

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION



INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO DE LA DINAMICA DE LA SUCESIÓN VEGETAL, COMO INSTRUMENTO
PARA LA FORMULACIÓN DE MODELOS DE REHABILITACIÓN EN ÁREAS
DEGRADADAS POR LA MINERÍA AURÍFERA ALUVIAL EN MADRE DE DIOS”.**

Responsable: Dr. Carlos Nieto Ramos

Colaboradores de campo:

**Oliver Surco Huacachi
Dante Cueva Altamirano
Sufer Baez Quispe**

MADRE DE DIOS-PERU

2016

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue de evaluar “la dinámica de la sucesión vegetal, como instrumento para la formulación de modelos de rehabilitación en áreas degradadas por la minería aurífera aluvial, en Madre de Dios”. Para lo cual, se realizaron un inventario florístico en áreas degradadas por minería aurífera en Punquiri Chico (Madre de Dios). El tipo de muestreo fue por conveniencia y se utilizaron 10 transectos de tipo Gentry modificados de 0,1 ha. En cada parcela se evaluaron los individuos con un diámetro a la altura del pecho mayor a 2,5 cm (DAP > 2,5 cm). Cada individuo fue identificado y se midió su altura y DAP. Asimismo, se realizaron colectas botánicas, de preferencia fértiles, para su posterior identificación en el Herbario Alwyn Gentry – UNAMAD (HAG). Las 5 especies más abundantes fueron *Senefeldera inclinata*, *Protium amazonicum*, *Micropholis guyanensis*, *Iryanthera juruensis* y *Sloanea guianensis*. Asimismo, las 10 especies más importantes de acuerdo al Índice de Valor de Importancia fueron *Senefeldera inclinata*, *Hevea guianensis*, *Micropholis guyanensis*, *Guarea macrophylla*, *Nectandra pulverulenta*, *Parkia pendula*, *Oenocarpus batava*, *Iriartea deltoidea*, *Cedrelinga cateniformis* y *Tachigali vasquezii*. Por otro lado, como estrategias de restauración se proponen los siguientes: Elección del ecosistema de referencia, favorecer la presencia de animales dispersores de semillas, favorecer la sucesión secundaria, propiciar las condiciones para el establecimiento de vegetación en suelos desnudos y establecimiento de especies leñosas. Asimismo, como acciones de restauración se proponen los siguientes: usar especies pioneras que inicien el proceso de la sucesión, usar especies que proporcionen sombra, usar especies mejoradoras de suelos y fertilizantes, usar especies controladoras de erosión.

Palabras clave: Composición florística, restauración ecológica, IVI.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate "the dynamics of plant succession, as an instrument for the formulation of rehabilitation models in areas degraded by alluvial gold mining, in Madre de Dios". For which, a floristic inventory was carried out in areas degraded by gold mining in Punquiri Chico (Madre de Dios). The type of sampling was for convenience, and ten modified Gentry transects of 0.1 ha were used. In each plot, individuals with a diameter at breast height greater than 2.5 cm (DBH > 2.5 cm) were evaluated. Each tree was identified, and the height and DBH were measured. Likewise, botanical collections, preferably fertile, were made for their subsequent identification in the Alwyn Gentry Herbarium - UNAMAD (HAG). The five most abundant species were *Senefeldera inclinata*, *Protium amazonicum*, *Micropholis guyanensis*, *Iryanthera juruensis* and *Sloanea guianensis*. Likewise, the ten most important species according to the Importance Value Index were *Senefeldera inclinata*, *Hevea guianensis*, *Micropholis guyanensis*, *Guarea macrophylla*, *Nectandra pulverulenta*, *Parkia pendula*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarteia deltoidea*, *Cedrelinga cateniformis* and *Tachigali vasquezii*. On the other hand, as restoration strategies, the following are proposed: Choice of the reference ecosystem, favoring the presence of dispersing animals of seeds, favoring secondary succession, propitiate the conditions for the establishment of vegetation in bare soils and the establishment of woody species. Likewise, as restoration actions, the following are proposed: use pioneer species that initiate the process of succession, use species that provide shade, use species that improve soil and fertilizers and use erosion control species.

Keywords: Floristic composition, ecological restoration, IVI.

Índice de Contenidos

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción del problema	11
1.2. Formulación del problema	12
1.2.1. Problema general	12
1.3. Justificación e Importancia	12
1.3.1. Justificación Científica.....	12
1.3.2. Justificación Académica.....	12
1.3.3. Justificación Económica.	13
1.3.4. Justificación Social.	13
1.3.5. Justificación cultural y educativa.....	13
2. Objetivos e hipótesis.....	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
2.3. Hipótesis	14
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1. Marco teórico y conceptual	15
3.2. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1. Lugar de estudio.....	25
4.2. Metodología y procedimientos.....	27
4.2.1. Población.....	27
4.2.2. Muestra.....	28
4.2.3. Tamaño de las unidades de muestreo	28
4.2.4. Diseño y forma de las unidades de muestreo	28
4.2.5. Establecimiento de cada parcela.....	28
4.2.6. Colección e identificación botánica de los especímenes vegetales	28
4.2.7. Análisis estadístico	28
4.3. Materiales y equipos de campo.....	29
4.3.1. Materiales de Gabinete.....	30
4.4. Análisis de datos.....	30
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
Composición florística global	32
5.1. Bosque Siempre Verde de Terrazas Altas (BSV – TA)	32
5.2. Vegetación intervenida o antrópica.....	37
5.3. Especies con categoría de conservación internacional.....	37
6. CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

INTRODUCCIÓN

¿Qué es la restauración ecológica?

“Antes de dar una definición de restauración ecológica es necesario tener en cuenta algunos conceptos que nos pueden ayudar a su comprensión”:

- a. Los ecosistemas se regeneran por si solos “cuando no existen barreras que impidan esta regeneración, lo cual se denomina restauración pasiva (sucesión natural); En otras palabras, la restauración pasiva se refiere a que en un ecosistema degradado al eliminar los factores tensionantes o los disturbios que impiden su regeneración, se restaurará solos”.
- b. Cuando los ecosistemas están muy degradados “no pueden regenerarse solos, es muy lenta su regeneración o se desvía o detiene su dinámica natural; por consiguiente, es necesario implementar estrategias para lograr su recuperación, lo cual se denomina restauración activa o asistida (sucesión dirigida o asistida); En la restauración activa es necesario ayudar o asistir al ecosistema para garantizar que se puedan desarrollar procesos de recuperación en sus diferentes fases y superar las barreras que impiden la regeneración”.

Surgen entonces las siguientes preguntas:

¿”Qué conocimientos debemos aplicar para asistir la recuperación de un ecosistema”?

¿”Qué debemos hacer para recuperar los mecanismos de regeneración de un ecosistema”?

Lo primero que debemos hacer es “tener un conocimiento básico de lo que es un ecosistema”. Un ecosistema básicamente “es un área de cualquier tamaño, con una estrecha relación o asociación de sus componentes físicos (abióticos) y biológicos (bióticos) y organizado de tal manera que, si cambia un componente, o subsistema, cambian los otros componentes y en consecuencia el funcionamiento de todo el ecosistema”.

En el estudio de los ecosistemas “se tiene en cuenta su composición de especies, su estructura y su funcionamiento (procesos), porque en últimas la restauración ecológica es un tipo de manejo de ecosistemas que apunta a recuperar la biodiversidad, su integridad y salud ecológicas; La biodiversidad es su composición de especies (principalmente de los productores primarios, las plantas), la integridad

ecológica es su estructura y función y la salud ecológica es su capacidad de recuperación después de un disturbio (resistencia a disturbios y resiliencia), lo cual garantiza su sostenibilidad”.

En consecuencia “la capacidad de restaurar un ecosistema dependerá de una gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: el estado del ecosistema antes y después del disturbio, el grado de alteración de la hidrología, la geomorfología y los suelos, las causas por las cuales se generó el daño; la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, la información acerca de las condiciones ambientales regionales, la interrelación de factores de carácter ecológico cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, la disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración, los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies (por ejemplo, estrategias reproductivas, mecanismos de dispersión, tasas de crecimiento y otros rasgos de historia de vida o atributos vitales de las especies), las barreras que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración”.

El éxito en la restauración también “dependerá de los costos, de las fuentes de financiamiento y voluntad política de las instituciones interesadas en la restauración; pero ante todo de la colaboración y participación de las comunidades locales en los proyectos”.

Restauración ecológica

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como *“el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”*. En otras palabras, “la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región; Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar”.

De lo anterior podemos destacar y concluir lo siguiente:

- a. “Es factible que con ayuda humana se puedan recuperar los mecanismos de regeneración del ecosistema”.
- b. “El ecosistema puede volver a una o varias de sus trayectorias posibles, pero difícilmente puede llegar a su estado original”.
- c. “Estas trayectorias van a depender del conocimiento que se tenga del ecosistema de referencia (ecosistema predisturbio) y del estado actual del ecosistema (ecosistemas postdisturbio)”.
- d. “Las condiciones actuales del ecosistema dependen de la relación histórica entre naturaleza y sociedad”.
- e. “El objetivo de la restauración ecológica es iniciar o acelerar procesos que conduzcan a la recuperación de un ecosistema”.

La visión ecosistémica “implica que lo que debe retornar a un estado pre-disturbio son las condiciones ecológicas que garantizan la recuperación de la composición estructura y función del ecosistema y que recuperan servicios ambientales; Desde este punto de vista la restauración es un proceso integral de visión ecosistémica tanto local, como regional y del paisaje, que tiene en cuenta las necesidades humanas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y antrópicos”.

El valor de usar la palabra restauración desde el punto de vista ecosistémico “es que nos ayuda a pensar en todos los procesos fundamentales de funcionamiento de un ecosistema, especialmente en los procesos ligados a las sucesiones naturales, sus interacciones y las consecuencias de las actividades humanas sobre estos procesos”.

Muchas áreas en el mundo están tan alteradas que “ya es difícil hablar de restauración y se pueden emprender otras acciones como la rehabilitación, la reclamación o reemplazo y la revegetalización; En general el concepto de restauración abarca o incluye actividades como la rehabilitación o reemplazo”.

Es muy importante tener en cuenta, “que el éxito de establecimiento de la cubierta vegetal en áreas degradadas, no es un proceso aislado, sino que depende de una apropiada selección de especies vegetales y las condiciones del suelo, como la distribución del tamaño de las partículas, la buena capacidad de retención del agua, la tasa de filtración, la densidad del suelo, la disponibilidad de los elementos minerales; el pH y la capacidad de intercambio catiónico”.

Con el presente trabajo “se pretende ofrecer los criterios y métodos que conllevan a una selección apropiada de especies vegetales, fundamentado en el conocimiento de los atributos ecológicos y reproductivos que aportan a las especies una alta posibilidad de éxito en las áreas degradadas por minería en Madre de Dios”.

Según la *National Academy of Science* de Estados Unidos (NAS, 1974), “la realización de trabajos encaminados a devolver los terrenos alterados a su estado original –lo que normalmente es reconocido como imposible– se llama restauración (ing. *restoration*); Si el resultado final es tal que el lugar es habitable para organismos vivos originalmente presentes, u otros semejantes que cubren los mismos nichos ecológicos, con aproximadamente la misma composición que la original, entonces se habla de reformatión (ing. *reclamation*); Por último, se dice rehabilitación (ing. *rehabilitation*) si se pretende que los terrenos adquieran un aspecto y productividad establecidos de acuerdo con un plan previo, y sean ecológicamente estables, de manera que no contribuyan sustancialmente al deterioro ambiental y se integren en el paisaje circundante (NAS, 1974); Muy ligado a estos conceptos, sobre todo cuando se trata de determinados tipos de minería, está el término remediación, el cual hace normalmente referencia a la retirada, reducción o neutralización de sustancias, residuos o materiales peligrosos para prevenir o minimizar cualquier efecto adverso sobre el medio ambiente o la salud humana hasta límites aceptables”.

