

Dos Caminos y un Lago

*Análisis económico del desarrollo de infraestructura
en la cuenca del río Beni*

Two Roads and a Lake

*An economic analysis of infrastructure
development in the Beni river watershed*

John Reid

1999

Acknowledgements

This report was made possible by the generous support of the W. Alton Jones Foundation. CSF is grateful for additional support provided by the Tarbell Family Foundation.

CSF wishes to thank the following people and institutions for their orientation, criticism and assistance, while recognizing that the findings of this report are those of its author and the Conservation Strategy Fund only: Juan Pablo Arce and Patrizia Pierantoni, Conservation International; Marianella Curi and Jaime Escobar, Liga de Defensa del Medio Ambiente; Roger Mattos, P.S.M. S.R.L., Consultores; Julio Melgar, Interamerican Development Bank; Patricia Molina, Foro Boliviano del Medio Ambiente y Desarrollo; Rosamaria Ruíz, Fundación EcoBolivia; Jorge Molina, Instituto de Hidráulica e Hidrología, Universidad Mayor de San Andrés; Carlos Espinoza, Veterinarios Sin Fronteras; Daniel Robeson; Joe Vieira; John and Sara Musinsky, Conservation International; Douglas Mason and George Taylor, United States Agency for International Development; Máximo Lieberman, Servicio Nacional de Caminos; Monti Aguirre and Glen Switkes, International Rivers Network; Deborah Moore, Environmental Defense Fund; and Isabelle Daillant. Thanks also to Elisabeth Lehnhoff for her excellent translation work.

About CSF

The Conservation Strategy Fund is an organization dedicated to providing conservation professionals with skills and technical assistance for analyzing economic and public policy dimensions of ecosystem conservation.

The organization's goal is to improve environmental policy-making by enabling the analysis and free dissemination of technical information on major conservation and development issues. Since its founding in 1998, CSF has joined with the Smithsonian Institution to conduct a major conservation economics training initiative for Latin Americans. CSF has also analyzed infrastructure development in South and Central America.

Reconocimientos

Este informe se pudo realizar gracias al apoyo generoso de la Fundación W. Alton Jones y la ayuda adicional de la Fundación de la Familia Tarbell.

CSF desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones por su orientación, sus críticas y su ayuda, a su vez que reconoce que las conclusiones de este informe pertenecen exclusivamente a su autor y a Conservation Strategy Fund: Juan Pablo Arce y Patrizia Pierantoni, Conservation International; Marianella Curi y Jaime Escobar, Liga de Defensa del Medio Ambiente; Roger Mattos, P.S.M. S.R.L., Consultores; Julio Melgar, Interamerican Development Bank; Patricia Molina, Foro Boliviano del Medio Ambiente y Desarrollo; Rosamaria Ruíz, Fundación EcoBolivia; Jorge Molina, Instituto de Hidráulica e Hidrología, Universidad Mayor de San Andrés; Carlos Espinoza, Veterinarios Sin Fronteras; Daniel Robeson; Joe Vieira; John y Sara Musinsky, Conservation International; Douglas Mason y George Taylor, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID); Máximo Lieberman, Servicio Nacional de Caminos; Monti Aguirre y Glen Switkes, International Rivers Network; Deborah Moore, Environmental Defense Fund; y Isabelle Daillant. CSF también agradece a Elisabeth Lehnhoff por su excelente trabajo de traducción.

¿Quién es CSF?

Conservation Strategy Fund es una organización dedicada a desarrollar destrezas y a proveer asistencia técnica a profesionales de la conservación, a fin de capacitarlos para analizar las dimensiones políticas y económicas de la conservación de los ecosistemas. La organización se propone mejorar la formulación de políticas ambientales al posibilitar el análisis y la libre diseminación de información técnica sobre temas fundamentales de conservación y desarrollo. Fundada en 1998, CSF se unió al Instituto Smithsonian en una importante iniciativa de capacitación dirigida a latinoamericanos cuyo tema fue la economía de la conservación. CSF también ha analizado el desarrollo de infraestructura en Sur y Centroamérica.

Conservation Strategy Fund
17670 Indian Creek Road
P.O. Box 153, Philo, CA 95466
t: 707-895-2999
f: 707-895-2997

info@conservation-strategy.org
www.conservation-strategy.org

© 1999 Conservation Strategy Fund, All rights reserved
All photos by John Reid
Design and Printing by Inkworks Press
Printed on recycled paper

Resumen Ejecutivo

Executive Summary

La región del Noroeste de Bolivia, el punto de encuentro entre los Andes y las tierras bajas del Amazonas, según el criterio con que se analice, se considera tanto un rico tesoro natural como un vacío verde y subdesarrollado. En 1995, el gobierno de Bolivia protegió oficialmente 1,8 millones de hectáreas de bosque tropical lluvioso, bosques nubosos, bosques caducifolios raros y una variedad de especies de flora y fauna casi únicas en las reservas naturales del mundo. Esta nueva área protegida, denominada Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, colinda con la Reserva de Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas, de 400.000 hectáreas de extensión. Además de su riqueza natural, estas áreas protegidas adyacentes son el hogar de los pueblos indígenas Tacana, Tsimane y Masetén. Sin embargo, para algunas personas estas reservas y sus alrededores representan una oportunidad económica sin explotar, en donde hay tierras y recursos naturales que Bolivia no puede dejar sin desarrollar. Esa opinión ha conducido a la proposición de fuertes inversiones en infraestructura en las áreas protegidas de Madidi y Pilón Lajas, y en sus alrededores.

El presente informe se centra en tres propuestas importantes de infraestructura en un esfuerzo por determinar el equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza en la región, y el tipo de infraestructura apropiada para el área. Para ello he recurrido a análisis económico tradicional y a instrumentos de economía ambiental. Los proyectos analizados son las propuestas para una represa en el río Beni, una carretera desde Apolo a Ixiamas vía Tumupasa, y la pavimentación y extensión de una carretera que uniría a San Buenaventura con Puerto Heath en la frontera con Perú.

The region of Northwest Bolivia where the Andes meet the Amazon plain is alternately considered a rich natural treasure and an under-developed green void. In 1995, the Bolivian government officially protected 1.8 million hectares of rain forest, cloud forest, rare deciduous forest and an array of plant and animal species nearly unsurpassed in the world's nature reserves. The new protected area is called the Madidi National Park and Natural Integrated Management Area, and is adjacent to the 400,000-hectare Pilón Lajas Biosphere Reserve and Indigenous Territory. In addition to their natural wealth, these side-by-side protected areas are home to Tacana, Tsimane and Maseten indigenous people. But to some, these reserves and their environs represent untapped economic opportunity. They hold land and natural resources Bolivia can ill afford to leave undeveloped. That view has led to the proposal of major infrastructure investments in and around the Madidi and Pilón Lajas protected areas.

In this report, I focus on three major infrastructure proposals in an attempt to determine what tradeoffs, if any, there are between economic development and nature conservation in the region and what sort of infrastructure is appropriate for the area. To do that, I use traditional economic analysis, as well as tools of environmental economics. The projects analyzed are the proposed Bala dam on the Beni River, a proposed road from Apolo to Ixiamas, via Tumupasa, and paving and extension of a road from San Buenaventura to the Peruvian border at Puerto Heath.

This analysis found that none of these projects is economically beneficial, even before considering environmental costs. The Bala dam investment would stand at most an 11 percent chance of breaking even or better in financial terms and would have at most a 19 percent probability of economic viability. Its financial losses would likely be between \$293 million and \$1.011 billion in net present value (NPV) terms. The Apolo-Tumupasa road would produce a NPV of around negative \$16.31 million and the San Buenaventura-Puerto Heath road would lose an additional \$24.78 million. In per capita terms, the total loss from this suite of projects could top \$137 for every Bolivian citizen. There is, therefore, no tradeoff between these particular development projects and environmental protection: Bolivia would save money by leaving the ecosystems of the Madidi-Pilón Lajas area alone, or pursuing very different development plans.

Similar factors are responsible for the negative results in all three case studies: First, the Madidi-Pilón Lajas area is an area with low population density and very limited access to large domestic or international markets. As a result, large-scale infrastructure investments do not have sufficient beneficiaries or stifled economic potential to offset their considerable costs. Massive colonization could potentially change that, but agricultural colonization is discouraged by the new land use plan for the area due to poor soils, legal considerations and significant environmental values.

El presente análisis encontró que ninguno de estos proyectos es rentable en términos económicos, aun antes de tomar en consideración los costos ambientales. La inversión en la represa del Bala tendría una probabilidad máxima de un 11 por ciento para alcanzar un punto de viabilidad financiera, mientras que su viabilidad económica tendría una probabilidad máxima de un 19 por ciento. Sus pérdidas económicas oscilarían entre \$293 millones y \$1.011 millones en términos de su valor actual neto. La carretera Apolo-Tumupasa generaría un valor actual neto negativo de \$16,31 millones, mientras la carretera San Buenaventura-Puerto Heath registraría una pérdida adicional de \$24,78 millones. Expresado en términos per cápita, la pérdida total de esta serie de proyectos podría llegar a representar \$137 por cada ciudadano boliviano. Por lo tanto, no existe una compensación entre estos proyectos de desarrollo en particular y la protección del medio ambiente: Bolivia ahorraría dinero si los ecosistemas del área de Madidi-Pilón Lajas permanecieran inalterados, o si se realizaran planes de desarrollo muy diferentes.

Los resultados negativos en los tres estudios de caso se deben a factores similares: Primero, la densidad poblacional del área de Madidi-Pilón Lajas es baja y su acceso a los grandes mercados nacionales o internacionales es sumamente restringido. Por consiguiente, las inversiones en infraestructura a gran escala carecen de suficientes beneficiarios o tienen un potencial económico limitado para compensar sus altos costos. Potencialmente, la colonización masiva podría ocasionar que esto cambie; sin embargo, la colonización agrícola es desestimada por el nuevo plan de uso de la tierra para el área debido a la infertilidad de los suelos, consideraciones legales y valores ambientales significativos.

Tabla 1/Table 1: Resultados/Results

	Economic Net Present Value Valor Actual Neto Económico
Bala Dam Represa del Bala	negative \$293 million to negative \$1.011 billion \$293 a \$1.011 millones negativos
Apolo-Ixiamas Road Carretera Apolo-Ixiamas	negative \$16.31 million \$16,31 millones negativos
San Buenaventura-Puerto Heath Road Carretera San Buenaventura-Puerto Heath	negative \$24.78 million \$24,78 millones negativos

En el caso de la represa del Bala, hay en juego una dinámica adicional. El proyecto depende de las exportaciones de energía hacia Brasil. Para situar la energía en ese mercado es preciso construir líneas de transmisión desde el extremo occidental de Bolivia hasta su frontera oriental. El costo coloca al proyecto del Bala en una posición de desventaja, comparado con los proyectos internos de generación hidroeléctrica o a gas en Brasil. Aun si el Bala pudiera compensar los altos costos de transmisión con un bajo costo unitario de producción, tendría que lidiar con la volatilidad de la demanda brasileña.

Los costos de oportunidad ambientales, sociales y de otro tipo son considerables aunque no decisivos en los análisis, porque de todos modos los costos internos de la represa y de las carreteras son superiores a los beneficios que generan. Los costos ambientales incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero, el valor de existencia perdida en los ecosistemas naturales, pérdida de biodiversidad, erosión y otros. En el presente análisis se cuantifican únicamente los dos primeros debido a la falta de información. El costo social cuantificado es la pérdida de ingresos, tanto en dinero como en subsistencia, de los habitantes indígenas de las áreas protegidas. También se calcula el potencial de ingresos perdidos por turismo a causa de la inundación de áreas como el valle del Tuichi, el cual suele ser sumamente visitado.

¿Qué tipo de infraestructura es recomendable en el contexto de las realidades económicas de la región? En el caso de las carreteras, una planificación regional formal debe incluir el mejoramiento y la intensificación de la infraestructura en áreas muy pobladas y a lo largo de las carreteras con gran demanda de transporte. Por lo tanto, el financiamiento para carreteras habría que invertirlo en la integración de la ciudad de La Paz con sus regiones abastecedoras de alimentos en los Yungas y con las tierras bajas vía Caranavi y Yucumo. Esta ruta, identificada como una prioridad por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, al final conduce a la mayoría de las principales ciudades del Norte de Bolivia y a Brasil, pero se mantiene fuera de las áreas protegidas de Madidi y Pilón Lajas. Aun cuando las condiciones de la carretera existente son muy variadas, por la misma circula aproximadamente 50 veces más tráfico que por la carretera plana y recta que une San Buenaventura e Ixiamas.

In the case of the Bala dam, an additional dynamic is at work. The project depends on energy exports to Brazil rather than local markets. Getting the power to market requires construction of transmission lines all the way across Bolivia. That cost places the Bala project at a disadvantage compared to domestic Brazilian hydro and gas-fired projects. Even if Bala could cover transmission costs with a low unit cost of production, it would have to contend with the volatility of Brazilian demand.

Environmental, social and other opportunity costs are substantial but not decisive in the analyses, because the dam and roads' internal costs are greater than their benefits anyway. Environmental costs include greenhouse gas emissions, lost existence value of natural ecosystems, loss of biodiversity, erosion and others. I only quantify the first two of these due to data limitations. The social cost quantified here is the loss of income, both cash and subsistence, by indigenous residents of the protected areas. I also calculate the potential for lost tourism revenues due to inundation of areas such as the much-visited Tuichi Valley.

What sort of infrastructure makes sense in the context of the region's economic realities? In the case of roads, a serious regional approach to planning dictates improvement and intensification of infrastructure in heavily settled areas and along routes with high transportation demand. Funding for roads should therefore be invested in integration between the city of La Paz, the city's food suppliers in the Yungas and on to the lowlands via Caranavi and Yucumo. That route, identified as a priority by both the World Bank and Inter-American Development Bank, ultimately leads to most major towns in Northern Bolivia, as well as to Brazil, but stays out of the Madidi and Pilón Lajas reserves. Even though the condition of the existing road over that route is very mixed, it receives around 50 times the traffic volume of the flat, straight road from San Buenaventura to Ixiamas.

Another sensible road investment is the La Paz Prefecture's current project of bridge building and culvert placement along the San Buenaventura-Ixiamas route. This report does not contain a quantitative analysis of this project. However, it is clear that project addresses the real transportation bottlenecks in an environmentally sensible way. The more than 110 streams and rivers running perpendicular to the road between San Buenaventura and Ixiamas impede traffic much more than the quality of the gravel surface, which is very adequate for all vehicle types. Further, the bridges and culverts will protect streambeds, enable streams to follow their natural courses and avoid the accumulation of disease-provoking standing water.

Alternatives to the Bala dam may include some of the more than 20 potential dam sites already identified in the upper Beni watershed, upstream of the Bala narrows. While it is beyond the reach of this analysis to recommend specific alternatives to the Bala dam, there are general principles that flow from an environmental-economic perspective. First, projects should be selected that have strong prospects for financial viability, something that cannot be said of the Bala project. Projects closer to their target markets with fewer competitors for supplying that market will have greater financial potential and far less risk. Second, environmental, social and other opportunity costs can be kept low by steering away from unique natural ecosystems, particularly carbon-rich forests, from areas inhabited by indigenous people and areas already used for some form of sustainable economic activity, all conditions that apply to the area envisioned for the Bala reservoir. Finally the choice of alternative investments needs to be guided by a clear decision on the strategic purpose alternatives are meant to fulfill – power generation, export earnings, local economic activity or some other objective.

Otra inversión razonable en carreteras es el proyecto actual de la Prefectura de La Paz que contempla la construcción de puentes y alcantarillas a lo largo de la ruta San Buenaventura-Ixiamas. El presente informe no contiene un análisis cuantitativo de este proyecto. Sin embargo, es evidente que el proyecto aborda los cuellos de botella reales del transporte de una manera ambientalmente razonable. Hay más de 110 ríos y corrientes de agua que corren en sentido perpendicular a la carretera que une San Buenaventura e Ixiamas, los cuales representan para el tráfico un impedimento mucho mayor que la calidad de la superficie de grava de la carretera, la cual es adecuada para todo tipo de vehículos. Además, los puentes y las alcantarillas protegerán los lechos de los ríos, permitirán que las corrientes de agua corran por sus cursos naturales y evitarán la acumulación de aguas estancadas que son fuente potencial de enfermedades.

Proyectos alternativos a la represa del Bala podrían incluir algunos de los más de 20 sitios potenciales para represas identificados en la cuenca superior del Beni, río arriba del angosto del Bala. Aunque el presente análisis no se propone recomendar alternativas específicas en sustitución de la represa Bala, hay principios generales que derivan de una perspectiva ambiental-económica. En primer lugar, deberían seleccionarse proyectos que denoten buenas perspectivas de viabilidad financiera, lo cual no se puede afirmar del proyecto del Bala. Los proyectos cercanos a sus mercados-objetivo, con menos competidores para abastecer los mismos, tendrán un mayor potencial financiero, y sus probabilidades de riesgo serán menores. Segundo, los costos ambientales, sociales y otros costos de oportunidad pueden mantenerse bajos al alejarse de aquellos ecosistemas naturales que son excepcionales, en particular los bosques ricos en carbono, áreas habitadas por poblaciones indígenas y áreas que ya se usan para algún tipo de actividad económica sostenible, condiciones que aplican todas al área prevista para la represa del Bala. Finalmente, la selección de las inversiones alternativas debe ser guiada por una decisión clara respecto al propósito estratégico al cual éstas van dirigidas: generación de energía, ingresos por exportación, actividad económica local o algún otro objetivo.

