



UNAP



ESCUELA DE POSTGRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

**“TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO BÁSICO DE TRANSFORMACIÓN DE
ESPECIES MADERABLES Y EL GRADO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
EN LOS ASERRADEROS DE IQUITOS, 2013”.**

Presentado por:

LUIS ALBERTO MOREY FLORES

OSCAR ENRIQUE SOLIGNAC BARBARAN

Para optar el grado de:

MAGISTER EN CIENCIAS

Iquitos – Perú

2014

Dedicatoria

A mi madre querida Dolores, por su comprensión y apoyo en haber brindado el apoyo a mi formación profesional, la cual si su ayuda no habría podido lograrle.

A mis hijas, Angie y Ángela, por su paciencia y también comprensión en este nuevo anhelo profesional que estoy logrando en mi vida personal.

Luis.

Dedicatoria

A mi papá Tedy por su invaluable comprensión y continúa haciéndolo en mi vida profesional; a mi mamá Adela y mi ñaño Christian, que desde el cielo ambos iluminan mi caminar y me libran de toda adversidad; a ellos, mil gracias.

A mi compañera Geyde, que ha venido ayudando y apoyándome silenciosamente en este nuevo logro en mis estudios profesionales.

A mis bebés, Giuseppe Vittoria y Christianne; que con sus bondades y cariños que me brindan, hacen de mí, la fuerza que necesito para vencer cualquier contratiempo.

Oscar.

Agradecimientos.

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos:

- ❖ Al Dr. Ronald Manuel Panduro Tejada, docente de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP, por el asesoramiento en la ejecución del presente trabajo de investigación.

- ❖ Al Ing. Gustavo Malca Salas, docente de la Facultad de Ingeniería Química de la UNAP, por su coasesoramiento y sugerencias brindadas durante el desarrollo de la presente tesis.

- ❖ A los Gerentes de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.), por las facilidades proporcionadas para la recolección de la información para la ejecución de la presente tesis.

- ❖ A todas las personas que colaboraron directa e indirectamente para la culminación satisfactoria de la presente tesis.

Índice de Contenido.

	Pág.
Dedicatoria.	i
Agradecimiento.	iii
Índice de contenido.	iv
Índice de Tablas.	vi
Índice de figuras.	vii
Resumen.	viii
I Introducción.	1
II Antecedentes.	2
III. Metodología.	6
3.1. Lugar de ejecución.	6
3.2. Método.	6
3.3 Tipo de Investigación.	6
3.4. Diseño de la Investigación.	7
3.5. Población y Muestra.	7
3.6. Técnicas e Instrumento de recolección de datos.	13
3.7 Procesamiento de la Información.	13
IV Resultados y Discusión.	14
4.1. Evaluación de la generación de los residuos sólidos de acuerdo a las tecnologías de procesamiento de transformación de especies maderables en FORESTAL. ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. – IMAZA S.A.	14
4.2. Rendimiento de procesamiento en términos de aprovechamiento de las especies maderables en los aserraderos FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	18
4.3. Tipo de contaminación ambiental por los residuos sólidos generados en los aserraderos de FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	20
V. Conclusiones.	31

VI. Recomendaciones.	32
VII. Bibliografía.	33
Anexos.	35

Índice de Tablas.

N°	Titulo	Pág.
1	Escala de intensidad y carácter de los impactos ambientales.	10
2	Escala de duración de los impactos ambientales.	11
3	Escala de reversibilidad de los impactos ambientales.	11
4	Escala de extensión de los impactos ambientales.	12
5	Disposición de las celdas en la matriz de Leopold.	12
6	Producción de madera aserrada y de residuos por mes de FORESTAL ARPA S.A.C. (2013).	15
7	Cantidad de Residuos Sólidos Generados en el aserradero FORESTAL ARPA S.A.C. (2013).	16
8	Producción de madera aserrada y de residuos por mes de Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A. (2013).	17
9	Cantidad de Residuos Sólidos Generados Estimados en Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A. (2013).	18
10	Rendimiento de procesamiento en FORESTAL ARPA S.A.C.	19
11	Rendimiento de procesamiento en Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	19
12	Matriz de Leopold para FORESTAL ARPA S.A.C.	22
13	Matriz de Leopold para Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	28

Índice de Figuras.

N°	Titulo	Pág.
1	Mapa de ubicación del aserradero de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C., Iquitos, Perú.	36
2	Mapa de ubicación del aserradero de la empresa Industrial Maderera Zapote S.A. – IMAZA S.A.C., Iquitos, Perú.	37
3	Flujograma aserradero FORESTAL ARPA S.A.C.	38
4	Flujograma aserradero Industrial Maderera Zapote S.A.C. IMAZA S.A.	39
5	Plataforma de trozas en espera para entrar a la sierra principal en la planta de aserrío de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C., en Iquitos.	40
6	Sierra principal de cinta de la planta de aserrío de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C., en Iquitos.	40
7	Troza de cumala (<i>Virola sp</i>), en proceso de aserrío en la planta de aserrío de FORESTAL ARPA S.A.C.	41
8	Tablas de cumala (<i>Virola sp</i>) obtenidas en la planta de aserrío de FORESTAL ARPA S.A.C.	41
9	Rampa de trozas de la planta de aserrío en Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	42
10	Acumulación de residuos de descarte en Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	42
11	Pre-secado de madera aserrada en Industrial Maderera Zapote S.A. - IMAZA S.A.	43
12	Evacuación de residuos de descarte en Industrial Maderera Zapote S.A. – IMAZA S.A.	43

Resumen.

En este estudio se determinó la relación entre la tecnología de procesamiento de especies maderables y el grado de contaminación ambiental de residuos sólidos generados en los aserraderos localizados en la ciudad de Iquitos, Perú. Para lo cual se seleccionaron el aserradero de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C. con tecnología básica y el aserradero de Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.) con tecnología intermedia. En cada aserradero se llevó a cabo el inventario de la materia prima a procesar, de la madera procesada y del material de desecho, luego en base a la observación se identificó el tipo y el grado de contaminación.

Los resultados muestran que el aserradero de tecnología intermedia procesa 2.5 veces más materia prima y genera 1.65 veces más material de desecho que el de tecnología básica, mientras que los residuos no peligrosos fluctúan entre 11.4% y 6.01%, para la tecnología básica e intermedia respectivamente. El impacto de la tecnología básica sobre la atmósfera es negativo leve a muy leve, sobre el medio acuático es nulo, sobre el suelo es negativo moderado, sobre la flora y la fauna es negativo leve, sobre el medio cultural es negativo leve a muy leve, sobre el medio socio económico es negativo leve a muy leve y sobre la economía local el impacto es positivo. El impacto de la tecnología intermedia sobre la atmósfera es negativo moderado a leve; sobre el ruido y las vibraciones es negativo alto a leve, sobre el medio acuático es negativo leve, sobre el suelo es negativo leve a muy leve, sobre la flora y la fauna es negativo leve a muy leve, sobre el medio socio cultural es negativo muy leve, sobre el paisaje, la calidad y estilo de vida de la población es negativo leve a muy leve, sobre el medio socio económico y la salud de la población es negativo muy leve y sobre la economía local tiene un impacto positivo moderado. Finalmente se concluye que el nivel de tecnología usada en el procesamiento de especies maderables influye sobre la cantidad de residuos generados y el grado de contaminación ambiental.

Palabras claves: Residuos sólidos, contaminación, impactos, aserraderos.

I. Introducción

Los bosques de la Región Loreto son importantes por su contribución al equilibrio ambiental mundial, constituyéndose en un bien común y a la vez los recursos forestales son insumos para la producción forestal, esta dualidad de funciones genera un conflicto de intereses que exige una gestión apropiada que permita generar riqueza en forma sostenida y mantener el balance ambiental.

La industria forestal en Iquitos ha experimentado un cierto crecimiento en cuanto a instalaciones físicas y este crecimiento no siempre ha ido de la mano con la protección ambiental. Una situación muy común en un aserradero lo constituye la generación residuos en forma de astillas, cantoneras, cantos, despuntes, cortezas y aserrín que son empleados como materia prima para otros procesos industriales (tableros aglomerados, generación de calor en hornos de secado, etc.). A estos se debe agregar el aserrín y la tierra provenientes del baño antimancha como residuos sólidos de alta toxicidad y las soluciones de biocidas.

La cantidad de residuos depende del tipo de aserradero y de los procesos productivos y sus impactos sobre el suelo, agua, flora y fauna son de nefastas magnitudes cuando estos residuos no son manejados apropiadamente. De otro lado, las operaciones de mantenimiento de un aserradero generan una serie de residuos sólidos tales como envases de solventes, aceites, grasas y elementos de limpieza de la maquinaria que por ser inflamables peligrosos necesitan ser almacenados en contenedores seguros y sellados.

En el futuro la producción de madera aserrada y sus derivados estarán sujetos a certificación ambiental, especialmente aquellos que son exportados, esto significa que los procesos industriales deben generar una mínima contaminación evitando daños al medio ambiente y garantizando la conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables.

En este sentido, esta investigación tiene como finalidad primordial determinar la relación entre la tecnología del procesamiento básico de transformación de especies maderables y el grado de contaminación ambiental por los residuos sólidos generados en los aserraderos de Iquitos.

II. Antecedentes

Es conocido el hecho de que el procesamiento de la madera y muy específicamente las labores de aserrío se caracterizan por sus múltiples operaciones en el proceso. Es común que en estos procesos de transformación primaria se generan considerables volúmenes de astillas, desechos de madera, cortezas y aserrín.

Generalmente, estos residuos son empleados como materia prima para otras industrias (madera aglomerada, calderas, etc.) y en algunos casos se aprovechan para la generación de calor y eventualmente de energía eléctrica.