Según Arranz (1995), “es corriente no hacer distinción entre los términos ingleses *reclamation* y *rehabilitation*, empleándose comúnmente el primero; En España se suele emplear indistintamente los términos restauración y rehabilitación con el sentido que se asigna a los conceptos *reclamation* y *rehabilitation*; Las leyes españolas (R. D. 2994/82 y R. D. 1116/84, sobre restauración del espacio natural afectado por explotaciones mineras a cielo abierto) hacen un uso del término restauración que no puede considerarse estricto, equiparándolo al término rehabilitación; Desde un punto de vista práctico, esta equiparación de términos

conceptualmente distintos no es grave, si de lo que se trata es de hacer referencia al proceso mediante el cual se articulan un conjunto de labores para modificar el estado de alteración de un terreno, reconstruyendo el suelo con el objeto de que sea capaz de soportar un uso predeterminado, independientemente de si era el original antes de que se produjera la actividad alteradora y del nivel alcanzado en la sucesión ecológica”.

La remediación de un pasivo ambiental minero “consistirá en la adopción de acciones y medidas tendentes a reducir el riesgo que presenta o genera actualmente a niveles no significativos para la vida o salud de las personas o para el medio ambiente; Conforme a ello, la remediación no es equivalente a la llamada restauración, con la que se buscaría actuar hasta alcanzar un estado cuando menos equivalente al original en todo el entorno minero afectado”.

Puede verse que, “según el sentido que habitualmente se le da a la terminología empleada, un plan de remediación de minería abandonada parece ser menos exigente que un plan de restauración o rehabilitación de minería abandonada; En efecto, desde un punto de vista técnico, un proyecto de restauración o rehabilitación puede ser entendido como el conjunto global de actuaciones sobre un área minera alterada, ajustadas a las necesidades de una serie de subdivisiones del terreno establecidas tras un proceso de evaluación ambiental, como por ejemplo: la no actuación o simple retocado, la aplicación de técnicas de bioingeniería, la rehabilitación de la vegetación natural con técnicas agrícolas, la remediación, o lo que proceda en cada caso; Un proyecto de rehabilitación tiene una componente que se sirve de aplicar técnicas propias de la ingeniería para la planificación de movimientos de tierra, la construcción de sistemas de tratamiento de aguas, la creación de drenajes temporales, la reconstrucción del sistema hidrológico permanente, la conservación de suelos, la creación de accesos estables, etc”. El diseño de las estructuras “que se requieran (canales de conducción, diques, terrazas, balsas de decantación, humedales contruidos, etc.) debe estar íntimamente ligado a la restauración ecológico-paisajística y, es más, los criterios de integración ecológica deben ser aplicados también a las obras de ingeniería que se requieran (Arranz, 2002); Un proyecto de remediación puede ser también algo enormemente complejo con arreglo a la situación a la que se enfrente, pero parece quedar limitado a la minimización de riesgos, dejando de lado todos los aspectos relativos al paisaje y a la

recuperación de los terrenos para soportar algún tipo de aprovechamiento o uso del suelo”.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, “es importante aclarar que la restauración ecológica difiere de la rehabilitación y la recuperación, en que la primera tiene como meta ayudar o iniciar la recuperación, pero es el manejo el que garantiza la sostenibilidad en el tiempo del ecosistema restaurado; una vez determinado el tipo de manejo o intervención, es necesario tener en cuenta otros factores como el fomento y la participación a largo plazo de la población local, de tal forma que las decisiones colectivas tengan más probabilidad de éxito; Una vez tomadas las decisiones, es importante considerar que las intervenciones en el proceso de restauración, varían de un proyecto a otro y dependen de la extensión, duración de las perturbaciones pasadas, condiciones culturales que han transformado el paisaje, oportunidades y limitaciones actuales (SER, 2004); Estas variaciones hacen que el proceso ocurra en un plazo indefinido, por lo que las metas deben tender a un desarrollo a largo plazo, vinculando procesos de monitoreo adaptativo según las necesidades que surjan en el tiempo”.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La actividad minera aurífera aluvial “afecta drásticamente todos los compartimientos del ecosistema (suelo, vegetación, fauna y recurso hídrico) las geoformas del terreno y las condiciones micro climáticas; Los ecosistemas cambian su condición primaria, muchas veces de manera irreversible, cambiando su topografía e hidrología”. La minería trae consigo “cambios drásticos en la estructura del suelo, por cuanto la maquinaria pesada empleada ejerce grandes presiones sobre éste y es inevitable la compactación; Adicionalmente, factores climáticos como el viento y la precipitación contribuyen aceleradamente al proceso de erosión; Los efectos producidos por la minería en los ecosistemas incluyen destrucción del paisaje, degradación del entorno visual, disturbios en cursos de agua, destrucción de tierras destinadas a la agricultura y la disminución o pérdida de cobertura vegetal, daño de tierras con propósitos de recreación, ruido, polvo, tráfico de camiones y maquinaria pesada, sedimentación y erosión, hundimientos de tierra y vibración por explosiones”. En relación con el componente hídrico, “la minería tiene como consecuencias la afectación de la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas, la interrupción, redireccionamiento de flujos, extracción y desecación de acuíferos y la capacidad de almacenamiento y regulación del agua; Adicionalmente, el incremento en la sedimentación y la contaminación por mezclas con aguas industriales de mala calidad; Otras afectaciones asociadas están relacionadas con la remoción del suelo y la vegetación; la compactación y el desecamiento; la modificación del relieve, la inestabilidad de laderas, el aumento de erosión de suelos, la emisión de gases y material particulado; la generación de estériles y escombros; la desertificación y la contaminación del suelo”. Específicamente, en la actividad aurífera, “los procesos de cloruración, lixiviación por cianuro y amalgamación con mercurio, los procesos pirometalúrgicos y la disposición de colas, generan residuos tóxicos que repercuten en el incremento de la morbilidad y mortalidad de la población presente en la zona de esta actividad minera”.

Los bosques tropicales “son uno de los ecosistemas más preciosos de nuestro planeta, donde se concentra una enorme variedad de especies, que constituyen una reserva de la diversidad de recursos genéticos”. Estos recursos “prestan servicios ambientales de gran trascendencia desde la conservación de los suelos y las cuencas hidrográficas a la protección frente a las inundaciones, y otros desastres naturales y son fuentes importantes de ingresos turísticos”.

Desde el punto de vista internacional, “los bosques pueden contribuir decisivamente a mantener el equilibrio climático con su función de depósitos y sumideros de carbono: los bosques en pie son el reservorio de carbono más importante de la Tierra”.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Se estarán perdiendo extensas áreas de bosque y cobertura vegetal, por efecto de la deforestación y degradación de suelos ocasionados por la actividad minera aurífera aluvial en el Departamento de Madre de Dios?

1.3. Justificación e Importancia

La realización de la presente investigación se justifica por las siguientes consideraciones:

La restauración ecológica “tiene otras dimensiones además de la ecológica, como la social, política, económica y ética”. La dimensión social “busca integrar las poblaciones humanas a los proyectos de restauración y contribuir a mejorar sus condiciones; las dimensiones económica y política se refieren a los costos que implica restaurar grandes áreas y a la necesidad de una voluntad política que haga de la restauración una práctica ligada a la conservación de ecosistemas; En cuanto a la dimensión ética, se debe buscar un consenso de la percepción de la naturaleza, en donde conductas negativas hacia el entorno natural se transformen en actitudes que vayan en pro de la conservación, mediante herramientas como la restauración”.

1.3.1. Justificación Científica.

Se pretende rescatar información actualizada de la diversidad, y composición florística, relacionada con el “estudio de la dinámica de la sucesión vegetal en áreas degradadas por la actividad minera aurífera aluvial; las principales especies pioneras de importancia, que están en peligro de desaparecer”.

Porque no existen estudios actualizados de la diversidad y composición florística de especies pioneras o nativas en las áreas impactadas por la actividad minera aluvial.

1.3.2. Justificación Académica.

Porque se generará datos de mucha importancia relacionados con la dinámica de sucesión vegetal, que servirá como instrumento para formular modelos de rehabilitación en áreas degradadas por la actividad minera aurífera aluvial en el departamento de Madre de Dios.

1.3.3. Justificación Económica.

Porque los estudios de diversidad, composición florística y la dinámica de sucesión de especies vegetales, nos brindarán información cabal de la importancia y valoración de estos ecosistemas tropicales, que servirán para realizar proyectos de conservación de bosques que beneficien a la comunidad aledaña al área del estudio, como proyectos REDD (Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques), Captura de Carbono; plantas ornamentales, medicinales, tintes naturales, etc.; así se podrá valorizar desde el punto de vista económico estas áreas.

1.3.4. Justificación Social.

Se está perdiendo espacios importantes por motivo de las actividades socioeconómicas, sin que se haya realizado estudios de la flora y vegetación, lo que permite deducir que se están perdiendo especies que no se han registrado ni estudiado por la ciencia. Además, en la ejecución y monitoreo del proyecto participaran los miembros de las localidades aledañas.

1.3.5. Justificación cultural y educativa.

El presente proyecto se justifica por que servirá de base para el fortalecimiento del “Herbario Alwyn Gentry de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”, que es un referente de la fitodiversidad en la región, y servirá para generar un espacio de dialogo a nivel educativo sobre la importancia que tiene la recuperación de áreas degradadas para la restauración de bosques, ocasionadas por la minería aluvial.

2. Objetivos e hipótesis

2.1. Objetivo general

Evaluar “la dinámica de la sucesión vegetal, como instrumento para la formulación de modelos de rehabilitación en áreas degradadas por la minería aurífera aluvial, en Madre de Dios”.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar “un inventario de la diversidad y composición florística en la zona de estudio, para determinar el estado de la regeneración natural”.
- Evaluar la diversidad, abundancia, frecuencia e índice de importancia de los diferentes grupos taxonómicos de especies vegetales de cada parcela.

2.3. Hipótesis

H₁: Por efecto de las actividades de minería aurífera aluvial se están perdiendo la biodiversidad y calidad de suelos en el departamento de Madre de Dios.

H₀: Por efecto de las actividades mineras aurífera aluvial no se están perdiendo la biodiversidad y calidad de suelo en el departamento de Madre de Dios.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Marco teórico y conceptual

Atributos de los ecosistemas restaurados

Un ecosistema se ha restaurado “cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional, manteniéndose tanto estructural como funcionalmente (Society for Ecological Restoration-SER, 2004); Tiene también la capacidad de recuperarse de diferentes alteraciones y perturbaciones e interactúa en el paisaje con ecosistemas contiguos en términos de flujos bióticos y abióticos e interacciones culturales”.

Los nueve atributos que se indican a continuación, “proveen una base para determinar cuándo se ha logrado la restauración, aunque no es necesario que todos se expresen, sólo se requiere que demuestren una trayectoria apropiada hacia la meta deseada; Algunos son fácilmente medibles, otros se tendrán que evaluar indirectamente. Los atributos de un ecosistema restaurado serían” (SER, 2004):

- a. Tiene “un conjunto característico de especies de fauna y flora silvestre que habitan en el ecosistema de referencia, las cuales proveen una estructura apropiada (Necesario para restauración ecológica y rehabilitación)”.
- b. El ecosistema restaurado “se compone de especies nativas en la mayoría de su extensión”.
- c. Tiene representación de “todos los grupos funcionales necesarios para el desarrollo y estabilidad continua o tienen potencial de colonización por medios naturales (necesario para restauración ecológica)”.
- d. El ambiente físico del ecosistema restaurado “es capaz de garantizar la reproducción de las poblaciones para continuar el desarrollo de la estabilidad”.
- e. Funciona normalmente “de acuerdo con su estado ecológico de desarrollo (necesario para restauración ecológica y rehabilitación)”.
- f. Se ha integrado “adecuadamente a la matriz ecológica o al paisaje, con los cuales interactúa a través de flujos e intercambios bióticos y abióticos”.
- g. Se “han eliminado o reducido del paisaje conexo las amenazas potenciales a la salud e integridad del ecosistema (necesario para restauración ecológica y rehabilitación)”.