Introducción

un espacio en blanco en el mapa

Introduction:

an empty place on the map

El río Beni y sus afluentes – Madidi, Tuichi, Quiquibey y otros – drenan una de las partes más remotas y silvestres de Bolivia. Para algunas personas este lugar es un gran espacio en blanco en el mapa, un punto inactivo a la espera de pobladores, viviendas y cultivos; en su opinión, estas áreas deben ser despejadas y transformadas en paisajes productivos para integrarlos a la vida económica y política del país. Para otros, en cambio, el espacio en blanco en el mapa representa plenitud, y no vacío. El área es uno de los pocos lugares de la tierra que se mantiene intacto y floreciente con todos sus elementos originales: aves, mamíferos, reptiles, insectos, plantas, peces, suelos, corrientes de agua, clima y cultura.

No sorprende que estas opiniones divergentes estén presentes en las políticas públicas. En 1992, Bolivia destinó 400.000 hectáreas de bosques de la ribera oriental del Río Beni a la Reserva de Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas. En 1995, el gobierno agregó el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de Madidi (PN-ANMI), de 1,8 millones de hectáreas, que se extiende desde el río Beni hacia el Oeste, hasta la frontera con Perú, y abarca desde las llanuras Amazónicas hasta los Andes, a 6.000 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, agencias gubernamentales se han dedicado a promover la perforación de pozos petroleros, la construcción de carreteras, la colonización, la extracción de madera y proyectos hidroeléctricos, precisamente en el mismo terreno reservado a la conservación de la naturaleza y la cultura indígena.

The Beni river and its tributaries – the Madidi, Tuichi, Quiquibey and others – drain one of the most remote and wild parts of Bolivia. To some eyes, this place is a glaring blank on the map, a dormant spot, a place calling out for people, houses and crops. Such areas, the thinking goes, need to be cleared and transformed into productive landscapes and thus integrated into the economic and political life of the country. To other eyes, the open space on the map represents fullness, not a void. The area is one of the few places on earth with almost all of its native birds, mammals, reptiles, insects, plants, fish, soils, streams, weather, and culture still intact and thriving.

Not surprisingly, these incongruent visions make their way into public policy. In 1992, Bolivia designated 400,000 hectares (ha.) of forest on the East bank of the Beni River as the Pilón Lajas Biosphere Reserve and Indigenous Territory. In 1995, the government added the 1.8 million ha. Madidi National Park and Natural Integrated Management Area (Spanish acronym: PN-ANMI), which stretches from the Beni River west to the Peruvian border and ranges from the Amazon plains all the way up to 6000 meters above sea level, in the Andes. At the same time, government agencies have been busy promoting oil drilling, road building, colonization, logging and hydroelectric schemes on precisely the same ground set aside for the conservation of nature and indigenous culture.

This study uses the tools of economics to try to sort out these competing visions and competing policies and come to some conclusions about development approaches that benefit both the people of the Beni River watershed and Bolivia as a whole. Rather than take an abstract approach, I look at real proposed development investments, focusing on those identified as potentially at odds with the goals embodied in the declaration of the Madidi and Pilón Lajas protected areas.¹ These investment proposals are: 1) a hydroelectric dam in the Bala Narrows of the Beni river; 2) a road connecting the towns of Apolo and Ixiamas; and 3) improvement and extension of a road from the town of San Buenaventura to the Peruvian border.

For each of these projects, I explore the underlying economic factors that determine their viability, and then proceed to use cost-benefit analysis to estimate their net benefits. Each case includes an investigation of the economic value of certain environmental changes likely to be wrought by these public works. With these results in hand, I discuss alternative investments, if indeed there are any, that promise greater benefits from a straight economic, and/or environmental-economic perspective. Before launching into the case studies, I will provide the basic facts about the area in question.

El presente estudio hace uso de instrumentos de economía con el propósito de ordenar estas opiniones y políticas contradictorias y para llegar a algunas conclusiones en relación con propuestas de desarrollo que beneficiarían tanto a los habitantes de la cuenca del río Beni como a Bolivia en conjunto. En vez de analizar una propuesta abstracta, examino las propuestas de inversiones reales y me centro en aquellas que han sido identificadas como potencialmente contrarias a las metas de las áreas protegidas de Madidi y Pilón-Lajas.¹ Dichas propuestas de inversiones son las siguientes: 1) una represa hidroeléctrica en el angosto del Bala en el río Beni; 2) una carretera entre las ciudades de Apolo e Ixiamas; y 3) el mejoramiento y la extensión de una carretera entre la ciudad de San Buenaventura y la frontera con Perú.

Para cada uno de estos proyectos, investigo los factores económicos subyacentes que determinan su viabilidad y luego procedo a calcular sus beneficios netos, basado en un análisis de costo-beneficio. Cada caso incluye una investigación del valor económico de determinados cambios ambientales que podrían ocasionar estas obras públicas. Con ayuda de estos resultados analizo, en caso existan, inversiones alternativas que prometan mayores beneficios desde una perspectiva económica y/o ambiental-económica. Antes de considerar los estudios de caso, proporcionaré información básica sobre el área en cuestión.



La Región

The Region

Geografía y naturaleza

Este informe se centra en una región que incluye el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) de Madidi, la Reserva de Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas y los alrededores de estas dos áreas protegidas vecinas. El extremo Norte del PN-ANMI de Madidi inicia en la pampa y en los bosques bajos a lo largo del río Heath, el cual divide los territorios de Bolivia y Perú. Hacia el Sur, el parque se extiende hacia las primeras estribaciones y cumbres de los Andes hasta unos 6.000 metros de altura. De Oeste a Este, el área protegida de Madidi recorre principalmente una serie de serranías paralelas que se elevan hasta 2.000 metros y que están intercaladas por valles. Los valles más grandes son planos y aluviales y se encuentran alrededor del río Beni y la parte baja del río Tuichi. Frente al río Beni está Pilón Lajas, una brecha de selva delimitada al Este y al Sur por serranías angostas, y al Oeste por el río Beni. El río Quiquibey corre en meandros por el centro de Pilón Lajas y se une al Beni y al Tuichi a poca distancia río arriba del angosto del Bala.

Hace tiempo que se conoce la excepcional diversidad biológica y el alto nivel de endemismo de toda la pendiente oriental de los Andes – desde Colombia hasta Bolivia.² En especial, los avenamientos del Madidi y el Beni han atraído la atención de científicos nacionales e internacionales debido a su elevada diversidad de hábitats y especies y porque sus ecosistemas se han conservado relativamente intactos.³ Además, las áreas protegidas de Madidi y Pilón Lajas se consideran pasajes de un corredor de hábitats que abarca una cantidad de reservas de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. Adyacente está el Parque Nacional Bahuaja-Sonene de Perú, el cual a su vez forma parte de la Zona Reservada Tambopata-Candamo.

Geography and nature

The focus of this report is a region that includes the Madidi National Park and Natural Integrated Management Area, the Pilón Lajas Biosphere Reserve and Indigenous Territory and the immediate vicinities of these contiguous protected areas. The Madidi PN-ANMI's northern panhandle begins in the pampas and low-lying forests along the Heath River, which divides Bolivian and Peruvian territory. Extending Southward, the park climbs the first foothills and ridges of the Andes, and then the high ridges up to 6000 meters in altitude. From West to East, the Madidi protected area mostly follows a set of parallel ridges that reach up to around 2000 meters, interspersed with intermountain valleys. The largest of the valleys are flat alluvia around the Beni and lower Tuichi rivers. Across the Beni is Pilón Lajas, a wedge of jungle outlined by narrow ridges in the East and South and by the Beni River on the West. The Quiquibey River meanders through the center of the Pilón Lajas before joining the Beni and Tuichi just upstream of the Bala Narrows.

The entire eastern slope of the Andes – from Colombia to Bolivia – has long been recognized for its outstanding biological diversity and high levels of endemism.² The Madidi and Beni drainages have attracted special attention from national and international scientists, because of their extremes of habitat and species diversity and the relative intactness of their ecosystems.³ Further, the Madidi and Pilón-Lajas protected areas are seen as passages in a corridor of habitat encompassing a number of reserves in Bolivia, Peru, Ecuador and Colombia. Immediately adjacent is Peru's Bahuaja-Sonene National Park, itself embedded in the larger Tambopata-Candamo Reserved Zone.

People

There are very few people living inside the Madidi and Pilón-Lajas protected areas. Within the Madidi area, approximately 1,200 Quechua farmers live in dry forest and grasslands near Apolo. Further North, within the protected area, are the isolated colonist community of Asariamas and the mixed Tacana-Quechua community of San José de Uchupiamonas. Neither San José nor Asariamas have road access. Inhabitants survive on subsistence agriculture, hunting, fishing and remittances from family members working elsewhere. Within Pilón-Lajas, there are approximately 700 people of mostly Tsimane (36%), Tacana (33%) and Mosestén (11%) ancestry, living in 13 communities which range from two to 26 families.⁴ Including communities living on the fringes of the reserve, the total indigenous population rises to approximately 1,360 people. These figures do not include colonist communities along the nearby Yucumo-Rurrenabaque road.⁵

Near the park is the region's main population center, the twin towns of Rurrenabaque (population = 8,000) and San Buenaventura (population = 3,000), which face each other across the Beni river, several kilometers (km.) downstream of the Bala Narrows. Most of the additional population near the park is concentrated along the San Buenaventura – Ixiamas road, whose principle towns are Ixiamas and Tumupasa. Finally, small numbers of Ese-Eja, Araona and Toromona people live on the forested plains to the North.

Population growth has been brisk along the north and east sides of the combined Madidi-Pilón area, particularly after the mid-1980's structural adjustment which claimed the jobs of tens of thousands of highland miners. Iturralde province, which includes territory to the north of Madidi, grew at an annual rate of 3.14 percent between 1976 and 1992. In Franz Tamayo province, which includes Apolo and the south end of the park, out-migration resulted in a sluggish growth rate of 0.46 percent over the same period.⁶

Población

Muy pocas personas habitan las áreas protegidas de Madidi y Pilón Lajas. Dentro del área de Madidi viven aproximadamente 1.200 campesinos cerca de Apolo. Más al Norte, dentro del área protegida, hay una comunidad aislada de colonos en Asariamas y una comunidad mixta Tacana-Quechua en San José de Uchupiamonas. Tanto San José como Asariamas carecen de un camino de acceso. Los habitantes sobreviven de la agricultura de subsistencia, la caza y la pesca, y por las remesas que les envían familiares que trabajan en otras partes. Dentro de Pilón Lajas viven aproximadamente 700 personas, en su mayoría de origen Tsimane (36%), Tacana (33%) y Mosestén (11%), en 13 comunidades que van de dos a 26 familias.⁴ Incluyendo a las comunidades que habitan la periferia de la reserva, la población indígena total asciende aproximadamente a 1.360 personas. Estas cifras no incluyen las comunidades de colonos a lo largo de la carretera cercana de Yucumo-Rurrenabaque.⁵

Cerca del parque está el principal centro urbano de la región, las ciudades gemelas de Rurrenabaque (8.000 habitantes) y San Buenaventura (3.000 habitantes), las cuales están ubicadas frente a frente, a ambos lados del río Beni, pocos kilómetros río abajo del angosto del Bala. Los demás pobladores de los alrededores del parque se concentran en su mayoría a lo largo de la carretera San Buenaventura-Ixiamas, cuyas ciudades principales son Ixiamas y Tumupasa. Finalmente, en las planicies boscosas del Norte hay pequeñas cantidades de pobladores que pertenecen a los pueblos Ese-eja, Araona y Toromona.

La población ha aumentado rápidamente en los lados Norte y Este del área conjunta Madidi-Pilón Lajas, particularmente después del ajuste estructural de mediados de los años ochenta que provocó el desempleo de decenas de miles de mineros del altiplano. La provincia de Iturralde, que incluye el territorio del Norte de Madidi, creció a un ritmo de 3,14 por ciento entre 1976 y 1992. En la provincia Franz Tamayo, que incluye Apolo y el extremo Sur del parque, la emigración originó un crecimiento lento del 0,46 por ciento en el mismo periodo.⁶

Historia

Los Quechuas poblaron Apolo durante la expansión inca del siglo XIV. En el mismo período, pueblos nómadas del grupo lingüístico Tacana ocuparon las cuencas de Madidi, Heath y Tuichi. Ambos grupos fueron sometidos al sistema de “reducciones” administrativas y religiosas de los franciscanos en las últimas décadas del siglo XVII y principios del siglo XVIII. Los Mosetenes que habitaban las márgenes del río Beni fueron “reducidos” a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX.¹⁹

A principios del siglo XX, el boom del caucho ocasionó la emigración obligada de la población de la cuenca hacia el Norte, al departamento de Beni, en donde existían concentraciones comercialmente atractivas de árboles de caucho. Durante la guerra subsiguiente en el Chaco, muchos Tacanas de la cuenca del Beni fueron reclutados y enviados al Este de Bolivia. Los veteranos de guerra volvieron con escopetas, las primeras que tuvieron los indígenas en el área.

En décadas recientes, la extracción de madera y la explotación petrolera han originado reactivaciones económicas periódicas en el área de Madidi-Pilón Lajas. A mediados de los años setenta, Shell Oil realizó pruebas sísmicas en una concesión que le fue otorgada en el valle del Tuichi, la serranía Eslabón y el arroyo Kerosene. Aproximadamente al mismo tiempo, se concluyó la construcción de la carretera sin pavimentar entre San Buenaventura e Ixiamas, un proyecto que atrajo a nuevas comunidades de colonos a las tierras del límite Norte del actual parque Madidi, cuya población tradicional consistía de unos cuantos Tacanas. Shell realizó una exploración adicional a mediados de los ochenta y Total Inc. hizo lo mismo en 1995, pero la explotación petrolera comercial de la región todavía no ha dado inicio. En 1997, Bolivia emitió nuevas concesiones exploratorias para compañías españolas y argentinas en las cuencas del Tuichi, Quiquibey, Beni y Madidi.

History

Quechua people populated Apolo during the 14th century Incan expansion. During the same period, nomadic people of the Tacana linguistic group occupied the Madidi, Heath and Tuichi watersheds. Both groups were subjected to the Franciscan administrative and religious “reductions” in the final decades of the 17th century and the beginning of the 18th. The Mosetenes, along the Beni River, were “reduced” in the late 18th and early 19th century.

At the turn of the 20th century, the Amazonian rubber boom led to the forced migration of the basin’s population to northern Beni department, which had commercially attractive concentrations of rubber trees. During the subsequent war in the Chaco, many Tacana people from the Beni basin were conscripted and sent to eastern Bolivia. War veterans returned home with guns, the first owned by indigenous people in the area.

In recent decades, logging and oil have brought periodic spasms of economic activity to the Madidi-Pilón Lajas area. In the mid-1970s Shell Oil conducted seismic testing in a concession granted in the Tuichi valley, Serranía Eslabón and the Arroyo Kerosene. At around the same time, the unpaved road was completed from San Buenaventura to Tumupasa and Ixiamas, a development that brought new colonist communities to traditionally Tacana, but very sparsely populated lands on the northern boundary of the current Madidi park. Further exploration was carried out by Shell in the mid-1980’s and by Total Inc., in 1995, but commercial development of oil in the region has yet to take place. In 1997, Bolivia issued new exploratory concessions to Spanish and Argentine companies in the Tuichi, Quiquibey, Beni and Madidi watersheds.

La historia reciente de extracción de madera a gran escala en el área se remonta a 1981, cuando Fatima Ltd. obtuvo una concesión. La extracción de madera se intensificó a principios de los noventa, con inversiones de las compañías madereras de San Borja y Santa Cruz, y de residentes Tacana en la cuenca del Tuichi. La extracción de madera alcanzó su clímax en el período 1995-1997, con 47 campamentos madereros en las cuencas del Tuichi y del Madidi. El consumo de carne silvestre por parte de los madereros ocasionó un severo descenso en las poblaciones de fauna silvestre, y esto a su vez desestimuló el turismo en el área. A finales de 1997, la consolidación del parque y las existencias cada vez más reducidas de caoba motivaron la rápida caída de la actividad extractiva local.⁷

A partir de 1990, el área ha observado un rápido aumento del turismo, el cual fue estimulado en parte por la publicación de un libro de aventura y rescate en el valle del Tuichi. Agencia Fluvial, el primer operador local, vendió 350 paseos en 1990, y en 1997 vendió diez veces más. En general, el turismo ha aumentado de 1.000 visitantes en 1992 a cantidades que oscilan entre 7.000 y 10.000 visitantes en 1998.

