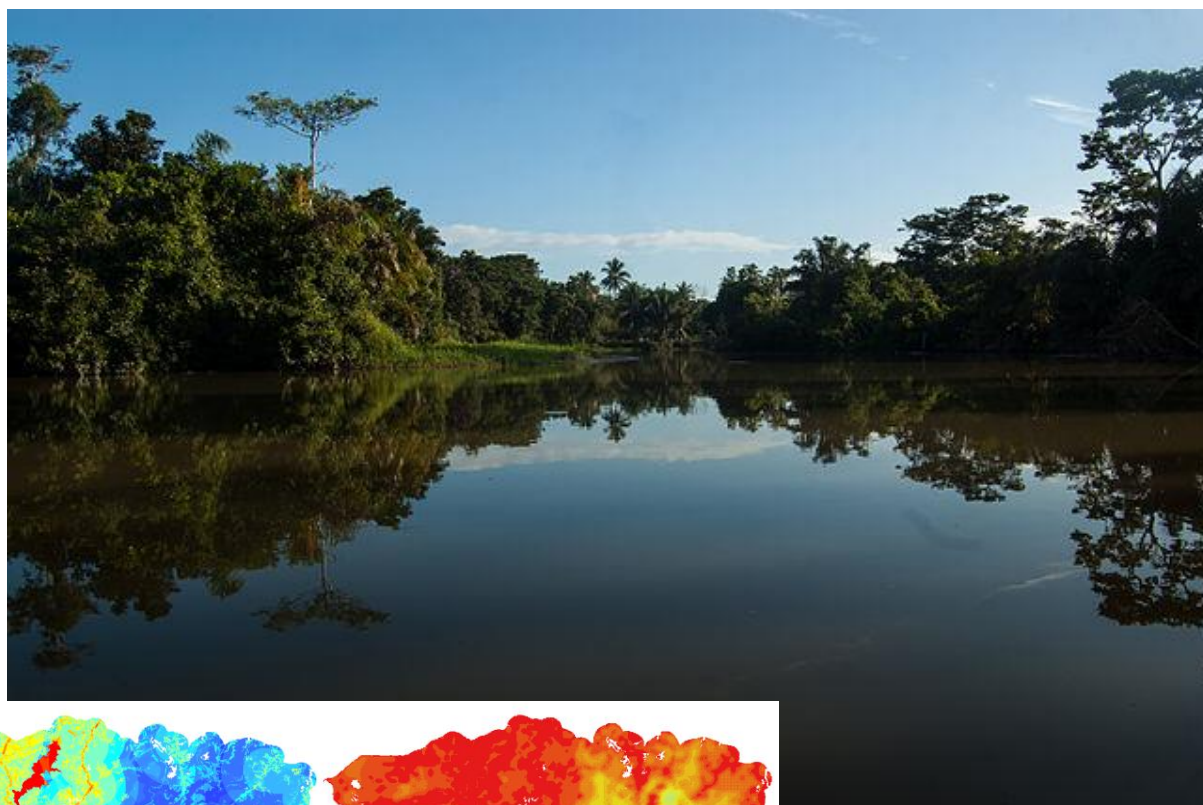


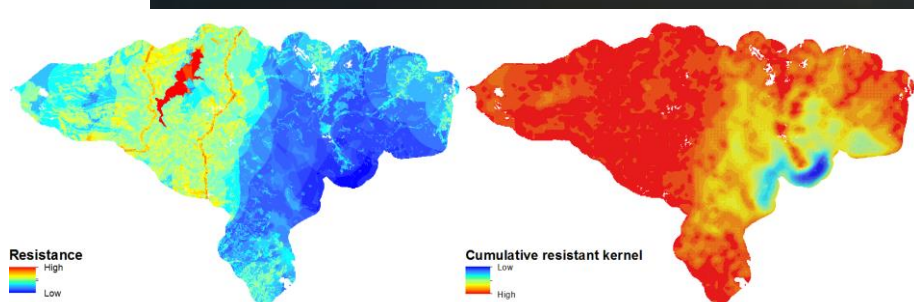
ICE Proyecto Hidroeléctrico Reventazón

Cuarto y Último Informe

Grupo Asesor de Biodiversidad (GAB)



Río Reventazón cerca de Parismina



Modelaje de resistencia en el corredor

Marzo 2016

Guy Dutson

Antoine Escalas

Catherine M Pringle

Claudio Sillero-Zubiri

Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo	3
Introducción	4
Recomendaciones para garantizar la sostenibilidad de la gestión de los proyectos de conectividad y compensación	5
Consideraciones institucionales	5
Financiamiento y gestión de actividades de conservación y seguimiento	6
Recomendaciones para el seguimiento y la presentación de resultados para mejor describir y orientar las acciones de gestión en el futuro	9
Riesgos que deberían evitarse en la comunicación del seguimiento y evaluación	9
Caso de negocios para el seguimiento y evaluación	10
Consideraciones institucionales	10
Extensión del área y actividades de seguimiento y evaluación	10
Estudios adicionales a considerar	11
Resumen de actividades desde Febrero 2015	13
Trabajo de campo en Quebrada Seca	13
Modelo y métrica de conectividad	14
Conclusiones	15
Anexos	16
Mandato del Grupo Asesor sobre Biodiversidad	16
El Proyecto e impactos previstos	17
Documentos e informes revisados	18
Revisión del modelo y métrica	20
Certificación del modelo de conectividad por pares	29

Resumen Ejecutivo

Este es el cuarto, y último, informe del Grupo Asesor de Biodiversidad (GAB) del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón. El mismo se centra en la gestión sostenible de las actividades de conservación y monitoreo diseñadas para informar a la gestión adaptativa del proyecto. Debe ser considerado en conjunto con los informes anteriores, ya que este no es un informe independiente que resume todas las recomendaciones de GAB.

Gestión sostenible de la conectividad biológica del SBBD y la compensación fluvial Parismina (offset). Las principales recomendaciones del GAB son: una estrategia de comunicación para construir propiedad y orgullo entre el personal del ICE (en particular el nuevo equipo a cargo de operaciones), socios y otras partes interesadas, para que conozcan, entiendan y valoren las actividades de proyecto. Esto permitirá desarrollar y mantener la capacidad interna y buscar capacidad externa adicional, a través de la búsqueda de asociaciones con ONGs de conservación pertinentes y la creación de un Comité de Biodiversidad independiente. Estas medidas aseguran entre otras la conectividad del SBBD, el estatus legal de la compensación fluvial y la financiación a largo plazo de las actividades asociadas.

Monitoreo regular para informar a la gestión adaptativa. Las principales recomendaciones del GAB son: implementar un programa de monitoreo simple, a una escala pertinente, para evaluar los resultados de las acciones de conservación del PH Reventazón. En base al mismo, adaptar si fuera necesario la estrategia de conservación para cumplir con sus objetivos cuantitativos, y comunicar a los interesados de forma transparente los avances logrados hacia las metas pre-establecidas. Si fuera necesario, llevar a cabo los estudios adicionales que fuesen necesarios para atender aquellos riesgos identificados que pudiesen llegar a comprometer el éxito de las actividades de conservación del proyecto.

Role de la Quebrada Seca en el mantenimiento de la conectividad fluvial: El GAB aplaude la inclusión de la Quebrada Seca en el marco geográfico del proyecto para asegurar la conectividad desde el mar hasta el nacimiento del Río Parismina y del Dos Novillos y el sistema de canales de Tortuguero. El GAB recomienda desarrollar un plan de gestión adaptativa que considere el papel de la Quebrada Seca, la continuación de la colecta de los datos de descarga y monitoreo biótico, y como estos se traducirán en nuevas medidas para proteger la conectividad (Por ej. para los peces migratorios y camarones).

Inclusión de los ríos Jiménez, Guácimo y Destierro en el programa de monitoreo y evaluación: Debido a su ubicación la degradación de estas cuencas es una amenaza importante para el esquema de compensación. El GAB recomienda monitorear la calidad del agua que fluye hacia el Parismina para poder evaluar los riesgos para la compensación.

El GAB felicita al equipo del ICE ya que considera que está en el camino correcto, con una muy buena estrategia y planificación de las tareas de conservación asociadas al PH Reventazón. El desafío de ahora en más está en la ejecución exitosa de esas actividades de conservación. Por otro lado este desafío ofrece una oportunidad excelente al ICE para hacer del PH Reventazón un ejemplo de *best practice* de gestión y conservación de la biodiversidad para futuros proyectos de energía hidroeléctrica en la región y globalmente.

Introducción

Este es el cuarto, y último, informe del Grupo Asesor de Biodiversidad (GAB) del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón, un grupo de especialistas externos contratados por los prestamistas para asesorar al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en el logro de los objetivos del Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB) para el PH Reventazón (**Anexo I – Mandato del GAB**). Este PAB deberá cumplir con el Estándar PS6 de Desempeño sobre sostenibilidad social y ambiental de la Corporación Financiera Internacional (CFI) y la Directiva B9 de la Política de medio ambiente y cumplimiento de Salvaguardias del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (**Anexo II**).

El GAB basa las recomendaciones vertidas en este cuarto y último informe en la revisión de todos los documentos provistos por ICE (**Anexo III**), visitas de campo, talleres e interacciones institucionales con ICE y otras organizaciones involucradas con el PH Reventazón.

La evaluación contenida en este informe guarda relación con la entrega y demostración de incrementos netos de la conectividad en el Sub-Corredor Biológico Barbilla-Destierro (SBBD) (**Anexo IV**) y la prevención de pérdidas netas de conectividad en términos de longitud de cauce principal de río, con referencia específica a los parámetros de medición. Con respecto al SBBD se llevó a cabo una revisión por pares, certificando que el modelo de conectividad es adecuado para cuantificar los cambios de conectividad con el tiempo (**Anexo V**).

