

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**EFICIENCIA EN LA ESTRATIFICACIÓN DE BOSQUES DE
SELVA ALTA BASADO EN EL MODELAMIENTO DEL
TERRENO E ÍNDICES DE VEGETACIÓN EN CONCESIONES
FORESTALES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES**

PRESENTADO POR:

ÉRICKA JUDITH MORGA CASTELLANOS

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 01 de Marzo de 2018, a horas 4:30 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“EFICIENCIA EN LA ESTRATIFICACIÓN DE BOSQUES DE SELVA ALTA BASADO EN EL MODELAMIENTO DEL TERRENO E ÍNDICES DE VEGETACIÓN EN CONCESIONES FORESTALES”

Presentado por la Bachiller **ERICKA JUDITH, MORGA CASTELLANOS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, Mención: **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 06 de abril de 2018.


Blgo. M.Sc. **JOSÉ KALIÓN GUERRA LU**
PRESIDENTE


Ing. **RAUL ARAUJO TORRES**
VOCAL


Ing. Mg. **WILFREDO ALVA VALDIVIEZO**
VOCAL


Ing. **JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO**
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por el éxito y la satisfacción de esta investigación, por regalarme salud y bienestar en mi vida, por no dejarme sola en los momentos que más necesitaba y por regalarme el don de la sabiduría para enfrentar los retos y obstáculos que se me presentaron o que se me presenten.

A mi madre, Mávila Castellanos, que siempre y será mi motor y motivo mi todo, que me apoyo incondicionalmente en los momentos más difícil de mi vida, que me inculco en mis valores y virtudes para afrontar la vida para seguir adelante, por tener fe y creer en mí, por sus regaños que día a día han hecho que pueda comprender circunstancias invisibles para mí y, por mostrarme el significado de la vida. Por todo lo mencionado viviré eternamente agradecido

A mis hermanos Moisés, Rober y Jasmín, por confiar en mí, por brindarme más virtudes, consejos y motivación que cualquiera puede dar; A mi abuelito Sixto que siempre fue como un padre para mí, aconsejándome a seguir superándome cada día, por sus sabias contribuciones en mi ser y por ser alguien importante en mí.

A mi papá Moisés y a mi abuelita Aquilina, que en paz descansen, me dejaron muchas enseñanzas y valores que los tengo presente en cada paso que doy en mi vida, y que gracias a eso soy quien soy ahora y por ello estoy eternamente agradecida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por toda la contribución cultural, social y científica que me han brindado.

A los amigos del Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Roxana, Hatzel, Carlos, Johnny y el profesor Víctor Barrena) por su apoyo y orientaciones continuas.

Al Ing. Carlos Vargas Salas, mi más profundo agradecimiento por toda su paciencia, sus consejos y valiosa orientación en toda la investigación.

Al Ing. M. Sc Casiano Aguirre Escalante y al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigoso por su apoyo y orientación continua en el desarrollo de la presente tesis.

Al Ing. Warren Sandoval Pérez que en paz descansa cuya ayuda fue fundamental para la elaboración de este proyecto de investigación.

A Louis Rojas Díaz por todo su apoyo en cada momento para iniciar y culminar con este proyecto de tesis, a mis amigas Evelyn, Shyrley y Silvia por toda su compañía y esa amistad incondicional que siempre me dieron desde que las conocí; y a todas las personas que de alguna u otra forma apoyaron en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Los bosques Amazónicos del Perú	3
2.1.1. Selva alta	4
2.1.2. Clasificación de la vegetación en la selva peruana	5
2.1.3. Contexto del aprovechamiento de los bosques del país	8
2.2. Concesiones forestales y la evaluación de existencia en el bosque	13
2.3. Los métodos para el estudio y evaluación del bosque	15
2.3.1. Dasometría por métodos indirectos	18
2.3.2. Aplicación de la tele observación a la evaluación forestal ...	20
2.3.3. La regresión múltiple en la dasometría	35
2.3.4. Causas y factores principales que alteran los bosques	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1. Lugar de ejecución	38
3.1.1. Clima	39
3.1.2. Fisiografía	39
3.1.3. Hidrografía	40
3.2. Materiales	41
3.2.1. Material cartográfico	41
3.2.2. Equipos y software	41