The recent history of large-scale logging in the area dates to 1981, when Fatima Ltd. was granted a concession. Logging intensified in the early 1990's, with investments by San Borja and Santa Cruz timber companies, as well as by Tacana residents in the Tuichi watershed. Logging peaked in the 1995-1997 period, with 47 logging camps in the Tuichi and Madidi watersheds. Wild meat consumption by loggers caused severe declines in wildlife, discouraging tourism in the area. By the end of 1997, the consolidation of the park and the dwindling supply of mahogany led to the rapid bust of local logging activity.⁷

The area has seen rapid growth in tourism since around 1990, spurred in part by publication of an Israeli tourist's account of adventure and rescue in the Tuichi Valley. Agencia Fluvial, the first locally-owned operation, sold 350 tours in 1990. In 1997 it sold ten times as many tours. Overall, tourism has risen from 1,000 visitors in 1992, to somewhere between 7,000 and 10,000 in 1998.



Caso 1 *el lago*

Más arriba del angosto del Bala, la cuenca del río Beni abarca 6.864.000 hectáreas, en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Beni y contiene alrededor de 120 importantes corrientes de agua. Los hidrólogos clasifican 14 de éstas como ríos grandes: Cotacajes, Santa Elena, La Paz, Boopi, Alto Beni, Tamapaya, Coroico, Mapiri, Kaka, Quendeque, Hondo, Quiquibey, Tuichi y Beni.⁸ Estos ríos, que nacen en las cumbres nevadas de los Andes, bajan por los Yungas antes de distribuirse en cauces entrelazados en el extenso aluvión subandino en donde el curso principal del Beni absorbe el Quiquibey y el Tuichi. Un poco más abajo de esa confluencia, el Beni forma un corte profundo en la cumbre afilada del Bala, el último pliegue de los Andes. Luego el río se escurre del angosto del Bala y vuelve a correr en meandros por la llanura Amazónica.

Durante varias décadas, los ingenieros han considerado el angosto del Bala como lugar idóneo para construir una represa hidroeléctrica. Éste es esencialmente el sumidero de una inmensa bañera cuyos lados están conformados por una serie de peñascos escarpados. En 1958, el interés en el sitio motivó al ingeniero alemán Heinrich Press a realizar un diseño con bosquejo y descripción. Con escasa información sobre topografía, clima, flujo o sedimentación, Press ideó una estructura de 205 metros con una capacidad instalada de 1.824 MW. Las metas principales de la represa propuesta eran: 1) hacer que el Beni fuera navegable hasta Inicua, 2) crear una fuente de energía poco costosa para que las riquezas minerales de Bolivia pudieran ser convertidas en productos manufacturados y 3) controlar las inundaciones para poder cultivar las tierras río abajo.⁹

Case 1 *the lake*

Above the Bala Narrows, the Beni River basin embraces 6,864,000 ha. in the departments of La Paz, Cochabamba and Beni and comprises around 120 significant watercourses. Hydrologists classify 14 of these as major rivers: The Cotacajes, Santa Elena, La Paz, Boopi, Alto Beni, Tamapaya, Coroico, Mapiri, Kaka, Quendeque, Hondo, Quiquibey, Tuichi and the Beni.⁸ The headwaters lie in the snows of the high Andes. They proceed down through the steep Yungas valleys before spreading into braided channels on the wide sub-Andean alluvium where the mainstem of the Beni absorbs the Quiquibey and the Tuichi. Shortly downstream of that confluence, the Beni cuts a deep notch in the knife-edge Bala ridge that is the last fold of the Andes. The river then spills out of the Bala gorge and resumes its meandering course on the Amazon plain.

For decades, the Bala Narrows has impressed engineers as an obvious place to build a hydroelectric dam. It is essentially the drain of an immense bathtub whose sides are a set of sharp, narrow ridges. Interest in the site eventually led to a rough design, sketched out and described by the German engineer Heinrich Press in 1958. With very little data on topography, climate, flow or sedimentation, Press came up with a 205 m. structure with an installed capacity of 1824 MW. The leading goals of the proposed dam were 1) to render the Beni navigable as far upstream as Inicua, 2) to create an inexpensive source of power so that Bolivia's mineral riches could be transformed into manufactured goods, and 3) to control floods so downstream lands could be cultivated.⁹

The inland sea envisioned by Press has been revisited various times over the last forty years – in 1968, 1973, 1984 and again in 1998, when the project was declared a national priority for the second time.¹⁰ The reasons for the dam have changed in the 41 years since Professor Press first sketched it. Economic adjustment in the 1980's has done away with much of Bolivia's mining industry. Likewise, the intervening decades have seen the gradual development of road infrastructure from La Paz to Rurrenabaque/San Buenaventura and points north, diminishing the attraction of the fluvial connection between the mountains and lowlands. Agricultural development of lowland areas is still an economic priority in general, regardless of the potential for achieving it on the lower Beni in particular.

The big change is the opening of the huge Brazilian energy market. In 1997, Brazil's electricity consumption was 322.6 billion kilowatt-hours (kWh), more than 100 times consumption in Bolivia and around 30 times the probable output of the Bala dam.¹¹ Amid the growing importance of South America's free-trade associations, and the construction of natural gas pipelines to southern and central Brazil, the prospect of electricity exports has given new life to Bala dam. Irrigation, navigation and flood control have all been cited as Bala benefits during the current episode of official interest in the project, but electricity sales abroad represent the engine needed to drive it.

El lago diseñado por Press se ha vuelto a considerar en diferentes oportunidades a lo largo de los últimos cuarenta años: en 1968, 1973, 1984 y de nuevo en 1998, cuando el proyecto fue declarado una prioridad nacional por segunda vez.¹⁰ Las razones que justifican la represa han cambiado en los últimos 41 años desde que el profesor Press la diseñó por primera vez. El ajuste económico de los años ochenta acabó con gran parte de la industria minera boliviana. En forma similar, las décadas de intervención han promovido el desarrollo gradual de la infraestructura de carreteras entre La Paz y Rurrenabaque/San Buenaventura y puntos hacia el Norte, disminuyendo el atractivo de la conexión fluvial entre las montañas y las tierras bajas. El desarrollo agrícola de las tierras bajas sigue siendo una prioridad en general, independientemente del potencial para lograrlo en la parte baja del río Beni en particular.

El gran cambio es la apertura del gigantesco mercado brasileño de energía. En 1997, el consumo de electricidad en Brasil fue de 322,6 millares de millones de kilovatios-hora (kWh), lo que equivale a más de 100 veces el consumo de Bolivia y alrededor de 30 veces la posible producción de la represa del Bala.¹¹ Entre la importancia cada vez mayor de las asociaciones de libre comercio en América del Sur y la construcción de gasoductos para conducir gas natural hacia el Sur y el Centro de Brasil, la perspectiva de la exportación de electricidad ha conferido nueva vida a la represa del Bala. Durante el episodio actual de interés oficial en el proyecto se han mencionado como beneficios del Bala la irrigación, la navegación y el control de inundaciones; sin embargo, la venta de electricidad hacia el extranjero representa el motor necesario para impulsar el mismo.



La economía del lago del Bala: ¿se hunde o flota?

En esta sección presento los principales factores económicos que determinarán la viabilidad de la represa del Bala y hago uso de un modelo de costo-beneficio y de análisis de riesgos para obtener una predicción cuantitativa del rendimiento económico del proyecto.

Electricidad

El rendimiento económico de la generación de energía hidroeléctrica depende de una cantidad de factores, entre éstos:

- La productividad física del río
- La eficiencia de la represa
- Los costos de construcción y mantenimiento
- El acceso a los mercados
- La disponibilidad de alternativas en mercados-objetivo

La productividad del río

El Beni es un río inmenso. Su caudal promedio anual es de 2.232 metros cúbicos por segundo (m^3/s) en el angosto del Bala. Debido a la naturaleza estacional de la precipitación en la cuenca, el caudal promedio en el sitio del Bala en febrero es de 5.300 m^3/s , siete veces el promedio de agosto. El caudal máximo de las inundaciones en un período de 100 años se estima en 25.059 m^3/s . El caudal se mantuvo razonablemente constante de un año para otro en el período comprendido entre 1974 y 1983, para el cual se dispone de la información más completa. Durante dichos años, el caudal del año más seco fue de un 15 por ciento inferior al promedio, y en el año más lluvioso el caudal estuvo un 16 por ciento por encima del promedio.¹² En resumen, la materia prima – el agua – no debería ser obstáculo para el desarrollo exitoso de la represa.

Sink or swim? The economics of the lago Bala

In this section, I present the major economic factors that will determine the viability of the Bala dam and use a cost-benefit and risk analysis model to obtain a quantitative prediction of the project's economic returns.

Electricity

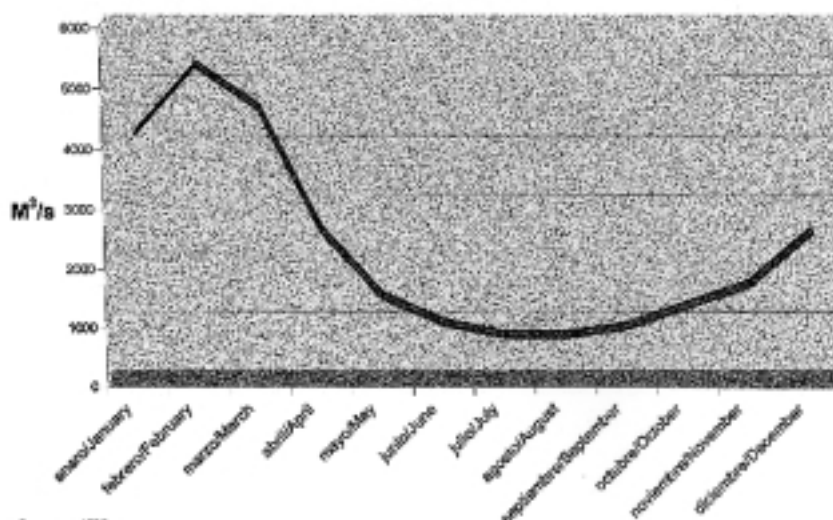
The economic returns from hydroelectric power generation depend on a number of factors, including:

- The physical productivity of the river
- Efficiency of the dam
- Construction and maintenance costs
- Access to markets
- Availability of alternatives in target markets

Productivity of the river

The Beni is a prodigious river. Its average annual flow is 2,232 cubic meters per second (m^3/s) at the Bala Narrows. Due to the seasonal nature of precipitation in the basin, the average flow at the Bala site in January is 5300 m^3/s , seven times the August average. The maximum flow in a 100-year flood event is estimated at 25,059 m^3/s . Flow was reasonably consistent from year to year over the period from 1974 to 1983, for which the best data exists. During those years, the driest year's flow was 15 percent under the average and the wettest year was 16 percent above average.¹² In summary, the raw material – water – should be no obstacle to successful development of the dam.

Figura 1 - Caudales Medios Mensuales en el Angosto del Bala - Average Monthly Flows at Bala Narrows



Source: Carrasco, 1990.

The river carries huge volumes of sediment, which, through siltation, could shorten the dam's productive life. Palenque and Barragán (1992) estimate that every year the Beni river carries around 209 million tons of sediment in suspension past the Bala Narrows.¹³ That translates to a volume of 165 million m³, which represents 0.3 percent of the projected reservoir volume below the turbine intake. In other words, at current levels of sedimentation, it would take 332 years for the dam to silt up and cease operating. If heavier sediments are included in the calculation, the dam would silt up in 282 years. Sedimentation is bound to increase because it is closely tied to removal of forest cover in the basin, which the dam and associated access roads would only encourage. Nonetheless, sedimentation is still not an obvious obstacle to long-term operation of the dam.

Efficiency of the dam

Preliminary estimates of the cost of Bala power assume that the dam would produce electricity at capacity 23.52 hours per day, 365 days a year,¹⁴ a feat no large dam anywhere on earth can claim. Smaller Bolivian plants serving the more reliable domestic market are estimated by ENDE to operate at a departmental average of 51 percent of capacity.¹⁵ According to the World Bank, on average, hydropower plants in developing countries operated at 49 percent of capacity during the 1980's.¹⁶ Our analysis assumes a plant factor of 55 percent, and tests the sensitivity of results to plant factors ranging from 40 to 70 percent.

Costs

The costs of the dam itself are not known with a great deal of precision. The latest design profile, commissioned by ICE Ingenieros in 1995, estimated a capital cost of \$1.048 billion for a 169 m. tall concrete structure with 2,460 MW of installed capacity. Transmission lines, taxes, environmental mitigation, access roads, and all opportunity costs, including lost timber and oil revenues, were excluded from that estimate. Newspaper articles about the project in July 1999 cite a cost of \$3.175 billion, which does include transmission lines and substations.¹⁷ Unfortunately, press accounts do not reveal the source of that cost estimate.

El río arrastra grandes volúmenes de sedimentos, que podrían azolvar la represa y acortar su vida productiva. Palenque y Barragán (1992) estiman que cada año el río Beni arrastra alrededor de 209 millones de toneladas en suspensión por el angosto del Bala.¹³ Esto se traduce en un volumen de 165 millones de m³, lo cual representa un 0,3 por ciento del volumen proyectado del embalse debajo de la toma de las turbinas. En otras palabras, en los niveles actuales de sedimentación, la represa tardaría 332 años en encenagarse y cesar de operar. Si en el cálculo se incluyen sedimentos más pesados, la represa tardaría 282 años en encenagarse. Es de esperar que la sedimentación aumentará porque esta está estrechamente ligada a la eliminación de la cubierta forestal en la cuenca, y ésta se vería estimulada por la represa y las rutas de acceso relacionadas. Sin embargo, y a pesar de los suelos altamente erosionables de la cuenca, la sedimentación no constituye un obstáculo obvio para la operación a largo plazo de la represa.

Eficiencia de la represa

Los cálculos preliminares respecto al costo de la energía del Bala asumen que la producción de electricidad de ésta sería 23,52 horas diarias y 365 días al año,¹⁴ una hazaña que ninguna gran represa del mundo puede atribuirse. La Empresa Nacional de Electricidad calcula que las otras plantas generadoras de Bolivia, que atienden a un mercado doméstico más confiable, operan a un promedio departamental del 51 por ciento de su capacidad.¹⁵ Según el Banco Mundial, las plantas hidroeléctricas en países en desarrollo operaron a un 49 de su capacidad durante los años ochenta.¹⁶ Nuestro análisis asume un factor de planta del 55 por ciento y pone a prueba la sensibilidad de los resultados con factores de planta que oscilan entre el 40 y el 70 por ciento.

Costos

No se conoce con exactitud el costo de la represa. El proyecto a nivel de perfil, encargado por ICE Ingenieros en 1995, estableció un costo de capital de \$1.048 millones para una estructura de concreto de 169 metros de altura con una capacidad instalada de 2.460 MW. Las líneas de transmisión, impuestos, mitigación ambiental, rutas de acceso y todos los costos de oportunidad, incluyendo los ingresos no percibidos de extracción de madera y explotación petrolera, fueron excluidos de dicho cálculo. En julio de 1999 se publicaron artículos en periódicos que se refieren al proyecto en donde se cita un costo de \$3.175 millones, incluyendo las líneas de transmisión y las subestaciones.¹⁷ Desafortunadamente, los reportes de prensa no revelan la fuente del cálculo de costo antes mencionado.

Contribuye a complicar los asuntos el hecho que los constructores de represas hidroeléctricas en países en desarrollo suelen subestimar los costos. Según el Banco Mundial, los cálculos del costo de construcción se encuentran, en promedio, un 27 por ciento por debajo del costo real de construcción de las represas. La revisión que el Banco realizó de 71 proyectos de hidroeléctricas también determinó que la construcción de las represas por lo general dura un 28 por ciento de tiempo más de lo planificado, lo cual disminuye su viabilidad ya que se demora el flujo de ingresos.¹⁸

En vista de la divergencia entre las cifras publicadas en relación con los costos y la tendencia a subestimar los mismos, este análisis examina escenarios de “bajo costo” y de “alto costo”. El escenario de “bajo costo” utiliza la cifra de ICE, sumando costos de transmisión, una mitigación ambiental mínima y aplicando el promedio (27 por ciento) y la desviación estándar (38 por ciento) de los costos, pero asumiendo en forma optimista que la represa será construida en el tiempo estipulado. Este costo alcanza los \$1.831 millones. El escenario de alto costo simplemente acepta la cifra de \$3.175 millones como costo de capital del proyecto, incluyendo todo, sin margen para rebasar el presupuesto.

Acceso a los mercados

Una evidente desventaja económica asociada al proyecto del Bala es el escaso acceso a los mercados de la electricidad. El mercado boliviano es demasiado reducido para la represa, y puede ser abastecido suficientemente por el gas natural existente y por proyectos hidroeléctricos menos remotos.¹⁹ Los vecinos de Bolivia tienen mercados pequeños (el Sureste de Perú), mercados lejanos de la Amazonía boliviana (Chile y Argentina), o mercados que son suficientemente abastecidos por grandes proyectos domésticos (Paraguay, represa de Itaipú). La posible excepción es Brasil, que, como se mencionaba anteriormente, tiene una gran demanda de electricidad.

