



11 MAY 2011



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE  
BOSQUES TROPICALES**

**TESIS**

**Retrospectiva y prospectiva de la deforestación en el  
Sector Bellavista – Mazán, Loreto, Perú.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES.**

69229

**AUTOR**

**JOSÉ DAVID URQUIZA MUÑOZ**

**IQUITOS - PERÚ  
2011**

**NO SALE A  
DOMICILIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE  
BOSQUES TROPICALES

**Retrospectiva y prospectiva de la deforestación en el Sector Bellavista –  
Mazán, Loreto, Perú.**

**Tesis sustentada y aprobada el 14 de octubre de 2010**

JURADO CALIFICADOR



Dr. RICHER RIOS ZUMAETA  
PRESIDENTE



Dr. RONALD BURGA ALVARADO  
MIEMBRO



Dr. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ  
MIEMBRO



Dr. RODIL TELLO ESPINOZA  
ASESOR

## DEDICATORIA

*A Dios:*

*Por poner en mi espíritu, la fortaleza que necesito para seguir adelante a pesar de las dificultades.*

*A mis padres:*

*José y Diana, por orientarme, apoyarme y enseñarme los valores éticos-morales en todo momento de mi vida personal y profesional.*

*A mis abuelos:*

*Zulema, por enseñarme lo que hay que saber de la vida en el campo y creer en mí en las buenas y en las malas; a Víctor, por ser el mi ejemplo profesional; a Licenia por ayudarme en el desarrollo de mi carrera.*

*A mis hermanos:*

*Daniel y Marco, por ser mi especial motivación para superarme.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a:

- Dr. Rodil Tello Espinoza, docente de la facultad y asesor del presente trabajo, gracias por su tiempo, dedicación e invaluable enseñanza.
- Ing. Mauro Vásquez Ramírez, Director de Recursos Naturales - PEDICP
- Equipo Técnico de la Zonificación Ecológica Económica y el Ordenamiento territorial Bellavista – Mazán
- A todas las personas y amigos que de alguna u otra forma contribuyeron con sus opiniones y críticas para la culminación del presente trabajo.

## ÍNDICE

No	Descripción	Pág.
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	ii
	ÍNDICE	iii
	LISTA DE CUADROS	iv
	LISTA DE FIGURAS	v
	RESUMEN	vi
I	INTRODUCCIÓN	1
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	8
	<i>Características del área de estudio</i>	8
	<i>Materiales y equipos</i>	11
	<i>Material cartográfico y satelitario</i>	11
	<i>Equipos y software</i>	11
	<i>Método</i>	11
	<i>Tipo de Investigación</i>	11
	<i>Diseño de la investigación</i>	11
	<i>Población y muestra</i>	12
	<i>Variables, indicadores e índices</i>	12
	<i>Procesamiento digital de imágenes de satélite</i>	12
	<i>Interpretación visual y digitalización de imágenes</i>	13
	<i>Análisis multitemporal de la población y la deforestación</i>	14
	<i>Proyección de la deforestación al 2021</i>	15
	Análisis final del avance de la deforestación e interpretación de resultados	16
	Tasa de deforestación	17
	División del área de estudio	17
IV	RESULTADOS	18
	<i>Superficies calculadas a partir de la interpretación y digitalización</i>	18
	<i>Análisis multitemporal por zonas y año de estudio</i>	24
	<i>Determinación de la ecuación</i>	26
	<i>Mapificación de la proyección al 2021</i>	30
V	DISCUSIÓN	33
VI	CONCLUSIONES	35
VII	RECOMENDACIONES	37
VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
IX	ANEXOS	41

## LISTA DE CUADROS

<i>N</i>	<i>Descripción</i>	<i>Pág.</i>
1	<i>Superficies en hectáreas calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 1987.</i>	18
2	<i>Superficies en hectáreas calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 2002.</i>	20
3	<i>Superficies en hectáreas calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 2008.</i>	22
4	<i>Cantidad de hectáreas obtenida a partir de la digitalización para el año 1987, 2002 Y 2008 por zona de análisis.</i>	24
5	<i>Modelos estadísticos que presentaron el mejor R2</i>	27
6	<i>Comparación entre los modelos geométrico o exponencial (INEI), exponencial estadístico y la formula inversa.</i>	28
7	<i>Hectáreas por año y tasa de deforestación.</i>	32
8	<i>Proyección poblacional al 2021 en la zona 1.</i>	44
9	<i>Proyección poblacional al 2021 en la zona 2</i>	45
10	<i>Proyección poblacional al 2021 en la zona 3</i>	46
11	<i>Análisis para determinar el modelo estadístico apropiado</i>	48

**LISTA DE FIGURAS**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	<i>Mapa de deforestacion en el ano 1987</i>	19
2	<i>Comparacion visual entre el ano 1987 y 2002</i>	20
3	<i>Mapa de deforestacion en el ano 2002</i>	21
4	<i>Mapa de deforestacion en el ano 2008</i>	23
5	<i>Variacion total en hectareas entre los anos y elementos analizados</i>	26
6	<i>Proyeccion de los modelos geometrico, exponencial e inverso</i>	29
7	<i>Mapa de deforestacion secuencial entre los periodos 1987-2002; 2002-2008; 2008-2021</i>	31
8	<i>Mapa de ubicación del area de estudio</i>	43
9	<i>Mapa de division en zonas del area de estudio y extension</i>	44

## RESUMEN

La retrospectiva y prospectiva de la deforestación del sector Bellavista Mazán mostrado en el presente estudio corresponde al periodo 1987 – 2008, proyectado al año 2021. Los datos de la deforestación se obtuvieron a partir de la digitalización e interpretación de imágenes de satélite, además se utilizó censos de las poblaciones de los años 1993 y 2005. La deforestación se estimó en 37722.3 ha. para el año 1987, en el año 2002 fue de 44796.8 ha y en el 2008 fue de 47219.2 que representan el 19,25%, 22,85% y 24,09% respectivamente. La tendencia de la deforestación con el modelo estadístico inverso proyecta un incremento de la deforestación al año 2021 de 5825 ha, con una tasa de deforestación de 0.231% anual, equivalente a 452.58 ha/año.

**Palabras claves:** retrospectiva, prospectiva, Bellavista, Mazán, deforestación, digitalización, interpretación de imágenes de satélite.



## I. INTRODUCCION

Para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA (2002) la deforestación es desmontar total o parcialmente las formaciones arbóreas para dedicar el espacio resultante a fines agrícolas, ganadero o de otro tipo, esta concepción no tiene en cuenta ni la pérdida de superficie arbolada por desmonte parcial, ni el entresacado selectivo de maderas, ni cualquier otra forma de degradación; la deforestación es el proceso por el cual la tierra pierde sus bosques por acciones antrópicas, que el hombre causa en su búsqueda por satisfacer sus necesidades personales o comunitarias.

Cualquiera que sea el uso que se debe a la madera como combustible o leña para cocinar y calentar; las actividades económicas que en el campo requieren de áreas para el ganado o para cultivar diferentes productos, generan una gran presión sobre los bosques. La deforestación es una de las causantes del cambio climático global por las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y de la pérdida de la biodiversidad, al tumbar un bosque, los organismos que allí viven quedan sin hábitat, en muchos casos los animales, plantas y otros organismos mueren o les toca mudarse a otro bosque; destruir un bosque significa acabar con muchas de las especies que viven en él; algunas de estas especies no son conocidas por el hombre, de esta manera muchas especies se están perdiendo día a día y desapareciendo para siempre del planeta.

Para tener una idea de los efectos de la deforestación u otras actividades antrópicas en el ambiente es necesario conocer cual es la retrospectiva y prospectiva de la deforestación en el área del sector Bellavista-Mazán. La información obtenida ayudará a mejorar la gestión del bosque, las actividades

de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y forestales, que influenciarán en la toma de decisiones para mitigar el efecto del cambio climático global, de paso la protección de la biodiversidad y el recurso agua. Desde el punto de vista teórico ayudara a generar un marco conceptual y una metodología para la evaluación de la deforestación; desde el punto vista práctico, facilitará el control de la pérdida del bosque; desde el punto de vista ambiental permite tomar conciencia del impacto de la presión antrópica en la pérdida de la cobertura arbórea. La información también servirá para apoyar las herramientas de la planificación y en la planificación para el desarrollo del área. Finalmente dentro del programa REDD, el estudio permitirá apoyar el proceso de identificación de áreas con potencial de captura de carbono y las necesidades de reforestación para disminuir las emisiones de dióxido de carbono causadas por la degradación y deforestación de los bosques.

Por las razones expuestas en el presente estudio se planteo como objetivo general, realizar una Retrospectiva y prospectiva de la deforestación en el Sector Bellavista – Mazán, mediante el análisis e interpretación multitemporal de forma visual y digital de imágenes de satélite LANDSAT 5TM, de los años 1987, 2002 y SPOT del año 2008 cuantificando de esta manera la deforestación para los diferentes años analizados.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

La mayoría de definiciones sobre retrospectiva (Del lat. *retrospicere*, mirar hacia atrás) se considera como el desarrollo anterior, es decir una mirada u observación al pasado; y la prospectiva (Del lat. *prospicere*, mirar) como el conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o de predecir el futuro, en una determinada materia (**RAE 2001**).

La deforestación es la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su reemplazo por usos no forestales de la tierra, se explica principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre tierras forestales (**San Martín y Hansen, 1994**). Durante la década pasada, un promedio de 15,4 millones de ha de bosques tropicales en el mundo desaparecieron cada año (0,8%) y en total se perdieron el 10% de ellos (**WRI, 1994**). La eliminación de las coberturas forestales ha llevado directamente a la pérdida de especies de plantas y animales y de su hábitat, al agotamiento de recursos forestales, a la acumulación atmosférica de gases de invernadero y, de manera menos directa, a la erosión de los suelos, la sedimentación de los embalses y ríos y los cambios climáticos (**Johnson y Cabarle, 1995**).

La selva tropical húmeda es el ecosistema más productivo, intrincado, eficiente, y organizado de todos los ecosistemas terrestres conocidos, pero al mismo tiempo, uno de los más delicados y frágiles al ser manipulado. Los ecosistemas de la región amazónica se encuentran amenazados constantemente por la fuerte presión que ejerce las acciones del hombre a través de la explotación irracional de sus recursos forestales, de suelos y biodiversidad, principalmente por las actividades agropecuarias, muchas veces reñidas con las condiciones ecológicas de la región (**INADE – PEDICP, 2008**).

Durante los últimos 37 años, la deforestación ha sido la continuación de un proceso de larga data, en la época en que se celebró la Conferencia de Estocolmo, gran parte de la cubierta forestal ya había sido eliminada; entre las principales causas directas de la tala y degradación de bosques se encuentra la expansión de tierras agrícolas, la explotación excesiva de madera industrial,

leña y otros productos forestales, y el pastoreo excesivo; entre las fuerzas motrices subyacentes se encuentra la pobreza, el crecimiento demográfico, el comercio y el mercado de productos forestales, así como las políticas macroeconómicas. Los bosques también son objeto del deterioro ocasionado por factores naturales como brotes de insectos, enfermedades, incendios y fenómenos climáticos extremos, la pérdida neta de la superficie mundial de bosques durante los años noventa fue de cerca de 94 millones de ha (equivalente al 2,4 % del total de bosques) ello fue resultado del efecto combinado de un ritmo de deforestación de 14,6 millones de ha/año y uno de reforestación de 5,2 millones de ha al año, la deforestación de bosques tropicales es del 1 % anual; en los años noventa, casi 70 % de las áreas deforestadas fueron convertidas en tierras aptas para agricultura, en especial bajo regímenes de agricultura permanente más que migratoria, según un estudio que utiliza datos satelitales globales y constantes estimó que la extensión de bosques naturales densos (donde la cubierta de copas es más del 40 %) que quedaban en el mundo en 1995 era de 2870 millones de ha, equivalente al 21,4 % la superficie del planeta. La conferencia de Estocolmo reconoció que los bosques constituyen los ecosistemas más amplios más complejos y capaces de perpetuarse así mismos en todos los ecosistemas, e insistió en la necesidad de contar con políticas sólidas relativas al aprovechamiento de tierras y bosques, con una vigilancia permanente del estado de los bosques mundiales y con la introducción de la planificación de la gestión forestal; a la fecha, las recomendaciones de la Conferencia de Estocolmo relativas a los bosques siguen siendo válidas e incumplidas, de muchas formas, debido a los conflictos de intereses en la gestión ambiental ya sea esta tendiente a la conservación del medio ambiente o al desarrollo económico (*PNUMA, 2002*).

