamente, se enmarca en el Mioceno Medio a Superior, dentro de los pisos mundiales Serravaliano y Langhiano, que corresponden a los locales Chasiyuense y Friasense, respectivamente, con una edad entre 10 a 15 millones de años.

2.3.2. CUATERNARIO

Constituye todo el material suelto, poco a escasamente consolidado, o esporádicamente bien consolidado, que se presenta en toda la parte superficial del Departamento, conformando la cubierta sobre rocas Paleozoicas, Mesozoicas y Terciarias (Paleógenas o Neógenas).

En general, todos los depósitos cuaternarios abarcan un mismo rango de edad de formación, de tal manera que no exceden de 1.6 millones de años, depositados tanto en el Pleistoceno como en el Holoceno; con una sedimentación preferencial en los ríos y en las márgenes de ellos, como también en terrazas, piedemontes, llanuras aluviales y peneplanicies, formando cuencas locales.

En las partes bajas de las diferentes serranías y colinas, continúa la acumulación de sedimentos, para cada tipo de depósito, con una intensidad variable, según el arrastre y desgaste de sedimentitas.

Los depósitos cuaternarios son los siguientes:

- Depósitos Aluviales
- Depósitos de Derrumbes y Deslizamientos
- Depósitos de Terrazas Aluviales
- Depósitos de Abanicos Aluviales
- Depósitos de Dunas
- Depósitos Coluvio Aluviales
- Depósitos Coluviales
- Depósitos Fluvio Lacustres
- Depósitos de Morrenas Laterales y Terminales
- Depósitos Fluvio Glaciales

La descripción suscita de cada uno de ellos es la siguiente, sin que el orden, signifique la mayor o menor antigüedad de depositación de los mismos.

A. Depósitos Fluvio Glaciales

Se presentan en la Sección Andina del Departamento, en las peneplanicies y las superficies de erosión, como Lajastambo, Tarabuco, Lupiara, Yamparáez, Redención Pampa, Avichuca Pampa, conformando la capa superficial y en las partes bajas de los sitios donde hubo glaciación.

Están constituidos por material heterogéneo de gravas, arcillas, arenas de diferentes tonalidades y de formas subredondeadas a redondeadas, con algo de angulosidad; depositadas en una superficie plana, que formaba la parte basal del paisaje, pero por movimientos orogénéticos, ha sido solevantada, sobresaliendo en el relieve del área.

B. Depósitos de Morrenas Laterales y Terminales

Estos sedimentos glaciales se presentan en su mayoría en la parte SW del Departamento, en la Provincia Nor Cinti, en acumulaciones, formando pequeños montículos de formas alargadas (Morrenas Laterales) y en forma de herrajes (Morrenas Terminales); las primeras están bien representadas en el sector de la Cordillera de Tarachaca, en la parte Norte del cerro Poqueñita y las segundas alrededor del cerro Condoriri.

Sin embargo en ambos sectores se presentan formando "kames", es decir, capas parcialmente sedimentadas, sin clasificación alguna.

También se presentan pequeños circos glaciares y artesas glaciares (Baloon), formando pequeñas lagunas glaciares.

Están conformadas por material heterométrico de gravas, arenas y arcillas, presentando las primeras una granulometría irregular, mal seleccionada, con clastos subangulares a bastante angulosos.

C. Depósitos Fluvio Lacustres

Su distribución está en la cuenca endorreica de Culpina, como en las cuencas locales de Padilla, Azurduy, Maragua y Huayllas, todas en la parte Andina, y también en otras áreas de menor superficie.

Conformados, por sedimentos transportados desde las laderas de los cerros, habiéndose sedimentado en pequeñas depresiones lagunarias, originadas en un ambiente de depositación tranquila, intercaladas con un material medio a grueso, acarreado en época de lluvias máxima.

Están constituidos por gravas, arcillas y limos poco consolidados, relacionados con depósitos arcillosos.

D. Depósitos Coluviales

Se originan en las partes altas de cada paisaje, acumulándose en la parte inferior o laderas de las serranías, colinas, cuestas, piedemontes, bajadas, etc; por acción de la gravedad (reptación).

Constituídos por material detrítico heterogéneo de bloques, guijarros, granos y partículas angulares a subangulares y a veces escasamente subredondeadas de conglomerados, areniscas, limolitas, arcilitas, margas, calizas, etc; con poco transporte, siendo la mayoría autóctonos, es decir, constituídos por el mismo material que la roca madre.

E. Depósitos Coluvio Aluviales

Resultan del transporte de sedimentos por acción de la gravedad, cuyo agente de transporte principal es el agua corriente (solifluxión); formándose los mismos en las laderas de los cerros.

Su presencia está relacionada con la falta de cobertura vegetal, ya que en las áreas con vegetación, los depósitos coluvio aluviales son menores.

Mayormente se hallan constituidos por sedimentos finos de gravas, arenas y limos, que se hallan sujetos a la acción fluvial, sus clastos son de subredondeados a redondeados, debido al transporte que han tenido, pudiendo ser sedimentos autóctonos o alóctonos.

F. Dunas

Representan acumulaciones consolidadas y sueltas de arena fina, bastante cuarcíticas, en superficies irregulares, constituyendo pequeñas colinas en la Llanura Chaqueña, originadas por efecto eólico, a expensas de los sedimentos aluviales preexistentes.

En general, los clastos arenosos tienen forma subredondeada y debido a la laminación entrecruzada, presentan fuertes ángulos de inclinación con diferencia de alturas que fluctúan entre 2 y 10 m.

G. Depósitos de Abanicos Aluviales

Resultan de la fuerte competencia de los ríos, cuando ellos emergen fuertemente cargados de sedimentos, penetrando en las partes bajas del paisaje, con un cambio marcado en la gradiente, dando como resultado la formación de un aluvión, con el ápice del río o quebrada en el punto de salida, esparciéndolo en forma de abanico:

El material de arrastre se halla constituido por gravas, arenas, limos y arcillas, presentando el material mas fino en la parte distal y el mas grueso en el ápice.

H. Depósitos de Terrazas Aluviales

Constituyen acumulaciones aisladas de material suelto en superficies planas, generalmente estrechas y alargadas, que interrumpen una pendiente y que debe su origen, normalmente a la acción del agua corriente.

De acuerdo a su situación con respecto al fondo de un valle, se consideran las terrazas altas o subrecientes, medias o recientes y bajas o subactuales.