Vender energía a Brasil implica la construcción de líneas de transmisión desde el angosto del Bala, una extensión que oscila entre 800 y 1.000 km a través de las tierras bajas bolivianas hasta la frontera con Mato Grosso, un estado en el centro de Brasil. Aunque Acre y Rondônia están mucho más cerca del sitio del Bala, no están conectados con la red de suministro de electricidad brasileña y satisfacen sus modestas necesidades de energía eléctrica con las plantas termales existentes. En el mercado del Centro y el Sur de Brasil, el proyecto del Bala podría ser relegado a proveer energía únicamente durante los momentos de mayor demanda, a menos que pueda superar los costos de transmisión ahorrando en otros renglones.

Further complicating matters, developers of hydroelectric dams in developing countries usually underestimate costs. According to the World Bank, construction cost estimates are, on average, 27 percent below the real cost of building dams. The Bank's review of 71 hydro projects also found that dams take an average of 28 percent longer than planned to construct, which diminishes viability since it delays the revenue stream.¹⁸

In light of the divergence of published cost figures and the tendency to underestimate costs, this analysis examines “low-cost” and “high-cost” scenarios. The “low-cost” scenario uses the ICE figure, adding in transmission costs, minimal environmental mitigation and applying the average (27 percent) and standard deviation (38 percent) for cost overruns, but optimistically assuming that the dam would be built on schedule. That cost comes to \$1.831 billion. The high-cost scenario simply accepts the figure of \$3.175 billion as the all-inclusive capital cost of the project, with no adjustment for overruns.

Access to markets

One clear economic disadvantage of the Bala project is its poor access to electricity markets. The Bolivian market is far too small for the dam, and is likely to be adequately supplied by an existing slate of natural gas and less remote hydroelectric projects.¹⁹ Bolivia's neighbors either have small markets (Southeast Peru), markets remote from the Bolivian Amazon (Chile and Argentina), or markets that are adequately supplied by large domestic projects (Paraguay, Itaipú dam). The possible exception is Brazil, which, as noted above, has a prodigious demand for electricity.

Selling power to Brazil entails the construction of transmission lines from the Bala Narrows 800-1000 km. across the Bolivian lowlands to the border with central Brazilian state of Mato Grosso. Acre and Rondônia, while much closer to the Bala site, are not connected to the Brazilian grid and derive their modest power needs from existing thermal plants. In the central and southern Brazilian market, the Bala project could be relegated to providing peak power only, unless it can overcome transmission costs with savings elsewhere.

Competition: alternatives to Bala power

The price Brazilians are willing to pay for Bala power is naturally related to the availability of other sources of energy. The two most important alternatives for the target market are new Brazilian capacity, and imported natural gas. Eletrobras, the Brazilian state power company projects expansion of 36,398 megawatts (MW) of installed capacity by the year 2007, an increase of 61 percent. Domestic power consumption, meanwhile is projected to grow by 67 percent over the same period.²⁰ Those projections leave room for new imports, though it should be noted that they were formulated before a recession struck Brazil in 1998 and are based on a very optimistic 4.8 percent rate of annual economic growth. Brazil's economy grew at a rate of 0.2 percent in 1998. Further, there are competitors for the southern Brazilian market, among them neighbors like Argentina, which has installed capacity that is nearly twice its domestic demand.²¹

Natural gas exports from Bolivia will also compete with Bala for the Brazilian market. Pipelines to southern Brazil and Mato Grosso will feed gas-fired power plants. Gas-fired plants are also being discussed on the Bolivian side of the border as a means to convert the raw material into electricity before it's exported. It's worth noting that, despite a sharp drop in gas prices, Brazil's economic difficulties have caused a 54 percent cut in its 1999 order for Bolivian gas. Though long-term exports of gas to Brazil are not in doubt, short terms reductions in orders are an indicator of the volatile Brazilian demand for imports, and represent just the sort of shock the Bala project would have to withstand.²²

Competencia: alternativas para la energía eléctrica del Bala

El precio que los brasileños están dispuestos a pagar por la energía del Bala naturalmente está relacionado con la disponibilidad de otras fuentes de energía. Las dos alternativas más importantes para el mercado-objetivo son la nueva capacidad brasileña y el gas natural importado. Eletrobras, la empresa estatal brasileña de generación de energía eléctrica, proyecta la expansión de la capacidad instalada a 36.398 megavatios (MW) para el año 2007, lo que equivale a un aumento del 61 por ciento. A su vez, se calcula que el consumo doméstico de energía eléctrica aumentará en un 67 por ciento durante el mismo período.²⁰ Dichas proyecciones dan espacio a nuevas importaciones, aunque cabría notar que éstas fueron formuladas antes de que Brasil fuera afectado por la recesión de 1998 y se basan en un índice muy optimista de crecimiento económico anual del 4,8 por ciento. La economía de Brasil aumentó en un 0,2 por ciento en 1998. Además, hay competidores para el mercado del Sur de Brasil, entre los que se encuentran países vecinos como Argentina, cuya capacidad instalada casi duplica su demanda nacional.²¹

Las exportaciones de gas natural de Bolivia también competirán con el Bala por el mercado brasileño. Los gasoductos que comunican con el Sur de Brasil y con Mato Grosso alimentarán plantas a gas para la generación de energía eléctrica. Las plantas a gas también se están considerando para el lado boliviano de la frontera, como medio para convertir la materia prima en electricidad antes de su exportación. Es importante mencionar que, a pesar de una caída drástica de los precios del gas, las dificultades económicas de Brasil han originado un recorte del 54 por ciento de los pedidos de gas boliviano durante 1999. Aunque no se ponen en duda las exportaciones de gas a Brasil en el largo plazo, las reducciones a corto plazo en los pedidos son un indicador de la volatilidad de la demanda de las importaciones por parte de Brasil, y representan justamente el tipo de impacto que el proyecto del Bala tendría que soportar.²²

Lo esencial de estas consideraciones es el precio; las fuentes alternativas de energía determinarán el precio al cual Brasil tendrá interés en comprar electricidad a Bolivia. Para mayoristas el precio de la energía eléctrica apenas sobrepasa los US\$20 por megavatio-hora (MWh). Yo asumo que \$22 por MWh es el precio que el proyecto Bala podría obtener en el mercado de exportación y especifico un rango de \$16-\$32 en el modelo de análisis de riesgos.

Agricultura

Los beneficios agrícolas de la represa propuesta dependen de varios factores clave:

- Compatibilidad entre el control de inundaciones y/o irrigación y la generación de energía eléctrica
- Potencial agrícola "natural" con control de inundaciones y/o irrigación
- Costos

Compatibilidad

La pronunciada variación estacional del caudal del Beni genera alguna incompatibilidad entre la generación de energía eléctrica y el control de inundaciones que se necesitaría para recuperar tierras río abajo para la agricultura. Un nivel alto y constante de producción de energía eléctrica requiere que el embalse se mantenga lleno, por lo menos hasta el nivel de la toma de la turbina. Para controlar las inundaciones, sin embargo, el embalse debe mantenerse suficientemente bajo para absorber las crecidas. Por lo tanto, en ciertas épocas del año la agricultura debe competir con la generación de energía eléctrica.

The bottom line of these considerations is price; alternative sources of power will set the price at which Brazil will be interested in buying electricity from Bolivia. The wholesale price of electric power in Brazil is just over US\$20 per megawatt-hour (MWh). I use \$22 per MWh as the price Bala power would fetch in the export market, and specify a range of \$16-\$32 in the risk analysis model.

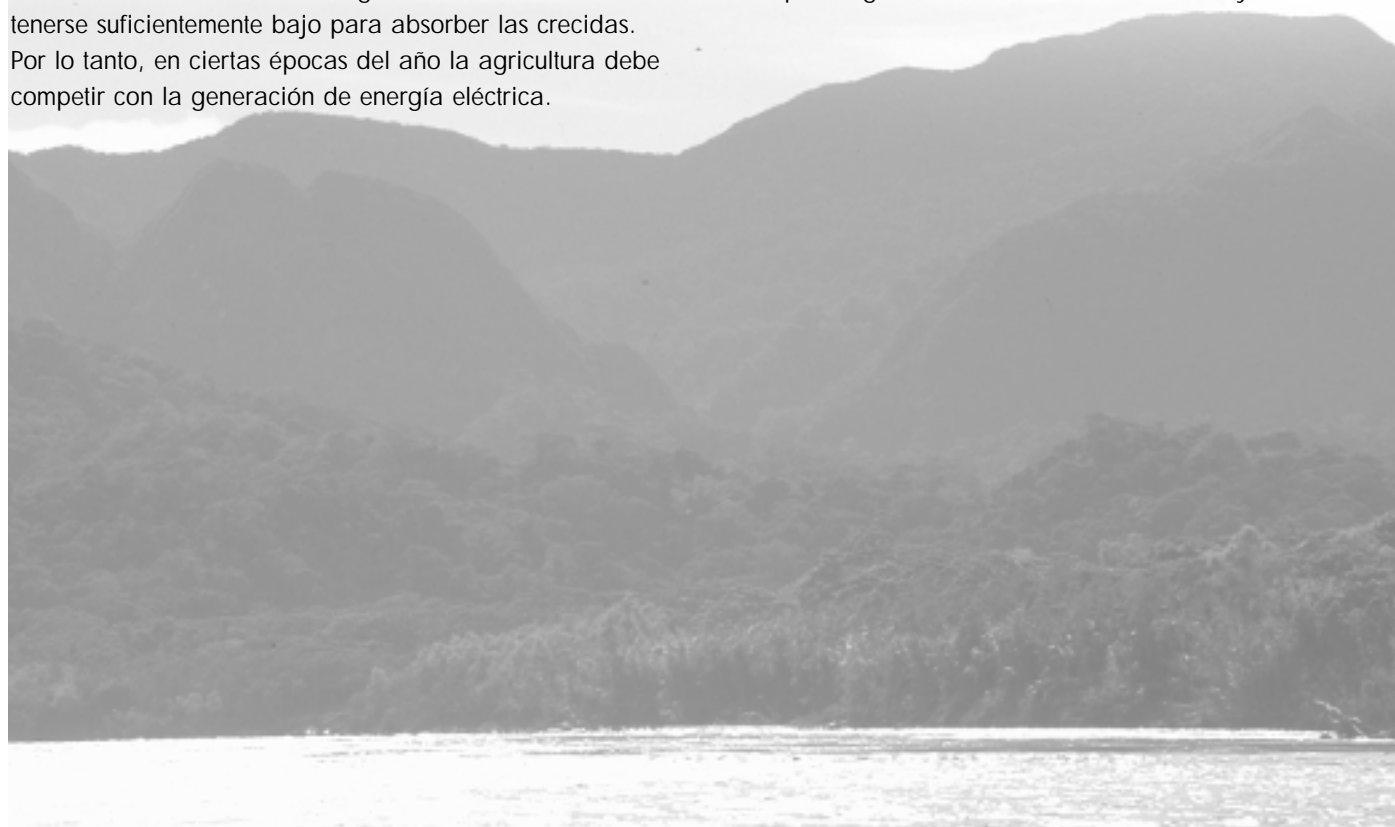
Agriculture

Agricultural benefits of the proposed dam depend on several key factors:

- Compatibility of flood control and/or irrigation with power generation
- "Natural" agricultural potential with flood control and/or irrigation
- Costs

Compatibility

The pronounced seasonal variation in the Beni's flow gives rise to some incompatibility between power generation and the flood control that would be needed to reclaim downstream land for agriculture. A high and constant level of power production requires that the reservoir be kept full, at least to the level of the turbine intake. To provide flood control, however, the reservoir must be kept low enough to absorb floodwaters. Agriculture, therefore, must compete with power generation at certain times of the year.



Natural potential of downstream lands

Agricultural benefits of the Bala dam would be high if the only impediments to crop development were flooding, and/or the lack of rainfall in the prime growing season. The fact is that rain is abundant in the warm season, and totals around 2500 mm per year. Further water is available year round from the Beni river. Irrigation, therefore, seems superfluous, particularly given the success of farmers in drier regions, such as Santa Cruz, at growing crops like soy beans without it.

Aside from a narrow band of soils under gallery forests along the river, soil quality is very low. The seasonally inundated soils immediately adjacent to the Beni river are deep and of low to moderate fertility. Small openings in the gallery forests along the river are cultivated by Ese'ēja and other small-scale farmers during periods between floods. Bolivia's new land-use plan for Northern La Paz advises continued small-scale farming in this zone. Just outside the flood-line, there are three different land types identified by the plan. The first is recommended for wood production, because of the low fertility of soils and the capacity of the land to grow timber. The second is recommended for extensive cattle ranching because soils are shallow and infertile, and flooding is a problem. The third and much smaller area is made up of poorly drained areas recommended for tourism and nature conservation.²³ Given those natural limitations, flood control would be necessary but not sufficient to enable large-scale agriculture in the downstream floodplain.

Potencial natural de las tierras río abajo

Los beneficios agrícolas para la represa del Bala serían elevados si los únicos impedimentos para el desarrollo de cultivos fueran las inundaciones y/o la escasez de agua en la principal estación de crecimiento. El hecho es que la lluvia es abundante en la estación cálida, y alcanza un total de 2.500 mm anuales. El resto del año se puede obtener agua en el río Beni. Por lo tanto, la irrigación parece superflua, en particular en vista del éxito de los agricultores de regiones más secas como Santa Cruz, que han logrado cultivar la soya sin irrigación.

Aparte de una franja angosta de suelos en los bosques en galería a lo largo del río, la calidad de los suelos es deficiente. Los suelos sujetos a inundaciones estacionales que se encuentran inmediatamente adyacentes al río Beni son profundos y su fertilidad es de baja a moderada. Los pequeños claros en los bosques en galería a lo largo del río son cultivados por los Ese-ejas y otros agricultores de pequeña escala en períodos entre inundaciones. El nuevo plan de uso de la tierra de Bolivia para el Norte de La Paz sugiere que se continúe practicando agricultura de pequeña escala en esta zona. Fuera de la línea de las inundaciones, hay tres diferentes tipos de tierras identificados por el plan. El primero se recomienda para la producción de madera debido a la baja fertilidad de los suelos y a la aptitud de la tierra para cultivar árboles maderables. El segundo se recomienda para la ganadería extensa debido a que los suelos son poco profundos e infértiles y las inundaciones, problemáticas. El tercero, cuya extensión es mucho más pequeña, está conformado por áreas deficientemente drenadas que se recomiendan para el turismo y la conservación de la naturaleza.²³ En vista de dichas limitaciones naturales, el control de inundaciones sería necesario, pero no suficiente para permitir la agricultura de gran escala en la llanura inundable río abajo.

Costos

Las iniciativas agrícolas a gran escala tendrán que enfocarse en los mercados de exportación con productos no perecederos en vista del tamaño limitado de los mercados locales y de la distancia a los mercados urbanos del país. La lejanía geográfica entre el Norte de La Paz y los océanos Atlántico y Pacífico implica que el costo del transporte sería muy alto y ocasionaría que la competencia con los agricultores brasileños y de Bolivia oriental sería difícil, cuando no imposible. También serían altos los costos ambientales, que constituyen un componente del análisis económico, aunque no necesariamente del análisis financiero, porque habría que despejar grandes áreas de bosques naturales y habría que aplicar grandes cantidades de agroquímicos cerca del río Beni.

En conclusión, los suelos inhóspitos y el alto costo del transporte decididamente colocan a la agricultura de gran escala en desventaja competitiva río abajo del angosto del Bala. Como mínimo, habría necesidad de subsidios agrícolas y de grandes inversiones en infraestructura. Estos costos, la baja eficiencia y los impactos ambientales se combinan prácticamente para garantizar que el uso de la represa del Bala para la agricultura a gran escala reduciría sus beneficios netos, ya que los costos adicionales serían mayores que los beneficios adicionales.

Navegación

Los beneficios de navegación citados en el último perfil de proyecto se centran en el transporte fluvial de carga desde Rurrenabaque a lugares río abajo, sobre todo Riberalta. En este punto se carece de información para calcular los beneficios netos de navegación que podría generar la represa. El perfil no establece costos o beneficios del mejoramiento de la navegación en este tramo del río. Las inversiones en la carretera existente, que comunica Rurrenabaque y Riberalta, cuyo mantenimiento es deficiente, serían potencialmente más productivas a pesar de los costos unitarios más elevados del transporte terrestre. El camino podría servir para satisfacer todo tipo de necesidades de transporte, en vez de calificar únicamente para grandes embarques de carga. En 1996, el tránsito diario por esta carretera fue de 88 vehículos en promedio.²⁴ La navegación río arriba, que no es catalogada como beneficio del proyecto, definitivamente estaría en peligro, ya que la represa interrumpiría la comunicación fluvial entre Rurrenabaque/San Buenaventura y las comunidades río arriba, así como recursos naturales no inundados por el embalse.

Costs

Large-scale agricultural initiatives will need to target export markets with non-perishable commodities due to the limited size of local markets and the distance to urban markets within the country. The geographic remoteness of Northern La Paz from both the Atlantic and Pacific oceans implies very high transport costs and will make competition with Brazilian and Eastern Bolivian farmers difficult if not impossible. Environmental costs, a component of the economic, though not necessarily the financial analysis, would also be high, because large areas of natural forest would have to be cleared, and large quantities of agricultural chemicals would need to be applied close to the Beni river.