- h. Tiene “suficiente capacidad de recuperación como para aguantar los acontecimientos estresantes periódicos y normales del ambiente local y que sirven para mantener la integridad del ecosistema”.
- i. Es autosostenible “al mismo grado que el ecosistema de referencia y tiene el potencial de persistir indefinidamente bajo las condiciones ambientales existentes”. Los aspectos de su biodiversidad, estructura y funcionamiento “podrían cambiar como parte del desarrollo normal del ecosistema y podrían fluctuar en respuesta a acontecimientos normales y periódicos aislados de estrés y de alteración de mayor trascendencia; Como con cualquier ecosistema intacto, la composición de las especies y otros atributos de un ecosistema restaurado podrían evolucionar a medida que cambian las condiciones ambientales (Necesario para restauración ecológica)”.

Especie / Morfoespecie

Una especie puede definirse como un “conjunto de individuos que potencialmente se pueden reproducir entre sí; Sin embargo, dadas las dificultades para comprobar esta posibilidad reproductiva, sobre todo en organismos longevos como los árboles, los taxónomos suelen concentrarse en la posibilidad de diferenciar las especies sobre la base de su morfología; Empleamos el término **morfoespecie** para referirnos a una entidad morfológicamente diferenciada, pero para la cual aún no tenemos un nombre científico confirmado”.

Diversidad Alfa

“Es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto es a un nivel local; Una comunidad es dependiente de los objetivos y escala de trabajo; En nuestro caso, se propone que sea a nivel de una unidad de comunidad (sin embargo, podrían ser (tipo de bosque, bosques de galería, tipo de formación vegetal, bosque andino, subandino, etc); La diversidad alfa como ya se menciona es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta; La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa)”.

Índices para medir la diversidad alfa

Existen varios índices para medir la diversidad alfa, “cada uno ligado al tipo de información que se desea analizar, es decir, que algunas de las variables, tienen maneras diferentes de analizarse; Si las dos variables respuesta que se están analizando son número de especies (riqueza específica) y datos estructurales (por ejemplo abundancias), cada uno de ellos se podrá analizar diferencialmente para obtener más información complementaria; Existen varios métodos para cuantificar la diversidad a nivel local o alfa” (por ejemplo Margalef, Shannon, Simpson, Berguer y Parker); (Moreno. 2001).

Índices de diversidad

La diversidad de especies “se puede definir como el número de especies en una unidad de área, tiene dos componentes principales la riqueza (número de especies) y la equitatividad (número de individuos de una sola especie); Generalmente en las evaluaciones biológicas se usan índices de diversidad que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies, la estimación se realiza a través de diferentes índices, los más usados son el de Shannon- Wiener, el de Simpson, Berguer Parker y Margaleff”.

a. Índice de Simpson:

Los índices de dominancia “se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson; El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos; En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa” (Pielou, 1969).

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, como se acaba de indicar. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de

especies. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye. (Pielou, 1969).

Este índice de Simpson de dominancia $D = p^2$ estima si en un área determinado hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado le da importancia a las especies muy abundantes y por tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. (Lamprecht, 1962). El índice de Simpson precisa el valor de p_i , Siendo $p_i = n_i / N$, donde n_i es el número de individuos de la especie “i” y N es la abundancia total de las especies. Con otras palabras, p_i es la abundancia proporcional de la especie “i”: Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da También una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta. (Lamprecht, 1990).

b. Índice de Shannon

El índice de Shannon “se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema; El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)” (Di Rienzo, *et al.*, 2009).

Es una de las medidas de diversidad relacionadas “con la teoría de información; Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema en la cual existe un número finito de individuos, los cuales pueden ocupar un número, también finito- de categorías (especies, análogo de estados)” (Di Rienzo, *et al.*, 2009).

INDICE DE SHANNON- WIENER

Es un índice de equidad; “Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar”. Este valor se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Shannon-Wiener.} = -\sum (n_i/n) \ln (n_i/n)$$

Dónde:

n_i = número de individuos de la especie i

n = número total de individuos de la muestra

ÍNDICE DE SIMPSON

Es un índice de dominancia, “inmerso al concepto de uniformidad o equidad en la comunidad”. Este valor se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Simpson} = 1 - \sum (n_i/n)^2$$

Dónde:

n_i = número de individuos de la especie i

n = número total de individuos de la muestra.

Este índice “fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir, donde p_i representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población y \log es la abreviatura del logaritmo (la base del logaritmo no importa, puede ser base 10 (decimal), base 2 (binaria)” o base $e = 2.7182\dots$, la base de los logaritmos naturales, es la más utilizada actualmente). “La sumatoria es sobre las S especies ($i = 1,2,\dots,S$) de la población; Si llamamos n_i al número de individuos de la especie i y N a la población total de la colección, entonces $p_i = n_i/N$; El tamaño de la población (N) se calcula sumando los individuos de todas las especies, es decir N ”:

La Fórmula de Shannon-Weaver “que es la forma en la cual normalmente se presenta la diversidad de especies basada en la teoría de información; De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza

de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)” (Di Rienzo, *et al.*, 2009).

Composición florística

La composición de un bosque “está determinada tanto por los factores ambientales: posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies; Además entre los factores más importantes que influyen en la composición florística del bosque, ligados a la dinámica de bosque y a la ecología de las especies que lo conforma, están el tamaño y la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas”.

Según Lamprecht, (1990), “la composición florística de los bosques según el estado sucesional, se expresa por medio del índice de Shannon, para las diferentes poblaciones de fustales, latizales y brinzales; La tendencia del incremento de este índice se refleja conforme aumenta la edad del bosque, situación que es de esperar, ya que un número mayor de especies se hacen presentes conforme el bosque se hace más maduro y alcanza fases homeostáticas en el proceso de sucesión”.

Del total de familias de plantas leñosas que existen en los bosques secos, húmedos y lluviosos, “más de la mitad no se encuentran representadas en el bosque seco; Solamente tres de estas familias no se encuentran en los bosques húmedos o lluviosos”. En Costa Rica “se encuentra una de estas tres familias, *Zygophyllaceae*; Por otro lado, existen tres familias que son notoriamente mejor representadas en los bosques secos: *Capparidaceae*, *Cactaceae* y *Erythroxylaceae*” (Pacheco, 1998).

En cuanto a géneros, “existe un grupo significativo mejor representado en el bosque seco que se encuentra conformado por: *Guaiacum*, *Forchhammeria*, *Jathropa* y otros” (Pacheco, 1998).

La frecuencia se entiende como “la posibilidad de encontrar un árbol de una determinada especie, al menos una vez, en una unidad de muestreo; Se expresa como el porcentaje de unidades de muestreo en las que se encuentra el árbol en relación al número total de unidades de muestreo” (Melo y Vargas, 2003).

La abundancia “es el número de individuos que posee una especie en un área determinada; Cuando se refiere al número de individuos por especie corresponde a la abundancia absoluta y cuando es el porcentaje de individuos de cada especie con relación al número total de individuos del ecosistema se habla de abundancia relativa” (Melo y Vargas, 2003).

La **dominancia**, “también denominada grado de cobertura de las especies, es la proporción del terreno o área basal ocupada por el fuste de un árbol de una especie en relación con el área total” (Melo y Vargas, 2003).

Como “el estudio de la frecuencia, abundancia y dominancia de las especies no siempre reflejan un enfoque global de la vegetación, se utiliza el método propuesto por Curtis y McIntosh (1950) el cual consiste en calcular la sumatoria de la frecuencia, abundancia y dominancia, de forma que sea posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro de un bosque determinado; A esto se le conoce como el Índice de Valor de Importancia (IVI)” (Hernández, 1999).

El análisis “de cada uno de los parámetros que constituyen el IVI permite formarse la idea sobre un determinado aspecto de la estructura del bosque; En forma aislada este análisis sólo suministra información parcial del bosque, donde lo ideal es combinar las variables en una u otra forma para llegar a una sola expresión sencilla que abarque el aspecto estructural en su conjunto y así lograr una visión integral del bosque” (Hernández, 1999).

3.2. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER, por sus iniciales en inglés) “generó en 2004 los principios, lineamientos y marco conceptual para el abordaje de los procesos y técnicas adecuadas para restauración ecológica. En ese marco se definieron tres conceptos concertados a desarrollar en el Plan Nacional de Restauración, según el objetivo y propósito de restauración de áreas degradadas”.

En el Año 2008, Paneque Torres, y Valdés Rodríguez, realizaron un estudio denominado “Caracterización de la Composición Florística de la Vegetación de Ribera de la Parte Superior de la Cuenca del Río San Diego. Teniendo como guía los índices de Riqueza y Diversidad”, este trabajo se desarrolló en la cuenca hidrográfica del río San Diego, en el municipio de La Palma, perteneciente a la provincia de Pinar de Río. Con el objetivo de valorar aspectos significativos tales como: índices de riqueza y diversidad, para caracterizar adecuadamente la vegetación leñosa de los ecosistemas de galería de la zona de estudio.

En el año 2006, J.M. Arenas, F Carrascal, Realizó un estudio de “Restauración ecológica del río Guardiamar y el proyecto del corredor verde – Madrid”. Llegando a la conclusión, en la cual describe modelos de plantaciones, en condiciones naturales y propias de la zona con especies autóctonas, desde la propia ribera (álamo, fresno, sauce, almez, etc.) además la densidad de plantación osciló entre 700 y 900 plantas por hectárea siendo distribuidas de manera no líneas para conseguir una mayor sensación de naturalidad.

En el año 2005, Ángel Sol Sánchez, realizó y planteo un estudio “Modelo de Restauración Ecológica de las Áreas alteradas”, llegando a la conclusión, que se debe de realizar a restauración ecológica con árboles autóctonos como el palomillo (*Cytarexylum hexangulare*), Bellota (*Sterculia apetala*), Macuilis (*Tabebuia rosea*), tinto (*Haemaxtoxylum campéchianun*). Este modelo, prioriza que se puede modificarse de acuerdo a la región y/o localidad donde se requiera su aplicación.

Según Holl (2002), “estudios sobre regeneración secundaria en el Bosque Húmedo Tropical señalan que la falta de semillas es el principal factor limitante en la recuperación de las especies forestales; principalmente debido a una ineficiente

dispersión por la ausencia de dispersores” (Holl y Kappelle 1999). “La mayoría de plantas de estos bosques son dispersadas por animales; sin embargo, muchas aves, murciélagos y otros mamíferos no se acercan a zonas degradadas” (Howe 1984; Wunderle 1997).

Según (White et al. 2004) “Debido a la ausencia de fuentes cercanas de semillas, el reclutamiento de especies típicas de etapas sucesionales intermedias y finales ocurre mucho más lentamente en lugares aislados que en zonas adyacentes a bosques maduros; La recuperación de las zonas aislada (a bosques maduros autosuficientes) no ocurrirá sin la mediación del hombre en la dispersión de las semillas; sin embargo, sucederá más rápidamente y con mayores probabilidades de éxito si se concentran los esfuerzos en sitios cercanos o en la periferia al bosque antes que en los parches aislados”.