Se hallan conformadas mayormente por granos gruesos a finos de arenas desde micáceas a cuarcíticas, subredondeadas a redondeadas, de moderada a relativa homogeneidad en la distribución de su granulometría y con presencia de limos y arcillas, en proporciones menores.

Su distribución areal se presenta en las playas de los ríos y quebradas principales del Departamento, con mayor desarrollo en la Sección Subandina, presentándose también en los cursos abandonados del Area de Transición y de la Llanura Chaqueña.

I. Depósitos de Derrumbes y Deslizamientos

Son producto de movimientos gravitacionales, debidos al efecto de la gradiente y de la humedad, como también resultan de "quemadas", que se realizan en algunas áreas del Subandino, causando una deforestación del paisaje, que en determinado tiempo, por efecto de procesos físico químicos, provocan la caída de sedimentos.

Generalmente este material de derrumbes, se halla constituido por gravas finas a medias, arenas, limos y arcillas poco compactadas.

Durante la gestión de 1991, en el sector de Sacari, se presentó un gran deslizamiento de tierras, considerándose mas que todo, un hundimiento.

J. Depósitos Aluviales

Estos sedimentos están desarrollados en todo el Departamento, acumulados a lo largo de los ríos y quebradas principales, y en las llanuras aluviales, constituyendo la capa superficial de depositación.

En la Sección Andina, la predominancia de este tipo de sedimentos, mayormente alóctonos, se presentan al Este, tanto al Norte como al Sud; con un transporte de las aguas de W a E, y en el Subandino la existencia de estos sedimentos es mayor, puesto que en los ríos y quebradas, su amplitud y competencia son mas marcadas.

En el Andino, el material es poco homogéneo a heterogéneo mientras que en el Subandino es mas homogéneo y su granulometría es mas fina, debido a su depositación mas rítmica, estando en general constituidas por clastos y detritos de conglomerados, diamictitas, calizas, areniscas, cuarcitas, arcilitas, margas, limolitas, andesitas, basaltos y sedimentos arenosos, limosos y arcillosos, de formas desde subangulares hasta bastante redondeadas.

En la mayor parte del Area de Transición y en la extensa Llanura Chaqueña, constituyen la capa superficial de esta Llanura Aluvial, que ha sido depositada y empujada desde el Oeste.

Esta formación es constituida por los estratos de la Formación Chaqueña del sector Andino, con las calizas de la Formación El Molino, que se depositaron en diferentes épocas.

Esta formación, que corresponde a la parte principal de la Formación Chaqueña, se depositó en un ambiente lacustre o marino, y está constituida por calizas, margas, arcilitas, cuarcitas, areniscas, andesitas, basaltos y sedimentos arenosos, limosos y arcillosos, de formas desde subangulares hasta bastante redondeadas.

En la parte superior de la Formación, se encuentran los estratos de la Formación El Molino, que se depositaron en un ambiente lacustre o marino, y están constituidos por calizas, margas, arcilitas, cuarcitas, areniscas, andesitas, basaltos y sedimentos arenosos, limosos y arcillosos, de formas desde subangulares hasta bastante redondeadas.

El material de depositación de estas rocas, formado en ambientes lacustres o marinos, está constituido por calizas, margas, arcilitas, cuarcitas, areniscas, andesitas, basaltos y sedimentos arenosos, limosos y arcillosos, de formas desde subangulares hasta bastante redondeadas.

En la parte superior de la Formación, se encuentran los estratos de la Formación El Molino, que se depositaron en un ambiente lacustre o marino, y están constituidos por calizas, margas, arcilitas, cuarcitas, areniscas, andesitas, basaltos y sedimentos arenosos, limosos y arcillosos, de formas desde subangulares hasta bastante redondeadas.

Formación El Molino

Esta unidad, formada por calizas, margas, arcilitas, cuarcitas, areniscas, andesitas, basaltos y sedimentos arenosos, limosos y arcillosos, de formas desde subangulares hasta bastante redondeadas, se depositó en un ambiente lacustre o marino.

GLOSARIO GEOLOGICO DE TERMINOS TECNICOS

- ABIGARRADA** : Roca sedimentaria que presenta áreas de distintos colores.
- ABISAL** : Relativo a la zona oceánica de mayor profundidad.
- AFLORAMIENTO** : Lugar en el que asoma a la superficie del terreno un estrato, un filón o una masa mineral cualquiera.
- ALOCTONO** : Material originado en otro lugar al del depósito. Se opone a Autóctono.
- ALUVIO** : Depósito de materiales sueltos: gravas, arenas etc., dejados por un curso de agua.
- ANTICLINAL** : Pliegue convexo de estratos levantados en forma de silla o de bóveda alargada, de manera que forma dos pendientes contrapuestas.
- ARCOSA** : Roca sedimentaria de tipo areniscoso procedente del material de granitos y gneis.
- ARGILLITA** : Roca derivada de arcillita, limolita o lutita por metamorfismo incipiente, carente de fisilidad.
- BALMA** : Cavidad abierta bajo un saliente rocoso como consecuencia de la erosión de capas blandas situadas bajo otras duras.
- BANCO** : Estrato o capa limitada por arriba y por abajo por estratos de distinta consistencia, formando salientes o depresiones en los afloramientos.
- BASALTO** : Roca efusiva, básica, de color gris oscuro a negro. Como lava volcánica forma domos, mantos y coladas.
- BATIAL** : Ambito marino en el que la luz es escasa, entre los 200 y 800 metros de profundidad.

- BLENDA** : Nombre del mineral de zinc más importante.
- BUZAMIENTO** : Sentido en que se inclina una capa o filón.
- CALIZA** : Roca sedimentaria, generalmente marina de origen clástico, químico u orgánico.
- CAMBRICO** : La formación geológica más antigua del Paleozoico, con una duración aproximada de 100 millones de años.
- CANTO RODADO** : Fragmento de roca, que debido al arrastre por el agua corriente, ha adquirido cierto grado de redondeamiento por desgaste durante el transporte.
- CARBONIFERO** : Formación Paleozoica después del Devónico. Tiene una duración de 80 millones de años.
- CICLO SEDIMENTARIO** : Sucesión de capas sedimentarias en una cuenca, que finaliza con una repetición de las condiciones existentes al comenzar el ciclo. Su duración es variable.
- CINERITA** : Toba poco consolidada, compuesta por más de 90% de ceniza volcánica.
- CENOZOICA** : Etapa en el desarrollo de la vida que comienza en el Terciario.
- CIRCO GLACIAL** : Cavidad semicircular con paredones abruptos y escarpados en la cabecera de un valle alto. Es efecto de la transformación glacial de cuencas de recepción, nichos de nivación o antiguos valles.
- CONGLOMERADO** : Roca sedimentaria clástica, formada por la consolidación de la grava. Son clastos de roca unidos por cementos calcáreos, silíceos u otros y consolidados diagenéticamente.
- CRETACICO** : Ultimo período del Mesozoico. Duración de 70 a 80 millones de años.

