

## III.2 Los recursos naturales

### III.2.1 Clima

Tal como es el caso en la mayoría de las APs de Bolivia no existen datos climáticos directos dentro del PN-ANMI Otuquis. Por definición, las APs se han establecido en zonas en buen estado de conservación, lo cual significa que no tienen poblaciones suficientemente grandes para tener registros climáticos. En el caso del PN-ANMI Otuquis se tiene registros de Puerto Suárez, de Roboré y algunas indicaciones de Bahía Negra en Paraguay de donde tenemos que extrapolar. Esto es más aceptable que en otras APs ya que no hay serranías al interior, como ocurre en todas las áreas del subandino. Sin embargo, el extrapolar y generalizar no reconocen la importancia del microclima proporcionado por inundaciones o bañados en algunos casos y por cobertura boscosa en otros. En otras palabras, al extrapolar se sugiere que hay condiciones climáticas homogéneas dentro del AP, cuando en la realidad las condiciones difieren mucho entre laderas chaqueñas erosionadas al sudoeste y Puerto Busch bajo dos o tres metros de agua, para dar dos ejemplos extremos.

Teóricamente la zona tiene un clima subtropical monzónico (Montes de Oca, 1989) o termotropical pluviestacional subhúmedo según Navarro (1999). A nivel práctico, la zona tiene un clima entre los más extremos del país. Popularmente se considera a Puerto Suárez como el lugar más caliente de Bolivia. Es interesante que Corumbá tiene la misma reputación para el Brasil (Correa, c.p.). El cuadro 7, con los datos de Puerto Suárez, demuestra que tiene períodos muy calientes, muy secos, otros muy fríos y otros muy húmedos. Tiene un promedio anual de temperatura de 25,8°C que es muy alto en sí, pero que esconde los períodos donde - durante meses- la temperatura máxima ronda los 40°C. Esconde también que cuando llegan frentes fríos la temperatura puede estar cerca de 0°C durante varios días seguidos. No existe ninguna serranía u otro obstáculo entre la zona y la Antártica.

La precipitación es fuertemente estacional con la mayor parte ocurriendo de noviembre a marzo. El cuadro 7 muestra que hay cinco meses donde el mínimo histórico (20 años) es 0 mm de precipitación. Esto demuestra una fuerte presión hacia condiciones xéricas. Es probable que sin el tremendo espejo de agua del Pantanal y de los bañados de Otuquis, esta zona tendría un clima casi desértico tal como ocurre en latitudes similares al interior de los otros continentes como África y Australia.

Para poder extrapolar notamos que Roboré tiene un promedio y una distribución muy similares de precipitación comparado con Puerto Suárez (Villarpando, et al, 2001) sugiriendo que no varía mucho dentro del AP en el eje este-oeste. En contraste, Bahía Negra, unos kilómetros al sur de Puerto Busch en Paraguay, recibe un 10% menos precipitación (Navarro y Maldonado, 2002) sugiriendo que hay un gradiente de menos precipitación de norte a sur. En base a estas estaciones podemos aseverar que el PN-ANMI Otuquis recibe en promedio aproximadamente 1.000 mm de precipitación al año y que tendría una temperatura media anual por encima de 25°C. Sin embargo, puesto que el clima es tan variable de un año al otro, las diferencias a lo largo del tiempo son mucho más notorias que las diferencias que puedan existir dentro del AP.

**Cuadro 7. Datos meteorológicos de Puerto Suárez**

Parámetros	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura promedio (°C)	28,0	24,8	27,3	25,6	23,6	22,4	21,7	23,5	25,8	21,4	28,1	28,0
Temperatura máxima (°C)	38,0	37,0	36,6	39,4	33,4	33,3	36,8	37,0	41,0	40,3	39,8	39,5
Temperatura mínima (°C)	14,0	9,2	12,5	22,0	3,0	1,0	0,0	-2,0	7,6	10,0	11,0	16,0
Humedad (%)	72	76	75	75	76	77	70	62	59	61	66	70
Precipitación promedio (mm)	166	163	104	89	47	37	22	25	49	77	105	131
Precipitación máxima (mm)	232	364	212	200	132	176	115	71	138	185	199	302
Precipitación mínima (mm)	98	6	4	18	0	0	0	0	0	13	0	24

Fuente: GAIA Systems Ltda, 2001

En términos de manejo, el clima tiene por los menos los siguientes tres aspectos para considerar:

1. Las altas temperaturas y la alta precipitación en algunos meses del año brindan las condiciones para una gran producción de material vegetal. Luego vienen meses secos y relativamente fríos que van desecando la vegetación. Entre los meses de septiembre a diciembre las temperaturas van ascendiendo hasta cerca de 40°C con poca o ninguna precipitación. Esto resulta en una gran susceptibilidad a los incendios, que vamos a denominar “la preparación de la gran fogata.”
2. El segundo tema climático de importancia es que la marcada estación seca obliga a que la fauna se concentre alrededor de lagunas y charcos remanentes facilitando así su caza masiva si es que no hay un control adecuado. Un control adecuado facilita la observación de la misma fauna, con fines de investigación o turismo.
3. Finalmente, el hecho de que haya condiciones tan diferentes estacionalmente, y de que año tras año haya tanta variación, produce un ambiente con mucho estrés abiótico. Es decir que los organismos necesitan una estrategia para sobrevivir en época de inundaciones, en época de sequía y con una alta probabilidad de quemaduras. Consideramos que sin un control adecuado es una zona de alto potencial de mortandad de diferentes especies de fauna.

### III.2.2 Fisiografía, geología y suelos

En general el PN-ANMI Otuquis no es muy complejo en términos de geología, siendo en buena parte llanuras aluviales cuaternarias. Debido a que la zona del PN-ANMI Otuquis está esencialmente fuera del precámbrico, no ha habido un estudio detallado de la geología de la zona y nos basamos en la información del PLUS (UTD-PLUS, 1995). Dentro del contexto del PN-ANMI Otuquis, la fisiografía, la geología y los suelos están tan ligados, compartiendo los mismos límites de acuerdo al PLUS, que hemos juntado toda esta información en un solo mapa (Mapa 4) con la información de distribución en el cuadro 8. Habiendo dicho que en general la geología no es complicada, en el mapa se puede apreciar que el ANMI es la zona más compleja, con todas las unidades representadas dentro de un área relativamente pequeña.