Según Guariguata y Ostertag (2001), “refiriéndose a selva baja de bosque húmedo Neotropical, la primera década de sucesión después del abandono se caracteriza por la vegetación dominada por pastos, arbustos y helechos, los cuales eventualmente son desplazados por especies de árboles pioneros de vida corta y demandantes de luz; en particular las Cecropias, Ochroma y Solanum y muchos árboles de la familia Melastomatacea y Rubiaceae”.

Según Holl et al. (2000) y Slocum et al. (2006) “Es posible que sitios leve o medianamente degradados en bosques tropicales puedan recuperarse naturalmente, sin embargo, en sitios severamente degradados los procesos sucesionales se detienen y los sitios se ven dominados por comunidades de pastos y helechos que pueden ser una barrera para la regeneración de los árboles; La regeneración se ve comprometida al competir por la humedad del suelo, nutrientes y luz; además, los pastos y helechos proporcionan recursos poco atractivos para atraer a dispersores. Tratándose; sin embargo, de suelos gravemente degradados con una fertilidad excepcionalmente baja, la colonización por algunos pastos y helechos puede ser beneficiosa ya que crean o mejoran gradualmente el suelo, capturan insumos de la atmósfera y producen materia orgánica; El efecto positivo o negativo de esta vegetación en la recuperación del bosque dependerá de la agresividad de las especies, la gravedad de la perturbación y la estacionalidad del ecosistema”.

Según Peterson y Heemskerk (2001), “la vegetación que aparece después que un área ha sido afectada por la minería de pequeña escala no se asemeja en cuanto a calidad y cantidad a la vegetación del bosque adyacente y más antiguo”. De acuerdo a este estudio, “la regeneración del bosque en zonas de explotación minera es extremadamente lenta pudiendo después de varios años encontrarse suelos desnudos, pastos y agua estancada, con características muy diferentes a las que pudieran encontrarse en el bosque; Parece que después de la explotación, la hojarasca y restos de madera dejados en el sitio abandonado son rápidamente remplazados por lianas (plantas trepadoras), pastos, helechos y regeneración secundaria”. Las zonas menos impactadas que sólo fueron clareadas son las que muestran regeneración de especies, “en ellas se desarrolla un bosque secundario que empieza a depositar hojarasca, mínima en comparación con el bosque circundante; sin embargo, a medida que las áreas se acercan a los huecos de explotación su recuperación se ve disminuida; La persistencia de pastos, lianas, suelo desnudo y agua empozada generan un ambiente muy iluminado, caluroso y seco que probablemente inhibe la regeneración de árboles en la zona”.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar de estudio

Descripción del Medio Físico

El terreno superficial de la Concesión Minera presenta terrazas con ligeras ondulaciones y sujetas a inundaciones debido a su baja pendiente. En áreas que no comprende el río se desarrolla una exuberante vegetación vigorosa de estos pisos ecológicos, la abundante precipitación pluvial hace que la zona sea inundable en las épocas que ocurre la misma incrementando el nivel de las aguas.

Se ubica en las inmediaciones del sector denominado Punquiri Chico, los demás poblados son pequeños asentamientos que surgen como consecuencia de la explotación minera aurífera, encontrándose Puerto Carlos como la localidad más cercana mediante conexión fluvial. La única conexión por trocha carrozable desde Punquiri Chico es con Boca Colorado, distrito de Madre de Dios; es con la localidad de Pto. Carlos en el río Inambari que permite la salida hacia Pto. Maldonado y Cusco. La topografía de la zona permite apreciar que hacia el norte del río Inambari (margen izquierda) presenta quebradas que mantienen rumbo sureste con presencia de bajiales; mientras que en su parte sur la topografía presenta relieves de terrazas ligeramente más altas con terrenos menos inundables y es precisamente por donde llega la trocha carrozable antes mencionada.

Clima

El clima de la zona es cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 25 °C y precipitación total anual de hasta 3000 mm. El periodo de lluvias se da entre noviembre y abril y las de menor precipitación de mayo a setiembre con lluvias esporádicas. Por esta razón se presenta un periodo de escasez de agua y otra de abundancia que repercute en el desarrollo de los trabajos.

Geología y Suelos

La zona de la concesión minera comprende parte de la Llanura Amazónica del Madre de Dios, donde se han depositado materiales aluviales que han sido transportados por el río Inambari durante sucesivas crecidas y depositados a lo largo de su curso, además forma una playa que aparece en temporadas de estiaje donde se aprecian las gravas de tamaño variable que van desde 1/2" hasta 4" de diámetro dentro de una

matriz areno arcillosa y limosa de color amarillo pardo oscuro, formando grandes zonas de inundación y terrazas de origen aluvial. En el suelo se desarrolla una exuberante vegetación mayor e intermedia, los suelos no son aptos para la agricultura, en la playa es aprovechada para la explotación aurífera que constituyen los yacimientos, las riveras son fácilmente erosionables, motivo por el cual el río va modificando constantemente su cauce.

Descripción del Medio Biótico

Flora

En el río, se desarrollan el fitoplancton y otros microorganismos ricos en nutrientes que sirven de alimento a las especies acuáticas.

En la ribera del río y caño se desarrollan especies vegetales como: pájaro bobo (*Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav), caña brava (*Gynerium sagittatum* (Aubl.) P. Beauv.), topa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.), cetico (*Cecropia sciadophylla* Mart.), oje (*Ficus insipida* Willd.), platanillo (*Heliconia* sp) que requieren de radiación solar para realizar su fotosíntesis, además de suelos bien drenados y ricos en materia orgánica, para su desarrollo y crecimiento, éstos ámbitos son conocidos como purma.

En los aguajales que están fuera del derecho viven asociadas entre palmeras comunidades como: aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f), huasai (*Euterpe precatoria* Mart), pona (*Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav), hungurahui (*Oenocarpus bataua* Mart), pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K) requieren para su desarrollo mucha humedad y nutrientes que provienen de la descomposición de la materia orgánica. Estos espacios son el hábitat de los aguajes.

En los bosques primarios en cuya parte se encuentra la concesión minera las especies dominantes han logrado su madurez a través de muchos años, habiendo logrado su autoequilibrio bajo las condiciones ambientales naturales del medio donde se soporta. Las principales especies son: tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), moena (*Nectandra grandis* Klotzsch & H. Karst.), tahuari (*Tabebuia serratifolia* Nichols), itauba (*Mezilaurus itauba* Taub. ex Mez), pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon* Mart.), quinilla (*Manilkara bidentata* (A. DC.) Chev), lupuna (*Ceiba insignis*; (Kunth) P.E.Gibbs & Semir), capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum), lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) entre otros.

Fauna

En estos espacios existen poblaciones de animales como aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y una variedad de insectos componente de la microfauna de la zona.

En las orillas del río y caño conviven comunidades de aves tales como: martín pescador (*Ceryle torquata*), loros del género *Ara*, garza (*Ardea cocoi*); mamíferos como: picuro (*Agouti paca*), y reptiles como taricaya (*Podocnemis unifilis*); variedad de insectos de diferentes órdenes.

En los aguajales fuera del área de la concesión conviven comunidades de reptiles, anfibios, insectos diversos, algunas aves antes indicadas.

En los bosques secundarios de la concesión conviven comunidades de diversas especies destacando los Primates (monos) como: fraile (*Saimiri sciurus*), pichico (*Sasquinus fuscicollis*); Rodentias (roedores) como: añuje (*Dasyprocta variegata*), ronsoco (*Hydrochaeris hydrochaeris*); Artidaactyla (Ungulados) como: venado colorado (*Mazama americana*), sajino (*Tayasu tajacu*), huangana (*Tayasu pecari*), que se encuentran ocasionalmente debido que algunos son migratorios.

Ecosistema Acuático

En el río se desarrollan fitoplancton y otros microorganismos ricos en nutrientes que sirven de alimento a las especies acuáticas.

Los sistemas acuáticos de la zona están determinados por dos tipos de cuerpos de agua: lóticos referidos a los ríos, quebradas y caños así como los lénticos referidos a las cochas.

4.2. Metodología y procedimientos

4.2.1. Población

Está representada por una superficie de 400 hectáreas (dos cuadrículas) entre bosques y áreas degradadas ubicados en el sector de Punquiri Chico, distrito de Madre de Dios, provincia de Manu, Departamento de Madre de Dios.

4.2.2. Muestra

El tipo de muestreo es por conveniencia, de acuerdo a los objetivos del trabajo de investigación. Diez transectos tipo Gentry modificado (Gentry y Terborgh, 1990) de 0,1 ha.

4.2.3. Tamaño de las unidades de muestreo

El tamaño de las unidades de muestreo fue de 0,1 ha.

4.2.4. Diseño y forma de las unidades de muestreo

La forma de las unidades de muestreo fueron transectos Gentry de 0.1 ha, sub divididas en 10 parcelas de 50 m x 2 m.

4.2.5. Establecimiento de cada parcela

Para obtener información de campo en cada uno de las sub-parcelas, en cada una de las parcelas se caracterizaron las variables dasométricas de todos los árboles y arbustos con un diámetro superior a 2,5 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP).

4.2.6. Colección e identificación botánica de los especímenes vegetales

Se colectaron muestras botánicas, de preferencia fértiles, las cuales fueron codificadas. Las muestras se procesaron de acuerdo a las normas clásicas de herborización y fueron depositadas en el Herbario "Alwyn Gentry". Posteriormente fueron identificadas mediante el uso de claves taxonómicas (Gentry, 1993; Killeen et al., 1993), comparación y revisión de las colecciones botánicas del HAG-UNAMAD, y a través de especialistas. Para los nombres específicos se muestra solamente el binomio conformado por el nombre genérico y el específico acorde con el Catálogo de Brako & Zarucchi (1993).

4.2.7. Análisis estadístico

Con la información obtenida en campo se tomaron en consideración el índice de valor de importancia (IVI) para medir la importancia ecológica de las especies en cada parcela; para la riqueza y diversidad se estimaron los índices alfa (Margalef, cociente de mezcla, número de especies, Simpson,

Shannon – Wiener) y beta (Jaccard y Sorenson); se analizaron las estructuras diamétricas para las diferentes edades con el fin de hacer las comparaciones respectivas y determinar sus variaciones o semejanzas; se realizarán los cálculos de volúmenes total y comercial observados en cada una de las coberturas y se relacionaron las variables caracterizadas para los medios de crecimiento (sustratos) con las características de la vegetación.

4.3. Materiales y equipos de campo

Equipos

- ❖ Cámara fotográfica digital sony 14.1 megapíxeles.
- ❖ GPS garmin 72
- ❖ Brújula sunto
- ❖ Computadora lap top.
- ❖ Binoculares.
- ❖ Clinómetro
- ❖ USB hp de 32 gb

Herramientas

- ❖ machetes y navajas multiuso.
- ❖ lupas de mano 10x
- ❖ tijeras podadoras de mano.
- ❖ botas y ponchos impermeables
- ❖ cinta diamétrica de 5m y 2m.
- ❖ wincha de 60 m. Y 100 m.
- ❖ subidores de árboles, pata de loro, con cinturón de seguridad.
- ❖ tijeras telescópicas para colectar plantas de 12 m.
- ❖ serrucho para la tijera telescópica.
- ❖ tableros de plástico.
- ❖ formularios o fichas técnicas botánicas
- ❖ plumones indelebles para agua.
- ❖ libretas de campo “rite in the rain” all wether field n° 33
- ❖ periódicos.
- ❖ drizas.
- ❖ bolsas de polietileno.