El futuro de los bosques húmedos tropicales de la Amazonía se ha convertido en un tema de interés general, debido a los efectos que podría tener la extensiva deforestación en el clima regional y mundial, porque la radiación solar no sería captada por la vegetación del bosque húmedo tropical (*Salo et al, 1993*).

Las tierras forestales y no forestales pueden ser identificadas y monitoreadas usando información geográfica y estadística. Los cambios en los stocks de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) netas en el tiempo pueden ser estimados usando “una combinación de mediciones directas, datos de actividad forestal, modelos basados en principios universalmente aceptados de análisis estadístico, inventarios forestales, técnicas de sensores remotos, mediciones de flujo, muestreo de suelos y censos ecológicos”. Estos métodos varían en precisión, verificabilidad, costo y escala de aplicación. El costo de medir cambios en los stock de carbono y de las emisiones netas de GEI para un área dada aumentan en forma proporcional a la precisión deseada y a la heterogeneidad del paisaje (*IPCC, 2000*).

Un incremento en la densidad de población, ya sea por crecimiento natural o migración, eleva la posibilidad de que ocurra la deforestación en cualquier sitio. Cada persona representa una demanda adicional de recursos (alimento, leña, albergue, tierra, etc.), lo que pone mayor presión sobre los recursos forestales. El efecto de cada persona adicional varía dependiendo de sus necesidades particulares y de la disponibilidad de empleo fuera de los sectores agrícola y forestal. En un estudio de deforestación en Costa Rica se observó que al duplicarse el número de posibles agricultores en un área adyacente a un terreno boscoso, se incrementaba la probabilidad de deforestación en un 37 % (*Rosero-Bixby y Palloni, 1996*).

Si bien la relación entre la deforestación y el crecimiento demográfico parece por lo general indisputable cuando se examina a nivel local, no resulta tan claro a niveles superiores. Veamos primero un ejemplo regional. Podría decirse que la presión demográfica en las zonas forestales es mucho mayor en Asia que en cualquier otra región del mundo, pero durante la década de 1990 los índices de deforestación neta fueron muy superiores en África y América del Sur (7,8 % y 4,1 % respectivamente) comparados con Asia (0,7%) (*FAO, 2000*). Tampoco está clara la conexión a nivel nacional; por ejemplo, algunos países que experimentaron considerable crecimiento demográfico en la década de 1990, de hecho aumentaron su cubierta forestal. Bangladesh y Gambia tuvieron un alto promedio de crecimiento demográfico (2,2 % y 3,3 % por año

respectivamente, comparado con 1,4% a nivel mundial), pero ambos registraron un aumento neto en su cubierta forestal (*Naciones Unidas, 2001*). La India, el segundo país más poblado del mundo, que incrementó su población en más de 160 millones de personas en dicha década, adquirió asimismo terreno boscoso debido al crecimiento de las plantaciones forestales que contrarrestaron los altos índices de depredación de los bosques naturales. Dichas observaciones llevaron a Jacques Diouf, director general de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a decir que “estas diferencias [entre países] no son resultado únicamente de la presión demográfica, sino que parecen deberse a cambios económicos en general y a la Política nacional sobre el uso del terreno y los bosques” (*AGENCE FRANCE-PRESSE, 2001*).

La mayor amenaza a los bosques amazónicos es la deforestación. **INRENA (1995)** estimó la tasa anual de deforestación del bosque amazónico en 261 158 ha/año, cifra que equivale a una pérdida de 716 ha por día. Ello habría significado 9 559 817 ha deforestadas en la Amazonía peruana hasta el año 2000. Durante el año 2000, se registró un incremento en la tasa de deforestación, con especial énfasis en los departamentos de Cajamarca, San Martín y Huánuco, los cuales en conjunto representan más del 60% de la deforestación de todo el país. Cabe señalar que, contrariamente a lo que se cree, la extracción de madera no es la razón principal por la cual se pierden los bosques de la selva. La causa fundamental de este problema es el cambio de uso de las tierras boscosas, principalmente para fines agropecuarios, como consecuencia de la migración del agricultor de la sierra. Es conveniente tener en cuenta que la deforestación por agricultura migratoria y ganadería está en relación directa con la accesibilidad a los bosques. En tal sentido, la construcción de carreteras, sin planes de desarrollo que las justifiquen, es el medio por el cual se da inicio a complejos procesos de degradación y desertificación.

Si bien muchos analistas piensan que el crecimiento demográfico contribuye a la deforestación de una manera u otra, existen discrepancias sobre el papel que ésta juega exactamente. Algunos creen que la dinámica de la población –

crecimiento, densidad y migración– es la causa principal de la deforestación, mientras que otros dicen que dicha dinámica simplemente recrudece o mitiga otras causas más básicas (la pobreza, las políticas sobre el uso de la tierra y el consumo de recursos), en diferente grado, ambos puntos de vista afirman el valor de las políticas que tratan de preservar los bosques reduciendo el crecimiento demográfico (mediante el acceso a la planificación familiar voluntaria, por ejemplo) o restringiendo la migración a zonas ecológicamente sensibles; existe una tercera teoría en la que no existe tanto convencimiento de que la población sea un factor importante en la deforestación, sino que pone de relieve la preponderancia de las otras causas mencionadas anteriormente ([www.fao.org/sd/Wpdirect/Wpre0089.htm](http://www.fao.org/sd/Wpdirect/Wpre0089.htm), 2001). Aunque existen desacuerdos sobre la relación entre la población y la deforestación, es innegable que en algún nivel el factor demográfico cuenta, el nexo quizás no resulte tan claro a nivel nacional o internacional debido a las grandes variaciones entre países o regiones con respecto a los otros factores relacionados con la deforestación.

Actualmente se viene realizando investigaciones con respecto a integrar la estratificación del bosque a partir de imágenes de satélite, con tecnología que permita identificar las densidades de carbono en un área determinada (**Asner, 2009**).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Características del área de estudio

El área de estudio comprende los espacios territoriales de las cuencas de los ríos Amazonas con 105 696 ha (53,92%) de origen andino peruano y Napo con 90 314 ha (46,08%) de origen andino ecuatorial. Las coordenadas UTM del área de estudio se encuentra localizada entre (X = 731 768 m E / Y = 9 638 568 m N), por el sur (X = 696 323 m E / Y = 9 589 138 m N), por el este (X = 767 214 m E / Y = 9 615 421 m N) y por el oeste (X = 679 564 m E / Y = 9 608 066 m N) (Ver anexo 1), con una altitud que varía desde 92 - 181 msnm, según la Carta Nacional (*ZEE – Bellavista - Mazán, 2008*).

Comprende las zonas de vida: bosque húmedo Tropical (Bh-T), bosque húmedo Tropical (Bh-T), transicional a muy húmedo tropical (trmht), bosque muy húmedo Tropical, Premontano Tropical (Bmh-PT). El clima en la selva baja, es cálido y húmedo, casi todo el año. Es una zona ecuatorial, con influencia de ríos. Con días cálidos de 40 °C y biotemperatura 26,1°C, con humedad que permiten tener un clima refrescante bajo sombra, con aparición de lluvias repentinas sin o con presencia del sol. Los periodos aparentes de excesivo sol, son regulados por repentinas lluvias que equilibran el ecosistema (*INADE, 2004*). El sector corresponde a un tipo de clima ecuatorial, con altas temperaturas y precipitación a lo largo del año (*SENAMHI, 1987*). Se trata de una zona lluviosa.

Los suelos identificados en el área de estudio según su origen son: suelos aluviales actuales, suelos aluviales recientes, suelos aluviales subrecientes, suelos aluviales antiguos. Según su morfología y génesis se identificaron cinco órdenes: Entisol, Inceptisol, Ultisol, Alfisol e Histosol; ocho sub - órdenes: Udepts, Aquepts, Fluvents Aquepts, Udults, Udepts, Udalfs y Fibrists; nueve gran grupos: Eutrudepts, Epiaquepts, Udifluvents, Epiaquepts, Hapludults, Plithudults, Dystrudepts, Hapludalfs, y Haplofibrists. Los Ultisoles son los suelos que ocupan las mayores superficies del área de estudio (33,68 %), en los que predominan suelos de drenaje moderado (*Vargas, 2008*).



En el área estudiada se encuentran superficies considerables de suelos con drenaje muy pobre identificado con la serie Aguajal (18 102 ha, 9,24%), pertenecen al Orden Histosol, sub grupo Hydric Haplofibrists y Typic Haplofibrists según FAO Gleysol. Los suelos de las series Capirona pertenecientes al Orden Entisol sub Grupo Tepic Udifluents, Orillar perteneciente al Orden Entisol, sub grupo Fluvaquentic Eutrudepts y según FAO Fluvisol, los suelos de la serie Orillar-Islas pertenecientes al Orden Entisol, Sub Orden Aquepts, Gran Grupo Epiaquepts, Sub Grupo Aerice Epiaquepts y Typic Epiaquepts, según FAO Fluvisol-Gleysol son los suelos que presentan fertilidad natural media pH 5,19 en el horizonte A1 y (pH 6,3 a 4,79) respectivamente. Los suelos de la serie Barrio Florido pertenecientes al Orden Alfisol, Sub Orden Udalfs son suelos que presentan reacción fuertemente ácida pH 5,49; saturación de bases mayor 75% deben ser considerados como excepcionales y para su uso adecuado tener en cuenta su fisiografía, principalmente (**Vargas, 2008**).

El área de estudio conforma parte de la Penillanura de Loreto. Se han definidos diecisiete (17) unidades fisiográficas del sector Bellavista Mazán, que involucra la cuenca del Amazonas, Subcuenca del Napo, microcuenca del Mazán y Momón, son las siguientes:

- Islas
- Playones o bancos de arenas
- Complejos de orillares
- Terrazas bajas de drenaje muy pobre
- Terrazas bajas de drenaje pobre
- Terrazas bajas de drenaje imperfecto
- Terrazas bajas de drenaje moderado
- Terrazas medias de drenaje muy pobre
- Terrazas medias de drenaje pobre
- Terrazas medias de drenaje imperfecto
- Terrazas altas con zonas de mal drenaje
- Terrazas altas ligeramente disectadas
- Terrazas altas moderadamente disectadas

- Terrazas altas fuertemente disectadas
- Colinas bajas ligeramente disectadas
- Colinas bajas moderadamente disectadas
- Colinas bajas fuertemente disectadas

Las unidades fisiográficas más extendidas en toda el área de estudio corresponden a los sistemas de terrazas altas ligeras y moderadamente disectadas. Los humedales del sector se desarrollan sobre las terrazas bajas y medias de drenaje pobre, muy pobre, y en los sistemas de terrazas altas con zonas de mal drenaje. Los asentamientos poblacionales humanos se ubican generalmente en las terrazas altas ligera y moderadamente disectadas. Algunas veces se han observado que las poblaciones están habitando las zonas de terrazas bajas alejadas de los cauces (**Castro, 2008**).

La mayor diversidad de familias se encuentra en las Magnoliopsidas (Dicotiledones) con 665 especies. Se registró 154 especies de Liliopsidas (Monocotiledoneas), 1 especie de Briófitas y 20 de Pteridófitas. Se registró 2 296 individuos, distribuidos en 114 familias, 398 géneros y 851 especies, entre Briófitas, Magnoliófitas y Pteridófitas. Se identificaron 14 formaciones vegetales, Bosques sucesionales arbustivos-arbóreos (1), bosques de terrazas inundables (2), aguajales densos (3), aguajales mixtos (4), aguajales mixtos asociados con poblaciones de *Mollia lepidota* Spruce ex Benth (5), pantanos herbáceos (6), pantanos herbáceos arbustivos (7), pantanos herbáceos asociado con poblaciones de *Mauritiella armata* (Mart.) Burret (8), bosques de colinas bajas (9), bosques de Terrazas altas (10), chacras sobre suelos arcillosos (11), complejo de purmas sobre suelos arcillosos (12), chacras sobre suelos arenosos (13) y complejo de purmas sobre suelos arenosos (14) (**Ramirez, 2008**).

El 56 % el área de estudio esta cubierto por vegetación natural, el 28 % por vegetación antrópica y el 15 % por cuerpos de agua. El sistema ecológico de mayor área es el de planicie aluvial con 71 067 ha (36%), tierra firme con 39 166 ha (20%), los cuerpos de agua (ríos y cochas) con 29,666 (15%). En la planicie aluvial los Bosques sucesionales arbustivos-arbóreos ocupan la mayor

superficie con 36,457 ha (18.6%), en tanto que los Pantanos herbáceos asociados con poblaciones de *Mauritiella armata* con 80 ha (0,04%) son los que ocupan la menor superficie (**Ramirez, 2008**).

### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.2.1 Material cartográfico y satelitario.**

- ❖ Cartas Nacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:100 000, correspondiente a los códigos N° 07-o, 07-p, 7-q, 08-o, 08-p, 08-q, 09-o, 09-p, 09-p, 09-q, 10-o, 10-p, 10-q.
- ❖ Mapas temáticos a escala 1:150 000 correspondiente a los estudios de Zonificación Ecológica Económica Bellavista - Mazán, elaborado por el INADE - PEDICP.
- ❖ Imágenes de Satélite Landsat TM5 y TM7, Path/Row 006/062, correspondiente a los años 1987, 2002 e imágenes de satélite SPOT del año 2008.

#### **3.2.2 Equipos y software**

- ❖ Licencia de ARC GIS 9.3, Licencia de ARCVIEW 3.3, Licencia de ERDAS Imagine ver. 9.2 y Licencia de PC ARC/INFO.
- ❖ Licencia de SPSS 17 en español.
- ❖ Pc Pentium IV, hard disk 120 Gigas, 2.2 gigas de RAM.
- ❖ Plotter HP Desing Jet 1050 C Plus. Impresora Láser HP 1300.
- ❖ Procesadores de Texto, Manejadores de Base de Datos, Hoja de Cálculo (Excel), Corel Draw.

#### **3.2.3 Material de oficina**

- ❖ Útiles de escritorio y papelería en general

### **3.3 Método**

#### **3.3.1 Tipo de Investigación**

Cuantitativa y cualitativa, retrospectiva y prospectiva.

#### **3.3.2 Diseño de la investigación**

No experimental, descriptivo y comparativo.

### 3.3.3 Población y Muestra

La población estuvo constituida por todas las aéreas deforestadas, tanto para agricultura, ganadería, asentamientos humanos y actividades forestales, considerándose para este caso las purmas y bosques secundarios, que aparecen en los mapas diferenciándolas de aquellas que fueron ocasionadas por causas naturales.

La muestra es igual a la población, es decir el estudio se hizo al 100%.

### 3.3.4 Variables, indicadores e índices

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
<b>Población</b>	Centros poblados	Tabla de jerarquización
	Población al 2021	Tabla de proyección
<b>Deforestación</b>	Tasa de deforestación	% de deforestación
	Proyección de la deforestación	Hectáreas
<b>Carreteras</b>	Trazo de la carretera Bellavista – Mazán	Kilómetros.

### 3.3.5 Procesamiento digital de imágenes de satélite

En esta fase del trabajo se realizó el pre-procesamiento y corrección geométrica. El pre-procesamiento consistió en la realización de realces para mejorar la radiometría de las mismas, asimismo se realizó la geo-referenciación de las imágenes full escena. En la corrección geométrica se emplearon más de 150 puntos de control para cada imagen. Los puntos se distribuyeron equitativamente en cada imagen logrando una corrección óptima que permita desarrollar el trabajo sin ningún problema.

La sistematización de la información, así como el procesamiento de la misma correspondiente a los mapas temáticos, se hizo a través de digitalización y edición de mapas, utilizando el sistema de información geográfica. Se realizó el procesamiento automático de los datos para su conversión de formato analógico a formato digital, para su almacenamiento, procesamiento, y análisis a través del sistema de información geográfica como corresponde. Asimismo

se realizó el geoprocesamiento que consiste en la superposición de información mediante layers o capas de información de dos o más periodos de información, que permitió obtener los cambios de la deforestación a lo largo del tiempo en el área de estudio, basado en la interpretación visual, digital y el trabajo de campo a efectuado, a partir de los cuales se generaron los mapas definitivos, así como los ajustes necesarios con los conocimientos de campo correspondientes.

### **3.3.6 Interpretación visual y digitalización de imágenes de satélite**

La interpretación de las imágenes de satélite y digitalización, se lograron mediante delimitación de áreas deforestadas a través de técnicas de análisis visual (en pantalla) de imágenes de satélite, sobre éstas se digitaliza vectores (puntos, líneas o polígonos) identificando las unidades de interés y a cierto nivel de interpretación (escala), utilizándose para ello patrones de identificación de los tipos de uso por los niveles de reflectancia.

Se seleccionaron las diversas combinaciones de las bandas (5, 4, y 3 u otro), obteniendo la mejor composición de bandas para el mapeo y discriminación de tipos de cobertura vegetal. Se utilizaron claves de interpretación definidas por la interacción de varios elementos que conllevan a evaluar un dato presente en la imagen de satélite bajo análisis.

Al interpretar las imágenes de satélite se usaron algunos elementos para la identificación de áreas deforestadas, estos elementos usados como patrones de identificación en este estudio son y se describen a continuación:

**Color y tono:** Los colores son el resultado de la combinación adecuada de bandas espectrales de una misma escena, este patrón permite tener una primera idea del área analizada, no obstante no es definitivo. El tono es la intensidad con la que se muestran los colores y nos da una idea del grado de intervención o condición del área en análisis.

**Forma:** La forma es el segundo patrón utilizado para la interpretación, y está en función principalmente de la regularidad del área analizada, es decir si tiene formas regulares (cuadrada, rectangular, circular, etc.)

estamos hablando de áreas intervenidas de forma antropica, en cambio si son irregular podemos estar viendo áreas formadas de manera natural. Sin embargo al igual que el color, este patrón no es definitivo y debe tener en cuenta los demás patrones para una correcta interpretación y que a escalas menores la forma no puede distinguirse claramente, debiendo utilizarse para su interpretación patrones como el contexto espacial y/o ubicación.

**Textura:** Este patrón hace referencia a la rugosidad o suavidad representada en la imagen. Esto nos permite tener una idea de la irregularidad y elevación del terreno: mientras mas rugoso sea, mas irregular será terreno y posiblemente más elevada con relación al nivel del rio, mientras más suave sea la textura mas plana y baja será el área.

**Contexto espacial y/o ubicación:** El contexto espacial y/o ubicación permiten ajustar los resultados de cualquier tipo de interpretación hecha, está en función al conocimiento del área por parte del intérprete y a la realidad de la zona en análisis. Para el caso de este estudio por ejemplo se conoce que la mayoría de centro poblados se encuentran ubicados en zonas cercanas a los ríos y que las chacras no están a mas de 2 0 3 km de los centros poblados.

### 3.3.7 Análisis multitemporal de la población y la deforestación.

#### Población

Para el análisis de la población se utilizo datos de los censos del INEI 2005 y para la proyección de la misma, mediante el modelo matemático geométrico dado por el INEI (1994):

$$N_t = N_0(1 + r)^t$$

Ecuación 1

Donde:

$N_0$  y  $N_t$  = Población al inicio y al final del período.

$t$  = Tiempo en años, entre  $N_0$  y  $N_t$ .

$r$  = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

$$r = \left( \frac{N_t}{N_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Ecuación 2

Donde:  $1/t$  = Tiempo intercensal invertido.

### Deforestación

El análisis de la deforestación se logra mediante la digitalización de cada imagen de satélite, obteniendo con esto las áreas ocupadas por zonas deforestadas en los diferentes periodos de información.

#### 3.3.8 Proyección de la deforestación al 2021

La proyección de la deforestación se hizo utilizando el modelo geométrico o exponencial del INEI (ecuación 1 y 2), este resultado fue comparado con los modelos estadísticos siguientes:

Ecuación 3: Modelo lineal

$$y = b_0 + (b_1 * t) + (b_2 * t ** 2)$$

Ecuación 4: Modelo logarítmico

$$y = b_0 + b_1 * (\ln(t))$$



11 MAY 2011

Ecuación 5: Modelo inverso

$$y = b_0 + \left(\frac{b_1}{t}\right)$$

Ecuación 6: Modelo cuadrático

$$y = b_0 + (b_1 * t) + (b_2 * t ** 2)$$

Ecuación 7: Modelo cúbico

$$y = b_0 + (b_1 * t) + (b_2 * t ** 2) + (b_3 * t ** 3)$$

Ecuación 8: Modelo exponencial

$$y = b_0 * (e ** (b_1 * t)) \quad \text{ó} \quad y = \ln(b_0) + (b_1 * t)$$

Para la toma de decisiones, se optó por la ecuación que presentó el mayor  $R^2$ , en el caso de empate, el criterio para desempatar fue el menor error estándar, de mantenerse el empate se optó por el modelo que tenga la mejor distribución de residuos, y en caso de empate se optó por aquella ecuación que sea más fácil de trabajar. Los cálculos se realizaron utilizando el software SPSS 15.

:69229

### 3.3.9 Análisis final del avance de la deforestación e interpretación de resultados.

En esta etapa se realizó el análisis final, resultado del geoprocésamiento y sobreposición de las diferentes capas de información (layers) obtenidas de las imágenes de satélite. Una vez obtenido la proyección de la deforestación al año 2021 se procedió a calcular la cantidad de hectáreas deforestadas por año, sacando un promedio de las mismas para calcular la tasa de deforestación.

NO SALE A  
DOMICILIO



### 3.3.10 Tasa de deforestación

La tasa de deforestación se calculó utilizando las hectáreas por año deforestadas (ecuación 9), calculando cuanto representa en porcentaje con respecto al área total de estudio (196010 ha. = 100%).

Ecuación 9

$$\text{hectáreas } \times \text{ año} = \frac{(N_t - N_0)}{t}$$

Donde:

$N_t$  = año final

$N_0$  = año inicial

$t$  = tiempo entre períodos (años)

### 3.3.11 División el área de estudio

Para un mejor análisis se dividió al área en tres zonas como se muestra en el anexo 2. Las cuales se numeraron según el orden de cantidad poblacional (anexo 3).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Superficies calculadas a partir de la interpretación y digitalización

Las superficies calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 1987 (cuadro 2) muestra que el bosque primario ocupa 124028,83 ha, que representa el 63,27 % del total del área, la superficie de área deforestada ocupa 37722,34 ha, que representa el 19,25 % del total de área estudiada, la vegetación sucesional ocupó una superficie de 4811,73 ha, que representa el 2,45 % del total del área de estudio; el 15,02 % ( 29445,20 ha.) restante no ha sido mostrado en el cuadro 2, esta representa las superficies ocupadas por los cuerpos de agua.

*Cuadro 1.- Superficies en hectáreas calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 1987.*

Año	Bosque primario (ha)	Deforestación (ha)	Vegetación sucesional (ha)	Total (ha)
1987	124 028,83	37 722,34	48 11,73	196 008,10

El análisis realizado para el año 1987 (figura 1) constituye la primera etapa del análisis multitemporal realizado al área de estudio, da los valores iniciales, que sirvieron de base para las comparaciones con los otros años.

Las superficies calculadas a partir de la interpretación y digitalización (figura 3) de la imagen de satélite para el año 2002 (cuadro 2) muestra que el bosque primario ocupa 116668,37 ha. lo que representa el 59,52 % del total del área, la superficie de área deforestada ocupa 44796,75 ha. y representa el 22,85 % del total de área estudiada. La vegetación sucesional ocupó una superficie de 6232,63 ha. y representa el 3,18 % del total del área de estudio; el 14,44 % (28310,34 ha.) restante que no ha sido mostrado en el cuadro 2 corresponde a cuerpos de agua.