In conclusion, inhospitable soils and high transport costs place large-scale agriculture at a decided competitive disadvantage downstream of the Bala Narrows. At the very least, agricultural subsidies and large-scale infrastructure investments would be needed. These costs, low efficiency, and environmental impacts combine to nearly assure that using the Bala dam for large-scale agriculture would decrease its net benefits, since additional costs would be greater than additional benefits.

Navigation

Navigation benefits cited in the latest project profile focus on fluvial transport of cargo from Rurrenabaque to points downstream, principally Riberalta. At this point there is no data on which to base an estimate of the net navigation benefits the dam might generate. The profile does not quantify either costs or benefits of improving navigation on this stretch of the river. Investments in the existing, poorly maintained road from Rurrenabaque to Riberalta is a potentially more productive investment, despite the higher unit costs of road transport. That's because the road could accommodate all sorts of transportation needs, rather than being suited to large cargo shipment only. In 1996 that road saw an average of 88 vehicles per day.²⁴ Navigation upstream, not listed as a benefit of the project, would surely be compromised, as the dam would sever the fluvial link between Rurrenabaque/San Buenaventura and upstream communities and resources not inundated by the reservoir.

Environmental and other external costs

An accurate economic analysis requires that external costs – impacts of the project not paid for by the developer – be counted. Table 2, below, shows the economic returns of the Bala dam with and without counting external costs, most of which derive from impacts on the environment. Results are shown both ways because, while it is methodologically correct to incorporate external costs, there is a great deal of uncertainty as to their precise value. External costs considered in this analysis are the following:

Displaced people: Tacana, Tsimane, Mosenen and other inhabitants of the area that would be inundated will lose income from farming, hunting and other harvest of forest and river products. These values encompass nearly the entire cash and non-cash incomes of local residents. In this study, direct indigenous use value is calculated as the capitalized value of the entire incomes of the Tacana, Tsimane and Mosenen people who live in the Madidi and Pilón-Lajas reserves.

Costos ambientales y otros costos externos

Para realizar un análisis económico preciso se deben tomar en cuenta los costos externos, concretamente, aquellos impactos que causa el proyecto cuyo pago no está contemplado en el mismo. A continuación (Tabla 2) se ilustran los ingresos económicos de la represa del Bala, con y sin consideración de los costos externos, que en su mayoría son impactos al medio ambiente. Los resultados se representan de dos maneras porque, aun cuando es metodológicamente correcto incorporar costos externos, es sumamente incierto su valor preciso. Los costos externos considerados en este análisis son los siguientes:

Desplazados: Los Tacanas, Tsimanes, Mosenenes y otros habitantes del área a inundar perderían los ingresos provenientes de la agricultura, la cacería, la extracción de otros productos forestales y la explotación de recursos provenientes del río. Estos valores constituyen casi todos los ingresos en efectivo y en especie de los habitantes locales. En el presente estudio, el valor de uso indígena directo se calcula como el valor capitalizado del total de ingresos de todos los pueblos Tacanas, Tsimanes y Mosenenes que viven en las reservas de Madidi y Pilón Lajas.

Table 2 – Net benefits of the Bala dam

Construction cost	ICE Estimate + transmission costs + overrun: \$1.831 billion	Estimate reported in La Presencia: \$3.175 billion
Financial	(424,000,000)	(1,198,000,000)
Economic without Environmental Costs	(188,000,000)	(909,000,000)
Economic with Environmental Costs	(293,000,000)	(1,011,000,000)

Tabla 2: Beneficios netos de la represa del Bala

Costo de construcción	Cálculo de ICE + costos de transmisión + exceso: \$1,831 mil millones	Estimado reportado en La Presencia: \$3,175 mil millones
Financiero	(\$424.000.000)	(\$1.198.000.000)
Económico sin costos ambientales adicionales	(\$188.000.000)	(\$909.000.000)
Económico con costos ambientales adicionales	(\$293.000.000)	(\$1.011.000.000)

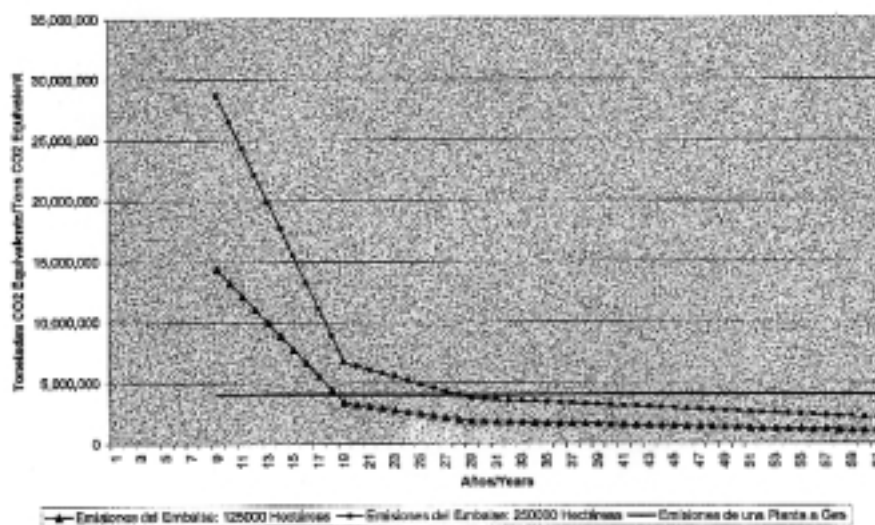
Otros valores de uso directo: También hay valores de uso que se acumulan para las poblaciones de las áreas aledañas, tales como Rurrenabaque/San Buenaventura. Los ingresos generados por el turismo y la pesca son dos ejemplos de valores que pertenecen a esta categoría. Para determinar el valor agregado del turismo calculé el total gastado por los turistas después de deducir los aportes materiales. Los ingresos generados por la pesca, aunque aparentemente son significativos, se omiten del análisis debido a la falta de información. La madera podría ser otro valor importante, dependiendo de si hay madera de valor comercial en pie cuando se llene el embalse. Supuestamente, la madera valiosa será extraída antes de llenar el embalse, y a la madera que podría haberse extraído en el futuro se le asigna un valor descontado de cero.

Emisión de gases de efecto invernadero: Hay otros costos de oportunidad que afectan a un público más amplio. Entre éstos cabe mencionar la emisión de gases de efecto invernadero – dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4) – asociada al cambio climático. En contraste con la mayoría de formas de deforestación, al inundar bosques para la generación de energía eléctrica se sustituye la necesidad de otras fuentes de energía. Por lo tanto, las emisiones netas de gases de efecto invernadero de una represa hidroeléctrica son calculadas como las emisiones brutas menos las emisiones de una fuente alternativa de generación de energía.²⁵ En vista de la base de recursos de Bolivia, dicha fuente de energía podría ser el gas natural. Si se implementa un tratado de cambio climático, el valor proyectado de la reducción de emisiones de carbono se ha estimado en el rango de \$14-\$67 por tonelada.²⁶ Las estimaciones tienden a acercarse al extremo más bajo de dicho rango, de manera que usamos la cifra de \$20 por tonelada de carbono, lo cual se traduce en \$5,45 por tonelada de CO_2 .

Other direct use values: There are also use values accruing to people in neighboring areas, such as Rurrenabaque/San Buenaventura. Tourist revenues and fishing income are two examples of values that fall into this category. I determined tourism value-added by estimating total tourist spending net of material inputs. Fishing income, though apparently significant, is omitted from the analysis due a lack of data. Timber might be another significant value, depending on whether there is commercially valuable timber standing when the reservoir fills. Valuable timber is assumed to be logged out before the reservoir fills and timber that might have grown and been logged in the future is assigned a discounted value of zero.

Greenhouse gas emissions: Other opportunity costs are paid by a wider public. One such cost is the emission of the greenhouse gases carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4), which are associated with climate change. In contrast to most forms of deforestation, flooding of forest for electricity generation substitutes the need for other sources of power. The net greenhouse gas emissions from a hydroelectric dam are, therefore, calculated as the gross emissions less the emissions from a likely alternative source of new power generation.²⁵ Given Bolivia's resource base, that power source is likely to be natural gas. If a climate change treaty is implemented, the projected value of carbon emission reductions has been estimated to be in the range of \$14-\$67 per ton.²⁶ Estimates are gravitating to the lower end of that range, with the favorite round number being \$20/ton of carbon, which translates to \$5.45 per ton of CO_2 .

Figura 2 - Emisiones de Gases del Efecto Invernadero - Greenhouse Gas Emissions

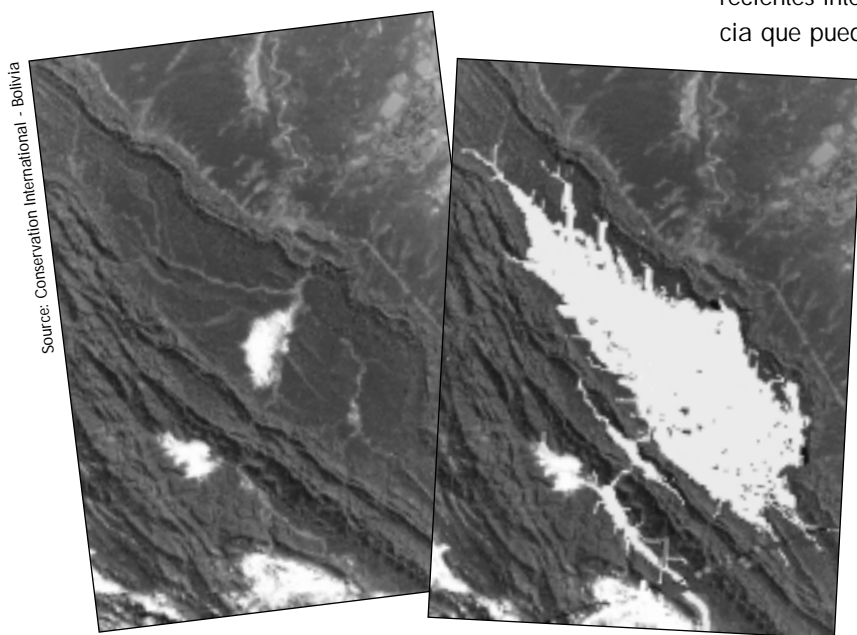


Using Fearnside's 1997 analysis of the Tucuruí dam in Brazil, I have approximated net carbon emissions from the flooding of forest within the area of the Bala reservoir.²⁷ At around 225,000 ha., Tucuruí covers roughly twice the area that the Bala lake would, according to ICE estimates. Despite the fact that others have calculated a Bala reservoir area of 270,000 hectares or more,²⁸ the lower ICE estimate is used here. Since the two regions in question have similar volumes of biomass per unit area, I have simply halved the estimated Tucuruí emissions over time. Following a large initial pulse of CO₂ from rotting plants and trees, emissions taper off rapidly. Methane emissions continue steadily throughout the period, though they are much lower. Compared to generation of the same amount of power with natural gas, overall greenhouse gas emissions from the dam are greater for the first ten years of the project and then lower indefinitely after that.²⁹

Existence value: A further opportunity cost, and the last considered in this analysis, is the value Bolivians, in general, place on the preservation of the Beni watershed in its present state, regardless of their plans to use it.³⁰ This is a non-use value and is thus not calculated from market transactions, but from a survey-based technique called contingent valuation. The high cost and technical difficulties of using contingent valuation have given rise to recent attempts to estimate existence value "factors" that can be applied to an area's use value to derive illustrative quantification of non-use values. While some propose an existence-to-use factor of around four for tropical forests,³¹ to be conservative with this very uncertain value, I use a factor of two, and apply it to only indigenous and tourism use values.

Haciendo uso del análisis realizado por Fearnside en 1997 sobre la represa de Tucuruí en Brasil, hice un cálculo aproximado de las emisiones netas de carbono generadas con la inundación de bosques en el área del Bala.²⁷ Las 225.000 hectáreas de extensión de Tucuruí equivalen aproximadamente al doble del área que tendría el embalse del Bala, según el informe de ICE, aunque otros han estimado que la superficie de la represa del Bala sería superior a 270.000 hectáreas.²⁸ Usando la cifra de ICE, y reconociendo que los volúmenes de biomasa por área unitaria son similares en las dos regiones, simplemente dividí en dos las emisiones calculadas para Tucuruí en el transcurso del tiempo. Después de un fuerte impulso inicial de CO₂ originado por el proceso de putrefacción de plantas y árboles, las emisiones disminuyen rápidamente. Las emisiones de metano permanecen estables durante todo el período, aunque son mucho más bajas. En comparación con la generación de la misma cantidad de energía a partir de gas natural, la emisión de gases de efecto invernadero de esa represa suele ser mayor en los primeros diez años del proyecto, y después disminuye indefinidamente.²⁹

Valor de existencia: Un costo de oportunidad adicional, y el último que se toma en consideración en el presente análisis, es el valor que los bolivianos suelen otorgar a la conservación de la cuenca del Beni en su estado actual, independientemente de su intención de utilizarlo.³⁰ Este valor no se calcula a partir de las transacciones del mercado, sino mediante una técnica de investigación denominada valoración contingente. El alto costo y las dificultades técnicas para utilizar la valoración contingente han dado origen a recientes intentos por calcular "factores" de valor de existencia que pueden ser aplicados al valor de uso de un área para derivar una cuantificación ilustrativa de valores de no utilización. Aunque algunos investigadores propongan un factor de existencia de aproximadamente cuatro para el uso de los bosques tropicales,³¹ utilizo un factor de dos a fin de ser conservador con este valor tan incierto, y únicamente lo aplico en valores de uso de la población indígena y el turismo.



without Bala project/sin proyecto Bala.

with Bala project/con proyecto Bala

Resultados

Las pérdidas financieras de la represa del Bala oscilan de una media de \$424 millones a una media de \$1,198 mil millones, dependiendo del cálculo de costo utilizado. Las pérdidas económicas ascienden de \$188 millones bajo el cálculo de "bajo costo" a \$909 millones bajo el estimado de "alto costo", antes de considerar algún costo ambiental. Los impactos ambientales agregan aproximadamente \$105 millones a los costos económicos. Desde la perspectiva del inversionista, el rendimiento es inferior al rendimiento de inversiones alternativas sujetas a menos riesgos. Desde la perspectiva de la sociedad boliviana, los beneficios generales son inferiores al costo de los recursos que consumiría el proyecto.

Las Figuras 3 y 4 muestran que en el escenario de "bajo costo", la represa tiene aproximadamente un 19 por ciento de probabilidades de ser económicamente viable, y un 11 por ciento de probabilidades de viabilidad financiera. Haciendo uso de la cifra de costo citado en el número del 4 de julio de 1999 de La Presencia, la probabilidad de la viabilidad económica y financiera es igual a cero.

El rendimiento privado (financiero) del proyecto es más bajo que el social (económico) porque los costos financieros de construcción son más altos que los costos económicos de construcción, y se asume que los ingresos son los mismos. Los costos económicos son más bajos en el supuesto que ciertas políticas – por ejemplo, impuestos, tarifas, leyes salariales – hacen que los precios de mercado de los aportes al proyecto sean más altos que su verdadero valor económico.³² Los costos económicos más bajos para la construcción sólo son compensados parcialmente cuando se agregan los costos ambientales al análisis económico.

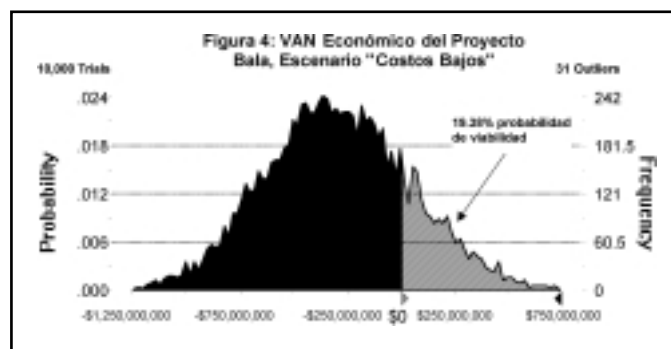


Results

Financial losses from the Bala dam range from a mean of \$424 million to a mean of \$1.2 billion, depending on the cost estimate used. Economic losses total \$188 million under the "low-cost" estimate to \$909 million under the "high-cost" estimate, before considering any environmental costs. Environmental impacts add around \$105 million in economic costs. From the investor's perspective, returns are less than returns from alternative, less risky investments. From Bolivian society's perspective, the overall benefits are less than the cost of the resources the project would consume.

Figures 3 and 4 shows that in the "low-cost" scenario, the dam has approximately 19 percent chance of being economically viable and an 11 percent chance of financial viability. Using the cost figure cited in the July 4, 1999 issue of La Presencia, the probability of both economic and financial viability is zero.

The private (financial) return from the project is lower than the social (economic) because financial construction costs are higher than economic construction costs, while revenues are assumed to be the same. Economic costs are lower based on the assumption that certain policies – e.g. taxes, tariffs, wage laws – make the market prices of project inputs greater than their true economic value.³² The lower economic costs for construction are only partially offset when environmental costs are added into the economic analysis.