#### III.2.2.1 El escudo Chiquitano

De acuerdo al PLUS, el escudo Chiquitano sólo aflora en el norte del AP en la forma de dos unidades fisiográficas: serranías del escudo Chiquitano y pie de monte del escudo Chiquitano, representando el 2% del área total. Aparecen áreas pequeñas de serranía sólo en 1.745 ha o el 0,2% del AP (Cuadro 8). De éstas, 47 ha se encuentran en el límite noroeste del bloque río Pimiento y el resto está dentro del ANMI cubriendo el 1,7% de la misma. Desconocemos la geología precisa de estas serranías, aunque por su proximidad al cerro Mutún (3 km) no se descarta una edad precámbrica. El cerro Mutún mismo es remanente de una peneplanicie o pedimento de edad precámbrica (UTD-PLUS, 1995). Hay información no confirmada según la cual algunas de las colinas dentro del área serían de una formación similar al Mutún, y esto ha generado por lo menos una solicitud de concesión minera.

Hay un área mayor correspondiente a la unidad de pie de monte del escudo. Existen 18.461 ha dentro del AP, o el 1,8%. Hay fragmentos en el margen norte del bloque Río Pimiento en 1.766 ha, representando un 4,4% de ese bloque. Esta unidad se caracteriza por valles con algunas colinas, con laderas largas y suaves, y que representa una superficie bastante antigua de erosión. En términos geológicos, serían sedimentos paleozóicos (UTD-PLUS, 1995). Dentro de estos predominan sedimentos calcáreos, como los que afloran en los barrancos de Puerto Suárez y Corumbá, y que serían de edad cámbrica (Montes de Oca, 1989).

A pesar de que el material de partida sea en buena medida calcáreo, los suelos que se han desarrollado tienen serias limitaciones, en particular para el uso agrícola. En muchos casos hay capas endurecidas que dificultan la penetración tanto de la lluvia como de las raíces (UTD-PLUS, 1995). De acuerdo al PLUS, la tendencia es por Alfisoles de baja fertilidad y Oxisoles que por definición tienen baja fertilidad química. En algunos casos hay toxicidad inducida, particularmente en los Oxisoles (UTD-PLUS, 1995).



**Cuadro 8.** Distribución de unidades fisiográficas dentro del PN-ANMI Otuquis

Unidad fisiográfica	Total AP	% del total	Bloque Otuquis	% del bloque Otuquis	ANMI	% del ANMI	Bloque río Pimiento	% del bloque Río Pimiento
Serranías de escudo Chiquitano	1.745	0,2	-	0,0	1.699	1,7	46	0,1
Pie de monte del escudo Chiquitano	18.461	1,8	-	0,0	16.696	16,4	1.766	4,4
Serranías y colinas aisladas del Chaco	22.510	2,3	1.093	0,1	21.417	21,0	-	0,0
Meseta de sedimentos cretácicos y carboníferos del Chaco	390.285	39,0	390.285	45,5	-	0,0	-	0,0
Abanico aluvial antiguo	286.687	28,7	279.739	32,6	6.948	6,8	-	0,0
Llanura de inundación contemporánea	55.139	5,5	14.364	1,7	40.775	40,0	-	0,0
Pantanal	222.622	22,3	172.205	20,1	14.313	14,1	36.104	89,3
Laguna Cáceres	2.520	0,3	-	0,0	-	0,0	2.520	6,2

Fuente: Elaboración propia en base a UTD-PLUS (1995)

### III.2.2.2 Las serranías y colinas aisladas del Chaco

Dentro del ANMI existen las últimas estribaciones de las serranías y colinas que aparecen en dirección este-sudeste desde San José, pasando por Santiago de Chiquitos. Esta unidad representa un 2,3% del AP. En el ANMI, cubre un área de 16.695 ha, o 16% de su superficie. Existen también 1.093 ha dentro del bloque Otuquis en el límite con el ANMI (Mapa 4).

Reiteramos que no existe un estudio geológico que los clasifique más allá de sedimentos del Paleozoico y Alto Mesozoico, aunque algunos mapas de escala muy pequeña indican que serían principalmente del Silúrico (Montes de Oca, 1989).

De acuerdo al PLUS, los suelos que se han formado son arenosos y en general de baja fertilidad. Dependiendo de la pendiente, se han formado Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles y algunos Oxisoles. A pesar de la baja fertilidad, consideramos que estas unidades son muy importantes para la conservación ya que muchas veces están rodeadas de humedales donde representarían refugios para la fauna en tiempo de aguas altas. La coexistencia de los bañados de Otuquis y estas colinas dentro del ANMI, la constituyen en una de las zonas de mayor interés biológico del AP. En forma paralela también sirven de refugio para el ganado vacuno de las estancias, que se han ubicado cerca con este motivo. Desde un punto de vista ganadero serían lugares muy estratégicos.

### III.2.2.3 Meseta de sedimentos cretácicos y carboníferos del Chaco

En el extremo sudoeste hay una altiplanicie de sedimentos de areniscas consolidadas de formación relativamente antigua, o sea del Cretácico y del Carbonífero (UTD-PLUS, 1995). En términos de superficie es la unidad más grande con 390.285 ha, o sea 39% del total del AP. Sólo ocurre en el bloque Otuquis, y ocupa el 45% del bloque (Mapa 4 y Cuadro 8).