Específicamente, en este informe el GAB proporciona recomendaciones específicas sobre las posibles áreas en las que ICE podría innovar para garantizar:

- i) la sostenibilidad a largo plazo de la gestión del SBBC para garantizar el mantenimiento y la mejora de la conectividad biológica, y
- ii) la sostenibilidad a largo plazo de la gestión de la compensación fluvial Parismina (offset), de tal manera de asegurar la conservación integral de sus hábitats acuáticos.

Adicionalmente el GAB proporciona recomendaciones sobre las mejoras potenciales en los planes de seguimiento y presentación de los resultados para describir y orientar las acciones de gestión en el futuro, incluyendo el mantenimiento y/o establecimiento de alianzas conducentes a apoyar la aplicación de los elementos principales de la gestión de la biodiversidad y los planes de seguimiento asociados con la operación del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón.

Finalmente, en este informe el GAB informa sobre una visita de campo a Quebrada Seca en Agosto 2015, sobre el asesoramiento al equipo SIG del ICE con respecto al modelo de conectividad desarrollado por ellos, y al que se le proporcione un apoyo regular durante la segunda parte del 2015 para ajustar y aprobar el modelo.

Recomendaciones para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la gestión de los proyectos de conectividad biológica del SBBC y de compensación fluvial Parismina

En esta sección el GAB ofrece recomendaciones específicas, prácticas y aplicables sobre las posibles áreas de mejora, para garantizar:

- i) la sostenibilidad a largo plazo de la gestión del Sub-corredor Biológico Barbilla-Destierro (SBBC) para garantizar el mantenimiento y la mejora de la conectividad biológica,
- ii) la sostenibilidad a largo plazo de la gestión de la compensación fluvial Parismina (offset) y Reventazón aguas abajo, de tal manera de asegurar la conservación integral de sus hábitats acuáticos.

Consideraciones institucionales (relaciones públicas y legado)

- **Construir propiedad y orgullo entre el personal del ICE:** Se recomienda una estrategia de comunicación para asegurarse de que el personal de ICE (en particular el nuevo equipo a cargo de operaciones) conozca, entienda y valore las actividades de conservación de la biodiversidad del ICE en la cuenca del PH Reventazón. Esto contribuirá a desarrollar propiedad y orgullo por el proyecto, y muy probablemente al apoyo proactivo del personal hacia el proyecto en el largo plazo.
- **Construir propiedad y orgullo entre los actores locales:** La propiedad y el orgullo de los actores locales es aún más importante en el largo plazo, debido a que (i) están involucrados más directamente con los objetivos de conectividad y compensación que el ICE y su personal, (ii) sus actividades pueden influir directamente en el estado del ecosistema fluvial y del corredor; y (iii) siempre estarán involucrados en la gestión de las acciones de conservación acordadas, mientras que el ICE podría entregar en algún momento su papel de gestión a terceros. Este objetivo podría conseguirse a través de colaboraciones con organizaciones asociadas (por ej. La Universidad Earth, Panthera-CR), la continuación del festival del Río Parismina, y comunicando los logros obtenidos a las comunidades locales y a otros actores relevantes.
- **Comprometerse públicamente a una visión de largo plazo:** Es fundamental que el ICE mantenga su compromiso público a la ejecución y el financiamiento de los programas de conservación a largo plazo en el SBBD y en el área de compensación fluvial. Los resultados de conservación deseados son a largo plazo y requieren de un financiamiento sostenido y previsible, y la planificación de actividades con anticipación y plazos adecuados.

- **Mantenimiento de alianzas estratégicas con organizaciones de conservación y sociales:** El GAB comienda el desarrollo de alianzas y asociaciones con organizaciones de conservación y sociales durante la gestión del proyecto, y promueve mantener las asociaciones en curso (Por ej. Panthera-CR, CATIE, Comité del SBBD) y el establecimiento de nuevas alianzas que ofrezcan ventajas operativas y estratégicas.
- **Integración del área de compensación fluvial Parismina a la red nacional de áreas protegidas:** En general es buena práctica asegurar que las áreas de compensación generen impactos de conservación positivos a perpetuidad. La integración de las áreas de compensación fluvial creadas por ICE en la red nacional de áreas protegidas de Costa Rica por lo tanto sería un requisito para garantizar su protección en el largo plazo, además de otorgar al ICE el debido prestigio y reconocimiento nacional e internacional por sus actividades de protección ambientales.

Financiamiento y gestión de actividades de conservación y seguimiento

- **Creación de un fondo fiduciario para la conservación a largo plazo:** Los fondos fiduciarios de conservación son un mecanismo reconocido para garantizar un financiamiento sostenible y estable a las actividades de conservación acordadas (Alternativamente se podría considerar un instrumento financiero similar a los fondos fiduciarios). Los ingresos de dicho fondo se utilizarían para solventar gastos, mientras que el capital se mantendría o se incrementaría.

Dicho fondo podría ser creado por el ICE aportando el capital inicial, o por la inversión de una parte del presupuesto anual en un período de tiempo definido para llegar al capital de inversión necesario para garantizar una financiación a perpetuidad. El fondo podría ser alojado fuera del ICE (por un tercero, que incluye, pero no se limita a, la administración de ICE) para mejorar la percepción de las partes interesadas de su probidad, y para reducir los costos administrativos.

Los fondos podrían ser generados por otros mecanismos, como la asignación de un porcentaje de los ingresos del ICE para la protección de cuencas. Es importante tener en cuenta que todos los fondos obtenidos externamente (Por ej. Subvenciones estatales) deberían contabilizarse por separado, de modo que la inversión del ICE se comunique de forma transparente a las partes interesadas.

- **Mantenimiento de la capacidad técnica del ICE desarrollada hasta la fecha:** Entendemos que el equipo involucrado en el estudio, diseño y el inicio de la implementación de las actividades de conservación del PH Reventazón será sustituido por un nuevo equipo cuando el proyecto entre en la fase de operación. Esto puede conducir a una pérdida de conocimiento y capacidad. Por lo tanto se recomienda: (i) retener al menos parte del equipo de trabajo actual e incorporarlos al nuevo equipo de operación, (ii) documentar la información base, los procedimientos y enfoques en un manual técnico de referencia para los nuevos miembros del equipo, y (iii) asegurar la disponibilidad del equipo de

trabajo previo para un apoyo puntual y orientación durante y después de la entrega del proyecto. El apoyo puntual por parte de expertos externos podría ser también considerado para desarrollar capacidad en el equipo de operación.

- **Tercerización de ciertas acciones de conservación y monitoreo:** Tomando en cuenta que la conservación de biodiversidad no es la razón de negocios principal del ICE, se podría considerar una tercerización de las responsabilidades ambientales adquiridas por el proyecto. Podría ser más eficiente (y más barato) asociarse con una organización de conservación adecuada para realizar determinadas acciones de conservación y de seguimiento. Por ejemplo, se podrían transferir las actividades de conservación en el SBBD y en el área de compensación fluvial a un tercero (Por ej. Panthera-CR para el SBBD). Este traspaso debería ser progresivo para permitir el desarrollo de la capacidad necesaria por parte del socio, asegurar una buena comprensión de los objetivos del ICE para con el PH Reventazón y facilitar colaboraciones a futuro. Desde una perspectiva de relaciones públicas esta estrategia también podría ayudar a compartir los riesgos de un retraso en las metas del programa (o aun un fracaso) y limitar las críticas potenciales por parte de algunos grupos de interés.
- **Establecimiento de un Comité de Asesores de Biodiversidad independiente para el PH Reventazón:** A menudo mega proyectos de infraestructura como este establecen comités independientes de asesoramiento (incluyendo expertos sobre los temas de biodiversidad, recursos naturales, temas socio-económicos, seguimiento y evaluación, etc.) para contribuir al seguimiento y éxito a largo plazo de las medidas de conservación promovidas. Típicamente estos comités se reúnen periódicamente (por ejemplo, anualmente) para revisar los progresos realizados por los equipos de operaciones y seguimiento hacia los objetivos, y proporcionar recomendaciones estratégicas sobre el camino a seguir. Un comité independiente demostraría una mayor transparencia a las partes interesadas acerca del compromiso para la protección de biodiversidad del ICE.
- **Validación de los datos de entrada del modelo de conectividad con expertos y principales interesados:** Se recomienda consultar con los principales interesados para darles la oportunidad de validar los detalles de los datos de entrada del modelo. La predicción de los efectos positivos de las acciones de conservación sobre la conectividad es por naturaleza un ejercicio subjetivo. En particular, preguntas como ¿En qué medida las acciones de conservación van a mejorar la cubierta vegetal y cambiar la actitud de la gente hacia los jaguares? y ¿En qué medida estos cambios mejorarían la conectividad del SBBD? se tienen que validar con los expertos e interesados. En ese contexto se recomienda un enfoque participativo para asegurar que el modelo desarrollado por el ICE esté en línea con la opinión de las partes interesadas claves (como por ej. Panthera-CR y el Comité del SBBD) y abordar sus preocupaciones de manera satisfactoria.
- **Medidas de mitigación en el SBBD:** El GAB reitera algunas consideraciones y recomendaciones para mejorar las tareas de mitigación propuestas: (i) Los pagos por Servicios Ambientales (PSA) ofrecen un buen mecanismo para proteger parches de bosque existente en las fincas participantes, o cumplir con los requerimientos legales

para mantener cobertura en los cauces de arroyos y ríos, pero no estimula la generación de bosque nuevo; (ii) Se deberían estudiar mecanismos para asegurarse la participación de los propietarios en la creación de nuevo bosque - incluyendo incentivos para la reconversión de algunas pasturas en bosque – y la prevención de la tala de bosque existente; (iii) En fincas del sector cola y riberas del embalse es de esperar que los PSA, reforestación, mejoras en prácticas agro-conservadoras y en ganadería influyan positivamente en las percepciones y actitudes de los propietarios y empleados rurales sobre la conservación de la naturaleza.