- ❖ imágenes satelitales landsat.
- ❖ carta nacional.
- ❖

4.3.1. Materiales de Gabinete

Equipos

- ❖ Computadora PC Portátil
- ❖ Impresora HP Laser 1415 Jet
- ❖ Cámara fotográfica Digital Sony 14,1 megapíxeles.
- ❖ Kit a impresora HP Laser Jet 11415 Color.
- ❖ Estufa doble para secadora.
- ❖ Secadora de madera para plantas.
- ❖ Balanza analítica
- ❖ PH mitro

4.4. Análisis de datos

Manejo de los datos

El manejo de los datos del plot/parcela y los subplots mostró en este documento exigencia y uniformidad en la codificación de cada espécimen (árbol) individual.

Toda la información recogida “se ingresó en una hoja de cálculo EXCEL que contiene los siguientes campos: Código del árbol, familia botánica, nombre del género, nombre de la especie o sigla de la morfoespecie, diámetro (DAP), altura total y un campo de datos adicionales”.

En el análisis de datos “primeramente se procedió a determinar la abundancia y diversidad expresada en número de familias, géneros y especies presentes en cada parcela y en toda el área de estudio; Además se hizo un análisis de similitud (Sørensen, 1948) de la composición florística; Posteriormente se determinaron parámetros absolutos y relativos de abundancia, frecuencia y dominancia con los que posteriormente se calculó el índice de valor de importancia (IVI) expresado en porcentaje (Curtis & McIntosh, 1951) para cada formación o tipo de bosque; Finalmente procedimos a analizar los datos numéricos de alturas y DAP de los árboles y se elaboraron histogramas que reflejan las estructuras totales del bosque” (Lamprecht, 1990). Los valores de áreas basales, Frecuencias absolutas y Dominancias,

al igual que los Histogramas y Diagramas de Pastel fueron generados directamente desde el programa EXCEL.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Composición florística global

5.1. Bosque Siempre Verde de Terrazas Altas (BSV – TA)

Comunidad “que se desarrolla en relieves planos, ligeramente disectadas y ondulados” (Encarnación, *et al.*, 2008; Vásquez *et al.*, 2005), y en laderas bien drenadas (Fuentes *et al.*, 2005). Asimismo, “posee suelos con texturas franco-arenoso, arenosos, finas a media, con un buen drenaje” (Encarnación & Zarate, 2005). Además, “son de origen sedimentario (Josse *et al.*, 2007), tienen abundante materia orgánica y ligeramente arcilloso a arena-arcilloso” (Encarnación, 2005; Encarnación *et al.*, 2008).

Son bosques maduros, “se ubican a continuación de los bosques ribereños, estos bosques junto con los bosques de colinas bajas contienen la más alta diversidad florística leñosa de los bosques amazónicos” (Vásquez *et al.*, 2005; Josse *et al.* 2007). Asimismo, “son bosques multiestratificados con dosel hasta 35 metros de altura y con árboles emergentes dispersos, que pueden sobrepasar los 40 metros de altura y con diámetros frecuentemente de 80 cm a 120 cm” (Josse *et al.*, 2007).

Por otro lado, en los flancos del eje carretero desde Pueblo Delta 1 a Puerto Carlos y en el eje carretero de puerto Carlos a ciudad Colorado, se observó la presencia de Castaña (*Bertholletia excelsa*) y Shiringa (*Hevea guianensis*) en variadas densidades, las cuales están dispersos sobre los terrenos sin pantanos y de gran importancia económica y ecológica. Posiblemente estas especies estén en el resto de área no explorada de la comunidad mencionada.

Como resultado se registró 447 individuos, 164 especies y 49 familias con un alfa Fisher de 93.55, lo que indica alta diversidad.

La composición florística está representada por especies con alta abundancia relativa como *Senefeldera inclinata* (10.51%), seguido por *Protium amazonicum* (4.25%) *Micropholis guyanensis* (3.80%), *Iryanthera juruensis* (3.36%), *Sloanea guianensis* (3.13%), *Hevea guianensis* (3.13%), *Pourouma bicolor* (2.24%), *Brosimum rubescens* (2.01%), *Eschweilera*

coriácea (1.79%) y *Pseudolmedia laevigata* (1.79%), las otras especies tienen menor abundancia de tallos por hectárea.

Que aportan el 32.02% de la composición de flora. Finalmente de acuerdo con nuestras observaciones de campo, en el área de estudio es muy común encontrar individuos de *Senefeldera inclinata*, *Protium amazonicum*, *Micropholis guyanensis* y *Iryanthera juruensis*.

Tabla 1. Las 10 especies botánicas más comunes.

Nombre	Especie	Nº	(%)
Palo oficial	<i>Senefeldera inclinata</i>	47	10,51
Copal	<i>protium amazonicum</i>	19	4,25
Quinilla	<i>Micropholis guyanensis</i>	17	3,80
Cumalilla	<i>Iryanthera juruensis</i>	15	3,36
Cepanchina	<i>Sloanea guianensis</i>	14	3,13
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i>	14	3,13
Sacha ubilla	<i>Pourouma bicolor</i>	10	2,24
Palo peruano	<i>Brosimum rubescens</i>	9	2,01
Misa blanca	<i>Eschweilera coriacea</i>	8	1,79
Chimicua	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	8	1,79
	Subtotal	161	36,02
	Otros	286	63,98

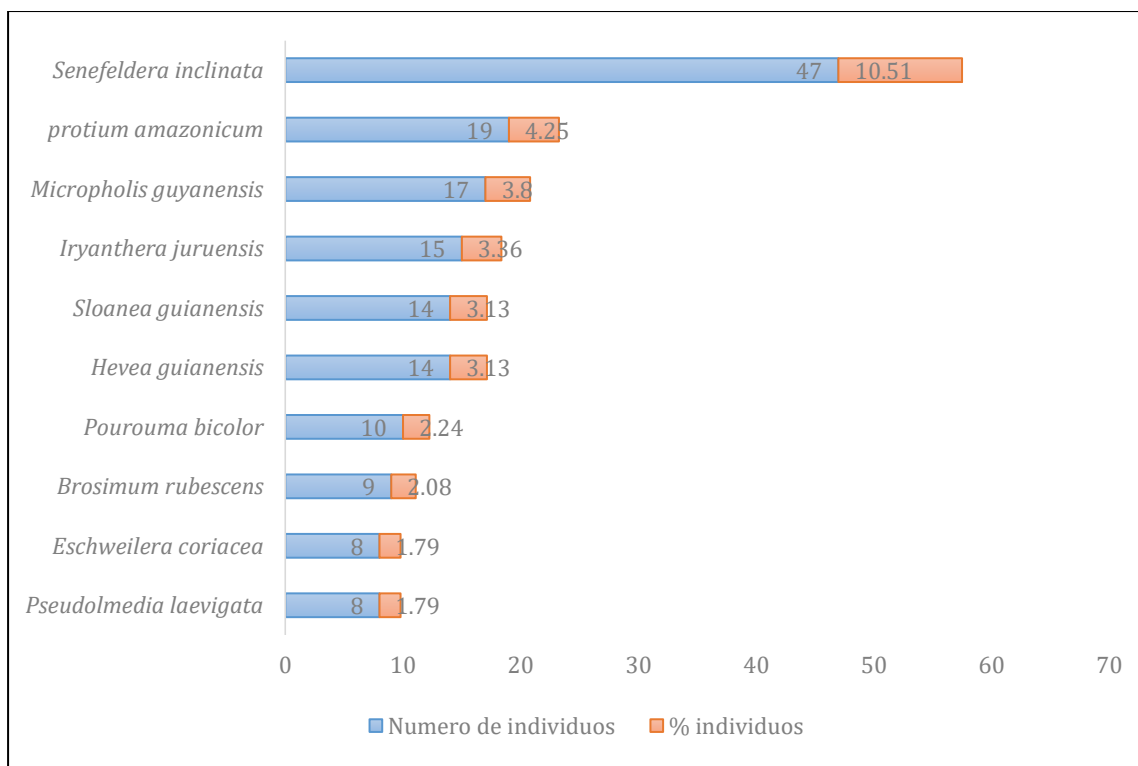


Figura 1. La composición de las especies más representativas.

En el trayecto hacia los puntos de muestreos elegidos, se registraron árboles que alcanzan hasta 38 metros de altura. Además se anotó especies de alto valor ecológico como *Bertholletia excelsa* dispersos en toda la planicie y asociado con árboles maderables como *Cedrela odorata*, *Cariniana decandra*, *Huberodendron swietenoides*, *Hevea guianensis* y *Cedrelinga catanaeformis*. A propósito, resaltamos la presencia de castaña en el sector Boca Colorado.

Por otra parte, las familias más representativas son Fabaceae con 16 especies, seguido por Lauraceae (13), Melastomataceae (10), Moraceae (10), Annonaceae (8), Arecaceae (8), Sapotaceae (7), Euphorbiaceae (6), Rubiaceae (6), y Urticaceae (5). Las otras especies tienen menor cantidad de taxones.

Tabla 2. Las 10 familias botánicas más comunes

FAMILIA	Nº Especie	(%) Especie	Nº Individuo
FABACEAE	16	9,76	33
LAURACEAE	13	7,93	16
MELASTOMATACEAE	10	6,1	12
MORACEAE	10	6,1	29
ANNONACEAE	8	4,88	11
ARECACEAE	8	4,88	15
SAPOTACEAE	7	4,27	33
EUPHORBIACEAE	6	3,66	74
RUBIACEAE	6	3,66	8
URTICACEAE	5	3,05	22
Subtotal	89	54,29	253
Otros	75	45,71	194
Total	164	100	447

El 54.29% de la composición de flora, indica que estas familias son la más frecuentes dentro de un bosque de la Amazonia baja.

Del mismo modo, Boon (1986), ha confirmado la existencia de esas familias como las más importantes para los bosques de tierra firme de la amazonia boliviana y Pitman *et al.* (2001) para Manu.

El dosel está conformado por copas amplias de aspecto cerrado a semicerrado, permite poca entrada de luz solar hacia el sotobosque. Este es denso a ralo con presencia de arbustos y claros con regeneración natural de las especies dominantes del estrato superior. Asimismo, en las zonas disectadas existe alta presencia de plantas herbáceas, gramíneas, helechos y aráceas. Entre ellas destacan como *Cyathea sp.*, *Lomariopsis japurensis*, *Danaea sp.*, *Anthurium clavigerum, sp.*, *Ohyra sp.*, *Costus scaber*, *Calathea altissima*, *Geophila sp.*, *Justicia sp.*, *Biophytum sp.*, *Piper obliquum*, *Peperonia sp.*, *Piper angustum*, *Urera sp.*, *Coccoloba sp.*, *Dollicarpus dentatus*, *Machaerium sp.*, *Geogenanthus poeppegii*, *Calathea majestica*, *Maetia guianensis*, *Palicourea guianensis*.

Potencial forestal

En la evaluación forestal de este tipo de bosque realizada en el sector Boca Colorado, se ha registrado un total de 143 especies forestales medidas a partir de 10 cm de DAP, entre árboles y palmeras; determinándose a través de un análisis de la estructura horizontal que este tipo de bosque se encuentra representado por seis especies forestales: Palo oficial (*Senefeldera inclinata* Müll.Arg.), Shiringa (*Hevea guianensis. Varieties: H. g. var. lutea.*), Quinilla (*Micropholis guyanensis* A.DC.), Requía (*Guarea macrophylla* Vahl), Moena (*Nectandra pulverulenta* Nees) y pashaco colorado (*Parkia pendula* Willd.), ya que en conjunto representan la cuarta parte de los valores obtenidos en el Índice de Valor de Importancia simplificado para este tipo de bosque.