- CUARCITA** : Roca sedimentaria a metamórfica, con cemento silíceo, compuesta por granos de cuarzo.
- CUATERNARIO** : La era geológica más reciente. Comienza después del Terciario y comprende la Era Actual. Tiene una duración aproximada de un millón de años.
- DEFLACION** : Degradación de las rocas por acción del viento.
- DEGRADACION** : Rebaja del nivel del suelo por efecto de los agentes de la geodinámica externa.
- DENUDACION** : Modificación de la cubierta sedimentaria por procesos erosivos.
- DEPOSITACION** : Acción y efecto por el que el hielo, el viento, las aguas corrientes marinas o lacustres, etc., dejan en un lugar, el material que llevan en suspensión.
- DEVONICO** : Formación geológica del Paleozoico, ubicada entre el Silúrico y el Carbonífero. Duración aproximada de 40 millones de años.
- DIACLASA** : Subdivisión de las litoclasas. Grieta rocosa sin desplazamiento de partes.
- DIAGENESIS** : Consolidación de una roca sedimentaria, luego de su deposición, por presión, recristalización o cementación.
- DIQUE** : Intrusión, a modo de muro que corta la estratificación. Su espesor es pequeño respecto a su longitud.
- DISCORDANCIA** : Falta de paralelismo entre estratos situados a un lado y otro de una superficie de erosión.
- DUNA** : Acumulación de arena fina de cuarzo por acción del viento, bien de las costas o en zonas secas de tierra adentro.

- ELUVIO** : Depósito detrítico que yace al pie de la roca de donde procede.
- EROSION** : Resultante de un conjunto de procesos, siendo los principales la meteorización y el transporte.
- ESCARPE** : Escalón que forma la capa dura, que queda sobresaliente entre otras más blandas.
- ESTALACTITA** : Concreción calcárea en forma de cono irregular, que cuelga del techo de las cavernas.
- ESTALAGMITA** : Depósito calcáreo, que se forma en el piso de las cavernas por evaporación de las aguas con carbonato de calcio en disolución.
- ESTRATIFICACION** : Disposición general de los sedimentos en capas, característica de las rocas sedimentarias y de las tobas volcánicas.
- ESTRATO** : Unidad de sedimentación, cuerpo tabular de roca sedimentaria, esencialmente homogénea, limitada de arriba y abajo.
- FACIES** : Conjunto de caracteres petrográficos, que definen un depósito o una roca.
- FALLA** : Ruptura de una superficie en dos o más bloques dislocados por movimientos diferenciales de desplazamiento más o menos vertical.
- FILON** : Relleno mineral o rocoso de una grieta en otra roca más antigua.
- FLUVIAL** : Perteneciente o relativo a los ríos.
- FLUVIOGLACIAR** : Formado por el agua de fusión de un glaciar.
- FORMACION** : Conjunto heterogéneo de capas sedimentarias, estructurales o no, depositada en un mismo lugar y durante un mismo período.

- FOSIL** : Restos de organismos animales o vegetales (desde el Paleozoico al Cenozoico), hallados en las rocas.
- GALENA** : El más importante y frecuente de los minerales de plomo.
- GANGA** : Minerales o rocas asociadas a las menas que no son objeto de explotación.
- GRAUWACA** : Roca psamítica con elevado porcentaje de matrix pelítica, granos poco seleccionados, fuertemente consolidados.
- GRAVA** : Sedimento inconsolidado, de clastos mayores que los de arena.
- HALITA** : Designación mineralógica de la sal de roca.
- HEMATITA** : Uno de las minerales principales de hierro.
- HIATO O LAGUNA ESTRATIGRAFICA** : Intercepción de una serie estratigráfica. Tiempo que media entre la formación de dos estratos.
- HOLOCENO** : Ultimo período del Cuaternario. Epoca actual.
- HORIZONTE** : Unidad estratigráfica más pequeña de rocas sedimentarias, paralela a las capas.
- HORIZONTE GUIA** : Horizonte de referencia, que sirve como guía para la correlación estratigráfica.
- IGNEAS** : Rocas de origen magmático, sean plutónicas o volcánicas.
- JURASICO** : Formación geológica Mezosoica entre el Triásico y el Cretácico. Duración aproximada de 45 millones de años.
- LACUSTRE** : Ambiente de sedimentación propio de los lagos y del sedimento formado en ellos.

- LEPTOCLASA** : Fisura rocosa de poca extensión.
- LIMOLITA** : Roca resultante de la consolidación de un limo. Carece esencialmente de fisilidad.
- LITOLOGIA** : Estudio de las rocas.
- LUTITA** : Sedimentita pelítica provista de fisilidad. Se consolida a partir de las arcillas.
- LLANURA** : Superficie extensa con pequeñas elevaciones y situada a poca altura sobre el nivel del mar.
- LLANURA ALUVIAL** : Formada por aluviones en la desembocadura o en cualquier parte ancha de un valle fluvial.
- MARGA** : Roca sedimentaria compuesta por arcilla y carbonato de calcio en mezcla variada.
- MARMOL** : Roca cristalina formada por metamorfismo a partir de caliza densa o dolomía.
- MENA** : Veta de substancia mineral y el mineral mismo.
- MESA** : Cima plana de una montaña.
- MESETA** : Terreno elevado a llano de gran extensión.
- MESOZOICO** : Etapa media en el desarrollo de los seres vivos. Comprende al Triásico, Jurásico y Cretácico.
- METALOGENESIS** : Origen y desarrollo de yacimientos metalíferos en determinada zona.
- METAMORFICAS** : Rocas que resultan de la transformación que sufren en el interior de la corteza terrestre, sobre todo por cambios de temperatura y presión.
- METEORIZACION** : Destrucción de rocas y minerales por acción de los agentes físicos (no dinámicos) y químicos de la atmósfera.