- **Role de la Quebrada Seca en el mantenimiento de la conectividad fluvial:** Se recomienda desarrollar un plan de gestión adaptativa que considere explícitamente el papel de la Quebrada Seca en el mantenimiento de la conectividad entre el Río Parismina y el sistema de canales de Tortuguero. Se debe tener en claro cómo los datos de descarga y monitoreo biótico se traducirán en nuevas medidas para proteger la conectividad entre las cabeceras del Parismina-Dos Novillos y el océano (por ejemplo, para los peces migratorios y camarones).
- **Extensión del marco geográfico para incluir el tramo de Quebrada Seca:** Basado en datos de descarga para la Quebrada Seca y el Río Parismina presentados en la reunión ICE-GAB (Agosto 2015), el GAB aplaude los esfuerzos del ICE para ampliar el marco geográfico del proyecto para incluir la Quebrada Seca. Esta desvía la mayor parte del flujo del Parismina directamente hacia los canales de Tortuguero. La extensión propuesta aseguraría la conectividad del área de compensación, y que toda la ruta migratoria este protegida y/o manejada desde el mar hasta el nacimiento del Río Parismina y del Dos Novillos.

Recomendaciones para el seguimiento (monitoreo) y la presentación de resultados para mejor describir y orientar las acciones de gestión en el futuro

Adicionalmente el GAB busca proporcionar recomendaciones específicas, prácticas y aplicables sobre las mejoras potenciales en los protocolos de seguimiento, y el formato para la presentación de los resultados para describir y orientar las acciones de gestión en el futuro.

Riesgos que deberían evitarse en la comunicación del seguimiento y evaluación

- **El patrón de conectividad biótica para camarones y peces migratorios está determinado por las cantidades relativas de flujo de agua a través de cada uno de estos ríos.** El ICE deberá estar atento, como se indicara en el tercer informe GAB, del siguiente riesgo. Dependiendo de la cantidad de descarga desde el Parismina hacia el curso principal del Reventazón, los impactos aguas abajo de la nueva presa PH Reventazón podrían comprometer los beneficios de la mejora del hábitat en el tramo del río Reventazón entre la confluencia del río Parismina y el mar (por ejemplo, para las especies de características migratorias) que se realizan como parte de la compensación fluvial. Organismos migratorios nativos, que pasan parte de su ciclo de vida dentro del río, potencialmente podrían ser disuadidos de migrar hacia Parismina-Dos Novillos en respuesta a la erosión y/u otros efectos perjudiciales que pueden ocurrir inmediatamente por debajo de la nueva presa.
- **Precaución con el lenguaje usado para comunicar la compensación fluvial Parismina:** se recomienda clarificar que el esquema de compensación fluvial Parismina-Dos Novillos pretende alcanzar la Cero Pérdida Neta para la “conectividad en términos de longitud de cauce principal de río” y no para la “biodiversidad acuática” cuando se comunica sobre ello en informes y presentaciones. Esto servirá para prevenir críticas de especialistas acerca de la equivalencia ecológica. Este tema ya fue abordado en mucho más detalle en el Segundo Informe (GAB, 2014) y Tercer Informe (GAB, 2015).
- **Comunicación efectiva de la ubicación del área de compensación fluvial Parismina:** En el futuro se recomienda modificar el formato de presentaciones de ICE donde se introduce el concepto que “el *área de compensación fluvial Parismina-Dos Novillos* se encuentra dentro de la cuenca del Río Reventazón y es un afluente del curso principal del Reventazón”. Al describir con precisión la ubicación del proyecto de compensación fluvial en la cuenca del Reventazón, se busca reducir la confusión, y orientar mejor las acciones futuras de gestión.

Caso de negocios para el seguimiento y evaluación

- **Habilidad de demostrar progreso, y aplicación de un manejo adaptativo cuando sea necesario:** El monitoreo de los indicadores seleccionados permitirá a ICE evaluar si los planes de acción se aplican eficazmente, pero también si logran reducir de manera eficaz las amenazas a la biodiversidad y mejorar el estado del SBBD y del Río Parismina. El monitoreo y la evaluación pueden servir de herramienta de gestión para el ICE para asegurarse del progreso hacia los objetivos, y (si es necesario) para adaptar la estrategia de conservación adecuadamente.
- **Comunicación efectiva de resultados con los prestamistas y otros interesados:** Los resultados de un programa de seguimiento y evaluación sólido se pueden utilizar para comunicar efectivamente las acciones de conservación y el progreso hacia los objetivos del proyecto, y para demostrar a los prestamistas y otras partes interesadas que el ICE cumple eficazmente con su compromiso de mantener conectividad en el SBBD y de compensación fluvial.
- **Lecciones para proyectos futuros:** El programa de monitoreo y evaluación del PH Reventazón proporcionará información clave e innovadora sobre la conservación de la conectividad terrestre y acuática en el contexto de grandes proyectos hidroeléctricos. Este capital intelectual será extremadamente útil al ICE para capitalizar su experiencia con el PH Reventazón y mejorar la mitigación y la compensación de los impactos ambientales de proyectos futuros.

Consideraciones institucionales

- **Retención de colaboraciones estratégicas:** El GAB comenda el progreso demostrado en afirmar la colaboración entre ICE, Panthera-CR, y el Comité del SBBD. Dicha colaboración es esencial para cumplir con los objetivos de mitigación y monitoreo en el SBBD. Para mantener y mejorar el intercambio fluido de información y datos entre los mismos en el futuro el GAB recomienda que ICE identifique los requerimientos financieros e institucionales para poder mantener la participación de estos actores en la implementación conjunta de los objetivos de mitigación y monitoreo en el SBBD.

Extensión del área y actividades de seguimiento y evaluación

- **Utilizar indicadores sencillos:** Para informar sobre la gestión a la gerencia del proyecto, prestamistas y otros socios se deberían elegir unos pocos indicadores, que sean relevantes y fáciles de monitorear. Las actividades de monitoreo deben informar la conservación, pero no son un objetivo de conservación en sí mismo. Para estructurar el programa de monitoreo y evaluación del proyecto se recomienda adoptar el marco “Estado-Presión-Respuesta”. Este enfoque sería apropiado para monitorear indicadores

de respuesta y de presión con mayor frecuencia, en el que puedan servir como *proxies* creíbles para los indicadores de estado más exigentes y poder realizar un seguimiento más eficaz. Así, el monitoreo de esos indicadores de respuesta y de presión permiten monitorear con menor frecuencia los indicadores de estado que son más complicados y costosos de medir. Por ejemplo, la métrica de conectividad del SDDDB (indicador de *estado*) requiere la compra y procesamiento de imágenes satelitales para actualizar la capa de la cubierta vegetal en el SDDDB para alimentar el modelo de conectividad. Por lo general, este tipo de indicador de estado se controla a una frecuencia más baja que por ejemplo el “número de jaguares atropellados o cazados” (indicadores de *presión*) o el “% de fincas que participan en una de las acciones de conservación” (indicador de *respuesta*).

- **Seguimiento de datos de descarga:** Para proteger la conectividad del Río Parismina, es imperativo que los datos de descarga se sigan recogiendo tanto para la Quebrada Seca como para la parte baja del Parismina (es decir, donde entra en la parte baja del Río Reventazón).
- **Inclusión de los ríos Jiménez, Guácimo y Destierro en el programa de monitoreo y evaluación:** Estos ríos están ubicados aguas arriba de ciertos tramos del Río Parismina que forman parte de la compensación fluvial. Por lo tanto, la degradación de estas cuencas (en particular en el Río Jiménez) es una amenaza importante para el esquema de compensación. Es esencial monitorear la calidad del agua que fluye de estos ríos en el Parismina para poder evaluar los riesgos para la compensación. Permitirá al ICE de informar su posible decisión futura de implementar también acciones de conservación en una o varias cuencas de esos ríos.

Estudios adicionales a considerar

- **Estudiar la conectividad terrestre a una escala más amplia:** Aun si se lograra una compensación de la pérdida de conectividad asociada con el llenado del embalse, el ICE debería anticipar que la deforestación que resultara de actividades independientes al proyecto podría llegar a socavar sus esfuerzos para mejorar la conectividad en la "cola del embalse". Se recomienda estudiar la conectividad a escala del SDDDB en su conjunto, teniendo en cuenta las amenazas existentes no asociadas con el proyecto. Este trabajo debería: (i) evaluar y documentar las amenazas, y (ii) utilizarse para llamar la atención del gobierno y de las autoridades competentes para que se hagan las intervenciones necesarias para prevenir la deforestación en el SDDDB. Por ejemplo, mapear la cobertura vegetal y el uso de la tierra con imágenes satelitales y poner al día modelos espaciales de deforestación a futuro sería particularmente informativo y relevante para informar acciones de conservación del bosque.
- **Percepción de acciones de mitigación del conflicto carnívoro-ganado:** El programa de Panthera-CR para mitigar el impacto del conflicto resultante de ataques de carnívoros al ganado a través de la educación y medidas paliativas debería demostrar impactos

positivos en percepciones y actitudes. Un cambio concreto que se podría esperar sería una reducción en el impacto de la cacería sobre la fauna silvestre. Por lo tanto sería recomendable que se considerara un relevamiento a través de entrevistas para cuantificar cambios de percepciones y actitudes en el futuro, utilizando como línea de base los estudios ya realizados por Panthera-CR en el sector.

- **Utilización de cámaras trampa para registrar datos individuales de movimiento de especies clave:** En relación al uso de cámaras trampa para apoyar las evaluaciones de funcionalidad, en el espacio y en el tiempo el GAB reitera algunas consideraciones:

(i) La disposición actual de cámaras permanentes ('cámaras de tráfico') colocadas a ambos lados de la zona de mitigación podría mejorarse, priorizando una distribución en forma de arco, y evitando aglomeraciones de cámaras que restaría a la cobertura efectiva de las mismas.

(ii) En cuanto a la disposición de cada cámara individual en el terreno, la elección de valles angostos, quebradas, arroyos y parches de bosque, a menudo a lo largo de senderos es apropiada, también así la señalización indicando el propósito y propiedad de las cámaras. En algunos casos las cámaras podrían estar un poco más retiradas del sendero, para reducir su detección por parte de transeúntes, pero sin comprometer el ángulo para capturar el tránsito de fauna.