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia simplificado (IVIs)

N°	ESPECIE	DOMINANCIA		ABUNDANCIA		IV I
		Area Basal / Ha	%	N° Arb. / Ha	%	
1	<i>Senefeldera inclinata</i>	1,3839	4,83	76	12,79	17,62
2	<i>Hevea guianensis</i>	2,1550	7,52	32	5,39	12,90
3	<i>Micropholis guyanensis</i>	1,7336	6,05	8	1,35	7,39
4	<i>Guarea macrophylla</i>	0,5352	1,87	16	2,69	4,56
5	<i>Nectandra pulverulenta</i>	0,9350	3,26	6	1,01	4,27
6	<i>Parkia pendula</i>	0,7300	2,55	10	1,68	4,23
7	<i>Oenocarpus bataua</i>	0,3723	1,30	16	2,69	3,99
8	<i>Iriartea deltoidea</i>	0,3792	1,32	14	2,36	3,68
9	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0,7021	2,45	4	0,67	3,12
10	<i>Tachigali vasquezii</i>	0,5661	1,97	6	1,01	2,98
11	<i>Pouteria multiflora</i>	0,4266	1,49	8	1,35	2,83
12	<i>Licania octandra</i>	0,3072	1,07	10	1,68	2,75
13	<i>Bertholletia excelsa</i>	0,6623	2,31	2	0,34	2,65
14	<i>Brosimum rubescens</i>	0,5451	1,90	4	0,67	2,57
15	<i>Micropholis guyanensis</i>	0,3449	1,20	8	1,35	2,55
16	<i>Nectandra microcarpa</i>	0,3410	1,19	8	1,35	2,54
17	<i>Caryocar amygdaliforme</i>	0,6239	2,18	2	0,34	2,51
18	<i>Ouratea cf. iquitosensis</i>	0,4164	1,45	6	1,01	2,46
19	<i>Ocotea argyrophylla</i>	0,4574	1,60	4	0,67	2,27
20	<i>Ocotea javitensis</i>	0,2524	0,88	8	1,35	2,23
21	<i>Virola calophylla</i>	0,2181	0,76	8	1,35	2,11
22	<i>Tetragastris panamensis</i>	0,3015	1,05	6	1,01	2,06
23	<i>Alchornea triplinervia</i>	0,1751	0,61	8	1,35	1,96
24	<i>Qualea amoena</i>	0,4600	1,60	2	0,34	1,94
25	<i>Sloanea guianensis</i>	0,4600	1,60	2	0,34	1,94
Otras especies		13,1908	46,00	320	53,87	99,87
TOTAL		28,6753	100,00	594	100,00	200,00

El potencial forestal maderable siendo la categoría de Excelente, ya que alcanza un volumen de 218,963 m³/ha, considerándose la totalidad de individuos forestales medidos a partir de 25 DAP; mientras que si consideramos los individuos medidos a partir de 40 cm de DAP, el volumen para éste tipo de bosque en este mismo sector es de 52,578 m³/Ha.

5.2. Vegetación intervenida o antrópica

Regeneración natural o purmas

Purmas y fragmentos de cobertura boscosa generados por desbosque para actividades de mineras: Compuesta por especies pioneras y remanentes que soportan intensa luz solar, climas adversos y suelos arenosos removidos por los equipos y maquinarias para la extracción del oro. La vegetación está compuesta por gramíneas, arbustos Cordoncillo (*Piper sp*), (*Ipomea sp*) Platanillo (*Heliconia lasiorachis*) Bijao (*Calathea lutea*) (*Cyperus odoratus*) etc Chilco (*Chromolaena laevigata*), refarillo (*Tibouchina longifolia*) Pega pega (*Desmodium sp*), Helecho (*Pityrogramma calomelanos*), árboles Topa (*Ochroma pyramidale*), Cetico (*Cecropia membranacea*), Cetico colorado (*Cecropia sciadophylla*), Atadijo (*Trema micrantha*), Peine de mono (*Apeiba tibourbou*), Caucho masha (*Sapium marmierii*),

5.3. Especies con categoría de conservación internacional

Ninguna de las especies arbóreas registradas en el área de estudio está incluida en los apéndices I, II de CITES. Sin embargo, una especie es considerada en la lista roja de IUCN (2006), la “Castaña” *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl en la categoría de “vulnerable”.

Bertholletia excelsa “castaña” está reconocida como una especie de árbol de gran importancia económica por el mercado internacional y ecológico en el área por las semillas. Se encuentra distribuida en la cuenca amazónica, en Colombia, Venezuela, Guyanas, Surinam, Perú, Bolivia y Brasil. En el Perú se localiza en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Esta especie es considerada vulnerable por la escasa regeneración natural de sus poblaciones.

Tabla 4. Categoría de conservación internacional según el IUCN. VU = Vulnerable

Familia	Especie	Nombre común	IUCN	Tipo Bosque
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i>	Castaña	VU	BSV – TA

9.1.4. ESPECIES PROTEGIDAS POR LA LEGISLACIÓN NACIONAL

No existe ninguna especie de planta protegida por la resolución ministerial 01710-77- DGFF-DC, vigente en la actualidad. Sólo una especie, la Moraceae, *Clarisia racemosa*, se encuentra propuesta por el DS 043-2006-AG como especie en categoría menor “cerca de peligro”.

Clarisia racemosa Ruiz & Pav (Moraceae) “Mashonaste” es un árbol de madera comercial que fue registrado en las parcelas de estudio (Bosques siempre verde de terraza alta). Esta especie se encuentra distribuida en toda América tropical, desde Panamá y Nicaragua, hasta Bolivia. En el Perú ha sido registrada en los departamentos de Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali.

Tabla 5. Categoría de conservación según el D.S. 043-2006-AG. NT = Cerca de peligro

Familia	Especie	Nombre común	D.S. 43-2006-AG	Tipo Bosque
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	“Mashonaste”	NT	BSV – TA

Propuesta de plan de restauración biológica

Estrategias y acciones

Las siguientes son las estrategias y las acciones que se proponen a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos de la restauración.

Elección del ecosistema de referencia.- El ecosistema de referencia a ser usado es el “Bosque húmedo tropical”, el cual es el predominante en el área de estudio y extracción, y por lo tanto el que pretendemos restaurar.

ESTRATEGIA 1.

Favorecer la presencia de animales dispersores de semillas.

“La presencia de animales dispersores incrementará la llegada de semillas aumentando la diversidad de especies forestales nativas en la zona”.

ACCIONES

- a. Se contribuirá “con los procesos de dispersión de semillas y disponibilidad de dispersores como murciélagos, aves y roedores”.
- b. Se protegerán “los árboles que sirven de refugio y alimento a los dispersores de semillas, entre ellos a los que son dispersados por murciélagos como las familias Moraceae, Piperaceae, Arecaceae, Anacardiaceae, Sapotaceae, Solanaceae y Meliaceae; Los murciélagos dispersores de semillas son de la familia Phyllostomidae, que consumen sobretodo las semillas pequeñas que son defecadas en otros lugares, como es el caso de *Cecropia sp.*, *Ficus sp.*, *Piper sp.* y *Solanum sp.*”.

Algunos murciélagos, “dispersan eficientemente semillas a través de áreas deforestadas, pudiendo ser uno de los principales elementos para la rápida regeneración de la vegetación en estas áreas ya que gran cantidad de las semillas son de especies pioneras; A diferencia de las aves que depositan más semillas bajo un árbol en fructificación, los murciélagos depositan más semillas lejos del árbol” (Galindo-González, 1998).

- c. Se conservarán árboles remanentes y parches de arbustos frutales los cuales jugarán un papel importante en la colonización de las zonas perturbadas; además de ser fuente de semillas, servirán de posaderos y brindarán alimento a los dispersores, en especial a las aves. (Guariguata y Ostertag, 2001).
- d. El mantenimiento de bosques remanentes con su complejidad en la estructura de la vegetación servirá de suma importancia para la atracción de las aves como dispersores de semillas (McDonnell y Stiles, 1983).
- e. Para recuperar las zonas aisladas “deberá existir la intervención del hombre en la dispersión de las semillas; sin embargo, sucederá más rápida y exitosamente si se concentran los esfuerzos en sitios cercanos o en la periferia al bosque antes que en los parches aislados” (White et al., 2004).
- f. Se evitará las acciones e intenciones del personal obrero de realizar cacería de fauna silvestre. Estará prohibida la caza y la alteración de nidos, hábitats, colpas y otros.
- g. Se diseñará un plan o protocolo (guía escrita) de protección de refugios y hábitats para la fauna.
- h. “Se protegerán y usarán ramas de árboles o restos de árboles caídos, etc. que puedan servir como posaderos”.
- i. Se plantarán especies de árboles y arbustos que produzcan frutos o semillas atractivos para la fauna (plátano, papaya, etc), en especial que contribuyan con incrementar las poblaciones de los mamíferos dispersores de semillas y polinizadores, como es el caso de los murciélagos.

Tabla 6. flora registradas en zonas afectadas, cuyas semillas son distribuidas por murciélagos. (P): especies de murciélagos presentes en Madre de Dios (Ascorra et. al., 1991)

MURCIÉLAGOS DISPERSORES	FAMILIAS DE FLORA DISPERSADAS
<i>Artibeus jamaicensis</i> (P)	Moraceae, Cecropiaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Leguminosae, Polygonaceae, Araceae, Lauraceae, Sapotaceae
<i>Arbiteus lituratus</i> (P)	Moraceae, Cecropiaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Leguminosae, Polygonaceae
<i>Artibeus obscurus</i> (P)	Moraceae, Fabaceae
<i>Carollia perpicillata</i> (P)	Moraceae, Cecropiaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Polygonaceae
<i>Chiroderma villosum</i> (P)	Moraceae, Cecropiaceae
<i>Glossophaga soricina</i> (P)	Moraceae, Cecropiaceae, Anacardiaceae
<i>Platyrrhinus brachycephalus</i> (P)	Moraceae, Fabaceae

ESTRATEGIA 2

Favorecer la sucesión secundaria.

El establecimiento de plantas de sucesión temprana “mejorará las condiciones de luz y sombra, favoreciendo así el establecimiento de especies de niveles sucesionales superiores; Atraerán a las aves, a los murciélagos y a otros dispersores; Mejorarán las propiedades del suelo mediante el ingreso de material orgánico y la cobertura disminuirá procesos erosivos ocasionados por la lluvia”.

ACCIONES

1. Se contribuye con la dinámica sucesional. Luego del abandono, los primeros diez (10) años de sucesión, “se caracteriza por la dominancia de vegetación compuesta por pastos, arbustos y helechos, los cuales eventualmente son reemplazados por especies de árboles pioneros de vida corta y demandantes de luz; en particular las *Cecropias*, *Ochroma* y *Solanum* y muchos árboles de la familia Melastomatacea y Rubiaceae” (Guariguata y Ostertag, 2001). Después de este periodo, “dominan el dosel las especies de larga vida y de mayor altura, pero que necesitan de la luz, como son *Alchornea*, *Cordia*, *Goupia*, *Inga*, *Jacaranda*, *Laetia*, *Simarouba*, *Spondias*, *Trema*, *Vochysia* y *Vismia*; y algunas veces por especies de mayor tamaño y de mayor tiempo de vida como *Cavanillesia*, *Ceiba*, *Ficus*”. Luego, “estas especies de sucesión secundaria, son reemplazadas por otras tolerantes a la sombra que son típicos de bosques de mayor edad,

que se establecieron en la sucesión temprana, como *Cedrelinga catenaeformis* y *Batesia floribunda*”.

2. Se ha diseñado un plan o protocolo (guía escrita) de manejo de la vegetación “que compita con el establecimiento de especies leñosas; La persistencia de pastos, lianas, suelo desnudo y agua empozada generan un ambiente muy iluminado, caluroso y seco que probablemente inhibe la regeneración de árboles en la zona”.
3. Se “ha incorporado semillas de especies de árboles y arbustos de sucesión temprana en zonas apropiadas para su germinación”.
4. Se ha mejorado las condiciones del suelo, mediante el uso de abonos orgánicos.