Se deben agregar además como residuos sólidos de alta toxicidad a las borras provenientes del baño de preservantes, compuesta principalmente de aserrín, tierra y las soluciones de biocidas mencionadas anteriormente. Los volúmenes dependen del tipo de aserradero y de los procesos productivos y sus impactos sobre el suelo, agua, flora y fauna son de gran magnitud cuando estos residuos no son manejados apropiadamente.

Además, las actividades de mantenimiento de un aserradero generan una serie de residuos sólidos tales como envases de solventes, aceites, grasas y elementos de limpieza de la maquinaria. Estos residuos se consideran sólidos, ya que su manejo implica almacenarlos en contenedores seguros y sellados, ya que constituyen elementos peligrosos inflamables.

El aserrío genera al final del proceso un conjunto de productos que pueden ser catalogados como desechos. Entre ellos se encuentran: despuntes, cantoneras, corteza y aserrín.

Estos cuatro productos que por lo general se acumulan al no tener mayor valor ni utilización definida, estarían ocasionando problemas en los centros productores ubicados cerca o dentro de las habilitaciones urbanas.

En la mayoría de los casos estos residuos se constituyen en un recurso energético que posee un valor en el mercado y que la población demanda. Por otra parte, también constituye una fuente energética para calderas, además de otros usos en la agricultura y en otros procesos industriales (Compost y materia prima para tableros aglomerados).

La producción real de residuos o desperdicios, producidos con la fabricación de productos madereros, es distinta de una instalación a otra y depende de varios factores, que van desde las propiedades de la madera al tipo, funcionamiento y mantenimiento de la industria elaboradora. Aproximadamente del 45% al 55% de las trozas que entran en un aserradero o fábrica de contrachapados va a convertirse en residuos. (FAO, 1991).

La cuantificación de los volúmenes de residuos generados tiene un grado de dificultad, ya que son residuos que se almacenan y en ciertos casos se comercializan, por lo que sus volúmenes mensuales fluctúan considerablemente.

Por lo demás, depende también de factores como nivel de producción, tipos de aserraderos, tecnología utilizada en el proceso, etc.

Sin embargo, se han desarrollado factores teóricos de generación de residuos sólidos por tonelada producida. Para el caso de aserraderos estos factores fluctúan entre 0.05 y 0.15 toneladas de residuos sólidos por tonelada producida. (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2000).

De otro lado, en un estudio de 38 aserraderos de Pucallpa, Gautier (1986) encuentra valores para el rendimiento promedio de 53.1 % referido al diámetro promedio de las trozas.

Fullop & Vásquez (1989) indican, en un estudio sobre ubicación industrial, que, puede asumirse 54 % como rendimiento promedio de aserrío, quedando 46% de residuos, de los que, de acuerdo a la clase de madera, puede reciclarse en volumen variable, quedando un residuo no aprovechable constituido en su mayor parte por aserrín.

Quinteros (1981) opina que la calidad de la troza influye en la generación de residuos.

Otero (1985) indica, con respecto al aserrín, que se genera en las tres fases principales del aserrío: aserrado, canteado y despuntado y el volumen puede ser calculado matemáticamente con gran precisión.

Tecnoforest (1982), afirma que el uso y manipuleo de residuos constituye una problemática que afecta sustancialmente los costos de producción.

En un estudio sobre sobrantes de madera, Otero (1985) indica que la industria de transformación mecánica produce importantes volúmenes de residuos, con dimensiones y formas inferiores a las mínimas toleradas como productos comerciales. Otros residuos tienen características físico-mecánicas diferentes a la madera. Las porciones de madera sólida provienen de secciones de las trozas con forma redondeada (cantoneras, largueros y costaneras); de las secciones con defectos y formaciones no toleradas en los productos terminados; y de los extremos irregulares de la troza. Esta proporción es muy variable y puede ser calculada a partir de muestreos, los cuales dependen del nivel tecnológico e a industria, de las dimensiones de los productos comerciales terminados y sus tolerancias, y de las dimensiones y características de las trozas.

De otro lado, al ser identificados una cierta cantidad de residuos sólidos en las labores de aserrío, también se hace necesario efectuar una gestión adecuada del manejo de los

mismos, siendo entonces importante cumplir con las exigencias que plantea la normatividad vigente.

La Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento plantea que todas las instalaciones generadores de residuos sólidos deben necesariamente contar con el correspondiente plan de manejo de residuos Sólidos en donde se establece los volúmenes estimados a generar anualmente y la forma más adecuada de manejarlos (El Peruano, 2000, 2004).

La implementación de Planes de Manejo de Residuos Sólidos debe incluir una definición de procedimientos y planificación de actividades relacionadas con el manejo de los residuos, desde su generación hasta su disposición final o eliminación, de forma tal que permitan resguardar la Salud de las personas y minimizar los impactos al ambiente.

Estos planes serán evaluados por las autoridades del sector de competencia, en este caso por la Dirección de Asuntos Ambientales de Industria del Ministerio de la Producción y por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud.

Por ello es necesario que los planes de manejo de residuos sólidos contengan toda la información requerida acerca de los aspectos generales del establecimiento generador de residuos y de aspectos específicos a considerar.

Considerando los niveles de perturbación o afectación al medio ambiente resulta imprescindible mencionar que el tema de la gestión ambiental en las empresas va perdiendo importancia desde el nivel de medianas empresas hasta muy pequeños aserraderos. Es precisamente en estas últimas donde la situación ambiental es más crítica, vinculado principalmente al tema del manejo de residuos en general.

El aserrín acumulado en los aserraderos puede ser un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades ya que se constituye en un depósito y un foco para la propagación de hongos, que provocan la descomposición con un contenido de humedad relativamente alto. El aserrín supone también peligro de incendios.

La acumulación de aserrín puede tener además efectos ambientales negativos, debido a que, al descomponerse, el dióxido de carbono contenido en la materia orgánica se dispersa en la atmósfera. De otro lado el sol y las altas temperaturas pueden provocar una pirolisis de baja temperatura en grandes montones de aserrín, haciendo que emitan gases contaminantes. La combustión eleva también la temperatura ambiente, produciendo un efecto de invernadero (Álvarez et al., 2001).

De otro lado, y de acuerdo a las condiciones de ubicación de los centros de procesamiento, los residuos sólidos como aserrín, cortezas, partes de madera, etc. generados por el

procesamiento de la madera no deben ser depositados en cauces que funcionan como drenajes naturales, ni en cuerpo de agua (ríos, quebradas, etc.). Tampoco deberán estar expuestos a la lluvia y al viento para evitar ser arrastrados a cuerpos de agua y a la población aledaña, (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, 2009).

En el contexto de la ciudad de Iquitos, por lo general los aserraderos, luego de una pequeña selección, se desprenden de estos desechos quemándolos o arrojándolos a las quebradas o ríos, ya que los volúmenes generados se constituyen como un obstáculo dentro de las instalaciones de procesamiento. Sin embargo, en la medida que esta práctica se vuelva cotidiana, se constituye a su vez en un problema de tipo ambiental. Más si los desechos se arrojan a los ríos y quebradas, hay un efecto contaminante de las aguas y en los pequeños ríos o quebradas pues se ocasiona la presencia de materiales con alto contenido de carga orgánica y sólidos suspendidos, que además pueden cerrar sus cauces cortando el abastecimiento de agua. Estos problemas ya se perciben en algunos centros productores madereros de la localidad. (Dirección Nacional de Comercio Exterior, 2005).

Dada la importancia de evaluar las perturbaciones ambientales que pueden ocasionar las actividades de procesamiento como las labores de transformación de la madera en trozas, se debe identificar los impactos a través de matrices de evaluación de los mismos como la Matriz de Leopold y el Método de Batelle Culumbus, entre otros (Banco Interamericano de Desarrollo & Centro de Estudios para el Desarrollo. 2001).

En estas matrices, la importancia del impacto es valorada en el grado de incidencia o intensidad de la alteración producida como de la caracterización del efecto, determinándose una serie de tipo cualitativo y cuantitativo. (Batelle Institute, 1972)

III. Metodología.

3.1. Lugar de ejecución.

La presente investigación se llevó a cabo en el ámbito de la ciudad de Iquitos, en las instalaciones de dos aserraderos. El primer aserradero pertenece a la Empresa FORESTAL ARPA S.A.C., ubicada en la carretera Santa María Km 1, Punchana, ($3^{\circ}42'37''$ S; $73^{\circ}14'15''$ O), con acceso por dos vías; una por vía fluvial, recorriendo las aguas del río Itaya hasta la confluencia con el río Amazonas y la otra por vía terrestre, recorriendo la Avenida La Marina, luego la Calle Los Rosales hasta el Puerto Silfo Alván del Castillo y de allí por la carretera Santa María hasta el aserradero (Figura 1 del Anexo). El segundo aserradero pertenece a la empresa Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.), situada en la Avenida La Marina 944, Punchana ($3^{\circ}43'54''$ S; $73^{\circ}14'25''$ O), con acceso por dos vías; una por vía fluvial por el río Itaya, donde se encuentra el puerto de descarga de trozas y la otra por vía terrestre, por la misma Avenida La Marina.

3.2. Materiales y equipos.

a) De planta.

- Ficha de recolección de información del proceso productivo (Confección de Diagrama de Flujo).
- Cámara fotográfica.

b) De gabinete.

- Matriz de Leopold adaptada.
- Computadora personal y accesorios.
- Impresora Canon MP 280.
- Útiles de escritorio y papelería en general.

3.3. Tipo de investigación.

El método utilizado en el presente estudio es de tipo descriptivo, explicativo y transversal, basado en la observación y análisis de la generación de los residuos y el tipo de contaminación que ocasionan.