De acuerdo al PLUS, esta zona tendría suelos muy pobres con Alfisoles e Inceptisoles áridos de muy baja fertilidad. Queda claro en imágenes de satélite que es una zona muy erosiva, especialmente en los márgenes, donde se percibe claramente una serie de cañadas poco profundas. Como se verá más abajo la cobertura vegetal es poco densa y podría ser la unidad más frágil del AP. Sin embargo, pensamos que tendría un rol ecológico importante porque colinda en 92 km con los bañados de Otuquis, y representaría un refugio durante tiempos de aguas altas. Es posible que soporte importantes poblaciones de fauna silvestre porque en tiempo seco los animales pueden aprovechar remanentes de agua de los bañados. Es más, es la zona más aislada del AP donde no ha habido mucha penetración desde que se hicieron líneas de prospección sísmica en los años 70'. Como resultado, las poblaciones de fauna estarían bastantes intactas.

#### III.2.2.4 Abanico aluvial antiguo

El resto del área consta de sedimentos del Cuaternario en términos geológicos, pero que difieren mucho entre sí: abanico aluvial antiguo, llanura aluvial contemporánea y el Pantanal. Análisis de imágenes de satélite muestran un gran abanico aluvial relacionado al río Tucavaca u Otuquis. Esta forma de abanico se reconoce en todos los mapas temáticos que veremos a continuación (fisiográfico, vegetación, capacidad de uso de la tierra y zonas inundables). Los abanicos aluviales se forman en zonas donde los ríos desembocan en lugares de drenaje poco desarrollado, es decir donde no hay un cauce desarrollado que pueda evacuar el agua eficientemente. A través del tiempo el río va depositando más sedimentos en el cauce incipiente y éste va migrando. Está claro que el canal principal del río Tucavaca ha ido migrando hacia el norte desde la frontera con el Paraguay, y ahora estaría aproximándose al lado sur de la línea férrea.

En la porción sur del abanico se nota patrones de inundación en la forma de ríos, o por lo menos un sistema de canales donde hay mayor humedad durante todo el año. Aparentemente este sector todavía recibe aguas del río Tucavaca, es decir tendría más humedad que la producida por lluvias. Toda esta dinámica requiere de mayores estudios. Este abanico forma parte de los bañados de Otuquis, pero aparentemente tendría menos inundación, y con menor frecuencia, que el canal contemporáneo al norte.

Cabe mencionar que en todo el extremo suroeste del abanico hay una sub-unidad fisiográfica en la forma de media luna, que separa los bañados de Otuquis del Pantanal. Como se verá más abajo esta unidad tiene menos humedad en todo el año que cualquiera de los dos humedales que separa. Parecería que esta unidad forma una barrera entre los dos humedales, pero desaparece unos 20 km al sur del Mutún, dando lugar a una apertura a través de la cual habría la mayor parte del intercambio entre los bañados de Otuquis y el Pantanal. Este dique no ha sido estudiado, pero se piensa que ha tenido una formación de tipo morrena, donde las inundaciones llegan casi hasta el Pantanal, y los sedimentos arrastrados se van depositando y formando una altura en el extremo del abanico. Obviamente todo el abanico aluvial es de formación cuaternaria, pero no se sabe con qué frecuencia e intensidad va migrando el canal principal.

El PLUS describe al abanico como una llanura aluvial antigua donde los suelos serían Inceptisoles y Vertisoles (hidromórficos) pero de relativamente buena fertilidad. Sugiere que las texturas son finas (gredosas) pero pensamos que debido al proceso de abanicos aluviales existirían capas de suelos más arenosos en las alturas relativas. A pesar de la relativa fertilidad habrían serias limitantes debido a las llenuras y consecuentes cambios de curso de los canales principales.

#### III.2.2.5 Llanura de inundación contemporánea

En el margen norte del abanico está la llanura aluvial contemporánea del río Tucavaca u Otuquis, que tendría una forma alargada en sentido sudeste, desde la comunidad Candelaria, pasando por el ANMI y conectando con el Pantanal al sur del cerro Mutún (Mapa 4). Al sur de la estancia San Silvestre este canal principal de los bañados desprende un brazo que va al norte del ANMI y vuelve a cruzar la carretera desembocando en la laguna Cáceres por la quebrada San Ceferino. En otras palabras, el río Tucavaca llega a desembocar parcialmente en la laguna Cáceres en tiempo de aguas altas. En Febrero del 2003 se constató que efectivamente a la altura de Tacuaral, el agua corría por debajo de la carretera en sentido de sur a norte. En tiempo de lluvia esto tendría la forma de un río amplio, formando la parte más baja, y por ende más inundada, de los bañados de Otuquis.

Esta unidad ocupa 55.139 ha o 5,5% del área total del AP (Cuadro 8). En otras palabras los principales bañados de Otuquis ocupan un 5,5% de la superficie del AP. Esta unidad ocurre principalmente en el ANMI cubriendo 40.775 ha o el 40% de su superficie, siendo por mucho la unidad más importante de este bloque. También ocurre en el bloque Otuquis, pero con 14.364 ha sólo ocupa el 1,7% de este bloque. Esta unidad es relativamente reciente y obviamente de formación cuaternaria.

De acuerdo al PLUS, los suelos serían Alfisoles y Vertisoles hidromórficos de relativamente buena fertilidad pero con serias limitaciones por las inundaciones. Indican que ocasionalmente se encuentran áreas salinas o alcalinas.

### III.2.2.6 Pantanal

Finalmente, se destacan las llanuras aluviales de inundación profundas y prolongadas del sistema del río Paraguay. Tiene un área total de 222.622 ha o el 22,3% de la AP. Cubre el 20,1% del bloque Otuquis, el 14,1 % del ANMI y un 89,3% del bloque río Pimiento.

Aquí los suelos serían Entisoles y Vertisoles hídricos y sub-hídricos, con el obvio limitante de sufrir inundaciones regulares hasta una profundidad de 5 m. Obviamente esto quiere decir que son sedimentos contemporáneos o cuaternarios. La vegetación, como se mostrará abajo, se presta al pastoreo en época seca y forma la base del sistema de ganadería en el Pantanal.