(iii) La disposición de las cámaras debería ser individual (y no en pares) para maximizar la cobertura con las cámaras disponibles. Pero, si hubiera más de una cámara ubicada en la misma quebrada o sendero, sería recomendable que se ubiquen de lados opuestos, aunque estén bastante separadas. De este modo se incrementaría la chance de tomar fotos de ambos flancos de individuos para aquellas especies donde la identificación individual sería posible (Por ej. jaguar).

(iv) Panthera-CR ha realizado relevamientos usando una grilla estándar de cámaras establecida en los sectores 1 y 2 del SBBB a cada lado del embalse, además de relevamientos alrededor de cuerpos de agua, de rutas. Más recientemente se planteó realizar relevamientos de las zonas fuentes de individuos de especies claves que habitan o migran a través del SBBB (UCJ-CVC y UCJ-Talamanca Cordillera Central). Aunque existen problemas de seguridad asociados con el narcotráfico en estos sitios estos muestreos ofrecen una fuente adicional de evidencia de especies clave en el paisaje y se debería realizar un esfuerzo mancomunado para asegurarse que esos datos estén disponibles como parte del programa de monitoreo del SBBB.

Resumen de actividades desde Febrero 2015

Trabajo de campo en la zona de la Quebrada Seca

Del 4 al 7 de Agosto de 2015 Catherine Pringle, representando al GAB, se reunió con el personal del ICE (Anny Chavez y Jorge Enrique Picado Barboza) y los investigadores universitarios asociados al proyecto. La reunión se llevó a cabo en Siquirres, en el PH Reventazón.

En el día 1, el personal del ICE presentó los últimos datos de campo y sus conclusiones preliminares, incluyendo información sobre peces, insectos, invertebrados y los datos de Parismina y Dos Novillos; datos de caudal de los ríos de la corriente principal del Parismina y Quebrada Seca (2015); información sobre la participación de las comunidades en las actividades ambientales asociados con el proyecto de compensación fluvial Parismina (offset); y la marcha general de las actividades hacia el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

El GAB proporcionó asesoramiento y sugerencias solicitadas por el equipo ICE sobre aspectos específicos del monitoreo ecológico y la toma de muestras bióticas, con especial énfasis en el camarón de agua dulce.

En el día 2 se trabajó en el campo, visitando (en barco) la confluencia del Parismina con el Reventazón y las bocas del Jalova y Caño de California en el Parismina.

En el Día 3, se visitó la Quebrada Seca y los sitios de muestreo, tanto en el Parismina como en Dos Novillos. El GAB proporcionó a los biólogos de ICE un dispositivo de muestreo de red de deriva (adecuado para recoger larvas y juveniles de camarón), y con esta se completó el muestreo preliminar de camarones juveniles que migran aguas arriba a lo largo de las orillas de arroyos del Parismina.

En el día 4 por la mañana, se llevó a cabo una reunión final, donde el GAB proporcionó un resumen de sus recomendaciones sobre el muestreo biótico.

Modelo y métrica de conectividad

De Mayo a Noviembre del 2015 el GAB revisó el modelo de conectividad desarrollado por el ICE y proporcionó un apoyo regular al técnico SIG Franklin Zamora para ajustar el modelo, con el fin de generar una medida cuantitativa de la conectividad que pueda ser utilizado como métrica.

Esta tarea implicó la contribución de un ecologista espacial – Dr Samuel Cushman, investigador del US Forest Service en Arizona - especializado en modelos de conectividad. Las recomendaciones y el apoyo provisto por el Dr Cushman y el GAB permitieron el desarrollo exitoso de un modelo que se considera adecuado para la cuantificación de las pérdidas y ganancias de la conectividad en el Sub-Corredor Biológico Barbilla-Destierro (SBBD).

Las actividades llevadas a cabo incluyeron lo siguiente:

- Revisar el enfoque que el ICE ha seguido hasta la fecha para estudiar la conectividad en el SBBD;
- Recomendar un enfoque complementario basándose en recomendaciones provistas a la fecha;
- Apoyar a distancia al equipo de ICE para derivar un indicador numérico sencillo para cuantificar la conectividad;
- Proporcionar orientación y apoyo al equipo SIG del ICE para llevar a cabo el trabajo de modelado adicional, incluido el acceso a las herramientas de modelado adecuados;
- Revisar críticamente el proceso y los resultados del modelo resultante;
- Proporcionar una revisión concisa del proceso y de los resultados realizados por el equipo del ICE.

Los principales entregables de este proceso se adjuntan al presente informe:

- **Anexo IV:** Revisión del modelo existente y recomendaciones para derivar un indicador numérico sencillo para cuantificar la conectividad;
- **Anexo V:** Revisión por pares certificando que el modelo de conectividad es adecuado para cuantificar los cambios de conectividad con el tiempo en el SBBD.

Considerando que la estructura del modelo seleccionado es adecuada para las necesidades del ICE, el GAB recomienda lo siguiente:

- Usar el modelo para diseñar las medidas de conservación, es decir cuantificar las ganancias de conectividad asumiendo la implementación exitosa de las medidas de conservación en el SBBD, y ajustar el nivel de esfuerzo para estar seguro que este es suficiente para generar una Ganancia Neta de conectividad en el plazo propuesto.
- Consultar con los principales interesados para darles la oportunidad de validar los detalles de los datos de entrada del modelo. La predicción de los efectos positivos de las

acciones de conservación sobre la conectividad es por naturaleza un ejercicio subjetivo. En particular, preguntas como ¿En qué medida las acciones de conservación van a mejorar la cubierta vegetal y cambiar la actitud de la gente hacia los jaguares? y ¿En qué medida estos cambios mejorarían la conectividad del SBBD? se tienen que validar con los expertos e interesados.

- En ese contexto se recomienda un enfoque participativo para asegurar que el modelo desarrollado por el ICE esté en línea con la opinión de las partes interesadas claves (como por ejemplo el equipo de Panthera-CR y el Comité del SBBD) y abordar sus preocupaciones de manera satisfactoria.

Conclusiones

En base a nuestra experiencia y opinión profesional, el plan de monitoreo del ICE tiene el potencial para demostrar la ganancia neta de la conectividad del corredor, y la no pérdida neta, si fuera posible, en la conectividad del hábitat ribereño, provisto que el ICE trabaje con un conjunto de preguntas e indicadores clara, y utilice una línea de base y muestras de monitoreo estadísticamente adecuadas.

Tanto las acciones en el SBBD como en el sitio de compensación fluvial Parismina-Dos Novillos tienen un potencial cierto para generar resultados de conservación y lograr las metas requeridas por los prestamistas. Por cierto, algunos riesgos comprometen el suceso de estos planes, pero ya han sido identificados en interacciones previas entre el GAB y el equipo ICE y deberían ser abordados en la versión final de los planes de gestión.

El GAB reconoce el alto nivel de detalle del proyecto de compensación fluvial y aplaude el uso de metas cuantificadas. El Plan de Gestión del Sitio de Compensación Fluvial Parismina-Dos Novillos es una excelente iniciativa y posiciona al PH Reventazón dentro de los líderes al nivel mundial en manejar los impactos ambientales de proyectos hidroeléctricos.

En la opinión del GAB el ICE debería maximizar la celebración de sus éxitos actuales y futuros en conservación de la biodiversidad, en particular sus acciones en el corredor y en la compensación fluvial, a través de su alcance (*outreach*) en los medios y con las comunidades locales, tanto a través de sus canales de comunicación externos como internos. Esto último punto es importante para lograr una mayor valorización por parte de la gerencia ICE de la temática ambiental.

Anexo I – Mandato del Grupo Asesor sobre Biodiversidad

El Grupo Asesor sobre Biodiversidad (GAB) es un equipo formado para proveer asesoramiento y recomendaciones destinadas a minimizar los efectos en la biodiversidad relacionados con el Proyecto Hidroeléctrico Reventazón, validar las medidas de mitigación y gestión propuestas en el PAB y supervisar y verificar su ejecución y eficacia a largo plazo. Las funciones del GAB incluyen lo siguiente:

- Suministrar asesoramiento científico y técnico al ICE y los prestamistas con respecto a los posibles efectos negativos del proyecto en i) el buen funcionamiento del SCBBD, sobre todo en lo que respecta a la conectividad (y el flujo genético) de especies indicadoras, como el jaguar o el puma, y ii) la conservación de la integridad ecológica del hábitat natural Reventazón-Parismina a largo plazo.
- Asesorar al ICE y los prestamistas sobre las mejores prácticas y estrategias disponibles para mejorar la conectividad estructural y funcional de los corredores biológicos, y contribuir al diseño y el desarrollo de indicadores y métricas científicamente avalados, a fin de poder medir los avances logrados a largo plazo y que además se incluyan en el programa de monitoreo de la biodiversidad para el programa de hábitat crítico.
- Asesorar al ICE y a los prestamistas sobre metodologías y mejores prácticas para seleccionar, diseñar e implementar medidas de compensación por pérdida de biodiversidad en hábitat acuáticos y contribuir al diseño y desarrollo de indicadores y métricas científicamente avalados, a fin de poder medir los avances logrados a largo plazo y que además se incluyan en el programa de monitoreo de la biodiversidad para el programa de hábitat natural.
- Proponer las sinergias y medidas de coordinación necesarias entre las distintas instituciones y otras partes interesadas que puedan contribuir al éxito de los principales elementos del PAB, incluidas – entre otras– ONGs y organizaciones conservacionistas que ya efectúan una labor de conservación de felinos y otros mamíferos grandes en el SCBBD (e.j. Panthera-CR).
- Proveer asesoramiento y recomendaciones sobre más investigaciones o medidas adicionales necesarias para la conservación y la reducción de las amenazas que existen para el jaguar y otras especies indicadoras en el SCBBD.
- No se han seleccionado aún valores de biodiversidad para determinar que no se producen pérdidas netas en el Río Reventazón. El GAB trabajará conjuntamente con el ICE para seleccionar un conjunto de valores que servirán como punto de referencia para medir de forma cuantitativa (o semi-cuantitativa) la pérdida o la ganancia de biodiversidad, al aplicarse las medidas de compensación en el sitio de compensación acuática.
- El Grupo también definirá un conjunto de parámetros de medición (métricas) adecuados para ayudar a cuantificar la ganancia positiva neta en el mantenimiento de la conectividad del SBBB. Se prevé que la labor en esta etapa será efectuada en gran medida por el ICE, en estrecha colaboración con el GAB.
- En el Taller Técnico de Enero, la CFI aclaró que para medir la conectividad a través del CBBB (Hábitat Crítico) se requieren métricas que demuestren Ganancias Netas; y para medir la conectividad ribereña en el Reventazón y en el sitio Offset (Hábitat Natural) se requieren métricas que demuestren la No Pérdida Neta de Biodiversidad. El BID aclaró que aunque se requerirán actividades de monitoreo adicionales en el corredor y el hábitat ribereño (Reventazón-Parismina), estas no requerirán métricas que demuestren pérdidas o ganancias.