Es descriptivo porque se describió la tecnología de procesamiento básico de transformación maderable en manejo de los residuos sólidos que se utiliza en cada

instalación, para relacionarla con el grado de contaminación ambiental.

Es explicativo porque se analizó y se determinó el tipo de contaminación al medio ambiente por la generación de residuos sólidos dentro de la gestión de manejo y en función de la tecnología del procesamiento que se utiliza en los mencionados aserraderos.

Es transversal, porque está referido al periodo que se recolectó la información (junio, 2013).

3.4. Diseño de la investigación.

De acuerdo al tipo de la investigación descriptiva, el estudio no tiene ningún diseño.

3.5. Población y muestra.

La población estuvo representada por los aserraderos que se encontraban en funcionamiento durante el año 2013. Para el caso de tecnología básica en el procesamiento de madera fueron en número de tres (03), igualmente en los aserraderos que tenían tecnología intermedia en número fue de tres (03). A partir de esta población la muestra determinado utilizándose la siguiente ecuación (Hernández, *et al*; 2006):

$$n = \frac{NPQZ^2}{PQZ^2 + E^2(N-1)}$$

3.5.1. Tamaño de la muestra para las instalaciones de tecnología básica

n =	Tamaño de muestra	
N =	Población muestral conformada por el número total de aserraderos de tecnología básica inmersos en el área de influencia directa y área de influencia indirecta	3
P =	Proporción de instalaciones que podrían tener efectos contaminantes sustanciales	0,95
Q =	Proporción de las fuentes de emisión que podrían tener efectos contaminantes controlados	0,05
Z =	Es el valor de la abscisa de la distribución normal asociada a un nivel de confianza. Para el presente estudio se ha determinado un nivel de confianza del 90% siendo el Z correspondiente de 1,645	1,645
E =	Error aceptado de muestreo	0,10

$$n = 2,60$$

Aplicando un ajuste a la muestra y teniendo en consideración la siguiente relación

$$n_o = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

La muestra es $n_0 = 1,37$, aserraderos, que para fines del estudio se redondeo en un aserradero de tecnología básica

3.5.2. Tamaño de la muestra para las instalaciones de tecnología media

n =	Tamaño de muestra	
N =	Población muestral" conformada por el número total de aserraderos de tecnología media inmersos en el área de influencia directa y área de influencia indirecta	3
P =	Proporción de Instalaciones que podrían tener efectos contaminantes sustanciales	0,95
Q =	Proporción de las fuentes de emisión que podrían tener efectos contaminantes controlados	0,05
Z =	Es el valor de la abscisa de la distribución normal asociada a un nivel de confianza. Para el presente estudio se ha determinado un nivel de confianza del 90% siendo el Z correspondiente de 1,645	1,645
E =	Error aceptado de muestreo.	0,10

$$n = 2,60$$

Aplicando el ajuste la muestra es $n_0 = 1,37$ aserraderos, que para fines del estudio se redondeo en un aserradero de tecnología intermedia. Los aserraderos seleccionados fueron para tecnología básica las instalaciones de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C. y para tecnología intermedia Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

Procedimientos.

3.5.3. Etapa de evaluación de residuos sólidos.

La evaluación de la generación de residuos sólidos cuya tecnología para el procesamiento de madera es básica y medianamente implementada se describió a la par que las etapas del procesamiento por las que la madera rolliza pasa para ser transformada en madera aserrada.

Se tomó en cuenta que la cantidad de materia prima procesada, que es comúnmente expresada en unidades de volumen, es decir pies tablares (pt), sin embargo para efectos de cuantificar los residuos sólidos es necesario expresar las cantidades en unidades de peso (Kg o toneladas), por tanto se utilizó, para la madera de procesamiento los valores de densidad promedio en las diferentes industrias seleccionadas. Utilizándose la siguiente expresión:

$$P = V * \rho * fc$$

Donde:

P = Es el peso de la madera en kg.

V(pt) = Es el volumen de la madera en pies tablares.

ρ = Es la densidad expresada en Kg/m³.

fc = Factor de conversión [1m³ = 424 pt]

3.5.4. Etapa de evaluación del rendimiento del proceso en términos de aprovechamiento de las especies maderables.

En esta etapa se determinó el rendimiento del volumen de madera aserrada obtenida, con respecto al volumen de madera rolliza procesada, para que en función al resultado, se obtenga la cantidad de los residuos generados para ambas tecnologías.

3.5.5. Etapa de identificación de los aspectos contaminantes al ambiente por los residuos sólidos generados.

En el presente trabajo se utilizó la matriz de Leopold modificada, en la cual se consideraron 5 criterios de evaluación de los impactos (Leopold, et al, 1971):

- a) Intensidad del impacto: es el grado de incidencia de la acción impactante sobre un factor del entorno. En la Tabla 1, se observa la intensidad utilizada en el estudio:
- 5: Muy alto
 - 4: Alto
 - 3: Moderado o medio
 - 2: Leve
 - 1: Muy leve
 - 0: Sin impacto
- b) Carácter del impacto: indica si el impacto es beneficioso o perjudicial para el factor afectado. Se representa como un signo “+” (impacto positivo o beneficioso) o “-” (impacto negativo o perjudicial) delante del indicador de

intensidad del impacto, tal como se muestra en la Tabla 1.

- Impacto positivo: aquél cuyo efecto es admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.
- Impacto negativo: aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la alteración, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológica - geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

La escala conjunta de intensidad y carácter del impacto es la siguiente (Leopold, et al, 1971):

Tabla 1. Escala de intensidad y carácter de los impactos ambientales

ESCALA:	INTENSIDAD Y CARÁCTER	SIGNIFICADO
	5	Impacto positivo muy alto
	4	Impacto positivo alto
	3	Impacto positivo moderado o medio
	2	Impacto positivo leve
	1	Impacto positivo muy leve
	0	Sin impacto
	-1	Impacto negativo muy leve
	-2	Impacto negativo leve
	-3	Impacto negativo moderado o medio
	-4	Impacto negativo alto
	-5	Impacto negativo muy alto

- c) Duración del impacto: indica el tiempo de manifestación de un impacto sobre un factor del entorno. Para la valoración de la duración de los impactos, en el presente estudio se utilizó la siguiente escala que se observa en la Tabla 2 (Leopold, et al,

1971):

Tabla 2: Escala de duración de los impactos ambientales

ESCALA:	DURACIÓN	SIGNIFICADO
	3	Efecto en el largo plazo: más de 1 años
	2	Efecto en el mediano plazo: entre 3 meses y 1 año
	1	Efecto en el corto plazo: menos de 3 meses

- d) Reversibilidad del impacto: analiza si un impacto es reversible de manera natural, recuperable mediante la tecnología y los medios existentes actualmente, o irreversible. Tiene la particularidad de aplicarse sólo a impactos negativos, por lo tanto cuando se trata de un impacto positivo se coloca las letras “NA” refiriéndose a que el impacto no aplica en el factor ambiental. En el presente estudio, para la valoración de los impactos en cuanto a su reversibilidad, se utilizó la siguiente descripción de la Tabla 3 (Leopold, *et al*, 1971):

Tabla 3: Escala de reversibilidad de los impactos ambientales

ESCALA:	REVERSIBILIDAD	SIGNIFICADO
	3	Impacto irreversible.
	2	Impacto recuperable con medios disponibles.
	1	Impacto reversible de manera natural.

- e) Extensión del impacto: indica la extensión geográfica en la cual la actividad tendrá un impacto sobre un factor del entorno. Para la valoración de la extensión, en el presente estudio se utilizó la siguiente escala de la Tabla 4 (Leopold, *et al*, 1971):

Tabla 4: Escala de extensión de los impactos ambientales

ESCALA:	EXTENSIÓN	SIGNIFICADO
	3	Efecto sobre un radio mayor a 1000 metros
	2	Efecto sobre un radio entre 100 y 1000 metros
	1	Efecto sobre un radio menor a 100 metros

La matriz de Leopold se construyó, por lo tanto, aplicando los 5 criterios mencionados en cada intersección de actividades del proyecto con factores del medio, como se muestra en la Tabla 5 de la siguiente manera (Leopold, et al, 1971):

Tabla 5: Disposición de las celdas en la matriz de Leopold

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	
	Intensidad y carácter	Extensión
	Duración	Reversibilidad

Para cada factor ambiental se obtiene una sumatoria de los productos de los 5 criterios obtenidos en cada celda (intersección con cada actividad del proyecto). Este valor, indicado en el extremo derecho de la matriz, es un indicador de la fragilidad de dicho factor ambiental respecto de las actividades del proyecto.

Asimismo, para cada actividad del proyecto se obtiene una sumatoria de los productos de los 5 criterios obtenidos en cada celda (intersección con cada factor ambiental). Este valor, indicado en el extremo inferior de la matriz, representa la agresividad de dicha actividad sobre el ambiente.

Cabe mencionar que estos indicadores son útiles para evaluar cuáles actividades del proyecto requieren de acciones correctivas o de mitigación y cuáles factores del medio pueden ser afectados, pero no deben ser utilizados como valores absolutos o para realizar comparaciones, debido a la diferente naturaleza de cada impacto.

Finalmente, se elaboraron matrices de caracterización donde, según la designación de importancia, carácter negativo, duración y reversibilidad del impacto obtenida en la

Matriz de Leopold, se dictaminó cuáles actividades requieren medidas correctoras en cuanto a sus impactos sobre cada elemento del medio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Para la evaluación de los residuos sólidos.

Se obtuvo la información primaria directamente de los registros disponibles en los aserraderos para cada etapa del proceso productivo (Aserradero), determinándose la cantidad de residuos sólidos generados.