- MORRENA** : Es el material rocoso transportado y depositado por un glacial.
- NEOGENO** : Período superior de la Era Terciaria. Lo componen el Mioceno y el Plioceno.
- NEOZOICO** : Se ubica en el Cuaternario, la Era geológica mas reciente.
- NERITICO** : Ambiente de depositación marina hasta los 200 metros de profundidad.
- NODULO** : Cuerpo concrecional o direccional, fácilmente separable del sedimento en que se halla.
- OLIGISTO** : Mineral de hierro importante, muy extendido en su distribución.
- ORDOVICICO** : Período Paleozoico que sigue al Precámbrico. Duración aproximada de 80 millones de años.
- PALEOGENO** : Período Inferior Terciario que comprende el Paleoceno, Eoceno y Oligoceno.
- PALEOZOICO** : La primera de las Eras en la historia del mundo animal. Comprende el Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.
- PARALICO** : Ambiente de sedimentación marino, propio de las cercanías de la costa.
- PELAGICO** : Sedimento formado en ambientes abisales a profundidades marinas superiores a los 800 metros.
- PENDIENTE** : Superficie inclinada de un relieve.
- PERMEABILIDAD** : Propiedad de los materiales que se dejan atravesar por fluídos, especialmente aire y agua.
- PERMICO** : Ultimo de los períodos del Paleozoico, con una duración de 45 millones de años.
- PIZARRA** : Roca que puede exfoliarse fácilmente en placas delgadas planas.

- PLEGAMIENTO** : Proceso geológico por el que capas horizontales al ser sometidas a presiones laterales se han arrugado.
- PLEISTOCENO** : Parte inferior del Cuaternario, desde hace un millón de años hasta hace unos 12 mil.
- PLIEGUE** : Ondulación de una capa o estrato de amplitud y forma variables.
- POROSIDAD** : Relación existente entre el volúmen de vacíos y el volúmen total de una roca, un terreno, un suelo, etc.
- PRECAMBRICO** : Formación anterior al Cámbrico. Incluye al Arcaico y al Algónquico. En el Arcaico, la Unidad Geológica más antigua; no se han encontrado fósiles.
- PSILOMELANA** : Mena de manganeso, importante económicamente.
- REGRESION** : Retirada del mar de una región continental.
- RELIEVE** : Conjunto de formas de una superficie.
- RIPPLE MARKS O RIZADURAS** : Ondulaciones y surcos en la arena, barro y nieve, originados por el agua corriente o el viento.
- RUMBO O DIRECCION** : Punto cardinal de la línea en la que una superficie geológica (estrato, grieta o filón) se corta con la horizontal.
- SECUENCIA ESTRATI-
GRAFICA** : Conjunto de estratos depositados sucesivamente en orden cronológico y relacionados entre sí.
- SEDIMENTACION** : Depositación de material rocoso, organismos muertos, substancias químicas o de otros materiales.
- SILICIFACION** : Enriquecimiento en sílice de una roca.
- SILURICO** : Formación geológica entre el Ordovícico y el Devónico, con una duración aproximada de 50 millones de años.

- SINCLINAL** : Parte cóncava de un pliegue.
- TECTONICA** : Parte de la Geología, que se ocupa del estudio de la estructura de la corteza terrestre.
- TERCIARIO** : Tercera gran Era de los tiempos geológicos. Comprende al Paleogeno (Paleoceno, Eoceno y Oligoceno) y al Neogeno (Mioceno y Plioceno). Su duración fué de 60 millones de años.
- TERRAZA** : Superficie plana, generalmente estrecha y alargada, que debe su origen a la acción del agua corriente.
- TILITA** : Sedimentita clástica litificada directamente por un glacial y compuesta de un agregado sin selección de elementos de dimensiones muy dispares, desde arcilla hasta bloques y carente de estratificación.
- TOBA** : Roca formada de material volcánico suelto consolidado (estratificado o no).
- TORRENTE DE BARRO** : Corriente de material detrítico heterogéneo, predominantemente limoso o arcilloso, impregnado en agua. Arrastra fragmentos de distintos tamaños, originando un depósito sin selección.
- TRAMPA PETROLIFERA** : Lugar donde existen condiciones de deposición adecuadas para que se formen depósitos petrolíferos.
- TRANSGRESION** : Avance regional del mar sobre el continente. La zona expuesta hasta entonces a la erosión se convierte en espacio de sedimentación.
- TRANSPORTE** : Acarreo de materiales erosionado. Puede ser: áqueo, eólico o glacial.
- TRIASICO** : Formación basal del Mesozoico. Duración aproximada de 40 millones de años.
- TRILOBITES** : Son los fósiles más característicos del Paleozoico.

- UNIDAD ESTRATIGRAFICA** : Cada una de las partes en que se divide un conjunto de rocas sedimentarias para su estudio estratigráfico.
- UNIDAD SEDIMENTARIA** : Espesor de sedimento depositado bajo condiciones físicas esencialmente constantes. En general corresponde al Estrato.
- VALLE** : Terreno más o menos llano a cóncavo entre otros más altos.
- VETA** : Estrato rocoso que contiene materias económicamente valiosas.
- YACIMIENTO** : Lugar donde se encuentra un fósil o un mineral.
- YESERA** : Depósito de yeso explotable.
- YESO** : Sulfato de calcio hidratado, fácilmente exfoliable en láminas transparentes.
- ZONA** : La Unidad Geológica super regional mas pequeña, caracterizada por la propagación vertical de un tipo constante o de una pequeña asociación de flora y fauna autónoma.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA E. 1990 Petrografía, mineralogía de arcillas y geoquímica de la Formación Vitiacua en la parte Norte y Sur de Tarija. Revistas Técnica de Y.P.F.B. Vól 11, N° 23. (Memorias del IX Congreso Geológico de Bolivia), Cochabamba.
- ALFHELD, F. 1972 Geología de Bolivia. Editorial Los Amigos del Libro. La Paz, Cochabamba.
- ALFHELD, F. y BRANISA, L. 1960 Geología de Bolivia. Instituto Boliviano del Petróleo (I.B.P.). Editorial Don Bosco, La Paz.
- ALFHELD, F. y SCHNEIDER 1964 Los Yacimientos Minerales y de Hidrocarburos de Bolivia. Boletín N° 5, GEOBOL, La Paz.
- SCHERBINA, A.
- ALVARADO RIVAS, J. 1971 Estudio General del Devónico en el Subandino. Centro de Tecnología Petrolera (Convenio YPF - NN.UU.), La Paz.
- ARDAYA BARBA, Y. 1989 Correlación estratigráfica del Subandino Sud - Llanura Chaqueña. Revista Técnica de YPF. Volúmen 10, N° 1 - 2, Cochabamba.
- ASEBEY MORALES, J. 1977 Contribución al Conocimiento Geológico del Río Chico. Tesis de Grado (Inédita). Universidad Boliviana "Tomás Frías", Potosí.
- ASEBEY MORALES, J. 1990 Evaluación de los depósitos de Hierro del sector de Ravelo. Departamento de Recursos Naturales - CORDECH, Sucre.