Distribution

The above results tell us that the aggregate benefits from the Bala dam are less than the aggregate costs, regardless of who enjoys the benefits and who pays the costs. A project with a negative NPV may be worth subsidizing, however, if it disproportionately benefits the poor or redresses some past injustice. For that reason it is worth looking at the likely distribution of costs and benefits from the Bala project.

There is no clear redistribution of wealth to the poorer strata of Bolivian society implicit in these lists. Most of the clear beneficiaries of the project are foreign – contractors, consultants, suppliers and skilled laborers. Many local businesses in Rurrenabaque would surely benefit during the construction boom, which the ICE project profile puts at eight years. Clear losers from the project would be the indigenous inhabitants of the river basins above the dam. Even though compensation payments are built into this analysis, such payments do not cover the cultural losses, transition difficulties and disruption of community structure that would result from relocation or, for those villages not inundated, changes caused by the loss of resource use areas. Other losers would include local tourism businesses. Finally, whatever group or organization had financial exposure in the project would suffer losses.

Distribución

Los resultados anteriores indican que los beneficios agregados de la represa del Bala son inferiores a los costos agregados, independientemente de quién disfrute los beneficios y quién pague los costos. Sin embargo, un proyecto con un valor actual neto negativo podría merecer ser subsidiado si beneficia en gran medida a la población de bajos recursos o si enmienda alguna injusticia del pasado. Por esa razón vale la pena considerar la probable distribución de costos y beneficios del proyecto del Bala.

Estas listas no contienen una clara redistribución de la riqueza hacia los estratos más pobres de la sociedad boliviana. La mayoría de los beneficiarios evidentes del proyecto son extranjeros – contratistas, consultores, abastecedores y trabajadores calificados. Muchas empresas locales de Rurrenabaque seguramente se beneficiarían durante el boom de la construcción, que el proyecto de ICE estipula en ocho años. Los obvios perdedores del proyecto serían los habitantes indígenas de las cuencas río arriba de la represa. Aun si el presente análisis contemplara pagos de compensación, éstos no cubrirían las pérdidas culturales, las dificultades de transición y el trastorno de la estructura comunitaria como resultado del traslado o, para aquellas poblaciones que no hayan sido inundadas, los cambios ocasionados por la pérdida de áreas de uso de recursos. Entre los demás perdedores habría que incluir a las empresas turísticas locales. Por último, cualquier grupo u organización que tenga una exposición financiera en el proyecto sufriría pérdidas.



¿Qué implicaciones tienen estas conclusiones en las políticas? Expresado en términos directos, el proyecto ocasionaría el empeoramiento de la posición económica del boliviano promedio en \$38-\$132 y no tendría como resultado una distribución más equitativa de la riqueza, de manera que realizar la construcción equivaldría a la implementación de una política pública deficiente. Además, aumentaría la exposición boliviana a la volatilidad de la economía brasileña. Si la explotación de los recursos hidrológicos de la cuenca del río Beni se considera una prioridad, habría que buscar proyectos cuyos impactos sean más seguros, por ejemplo en los mercados domésticos, y menos drásticos en lo ambiental y cultural. Estos rasgos serían más razonables para Bolivia, La Paz y Beni y contribuirían a aumentar las probabilidades de atraer capital de precio reducido.

What are the policy implications of these findings? Put in very straightforward terms, the project would make the average Bolivian \$38-\$132 worse off and would not result in more equitable distribution of wealth, so it would be poor public policy to construct it. Further, it would increase Bolivian exposure to volatility in the Brazilian economy. If exploitation of the water resources of the Beni river basin is deemed a priority, projects should be sought that have more secure, i.e., domestic, markets, and smaller environmental and cultural impacts. These features make sense for Bolivia, La Paz and Beni, and are far more likely to attract favorably priced, risk-averse capital.

Tabla 3 – Distribución de costos y beneficios de la represa del Bala

Quién se beneficia	Quién paga
Contratistas de construcción extranjeros	Tacanas, Tsimanes y Mosestenes
Usuarios brasileños de energía	Operadores de turismo y empleados
Abastecedores de cemento	Otros negocios locales que sirven a la industria del turismo
Abastecedores extranjeros de equipo	Proveedores de seguros contra riesgos/garantías para préstamos y/o
Trabajadores calificados extranjeros y nacionales	Contribuyentes bolivianos y/o
Empresas locales (hoteles, restaurantes, tabernas, abastecedores de combustible y minoristas)	Accionistas del inversionista

Table 3 – Distribution of costs and benefits from Bala dam

Who Benefits	Who Pays
Foreign construction contractors	Tacanas, Tsimanes and Mosestenes
Brazilian power users	Tour operators and employees
Cement suppliers	Other local businesses serving the tourist industry
Foreign equipment suppliers	Providers of risk insurance/loan guarantees and/or
Foreign and domestic skilled laborers	Bolivian taxpayers and/or
Foreign and domestic consulting firms Local businesses serving workforce (hotels, restaurants, taverns, fuel suppliers and retailers)	Shareholders of investor

Case 2 *a road from Apolo to Ixiamas*

Caso 2 *un camino de Apolo a Ixiamas*

Separated by a little more than 100 linear kilometers, the hill town of Apolo and lowland Ixiamas are some 526 kilometers distant from each other by road. That two of Northern La Paz' larger towns should be without a practical road link strikes some planners as an important gap in the department's road infrastructure, particularly since there is no link between highland and lowland La Paz that does not pass through the department of Beni. From another perspective, however, the link has little meaning, since very few people want to travel from Apolo to Ixiamas, or vice-versa. Neither town is a commercial center of any consequence, and neither is really on the way to anywhere. Further, the current route from the city of La Paz to the lowlands passes into Beni precisely because that is the most economically logical and physically practical route. It conducts travelers to all the major towns of Beni, Pando and La Paz departments, and leads to Brazil as well.

From an environmental viewpoint, the prospect of a new road between Apolo and Ixiamas raises concerns since it would bisect the Madidi PN-ANMI, opening up areas that are currently very remote and well preserved. Further, it would cross at least 16 rivers as it made its way down the Machiarapo and Tuichi drainages and then over the Serranía Cuñaca/Mamoque. Where construction of this road has unofficially begun, near Tumupasa, bulldozers have simply pushed sidcast earth directly into the Mamoque creek (Arroyo).

Apenas 100 kilómetros lineales separan a Apolo e Ixiamas, mientras que la distancia por carretera es de 526 kilómetros. El hecho de que Apolo e Ixiamas carezcan de una comunicación por tierra para algunos planificadores es una gran deficiencia en la infraestructura de carreteras del departamento, en particular porque no existe una ruta que comunique el altiplano y las tierras bajas de La Paz sin atravesar el departamento de Beni. Visto desde otra perspectiva, sin embargo, la importancia de esta carretera es limitada en vista de lo reducido del número de personas interesadas en desplazarse de Apolo a Ixiamas o viceversa. Ninguna de las dos ciudades tiene importancia como centro de intercambio comercial, ni se encuentra de paso para viajeros que se dirigen a otros puntos. Además, la carretera actual que comunica la ciudad de La Paz y las tierras bajas pasa por Beni precisamente porque es la ruta más lógica desde el punto de vista económico, y la más práctica desde el punto de vista físico. Esta carretera, que llega hasta Brasil, sirve a los viajeros para transitar hacia las principales ciudades de los departamentos de Beni, Pando y La Paz.

Desde el punto de vista ambiental, la perspectiva de una nueva carretera entre Apolo e Ixiamas es motivo de preocupación porque ésta dividiría en dos el PN-ANMI Madidi, abriendo áreas muy remotas y bien conservadas. Además, atravesaría por lo menos 16 ríos en los avenamientos del Machiarapo y del Tuichi y luego pasaría por la serranía Cuñaca/Mamoque. En donde la construcción de la carretera ya dio inicio en forma no oficial los tractores han ver-tido tierra en el arroyo de Mamoque cerca de Tumupasa.

Esta sección explora la viabilidad económica de la construcción de una carretera de grava entre Apolo e Ixiamas.³³ En ésta y la próxima sección hago uso del Modelo de Estándares de Diseño y Mantenimiento de Carreteras (Highway Design and Maintenance Standards Model – HDM), desarrollado por el Banco Mundial para el análisis económico de proyectos de carreteras. El modelo establece los costos de viaje reducidos que disfrutarían los usuarios de la carretera si existiera una conexión de 150 kilómetros entre ambas ciudades en vez de la actual ruta de 526 kilómetros, e incorpora cálculos del tráfico que se originaría a raíz de la reducción de costos. Bajo consideración de esos beneficios, el modelo establece el costo de construcción y mantenimiento de la carretera. También investigo el impacto económico de los costos relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero que resultarían a consecuencia de la deforestación causada por la carretera.

Un factor a favor de la viabilidad de la carretera es la extremada longitud de la ruta alterna existente. Sin embargo, hay dos factores importantes desfavorables para la viabilidad del proyecto. El primero es el alto costo de construcción y mantenimiento de una carretera en las laderas inclinadas y los suelos inestables que predominan a lo largo de la ruta propuesta. Para gran parte de la ruta el costo de construcción aproximado de una carretera segura de grava oscilará entre \$300.000 y \$500.000 por kilómetro,³⁴ eso es tres a cinco veces más el costo de pavimentación de una carretera en terreno plano. En el trecho plano del valle del Tuichi los costos de construcción de la carretera disminuirían, pero habría necesidad de construir un mínimo de cuatro puentes importantes.

En segundo lugar, el área tiene muy pocos habitantes (beneficiarios). Podría haber más beneficiarios potenciales si se contemplara un programa masivo de colonización simultáneo durante la construcción de la carretera; sin embargo, un programa de este tipo sería ilegal ya que casi toda la ruta pasa por el PN-ANMI Madidi.³⁵ El número de habitantes de las ciudades que conectaría la carretera es de aproximadamente 3.000 a 3.500, considerando Apolo, Santa Cruz del Valle Ameno, Asariamamas, San José de Uchupiamonas, y Tumupasa. El tráfico que se desplaza actualmente por la carretera a Tumupasa es de 5 a 10 vehículos diarios.³⁶ Aunque se carece de información sobre el tráfico que entra y sale de Apolo, se dispone de información oficial para las siguientes carreteras cercanas: Charazani y Escoma (61 vehículos diarios) y Teoponte y Puerto Ballivan (102 vehículos diarios). El tráfico de Apolo definitivamente es menor porque la ciudad se encuentra al final de la carretera.

This section examines the economic viability of building a gravel road from Apolo to Ixiamas.³³ In this and the next section I use the Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM), developed by the World Bank for economic analysis of road projects. The model measures the lowered travel costs road users would enjoy if they had a 150 kilometer connection between the two towns, rather than the current 526 kilometer route, and incorporates estimates of the new traffic that would result from those lower costs. Against those benefits, the model estimates the cost of building and maintaining the road. I also examine the economic impact of costs associated with greenhouse gas emissions, which are assumed to result from deforestation induced by the road.

Working in favor of the road's viability is the extreme length of the existing alternate route. Working against economic viability are two main factors. First is the high cost of building and maintaining a road on the steep slopes and very unstable soils that predominate along the proposed route. Building a safe gravel road over much of the route is estimated to cost \$300,000-\$500,000 per kilometer,³⁴ which is three to five times more than paving a road on flat terrain. In the flat portion of the Tuichi Valley, road costs would be less, but at least four substantial bridges would be needed.

Second, there are very few people (beneficiaries) in the area. There could be more potential beneficiaries if one assumed that a massive colonization program would accompany road construction, but such a program would be illegal since almost the whole route is within the Madidi PN-ANMI.³⁵ The populations of the towns the road would link – Apolo, Santa Cruz del Valle Ameno, Asariamamas, San José de Uchupiamonas and Tumupasa – total around 3,000-3,500. Traffic on the road currently serving Tumupasa is between 5 and 10 vehicles per day.³⁶ There are no data on traffic in and out of Apolo. The nearest links with official data are those between Charazani and Escoma (61 vehicles per day) and Teoponte and Puerto Ballivan (102 vehicles per day). Apolo traffic is certainly lower than these figures since it is at the end of the road.

Results

Economic Net Present Value without Deforestation Cost: negative \$16.31 million.

Economic Net Present Value with Deforestation Cost: negative \$61.71 million.

Construction of the Apolo-Ixiamas road would result in a net loss to Bolivian society of \$16.31 million, before considering environmental costs associated with deforestation. The very high cost of building a road in the rough terrain of the Madidi protected area simply cannot be recovered due to the extremely low local demand for transport. Adding in the cost of carbon emissions from an estimated 30,000 ha. of deforestation induced by the road brings losses to a total of \$61.71 million.³⁷ That is a somewhat hypothetical number in this context since it might be difficult to sell the carbon stored in the already officially protected Madidi park. Carbon emissions still impose a global cost but do not necessarily represent a lost income stream for Bolivia.

Resultados

Valor actual neto económico sin costo de deforestación: \$16,31 millones negativos.

Valor actual neto económico con costo de deforestación: \$61,71 millones negativos.

La construcción de la carretera Apolo-Ixiamas tendrá como resultado una pérdida neta de \$16,31 millones para la sociedad boliviana, sin considerar los costos ambientales relacionados con la deforestación. El alto costo de construcción de una carretera en el terreno accidentado del área protegida de Madidi es irrecoverable en vista de la escasa demanda de transporte a nivel local. Al sumar esto al costo de las emisiones de carbono de aproximadamente 30.000 hectáreas de tierras deforestadas a partir de la construcción de la carretera, las pérdidas ascienden a un total de \$61,71 millones.³⁷ En cierto modo esta cifra es hipotética en este contexto, ya que podría resultar difícil vender el carbono almacenado en el parque Madidi porque éste ya se encuentra bajo protección oficial. Las emisiones de carbono siguen representando un costo para el mundo, pero no necesariamente representan ingresos perdidos para Bolivia.

Tabla 4 – Distribución de costos y beneficios de la carretera Apolo-Ixiamas

Quién se beneficia	Quién paga
Los habitantes San José de Uchupiamonas, Asariamas, Tumupasa, Apolo, etc.	Los contribuyentes bolivianos
Los madereros	Los habitantes de San José de Uchupiamonas y otros usuarios tradicionales de recursos
Los especuladores en tierras	La administración del PN-ANMI Madidi
Los colonos	Los promotores de la conservación del PN-ANMI Madidi
Empresas de diseño, y de evaluación de impacto ambiental (EIA) y los contratistas de la construcción	Los propietarios de los bosques o los grupos del mundo que son vulnerables a los cambios climáticos.

Table 4 – Distribution of costs and benefits from the Apolo-Ixiamas road

Who Benefits	Who Pays
Residents of San José de Uchupiamonas, Asariamas, Tumupasa, Apolo, etc.	Bolivian taxpayers
Loggers	Residents of San José de Uchupiamonas and other traditional resource users
Land speculators	Madidi PN-ANMI administration
Colonists	Supporters of Madidi PN-ANMI conservation
Design, EIA and construction contractors	Forest owners or groups around the world vulnerable to climate change

Distribución

Los principales beneficiarios serían los residentes de San José de Uchupiamonas y Asariamas, quienes actualmente no están conectados a ninguna carretera. Además, serían favorecidos los residentes de Tumupasa y Apolo porque allí estaría la intersección entre el nuevo tramo y la red existente. El número de beneficiarios sería menor entre los residentes de ciudades cercanas a los puntos finales de la carretera. Otros evidentes beneficiarios de la carretera serían los madereros, quienes disfrutarían de acceso subsidiado para recursos actualmente remotos, así como los especuladores en tierras que compran y venden tierras hechas accesibles recientemente, y los colonos que logran mejorar su situación al asentarse a lo largo de la nueva carretera. También se beneficiarían las compañías contratadas para diseñar, realizar evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y construir la carretera.

Los costos directos del proyecto correrían por cuenta de los contribuyentes. Algunos de los mismos grupos beneficiarios de la carretera tendrían que cargar con los costos externos. Para los residentes locales de esta región, en particular los indígenas, sus derechos de uso y tenencia de la tierra por lo general se han atenuado o se han perdido con la construcción de nuevas carreteras y la consiguiente extracción de madera y la colonización.³⁸ Los costos atribuidos a la destrucción de hábitats naturales y, por consiguiente, de la diversidad biológica, serían soportados por bolivianos y extranjeros que valoran la conservación de los ecosistemas. También para los administradores del PN-AMNI Madidi aumentarían los costos de controlar el acceso y las actividades realizadas dentro del área protegida.

Este proyecto no pasa las pruebas de eficiencia y equidad. Su valor actual neto es negativo y además transfiere riqueza a un grupo muy reducido, integrado por una variedad de habitantes del área rural, propietarios de compañías madereras, especuladores en tierras, consultores para el diseño y las evaluaciones de impacto ambiental (EIA), así como empresas constructoras.