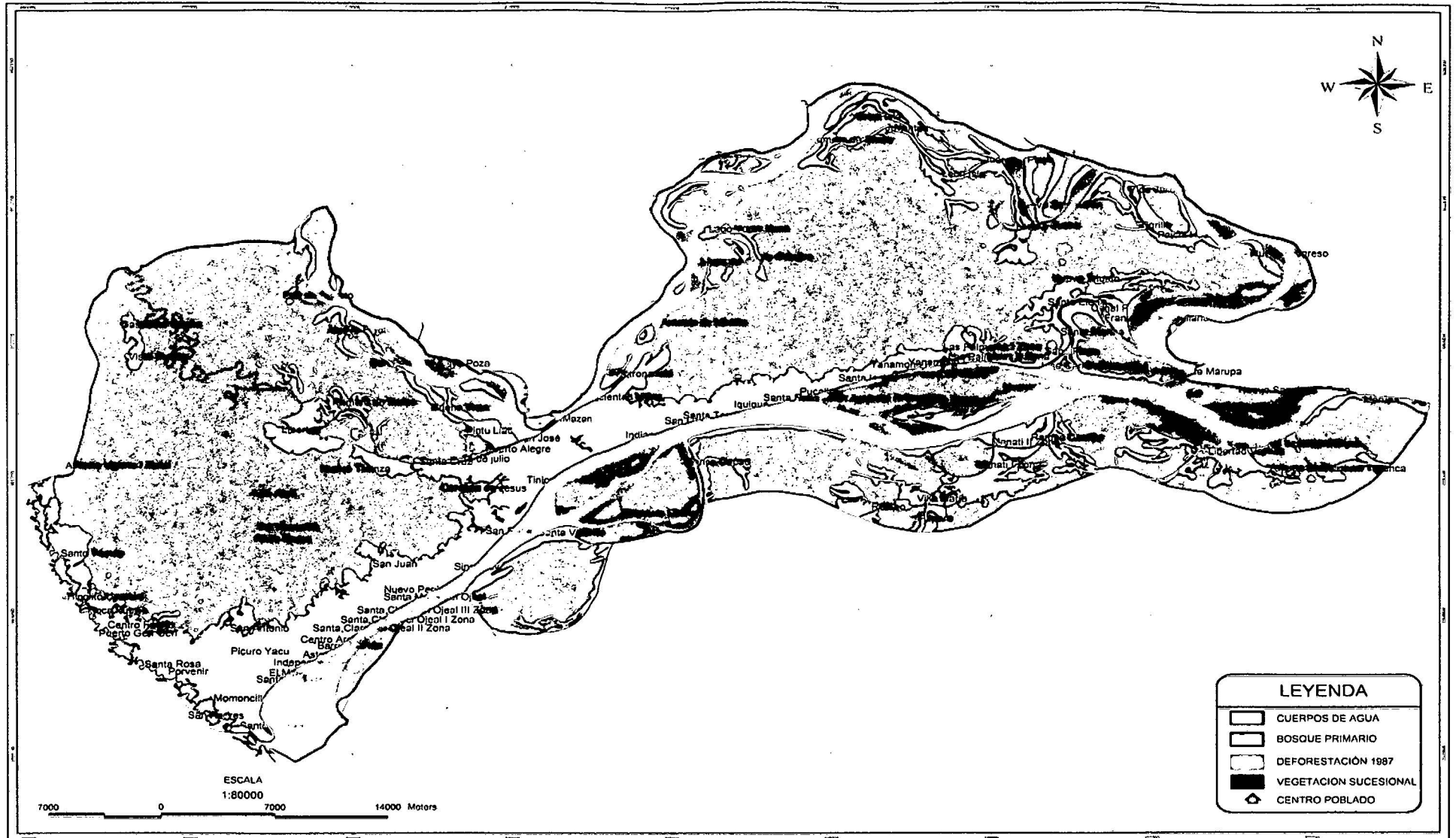
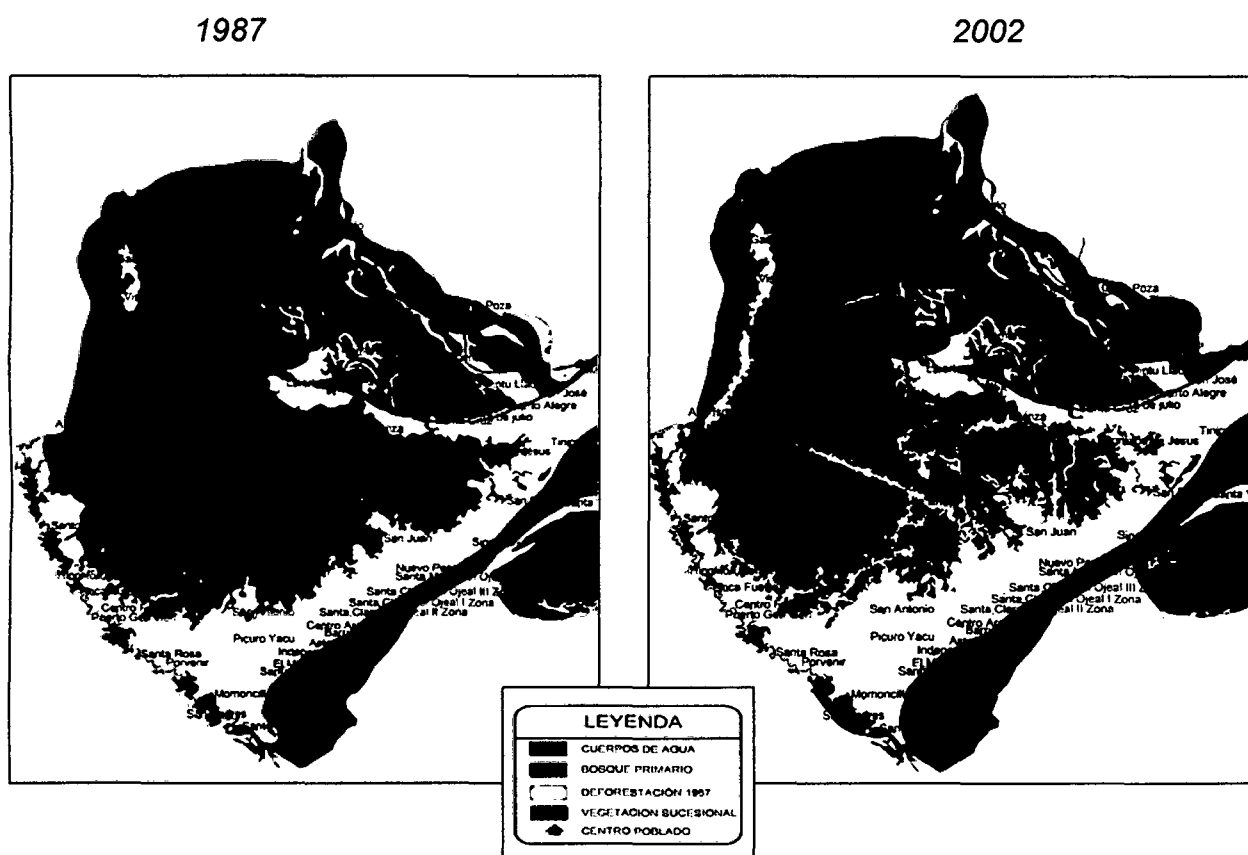


Figura 1.- Mapa de deforestación en el año 1987

**Cuadro 2.- Superficies en hectáreas calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 2002.**

Año	Bosque primario	Deforestación	Vegetación sucesional	Total
2002	116 668,37	44 796,75	6 232,63	196 008,10

Las superficies ocupadas por bosque primario en el año 2002 bajaron en 3.72% en comparación al año 1987, que representa una superficie de 7 291,50 ha; así, en este año la superficie ocupada por la vegetación sucesional alcanzó el valor más alto (6 232,63 ha) que en otros años. Las superficies ocupadas por la deforestación aumentaron en 3,6 % en comparación al año 1987 que fue de 37 722,34 ha; este aumento ocurrió en su mayoría en la zona 2 que comprende los centros poblados Nuevo Tiwinza y San Antonio, tal como se muestra en la figura 2.



**Figura 2.- Comparación visual entre el año 1987 y 2002**



**Figura 3.- Mapa de deforestación en el año 2002.**

Las superficies calculadas a partir de la interpretación y digitalización (figura 4) de la imagen de satélite para el año 2008 (cuadro 3) mostró que el bosque primario ocupó 11 6284,99 ha, que representó el 59,33% del total del área, la superficie de área deforestada ocupa 47 219,16 ha. y representa el 24,09 % del total de área estudiada. La vegetación sucesional ocupó una superficie de 2840,09 ha y representó el 1,44 % del total del área de estudio; el 15,13 % (29665,67 ha) del área restante que no fue mostrado en el cuadro 4 corresponde a las superficies ocupadas por los cuerpos de agua.

*Cuadro 3.- Superficies en hectáreas calculadas a partir de la interpretación y digitalización de la imagen de satélite para el año 2008.*

<b>Año</b>	<b>Bosque primario</b>	<b>Deforestación</b>	<b>Vegetación sucesional</b>	<b>Total</b>
2008	11 6284,99	47 219,16	2 840,09	196 009,91

La superficie de bosque primario perdido entre el año 2002 y 2008 fue de 384,62 ha, en este periodo la deforestación avanzó en 1,24% (2422,40 ha). Es en este año la vegetación sucesional fue la más baja (2840,09), mostrando una diferencia notoria de 1971,73 ha con respecto al año 1987; y 3392,54 ha con referencia al año 2002. Este aspecto debe ser tomado en cuenta en el análisis futuro, puesto que puede producir un sesgo en la información al querer comparar elementos de tierra firme con elementos de llanuras aluviales.

Los totales mostrados para el año 1987 y 2002, difieren en poco más de 1 hectárea del total mostrados para el año 2008, debido a que el tipo de sensor utilizado para los años 1987 y 2002 (LANDSAT con resolución de 30m), es diferente al utilizado en el año 2008 (SPOT con resolución de 10m).

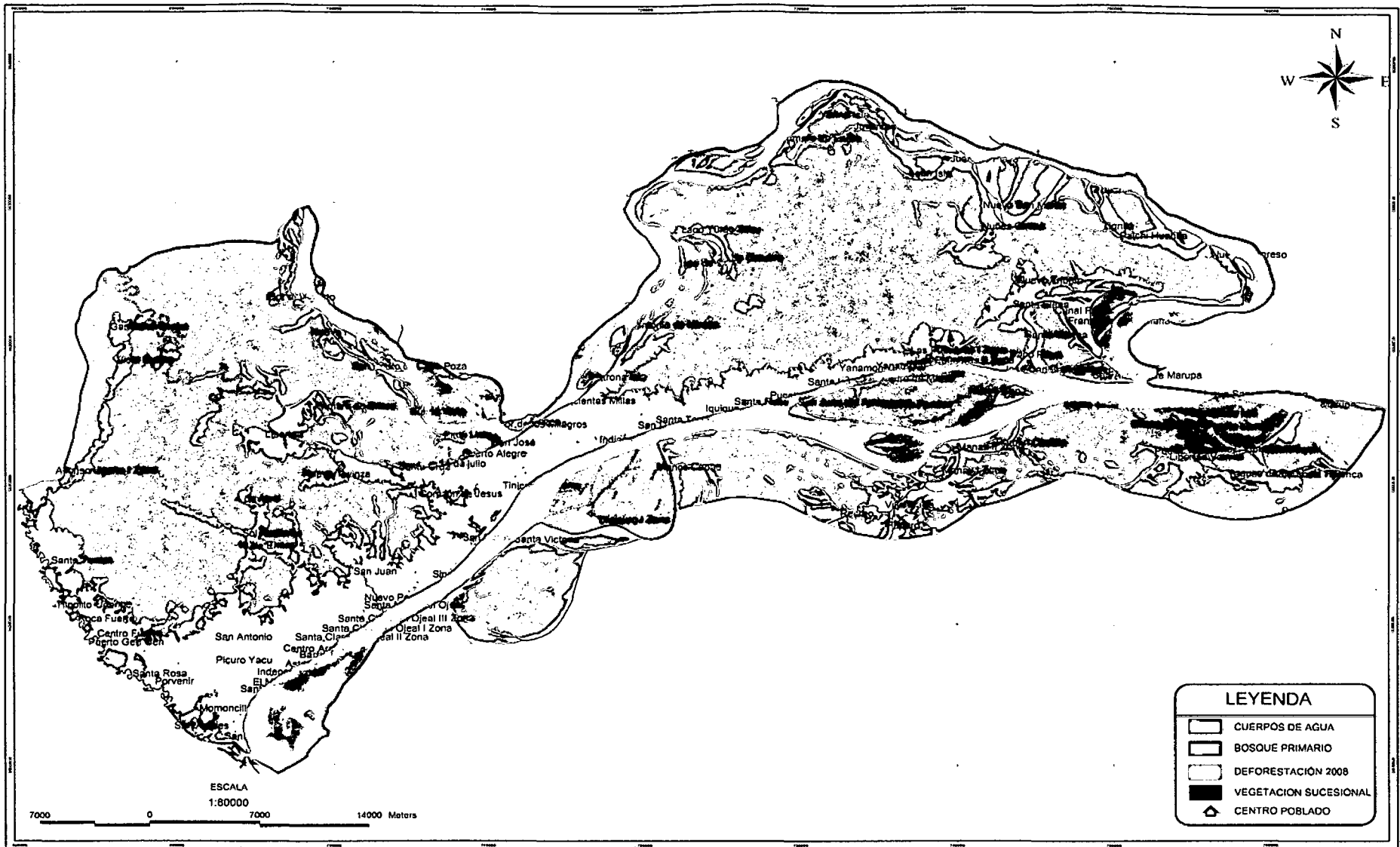


Figura 4.- Mapa de deforestación en el año 2008.

## 4.2 Análisis multitemporal por zonas y año de estudio.

Las áreas calculadas por el SIG y mostradas en el cuadro 4 muestra el resultado del análisis multitemporal para cada uno de los elementos analizados en este estudio. Se puede ver como la deforestación aumenta y el bosque primario decrece. No obstante es importante señalar que hay excepciones como el aumento del bosque primario localizado en la zona 2 y 3 entre los años 2002 y 2008 porque se ha incluido vegetación que en el 2002 era sucesional y en el 2008 fue considerado como bosque primario bajo el criterio de la reflectancia captadas por el sensor; por esta razón los cuerpos de agua aumentaron y decrecieron en extensión de un año a otro.