- AVILA SALINAS, W. 1986 El magmatismo Cretácico en Bolivia. Primer Simposio del Cretácico en Bolivia . PICG, Proyecto 242, La Paz.
- AVILA SALINAS, W. 1989 La Fase Orogénica Kolla del Triásico Andino. Memorias del VIII Congreso Geológico Boliviano "Bodas de Plata". SGB - YPFB. N° 23, Tomo II, La Paz.
- AVILA SALINAS , W. 1991 Eventos tectomagmáticos y orogénicos de Bolivia en el lapso Proterozoico Inferior a Reciente. Revista Técnica de YPFB, Volúmen 12, N° 1, La Paz.
- AYAVIRI, A. 1967 Estratigrafía del Subandino Meridional. Informe GXG - 1215, YPFB, Santa Cruz.
- AYAVIRI, A. 1969 Bosquejo geológico de la Serranía de Morteros. Informe GXG - 1479, Y.P.F.B., Santa Cruz.
- AYAVIRI, A. 1972 El Sistema Carbonífero del Sureste Boliviano. Informe GXG - 1743, YPFB, Santa Cruz.
- BABY, P.; HERAIL, G.; OLLER, J.; SEMPERE, T.; LOPEZ, J.; LOPEZ, O.; PAREJA, J.; TUFIÑO, D.; BECCAR, G. y TOLEDO, H. 1990 Estructura de la Faja Subandina de Bolivia: Influencia de la Geometría de las series sedimentarias anteorogénicas, sobre la propagación de los cabalgamientos. Resumen del IX Congreso Geológico de Bolivia. Cochabamba.
- BLANCO, F. 1972 Consideraciones sobre la fundición de Zinc en el país. Sociedad Geológica Boliviana. Boletín N° 17, La Paz.

- BOTELLO LOZA, R. y SUAREZ SORUCO, R. 1973 Estratigrafía de la región de Culpina. Introducción a la zonación bioestratigráfica del Ordovícico Inferior en base a su graptofauna. Anales de la III Convención Nacional de Geología. SGB. Boletín N° 20, La Paz.
- BRANISA, L. 1960 El problema del límite inferior del Devónico y la edad de las areniscas basales del Icla. Boletín Técnico de YPFB. Tomo II, N° VI, La Paz.
- BRANISA, L. 1960 Nuevas correlaciones en el Devónico Boliviano. Boletín Técnico de YPFB, Tomo II, N° VIII, La Paz.
- BRANISA, L. 1968 Hallazgo del Amonite Neolobites en la caliza de Miraflores y de huellas de Dinosaurios en la Formación El Molino y su significado para la determinación de la edad del "Grupo Puca". Boletín del Instituto Boliviano del Petróleo. Volúmen 8, N° 1, La Paz.
- BRANISA, L. 1965 Fósiles Guías de Bolivia. I. Paleozoico. Boletín N° 6, GEOBOL, La Paz.
- BRANISA, L. 1969 El Sistema Silúrico en Bolivia. Estratigrafía, faunas y límites. SGB. Boletín N° 12, La Paz.
- BRANISA, L. 1970 La Formación Yecua y los problemas que plantea. Boletín N° 13. Sociedad Geológica Boliviana. La Paz.
- BROCKMAN, C.; CASTAÑOS, A. 1972 Estudio geológico de la Cordillera Oriental de los Andes en la zona central de Bolivia. Boletín N° 18. S.G.B., La Paz.

- CASTAÑOS, A.; COUMES, F. y RODRIGO, L.A. 1972
Contribución al conocimiento sedimentológico de la Sección Montaña Negra (Tarabuco - Sucre). SGB. Boletín N° 17, La Paz.
- CIRBIAN, M.; OLLER, J.; SEMPERE, T.; ARANIBAR, O.; BARRIOS, L.; ZUBIETA, D.; SALINAS, R; SANDY, R. y TRUJILLO, H. 1986
Subciclo Triásico - Jurásico; Subciclo Cretácico a Eoceno (Puca) y Subciclo Oligoceno a Actual. Primer Simposio del Cretácico en Bolivia. PICG. Proyecto N° 242 , La Paz.
- COMITE DE DESARROLLO Y OBRAS PUBLICAS DE CHUQUISACA (CODESA) 1974
Proyecto de Prospecciones Mineras e Hídricas. Informe general de trabajo. (Inédito), Sucre.
- CIRBIAN, M.; MAROCCO, R.; OLLER, J. y SEMPERE, T. 1986
Evidencia de una discontinuidad sedimentaria fundamental en el Eoterciario Andino de Bolivia. Memorias del VIII Congreso Geológico de Bolivia "Bodas de Plata". SGB - YPFB. N° 23, Tomo I, La Paz.
- CLAURE H. y MINAYA E. 1979
Mineralización de los Andes Bolivianos en relación con la Placa de Nazca. ERTS - GEOBOL - COMIBOL - OBSERVATORIO DE SAN CALIXTO, La Paz.
- CORDECH 1983
Estudio de Recursos Naturales e Información Básica del Chaco Chuquisaqueño. Tomo I. Sucre.
- CORDECH 1987
Estudio Integrado de los Recursos Naturales de la Subregión II - Chuquisaca Centro (Provincias Belisario Boeto, Tomina y Azurduy). Departamento de RR.NN. Tomo II, Capítulo V. Sucre.

- CORDECH 1988 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Chaco Chuquisaqueño (Area de Transición). Dpto. de RR.NN. Tomo II, Capítulo V, Sucre.
- CORDECH 1989 Estudio Integrado de los Recursos Naturales de la Subregión IV - Provincia Hernando Siles. Dpto. de RR.NN. Tomo III, Capítulo VIII, Sucre.
- CORDECH 1990 Estudio Integrado de los Recursos Naturales de la Subregión I (Provincias Oropeza, Yamparáez y Zudañez) Dpto. de RR.NN. Tomo III, Capítulo VIII, Sucre.
- CORDECH 1991 Estudio Integrado de los Recursos Naturales de la Subregión V - Provincia Luis Calvo. Dpto. de RR.NN. Tomo III, Capítulo VIII, Sucre.
- CORDECH 1992 Estudio Integrado de los Recursos Naturales de la Subregión III - Provincias Nor y Sud Cinti. Dpto. de RR.NN. Tomo III, Capítulo VIII, Sucre.
- CHERRONI MENDIETA, C. 1977 El Sistema Cretácico en la parte boliviana de la Cuenca Cretácica Andina. Revista Técnica de YPFB, Volúmen VI, N° 1, La Paz.
- DAVILA, J. 1972 La ausencia de sedimentitas típicas del Gondwana de Bolivia. Revista Técnica de YPFB. Volúmen 1, N° 23, La Paz.
- DAVILA, J. y RODRIGUEZ E. 1967 El Sistema Devónico en Bolivia y el problema de su base. Boletín del Instituto Boliviano del Petróleo. Volúmen 7, N° 2, La Paz.