Distribution

The primary beneficiaries would be residents of San José de Uchupiamonas and Asariamas, which are currently not linked to any road. Next would be residents of Tumupasa and Apolo, where the new link would intersect the existing network. Lesser beneficiaries would be residents of towns near the road's endpoints. Other clear beneficiaries of the road would be loggers, who would enjoy subsidized access to currently remote resources, land speculators buying and selling newly accessible land, and colonists who managed to improve their situation by settling along the new road. The companies hired to design, perform environmental impact assessments (EIA) and construct the road would also benefit.

Direct costs of the project would be borne by taxpayers. External costs would be shouldered by some of the same groups benefiting from the road. Local, particularly indigenous residents of this region have commonly seen their land use and ownership rights attenuated or simply lost with the arrival of new roads and associated logging and colonization.³⁸ Costs imposed by the destruction of natural habitat and associated biological diversity would be borne by a combination of national and international individuals who value ecosystem conservation. Costs would also be imposed on the administrators of the Madidi NP-AMNI in the form of the increased expenses of controlling access and activities within the protected area.

This project passes neither efficiency nor equity tests. It has a negative NPV and transfers wealth to a very small group, consisting of a mix of poor rural people, logging company owners, land speculators, design and EIA consultants and construction firms.

Alternatives

The larger goal of this project is to facilitate transportation between the highlands (altiplano) and lowlands of La Paz. Apolo and Tumupasa are merely the endpoints of a missing link in a route that would do just that. But this is not the only route, nor is it the best. Ground transportation now takes a route that, after descending the Yungas, proceeds to Caranavi and then turns East, away from Apolo. The winding gravel road crosses the mountains to the south of the Pílon Lajas reserve, passing through the towns of Sapecho and Quiquibey and delivers travelers to the crossroads town of Yucumo, which is in Beni department. From there, one can travel either to the towns on the Beni plains, San Borja and Trinidad, or head north to Rurrenabaque, 105 km. away. From Rurrenabaque, one may proceed northward to Pando and Brazil, or cross the Beni river and proceed to Tumupasa and Ixiamas. For travel anywhere but Apolo and its nearest neighbors, the existing route is the lower cost option for travelers of all kinds.

The sensible investment alternative would therefore be to upgrade the existing route. Paving begun between in Cotapata and Santa Barbara and east of Sapecho should be continued. Maintenance should occur with more frequency and improvements be made to the portions of the road that remain with a gravel surface. Our analysis showed that increasing maintenance from once every four months to once every two months would yield net benefits of \$3.56 million.

Alternativas

La principal meta de este proyecto es facilitar el transporte entre el altiplano y las tierras bajas de La Paz. Apolo y Tumupasa son solamente los puntos finales del eslabón perdido de la ruta. Pero ésta no es la única ruta, ni es la mejor. Actualmente, el transporte terrestre hace uso de una ruta que, después de descender por los Yungas, llega hasta Caranavi y luego gira al Este, alejándose de Apolo. La sinuosa carretera de grava atraviesa las montañas hacia el Sur de la reserva de Pílon Lajas, pasando por las ciudades de Sapecho y Quiquibey y lleva a los viajeros a la ciudad de Yucumo, en el departamento de Beni. Desde allí se puede viajar a las ciudades de la llanura del Beni, San Borja y Trinidad, o a Rurrenabaque, a 105 km al Norte. Desde Rurrenabaque se puede seguir hacia el Norte a Pando y Brasil, o bien se puede cruzar el río Beni y seguir hasta Tumupasa e Ixiamas. Para llegar a todas las ciudades, menos Apolo y áreas aledañas, la ruta existente es la opción de más bajo costo para viajeros de todo tipo, y lo continuaría siendo aun si existiera el tramo entre Apolo y Tumupasa.

Por lo tanto, una inversión alternativa razonable debería contemplar el mejoramiento de la ruta existente. Habría que continuar la pavimentación iniciada entre Cotapata y Santa Bárbara y al Este de Sapecho. El mantenimiento debería ocurrir con mayor frecuencia y las mejoras deberían hacerse en aquellas partes de la carretera que aún tienen superficie de grava. Nuestro análisis demostró que el mantenimiento cada dos meses en vez de cada cuatro meses produciría beneficios netos de \$3,56 millones.



Caso 3

un camino desde San Buenaventura hasta Perú

Case 3

a road from San Buenaventura to Peru

La segunda carretera analizada es la construcción de una ruta pavimentada desde la ciudad de Buenaventura hasta Puerto Heath, en la frontera con Perú. Actualmente, una carretera de grava de buena calidad conduce al Noroeste desde San Buenaventura, siguiendo el curso de las serranías del Bala, Mamoque y Cuñaca. La carretera atraviesa más de 110 corrientes de agua y ríos antes de llegar a Ixiamas. Muchas de estas corrientes de agua pueden ser vadeadas en todas las condiciones climáticas, y algunas tienen puentes y alcantarillas en construcción, mientras otras, particularmente el Tequeje, detienen el tráfico cada vez que precipitaciones abundantes ocasionan crecidas. Después de Ixiamas, la carretera se reduce a un par de caminos de tierra que sirven para la extracción de madera. Uno conduce al Norte atravesando un paisaje mixto de pampas y bosque lluvioso. El otro continúa hacia el Oeste, al pie de las serranías, rumbo al Alto Madidi.

La ruta que suele proponerse para la carretera San Buenaventura-Perú es la segunda, que llega hasta una colonia abandonada de prisioneros en el Alto Madidi antes de enfilarse rumbo al Norte hacia Puerto Heath, en donde el río Heath se une al Madre de Dios. Desde allí se puede continuar el viaje por vía fluvial, 65 kilómetros ríos arriba por el Madre de Dios, hasta llegar a la ciudad peruana de Puerto Maldonado que, a pesar de la ausencia de una carretera desde la frontera boliviana, es básicamente el punto final de esta ruta. Algunas versiones anteriores de este proyecto también han incluido un tramo de Puerto Heath hasta Cobija, la capital de Pando, otros 150 kilómetros más.

The second road analyzed is construction of a paved route from the town of San Buenaventura to Puerto Heath, on the Peruvian border. At the moment, a high-quality gravel road heads northwest from San Buenaventura, following the foot of the Mamoque and Cuñaca ridges (serranías). The road intersects more than 110 streams and rivers on its way to Ixiamas. Many of these watercourses can be forded in all weather and some have bridges and culverts under construction, while others, particularly the Tequeje, stop traffic when swelled by heavy rains. Beyond Ixiamas, the road degenerates into a couple of dirt logging tracks. One leads north through a mixed landscape of pampas and rain forest. The other continues west, close to the ridges, in the direction of Alto Madidi.

The most commonly proposed route for the San Buenaventura-Peru road would follow the latter track as far as Alto Madidi, an abandoned prison colony, then head north to Puerto Heath, where the Heath River flows into the Madre de Dios. From there one can travel by river 65 kilometers up the Madre de Dios to the large Peruvian town of Puerto Maldonado, which, despite the absence of a road from the Bolivian border, is essentially the endpoint of this route. Some past versions of this project have also included a section from Puerto Heath as far as Cobija, the capital of Pando, which adds another 150 km.

The first 115 km of the route passes through a narrow band of agricultural land, deforested and cultivated by colonists and Tacana people. Beyond that point, the route passes through a natural landscape of pampas, wetlands and forest that has seen only very selective logging. The road would closely follow the Madidi PN-ANMI Northern boundary for around 200 kilometers, then run entirely within the Park's northern panhandle for approximately 120 km.

As noted above, the analysis of this project uses the same HDM model applied to the first road project. In this case, I model the cost of paving the entire route and estimate the net benefits to road users of the improved road. The analysis requires making a simplifying assumption that a gravel road of some sort already exists where the paved road will go. That assumption will lead to an underestimate of the true cost of construction, but also to an underestimate of benefits (since the true improvement is greater than the improvement modeled). The net effect of these countervailing underestimates is not large enough in either direction to change the conclusions of the analysis. One very significant cost omitted from the analysis is that of constructing the many bridges needed to complete this road. Some of these bridges are already under construction as part of a stand-alone infrastructure project financed by the World Bank Social Investment Fund (FIS).

Working in favor of economic viability for this project is the route's gentle terrain. The question of bridges aside, construction costs should be moderate to low, particularly over the first 200 km. where gravel is naturally abundant. Working against viability is the extremely low traffic. The existing gravel road is in very good condition and still sees less than 10 vehicles per day. Even as a link to Cobija and the Madre de Dios River, it is hard to imagine a scenario where transport demand in this remote corner of Bolivia would undergo explosive and sustained growth.

Los primeros 115 kilómetros de la ruta cruzan una franja estrecha de tierras agrícolas, deforestadas y cultivadas por colonizadores y Tacanas. Más allá de ese punto, la ruta atraviesa un paisaje natural de pampas, humedales y bosques de donde sólo se ha extraído madera en forma muy selectiva. La carretera sigue su curso a lo largo de la frontera Norte del PN-ANMI Madidi durante unos 200 kilómetros y luego avanza por la franja Norte del parque, aproximadamente durante 120 kilómetros.

Tal como se mencionaba anteriormente, el análisis de este proyecto utiliza el mismo modelo HDM aplicado al primer proyecto de carretera. En este caso, determino el costo de pavimentación de la ruta completa y hago un cálculo de los beneficios netos para los usuarios al utilizar la carretera mejorada. El análisis se basa en el supuesto que las carreteras pavimentadas se construirán sobre las carreteras de grava existentes. Esa suposición conducirá a subestimar el costo real de construcción, pero también a subestimar los beneficios (en vista de que la mejora real es superior a la mejora realizada). El efecto neto de estos subestimados compensatorios no es suficientemente grande en ningún sentido como para modificar las conclusiones del análisis. Un costo considerable que se ha omitido del análisis es la construcción del gran número de puentes necesarios para completar esta carretera. Algunos de estos puentes ya se encuentran en construcción como parte de un proyecto de infraestructura independiente financiado por el Fondo de Inversión Social del Banco Mundial (FIS).

Un factor a favor de la viabilidad económica de este proyecto es el terreno poco inclinado de la ruta. Aparte de la cuestión de los puentes, los costos de construcción deberían ser de moderados a bajos, particularmente durante los primeros 200 kilómetros en donde la grava es abundante en forma natural. Un factor desfavorable para la viabilidad del proyecto es el tráfico sumamente escaso. Aunque la carretera de grava existente se encuentra en muy buenas condiciones, transitan menos de 10 vehículos diarios por la misma. Aun visto como un conector a Cobija y el río Madre de Dios, es difícil imaginarse un escenario en donde la demanda de transporte en este rincón remoto de Bolivia podría advertir un crecimiento explosivo y sostenido.

Resultados

Valor actual neto económico sin costo de deforestación:
\$24,78 millones negativos.

Valor actual neto económico con costo de deforestación:
\$110,96 millones negativos.

Al igual que la carretera Apolo-Tumupasa, este proyecto requiere de financiamiento público de manera que la pérdida neta de \$24,78 millones del proyecto sería soportada por los contribuyentes paceños o por todos los contribuyentes bolivianos. Ni el Banco Mundial ni el BID consideran la carretera una prioridad, y por lo tanto sería muy poco probable que concedieran un crédito subsidiado.³⁹ Así como en el caso anterior, el costo considerable relacionado con el carbono liberado a consecuencia de la deforestación a lo largo de la nueva carretera sólo es un costo real para Bolivia en la medida que el almacenamiento de carbono pueda mercadearse con éxito en algún momento. En caso contrario, las emisiones de carbono representan un costo compartido a nivel mundial y no un costo para los propietarios de las tierras deforestadas.

Estos resultados contradicen un estudio de factibilidad realizado en 1990 para una carretera entre San Buenaventura y Cobija.⁴⁰ Dicho estudio estipuló un valor actual neto positivo de \$99 millones para toda la ruta, basado en lo que Roemer y Stern denominan el método “romántico” del análisis económico de los proyectos de carreteras. El estudio, que fue preparado para solicitar financiamiento bilateral a Italia, asumió que un plan de desarrollo agrícola ambicioso podría acompañar la construcción de la carretera y resultar rentable en cientos de miles de hectáreas adyacentes a la carretera. Este tipo de estudio se considera romántico porque asume que efectivamente se tendrá acceso a otra serie de servicios, incluyendo el crédito a bajo costo y la extensión agrícola, y que la región en cuestión está preparada para incrementar enormemente la producción de un producto que será absorbido de inmediato por un mercado confiable – si tan sólo fuera mejorada la carretera.⁴¹ La solicitud de financiamiento de Italia fue rechazada.

Results

Economic Net Present Value without Deforestation Cost:
negative \$24.78 million.

Economic Net Present Value with Deforestation Cost:
negative \$110.96 million.

Like the Apolo-Tumupasa road, this project would require public funding, so the net loss of \$24.78 million for the project would fall on the shoulders of Paceño or all Bolivian taxpayers. Neither the World Bank nor the IDB consider the road a priority and so would be very unlikely to provide subsidized credit.³⁹ Also as in the previous case, the considerable cost associated with carbon released as a result of deforestation along the new road is only a real cost to Bolivia to the extent that carbon storage could eventually be successfully marketed. If it cannot, then carbon emissions represent a cost shared globally rather than one suffered by owners of the deforested land.

These results contradict a 1990 feasibility study conducted for a road from San Buenaventura to Cobija.⁴⁰ That study predicted a net present value of positive \$99 million for the entire route, based on what Roemer and Stern call the “romantic” approach to economic analysis of road projects. The study, prepared to solicit Italian bilateral financing, assumed that an ambitious agricultural development plan would accompany the road and lead to profitable farming on hundreds of thousands of hectares adjacent to the road. This sort of study is called romantic because it assumes that a suite of other services, including low-cost credit and farm extension, will be effectively provided, and that the region in question is poised to vastly increase production of a good that will be readily absorbed by a reliable market – if only the road is improved.⁴¹ The application for Italian funding was rejected.



Distribution

The primary beneficiaries of the road would be loggers, new colonists, and residents of Ixiamas and Tumupasa, as well as land speculators and contractors. Rural roads like this one generally represent transfers to poorer people, as long as the road doesn't lead to consolidation of land holdings, for instance in large cattle ranches. But even if the project were purely a transfer to poor current residents of the area, one needs to question the efficiency of the transfer. The capital cost of the road is at least \$37 million (with no bridges). That works out to between \$10,000 and \$12,000 per local resident. Rather than have the road, locals would undoubtedly prefer to simply receive that sum in cash, and could well prefer equivalent investments in health, education and subsidized bus service.

Distribución

Los principales beneficiarios de la carretera serían los madereros, nuevos colonizadores y residentes de Ixiamas y Tumupasa, así como especuladores en tierras, consultores y contratistas. Las carreteras rurales como ésta por lo general representan transferencias para las poblaciones más pobres, en la medida que la carretera no conduzca a la consolidación de propiedades, como por ejemplo, en grandes haciendas ganaderas. Pero aun si el proyecto representara una transferencia directa para los habitantes de más escasos recursos del área, es necesario cuestionar la eficiencia de la misma. El costo de capital de la carretera es de un mínimo de \$37 millones (sin puentes). Eso significa entre \$10.000 y \$12.000 por habitante local. En vez de la carretera, los habitantes locales sin duda elegirían recibir esa suma en efectivo y bien podrían preferir inversiones equivalentes en salud, educación y el servicio de transporte colectivo subsidiado.

Tabla 5 – Distribución de costos y beneficios de la carretera San Buenaventura – Puerto Heath

Quién se beneficia	Quién paga
Los residentes de Ixiamas y Tumupasa	Los contribuyentes bolivianos
Los madereros	Los promotores de la conservación del PN-ANMI Madidi
Los especuladores en tierras	Los propietarios de los bosques o grupos del mundo vulnerables al cambio climático
Los nuevos colonos	La administración del PN-ANMI Madidi
Contratistas para el diseño, EIA y la construcción	

Table 5 – Distribution of costs and benefits from the San Buenaventura – Puerto Heath road

Who Benefits	Who Pays
Residents of Ixiamas and Tumupasa	Bolivian taxpayers
Loggers	Supporters of Madidi PN-ANMI conservation
Land speculators	Forest owners or groups around the world vulnerable to climate change
New colonists	Madidi PN-ANMI administration
Design, EIA and construction contractors	

Alternativas

Desde una perspectiva económica y ambiental, la mejor inversión para el transporte en el área hacia el Noreste del PN-ANMI Madidi es precisamente lo que está haciendo la Prefectura de La Paz: la construcción de puentes y alcantarillas y el mantenimiento de la carretera en buenas condiciones. El presente informe no contiene un análisis cuantitativo de este proyecto. Sin embargo, es evidente que el proyecto aborda los cuellos de botella reales del transporte de una manera ambientalmente razonable. Hay más de 110 ríos y corrientes de agua que corren en sentido perpendicular a la carretera que une San Buenaventura e Ixiamas, los cuales representan para el tráfico un impedimento mucho mayor que la calidad de la superficie de grava de la carretera, la cual es adecuada para todo tipo de vehículos. Además, los puentes y las alcantarillas protegerán los lechos de los ríos, permitirán que las corrientes de agua corran por sus cursos naturales y evitarán la acumulación de aguas estancadas que son fuente potencial de enfermedades. Los beneficios derivados de la reducción del tiempo de viaje al desplazarse por una carretera pavimentada son limitados, y los beneficios generados por el acceso al río Madre de Dios y a un rincón sumamente aislado y remoto de Perú son aún menores.