El cuadro 4 también se da una clara muestra de los sectores y/o zonas más afectados por la deforestación a los largo de los periodos analizados; la zona con mayor incidencia de deforestación fue la zona 2 notándose claramente en los datos obtenidos por digitalización que la superficie del bosque (hectáreas) en todos los periodos y en comparación a otra zonas fue la más elevada.

*Cuadro4.- Cantidad de hectáreas obtenida a partir de la digitalización para el año 1987, 2002 Y 2008 por zona de análisis.*

CONDICION	Año		
	1987	2002	2008
BP1	27368,10	27009,33	27190,23
BP2	53254,50	47665,57	46435,27
BP3	43406,23	41993,47	42659,49
CA1	9874,65	9081,80	9476,48
CA2	7719,35	8130,38	8385,20
CA3	11851,19	11098,16	11803,99
DEF1	9843,21	10940,74	11742,03
DEF2	16248,99	20461,58	21687,53
DEF3	11630,14	13394,43	13789,60
VS1	1334,37	1793,89	70,28
VS2	109,55	1074,86	837,34
VS3	3367,81	3363,88	1932,47
<b>TOTAL</b>	<b>196008,11</b>	<b>196008,11</b>	<b>196009,91</b>

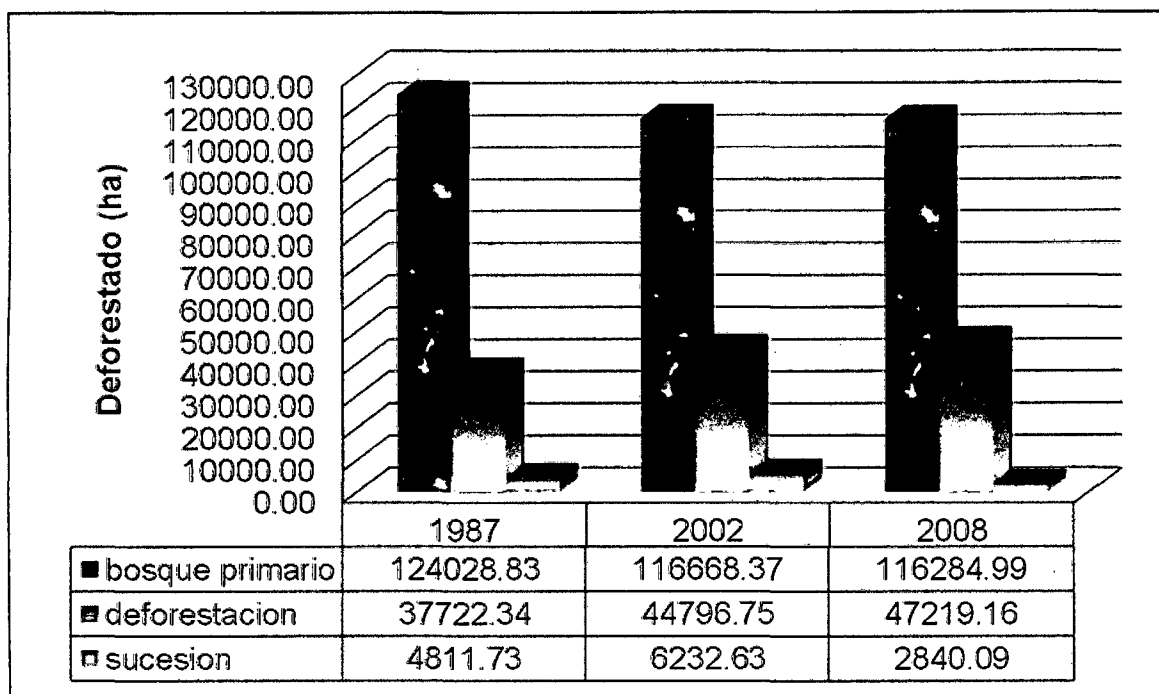
*\*BP (bosque primario), CA (cuerpos de agua), DEF (deforestado), VS (vegetación sucesional); 1, 2,3 indican la ubicación por zona.*



La vegetación sucesional es variante pudiendo aparecer en un periodo, desaparecer o formar parte de otra clasificación en otro periodo. Este problema es propio de un análisis multitemporal puesto que al analizarse diferentes escenas de la imágenes de satélite sin tener en cuenta el período estacional, se obtiene resultados muy variados (figura 5) y complicados de analizar, sobre todo en el total de superficie de tierra firme (suma de bosques primarios, secundarios, deforestación) y los cuerpos de agua.

Los diferentes elementos analizados y comparados en el cuadro situacional (cuadro 4) nos muestra el dinamismo que tiene los ecosistemas en la Amazonía, demostrado por ejemplo en el aumento y descenso de las superficies ocupadas por los cuerpos de agua que varía hasta en 1355,33 ha (periodo 2002–2008), producto de la hidrodinámica y estacionalidad en que se encuentra; el ascenso y/o descenso de deforestación y bosques primario respectivamente, que varía uno en función al otro y con influencia de la vegetación sucesional que pasa a ser bosques primario en un momento determinado, produciendo un aumento en deforestación y bosques primario al mismo tiempo en el periodo 2002 – 2008 en las zonas 2 y 3 de 27 009,33 ha. a 27 190,23 ha y 41 993,47 ha a 42 659,50 ha respectivamente. Dicho fenómeno solo se observa si se analiza los elementos por zonas.

El área total de estudio en el año 2008 varía ligeramente en relación a otros años, producto de la utilización de imágenes de satélite con diferentes sensores y nivel de resolución (Landsat para los datos 1987 y 2002, SPOT para el año 2008).



**Figura 5.- Variación total en hectáreas entre los años y elementos analizados.**

#### 4.3 Determinación de la ecuación

Los métodos lineales, logarítmico, inverso, cuadrático y cúbico (cuadro 5) presentaron el mejor ajuste entre la deforestación y años del periodo, pero tuvieron el mismo valor del  $R^2$  (0,999), por esta razón para el desempate se tomó aquella ecuación que tuvo el menor error estándar, así la mejor ecuación para predecir la deforestación para el periodo fue el modelo inverso  $Y = b_0 + b_1/X$  que tuvo fuerte asociación entre el año y deforestación, cuyo modelo de regresión fue altamente significativo ( $R^2=0,999$  y error estándar 214 746 ha,  $F=1055,138$ ), por lo que se acepta la hipótesis de que la tendencia de la prospectiva de la deforestación del sector Bellavista Mazán entre los años 1987 - 2021 y 2002-2021 y 2008 - 2021 no es el tipo geométrico o exponencial.

**Cuadro 5.- Modelos estadísticos que presentaron el mejor R2.****Modelo sumario y parámetros estimados**

Ecuación	Modelo Sumario					Parámetro Estimado				Error estándar
	R Cuadrado	F	df1	df2	Sig.	Constante	b1	b2	b3	
Lineal	0,999	911,866	1	1	0,021	-868246,744	455,974			230,985
Logarítmico	0,999	979,663	1	1	0,020	-6877456,374	910571,700			222,857
Inversa	0,999	1055,138	1	1	0,020	952904,938	-1,818E9			214,746
Cuadrático	0,999	911,866	1	1	0,021	-868246,744	455,974	0,000		230,985
Cúbico	0,999	911,866	1	1	0,021	-868246,744	455,974	0,000	0,000	230,985

En ese sentido la ecuación seleccionada fue:

Ecuación 3: 
$$Y = b_0 + \left(\frac{b_1}{t}\right)$$

Donde:

$Y$ =deforestación

$b_0$ = constante

$b_1$ = estimación de parámetros

$t$ =año evaluado

Esto quiere decir que  $Y$  es igual a la deforestación y  $t$  es igual al año (variable independiente o regresora).

El cuadro 6, muestra la comparación entre los diferentes modelos analizados, la deforestación observada es el resultado del proceso de digitalización, la proyección al año 2021 calculado con el modelo geométrico (ecuación 1) fue 54293,49 ha, con el modelo exponencial (ecuación 8) fue 54610,40 ha y con el modelo inverso (ecuación 5) fue 53165,87 ha, cuyo resultado es el menor de todos y el más conservador.

**Cuadro6.- Comparación entre los modelos geométrico o exponencial (INEI), exponencial estadístico y la formula inversa.**

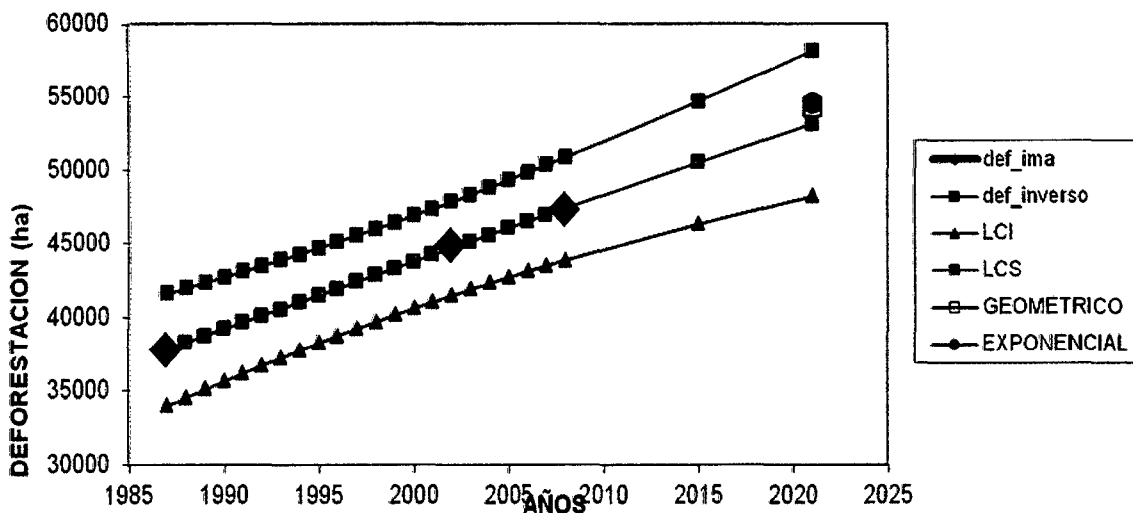
Años	Deforestación observada	proyección geométrica	proyección exponencial	formula inversa
1987	37722,34	-	37775,46	37770,24
2002	44796,75	-	44445,41	44626,89
2008	47219,15	-	47432,26	47340,87
2021		54293,49	54610,403	53165,88

La proyección obtenida con el modelo exponencial a pesar de que el  $R^2$  fue 0,997, muestra un buen ajuste de la deforestación anual, pues el modelo geométrico también es conocido como exponencial, cuya diferencia en la proyección al 2021 fue aproximadamente 320 ha.

La fórmula inversa es la que estadísticamente muestra el mayor ajuste de la superficie deforesta por años de evaluación, tal como lo demuestra el  $R^2$  muy

aproximado a 1, es el que presenta el menor error estándar con 214,746. Los datos obtenidos por este método se utilizaron para los cálculos de hectáreas por año y la tasa anual de deforestación para las 196010 hectáreas analizadas en el presente estudio.