- DELGADILLO, H. 1967 Estudio geológico de la región de Aiquile, parte NE de la provincia Campero y S de la provincia Mizque, Cochabamba. Tesis de grado (Inédita), UMSA, La Paz.
- DOLLENC, M. 1971 Reservas de Zinc, para la fundición de zinc en Bolivia. SGB. Boletín N° 15, La Paz.
- ERTS - GEOBOL 1982 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Centro y Sud Bolivianos, La Paz.
- FLORES, M. 1960 Estudio geológico de la Serranía de Sararenda, sector Boicobo - Cumandarote. Informe GXG - 573 Y.P.F.B., Santa Cruz.
- FRANCO A. y LOPEZ, O. 1980 Informe final Anticlinal Martín Gálvez y secciones regionales en anticlinales Caguazú, Ilinchupa y Morteros. Informe GXG -2980, Y.P.F.B., Santa Cruz.
- GEOBOL - CORDECH 1980 Actualización geológica e inventariación de recursos no renovables. Provincias Oropeza y Yamparáez, Chuquisaca. Vól IV y V, La Paz - Sucre.
- GONZALES BONORINO, F. y TERUGGI, M. 1965 Léxico sedimentológico. Centro de Estudiantes de Ciencias Naturales. Serie geológica N° 2. Universidad Nacional. Bs. As. Argentina.
- HERAIL, G.; BABY, P.; LOPEZ, M.; OLLER, J.; LOPEZ, O.; SALINAS, R.; SEMPERE, T.; BECCAR, G. y TOLEDO, H. 1990 Structure and kinematics evolution of the Subandean thrust system of Bolivia. Symposium International "Gèodynamique Andine". Grenoble, France.

- JAILLARD, E. 1989 Cretaceous Sequence stratigraphy of Perú and Bolivia. Contribución a los Simposios sobre Cretácico en América Latina. Lima, Perú.
- LOHMANN, H. H. y 1962 Estratigrafía y paleontología del Grupo Puca en el sinclinal de Miraflores, Potosí. Petróleo Boliviano, Vól IV, N° 2, La Paz.
- LOPEZ PUGLIESI, M. 1969 Estratigrafía del Subandino, al Sur del río Parapetí. Informe interno YPF, Santa Cruz.
- LOPEZ PUGLIESI, M. y 1975 Estratigrafía de los LOPEZ MURILLO, R. Sistemas Silúrico y Devónico de Bolivia. IV Convención Nacional de Geología - Santa Cruz. Revista Técnica de YPF. Volúmen IV, N° 3, Tomo I, La Paz.
- LOPEZ PUGLIESI, M. y 1976 Estratigrafía del área de LOPEZ MURILLO, R. influencia de la carretera Camiri - Sucre, en el tramo Monteagudo Ojorco y de la quebrada de Ñancahuazu. Santa Cruz.
- MARTINEZ, C.; TOMASI, P.; 1973 Mapa Tectónico de ZUBIETA, T. y BOTELLO, R. Bolivia. UMSA - GEOBOL, La Paz.
- MARTINEZ, C. y TOMASI, P. 1978 Mapa Estructural de los Andes Septentrionales de Bolivia. GEOBOL - Programa ERTS.
- MARTINEZ, C. y TOMASI, P. 1975 La Cadena Hercínica en la Cordillera Oriental de los Andes Bolivianos. Revista Técnica de YPF. Volúmen III, N° 1, La Paz.

- MARTINEZ, C.; VARGAS, E. y LAUBACHER, G. 1990 Evolution tectono - sédimentaire dans le Crétacé du synclinal d'Otavi - San Lucas (Bolivie Centre Sud). Symposium International "Gèodynamique Andine". Grenoble, France.
- MEAVE, J. 1975 Resultados preliminares del estudio estratigráfico de diferenciación del Sistema Ordovícico. SGB. Boletín N° 22, La Paz.
- MONTEMURRO, G. 1987 Analisis secuencial de los Ciclos Mandiyutí - Cuevo - Qda. Los Monos (Villamontes). Revista Técnica de YPFB. Volúmen 10, N° 1 - 2, Cochabamba.
- MONTES DE OCA, I. 1982 Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Editorial Imprenta Superel Ltda. La Paz.
- OBLITAS, J. 1962 Informe geológico: anticlinal de Cuevo, anticlinal de Guairuy Sur (s e c t o r meridional). Estructura de Bororigua. Informe GXG N° 802, Y.P.F.B, Santa Cruz.
- OEA - MINISTERIO DE PLANEAMIENTO Y COORDINACION 1988 Programa de desarrollo integral del Chaco Boliviano. Los recursos hídricos y sus posibilidades de aprovechamiento. Santa Cruz.
- OKAMOTO, K. 1990 Curso sobre "Facies Analysis" y aplicación al Cretácico Boliviano. Universidad Autónoma "Tomás Frías" - Facultad de Ingeniería Geológica. Potosí.

- OLLER, J. y SEMPERE, T. 1990 A fluvio - eolian sequence of probable Middle Triassic - Jurassic age in both Andean and Subandean Bolivia. Symposium International "Gèodynamique Andine". Grenoble, France.
- OKAMOTO, K.; LEMA, J. C. y OISO, Y. 1990 Facies sedimentarias controladas por eventos transgresivos y regresivos, en el Cretácico del Sinclinal de Camargo; Cordillera Oriental de la Zona Andina del Departamento de Chuquisaca, Bolivia. Memorias del IX Congreso Geológico de Bolivia. Revista Técnica de YPF. Volúmen 11, N° 2-3, La Paz.
- OVIEDO, C. y SANJINES, G. 1970 Estudio Geológico del Anticlinal de Pilaya. Informe Interno Gerencia de Exploración. YPF. Sta Cruz.
- OVIEDO GOMEZ, C. y ROCA GIL, V. 1968 Informe Geológico sobre los Anticlinales de San Juan del Piray, Tacuruite, Orocoté I y Orocoté II. Informe Interno Gerencia de Exploración. YPF. Sta Cruz.
- OVIEDO GOMEZ, C. 1975 C o r r e l a c i o n e s estratigráficas preterciarias y evolución paleotectónica entre Monteagudo e Iñiguazú. Faja Subandina del Sur. IV Convención Nal. de Geología. Santa Cruz.
- PADULA, E. 1959 Valoración de las discordancias en las Sierras Subandinas. Boletín Técnico Y.P.F.B. Tomo II, N° 5, La Paz.
- PADULA, E. y REYES, F. C. 1960 Léxico sedimentológico de las Sierras Subandinas. Boletín Técnico de YPF. Tomo II, Volúmen 9, La Paz.