3.6.2. Para la evaluación del nivel de contaminación ambiental.

Se utilizó la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, que permitió determinar, de acuerdo a la calificación obtenida, los niveles de perturbación o afectación de la calidad ambiental en el entorno adyacente a la instalación. (Aplicación de Matriz de Leopold).

3.7. Procesamiento de la información.

De la información revisada y obtenida se procedió a procesar los resultados, los que se expresaron en Tablas y Gráficos de acuerdo a la estadística descriptiva.

IV. Resultados y Discusión.

4.1. Evaluación de la generación de los residuos sólidos de acuerdo a las tecnologías de procesamiento de transformación de especies maderables en FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. – IMAZA S.A.

4.1.1. Generación de residuos sólidos en el aserradero de FORESTAL ARPA S.A.C.

- a. Tecnología usada en el aserradero de FORESTAL ARPA S.A.C. para el procesamiento de madera.
 - ✓ **Boya:** Lugar en el cual se abastece de materia prima al aserradero, puede ser a orillas del río o en un patio de espera.
 - ✓ **Winche:** Es accionado por medio de motor, el cual haciendo uso de un cable permite transportar a las trozas desde la boya hasta la plataforma de trozas o rampas.
 - ✓ **Aserrío principal:** Realiza el principal corte primario de la troza en forma longitudinal, donde se obtiene las tablas o tablonés.
 - ✓ **Canteado:** Reaserrado de las tablas o tablonés longitudinalmente en una operación de corte al hilo o sobre el canto para dar el ancho necesario.
 - ✓ **Despuntado:** Reaserrado de las tablas transversalmente en una operación de emparejado, con el fin de eliminar defectos y dar la longitud deseada o requerida.
 - ✓ **Preservado:** inmersión en una tina con sustancia preservante de las tablas de madera a fin de protegerlas temporalmente del ataque de agentes biodeteriorantes.
 - ✓ **Almacenamiento:** Disposición de la madera aserrada en espacios adecuados para luego proceder a su clasificación y embalaje.

La cantidad de madera procesada al mes, así como los productos y residuos obtenidos aplicando la tecnología descrita, se muestran en la Tabla 6, en el cual se observa que de la cantidad de materia prima a procesar 154,000 pt/mes

(equivalente a 199.76 t/mes a partir de una densidad promedio de 550.00 kg/m³), se genera también material sobrante o de deshecho de 77.08 t/mes compuesto por el aserrín y el descarte, pudiendo ser utilizado como combustible o para otros fines diferentes a los de la empresa.

Tabla 6. Producción de madera aserrada y de residuos por mes en FORESTAL ARPA S.A.C.

Ítem	pt/mes	t/mes
Madera rolliza	154,000.0	199.76
Madera aserrada	94,577.0	122.68
Aserrín	23,436.0	30.40
Descarte	35,987.0	46.68

Fuente: FORESTAL ARPA S.A.C. Reportes de planta (2013).

En la Tabla 7, se observa que existe 8831.57 kg/mes de residuos no peligrosos que se indican en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la empresa, los mismos que representan una fracción de lo que se genera en el aserradero de FORESTAL ARPA S.A.C (77.09 t/mes) que se indican en la Tabla 6.

La empresa procesa aproximadamente 199.76 t/mes de madera rolliza y los 8831.57 kg/mes, considerados como residuos no peligrosos en el Plan de Manejo, representan un problema para la empresa ya que se acumula en las mismas instalaciones y podría generar efectos adversos sobre el medio circundante. En este sentido se debe poner especial atención a las acciones en la minimización de estos residuos, con el fin de reducir el volumen de los mismos; además debe plantearse la posibilidad de aprovechar de manera integral la madera que se usa en el proceso, aun cuando se trata de minimizar la cantidad de residuos sólidos destinando parte de aserrín y descarte para diferentes usos por terceros (combustible en otras plantas donde se hace secado, avícolas, entre otras).

Tabla 7. Cantidad de residuos sólidos generados en el aserradero de FORESTAL ARPA S.A.C.; 2013.

Composición típica	Generación residuos (kg/mes)
Residuos peligrosos	2.11
Restos de fluorescentes (lámparas de 400 W).	0.20
Pilas (baterías recargables).	0.06
Baterías.	0.86
Envases de venenos y preservantes.	0.14
Waipers (trapo industrial).	0.86
Residuos no peligrosos	8,831.57
Plásticos y productos de plásticos.	1.29
Residuos de desperdicios de madera (polvos).	2,401.71
Residuos de desperdicios de madera (corteza, leña).	6,428.57

Fuente: FORESTAL ARPA S.A.C. Reportes de planta (2013).

4.1.2. Generación de residuos sólidos en Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

- b. Tecnología usada en el aserradero de Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.) para el procesamiento de madera
- ✓ Patio de trozas: Lugar en el cual se almacenan, se cubican y se acondicionan las trozas que serán aserradas.
 - ✓ Winche: Es accionado por medio de motor, el cual haciendo uso de un cable permite transportar a las trozas desde el patio hasta la plataforma de trozas.
 - ✓ Aserrío principal: Realiza el principal corte primario de la troza en forma longitudinal, donde se obtiene las tablas o tablonés.
 - ✓ Canteadora: Reaserrado de las tablas o tablonés longitudinalmente en una operación de corte al hilo o sobre el canto para dar el ancho necesario.
 - ✓ Despuntadora: Reaserrado de las tablas transversalmente en una operación de emparejado, con el fin de eliminar defectos y dar la longitud deseada o requerida.

- ✓ **Preservado:** Baño a temperatura ambiente de los tablones con el preservante “Octoborato de Sodio Tetra hidratado” cuyo nombre comercial es IMKABOR. 25 kg de este preservante usado solo para maderas “blandas” se diluyen en 100 galones de agua. Esto alcanza para el tratamiento de aproximadamente 10,000 pt en tablas.
- ✓ **Secado.** El proceso de secado recoge solo las maderas que se destinarán a la exportación. Eventualmente se da este servicio a usuarios que así lo requieran.
- ✓ **Almacenamiento:** Disposición de la madera aserrada seca en espacios adecuados y luego proceder al clasificado, embalaje y comercialización.

La cantidad de materia prima a procesar 483,360 pt/mes (equivalente a 513.00 t/mes a partir de una densidad promedio de 450.00 kg/m³), se genera también material sobrante o de deshecho de 127.74 t/mes compuesto por el aserrín y el descarte, pudiendo ser utilizado como combustible o para otros fines diferentes a los de la empresa.

Tabla 8. Producción de madera aserrada y de residuos por mes de Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

Ítem	pt/mes	t/mes
Madera rolliza	483,360.0	513.00
Madera aserrada	363,001.0	385.26
Aserrín	26,297.0	27.91
Descarte	94,062.0	99.83

Fuente: IMAZA S.A., Reportes de Planta, 2013

En la Tabla 9, se observa que existe 7,787.02 kg/mes de residuos no peligrosos que se indican en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la empresa, los que se constituyen al igual que en el caso de FORESTAL ARPA S.A.C en una fracción de las cantidades generadas en el aserradero de la empresa Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.) de 127.74 t/mes que se indican en la tabla 8.

La empresa procesa aproximadamente 513.00 t/mes de madera rolliza y los 7,787.02 kg/mes considerados como residuos no peligrosos en el Plan de Manejo, representan un problema para la empresa ya que se acumula en las mismas instalaciones y podría

generar efectos adversos sobre el medio circundante. Al igual que en la empresa FORESTAL ARPA S.A.C, se debe poner especial atención a las acciones en la minimización, para de esta forma reducir el volumen de generación de residuos sólidos; además debe plantearse la posibilidad de aprovechar de manera integral la madera que se usa en el proceso. Pero hay que considerar que en esta planta industrial se efectúa secado y por tanto una cantidad considerable de los residuos son utilizados como combustible además de proveer a otras instalaciones de aserrín y descarte generados en planta.

Tabla 9. Residuos sólidos generados estimados en el aserradero de Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

Composición típica	Generación de residuos (kg/mes)
Residuos peligrosos	9.23
Cartuchos de tinta.	0.29
Restos de fluorescentes (lámparas de 400 W).	0.33
Envases de venenos y preservantes.	3.00
Waiper (trapo industrial).	2.00
Residuos del preservante (aserrín con preservante).	3.60
Residuos no peligrosos	7,787.02
Plásticos, y productos de plásticos.	1.90
Cenizas del proceso de combustión del caldero.	34.13
Papel, cartón y productos del papel.	5.17
Residuos de desperdicios de madera (polvo).	433.33
Residuos de desperdicios de madera (corteza, leña).	7,312.50

Fuente: IMAZA S.A., Reportes de Planta, 2013

4.2. Rendimiento de procesamiento en términos de aprovechamiento de las especies maderables en los aserraderos de FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

Para determinar la eficiencia de procesamiento en términos de aprovechamiento de las especies maderables en los aserraderos FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.), se relacionó la cantidad de producto obtenido

de acuerdo a la tecnología empleada en cada empresa con la cantidad de madera que ingresa al proceso.

4.2.1. Rendimiento de procesamiento en FORESTAL ARPA S.A.C.

En la Tabla 10, se puede observar que la cantidad producto generado es de 122.68 t/mes y la cantidad de madera procesada es de 199.76 t/mes, entonces el rendimiento del procesamiento es de 61.40%, de lo cual se deduce que el 38.60% de materia prima que ingresa al proceso es la cantidad de residuos sólidos generados al mes.

Tabla10. Rendimiento de procesamiento en FORESTAL ARPA S.A.C.

Ítem	toneladas/mes	Rendimiento (%)
Madera rolliza	199.76	100.00
Madera aserrada	122.68	61.40
Aserrín	30.40	38.60
Descarte	46.68	

Fuente: Elaboración propia, 2013.