El GAB espera trabajar en conjunto y con ICE para cumplir con los objetivos arriba mencionados. El GAB presentará sus conclusiones y recomendaciones directamente a los prestamistas y las autoridades del proyecto. Si bien el Grupo puede formular sus propias conclusiones con respecto a los objetivos del PAB, su función es exclusivamente la de asesorar, y no está autorizado para participar en el proceso de toma de decisiones del Proyecto o los Prestamistas. El informe final del GAB podría publicarse tras la firma de un acuerdo entre todas las partes interesadas.

Anexo II - El proyecto e impactos previstos

Normalmente, todo proyecto hidroeléctrico de gran envergadura tendrá impactos y riesgos ambientales, sociales, de salud y de seguridad (ESHS por sus siglas en inglés), sobre todo cuando las grandes obras de ingeniería civil producen pérdidas de hábitat o fragmentación de áreas con alta biodiversidad y endemismos, lo que conlleva impactos asociados a la estructura de las comunidades, el movimiento y dispersión de los animales, el flujo genético, el tamaño de la población, etc.

Los potenciales impactos del PH Reventazón en hábitats con alto valor de biodiversidad como los de la Cordillera Central de Costa Rica, ha producido fuertes inquietudes entre los prestamistas, haciendo necesaria la adopción de medidas de mitigación apropiadas para asegurar el cumplimiento de las obligaciones contraídas por el ICE con los prestamistas. Este es un proyecto sumamente importante para el BID, el más grande de su tipo financiado en América Central, y podría convertirse en un ejemplo de sostenibilidad biológica y social.

El PH Reventazón afectará la biodiversidad en dos niveles de importancia para el BID y la CFI, según lo definido en la Norma de Desempeño 6 y la Nota de orientación 6 de la CFI y en la Política Operativa sobre el Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias del BID:

Hábitat Crítico: potenciales impactos en la conectividad del SBBD, un corredor importante que conecta dos unidades de conservación del jaguar, que afectan procesos ecológicos que incluyen el uso del corredor por parte del jaguar y otros animales; y,

Sobre un *Hábitat Natural*: ruptura de la integridad ecológica y de las rutas de peces migratorios del Río Reventazón, debido a los efectos residuales en el hábitat acuático relacionados con el proyecto.

El ICE está elaborando e implementará un Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB), que incluirá todas las medidas necesarias para mitigar y administrar los impactos directos e indirectos previstos del proyecto en el hábitat crítico y en el hábitat natural. El PAB incluye los siguientes objetivos, entre otros:

Lograr ganancia neta positiva en la conectividad estructural y funcional del SBBD (hábitat crítico), referido al "Criterio 5", Procesos Evolutivos Clave, de la Norma 6 de Desempeño de la CFI; y,

Lograr—en la medida que sea posible— ninguna pérdida neta del valor de la biodiversidad asociado con el hábitat natural del Río Reventazón, mediante el diseño (e implementación exitosa) de un programa de medidas de compensación por pérdida de biodiversidad acuática.

Anexo III – Documentos e informes revisados

- Capítulos 7, 8, 11, y 12 del Estudio de Impacto Ambiental PH Reventazón
- Capítulos relevantes de los Estudios Adicionales Fase I (Partes A, B, C, E, F, G & H)
- Estudios adicionales Fase II

Informes de avance del ICE:

- Ley de la extensión del mandato de COMCURE a toda la cuenca del Reventazón, incluyendo el Rio Parismina
- Reforma ley N° 8023 "Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Reventazón" que extiende el mandato de COMCURE a toda la cuenca del Reventazón, incluyendo la sub-cuenca del río Parismina
- Resumen Ejecutivo del Plan Maestro para mitigar los efectos del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón sobre la conectividad y funcionalidad del Sub-corredor Barbilla Destierro
- Evaluación Ecológica y Social Rápida del Sub-corredor Barbilla Destierro
- Evaluación Ecológica y Social Rápida del sitio offset Parismina
- Plan Integrado de Vigilancia Ecológica (BEMP)
- Análisis socio económico y biofísico de los afluentes del río Parismina, para el establecimiento de criterios que contribuyan a la definición de los límites del sitio de compensación ("offset")
- IADB Reventazón Hydropower Project Environmental and Social Management Report
- Proyecto de compensación fluvial en los ríos Parismina y dos Novillos. Propuesta preliminar de factibilidad.
- Plan Maestro para mitigar los efectos del Proyecto Hidroeléctrico Reventazón sobre la conectividad y funcionalidad del Sub-corredor Barbilla Destierro.
- Programa de monitoreo de mamíferos en el SBBD/Paso del Jaguar - Informe 2, Componente 1, Panthera-CR (Diciembre 2014)
- Plan de Acción Ambiental y Social - Semestral SBBD - II semestre 2014 (Diciembre 2014)
- Plan Integrado de Vigilancia Biológica y Ecológica (BEMP) - Semestral SBBD (Noviembre 2014)
- Plan de Acción Ambiental y Social - Informe de consulta a comunidades (Diciembre 2014)
- Propuesta de marco jurídico para protección y gestión del Rio Parismina (Diciembre 2014)
- Plan de Gestión del Sitio de Compensación Fluvial Parismina (versión 3).
- Marco conceptual BEMP (Tabla, trabajada durante el Taller).

Presentaciones del ICE durante el Taller de Enero 2014:

- Estado de avance del PAAS (Mauricio Morales)
- Alcances de la cooperación técnica CT-1086 (Allan Retana)
- Estado hidro-morfológico y sedimentológico de la cuenca del río Reventazón (Carlos R. Rodríguez)
- Plan de manejo adaptativo de sedimentos y calidad de agua para el sistema RPT (C.R. Rodríguez)
- COMCURE y avances de la nueva ley (Gustavo Calvo)
- Marco operativo del SBBB y avances (Allan Retana)
- Línea base del monitoreo biológico y espacial del SBBB (Pablo Camacho y Kimberly Rojas)
- Propuesta para el monitoreo de la conectividad del SBB (BEMP) (Franklin Zamora)
- Iniciativa del Corredor del Jaguar. Avances (Roberto Salom)
- Línea base del offset (Julissa Romero)
- Línea base componente biológico (Francisco Quesada)
- Línea base componente social (Javier Fallas)
- Borrador de propuesta proyecto de compensación fluvial en Parismina (Anny Chaves)

Presentaciones del ICE y otros durante el Taller Febrero 2015:

- Marco operativo SBBB (Allan Retana Calvo)
- Programa de Monitoreo de conectividad: ICE-BEMP / Panthera (Daniel Corrales, Franklin Zamora)
- Comité local del SBBB-ICE-Panthera (Miguel Vargas, Juan Carlos Brenes, Jorge Arrieta)
- Plan de Gestión (Anny Chaves)
- Propuesta del Marco legal para el sitio Offset (Franklin Paniagua, Abogados externos)
- Proceso de Consulta comunal (Javier Fallas)
- Desarrollo ambiental comunitario: Proyecto piloto (Mario Piedra - Universidad EARTH)
- Resultados actualizados de línea base, Indicadores y Métrica (Anny Chaves)
- Protocolo de monitoreo del PMAS-PRT (Carlos R. Rodríguez).

Anexo IV - Revisión del modelo existente y recomendaciones para derivar un indicador numérico sencillo para cuantificar la conectividad

Cushman's Evaluation of the Utilized Approach

The initial analysis evaluated three scenarios:

1. current condition,
2. with dam,
3. with dam and with proposed mitigation.

I agree with the choice of these three scenarios. The extent of analysis shall cover a large context to provide a full assessment of the impacts of the project and mitigation on connectivity. The analysis extent shall include at least the entire subcorridor (+ a buffer zone) to extend sufficiently far to connect to the protected areas to the east and west and to reflect the net effects on connectivity as in Figure 1. This area of analysis makes sense given ICE commitment to “to achieve net positive gain on the structural and functional connectivity of the SBBD”.