- PAREJA, J.; VARGAS, C; 1978 Mapa Geológico de
SUAREZ SORUCO, R.; Bolivia. YPFB - GEOBOL.
BALLON, R; CARRASCO, R. y La Paz. (Incluye Mapa
VILLARROEL, C. Geológico y Memoria
Explicativa).
- PEREDO, H., ROSALES, H. 1975 Estudio y cálculo de
ASEBEY, J., CORS, F. y reservas sobre el
LUNA, R. yacimiento de calizas en la
cubeta de Maragua. CODESA.
Proyecto de Prospecciones
Mieras e Hídricas (inérito),
Sucre.
- PONCE DE LEON, V. 1962 Estudio geológico de la
parte Norte del Sinclinal de
Camargo (entre Camargo y La
Palca) - Provincia Nor
Cinti, Departamento de
Chuquisaca, Bolivia. (Tesis
de grado). UMSA, La Paz.
- PONCE DE LEON V. y 1963 Informe geológico de la zona
VARGAS, C. comprendida entre el
campamento de Aquío
(Serranía de Incahuasi) y la
ciudad de Sucre
(Levantamiento a lo largo
del camino). Camiri.
- REQUENA, E. 1988 Desarrollo de la Formación
San Telmo en la Llanura
Chaqueña y su relación con
sedimentos triásicos.
Informe interno Y.P.F.B.,
Camiri.
- REQUENA, E. 1989 Estudio de la Formación
Ichoa en la Llanura
Chaqueña, al Sur del río
Grande. Publicación especial
de la S.G.B. - Y.P.F.B.
Homenaje a las Bodas de Oro
de la S.G.B. Tomo I, La Paz.
- REYES, F. C. 1972 Correlaciones en el
Cretácico de la Cuenca
Andina de Bolivia, Perú y
Chile. Revista Técnica de
YPFB. Volúmen 1, N° 2 - 3,
La Paz.

- REYES, F. C. 1974 Consideraciones sobre el Cretácico de la Cuenca Subandina de Bolivia. Revista Brasileira de Geociencias, Volúmen 4, Río de Janeiro, Brasil.
- RIVAS, S.; FERNANDEZ, A. y 1969 Estratigrafía de los Sistemas Ordovícico - Cámbrico y Precámbrico en Tarija. SGB. Boletín N° 9, La Paz.
- RIVAS, S. 1971 a Algunas novedades sobre la estratigrafía del Ordovícico. Anales de la II Convención Nacional de Geología. La Paz. SGB. Boletín N° 15. La Paz.
- RIVAS, S. 1971 b Ordovícico del corazón de Bolivia. GEOBOL. Boletín N° 15, La Paz.
- RODRIGO, L.A. y TORREZ, E. 1965 Estratigrafía y Paleocorrientes del Terciario Inferior, en el borde Oriental de su Cuenca. Informe Interno. Gerencia de Exploración. YPFB, La Paz.
- RODRIGO, L.A. y TORREZ, E. 1965 Geología del área Camargo - Cotagaita (Ríos Grande, Cotagaita y Tumusla). Informe Interno. Gerencia de Exploración. YPFB, La Paz.
- RODRIGO GAINZA, L.A. 1973 Contribución a la ubicación de la roca madre del petróleo de la Faja Subandina. Boletín N° 19, S.G.B., La Paz.
- RODRIGO GAINZA, L.A. 1973 Sedimentología del Grupo Macharetí, sección Angosto del río Pilcomayo, Dpto. de Tarija. Boletín N° 20. S.G.B, La Paz.

- RODRIGO, L. A.; CATAÑOS, A. y CARRASCO, R. 1977 La Formación Cancañiri. Sedimentología y Paleografía. Revista de Ciencias, UMSA. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Volúmen 1, N° 1, La Paz.
- RODRIGO, L.A. y CASTAÑOS, A. 1978 Sinopsis estratigráfica de Bolivia. I Parte. Paleozoico. Academia Nacional de Ciencias, La Paz.
- RODRIGO, L.A. y BRANISA, L. 1985 Sinopsis estratigráfica del Cretácico y Terciario Inferior de Bolivia, (Inédito). La Paz.
- ROLLANO, M. y GUTIERREZ, J. 1969 Geología del Iñau. Informe GXG N° 1403. Y.P.F.B., Santa Cruz.
- RUSSO, A. 1956 Informe geológico sobre la Serranía de Mandeyapecua - Carandaity, sector Yoay - Ibomirante. Informe GXG N° 168, Y.P.F.B, Santa Cruz.
- RUSSO, A. y RODRIGO, L. A. 1965 Estratigrafía y Paleografía del Grupo Puca en Bolivia. Boletín del Instituto Boliviano del Petróleo. Volúmen 5, N° 3 - 4, La Paz.
- SADUD, A. 1978 Informe final: sección estratigráfica quebrada Ibomirante. Anticlinal Victoria. Serranía de Mandeyapecua: flanco occidental. Informe GXG N° 2442. Y.P.F.B., Santa Cruz.
- SADUD, A. 1980 Informe geológico final Sección estratigráfica Río Azero - Flanco Occidental Serranía de Khoskho Toro. Informe Interno. Gerencia de Exploración. YPF B. Camiri.
- SALINAS, R. 1976 Informe Geológico del Angosto de Huacareta. Santa Cruz.