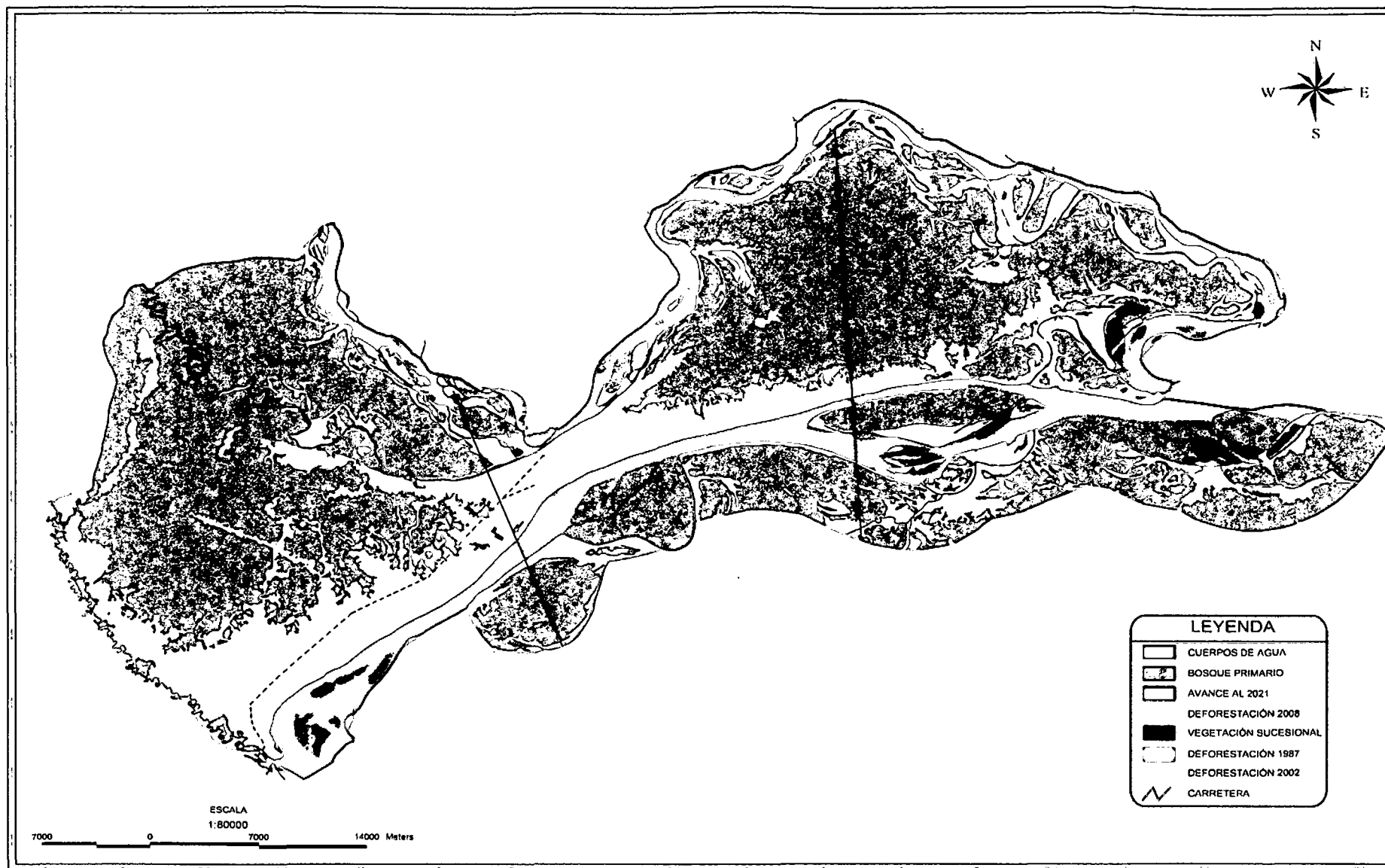
Para descartar o aceptar completamente la hipótesis de que la tendencia de la prospectiva de la deforestación del sector Bellavista Mazán entre los años 1987 - 2021 y 2002-2021 y 2008 - 2021 no es el tipo geométrico o exponencial se realizó una proyección (figura 6) de los modelos geométrico, exponencial e inverso, utilizando para esto límites inferiores y superiores calculados a partir de las constantes y estimación de parámetros encontrados en el modelo de regresión con estimación curvilínea (anexo 5). En la figura 6 se observa que la estimación inversa sigue una proyección media, es decir sin estar muy próximo a ninguno de los dos límites, a diferencia de la proyección geométrica y la exponencial que se encuentran cercanos al límite superior, lo que nos indica que la proyección geométrica y la exponencial tiende a sobre estimar los valores proyectados. Este resultado nos permite rechazar la hipótesis antes mencionada, puesto que si bien es cierto la inversa se ajusta de manera más exacta, la geométrica y la exponencial se encuentran dentro de los rangos establecidos como límites superiores e inferiores.



**Figura 6.- Proyección de los modelos geométrico, exponencial e inverso.**

#### **4.4 Mapificación de la proyección al 2021**

El mapa de la deforestación al 2021 (figura 7), se hizo utilizando la proyección obtenida por fórmula inversa para cada zona de análisis y distribuida en toda el área en función del crecimiento poblacional y el posible establecimiento de una carretera en la zona 2.



**Figura 7.-Mapa de deforestación secuencial entre los periodos 1987 – 2002, 2002 – 2008, 2008 - 2021.**

Las proyecciones al 2021 muestran que la mayor deforestación se da en la zona 1, esto debido a que concentra los dos núcleos poblacionales más grande de la zona: Mazán e Indiana. En el límite de la zona 2 con la zona 1 se observa un gran avance, esto debido a la proyección de la carretera denominada: "Carretera Bellavista – Mazán", que cruza una parte de bosque que está en la actualidad como bosque primario. No obstante este tramo de la carretera no tendría mayor impacto desde el punto de vista de deforestación; como se muestra en el mapa, la mayor parte por donde está trazada la carretera Bellavista Mazán, son áreas que ya han sufrido una extensa deforestación como se puede observar en la figura 7.

Los cálculos de hectáreas por año y tasa de deforestación mostrados en el cuadro 7, se realizaron en función a los resultados obtenidos por la formula inversa. Los resultados muestran una cantidad promedio de deforestación de 452,58 ha/año, estos resultados están en función a las diferencias existentes entre los periodos analizados, es decir la diferencia de hectáreas entre periodos divididos entre el número de años del periodo. Estos resultados expresados en porcentaje, que indica la tasa de deforestación representan el 0,233 % anual.

**Cuadro7.- Hectáreas por año y tasa de deforestación.**

Periodo		Def. N0	def. Nt	ha/año N0 - Nt	Tasa de deforestación
N0	Nt				
1987	2002	37770,24	44626,89	457,11	0,233
2002	2008	44626,89	47340,87	452,33	0,231
1987	2008	37770,24	47340,87	455,74	0,233
1987	2021	37770,24	53165,88	452,81	0,231
2002	2021	44626,89	53165,88	449,42	0,229
2008	2021	47340,87	53165,88	448,08	0,229
<b>Promedio</b>				<b>452,58</b>	<b>0,231</b>



## V. DISCUSION

Walsh (2005), menciona que la estimación del valor promedio de deforestación anual (ha/año) proviene de sólo tres valores o evaluaciones. Para tener estimaciones más reales y precisas de este valor, es necesario contar con un mayor número de evaluaciones. Puede haber sucedido que la deforestación no ha sido regular durante los períodos evaluados, sino más bien pudo haber estado concentrada en algunos años, entonces de haber sucedido así, el promedio estimado no estaría reflejando la realidad, pudiendo cometer por tanto un sesgo al hacer afirmaciones presentes y futuras. Los intervalos usados por el estudio de Walsh son 1990, 2000 y 2005, lo que deja un intervalo máximo de tiempo de 15 años. En el presente estudio, el análisis de la deforestación se hizo con un intervalo máximo de tiempo de 21 años y tomando una variable más que las utilizadas en el estudio de Walsh, la variable de crecimiento poblacional, que de alguna manera nos permite tener información menos sesgada, puesto que algunos autores como Rosero-Bixby y Palloni (1996), mencionan que un incremento en la densidad de población, ya sea por crecimiento natural o migración, eleva la posibilidad de que ocurra la deforestación en cualquier sitio; contando en este estudio con censos de los años 1993 y 2005 para demostrar dicha influencia.

Según Dourojeanni (1990), de todas las actividades económicas, la que más impacto tiene en la Amazonía es la agropecuaria; agrega que, toda la deforestación producida en el pasado remoto o reciente es atribuible directa y exclusivamente a la agricultura y a la ganadería. Así mismo San Martín y Hansen (1994), mencionan que la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su reemplazo por usos no forestales de la tierra, se explica principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre tierras forestales. No obstante en este estudio además de estas atribuciones dadas hay que agregar que el crecimiento poblacional y como consecuencia la expansión urbana y rural son elementos de gran efecto en la desaparición de bosques, puesto que la expansión de zonas urbanas y rurales, sumada a la conectividad entre estas (construcción de una carretera, como se muestra en este estudio), tiene una gran implicancia en el aumento

deforestación; en concordancia con Brown y Pearce (1994), la deforestación se debe al desbroce del terreno por el ser humano, con el fin de utilizarlo para la agricultura y el pastoreo, o la construcción de carreteras, y la explotación maderera y extracción de productos forestales. Estas causas directas de la deforestación son síntomas de la relación entre la demografía, la sociedad y la economía. Si bien la deforestación tiene lugar de diferentes formas, sus cuatro causas básicas se han resumido en la frase “la población, la pobreza, la explotación y las políticas”

La fórmula geométrica analizada no se puede aplicar por sí sola, puesto que muestra resultados exponenciales que no se ciñen a la realidad, no obstante es posible mitigar este problema teniendo en cuenta otras variables para la distribución del total de áreas calculadas por esta fórmula. Las variables fueron el crecimiento poblacional y trazado de la carretera Bellavista Mazán, haciendo que los resultados obtenidos por el cálculo geométrico se encuentren muy bien distribuidos en toda el área de estudio. Sin embargo, el resultado del análisis de regresión demuestra que  $R^2$  para la fórmula exponencial es bajo con respecto a otros modelos estadísticos como el lineal, logarítmico, inverso, cuadrático y cúbico, de los cuales el que presentó menor error estándar es el obtenido por la fórmula inversa, haciendo de esta el modelo más confiable estadísticamente para nuestra proyección de la deforestación.

INRENA (1995) menciona que la mayor amenaza a los bosques amazónicos es la deforestación. En 1995, INRENA estimó una tasa anual de deforestación del bosque amazónico de 26 1158 ha/año, cifra que equivale a una pérdida de 716 ha/día, en este mismo cálculo se estima que Loreto pierde 54 712 ha/año, es decir 150 ha/día aproximadamente (INRENA, ob. cit., 1995, p. 32), lo que contrasta en gran manera lo estimado en este estudio, es decir; en el área de estudio con una superficie de 196010 ha se deforesta 1,2 hectáreas diarias, realizando la proyección con los procesos tratados en el presente estudio podemos decir que la deforestación de Loreto con una superficie de 36885195  $\text{km}^2$  (DRCTA, 2010) tendríamos como resultado 236,27 hectáreas/día y una deforestación al año de 85057 hectáreas.

## VI. CONCLUSIONES

1. La retrospectiva de la deforestación para el sector bellavista Mazán muestra una tendencia que se ajusta estadísticamente al modelo inverso, es decir que la hipótesis señalada en el presente estudio acerca de que la retrospectiva de la deforestación del sector Bellavista Mazán para el periodo 1987-2002 y 2002-2008, no es el del tipo geométrica o exponencial es aceptada, puesto que la tendencia de la deforestación para el sector Bellavista – Mazán, no muestra un comportamiento exponencial, quedando comprobado por el coeficiente de  $R^2$  y respaldado por el error estándar más bajo.
2. La proyección o prospectiva estimada para el año 2021 muestra claramente un incremento inevitable de la deforestación, demostrado en el hecho de que la población crecerá y por lo tanto la expansión urbana y/o rural también. No obstante la prospectiva realizada nos lleva a concluir que este crecimiento no será estrictamente exponencial o geométrico, de esta manera la hipótesis de que la tendencia de la prospectiva de la deforestación del sector Bellavista Mazán entre los años 1987 - 2021 y 2002-2021 y 2008 – 2021 no es el tipo geométrico o exponencial, es rechazada, quedando demostrado en el hecho que las proyecciones realizadas con límites superiores e inferiores no son sobrepasados en ninguno de los casos. Por otro lado basado en la fórmula inversa que es la más aceptada se tendrá un incremento en la deforestación de 5825 hectáreas a partir del último año evaluado (2008) dándonos una tasa de deforestación de 0,229 % del área del estudio, que indica la tasa de deforestación más baja de todo el análisis.
3. La tasa de deforestación anual calculada para los diferentes periodos es de 0,231%, equivalente a 452,58 ha/año, por lo tanto la proyección hacia el año 2021 nos da un total 53165 ha. lo que representa el 27,12 % del total del área de estudio.

4. El aumento de la deforestación debido a la explosión demográfica o aumento de la población, no es concluyente, debido que otros factores, tales como política o socioeconómica influyen de mayor o igual forma que el simple hecho del aumento de poblacional, esto se refleja en el hecho de que los centros poblados más alejados de las orillas de los ríos incrementaron su población en años anteriores al 2008, cuando el bosque que rodeaba a estos centros están de alguna manera intactos, en la actualidad como lo demuestran los censos de 1993 y 2005, estos centros poblados han disminuido su número de habitantes y se han acrecentado en número de habitantes los centros poblados más cercanos a los ríos, haciendo que los bosques que se habían intervenido en el pasado ahora se estén regenerando. Desde el punto de vista político se puede decir que la deforestación en la región se ha visto influenciada por los créditos agrícolas, ganaderos y piscícolas otorgados, fomentando un cambio de uso de la tierra con poco o nada de sustento técnico.
  