ESTRATEGIA 3.

“Propiciar las condiciones para el establecimiento de vegetación en suelos desnudos (sin cobertura vegetal)”.

La vegetación circundante al área de extracción “favorecerá la infiltración e ingresos de materia orgánica mejorando las propiedades del suelo y disminuirá los procesos erosivos”.

ACCIONES

1. Se Incorporará el suelo (a manera de islas) con posible presencia de semillas y brotes de especies de rápido crecimiento.
2. Se mejorará las condiciones del suelo agregando abonos orgánicos.
3. Se protegerán, reincorporarán o colocarán restos de ramas, troncos, raíces de árboles caídos etc. que ayuden a mejorar la infiltración y a disminuir la erosión de las laderas y permitan el refugio de la fauna silvestre.

ESTRATEGIA 4.

Establecimiento de especies leñosas.

Estas permitirán introducir especies deseables que normalmente deberían encontrarse pero que por “el nivel de degradación en la zona y las características de dispersión no se establecerán, al menos que se intervenga; En un futuro estas especies se transforman en fuentes de semillas; Los parches de bosques (rezagos de bosques) con especies leñosas servirán como corredores biológicos que contribuirán con el desplazamiento de la fauna (dispersores) dentro del área, integrándola nuevamente a la funcionalidad del ecosistema”.

ACCIONES

1. En sitios “donde la sucesión esté detenida, se usará una mezcla de especies pioneras y no pioneras”.
2. En zonas “donde los procesos de sucesión secundaria ya hayan empezado se tratará de acelerar el proceso mediante la siembra de especies no-pioneras”.
3. Se sembrarán semillas de arbustos.
4. Se utilizarán “árboles remanentes (micrositios con mejores condiciones) como nodrizas para el establecimiento de plántulas de especies de interés” (Holl et al., 2000)

ESTRATEGIA 5.

Selección de especies que contribuirán con el objetivo de la restauración.

Se deberán seleccionar las especies de plantas necesarios, “considerando sus principales características o atributos y cómo estos pueden contribuir a los objetivos de la restauración; para ello se requerirá conocer muy bien la ecología de las especies; Algunos atributos a tomar en cuenta pueden ser: el tipo de comportamiento de la especie, si forma agregados o no; si se asocia con otras especies; si es capaz de colonizar y reproducirse en ambientes perturbados; si presenta alta producción de semillas y si sus mecanismos de dispersión son adecuados; si presenta amplia cobertura del follaje; si son especies fijadoras de nitrógeno, entre otros” (MAVDT 2003). De acuerdo a estas y otras características,

“las especies tendrían un uso ambiental aplicable a la restauración; Dentro de la selección de especies se propone las que pueden brindar lo siguiente”:

ACCIONES

a. Usar especies pioneras que inicien el proceso de la sucesión

Entre las cuales se deberán considerar la protección de las especies pioneras de las orillas del río como podrían ser las siguientes:

1. “caña brava” (*Gynerium sagittatum*),
2. “Ipururo” (*Ludwigia erecta*, *Ludwigia helminthorrhiza*)
3. “pájaro bobo” (*Terraria integrifolia*)
4. “cético” (*Cecropia membranacea*)
5. “topa” (*Ochroma pyramidale*)
6. “pastos” (*Paspalum conjugatum*, *Brachiaria brizantha*)

b. Usar especies proporcionadoras de sombra

Se pretende usar aquellas plantas que presentan amplias copas, que existen en la naturaleza en forma silvestre. Pueden usarse estratégicamente para impactar negativa o positivamente sobre otras especies.

Se podrá usar el “cético” (*Cecropia membranacea*) y la “topa” (*Ochroma pyramidale*) que son de fácil crecimiento y de regeneración rápida.

c. Usar especies mejoradoras de suelos y fertilizantes

Destacan las plantas que fijan nitrógeno, como son las leguminosas

(Fabaceae), cuyos géneros posibles de usar en la concesión son *Erythrina*, *Inga* y *Acacia* (Añazco 2008).

También se han registrado especies del género *Inga*, *Schizolobium*, *Erythrina*, *Acacia* que son comunes y con las cuales se podría trabajar y usar para el mecanismo de fijación de nitrógeno en el área de la concesión.

d. Usar especies regeneradoras de vegetación

Se deberán usar plantas “con determinadas características que les permiten crecer y desarrollarse donde otras especies no son

capaces; Estas especies se caracterizan por poblar rápidamente zonas alteradas y por contribuir a preparar el suelo para la aparición de otras especies; Las familias Fabaceae y Ericaceae son las de mayor presencia de acuerdo al número de especies”.

e. Usar especies controladoras de erosión

Estas plantas deberán “tener la capacidad de proteger el suelo para evitar o disminuir los impactos de los dos tipos de erosión más comunes, la hídrica (agua) y la eólica (viento); La mejor protección se deberá dar con una adecuada cobertura del suelo. Adicionalmente, las hojas y el material en descomposición bajo las copas de los árboles o arbustos jugarán un papel muy importante en la protección del suelo” (Añazco, 2008).

f. Otras especies que contribuirían con la recuperación de la vegetación y el suelo:

Algunas coberturas vegetales que se pueden usar por tener el potencial en la recuperación de suelos son *Hasseltia floribunda* y *Psychotria sp.*, “que además de ser nativas se regeneran con cierta facilidad, lo cual permitirá afirmar que el proceso de rehabilitación ha favorecido la recuperación de algunas funciones ambientales y se empieza a evidenciar la oferta de recursos para la fauna asociada a las zonas boscosas”.

Otras de importancia que se podrían usar son los helechos como: *Pityrogramma calomelanos* que ha sido utilizada para reparar hábitats alterados, *Solanum sp.* y *Cyperus odoratus* que se caracterizan por invadir sitios alterados de forma rápida por ser especies de crecimiento rápido.

El “atadijo” (*Trema micrantha*), es otra de las especies más comunes a ser usadas como apropiada para la reforestación debido a la facilidad con que se adapta a los diferentes tipos de suelo. El “cetico” *Cecropia sp.* ha sido reportado como apropiado para la reforestación de taludes y terrenos baldíos

ESTRATEGIA 6 . MONITOREO

Antes de iniciarse el proyecto, “los planes de restauración también deben incluir el monitoreo y la evaluación de los datos” (SER 2004). Para ello el plan de monitoreo tendrá metas y objetivos. En él, se incluirán “los valores provenientes del ecosistema de referencia o la referencia” (bosque lluvioso inundable y los estados sucesionales más avanzados).

Los pasos del monitoreo podrían ser los siguientes:

1. Definición de los objetivos del monitoreo.
2. Identificación de él o los recursos por evaluar.
3. Establecimiento de los puntos de referencia. Estos permitirán evaluar la efectividad de los tratamientos.
4. Desarrollar un sistema de muestreo.
5. Recolección de datos.
6. Análisis de datos.
7. Evaluación de resultados.

Finalmente, “para evaluar el éxito de la restauración, debemos considerar que el ecosistema restaurado debe ser autosuficiente; para ello se evalúa la estructura de la vegetación, la diversidad de especies y los procesos del ecosistema, los cuales han sido identificados como los componentes esenciales para la persistencia de un ecosistema a largo plazo” (Ruiz-Jaen y Aide, 2005).

6. CONCLUSIONES

De lo evaluado se ha podido determinar la altura de la regeneración natural de las áreas degradadas por la actividad minera aurífera aluvial mostrando niveles más altos a lo largo de la sucesión secundaria, las cuales se encuentran entre 3-6 años de edad.

Se han registrado 447 individuos, 164 especies y 49 familias con un alfa Fisher de 93.55, lo que indica alta diversidad.

Las familias más representativas tenemos a Fabaceae con 16 especies, seguido por Lauraceae (13), Melastomataceae (10), Moraceae (10), Annonaceae (8), Arecaceae (8), Sapotaceae (7), Euphorbiaceae (6), Rubiaceae (6), y Urticaceae (5).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añazco, M. (2008). Usos medioambientales de las plantas. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. L. de la Torre, H, Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía y H. Balslev (Eds.) Herbario QCA y Herbario AAU. Quito y Aarhus. 115-119.
- Arranz J. C. (1995). La Restauración de Minas a Cielo Abierto. Ponencia presentada en las Jornadas sobre Restauración de Areas Degradadas, organizadas por la Universidad de Valladolid y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León. Noviembre de 1995 (Palencia).
- Arranz J. C. (2002). Medio ambiente y actividades mineras a cielo abierto. Restauración de espacios degradados por minería a cielo abierto. Memorias del XXI Curso Internacional de Postgrado en Metalogenia. ISPFIGEMPA, Universidad Central del Ecuador. pp. 1-26.
- Arenas, J.M. y Carrascal, F. (2006). Restauración ecológica del río Guardamar y el proyecto del corredor verde. Madrid.
- Ayala F., F. (2003). Taxonomía vegetal. Gymnospermae y Angiospermae de la Amazonía Peruana. (vol I y II). Iquitos- Perú. 858p.
- Brown, R; Foster, R; Gross, E.; Liegel, L. (1993). Restauración de Ecosistemas Perturbados por la Pequeña Minería en la Región de Guayana de Venezuela. Corporación Venezolana de Guayana / USDA Forest Service Restoration Advisory Team. 36 p.
- Conservación Internacional (2006). Análisis de la Actividad Minera en la Cordillera del Cóndor – Perú. Proyecto N° 1-A-298-001. 42 p.
- Curtis, J.T. & R.P. McIntosh. (1950). The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. Ecology 31(3): 434-455.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. (2009). InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Encarnación, F., Zarate, R. & Ahuite, M. (2008). Temática Vegetación en; Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Madre de Dios. Convenio GOREMAD y IIAP. 74 Págs.
- Fernández, F. (2007). diversidad funcional de bosques muy húmedos tropicales en el noreste de costa Rica a partir de rasgos foliares y densidad de la madera. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 114 p.
- Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. Acta Zool, Mex. (n. s.) 13: 57-74.
- Gentry, A. (1988). Tree species richness of upper Amazonian Forests. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 85: 156-159.

- Gentry, A. (1993). *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú), with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa*. Washington, D. C.: Conservation International. 918 pp.
- Gentry, A y Ortiz, S. (1993). *Patrones de Composición Florística en la Amazonía Peruana. Amazonía Húmeda-Vegetación Húmeda Tropical en el llano subandino*. Editores R. Kaliolla, M. Puhakka & W. Danjoy. PAUT Y ONERN.
- Gómez Orea, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Ed. Mundiprensa, Madrid. 583pp.
- Grime, J. P. (1989). *Estrategias de Adaptación de las Plantas y los Procesos que Controlan la Vegetación*. México (México): editorial Limusa. 291 p.
- Guariguata, M. (1999). *Bases Ecológicas Generales para el Seguimiento de Proyectos de Restauración de Bosques*. En: *restauración ecológica y reforestación: Bogota*. (Eugenia Ponce de León, ed.), pp. 83-95. Fundación Alejandro Escobar, Bogotá.
- Guariguata, M. y Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148: 185-206.
- Halffter, G. y E. Ezcurra (1992). ¿Qué es la biodiversidad? En: G. Halffter (ed). *La diversidad biológica de Iberoamérica. Volumen 1*, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. Pags. 3-24.
- Hernández, Z. (1999). *Cronosecuencia del bosque seco tropical en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Costa Rica*. Tesis Bach. Cartago, CR: ITCR. Esc. Ingeniería Forestal. 72 p.
- Holl, K. D.; Loik, M. E.; Lin, E. H. V. & Samuels, I. A. (2000). Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology*, 8(4): 339-349.
- Holl, K. D. (2002). Tropical moist forest restoration. Publicado en *Handbook of Restoration*. Vol II. 2002. Cambridge University Press. M. Perrow and A. Davy (Eds.). pp. 539-558.
- Howe, H. F. (1984). Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation*, 30: 261-281.
- Kuramoto, J. R. (2001). *La Minería Artesanal e Informal en el Perú*. Estudio preparado para IIED por GRADE. *Mining, Minerals and Sustainable Development* N° 82, 53 p.
- Lamprecht, H. (1962). *Ensayo sobre métodos para análisis estructural de los bosques tropicales*. *Acta Científica Venezolana* 13 (2). 65.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). República Federal Alemana.