Alternatives

From both an economic and environmental perspective, the best alternative transport investment for the area to the Northeast of the Madidi PN-ANMI is precisely what the La Paz Prefecture is doing: building bridges, laying culverts and keeping the road graded. This report does not contain a quantitative analysis of the bridge-and-culvert project. However, that project clearly addresses the real transportation bottlenecks in an environmentally sensible way. The more than 110 streams and rivers running perpendicular to the road between San Buenaventura and Ixiamas impede traffic much more than the quality of the gravel surface, which is very adequate for all vehicle types. Further, the bridges and culverts will protect stream beds, enable streams to follow their natural courses and avoid the accumulation of disease-provoking standing water. There is limited benefit to be had from the shortened travel time pavement would bring, and still less from road access to the Madre de Dios river and an extremely isolated and remote corner of Peru.



Conclusions

Large-scale infrastructure investments of the sort studied in this report are not financially or economically viable in the Madidi-Pilón Lajas region given the resource base, geographic situation and market conditions of the area. The resource and market characteristics confer a comparative advantage for smaller-scale agriculture and for nature tourism, as well as for traditional activities such as hunting, fishing and extraction of various forest products. While these activities may lack the scale to bring about a dramatic economic transformation of the region, they do have certain key advantages: They are efficient, meaning that they are viable without subsidies; they are equitable, in that resources are allocated to the lower and middle economic strata of the population; and they are sustainable, in that they are compatible with conservation of the area's natural ecosystems and native culture.

What sort of infrastructure makes sense in the context of the region's economic realities? In the case of roads, a serious regional approach to planning dictates improvement and intensification of infrastructure in heavily settled areas and along routes with high transportation demand. Funding for roads should therefore be invested in integration between the city of La Paz, the city's food suppliers in the Yungas and on to the lowlands via Caranavi and Yucumo. Another sensible road investment is the La Paz Prefecture's current project of bridge and culvert construction along the San Buenaventura-Ixiamas route. That project addresses the real transport issue in the area – reliability – rather than attempting to reduce travel times or establish an unnecessary link with the hinterlands of Peru.

Dam alternatives might include some of the more than 20 potential dam sites identified in the upper Beni watershed, upstream of the Bala narrows. Alternatives should be chosen with better access to markets, less competition, and lower environmental, social and other opportunity costs. Finally the choice of alternative investments needs to be guided by a clear decision on the strategic purpose alternatives are meant to fulfill – power generation, exports, local economic activity or some other objective.

Conclusiones

Las inversiones a gran escala analizadas en el presente Informe son inviables a nivel financiero y económico en la región de Madidi-Pilón Lajas en vista de la base de recursos, la situación geográfica y las condiciones del mercado en el área. Las características de los recursos y el mercado confieren una ventaja comparativa para la agricultura de pequeña escala y para el turismo de naturaleza, así como para actividades tradicionales como la caza, la pesca y la extracción de diferentes productos forestales. Aunque estas actividades carezcan de la escala para inducir una transformación económica dramática en la región, de hecho encierran ciertas ventajas importantes: son eficientes, lo que significa que son viables sin subsidios; son equitativas, en el sentido que los recursos son distribuidos a los estratos bajo y medio de la población; y son sostenibles, en el sentido que son compatibles con la conservación de los ecosistemas naturales y la cultura nativa del área.

¿Qué tipo de infraestructura es recomendable en el contexto de las realidades económicas de la región? En el caso de las carreteras, una planificación regional formal debe incluir el mejoramiento y la intensificación de la infraestructura en áreas muy pobladas y a lo largo de las carreteras con gran demanda de transporte. Por lo tanto, el financiamiento para carreteras habría que invertirlo en la integración de la ciudad de La Paz con sus regiones abastecedoras de alimentos en los Yungas y con las tierras bajas vía Caranavi y Yucumo. Otra inversión sensata en carreteras es el proyecto actual de la Prefectura de La Paz que contempla la construcción de puentes y alcantarillas a lo largo de la ruta San Buenaventura-Ixiamas. Ese proyecto aborda el tema real del transporte en el área –confiabilidad – en vez de intentar reducir los tiempos de viaje o establecer una conexión innecesaria con el interior de Perú.

Proyectos alternativos a la represa del Bala podrían incluir algunos de los más de 20 sitios potenciales para represas identificados en la cuenca superior del Beni, río arriba del angosto del Bala. Deberían seleccionarse proyectos con un mejor acceso a los mercados, menos competencia y cuyos costos ambientales, sociales y otros costos de oportunidad sean más bajos. Finalmente, la selección de las inversiones alternativas debe ser guiada por una decisión clara respecto al propósito estratégico al cual éstas van dirigidas: generación de energía, exportación, actividad económica local o algún otro objetivo.

Referencias/References

- 1 Miranda, C. 1998. Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de un Subprograma Binacional de Manejo de Areas Protegidas Fronterizas en el Marco del Programa de Acción Integrado Peruano Boliviano. Washington: Organización de Estados Americanos.
- 2 Meyers, N. 1988. Threatened Biotas: Hotspots in Tropical Forests. *Environmentalist* 8, no.3: 187-208; Meyers, N. 1990. The Biodiversity Challenge: Expanded Hotspots Analysis. *Environmentalist* 10, no.4: 243-56.
- 3 Conservation International. 1991. A Biological Assessment of the Alto Madidi Region and Adjacent Areas of Northwest Bolivia. Washington, DC: Conservation International.
- 4 Los Mosenes y los Tsimanes comparten los mismos ancestros.
- 5 Sánchez A., F. 1998. Valuación Económica de los Recursos Forestales No-Maderables en la Reserva de la Biosfera – Territorio Indígena Pilón Lajas. Tesis de Maestría. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- 6 Instituto Nacional de Estadística. 1997
- 7 Conservation International-Bolivia, información sin publicar, 1998.
- 8 Carrasco N., L.M., 1990. Estudio del Régimen de Ecurrimiento Superficial en la Cuenca Andina del Rio Beni. La Paz: Insituto de Hidráulica y Hidrología-Universidad Mayor de San Andrés.
- 9 Press, H. 1958. Proyecto de Aprovechamiento Integral del Rio Beni. La Paz: Armada Boliviana, Servicio Naval.
- 10 Aguirre B., C. 1998. July 17, 1998 Report of the Bala Project Working Group to Luis Alberto Valle (La Paz Prefect).
- 11 US Department of Energy, Energy Information Administration. 1999. An Energy Overview of Brazil. (www.fe.doe.gov/int/brazover.html). Asume una represa de 2460 MW de capacidad instalada y un factor de planta de 50 por ciento.
- 12 Carrasco, op. cit. La información corresponde al periodo comprendido entre 1974 y 1983.
- 13 Palenque E., G., and M.C. Barragán G., 1992. Estudio Sedimentológico de la Cuenca Andina del Rio Beni. La Paz: Instituto de Hidráulica y Hidrología, Universidad Mayor de San Andrés.
- 14 Consultora Boliviana de Proyectos, S.R.L. 1995. Proyecto de Aprovechamiento Integral del Rio Beni: Estudio a Nivel de Perfil. Informe encargado a ICE Ingenieros. Cochabamba.
- 15 Consultora Boliviana de Proyectos, S.R.L., op. cit. 1995.
- 16 Besant Jones, 1993. Citado en McCulley, 1996. *Silenced Rivers*. London: Zed Books. P. 136.
- 17 "Rasgos principales del proyecto múltiple hidroeléctrico del Bala." *La Presencia*, 4 de julio de 1999.
- 18 Bacon, R.W., J.E. Besant-Jones y J. Heidarian, 1996. *Estimating Construction Costs and Schedules: Experience with Power Generation Projects in Developing Countries*. World Bank Technical Paper No. 325. Washington, DC: The World Bank.
- 19 US Department of Energy, Energy Information Administration, op cit.
- 20 Eletrobras, 1999. *Plano Decenal de Expansão: 1999-2008*. Brasília: Eletrobras.
- 21 Presentación de Walter Molano, BCP Securities, en el seminario "Investment and Capital Flows in Mercosur". Mayo 18, Santiago, Chile.
- 22 Energy Information Administration, US Department of Energy. 1998. December 1998 Bolivia Country Bulletin. Washington, DC: EIA/DOE.
- 23 Euroconsult-Consultores Galindo, 1999. Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Amazónica Boliviana en los Departamentos de La Paz, Beni y Cochabamba: Zonificación Agroecológica y Propuesta de Uso del Suelo del Departamento de La Paz. Bolivia: Ministerio de Desarrollo y Planificación Sostenible.
- 24 Servicio Nacional de Caminos, 1998. 1996 Estadística Vial. La Paz: Servicio Nacional de Caminos.
- 25 Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as a Source of 'Greenhouse Gases.' *Environmental Conservation* 22(1): 7-19.
- 26 T. Hargrave, Center for Clean Air Policy, Washington, DC, comunicación personal, 1999.
- 27 Fearnside, P.M., 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: the example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24(1): 64-75.
- 28 J.P. Arce, Conservation International de Bolivia, comunicación personal, 1999.
- 29 Me baso en una planta de ciclos combinados a gas con un factor de calor de 6500 Btu/kWh que emite 380.5 toneladas de CO₂/GWh (T. Hargrave, Center for Clean Air Policy, Washington, DC, comunicación personal).
- 30 Aunque hay personas en todo el mundo preocupadas por la posible pérdida del ecosistema de Madidi-Pilón Lajas, el presente análisis se reduce a la perspectiva económica boliviana respecto a la represa.
- 31 Godoy, R., and T. Osuna, 1999. *Manual para la Evaluación Económica de Recursos Naturales en Bolivia*. Manuscript.
- 32 El factor que se utilizó para determinar el costo sombra es de 0,85 a 0,9. El extremo inferior de este rango es el factor que generalmente se aplica en los análisis de proyectos de carreteras en Bolivia, mientras el extremo superior es el factor que suele utilizar el Banco Mundial previo a la evaluación detallada del proyecto.
- 33 De hecho analizo la construcción de la carretera de Apolo a Tumupasa, un pueblo a 50 kilómetros al Sureste de Ixiamas en donde la nueva carretera se cruzaría con la carretera de grava existente que actualmente provee acceso a Ixiamas.
- 34 J. Melgar, Banco Interamericano de Desarrollo, comunicación personal, 1999.
- 35 Euroconsult-Consultores Galindo, op. cit.
- 36 Observación de campo y entrevistas realizadas a cobradores de peaje, abril de 1999.
- 37 Se considera que las carreteras de penetración en los bosques tropicales originan una deforestación parcial de unos 6 kilómetros de terreno a cada lado de las mismas (Raul Tuazon, Banco Interamericano de Desarrollo, comunicación personal, 1998). Yo asumo que únicamente se deforestará un kilómetro a cada lado de la carretera porque gran parte del terreno sería difícil de cultivar y se encuentra oficialmente protegido. Se usa una estimación de 300 toneladas/hectárea de biomasa en las tierras a lo largo de la ruta. El carbono se calcula en \$5,45/tonelada.
- 38 Ver, por ejemplo, Valdez, D.A.C. 1998. Efecto de la Inseguridad en la Tenencia de la Tierra sobre la Conservación de los Recursos Naturales en Comunidades Tacana en el Norte de La Paz. Tesis de Maestría. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- 39 Banco Mundial. 1998. Memorandum of the President of the International Development Association and the International Finance Corporation to the Executive Directors on a Country Assistance Strategy for the World Bank Group for the Republic of Bolivia. (Bolivia Country Assistance Strategy). Washington: World Bank. J.C. Páez, Inter-American Development Bank, comunicación personal, 1999.
- 40 Louis Berger International, Inc., Centro Profesional Multidisciplinario, S.R.L., Consultora Andina, Ltda., and Consultores Asociados Consa, S.R.L. (circa 1990). *Estudio de Factibilidad Técnico-Económica de la Carretera San Buenaventura-Cobija*. La Paz: Servicio Nacional de Caminos.
- 41 Roemer, M. y J.J. Stern, 1975. *The Appraisal of Development Projects: A Practical Guide to Project Analysis with Case Studies and Solutions*. New York: Praeger Publishers.

Anexo 1/Annex 1: *comentarios de ingenieros/engineers' comments*

September 9, 1999

Re: Bala Dam Project, Bolivia.

Dear Mr. John Reid,

This letter is in response to your request for comments on the Bala Dam project in Bolivia. The comments are based on the revision of the following documents:

- [1] Consultora Boliviana de Proyectos S.R.L., 1995. Proyecto de Aprovechamiento Integral del Rio Beni. Estudio a Nivel de Perfil. Vol. 1: Texto. (Partial)
- [2] Palenque G., M.C. Barragan. Estudio Sedimentologico de la Cuenca Andina del Rio Beni. (Partial)
- [3] Carrasco Nattes L.M., 1990. Estudio del Regimen de Escurrimiento Superficial de la Cuenca Andina del Rio Beni.

The project is being presented as a multi-purpose development combining benefits in a number of areas including energy production, flood control and irrigation. The documents reviewed summarize useful and relevant hydrologic information for the region. However there are still critical issues unaddressed, in particular: 1) Analysis of the trade-off between the conflicting goals of energy production and flood control to justify the estimated mean annual energy generation; 2) Ecological impacts in the upstream/downstream regions induced by hydrologic and geomorphic changes. The sediment trapping efficiency for the reservoir would likely exceed 75%, this means there would be potentially severe geomorphic impacts in lower reaches downstream from the dam. These impacts would include river channel downcutting, lowering of water table levels and drying of floodplain wetlands; 3) Siltation in the reservoir and its impact on future energy production capacity. Siltation rates of at least 0.15 km³ a year are implied in reference [2] for current watershed conditions. With development watershed sedimentation rates could substantially increase limiting the life of the reservoir; and 4) Lack of sufficient data to characterize hydrologic processes at the watershed scale. Flow data used for the analysis are based on a record only 10-years long, this means the reliability of floodflow and power generation estimates could be in question; 5) Water quality in the reservoir is likely to deteriorate and can impose severe constraints on hydropower releases.

A preliminary analysis of the available information indicates that the project has a series of potentially critical issues and that further studies must be carried out in order to clarify them. These efforts imply the development of more in-depth engineering studies as well as a comprehensive Environmental Impact Report.

Sincerely,

Pablo Bereciartua and Philip Williams, PWA

Septiembre 9 de 1999

Sobre: Proyecto Represa Bala, Bolivia

Estimado John Reid,

Esta carta responde a su pedido de comentarios sobre el Proyecto Represa Bala en Bolivia. Los comentarios aquí presentados estan basados en la revisión de los siguientes documentos:

1. Consultora Boliviana de Proyectos S.R.L., 1995. Proyecto de Aprovechamiento Integral del Rio Beni. Estudio a Nivel de Perfil. Vol. 1: Texto. (Parcial)
2. Palenque G., M.C. Barragan. Estudio Sedimentologico de la Cuenca Andina del Rio Beni. (Parcial)
3. Carrasco Nattes L.M., 1990. Estudio del Regimen de Escurrimiento Superficial de la Cuenca Andina del Rio Beni.

El proyecto se presenta como un proyecto multipropósito de desarrollo que combinaría beneficios en una serie de áreas incluyendo, producción de energía, protección de inundaciones e irrigación. Los documentos revisados resumen información útil y relevante sobre condiciones hidrológicas en la región. Sin embargo, aun quedan temas críticos sin resolver, en particular: 1) Análisis del balance entre objetivos conflictivos de producción de energía y regulación de crecidas; 2) Impactos ecológicos tanto aguas abajo como aguas arriba de la presa debido a cambios hidrológicos y geomorfológicos. La eficiencia de retención de sedimentos del embalse excedería probablemente 75%, esto significa que habría severos impactos geomorfológicos aguas abajo de la presa. Estos impactos incluirían, incisión del lecho del río, decrecimiento en los niveles de aguas subterráneas y la desecación de humedales; 3) Acumulación de sedimentos en el embalse y su impacto en la futura producción de energía. Tasas de deposición de sedimentos de un mínimo de 0.15 km³ por año son implicados en la referencia [2] para condiciones actuales en la cuenca. Desarrollo en la cuenca podrían generar mayores tasas de sedimentaciones y por lo tanto disminuir la vida del embalse; 4) Falta de información y datos para caracterizar procesos hidrológicos en la cuenca. La serie de datos de caudal usados para el análisis tiene una longitud de 10 años, esto significa que la confiabilidad de las estimaciones de los caudales de crecidas y de niveles de producción de energía podría estar en duda; 5) Calidad de agua en el embalse puede deteriorarse e imponer limitaciones a los caudales requeridos para generación de energía.

Un análisis preliminar de la información disponible indica que el proyecto presenta potenciales temas críticos que deben ser analizados en mayor detalle. Para este propósito sería necesario desarrollar estudios de ingeniería en profundidad, así como un completo y abarcador Estudio de Impacto Ambiental.

Atentamente,

Pablo Bereciartua y Philip Williams, PWA