### III.2.3 El sistema hídrico y la distribución de humedales

Hasta aquí se ha reiterado la importancia de los humedales que se encuentran dentro del PN-ANMI Otuquis. Al preparar el proceso de planificación, se detectó que se desconocía lo más fundamental de estos ecosistemas. Qué lugares se inundan, qué lugares nunca se inundan y cuáles son los patrones de inundación. Como resultado, se dio prioridad este tema, proponiendo en la propuesta de trabajo un estudio nuevo específico (Anexo 6). Dentro de este estudio se analizaron imágenes de satélite en base a radar (Mapa 5a) e imágenes LANDSAT de múltiples fechas (Mapa 5b). Como se verá a continuación, el estudio ha demostrado que se desconocía mucho sobre el tema, y en particular sobre los bañados de Otuquis, pues los planos y cartas oficiales lo colocan en un lugar muy equivocado.

Primero, es importante definir exactamente qué es lo que se ha tomado por humedal. La definición de trabajo ha sido:

*Los humedales son "áreas en donde la saturación con agua es el factor dominante que determina la naturaleza del desarrollo del suelo y del tipo de comunidades de plantas y animales que viven en el suelo o en su superficie. La característica que todos los humedales comparten es que el suelo o el sustrato está, al menos periódicamente, saturado o cubierto con agua. Los humedales son áreas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres, en donde el nivel freático usualmente está al nivel de la superficie o cerca de ésta, o la superficie está cubierta por aguas someras" (www.ramsar.org).*

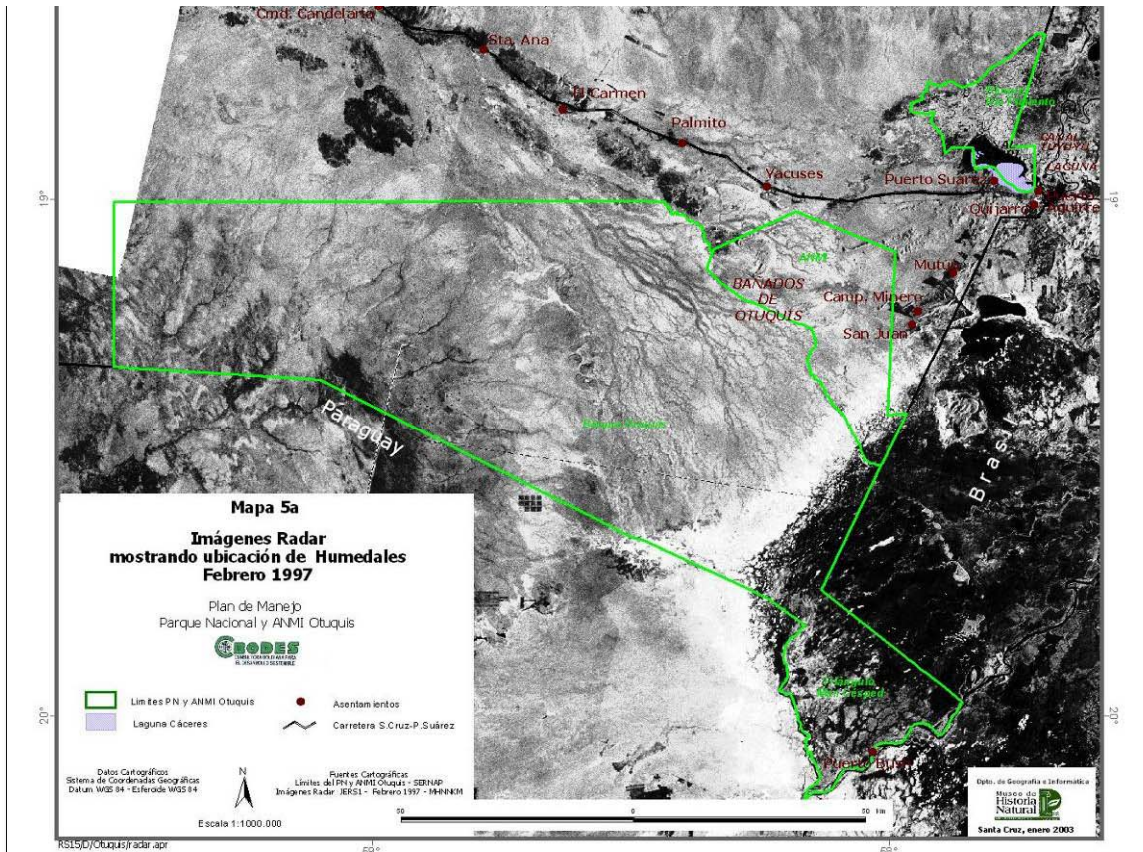
Segundo, es fundamental saber ¿Cuándo se inundan los bañados?

Considerando los datos de la Estación Meteorológica de Puerto Suárez (Cuadro 7), el promedio de las precipitaciones en los años 1986/2000 para el área muestra como el periodo más lluvioso el de noviembre a marzo, con los meses de diciembre y enero como los de máxima precipitación. El periodo más seco es el de abril a octubre, con los meses de junio y julio como los de mínima precipitación. De acuerdo a este análisis se supondría que para el área del PN-ANMI Otuquis, el periodo de noviembre a marzo es de *aguas altas* y el de abril a octubre de *aguas bajas*. Esto parece ser más o menos la situación en lo que concierne a los bañados de Otuquis, que se nutren del río Tucavaca, pues se trata de una cuenca relativamente pequeña donde los niveles de agua corresponden más de cerca a las lluvias.