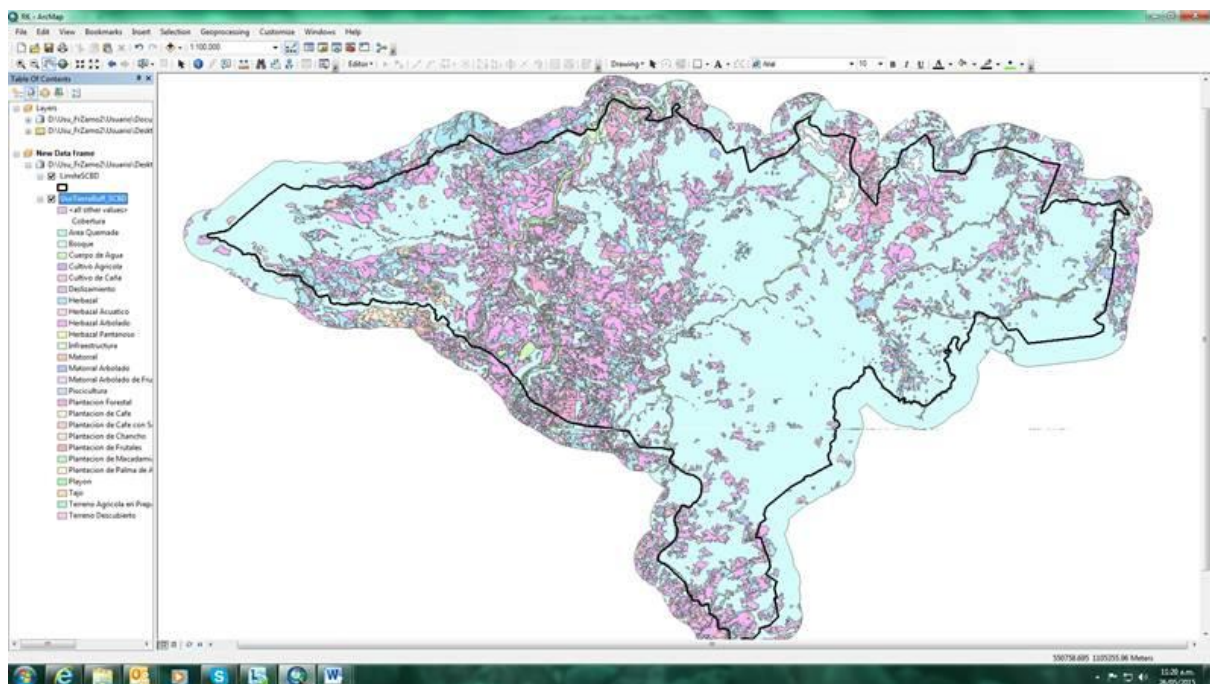


Figure 1. Suggested analysis extent

The initial analysis of connectivity in these three scenarios consisted of (1) assessing change in total forest cover, and (2) the number and length of corridors connecting forest patches, e.g Figure 2.

Escenario	Número de corredores de menor costo	Área de bosque en ha
1	28	29710.23
2	23	29455.67
3	10	30190.62

Figure 2. Data from the report on the initial analysis showing that there is a slight net increase in forest area due to the mitigation project and a large change in number of corridors.

The approach used in the initial analysis does not in fact assess connectivity in any of the scenarios accurately and does not provide a simple and unbiased quantitative measure of change in connectivity. The mapping, counting and measuring length of corridors among neighbouring forest patches is not a robust way to measure connectivity because:

1. it is not area weighted, such that corridors from small forest patches are given equivalent weight to corridors from larger patches;
2. it is not spatially synoptic, given that corridors run only among neighbouring patches, which greatly reduces the robustness of the assessment of overall landscape connectivity;
3. the method does not measure or account for amount of connectivity through the forest patches themselves, which is a major component of the total connectivity in the landscape;
4. there is no clear way to use the number or length of these corridors to quantify the “amount” of connectivity in any of the scenarios,
5. there is no clear way to quantify the change in connectivity among them.

These limitations are apparent in visually interpreting the results in Figure 3, which shows forest patches in green and non-forest terrestrial habitat in white, and the reservoir in blue. Least cost corridors are predicted among the forest patches. It is readily apparent from viewing the result that these corridors are not area weighted (as in criticism 1) such that the “strength” of predicted corridors is only a function of the cost (distance) between patches and not a function of the size or extensiveness of the patches. This greatly biases the estimate of corridor importance. In addition, since the method only calculates corridors between nearest neighbour patches it is a very incomplete assessment of total connectivity.

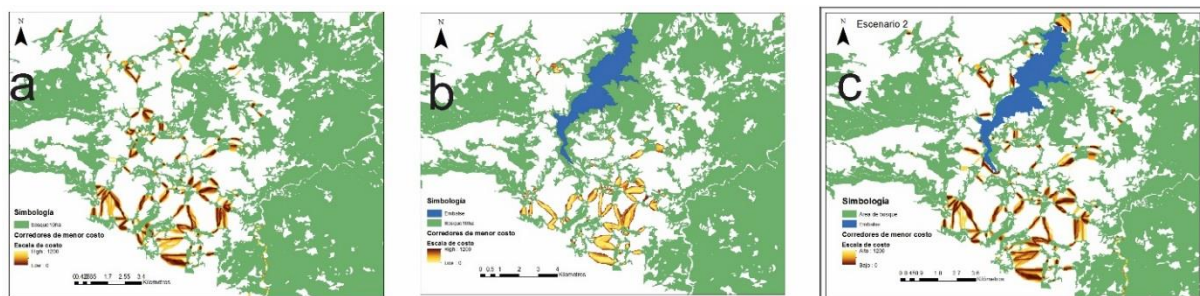
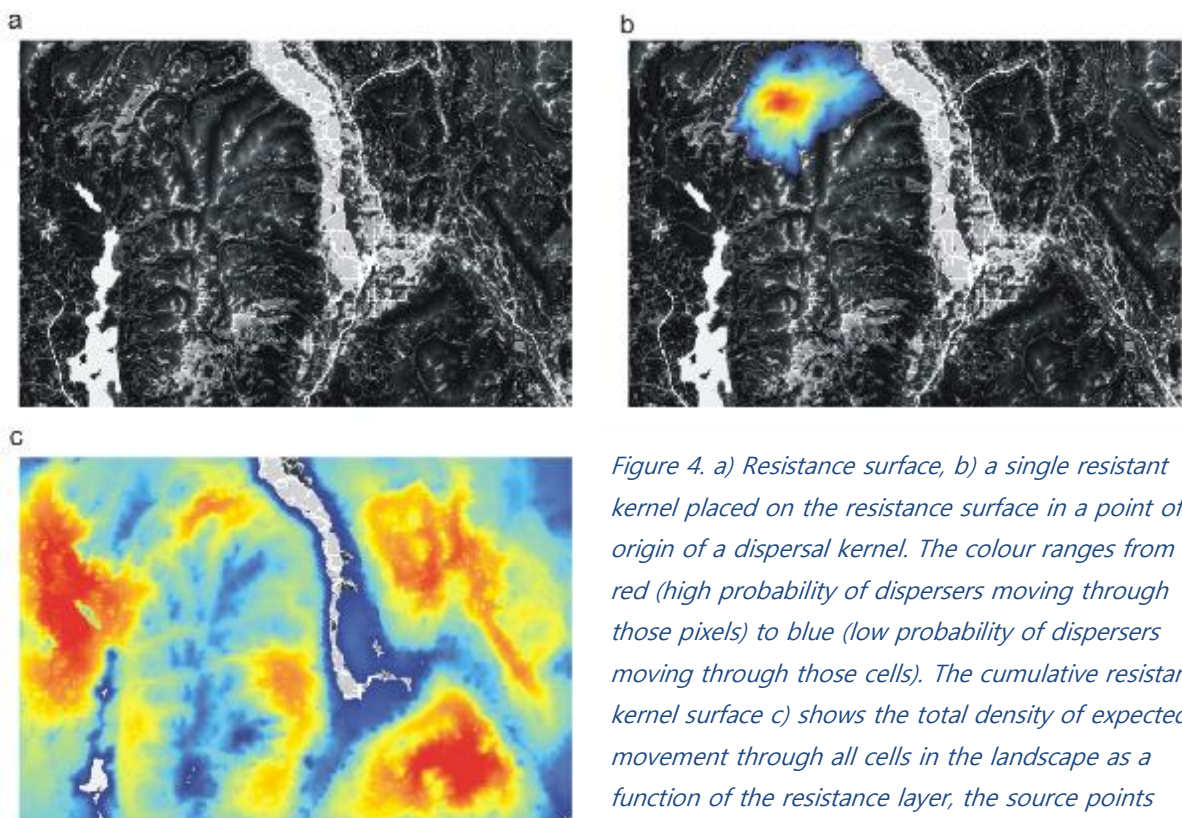


Figure 3. Results of initial analysis which is based largely on computing corridors among neighbouring forest patches.

I think the use of least cost corridors among nearest neighbour patches is a very odd way to conduct this analysis. Based on a large body of recent research on connectivity modelling (Cushman et al. 2010; Cushman and Landguth 2012; Cushman et al. 2012; Rudnick et al. 2012; Wasserman et al.

2012, 2013; Cushman et al. 2013a,b; Hand et al. 2014; and Cushman et al. 2014) I strongly suggest replacing this approach with a cumulative resistant kernel analysis. This is because a spatially synoptic method that quantifies movement continuously across a landscape from all potential source points to all potential destinations, such as the resistant kernel, is much more complete, robust and unbiased.

The resistant kernel approach has a large number of advantages as an approach for this analysis (Figure 4). In particular, it does not suffer from the five major limitations identified above. First, it is spatially synoptic and area weighted, such that total net connectivity through all locations in the landscape can be estimated robustly and without bias, alleviating concerns 1 and 2 above. The resistant kernel method is not restricted to assessing connectivity between patches, but instead quantifies the total connectivity “flow” through all locations in the landscape, alleviating concern 3 above. It is simple to quantify the total connectivity in each scenario as the mean, median and variance of cumulative resistant kernel value within the extent of the first scenario (see example below), and simple quantitative metrics of total connectivity among scenarios can be calculated by producing boxplots of the distribution of resistant kernel values in each scenario and comparing the medians and means of these distributions (see example below). This alleviates problems 4 and 5 identified above, and provides a simple, quantitative, and unbiased metric for quantifying change in connectivity among scenarios.