4.2.2. Rendimiento de procesamiento en Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

En la Tabla 11, se observa que la cantidad de producto generado es de 385.26 t/mes y la cantidad de madera procesada es de 513.00 t/mes, por lo tanto el rendimiento es de 75.10%, de lo cual se deduce que el 24.9% de materia prima que ingresa al proceso es la cantidad de residuos sólidos generados al mes con la tecnología usada en esta empresa.

Tabla 11. Rendimiento de procesamiento en Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

Ítem	Toneladas/mes	Rendimiento (%)
Madera rolliza	513.00	100.00
Madera aserrada	385.26	75.10

Ítem	Toneladas/mes	Rendimiento (%)
Aserrín	27.91	24.90
Descarte	99.83	

Fuente: Elaboración propia, 2013.

4.3. Tipo de contaminación ambiental por los residuos sólidos generados en los aserraderos de FORESTAL ARPA S.A.C. e Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.)

4.3.1. Tipo de Contaminación en el proceso productivo de FORESTAL ARPA S.A.C.

a. Descripción e interpretación de los impactos ambientales.

En la Tabla 12, se puede observar, la matriz de Leopold, en el que se identificaron los impactos negativos moderados en las operaciones unitarias de aserrío, preservado, acopio de materia prima, canteado y despuntado; los que se asocian al manejo de residuos sólidos y emisiones atmosféricas (material particulado y ruido).

a.1. Impactos sobre el aire o atmósfera.

Las operaciones de aserrío, canteado, así como el acopio de materia prima y despuntado son las que contribuyen significativamente en la afectación a la calidad del aire con un impacto negativo de leve a muy leve, respectivamente, debido a la emisión de material particulado.

El canteado con un impacto de intensidad negativa alta; el aserrío, despuntado y dimensionamiento son las operaciones que contribuyen en forma negativa leve, a la calidad ambiental del aire en el aspecto de ruido y vibraciones. Al respecto se considera que podría ejercer impacto negativo en un componente de Salud ocupacional, el que podría ser considerado mínimo siempre y cuando se cumplan con las medidas de seguridad establecidas por la normatividad vigente.

a.2. Impactos sobre el medio acuático (calidad del agua).

No se generan descargas líquidas producto de las actividades generadas por la planta industrial de FORESTAL ARPA S.A.C.

a.3. Impactos sobre el suelo.

El aserrío, canteado y despuntado afectan negativamente con una intensidad moderada, mientras que el preservado lo hace con una intensidad leve. De otro lado el acopio de materia prima, el dimensionamiento y almacenamiento son las operaciones que estarían afectando negativamente con intensidad muy leve a la calidad ambiental de los factores ambientales: Suelo de la zona y suelo de relleno, debido al manejo que se hace de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en planta.

Los residuos generados son: aserrín en grandes volúmenes, cantoneras, cortas, descarte, además de aserrín impregnado de la mezcla de preservante, trapo industrial impregnado de aceites y grasas, recipientes de plástico.

TABLA N° 12 MATRIZ DE LEOPOLD DE FORESTAL ARPA S.A.C.

Etapas del Proceso Productivo - FORE STAL ARPA S.A.C

Factores medioambientales	Etapas del Proceso Productivo - FORE STAL ARPA S.A.C												Indicador de impacto total por factores		
	Acopio de Madera Prima	Aserrío	subtotal	Corteado	subtotal	Despuntado	subtotal	Dimensión y selección	subtotal	Preservado	subtotal	Almacenamiento		subtotal	
AIRE	Composición atmosférica	-1	1	-1	-2	1	-1	1	1	0	1	0	1	0	-6
	Ruido y vibraciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-14
AGUA	Agua consumida	0	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	1	0	0
	Agua descargada	1	2	0	3	2	2	2	2	0	2	3	2	0	0
SUELO	Suelo de la Zona	-1	2	-4	-3	1	-3	1	2	-12	2	2	2	-8	-65
	Suelo de relleno	1	2	0	2	2	-2	1	3	0	3	1	2	-18	-34
FLORA	Especies y comunidades vegetales	-1	1	-1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	-3
	Especies y poblaciones animales	1	1	-2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	-3
SOCIO-CULTURAL	Modificaciones en el paisaje	-1	1	-1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	-22
	Calidad y estilo de vida de la población	1	2	-8	-2	1	-2	1	2	-4	1	2	2	-4	-8
SOCIO-ECONÓMICO	Salud poblacional	-1	1	-2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	-14
	Usos del suelo	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	-8
Economía local	Economía local	3	2	6	3	2	3	1	3	6	3	1	3	6	33
	Indicador de impacto total por actividades del proyecto	1	1	-13	-59	-20	-16	0	-39	3	0	3	3	3	33

a.4. Impactos sobre el medio biológico: flora y fauna.

En la zona aledaña a la planta existe vegetación herbácea y arbustiva, la cual ha sido considerada al momento de la evaluación, y se considera que el impacto negativo de las actividades de la empresa sobre ellas es leve por la distancia a la que se encuentran. Las operaciones que tienen mayor significancia son: aserrío y acopio de materia prima.

Los componentes de la fauna se ven afectados de igual manera por las operaciones de aserrío y acopio de materia prima.

a.5. Impactos sobre el medio socio-cultural.

Respecto a modificación en el paisaje el acopio de materia prima, aserrío, canteado y despuntado ejercen un impacto negativo leve, mientras que el almacenamiento ejerce un impacto negativo muy leve.

Por otro lado el acopio de materia prima, aserrío y preservado son las etapas del proceso productivo que ejercen un impacto negativo muy leve en la calidad y estilo de vida de la población debido a la generación y manejo de residuos sólidos.

a.6. Impactos sobre el medio socio-económico.

En el factor salud poblacional, las etapas de aserrío, acopio y preservado, son aquellas cuyo impacto negativo fue identificado como de intensidad leve y muy leve. Respecto al uso del suelo el preservado es la etapa del proceso que ejerce un impacto negativo leve. En estos factores la explicación es por la presencia de residuos sólidos manejados inadecuadamente.

El sector de Masusa - Punchana se ve beneficiado directamente por los trabajos que realiza la empresa, ello debido a que el 70% aproximadamente de los trabajadores son pobladores de esta zona, por lo que resulta de grado de intensidad positivo respecto al factor economía local

b. Propuesta de manejo ambiental respecto a los residuos sólidos - medidas correctivas.

Las medidas correctivas que se deben implementar, corresponden en este escenario a un adecuado manejo de los residuos sólidos que se generan en la empresa, a saber:

- b.1.** Efectuar la caracterización de los residuos sólidos como el aserrín y el descarte (cantos, puntas, cantoneras) al final de cada periodo de producción anual de aserrío, con el propósito de tener identificado los residuos que se generan habitualmente, sus cantidades, con los que se promoverán el aprovechamiento de estos residuos a mediana escala para productos como patas y partes de muebles, escobas, tableros conglomerados y briquetas. Se tendrá presente los posibles efectos o impactos que se podrían generar.
- b.2.** Poner especial atención a las acciones en la minimización de residuos por aserrío, para reducir el volumen de generación de residuos sólidos; lo cual debe realizarse especial cuidado en el espesor de la sierra de cinta del aserradero, lo que implica que esto está directamente proporcional con su producción de residuo (a menor espesor de sierra de cinta menor producción de aserrío de madera); así también sobre el área de corte longitudinal de la madera en trozas, lo que implica que esto, está inversamente proporcional con la destreza en su generación de residuos (a mayor destreza sobre el corte longitudinal menor producción de aserrío de madera). (IIAP, 1993).
- b.3.** Llevar un control de los residuos sólidos generados en planta para evaluar más adelante la posibilidad de aprovechar de manera integral la madera que se usa en el proceso, utilizando maquinaria especializada en la generación de productos a mediana escala a partir de los residuos de aserrío como el aserrín y el descarte (cantos, puntas, cantonera). Así mismo se ubicará el área precisa que confluya especialmente a partir de la generación de estos residuos, lo que implicará menor manipuleo, menor área para el flujo, menos mano de obra lo que se traducirá directamente proporcional en un menor costo en el aprovechamiento.

- b.4.** Una empresa prestadora de servicios especializada y registrada en DIGESA deberá encargarse de la recolección y disposición final para el caso de los residuos peligrosos generados en planta, como productos de aceites usado de engrase de maquinaria, filtros, los lodos de la poza de tratamiento, así como recipientes vacíos que han contenido productos químicos o agroquímicos. Para este proceso se debe realizar operaciones de registro como clase de residuo, cantidad, calidad, origen y fecha de producción, separándolos adecuada y acondicionadamente.
- b.5.** Tomar las medidas de seguridad necesarias para el manejo de los residuos peligrosos al interior de la Planta de Procesamiento. Así mismo sobre el almacenamiento de estos residuos, se debe tener en cuenta evitar la mezcla de residuos de diferente naturaleza; por lo que estos almacenamientos deben ser accesibles al manipuleo y transporte. Se debe realizar el rotulado de estos residuos, mediante códigos y/o identificaciones así como alejar de las fuentes de ignición, focos de calor, fuentes eléctricas, etc. Evitar el almacenamiento de estos productos residuales por más de seis meses.

4.3.2. Tipo de contaminación en el proceso productivo de Industrial Maderera Zapote S.A. (IMAZA S.A.).

a. Descripción e interpretación de los impactos ambientales.

En la Tabla 13, se observa que a partir de la Matriz de Leopold, los factores ambientales más afectados son el suelo, aspecto socio-cultural (modificación en el paisaje), calidad del aire (composición atmosférica y ruido y vibraciones), siendo aserrío, preservado, auxiliares de proceso y canteado, las operaciones del proceso productivo con mayor efecto negativo respecto a la calidad ambiental.

a.1. Impactos sobre el aire o atmósfera.