5. Las proyecciones poblacionales más altas se encuentran en los sectores de Mazán e Indiana, no obstante el crecimiento de la deforestación no se puede dar en esas zonas por no tener espacio geográfico (tierra firme), debiéndose proyectar la deforestación hacia los pueblos más cercanos, por tal motivo se explica que los pueblos cercanos a estos dos núcleos poblacionales sin tener una gran proyección poblacional, muestran un avance de deforestación muy extenso.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Para un mejor análisis multitemporal utilizando imágenes de satélite se debe tener en cuenta la estacionalidad, es decir que de ser posible las imágenes a analizar deben ser del mismo mes; esto, para evitar cambios en la proporción de terreno en diferentes años, debido principalmente a la hidrodinámica de los ríos, que tiende a remover grandes extensiones de tierra.
2. Las imágenes de satélite se constituyen como una herramienta fundamental en el manejo de información espacial de la deforestación, sin embargo la información de campo es indispensable para no sesgar información y tener en cuenta a otras variables como por ejemplo la regeneración natural, para no estar sujetos solamente a los cambios geométricos obtenidos de la interpretación y digitalización de las imágenes de satélite.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acho, G.; T. Pacheco. 1995. Cuantificación de la deforestación causada por actividades agropecuarias en la carretera Contamana-Aguas Calientes, Contamana, Loreto, Perú. *En*: IIFF-FCF Compendio de resúmenes de tesis. 1978-2007. Primera edición. FCF-UNAP. Iquitos, Perú. 2007. 186 p.
- Alves D. & D. Skole. 1996. Characterizing land cover dynamics using multitemporal imagery. *International Journal of Remote Sensing* 17(4):835-839.
- Agence France Presse, el 23 de enero del 2001. Africa, South America blamed for deforestation.
- Asner, G. 2009 Tropical forest carbon assessment: integrating satellite and airborne mapping approaches. California, USA. 5 p.
- Castro, I. 1993. Monitoreo de la deforestación y el uso del suelo en el área de influencia de la carretera Federico Basadre, Ucayali - Perú. FUNDEAGRO.
- Castro, W. 2008. Diagnóstico ambiental del componente fisiografía. ZEE Bellavista Mazán. INADE-PEDICP. Iquitos, Perú. 23 p.
- CORDECruz 1994. Proyecto de protección de los recursos naturales en el departamento de Santa Cruz. Monitoreo de bosques. Santa Cruz – Bolivia.
- Dourojeanni, M. 1990. Amazonía ¿Qué hacer?. Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 444 p.
- FAO. 2000. FRA Forest Cover Change. Francia. visto en [www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp](http://www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp), el 13 de agosto del 2001.
- Franco R. y M. Rodríguez. 2003. Análisis multitemporal de la cobertura forestal en la región del Carare-Opón, mediante Imágenes Landsat, Colombia, 10 p.
- Gasparri N.I. y M.G. Parmuchi. 2003. Deforestación en la zona de transición entre Yungas y Chaco en la provincia de Salta: Región Parque Chaqueño período 1984-2001. UMSEF. Dirección de Bosques. SAyDS. 25p.

- Gómez, E. y O. T. Tamariz. 1998. Uso de la tierra y patrones de deforestación en la zona de Iquitos. *En*: Geoecología y Desarrollo Amazónico: Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Kalliola, Risto y Flores Paitán, Salvador. 150 - 155 p.
- Hartshorn, G. 1975. Demostración de Manejo Y Utilización Integral De Bosques Tropicales. Organización de las Naciones Unidas-FAO. Lima – Perú.
- INRENA, 1996. Monitoreo de la deforestación en la Amazonía peruana. Lima – Perú. (1996). Guía explicativa del Mapa Forestal 1995. Lima: INRENA. (s/f).
- Plan estratégico institucional 2002-2006. Lima: INRENA. Disponible en: <http://www.inrena.gob.pe/gestion/pei2002-2006/pe.pdf>
- Kalliola R., P. Maarit y W. Danjoy. 1993. Amazonía peruana, vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Turku, Finlandia. 265 p.
- Killeen T., Z. Villegas, L. Soria y Soares-Filho. 2002. Tendencias de la deforestación en los municipios de San Javier y Concepción, Santa Cruz – Bolivia. 45 p.
- Mas, J.F., H. Puig, J. L. Palacio y A.Sosa. 2002. Modelado del proceso de deforestación en una región del sur este de México. Ciudad de México, México. 13 p.
- Mehl, H. y O. Peinado. 2002. Fundamentos del procesamiento digital de imágenes. Wesseling, Alemania.
- Pacheco, B.1998. Estilos de desarrollo, deforestación y degradación de los bosques en las tierras bajas de Bolivia. CIFOR. La Paz, Bolivia. 116 p.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2002. GEO-3: Perspectivas del medio ambiente mundial *pasado, presente y futuro*. Nairobi, Kenia. 23 p.
- Puyravaud, J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 117:593-596.
- Ramírez, F. 2008. Diagnóstico ambiental del componente vegetación. ZEE Bellavista Mazán. INADE-PEDICP. Iquitos, Perú. 65 p.
- Roper J. y R. Roberts. 1999. Deforestación: bosques tropicales en disminución. Québec, Canadá. 25 p.

- Rosero-Bixby, L. & A. Palloni. 1996. Population and deforestation in Costa Rica. Working Paper No. 96-19 (Center for Demography and Ecology of Wisconsin University,): 24 p.
- Sáenz, C. 2008. Diagnóstico ambiental del componente climatología. ZEE Bellavista Mazán. INADE-PEDICP. Iquitos, Perú. 61 p.
- Vargas, J. 2008. Diagnóstico ambiental del componente suelo. ZEE Bellavista Mazán. INADE – PEDICP. Iquitos, Perú. 26 p.
- Vilca, J. 2002. Caracterización del uso de la tierra y la cobertura vegetal del fundo UNAP mediante la aplicación de la teledetección y los sistemas de información geográfica. UNAP, Iquitos. 82 p.



## **IX. ANEXOS**

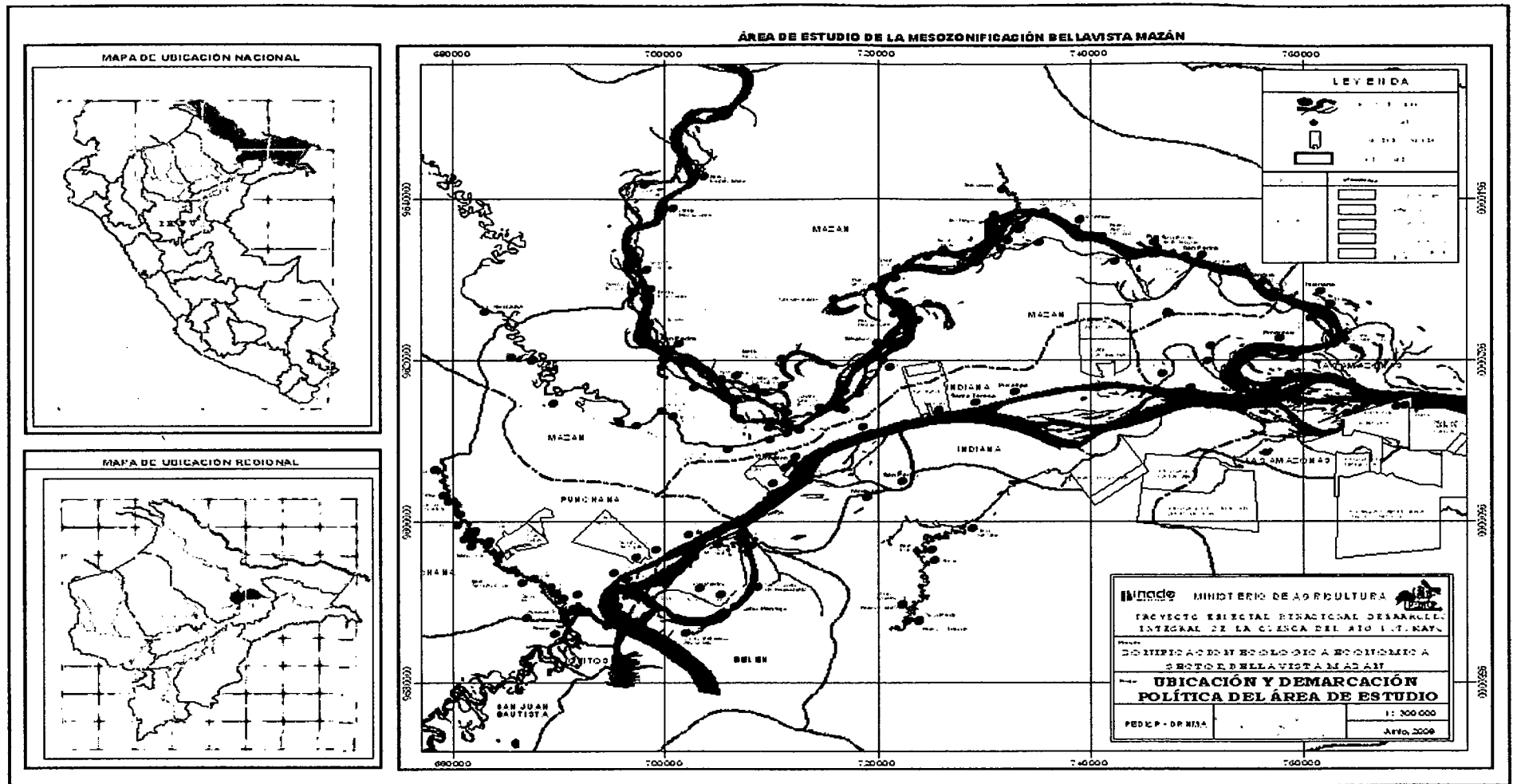
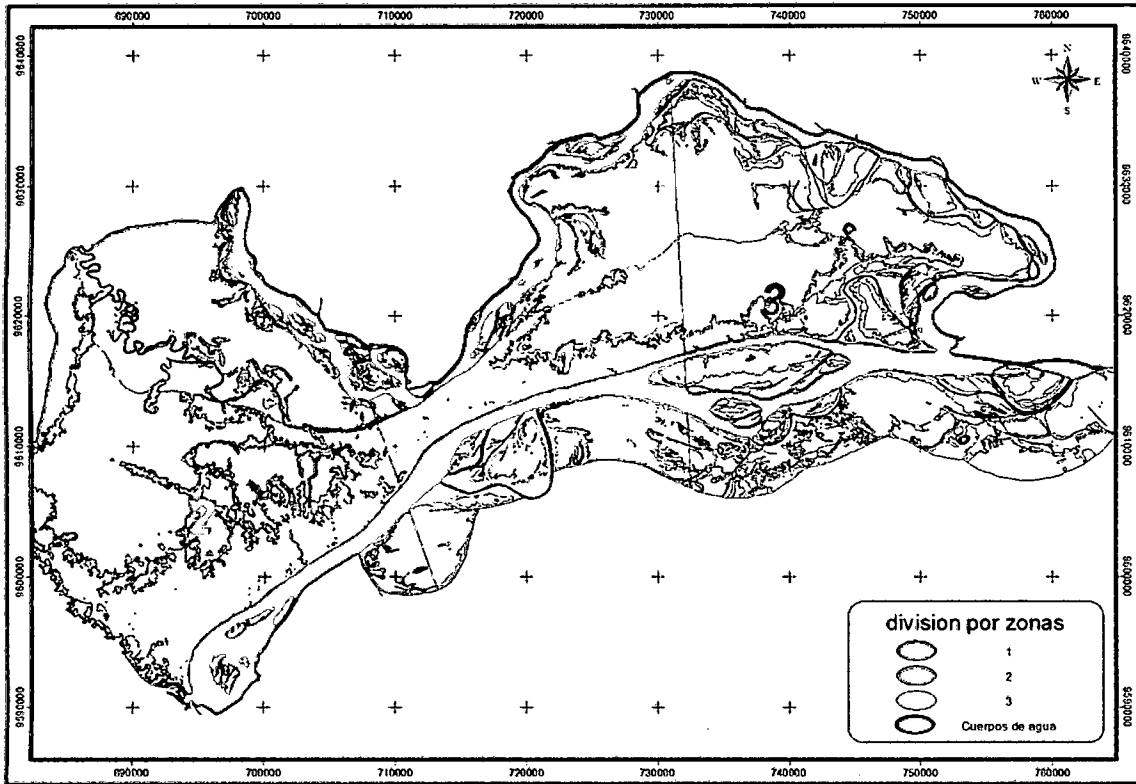