Cushman's suggested approach

My suggested approach to compute the net effect of each scenario on connectivity is to:

1. Produce resistance surfaces for the three scenarios (1 – before the dam; 2 – with the dam and without the mitigation; 3 – with the dam and with the mitigation) for a large extent surrounding the project area (large enough to capture the connectivity context, e.g. Figure 1). Resistance values should be realistic for connectivity of forest dependent species. In my example analysis I coded forest as resistance = 1; non-forest as resistance = 100; water in the dam area as resistance = 500). This is shown in Figure 5a,b,c for the example analysis. For the reanalysis of the project area I think the resistance map should be similar to that used in the first analysis (Based on Zeller and Rabinowitz expert opinion resistance layer), with two changes: 1) Since the resistance layer must have a non-zero minimum for resistant kernel value, please add 1 to “Uso de suelo” landcover resistance values such that the minimum is 1 in forest. 2) The reservoir is unlikely to be an impermeable barrier as jaguar do swim, so I would change the resistance of that to something in the range of 20-40 to be 2 to 4 times more resistant per unit distance as the highest resistance class in “Uso de suelo” landcover resistance values (which seems more realistic to me). These value shall be confirmed in consultation with jaguar experts like Zeller and Rabinowitz. Also, I think an important part of the planned mitigation involves changes in human impact through changes in animal husbandry, human attitude towards cats and other things to reduce effects on the ecosystem, but which will not be “visible” in the resistance layer as currently calibrated. To account for that in future scenarios and monitoring, I think the resistance values in “Distancia a poblados” should be changed from 6, 3, 1, 0 down to a min of 3, 1, 0, 0 within the mitigation zone only to reflect reduced human footprint surrounding habitations and attitude in the area where the mitigation work has been implemented. Surveys could inform the coefficient by which the resistance is reduced, eg: if 50% of the population has changed footprint surrounding habitations and attitudes toward cats, then the resistance is lower from 6, 3, 1, 0 to 4.5, 2.25, 0.75, 0 (eg: $4.5 = 6 - (6 - 3 \times 50/100)$). It is very hard to predict the changes of attitude in terms of connectivity so it is necessary to be cautious. Such values could also be validated by Zeller and Rabinowitz.
2. Produce a set of source points to act as the origins of the individual resistant kernels. These should be placed at a uniform density across the forested cells in the landscape. It is necessary to distribute the source points such that they represent the distribution of forest cover without bias. In the example analysis I spaced source points uniformly with a 500m spacing between them, which produced about 8500 source locations in the resist1 before dam scenario. This is shown in Figure 6a,b,c for the example analysis. In the reanalysis for this project the scale of the landscape is different such that spacing points at 100m might be more appropriate.
3. Run resistant kernel in UNICOR (Landguth et al. 2012) with a dispersal threshold realistic for the species of conservation interest. I used a dispersal threshold of 500,000 in the example analysis which would indicate that the focal species could disperse 500 km through forest habitat. This is shown in Figure 7a,b,c for the example analysis. I have provided the full software, input files, and command files in for the example analysis in “unicor.zip”. In the reanalysis, given the scale of the landscape, I think a dispersal threshold of 50,000 cost units would be a good choice (given total extent of the suggested study area is only about 30km across and a 50,000 dispersal threshold for resistant kernel analysis in UNICOR allows up to 50 km dispersal through forest cover (resistance 1) from each source point.

4. Clip the three resistant kernel maps produced in 3) to the extent of the analysis area shown in Figure 1 (the subcorridor, without the buffer zone). This is to limit analysis to only areas are directly relevant to the ICE project and obligations to produce a net positive change in connectivity in that analysis area. Clip the resistant kernel maps produced in 3) also to a smaller region surrounding the reservoir where ICE will implement most of the mitigation actions. This is to get an indicator of connectivity for management purposes (eg: check the positive impact of implemented measures and decide where to implement additional measures)
5. Export the clipped resistant kernel maps for the three scenarios and two analysis extents to ascii files. This is provided for the example analysis in “ascii.zip”
6. Reshape the clipped resistant kernel maps for the three scenarios into vectors, drop the “nodata” “-9999” values (which are outside the extent of the non-zero area in the no dam scenario). This is provided for the example analysis in “vectors.zip”
7. Load the vectors made in 6) into R and produce boxplots for the three scenarios two analysis extents showing the median and interquartile range, and 95% whiskers for the three scenarios. These are the MOST IMPORTANT basic figures for the results and the basis of the report to the client. This is shown in Figure 8 for the example analysis.
8. Calculate the median, mean and standard deviation of the vectors created in 6 and make a table presenting the results. These results are shown in Table 1 for the example analysis. Median is the MOST SUITABLE numeric figure to quantify connectivity with this analysis and forms the basis of the report to the client. The median is not impacted by extreme values and therefore provides a better overall quantification of the connectivity in the area of analysis than the mean.
9. Calculate the proportional change between the median in scenario 1 (before dam) and scenario 2 (with dam but without mitigation) and scenario 3 (with dam and with mitigation) as $\text{propchange1_2} = (\text{median scenario 1} - \text{median scenario 2}) / \text{median scenario 1}$; and $\text{propchange1_3} = (\text{median scenario 1} - \text{median scenario 3}) / \text{median scenario 1}$. This produces the NET DIFFERENCE in resistance between the scenarios. If the goal is NET POSITIVE GAIN in connectivity then the value for propchange1_3 should be positive. These results are shown in Table 2 for the example analysis.

Example analysis

I illustrate the steps described above for a hypothetical area (Borneo in this case) where a hypothetical dam is built in a forested corridor. The three scenarios are: 1) before the dam (Figure 5a), where forest is given a resistance of 1 and non-forest a resistance of 100; 2) with the dam but without mitigation (Figure 5b), where forest is given resistance of 1, non-forest resistance of 100, and reservoir area resistance of 500; 3) with the dam and with mitigation (Figure 5c), with resistance assigned the same as in scenario 2.

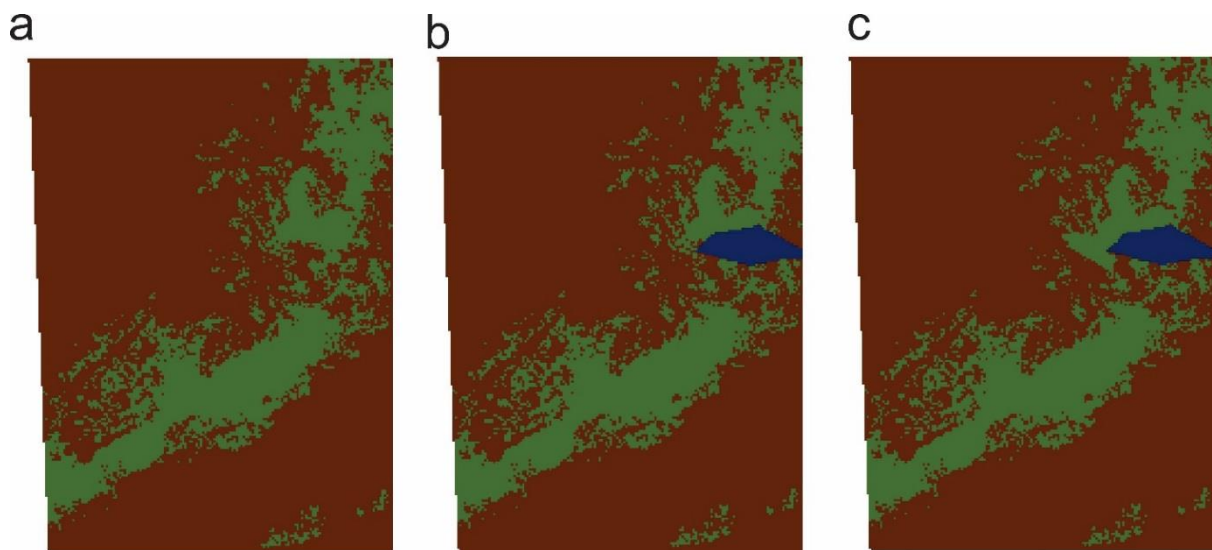


Figure 5. Resistance layers for the three scenarios. a) Scenario 1 is pre-dam in which forest is given resistance of 1 and non-forest resistance of 100; b) Scenario 2 is with dam and without mitigation in which forest is given resistance of 1, non-forest resistance of 100, and reservoir resistance of 500; c) Scenario 3 is with dam and with mitigation (by reforestation around the west end of the reservoir) in which forest is given resistance of 1, non-forest resistance of 100 and reservoir resistance of 500.

I then generated source points at a uniform density in forested areas (500m spacing) in each of the three scenarios (Figure 6a,b,c). These source points are origin locations for individual resistant kernels that are summed to create the cumulative resistant kernel surface that is the best measure of synoptic connectivity.

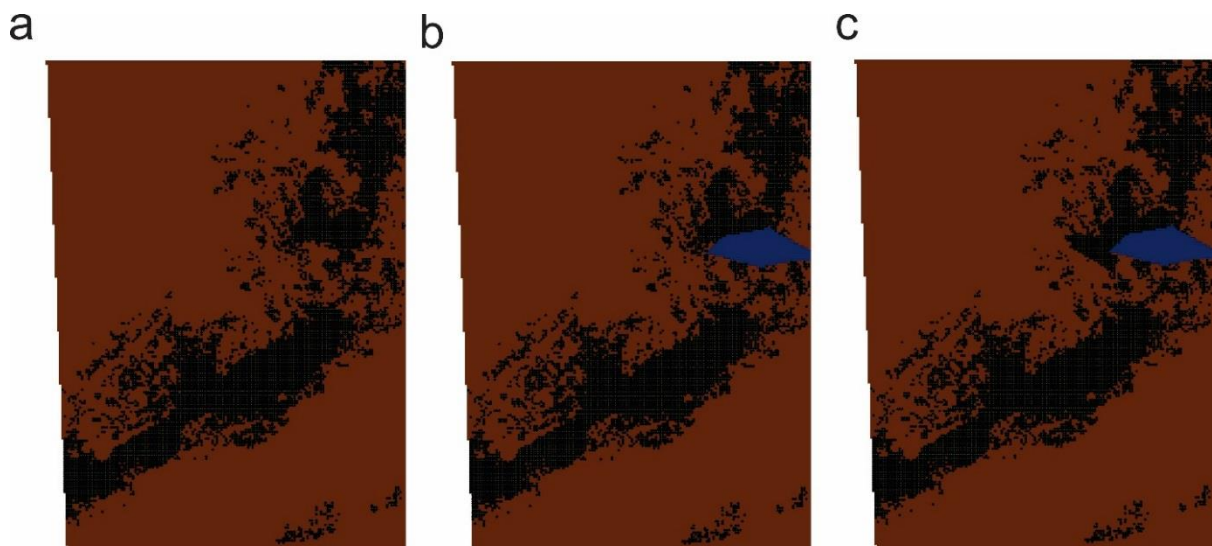


Figure 6. Source points overlain on the resistance layers for the three scenarios. a) Scenario 1 is pre-dam in which forest is given resistance of 1 and non-forest resistance of 100; b) Scenario 2 is with dam and without mitigation in which forest is given resistance of 1, non-forest resistance of 100, and reservoir resistance of 500; c) Scenario 3 is with dam and with mitigation (by reforestation around the west end of the reservoir) in which forest is given resistance of 1, non-forest resistance of 100 and reservoir resistance of 500. In each source points (black dots) are placed at uniform spacing, every 500m within forested habitat.