Las actividades de producción de la planta que afectan negativamente son: los auxiliares de proceso (caldero) con una intensidad moderada, mientras que las operaciones de aserrío, canteado y secado inciden

negativamente con una intensidad leve. En estas etapas del proceso se generan emisiones gaseosas y material particulado.

De otro lado, respecto al factor de ruido y vibraciones, la operación de canteado ejerce un impacto negativo alto, mientras que el aserrío, despuntado, clasificación, secado y el caldero presentan impacto negativo leve. Luego, el personal que labora en las áreas evaluadas estaría siendo afectado por los impactos, que podrían ser minimizados siempre y cuando se cumplan con las medidas de seguridad establecidas.

a.2. Impactos sobre el medio acuático (calidad del agua).

Se manifiesta un impacto negativo leve a partir de los auxiliares de proceso (caldero), debido a la descarga de efluentes líquidos provenientes de la purga del caldero y podrían contribuir con el deterioro en la Morfología de la zona ya que estos efluentes son descargados al río.

a.3. Impactos sobre el suelo.

En las operaciones de aserrío, canteado, despuntado se identificó un impacto negativo leve, mientras que las demás operaciones del proceso ejercen impacto negativo muy leve sobre la calidad del suelo. Estos impactos se explican por la presencia de residuos sólidos que se generan en estas etapas del proceso. Los residuos generados son: aserrín, cortas de madera, descarte, así como aserrín impregnado de la mezcla de preservante, trapo industrial impregnado de aceites y grasas, recipientes de plástico entre otros.

a.4. Impactos sobre medio biológico: flora y fauna.

En áreas adyacentes a la instalación de la empresa IMAZA S.A., existe escasa vegetación y especies de fauna, ya que es una zona con habilitación urbana desde hace mucho tiempo. Por tanto se ha podido identificar un impacto negativo leve por la operación de aserrío y muy leve por el acopio de materia prima.

a.5. Impactos sobre medio socio-cultural.

La mayoría de las operaciones unitarias del proceso productivo ejercen impacto negativo de intensidad muy leve, con respecto al paisaje. Sin

embargo, respecto a la calidad y estilo de vida de la población, el acopio de materia prima y el aserrío manifiestan impacto negativo de intensidad leve. De otro lado las operaciones de preservado, secado y auxiliares de proceso (caldero) generan impacto negativo de intensidad muy leve.

a.6. Impactos sobre medio socio-económico.

Respecto a la salud poblacional las operaciones de acopio de materia prima, aserrío, preservado y auxiliares de proceso (caldero) ejercen impacto negativo muy leve.

De otro lado el preservado manifiesta impacto negativo muy leve en el factor uso del suelo. Sin embargo se identificaron impactos positivos moderados en el factor de la economía local, debido a todas las operaciones unitarias del proceso productivo debido a la oportunidad de trabajo que se proporciona a la población circundante a la empresa.

b. Propuesta de manejo ambiental respecto al manejo de residuos sólidos - medidas correctivas.

Las medidas correctivas que se deben implementar, corresponden en este escenario a un adecuado manejo de los residuos sólidos que se generan en la empresa, a saber:

- b.1.** La caracterización de los residuos sólidos como el aserrín y el descarte (cantos, puntas, cantoneras) debe ser efectuada al final de cada periodo de producción anual de aserrío, con el propósito de tener identificado los residuos que se generan habitualmente, sus cantidades, con los que se promoverán el aprovechamiento de estos residuos a mediana escala para productos como patas y partes de muebles, escobas, tableros conglomerados y briquetas. Se tendrá presente los posibles efectos o impactos que se podrían generar.
- b.2.** Atender especialmente las acciones en la minimización de residuos por aserrío, para reducir el volumen de generación de residuos sólidos; lo cual debe realizarse especial cuidado en el espesor de la sierra de cinta del aserradero, lo que implica que esto está directamente proporcional con su producción de residuo (a menor espesor de sierra de cinta menor producción de aserrío de madera); así también sobre el área de corte longitudinal de la madera en trozas, lo que implica que esto, está inversamente proporcional con la destreza en su generación de residuos (a mayor destreza sobre el corte longitudinal menor producción de aserrío de madera). (IIAP, 1993).
- b3.** El uso del combustible como parte del material de biomasa de los volúmenes utilizados en planta en la fase de generación de calor debe realizarse con los cuidados adecuados para preservar la integridad física de los trabajadores. La combustión es un proceso que consiste en la descomposición termoquímica de la biomasa, en presencia de oxígeno. Los productos principales son dióxido de carbono, agua, cenizas y calor. Para la retención de partículas generadas de la combustión, se debe utilizar eficientemente un sistema de flujo de agua que permita atrapar estos elementos y no ser derivados al medio ambiente. Los gases

generados pueden ser usados para generar calor mediante calderas, electricidad con la aplicación de turbinas o motores y generar tanto calor como electricidad, con un sistema de co-generación (Nussbaumer, 2002).

- b.4.** Realizar un control de los residuos sólidos generados en planta para evaluar más adelante la posibilidad de aprovechar de manera integral la madera que se usa en el proceso, utilizando maquinaria especializada en la generación de productos a mediana escala a partir de los residuos de aserrío como el aserrín y el descarte (cantos, puntas, cantoneras). Así mismo se ubicará el área precisa que confluya especialmente a partir de la generación de estos residuos, lo que implicará menor manipuleo, menor área para el flujo, menos mano de obra lo que se traducirá directamente proporcional en un menor costo en el aprovechamiento.
- b.5.** Tener registrada la empresa prestadora de servicios especializada por parte de la DIGESA, la misma que deberá encargarse de la recolección y disposición final para el caso de los residuos peligrosos generados en planta, como productos de aceites usado de engrase de maquinaria, filtros, los lodos de la poza de tratamiento, así como recipientes vacíos que han contenido productos químicos o agroquímicos. Para este proceso se debe realizar operaciones de registro como clase de residuo, cantidad, calidad, origen y fecha de producción, separándolos adecuada y acondicionadamente.
- b.6.** Adoptar las medidas de seguridad necesarias para el manejo de los residuos peligrosos al interior de la Planta de Procesamiento. Así mismo sobre el almacenamiento de estos residuos, se debe tener en cuenta evitar la mezcla de residuos de diferente naturaleza; por lo que estos almacenamientos deben ser accesibles al manipuleo y transporte. Se debe realizar el rotulado de estos residuos, mediante códigos y/o identificaciones así como alejar de las fuentes de ignición, focos de calor, fuentes eléctricas, etc. Evitar el almacenamiento de estos productos residuales por más de seis meses.

V. CONCLUSIONES.

- ☞ La tecnología básica en el aserrado de madera consta de boya, winche, sierra principal, canteadora, despuntadora y tina preservadora, mientras que la tecnología intermedia incluye, además de lo considerado en la tecnología básica, el horno de secado.
- ☞ El nivel de tecnología usada en el procesamiento de especies maderables influye sobre la cantidad de residuos generados y el grado de contaminación ambiental de residuos sólidos, con lo cual se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación.
- ☞ La cantidad de materia prima procesada mensual en aserraderos de tecnología intermedia es 2.5 veces más la cantidad procesada en aserraderos de tecnología básica, el material de desecho es mayor en 1.65 veces, y los residuos no peligrosos fluctúan entre 11.4% y 6.01% para la tecnología básica e intermedia respectivamente.
- ☞ El impacto de la tecnología básica sobre la atmósfera es negativo leve a muy leve, sobre el medio acuático es nulo, sobre el suelo es negativo moderado, sobre la flora y la fauna es negativo leve, sobre el medio cultural es negativo leve a muy leve, sobre el medio socio económico es negativo leve a muy leve y sobre la economía local el impacto es positivo.
- ☞ El impacto de la tecnología intermedia sobre la atmósfera es negativo moderado a leve; sobre el ruido y las vibraciones es negativo alto a leve, sobre el medio acuático es negativo leve, sobre el suelo es negativo leve a muy leve, sobre la flora y la fauna es negativo leve a muy leve, sobre el medio socio cultural es negativo muy leve, sobre el paisaje, la calidad y estilo de vida de la población es negativo leve a muy leve, sobre el medio socio económico y la salud de la población es negativo muy leve y sobre la economía local tiene un impacto positivo moderado.

VI. RECOMENDACIONES.

- ☞ Efectuar la caracterización de los residuos sólidos al final de cada periodo de producción anual, con el propósito de identificar los residuos que se generan habitualmente, sus cantidades y los posibles efectos o impactos que se podrían generar.
- ☞ Implementar acciones tendientes a lograr la minimización y reducción de la generación de residuos sólidos.
- ☞ Llevar un control de los residuos sólidos generados en planta para evaluar la posibilidad de aprovechar de manera integral la materia prima.
- ☞ Tomar las medidas de seguridad necesarias para el manejo de los residuos peligrosos al interior de la planta de procesamiento.
- ☞ Poner especial cuidado en el manejo del material de desecho como combustible para generar calor en la planta, protegiendo la integridad física de los trabajadores.
- ☞ Teniendo en consideración que el nivel de tecnológico influye sobre la cantidad de residuos generados y el grado de contaminación ambiental, se debe promover e impulsar líneas de créditos para que las empresas accedan a fondos financieros públicos o privados para que inviertan en tecnologías avanzadas y de esta manera minimizar el grado de contaminación ambiental en los aserraderos de la ciudad de Iquitos.
- ☞ Una empresa prestadora de servicios especializada y registrada en DIGESA deberá encargarse de la recolección y disposición final de los residuos peligrosos generados en planta.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