- SANDI, R. 1989 Hallazgo de un fósil en el Triásico del Subandino Sur de Bolivia. Anticlinal de Morteros. Revista Técnica de Y.P.F.B. Vól 10, N°s 1 - 2, Cochabamba.
- SANJINES G. y JIMENEZ, F. 1975 Comunicación preliminar acerca de la presencia de fósiles vertebrados en la Formación Petaca del área de Santa Cruz. IV Convención Nal. de Geología, Santa Cruz.
- SCHLATTER, L.E. y NEDERLOFF, M. H. 1966 Bosquejo de la Geología y Paleografía de Bolivia. GEOBOL. Boletín N° 8, Editorial Banco Minero de Bolivia. La Paz.
- SCHULLZE, H. 1970 Criterio sobre los informes de zinc:Rudis y Dolmage - Campbell. SGB. Boletín N° 13, La Paz.
- SEMPERE, T. 1986 a Contribución a la estratigrafía del Mesozoico boliviano en el dominio Andino. Convenio UMSA - ORSTOM. Informe N° 1, La Paz.
- SEMPERE, T. 1986 b Estratigrafía secuencial del Mesozoico Andino boliviano. Primer Simposio del Cretácico de América Latina. PICG - Proyecto 242. La Paz.
- SEMPERE, T.; OLLER, J.; CHERRONI, C.; ARANIBAR, O.; L.; BRANISA, L. CIRBIAN, M. y PEREZ, M. 1987 Un ejemplo de cuenca carbonatada en un BARRIOS, contexto distensivo de retroarco: Paleogeodinámica del Cretácico terminal en la República de Bolivia (Formación El Molino y equivalentes). Segundo Simposio PICG N° 242, Tucumán, Argentina.

- SEMPERE, T. y OLLER, J. 1987 a Cuadro Cronoestratigráfico del Mesozoico. Documento Inédito YPFB - ORSTOM. Santa Cruz.
- SEMPERE, T. y OLLER, J. 1987 b Cuadro Cronoestratigráfico del Terciario. Documento Inédito YPFB - ORSTOM. Santa Cruz.
- SEMPERE, T.; OLLER, J. y BARRIOS, L. 1989 Evolución tectosedimentaria de Bolivia durante el Cretácico. Revista Técnica de YPFB. Volúmen 10, N° 3 - 4. Cochabamba.
- SEMPERE, T. 1990 Cuadros Estratigráficos de Bolivia: Propuestas nuevas. Revista Técnica de YPFB. Volúmen 11, N° 2 - 3. (Memorias del IX Congreso Geológico Boliviano), Cochabamba.
- SEMPERE, T.; HERAIL, G.; BABY, P. y OLLER, J. 1990 Estructura e historia tectónica del Oroclino Boliviano. Memorias del IX Congreso Geológico de Bolivia. Cochabamba. Revista Técnica de YPFB. Volúmen 11, N° 2 - 3, Cochabamba.
- SEMPERE, T.; OLLER, J.; LOBO, J.; AGUILERA, E.; MERINO, D.; MAROCCO, R. y GARCIA, R. 1990 Elementos para una estratigrafía secuencial del Paleozoico Superior de Bolivia. Resumen del IX Congreso Geológico de Bolivia. Cochabamba.
- SEMPERE, T.; VARGAS, E. y HERAIL, G. 1990 La superficie de erosión "Chayanta" y "San Juan del Oro", en el segmento N - S de la Cordillera Oriental; Geometría y edad aproximadamente. Resumen del IX Congreso Geológico de Bolivia, Cochabamba.

- S.N.A. - CORDECH 1981 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Departamento de Chuquisaca - Tomo XI - Estudio de Geología, Geomorfología e Hidrología. La Paz - Sucre.
- SUAREZ SORUCO, R. y LOBO J. 1983 La Fase Compresiva Eohercínica en el sector oriental de la Cuenca Cordillerana. Revista Técnica de YPFB. Volúmen IX, N° 1 - 4, La Paz.
- SUAREZ SORUCO, R. 1975 Nuevos trilobites del Tremadociano Inferior (Ordovícico) del Sur de Bolivia. Anales de la IV Convención Nacional de Geología. Sta Cruz. Revista Técnica de YPFB. Volúmen IV, N° 3, Tomo I, La Paz.
- SUAREZ SORUCO, R. 1976 El Sistema Ordovícico en Bolivia. Revista Técnica de YPFB. Volúmen 5, N° 2, La Paz.
- SUAREZ SORUCO, R. y LOPEZ PUGLIESI, M. 1983 Formación Saipurú, nuevo nombre formacional para representar a los sedimentos superiores del Ciclo Cordillerano (Devónico Superior - Carbonífero Inferior). Revista Técnica de Y.P.F.B., Vól 9, N° 1 - 4, Cochabamba.
- SUAREZ SORUCO, R. 1983 Síntesis del desarrollo estratigráfico y evolución tectónica de Bolivia, durante el Paleozoico Superior. Revista Técnica de YPFB. Volúmen IX, N° 1 - 4, La Paz.
- SUAREZ SORUCO, R. 1989 El Ciclo Cordillerano (Silúrico - Carbonífero Inferior) en Bolivia y su relación con países limítrofes. Revista Técnica de YPFB. Volúmen 10, N° 3 - 4, Cochabamba.

- TRUJILLO, H. 1989 Nuevo hallazgo de fósiles de la Formación Taiguatí en la Serranía de Caipipendi, Santa Cruz. Revista Técnica de Y.P.F.B. Vól 10, N°s 1-2, Cochabamba.
- VARGAS, C. 1975 Interpretación geológico - fisiográfica de una imagen ERTS correspondiente al área de Camiri - Cuevo - Boyuibe, Sudeste de Bolivia. Anales de la IV Convención Nal. de Geología. Revista Técnica de Y.P.F.B., Vól 4, N° 3, Tomo III, La Paz.
- VARGAS, F. 1962 Informe geológico: Area Pirarenda - Iguembe - Ingre - Baizondo. Informe interno Y. P. F. B. Camiri.
- Y. P. F. B. 1972 Resumen de la Geología Petrolera de Bolivia. La Paz.
- Y.P.F.B. 1979 Reinterpretación estructural de los anticlinales Monteagudo - Iñaño, Santa Cruz.
- Y. P. F. B. 1988 Ciclos Tectosedimentarios. (Por: Ramiro Suárez Soruco). Santa Cruz.
- Y. P. F. B. 1990 Cuadro Cronoestratigráfico de Bolivia. Gerencia de Exploración (Por: Jaime Oller). Santa Cruz.



**CORPORACION REGIONAL DE DESARROLLO DE CHUQUISACA
GERENCIA DE PLANIFICACION Y PROYECTOS
DEPARTAMENTO DEL CENTRO DE INVESTIGACION Y DOCUMENTACION
UNIDAD DE RECURSOS NATURALES**

Telf. (064) 31955 - Telex 2698 CORDECH BV - Fax (064) 30141 - Casilla de Correo 136
SUCRE - BOLIVIA, Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad

MCMXCIV