- Mataix G., C. y López J., C. (2007). Factores ambientales: Funciones y uso de la vegetación en la estabilización de laderas. Jornadas técnicas sobre estabilidad de laderas en embalses. <http://oph.chebro.es/>.
- Mejía, C. K. (1995). Diagnóstico de recursos Vegetales de la Amazonia Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 60p.
- Melo O, y Vargas R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal, Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.
- Nero, G. (2005). A problemática da recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas a nível nacional. Abst III Encontro Comunidades Mineiras de Aljustrel, CM Aljustrel.
- Pacheco, P. (1998). Avances y desafíos en la descentralización de la gestión de los recursos forestales en Bolivia, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Center for International Forestry Research y Proyecto de Manejo Forestal Sostenible.
- Paneque T., y Valdés R. (2008). Caracterización de la composición florística de la vegetación de ribera de la parte superior de la cuenca del río San Diego. Facultad de Agronomía de Montaña, San Andrés. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, Cuba.
- Peterson, G. D. y Heemskerk, M. 2001. Deforestation and forest regeneration following small-scale gold mining in the Amazon: the case of Suriname. *Environmental Conservation*, 28:117-126
- Pielou, E.C. (1969). An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley (New York). Romanova, M, A., Sarmanov, O.V., eds. (1970): Topics in Mathematical. Geology. Plenum Publishing Corp. (New York).
- Pitman, N. Núñez, P. Terborgh, J. y Silman, M (2001). “Especies Arbóreas Comunes de la parte baja de Madre de Dios, Perú”.
- Pitman, N. Terborgh, J. Núñez, P. y Valenzuela, M. (2003). “Los árboles de la Cuenca del Rio Alto Purús”.
- Phillips, O. y Miller, J. (2002). Global Patterns of Plant Diversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set. Missouri Botanical Garden Press. Missouri – USA. 319 pp.
- Phillips, O. y Baker, T. (2002). Manual de Campo para el establecimiento y remediación de Parcelas Permanentes. RAINFOR (trad. A. Monteagudo Mendoza) 13 pp.
- Ramírez, G. A. (2001) Metodología de la Investigación Científica. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. 111 pp.

- Ramírez, N. (1997). Biología Reproductiva y Selección de Especies Nativas para la Recuperación de Áreas Degradadas; Método y Significado. *Acta Bot. Venez.* 20(1): 43-66.
- Rengifo, E. (2007). Las Ramas Floridas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú.181p.
- Sánchez S, A. (2005). Modelo de Restauración Ecológica de las Áreas alteradas. Slocum, M. G.; Aide, T. M.; Zimmerman, J. K. y Navarro, L. 2004. Natural regeneration of subtropical montane forest after clearing fern thickets in the Dominican Republic. *Journal of Tropical Ecology*, 20(4):483-486.
- Slocum, M. G.; Aide, T. M.; Zimmerman, J. K. & Navarro, L. (2006). A Strategy for Restoration of Montane Forest in Anthropogenic Fern Thickets in the Dominican Republic. *Restoration Ecology*, 14(4): 526–536
- Valderrama, F. H. (2003). Plantas de importancia económica y ecológica en el jardín botánico - Arboretum el Huayo. Iquitos-Perú.17pp.
- Vázquez Y. C., A. I. Batis M., M. I. Alcocer Silva., M. G. Díaz y C. Sánchez Dirzo. (1999). Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Proyecto J-084-CONABIO. Instituto de Ecología. Universidad Autónoma de México. México, D. F. Formato Electrónico.
- White, E.; Toker, N.; Meyers, N. y Wilson, J. (2004). Seed dispersal to revegetated isolated rainforest patches in North Queensland. *Forest ecology and Management*, 192: 409-426.
- Wunderle, J. M. (1997). The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99: 223-235.

ANEXOS

Foto N°1: Área de la Concesión Minera, Puerto Carlos – Bajo Punquiri, Imagen del área de extracción del material para el chute



Foto N° 2: Huellas de animales silvestres” en la Concesión Minera ““Puerto Carlos



Foto N° 3: Flora de Simbillo “*Inga ssp*” y otras especies en la Concesión Minera



Foto N° 4: Personal y maquinaria que labora en la Concesión Minera



Foto N° 5: Maquinaria que labora en la Concesión Minera



MAQUINARIAS USADAS PARA LA EXTRACCION DEL



LUGAR DE DONDE SE EXTRAER EL MATERIAL



CON AYUDA DE LA GRUPE ES CARGADA AL VOLQUETE

DESCARGU E DEL MATERIAL



SE PROCEDE AL LAVADO DEL MATERIAL



EH AQUÍ DONDE QUEDA ATRAPADO EL ORO



AL IGUAL QUE EL MATERIAL GRUESO Y LA ARENILLA SON TRASLADADOS A LAS AREAS DESTINADAS



SE OBSERVA QUE EXISTEN ARBOLES, ARBUSTOS, REGENERACION NATURAL DE LAS ESPECIES EN LOS ALREDEDORES

Foto N°6: SE OBSERVÓ QUE EXISTE GRAN DIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA



SE PUDO PRESENCIAR QUE SI EXISTEN ANIMALES Y QUE AUN HAY VIDA EN ESA ÁREA



**UNA VISTA DE COMO QUEDA EL AREA
DESPUES DEL TRABAJO PARA LA EXTRACCION
DEL ORO**

Foto N° 07: REGENERACION NATURAL DE ESPECIES



LA AGRICULTURA QUE
PRACTICAN

Foto N° 08: TOMA DE MUESTRA



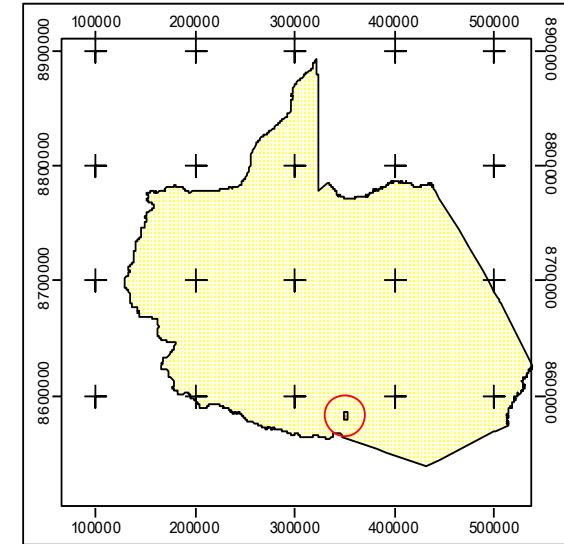
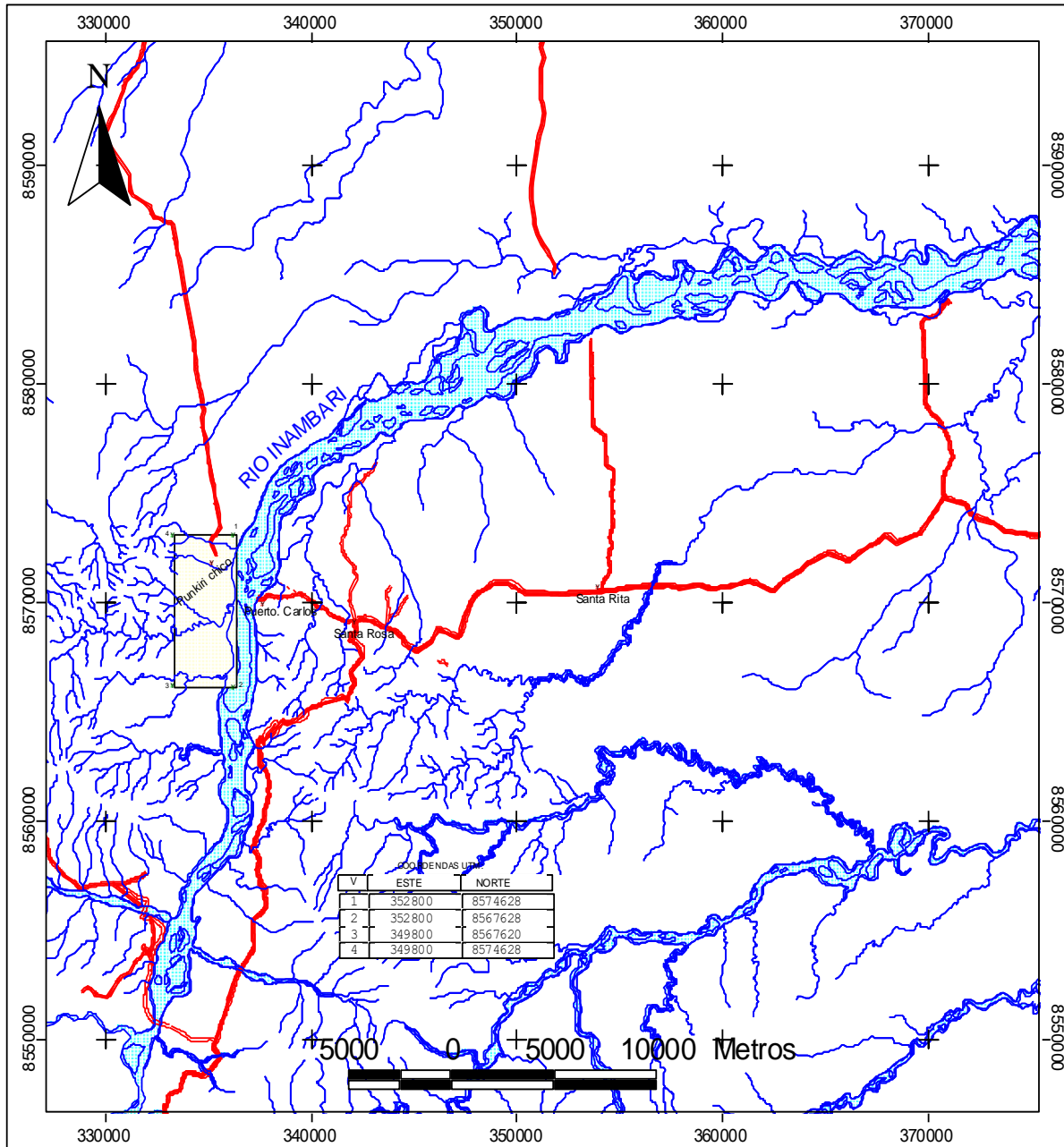
TOMA DE MUESTRA
DEL SUELO EN EL
AREA DE TRABAJO

TOMA DE MUESTRA
DEL AGUA QUE
USAN ARA SU
CONSUMO

TOMA DE MUESTRA
DE SUELO EN EL
AREA DE
AGRICULTURA



DEPOSITO DE
COMBUSTIBLE



LEYENDA:



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS VICERRECTORADO DE INVESTIGACION			
PROYECTO DE INVESTIGACION MAPA DE UBICACION			
Ubicación: Paraje: Distrito: Provincia: Departamento:	Punkini chico Madre de Dios Manu Madre de Dios	AREA DE LA CONCESION MINERA: 2100 HAS.	DATUM: WGS84 ZONA: 19S
ELABORADO POR: CNR		ESCALA: 1: 300000	
FUENTE: Carta Nacional, Catastro Minero, SERANP		FECHA: ABRIL DEL 2016	