- ÁLVAREZ, E.; DÍAZ, S. y ALESSANDRINI, M. 2001. Utilización racional de los residuos forestales. EN: Unasyva - No. 206 - Vol. 52- 2001/3. FAO.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO & CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO. 2001. Revisión de la evaluación de impacto ambiental en países de América Latina y El Caribe. Metodología, resultados y tendencias. (Eds. G. Espinoza & V. Alzina). Santiago de Chile: BID/CED. 93 p.
- BATELLE INSTITUTE. 1972. Environmental evaluation system for water resource planning. Columbus: Bureau of reclamation. U.S. Department of the Interior.
- CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE HONDURAS (CNP+LH). 2009. Guía de buenas Prácticas ambientales para la industria forestal primaria (aserraderos). HONDURAS.
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2000. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Rubro Aserraderos y Procesos de Madera. Santiago. Chile.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR. 2005. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la Industria de Aserrío. Programa de Desarrollo de Políticas de Comercio Exterior 1442/OC-PE. Lima –Perú
- DIRECCION REGIONAL FORESTAL, FAUNA Y MEDIO AMBIENTE. 1991. Memoria Anual. Secretaría Regional de Asuntos Productivos Extractivos. Pucallpa.
- EL PERUANO. 2000. Ley N° 27314. Ley General de Residuos Sólidos. Presidencia del Consejo de Ministros.
- EL PERUANO. 2004. Decreto Supremo N° D.S. N° 057-2004-PCM. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. Presidencia del Consejo de Ministros.
- FAO .1991. Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales. ESTUDIO FAO: MONTES 93. Roma, Italia.
- FULLOP, Z. y VASQUEZ, W. 1989. “Guía de cubicación industrial de maderas en trozas”. Proyecto de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 p.
- GAUTHIER, D. 1986. “Diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa”. Programa de Desarrollo Industrial Forestal. Perú – Canadá. Lima. 16 p.

- HERNÁNDEZ, R.; FERNANDEZ,C.; BAPTISTA, P.; 2006. Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill, México D.F. 850 p.
- IIAP. 1993. Evaluación de Residuos de Aserrío. Folia Amazónica N° 191. Vol. 5 (1-2).
- LEOPOLD, L; et al. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact - U.S. Geological Survey Circular No. 654, U.S. Geological Survey, Washington D.C.
- NUSSBAUMER, T. 2002. Combustion and Co-Combustion of biomasa. 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. 17-21 June, 2002, Amsterdam.
- OTERO, N. 1985. Estudio sobre disponibilidad de sobrantes de madera para uso en la generación de energía eléctrica. Electro Centro Pucallpa. 517 p.
- QUINTEROS, A. 1981. Cuantificación de residuos en la industria del contrachapado a partir del capinurí. Ing. Forestal. Iquitos UNAP. 79 p.
- TECNOFORREST. 1982. *Consulta Técnica*. El libro de problemas. Feria Internacional del Pacífico. Lima. 56 p.

Anexos

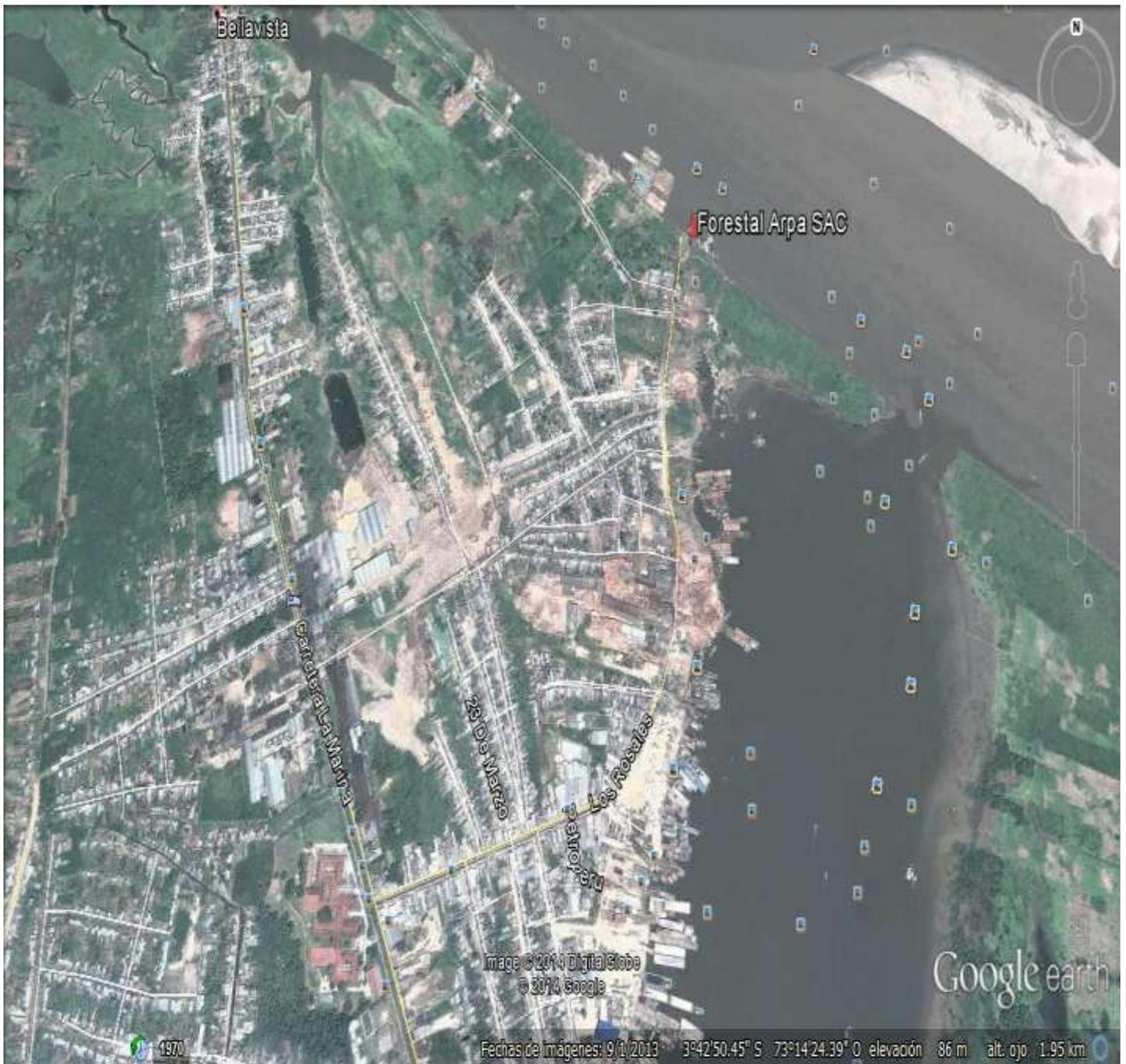


Figura 01. Mapa Satelital de ubicación del aserradero de la empresa FORESTAL ARPA S.A.C., Iquitos, Perú.

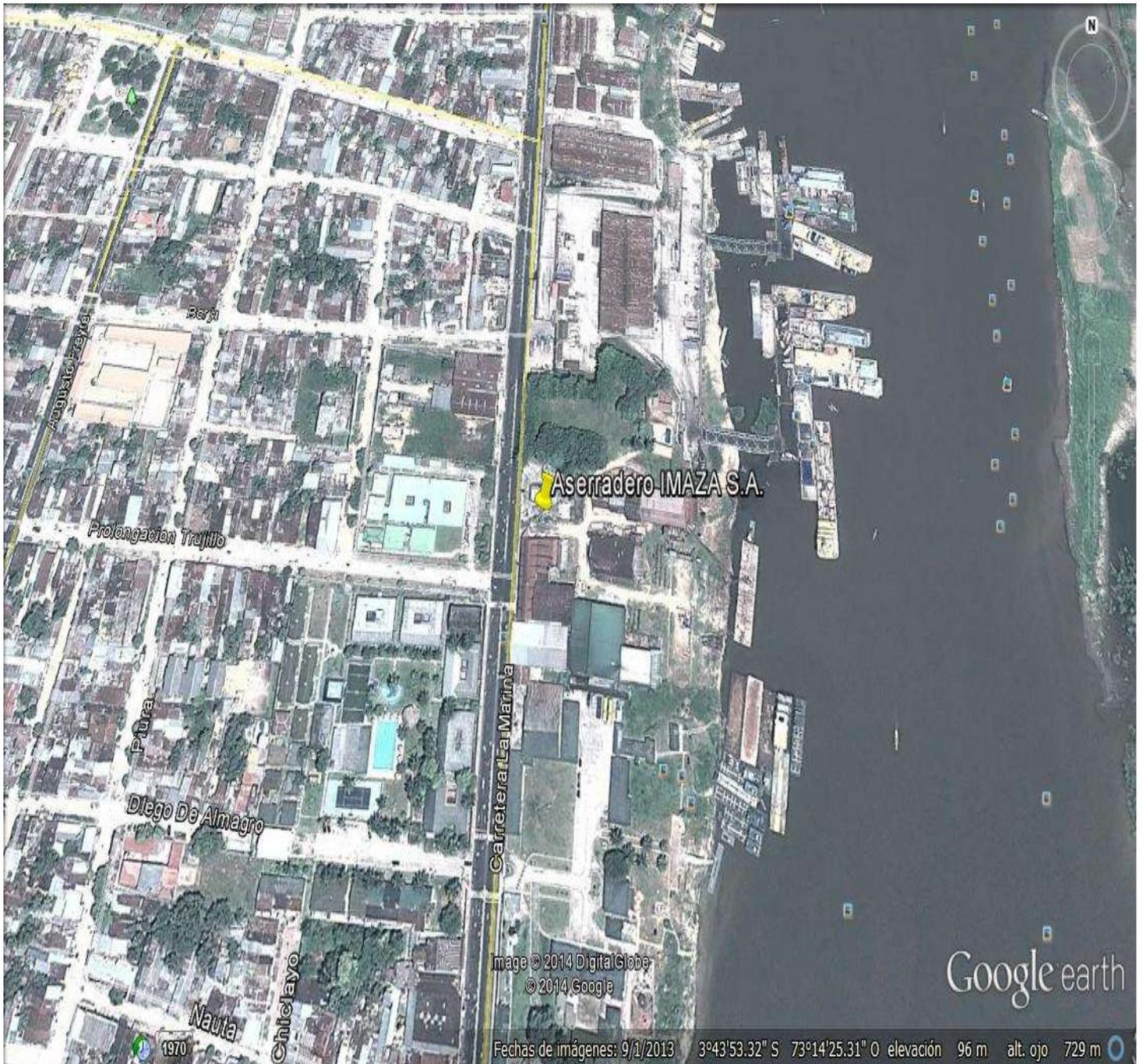


Figura 02. Mapa Satelital de ubicación del aserradero de la empresa IMAZA S.A., Iquitos, Perú.