Figura 8.- Mapa de ubicación del área de estudio



Zona	Extensión (ha)
1	48479.02
2	77345.32
3	70185.52
Total	196009.87

**Figura 9.- Mapa de división en zonas del área de estudio y extensión de las mismas**

**Cuadro 8.- Proyección poblacional al 2021 en la zona 1.**

ZONA DE ANÁLISIS	Nº	Centro Poblado	Distrito	Cuenca	Pob. 1993	Pob. 2005	Pob. 2021
ZONA I	1	San Pedro (sin información)	Indiana	Amazonas		S. I.	
ZONA I	19	Mazán	Mazán	Napo	1490	3184	8764
ZONA I	20	Indiana	Indiana	Amazonas	2581	3410	4944
ZONA I	27	Primero de Enero	Mazán	Napo		152	191
ZONA I	28	Recreo	Indiana	Maniti	250	348	541
ZONA I	26	Tamanco	Mazán	Napo	206	291	461
ZONA I	22	Israel	Mazán	Napo	155	219	347
ZONA I	28	Yarina Isla	Mazán	Napo	90	148	287
ZONA I	29	San Luis	Indiana	Amazonas	166	223	331
ZONA I	122	Uchiza	Indiana	Amazonas		52	65
ZONA I	123	Chispa de Oro	Mazán	Napo		46	58
ZONA I	124	Nuevo San Juan del Amazonas	Indiana	Amazonas	122	163	240
ZONA I	125	Santa Isabel	Indiana	Amazonas	197	232	289
ZONA I	126	Santa Rosa	Indiana	Amazonas	185	202	227
ZONA I	23	San Antonio de Miraño	Mazán	Napo	188	193	200
ZONA I	18	Señor de los Milagros	Mazán	Napo	126	122	117
ZONA I	19	Iquique	Indiana	Amazonas	261	255	247
ZONA I	11	San José	Mazán	Mazán	221	203	181
ZONA I	21	Petrona Isla	Mazán	Napo	197	175	149
ZONA I	22	Santa Teresa	Indiana	Amazonas	350	323	290
ZONA I	24	28 de Octubre	Mazán	Napo	95	63	36
ZONA I	25	Timicurillo II Zona	Indiana	Amazonas	112	71	39
ZONA I	26	Santa Victoria	Indiana	Amazonas	278	231	180
ZONA I	27	Timicurillo III Zona	Indiana	Amazonas	177	129	85
ZONA I	20	Doscientas Millas	Mazán	Napo	128	62	24
ZONA I	21	Manco Capac	Indiana	Amazonas	515	417	315
ZONA I	10	Puerto Alegre	Mazán	Mazán	394	269	162
ZONA I	11	Pucallpa	Indiana	Amazonas	402	273	163
ZONA I	12	Timicuro I Zona	Indiana	Amazonas	359	219	113
ZONA I	25	Lago Yurac Yacu	Mazán	Napo	403	177	59
ZONA I	26	Timicurillo I Zona	Indiana	Amazonas	634	369	179
<b>Total</b>					<b>10282</b>	<b>12221</b>	<b>19284</b>
<b>Proyección con el total del 2005</b>							<b>15387</b>
<b>Proyección con la diferencia de 93 - 05 (((dif. 93 - 05) / N° años)*N°año a proyectar) + total 05)</b>							<b>14806.328</b>

**Cuadro 9.- Proyección poblacional al 2021 en la zona 2**

ZONA DE ANÁLISIS	Nº	Centro Poblado	Distrito	Cuenca	Pob. 1993	Pob. 2005	Pob. 2021
ZONA II	9	14 de julio	Mazán	Mazán	103	128	171
ZONA II	10	18 de Enero	Punchana	Amazonas			0
ZONA II	11	Alfonso Ugarte	Punchana	Momón	85	25	5
ZONA II	12	Alfonso Ugarte I Zona	Punchana	Momón		40	35
ZONA II	13	Astoria	Punchana	Amazonas	161	189	234
ZONA II	14	Barrio Florido	Punchana	Amazonas	556	737	1073
ZONA II	16	Buena Vista	Mazán	Napo	153	113	75
ZONA II	17	Centro Arenal	Punchana	Amazonas	244	294	377
ZONA II	18	Centro Fuerte	Punchana	Momón	156	138	117
ZONA II	8	Corazón de Jesus	Mazán	Mazán	102	78	55
ZONA II	9	El Milagro	Punchana	Amazonas	295	85	16
ZONA II	12	Flor de Agosto	Mazán	Napo	97	138	221
ZONA II	1	Gamitana Cocha	Mazán	Mazán	76	113	192
ZONA II	2	Hipolito Unanue	Punchana	Momón	90	71	52
ZONA II	3	Independencia	Punchana	Amazonas		106	93
ZONA II	3	Libertad	Mazán	Mazán	242	270	312
ZONA II	4	Momoncillo	Punchana	Momón	263	152	73
ZONA II	13	Nuevo Flautero	Mazán	Napo	68	96	152
ZONA II	14	Nuevo Perú	Punchana	Amazonas		115	101
ZONA II	6	Nuevo Tiwinza	Mazán	Mazán		43	38
ZONA II	7	Picuro Yacu	Punchana	Amazonas	473	700	1181
ZONA II	17	Pintu Llacta	Mazán	Napo	111	105	98
ZONA II	18	Porvenir	Punchana	Momón	220	142	79
ZONA II	4	Primero de Enero	Mazán	Mazán	234	125	54
ZONA II	5	Puerto Gen Gen	Punchana	Momón	78	57	38
ZONA II	6	Roca Fuerte	Punchana	Momón	66	67	68
ZONA II	7	San Andres	Punchana	Momón	110	131	165
ZONA II	8	San Antonio	Punchana	Amazonas		92	81
ZONA II	9	San José (sin información)	Punchana	Momón			0
ZONA II	10	San Juan	Punchana	Amazonas	170	253	430
ZONA II	11	San Pedro de Bellavista (sin información)	Punchana	Nanay			0
ZONA II	14	San Pedro de Caya Poza	Mazán	Napo	105	98	89
ZONA II	15	San Rafael	Indiana	Amazonas	404	286	180
ZONA II	16	Santa Clara del Ojeal I Zona	Punchana	Amazonas	490	380	271
ZONA II	17	Santa Clara del Ojeal II Zona	Punchana	Amazonas	400	147	39
ZONA II	18	Santa Clara del Ojeal III Zona	Punchana	Amazonas	891	230	38
ZONA II	19	Santa Clotilde	Punchana	Amazonas		255	223
ZONA II	7	Santa Cruz	Mazán	Mazán	337	349	366
ZONA II	8	Santa Maria del Ojeal	Punchana	Amazonas	583	550	509
ZONA II	9	Santa Rosa	Punchana	Momón	518	74	6

ZONA DE ANÁLISIS	Nº	Centro Poblado	Distrito	Cuenca	Pob. 1993	Pob. 2005	Pob. 2021
ZONA II	11	Santo Tomas	Punchana	Momón		93	81
ZONA II	12	Sinchicuy	Indiana	Amazonas	448	449	450
ZONA II	13	Sol Naciente	Punchana	Amazonas		49	43
ZONA II	2	Visto Bueno	Mazán	Mazán	60	32	14
<b>Total</b>	<b>8742</b>	<b>7913</b>	<b>8170</b>				
<b>Proyección con el total del 2005</b>					<b>6929</b>		

### Cuadro 10.- Proyección poblacional al 2021 en la zona 3

ZONA DE ANÁLISIS	Nº	Centro Poblado	Distrito	Cuenca	Pob. 1993	Pob. 2005	Pob. 2021
ZONA III	5	4 de Abril	Mazán	Mazán	?	18	21
ZONA III	29	León Isla	Mazán	Napo	?	180	208
ZONA III	30	Juancho Playa	Mazán	Napo	261	199	139
ZONA III	31	Nuevo San Martin	Mazán	Napo	146	167	200
ZONA III	32	Nuñez Cocha	Mazán	Napo	308	294	276
ZONA III	33	Tigrillo	Las Amazonas	Napo	161	111	68
ZONA III	34	Paichi Huahua	Las Amazonas	Napo	116	115	114
ZONA III	35	Nuevo Progreso	Las Amazonas	Napo	267	122	43
ZONA III	37	Francisco de Orellana	Las Amazonas	Napo	805	1018	1392
ZONA III	38	Canal Pinto	Las Amazonas	Napo	203	266	381
ZONA III	39	Nuevo Triunfo	Las Amazonas	Napo		59	68
ZONA III	40	Santa Elena	Las Amazonas	Amazonas	234	109	39
ZONA III	41	Santa Martha	Las Amazonas	Amazonas		120	139
ZONA III	42	Sapo Playa	Las Amazonas	Amazonas	261	221	177
ZONA III	43	Capironal	Las Amazonas	Amazonas	61	97	180
ZONA III	44	Caballo Cochillo	Las Amazonas	Amazonas	77	84	94
ZONA III	45	Marupa	Las Amazonas	Amazonas	186	114	59
ZONA III	46	Yaguas de Tipishca	Las Amazonas	Amazonas	72	98	148
ZONA III	47	Leningrado	Las Amazonas	Amazonas	19	25	36
ZONA III	48	José Carlos Mariategui	Indiana	Amazonas	68	41	21
ZONA III	49	Libertad Vainilla	Indiana	Amazonas	344	333	319
ZONA III	50	Puerto Rico	Indiana	Amazonas	223	165	110
ZONA III	51	Nuevo Miraflores	Indiana	Amazonas	51	180	967
ZONA III	52	Santa Sofia	Indiana	Amazonas	237	128	56
ZONA III	53	Ramón Castilla	Indiana	Maniti	86	193	567
ZONA III	54	Manati II Zona	Indiana	Maniti	345	511	863
ZONA III	55	Manati I Zona	Indiana	Maniti	417	490	608
ZONA III	56	Villa María	Indiana	Maniti		232	268
ZONA III	57	Paparo	Indiana	Maniti	104	108	114
ZONA III	58	Nuevo San Pedro	Indiana	Amazonas	57	86	149
ZONA III	59	Nuevo Paraiso	Indiana	Amazonas	263	116	39
ZONA III	60	Nuevo Sinai	Indiana	Amazonas	49	48	47
ZONA III	61	San Pedro de Maniti	Indiana	Amazonas	287	383	563

ZONA DE ANÁLISIS	Nº	Centro Poblado	Distrito	Cuenca	Pob. 1993	Pob. 2005	Pob. 2021
ZONA III	63	Las Palmeras I Zona	Indiana	Amazonas	119	225	526
ZONA III	64	Yanamono I Zona	Indiana	Amazonas	349	227	128
ZONA III	65	Yanamono II Zona	Indiana	Amazonas		172	199
ZONA III	66	Nuevo San José I Zona	Las Amazonas	Amazonas	202	105	44
ZONA III	67	Puerto Libre	Las Amazonas	Amazonas	110	99	86
ZONA III	68	Manaus del Tipishca	Las Amazonas	Amazonas	75	178	564
ZONA III	69	Camaleón Isla	Las Amazonas	Amazonas	160	178	205
ZONA III	70	Yaguas del Tipishca II Zona	Las Amazonas	Amazonas		132	153
ZONA III	71	San Antonio de Marupa	Las Amazonas	Amazonas	186	238	331
ZONA III	72	7 de Julio	Las Amazonas	Napo	85	99	121
ZONA III	73	Juventud Yarina	Mazán	Napo	100	77	54
<b>Total</b>	<b>7401</b>	<b>8256</b>					<b>10903</b>
<b>Proyección con el total del 2005</b>							<b>9552</b>

### Cuadro 11.- Análisis para determinar el modelo estadístico apropiado.

#### Modelo Sumario y parámetros estimados

Variable dependiente: deforestación

Ecuación	Modelo sumario					Parámetros Estimados			
	R Cuadrado	F	df1	df2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	.999	911.866	1	1	.021	-868246.744	455.974		
Logarítmica	.999	979.663	1	1	.020	-6877456.374	910571.700		
Inversa	.999	1055.138	1	1	.020	952904.938	-1.818E9		
Cuadrática	.999	911.866	1	1	.021	-868246.744	455.974	.000	
Cúbica	.999	911.866	1	1	.021	-868246.744	455.974	.000	.000
Compuesto	.997	330.830	1	1	.035	1.670E-5	1.011		
Potencia	.997	345.355	1	1	.034	1.498E-67	21.649		
S	.997	360.824	1	1	.033	32.298	-43232.715		
Crecimiento	.997	330.830	1	1	.035	-11.000	.011		
Exponencial	.997	330.830	1	1	.035	1.670E-5	.011		
Logístico	.997	330.830	1	1	.035	59870.662	.989		

La variable dependiente es: año.

: 69229

11 MAY 2011

NO SALIR A  
DOMICILIO