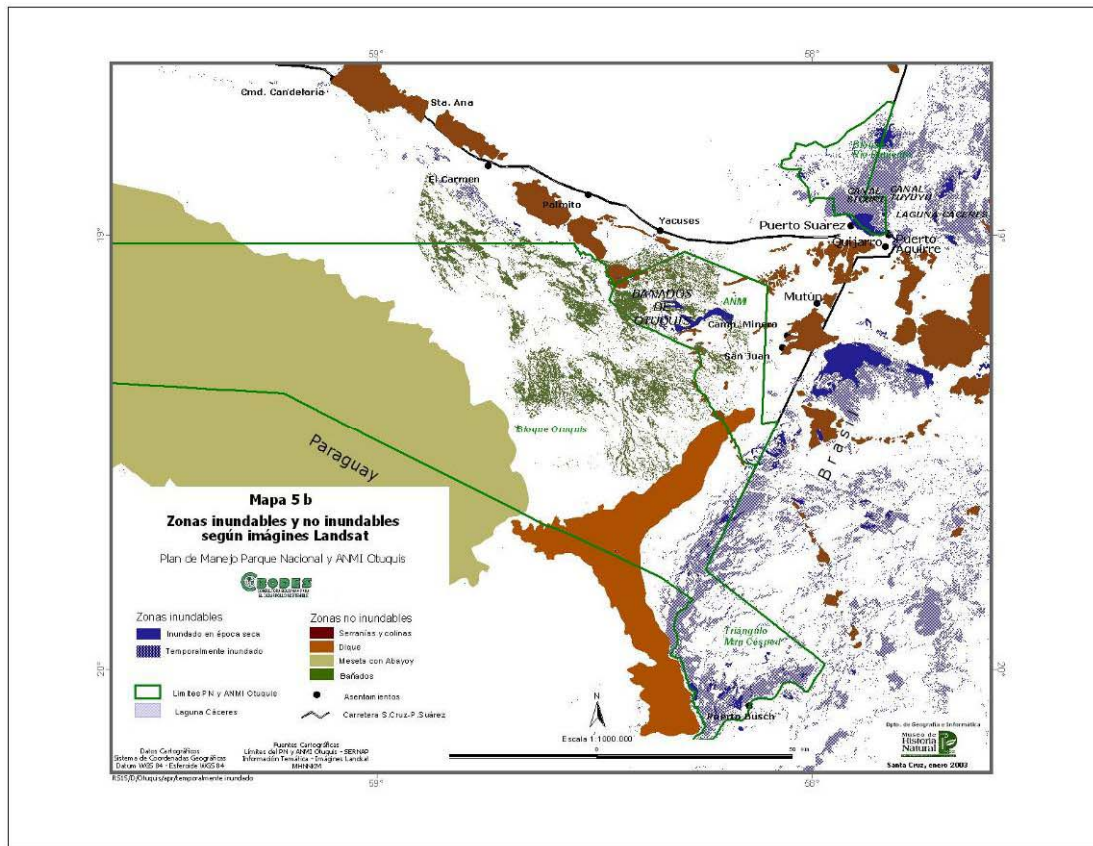
En contraste, la cuenca del Alto Paraguay es enorme, y hay una demora larga entre las precipitaciones principales y los niveles máximos de inundación. El agua puede demorar hasta tres meses para cruzar el Gran Pantanal de norte a sur (Wilcox, 1992). El Servicio de Hidrografía Naval de Bolivia oficialmente considera que *aguas altas* (máximos niveles de inundación) corresponde al periodo de enero a junio mientras *aguas bajas* (mínimos niveles de inundación) corresponde al periodo de julio a diciembre.

Sin embargo, el análisis de las imágenes satelitales de diferentes fechas en diferentes años muestra que hay gran variación de un año a otro (Anexo 6). Para este estudio se evaluaron varias imágenes de diferentes fechas para cada zona, y el momento de mayor sequía en la zona de la laguna Cáceres ocurrió

Mapa 5a Radar



Mapa 5b



en el mes de febrero de 2000 y el de mayor inundación se dio en el mes de abril de 2000 (Mapa 6a). Estas enormes diferencias se deben a muchos factores climáticos, hidrográficos, edáficos, de relieve, y comunicación con cuencas vecinas.

En resumen se puede decir que en la mayoría de los años los bañados de Otuquis tienen momentos de aguas altas entre enero y marzo, mientras que en el Gran Pantanal suceden de abril a junio. Esto llega ser muy complejo ya que hay puntos donde el agua corre en diferentes direcciones, dependiendo de la época y los niveles relativos de los dos humedales. Por ejemplo, el canal Tamengo llega a fluir hacia la laguna Cáceres cuando el río Paraguay está subiendo. El resto del tiempo fluye hacia Corumbá.

Quedaría por definir la distribución de los humedales. Se decidió para este estudio, no agrupar las imágenes por *aguas altas* o *aguas bajas* sino por la inundación distinguida en el análisis visual de las mismas, de manera que se pueda conocer los cambios a los que están sujetos los humedales al nivel de escalas espaciales y multitemporales. Usando las imágenes más "secas" y más "húmedas" para cada zona, se ha intentado distinguir entre los lugares que están siempre inundados, los lugares que nunca se inundan, y aquellas zonas que se inundan estacionalmente.

En el cuadro 9 y mapa 5b se distinguen las siguientes unidades en **las zonas inundables**:

**Áreas de inundación profunda en época húmeda** - a grandes rasgos corresponden a la extensión máxima del Pantanal dentro del AP. Cubre 143.785 ha o el 14% del AP. Los mapas 5a, 6a y 6b muestran cómo se llega a tener grandes espejos de agua profunda.

**Áreas de inundación profunda en época seca** - resultan ser zonas de suma importancia pues se trata de lugares estratégicos para la fauna silvestre, los ganaderos y los pescadores. Sólo cubre el 1% del AP y la cuarta parte de esto corresponde a la laguna Cáceres.

Para los bañados de Otuquis se notan dos patrones distintos:

El **abanico 1** corresponde a la zona de los bañados de Otuquis en época de aguas altas en la zona del Pantanal. Aparentemente ya no llega mucha agua por el río Tucavaca, entonces su extensión es menor, representando un 6% del APa. Sin embargo, sumado a los 14% del Pantanal, se tiene que la inundación máxima del área llega a cubrir un total del 20% del AP.