I ran the resistant kernels in UNICOR software with a dispersal threshold of 500,000 cost units, corresponding to a dispersal ability of 500 km through forest for the focal species of interest. The values in the resistant kernel surface indicate the relative frequency of a dispersing organism traversing that location (Figure 7a,b,c).

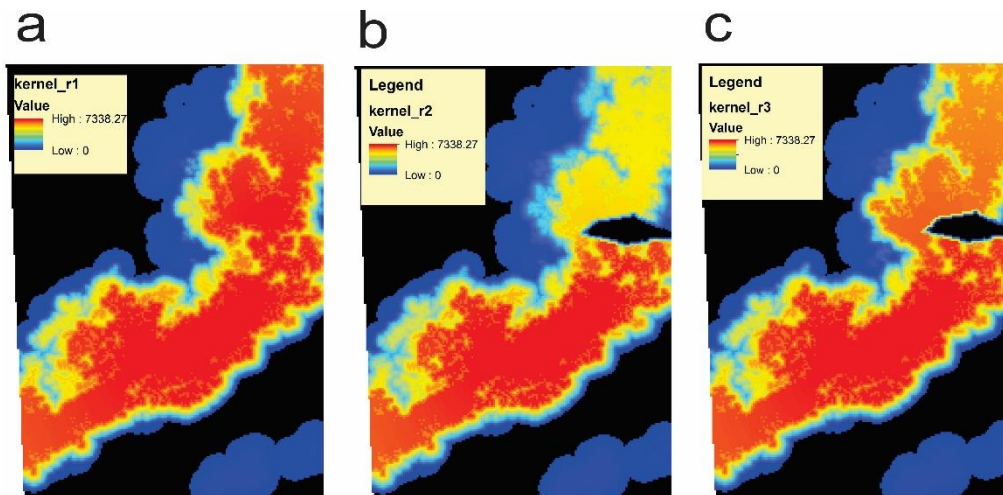


Figure 7. Cumulative resistant kernel surfaces calculated on the resistance layers in Figure 1 using the source points in Figure 2, with a 500,000 cost unit threshold, indicating dispersal ability of 500m through forest habitat for the focal species. The value of the cumulative resistant kernel surface indicates the relative frequency of dispersal through that location, given the resistance layer, the source points and the dispersal threshold chosen.

I exported these rasters into vectors in R and calculated boxplots (Figure 8), a table of median, mean, and standard deviation for the resistant kernel surfaces for each scenario (Table 1), a table of proportional change in median resistance value from scenario 1 to scenario 2, and from scenario 1 to scenario 3 (Table 2).

The result shows a 25% decrease in net connectivity due to the dam when there is no mitigation, and a 11% decrease in net connectivity with the mitigation. If the goal is net positive change in connectivity then it would be necessary to increase the area of mitigation through reforestation until the proportional change from S1_S3 was positive. No statistical test of significance is necessary in this analysis since the analysis is of the entire landscape (complete enumeration) such that the calculation of difference between connected areas is not an estimate taken from a sample, but a calculation of the full population of the landscape. As such the reported values in the boxplot and tables are sufficient to indicate the effect without a statistical test of significance.

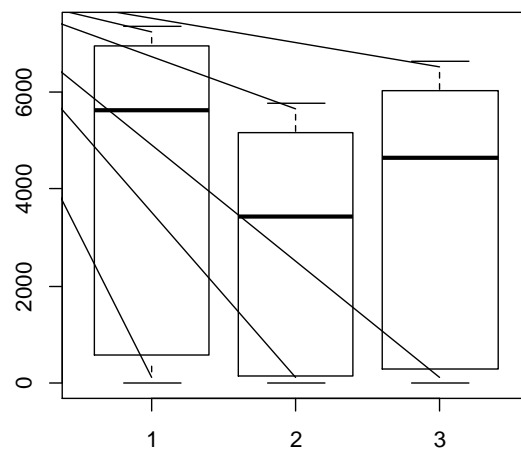


Figure 8. Boxplot of the three kernel distributions. 1 – Resistance layer before the dam; 2 – Resistance layer with the dam and without mitigation; 3 – Resistance layer with the dam and with mitigation.

Table 1: Median, mean and standard deviation of the three kernel analyses. K1 – Resistance layer before the dam; K2 – Resistance layer with the dam and without mitigation; K3 – Resistance layer with the dam and with mitigation.

	K1	K2	K3
Median	5625	3431	4656
Mean	4337	2907	3657
Standard Deviation	2921	2184	2605

Table 2. Proportional change in median kernel value from the pre-dam condition to post-dam condition, with and without mitigation through reforestation. S1_S2 – proportional change in mean kernel value across the landscape between scenario 1 (pre-dam) and scenario 2 (dam but no mitigation); S1_S3 – proportional change in mean kernel value across the landscape between scenario 1 (pre-dam) and scenario 3 (dam and mitigation).

	S1_S2	S1_S3
Proportional Change	- 0.25	- 0.11

References

- Cushman, S. A., Compton, B. W., & McGarigal, K. (2010). Habitat fragmentation effects depend on complex interactions between population size and dispersal ability: modeling influences of roads, agriculture and residential development across a range of life-history characteristics. In *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation* (pp. 369-385). Springer Japan.
- Cushman, S. A., & Landguth, E. L. (2012). Multi-taxa population connectivity in the Northern Rocky Mountains. *Ecological Modelling*, 231, 101-112.
- Cushman, S. A., Landguth, E. L., & Flather, C. H. (2012). Evaluating the sufficiency of protected lands for maintaining wildlife population connectivity in the US northern Rocky Mountains. *Diversity and distributions*, 18(9), 873-884.
- Cushman, S. A., Landguth, E. L., & Flather, C. H. (2013a). Evaluating population connectivity for species of conservation concern in the American Great Plains. *Biodiversity and Conservation*, 22(11), 2583-2605.
- Cushman, S. A., Lewis, J. S., & Landguth, E. L. (2014). Why Did the Bear Cross the Road? Comparing the Performance of Multiple Resistance Surfaces and Connectivity Modeling Methods. *Diversity*, 6(4), 844-854.
- Cushman, S. A., McRae, B., Adriansen, F., Beier, P., Shirley, M., & Zeller, K. (2013b). *Biological corridors and connectivity. Conservation in theory and practice*, Wiley, New York.
- Hand, B. K., Cushman, S. A., Landguth, E. L., & Lucotch, J. (2014). Assessing multi-taxa sensitivity to the human footprint, habitat fragmentation and loss by exploring alternative scenarios of dispersal ability and population size: a simulation approach. *Biodiversity and Conservation*, 23(11), 2761-2779.
- Landguth, E. L., Hand, B. K., Glassy, J., Cushman, S. A., & Sawaya, M. A. (2012). UNICOR: a species connectivity and corridor network simulator. *Ecography*, 35(1), 9-14.
- Rudnick, D., Ryan, S. J., Beier, P., Cushman, S. A., Dieffenbach, F., Epps, C., ... & Trombulack, S. C. (2012). The role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities. *Issues in Ecology*.
- Wasserman, T. N., Cushman, S. A., Littell, J. S., Shirk, A. J., & Landguth, E. L. (2013). Population connectivity and genetic diversity of American marten (*Martes americana*) in the United States northern Rocky Mountains in a climate change context. *Conservation Genetics*, 14(2), 529-541.
- Wasserman, T. N., Cushman, S. A., Shirk, A. S., Landguth, E. L., & Littell, J. S. (2012). Simulating the effects of climate change on population connectivity of American marten (*Martes americana*) in the northern Rocky Mountains, USA. *Landscape Ecology*, 27(2), 211-225.

Anexo V - Revisión por pares certificando que el modelo de conectividad es adecuado para cuantificar los cambios de conectividad con el tiempo en el SBBD



United States
Department of
Agriculture

Forest
Service

Rocky Mountain
Research Station
Forestry Sciences Laboratory

Forest & Woodlands Ecology
2500 S Pine Knoll Dr.
Flagstaff, AZ 86001

September 2, 2015

To Whom It May Concern:

I am the Director of the Center for Landscape Science, at the Rocky Mountain Research Station. I am a leading academic in landscape-scale ecology, genetics, climate change, disturbance regimes, monitoring, conservation and adaptive management, have published widely on connectivity modelling, and am chief editor in charge of the specialty section in evolutionary and population genetics for the Frontiers journals.

I have been advising ICE on their connectivity model for the subcorredor biológico Barbilla Destierro. I have explained and facilitated some revisions to ICE's connectivity model so that it optimally assesses the functionality of the subcorridor for Jaguar population connectivity under the current data and resourcing constraints. In my opinion, the connectivity modeling approach will fully satisfy the requirements of the Reventazon project lenders to plan and monitor the project's progress towards Net Positive Impact on the subcorridor, so long as the revisions and changes recently suggested to the resistance layers are incorporated and the analytical approach I described are followed.

Sincerely,

Sam Cushman
Research Landscape Ecologist
and
Director Center for Landscape Science, U.S. Forest Service



Caring for the Land and Serving People

Printed on Recycled Paper