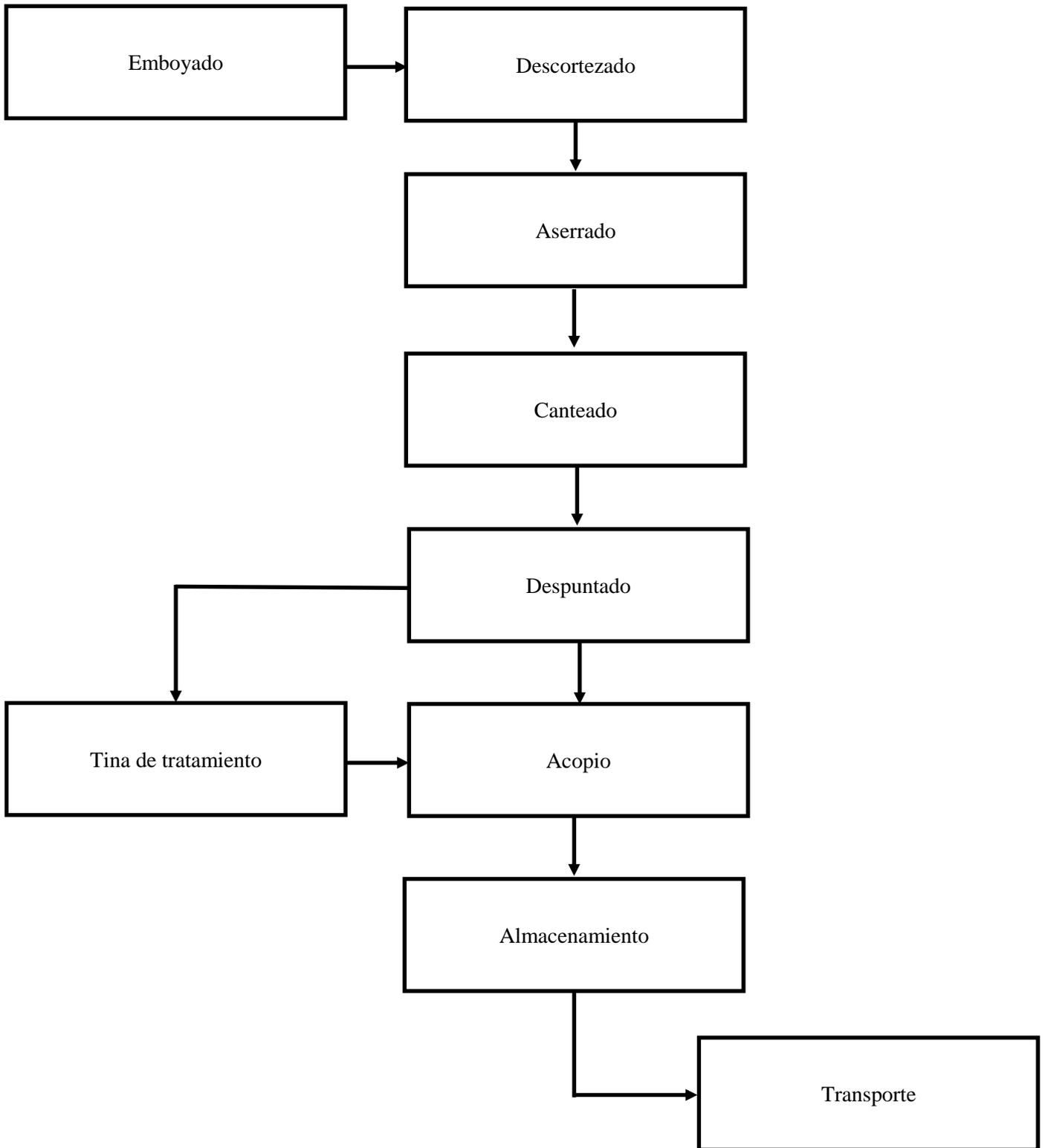


Figura 03. Flujograma aserradero FORESTAL ARPA S.A.C.

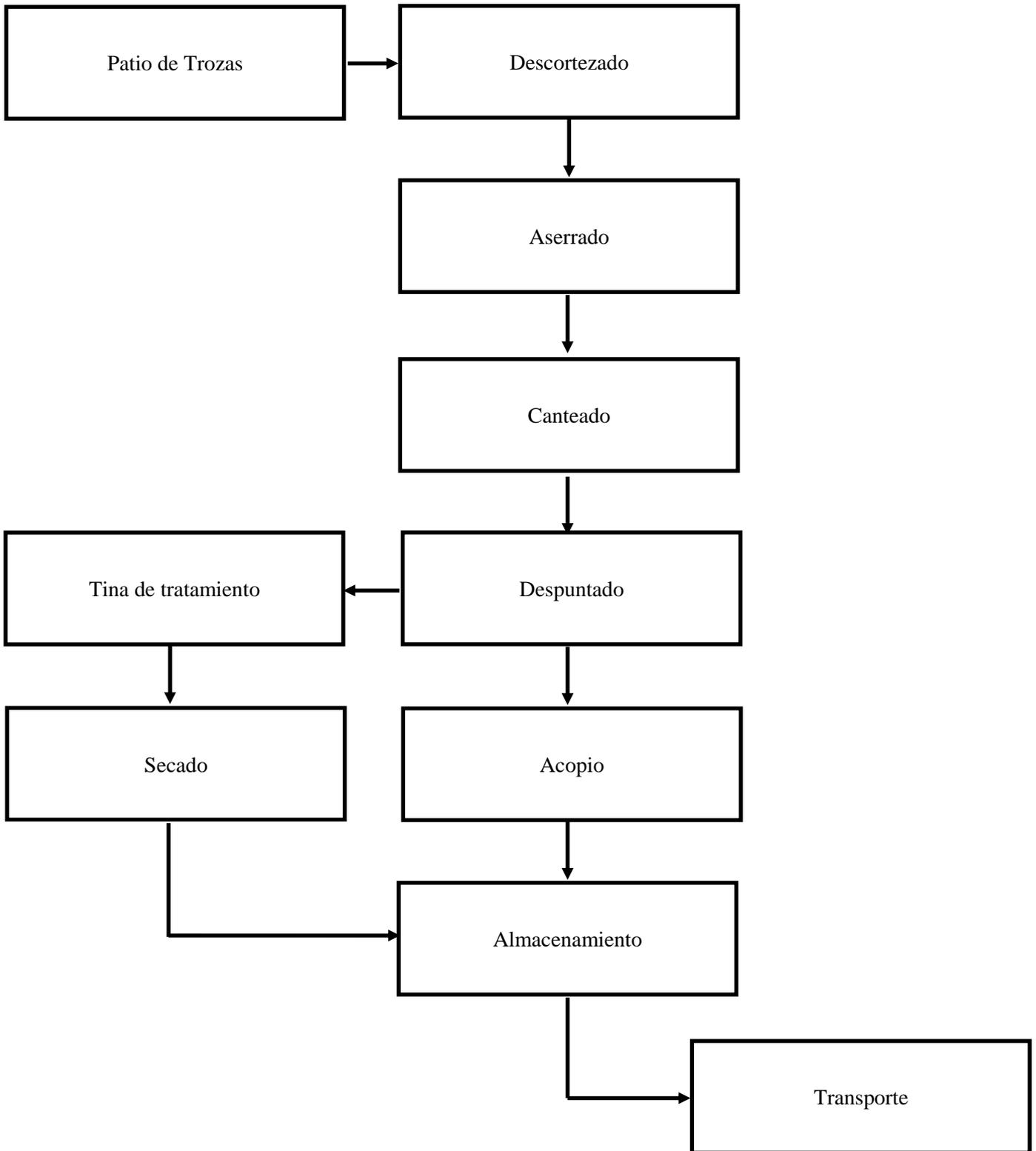


Figura 04. Flujograma aserradero INDUSTRIAL MADERERA ZAPOTE S.A.



Figura 5. Plataforma de trozas en espera para entrar a la sierra principal en la planta de aserrío de FORESTAL ARPA S.A.C.



Figura 6. Sierra principal de cinta de la planta de aserrío de FORESTAL ARPA S.A.C.



Figura 7. Troza de cumala (*Virola sp.*), en proceso de aserrío en la planta de aserrío de FORESTAL ARPA S.A.C.



Figura 8. Tablas de cumala (*Virola sp.*) obtenidas en la planta de aserrío de FORESTAL ARPA S.A.C.



Figura 9. Rampa de trozas de la planta de aserrío en IMAZA S.A.



Figura 10. Acumulación de residuos de descarte en IMAZA S.A.



Figura 11. Pre-secado de madera aserrada en IMAZA S.A.



Figura 12. Evacuación de residuos de descarte en IMAZA S.A.