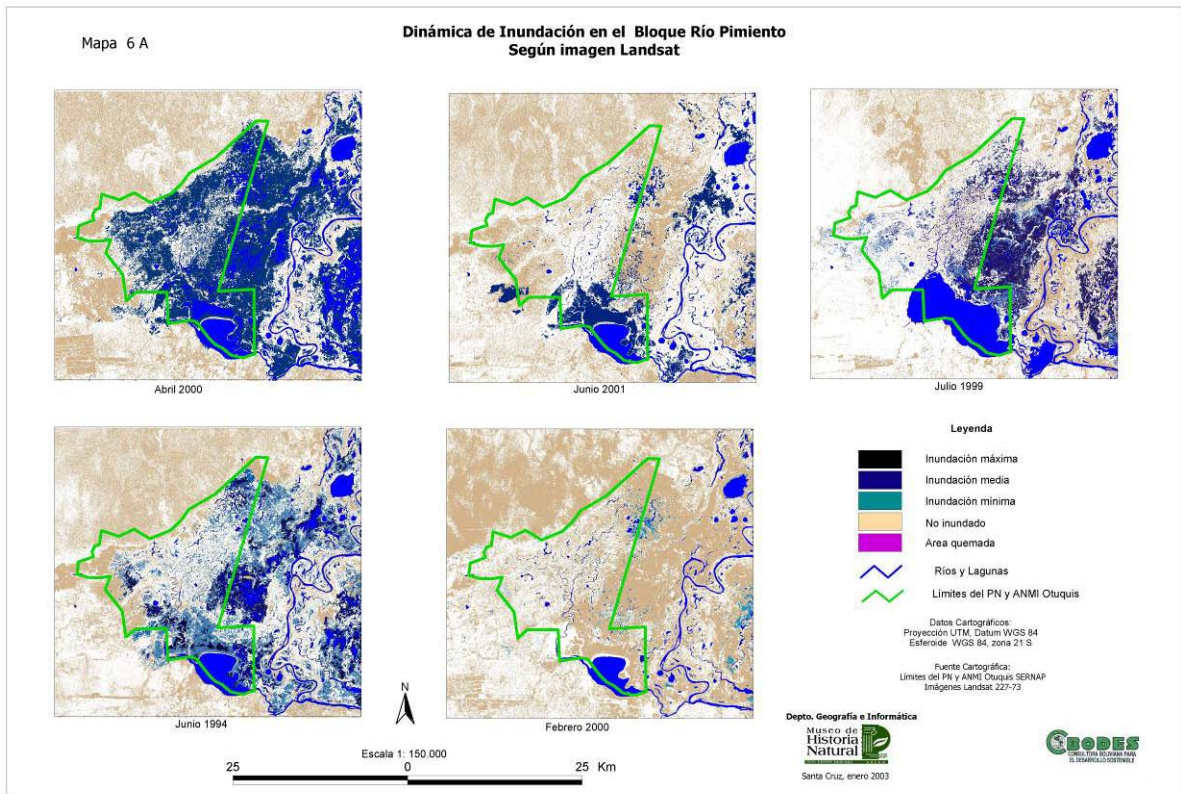
Se distinguió otra unidad, el **abanico 2**, que corresponde a la zona de los bañados de Otuquis cuando están en su máxima extensión, pero cuando el Pantanal sigue bastante seco. El abanico 2 llega a cubrir un 7% del AP o 74.221 ha. Como se ha mencionado, un área similar de los bañados de Otuquis quedó fuera del AP, en el sector del río Tucavaca hasta Candelaria y el municipio de Roboré, donde ya estaría protegido dentro de la Reserva Municipal de Tucavaca.

El análisis para este plan de manejo ha resaltado la existencia de otra unidad que se ha denominado el **dique**, que corresponde a una zona en forma de media luna que divide al abanico de Otuquis y el Pantanal y que ocupa un 5% del AP. Aparentemente esta zona se inunda con muy poca frecuencia y las diferentes imágenes de satélite, y en particular la de radar (donde se resalta con un color casi blanco en el Mapa 5a), sugieren que se trata de suelos secos durante buena parte del año. La mayoría de las estancias de la zona se han establecido sobre este dique. Anteriormente había un número mayor de estancias, pero fueron abandonadas con la inundación de 1974 que sobrepasó este dique natural. Como se verá más abajo esta zona es muy propensa a las quemadas, no sólo ahora, sino también hace al menos 15 años (Resnikowski, 2002).

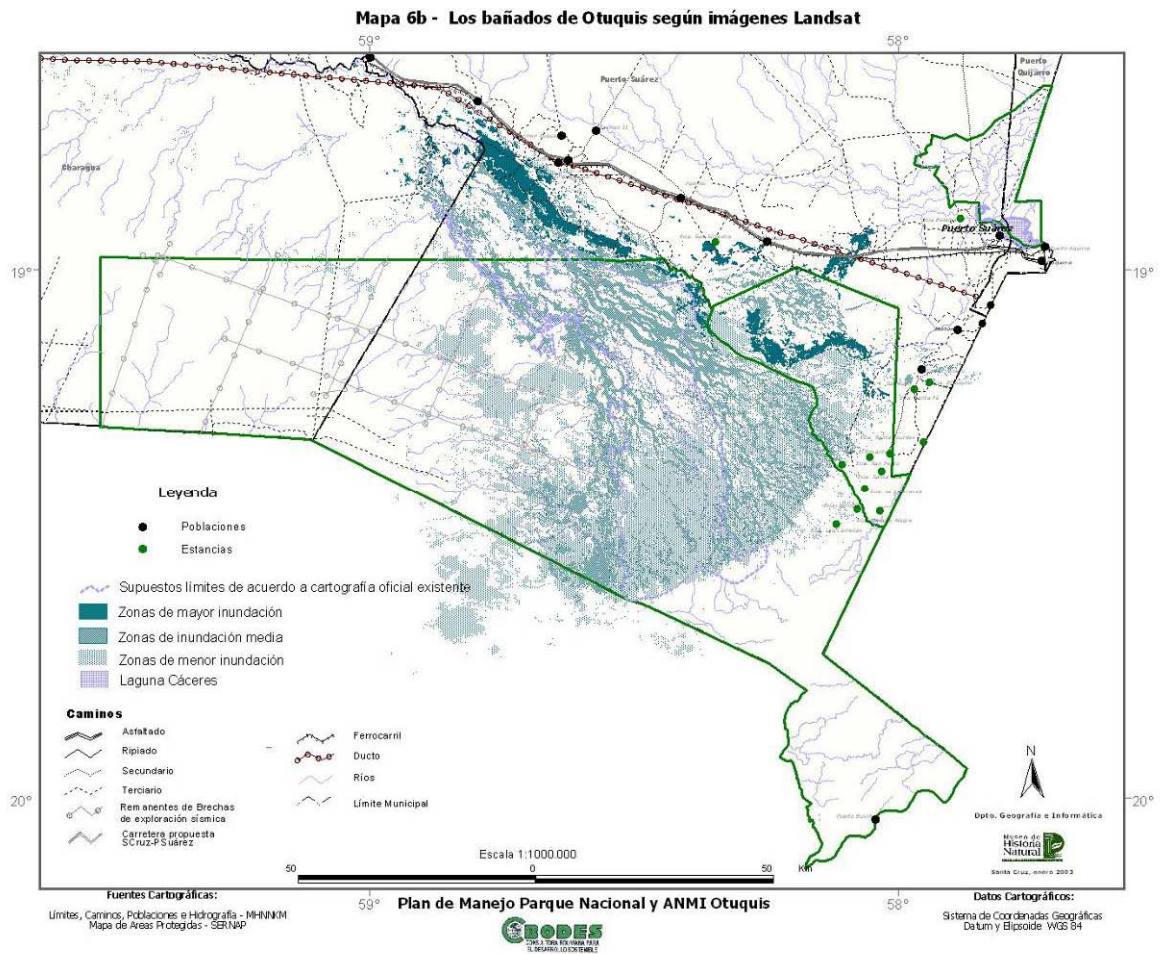
De las **zonas que nunca se inundan** se han resaltado dos:

La primera estaría formada por las **serranías** que se han digitalizado a partir de las imágenes de satélite. En general son colinas bajas pero que están relativamente alineadas entre sí. Algunas afloran en los bañados de Otuquis mientras que otras se encuentran en el Pantanal. Ocupan sólo el 0,5% del AP, pero donde ocurren son de suma importancia en época de aguas altas, tanto para la fauna silvestre como para el ganado vacuno.

Mapa 6<sup>a</sup>



Mapa 6b



RS160 / Otuquis/bañados.mxd

En el mapa 5b se distingue una unidad grande que denominamos **meseta de Abayoy**, la cual cubre un 33% del AP. Este sector nunca se inunda y su zona de transición a los bañados mide 92 km de longitud. En toda esta extensión sería muy importante como refugio para vida silvestre en época de aguas altas. Dentro del AP no hay estancias en este sector, pero se nota que en Paraguay hay grandes estancias y bastante deforestación en esta zona de transición.

**Cuadro 9.** Distribución de zonas inundables y no inundables dentro del PN-ANMI Otuquis

Categoría	Unidad	Total del AP (ha)	% del AP	Bloque Otuquis	% de la unidad	ANMI	% de la unidad	Bloque río Pimiento	% de la unidad
Zonas inundables	Áreas de inundación profunda, época húmeda	143.785	14	112.278	78	4.569	3	26.938	19
	Áreas de inundación profunda, época seca	10.609	1	3.537	33	3.889	37	3.184	30
	Bañado de Otuquis o abanico 1*	58.717	6	46.113	79	12.604	21	-	-
	Bañado de Otuquis o abanico 2*	74.221	7	53.727	72	20.494	28	-	-
	Dique*	46.872	5	43.957	94	2.915	6	-	-
Zonas que nunca se inundan	Serranías*	5.513	0,5	1.612	29	3.901	71	-	-
	Meseta de Abayoy	334.128	33	334.128	100	-	-	-	-

Elaboración propia (Anexo 6)

Habiendo establecido el área total de cada unidad hay que resaltar que las condiciones y dinámicas varían mucho en los tres humedales principales:

**1. Bloque río Pimiento:** Esta área abarca la laguna Cáceres, río Pimiento y bañados de San Antonio, y se manifiestan contrastes muy marcados con relación a la extensión que abarca lo inundado (Mapa 6a). Se puede observar que el mes de mayor inundación fue abril del 2000, cubriendo un 81% del área, mientras que la mínima inundación (registrada en el mes de febrero del 2000) abarcó un 10% del área. Se observa que el nivel de inundación de la laguna Cáceres depende de dos fuentes principales: al noroeste el río Pimiento, alimentado por los bañados de San Antonio y por la cuenca Cáceres (bahía de Cáceres, El Salvador, San Eugenio, la Bahía, Quebrada del Km 17, quebrada Curiche) y al noreste el río Sicurí que proviene del río Paraguay (canal Tuyuyú en la parte brasileña).

Cuando el agua en el Pantanal se encuentra en su nivel más bajo de inundación, se puede evidenciar la discontinuidad de los afluentes principales (Tuyuyú y Pimiento). Por otra parte, los pequeños arroyos y quebradas que alimentan la laguna Cáceres desaparecen, manteniéndose el flujo de agua con el canal Tamengo, que conecta directamente al río Paraguay.

Otro ejemplo de la complejidad de la inundación es la variación del perímetro base de la laguna Cáceres. Cuando existe la inundación más extensa (abril 2000) este perímetro se mantiene visible. En contraste, en el momento de retroceso de aguas (julio 1999) la imagen muestra que el perímetro base de la laguna ha sido sobrepasado, y la extensión de la laguna estaría en su máxima expresión (Mapa 6a). Estas imágenes respaldan la posición de que cada año las inundaciones son únicas (Wilcox, 1992), dependiendo de qué partes de la cuenca ha tenido más lluvias, y de qué sedimentos habrían sido depositados el año anterior.

**2. Bañados de Otuquis:** El mapa 6b es una aproximación de los bañados de Otuquis. Como mencionamos anteriormente tiene dos características principales: una parte en la forma de abanico al sur donde el agua se transportaría en antiguos canales (paleocauces). La otra parte es la llanura contemporánea en el margen norte del abanico, en un azul más oscuro. Muestra que el canal principal traspasa el ANMI y conecta con el Pantanal al sur de San Juan de Mutún. Otro brazo pasa al norte desembocando a la laguna Cáceres por el canal San Ceferino. Debido a que la mayor parte de los bañados está cubierta de bosque, ha demostrado ser más difícil estudiar los cambios de inundación mediante imágenes LANDSAT. Sobrevuelos en época de lluvias sugieren que hay un espejo de agua casi continuo, pero que está escondido por el bosque (Marcus, c.p). Se esperaba contar con más fechas de imágenes radar, que supuestamente muestran humedales a pesar de la cobertura vegetal, pero éstas no se encuentran disponibles todavía.

El mapa 6b muestra que un porcentaje importante de los bañados más profundos están fuera del AP, en sentido noroeste, hacia la desembocadura del río Tucavaca en Candelaria. También demuestra el grado de equivocación sobre la distribución de los humedales de acuerdo a cartografía oficial del IGM.

**3. El triángulo de Man Césped:** El mapa 6c demuestra que para el sector de Puerto Busch, la imagen disponible de mayor inundación sería de mayo de 1989, donde se observa una inundación casi completa, cubriendo un 93% del triángulo. Se nota claramente la fila de colinas en Brasil que luego continúa en Bolivia en el límite entre el ANMI y el bloque Otuquis. En contraste, en noviembre de 1999 solamente se observa un 5% de inundación, que corresponde a las pequeñas lagunas y quebradas y sus áreas de rebalse.

Es interesante comparar las imágenes de junio 2000 y junio 2001. Aunque sean del mismo mes de años consecutivos, el porcentaje de inundación es muy diferente. Sin embargo, ambas imágenes sugieren que al bajar las aguas hay una concentración de agua más profunda en la frontera con Brasil, que cruzaría el triángulo de Man Césped y baja por la frontera con Paraguay, tomando el nombre de río Negro.

#### Las principales conclusiones de este análisis son:

- Existen dos patrones de inundación, el primero corresponde a los bañados de Otuquis, y coincide más de cerca con las precipitaciones de la zona. Es decir, sus niveles máximos estarían en marzo o abril.
- El otro patrón de inundación es el del Gran Pantanal, donde hay una gran demora en la subida de las aguas con relación a la época de lluvia. Es así que pueden haber aguas altas en julio, después de algunos meses de escasa lluvia a nivel local. Este patrón se mantiene tanto en el bloque Otuquis como en el bloque río Pimiento.
- Las zonas de máxima inundación de los bañados de Otuquis están mucho más al norte de lo que se pensaba, pasando aproximadamente por lo que es el límite entre el bloque Otuquis y el ANMI. Es más, buena parte del ANMI resulta ser humedal, dando lugar a preguntarse si es que no se le debería dar un mayor nivel de protección.
- Se confirma que en la época de aguas altas una parte de los bañados de Otuquis vuelven a cruzar la carretera de sur a norte y desembocan en la laguna Cáceres. En otras palabras, la laguna Cáceres resulta ser parte de la cuenca del Tucavaca, por lo menos durante algunos meses del año.
- Queda claro que en algunas épocas todo el triángulo de Man Césped queda bajo inundación de uno a varios metros de profundidad.
- Los dos patrones no simultáneos de los humedales podrían ser importantes a nivel de conservación, ya que para algunas especies se prolongaría la época de aguas altas. O por el contrario, algunas especies podrían tener la estrategia de moverse entre los dos humedales para aprovechar la época de aguas bajas que tampoco ocurren simultáneamente.
- Si se suman las áreas máximas de inundación de los tres humedales, representan un 20% del AP.

### III.2.4 Capacidad de uso mayor de la tierra

Existe una generalización importante que se puede aseverar sobre los suelos en la zona de Otuquis: Si los suelos se encuentran en alturas tienden a ser suelos pobres con limitaciones químicas y físicas. En contraste, los suelos que se encuentran en las llanuras de inundación tienen la obvia limitación de inundaciones de hasta 5 m de agua. El intento de cultivar estas tierras sería muy riesgoso porque los patrones de inundación son muy complejos e impredecibles.

Los mejores suelos se encuentran en el abanico aluvial de los bañados de Otuquis, pero éstos no se han aprovechado en la agricultura o pecuaria debido a la barrera que forma el canal principal de los bañados de Otuquis, y que corre en sentido sudeste aproximadamente desde Candelaria. En conclusión, se puede decir que el potencial de uso agropecuario en la zona tiene en general serias limitaciones. Por esto, y por la importancia de su conservación, el Plan de Uso del Suelo de todo el departamento de Santa Cruz (UTD-PLUS, 1995) propuso esta zona como área protegida.

El mapa 7 combina la información del PLUS sobre Capacidad de Uso de la Tierra y el Potencial Forestal. Comenzando por el lado forestal, se ve que existen dos franjas con potencial forestal "regular", una al sur de Santa Ana y El Carmen y la otra dentro del ANMI. El resto del área prácticamente no tendría potencial de explotación forestal. Aún la categoría de potencial "regular" no es muy significativa y esto se refleja en la ausencia de concesiones forestales en el AP. Principalmente su potencial forestal es para leña o postes.

En términos de Capacidad de Uso Agropecuario (de acuerdo al PLUS) se puede ver que ninguna parte del AP se libra de limitaciones (entre leves y severas) para este uso. Sólo viendo los suelos, posiblemente la zona más apta sería el abanico aluvial de los bañados de Otuquis, donde el principal limitante es el drenaje imperfecto y la alta probabilidad de inundación. A nivel práctico, esta zona no es apta para el uso agropecuario porque requiere atravesar el río Tucavaca y los principales bañados, que llegan a tener varios kilómetros de ancho. Se requeriría bastante inversión de infraestructura para habilitar la zona. En contraste, el valor de la zona en términos de conservación es tan alto que se puede decir que el costo de oportunidad de convertirla en área protegida es muy bajo.

Una prueba de la baja capacidad de uso de los suelos es que aún antes de ser AP el área fue casi inhabitada.

Mapa 7