3.3.	Metodología	42
3.3.1.	Procedimiento en la adquisición y procedimiento en la imagen satelital	47
3.3.2.	Estratificación del bosque	47
3.3.3.	Elaboración del mapa de pendiente	48
3.3.4.	Elaboración de mapa de aspecto (Orientación de la pendiente)	50
3.3.5.	Elaboración de mapa de índice de vegetación	51
3.3.6.	Elaboración de mapa de distancias a las vías, distancias a centros poblados y distancias a ríos	52
3.3.7.	Selección del modelo estadístico para los resultados obtenido y elaboración de la ecuación	52
IV.	RESULTADOS	54
4.1.	Selección de muestras de parcelas de inventario para el análisis de la regresión	54
4.1.1.	Selección del área en estudio	54
4.1.2.	En variables predictoras	57
4.1.3.	Establecimiento de la naturaleza de la relación entre la variable dependiente y la variable independiente	88
V.	DISCUSIÓN	96
5.1.	Diseño de las parcelas de evaluación y conformación de la muestra	96
5.2.	Variables predictoras	97
5.2.1.	Estratificación de bosques	97
5.2.2.	Distancias más cercanas de las variables de vías principales, secundarias y trochas	98

5.2.3. Distancias más cercanas de los centros poblados (CC.PP)	98
5.2.4. Distancias más cercanas de las vías fluviales	99
5.2.5. Variable índice de vegetación (NDVI) del área de estudio...	99
5.2.6. Variable de la pendiente del terreno del área de estudio ..	100
5.2.7. Variable de la orientación de la pendiente del terreno del área de estudio	101
5.3. Establecimiento de la naturaleza de la relación entre la variable dependiente y la variable independiente	101
VI. CONCLUSIONES	104
VII. RECOMENDACIONES	105
VIII. ABSTRACT	106
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXO	111

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución del número de árboles por clase diamétrica por Ha	12
2. Sensores a bordo del programa Landsat.	29
3. Rangos de pendientes.	49
4. Planes Operativos Anuales (POA) y número de parcelas generadas.	54
5. Distribución del número de árboles por Ha clase diamétricas.	55
6. Estratificación de bosques.	57
7. Análisis de regresión lineal multivariado	93
8. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados	93
9. Análisis de la Varianza (SC tipo III)	94
10. Modelo estadístico de regresión lineal multivariado	94
11. Rangos de los valores mínimos y máximos que se ajustan al modelo estadístico	95
12. Valores totales de las variables independientes.	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución del número de árboles por clase diamétrica por Ha.....	13
2. Curva especie-área utilizada para el análisis.	18
3. Espectro electromagnético.	25
4. Flujograma para obtener los diferentes tipos de variable.....	47
5. Distribución de frecuencia de árboles por clase diamétricas.....	55
6. Distribución de los sectores seleccionados	56
7. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.	59
8. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2006.	60
9. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.	61
10. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.....	61
11. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.....	62
12. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.	63
13. Distancias a las Vías Principales, Secundaria y trochas más cercanas de las parcela correspondiente a los Planes Operativos Anual (POAs) MC2006, WCMV2008 y WCMV2009.	64
14. Distancias a las Vías Principales, Secundaria y trochas más cercanas de las parcela a los Planes Operativos Anuales (POAs) CEM2005, CEM2006 Y CEM2009.	65
15. Distancias a los centros poblados más cercanos de las parcela correspondiente a los POAs MC2006, WCMV2008 y WCMV2009	66

16. Distancias a los centros poblados más cercanos de las parcela correspondiente a los Planes Operativos Anual (POAs) CEM2005, CEM2006 Y CEM2009.....	67
17. Distancias a los ríos más cercanos de las parcela correspondiente a los Planes Operativos Anual (POAs) MC2006, WCMV2008 y WCMV2009.....	68
18. Distancias a los ríos más cercanos de las parcela correspondiente a los Planes Operativos Anual (POAs) CEM2005, CEM2006 Y CEM2009.....	69
19. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.	70
20. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA).	71
21. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.....	72
22. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.	73
23. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.	74
24. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.	75
25. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.	76
26. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2006.	77
27. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.	78
28. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.....	79
29. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.....	80
30. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.	81

31. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.....	82
32. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2006.....	83
33. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.	84
34. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.....	85
35. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.....	86
36. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.....	87
37. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a las Vías Principales por cada parcela.....	88
38. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a las Vías Secundaria por cada parcela.....	89
39. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a las Trochas carrózales por cada parcela.....	89
40. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a los Centros Poblados (CCPP) por cada parcela.....	90
41. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los resultados de las distancias más cercanas a Ríos de cada parcela.....	90
42. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de la sumatoria de los índice de vegetación (NDVI) de cada parcela.....	91
43. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los resultados de la sumatoria de las pendientes del terreno/parcela.....	91
44. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de la sumatoria de la orientación de las pendientes del terreno de cada parcela.....	92

45. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores categóricos resultados de la estratificación de bosque de cada parcela.....	92
46. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la distancia a vías secundarias.	121
47. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la distancia a trochas carrózales.....	121
48. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la distancia a ríos.....	122
49. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la pendiente del terreno.....	122
50. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la los valores del mapa Sen (aspect) o (orientación de la pendiente).....	123
51. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la los valores del índice de vegetación (NDVI).....	123
52. Homogeneidad de varianzas.....	124
53. Análisis de valores de regresión.....	124
54. Análisis de valores extremos.....	125
55. Valores de cuantiles observados.....	125
56. Vista panorámica alrededor del área de estudio.....	126
57. Vista panorámica de la vía fluvial en el entorno.....	126
58. Vista de una trocha carrozable.....	127
59. Vista de la vegetación del bosque.....	127
60. Vista panorámica del bosque.....	128
61. Árbol plaqueado.....	128
62. Georreferenciación del área.....	129
63. Evaluación y registro de datos.....	129
64. Roce de bosques para cultivos en áreas cercanos a las concesiones forestales.....	130

RESUMEN

El presente estudio busca determinar el grado de correlación que existe entre la estratificación y otras variables geográficas y la variable dependiente (Área basal), motivo por el cual se realizó el análisis de diferentes factores cuya evaluación puede realizarse en gabinete, y que podrían explicar la densidad del bosque. Se evaluó cómo afectan la densidad del bosque con los factores: Tipo de bosque, distancia a centros poblados, distancia a ríos, distancia a vías principales, distancia a vías secundarias, distancia a trochas carrozables, índice de vegetación (NDVI), pendiente y orientación de la pendiente. Ello se llevó a efecto a través del análisis de regresión de los valores de Dap total de los árboles existentes (la variable dependiente), con los valores de los 9 factores mencionados (las variables independientes) medidos en 328 parcelas de evaluación de 200 x 200 m que conforman la muestra, obtenida de los datos de censos forestales realizados dentro de las Parcelas de Corta Anual (POAs) de seis áreas de una concesión forestal. Se utilizó el programa estadístico infoStat para determinar la ecuación del mejor ajuste utilizando el modelo de regresión lineal multivariado. Se probó construir la ecuación con las nueve variables independientes, construyéndose finalmente con seis de ellas, descartándose las demás variables por carecer de significación en el modelo. Se concluyó que la ecuación que mejor estima la correlación existente entre la variable dependiente y las variables independientes es: $Y = -0.0029 + 3.4 \times 10^{-7} \times DVS - 8.7 \times 10^{-7} \times DTC + 4.8 \times 10^{-7} \times DR - 9.4 \times 10^{-5} \times P - 5.2 \times 10^{-4} \times \text{Sen}(A)$.

I. INTRODUCCIÓN

La cubierta forestal o la superficie de bosque a nivel mundial, está sujeta a una evolución dinámica y constante que se manifiesta en la superficie misma de la cubierta (ampliaciones o reducciones), como en su fisonomía y composición, lo que genera a su vez alta heterogeneidad del bosque. Sin embargo esta complejidad de ecosistemas dificulta y complica los sistemas de inventarios y el diseño de muestreo, trayendo como consecuencia un mayor esfuerzo físico y costo, demandando un tiempo bastante dilatado en la obtención de la información de campo.

El avance tecnológico de la teledetección en las últimas dos décadas puede facilitar hoy en día la obtención de información geográfica de cualquier región del globo en muy poco tiempo, se suma a ello la resolución de imágenes satelitales, permite ayudar no sólo en el procesamiento de mapas temáticos generales con el propósito de supervisión y monitoreo, sino también la elaboración de mapas de gestión de recursos naturales.

En la actualidad el uso de imágenes satelitales ayuda a conocer la perturbaciones drásticas al bosque, como la deforestación, que según menciona SERFOR la tasa de deforestación entre el periodo 2001-2013, fue de 1,5 millones de hectáreas de bosque amazónico, la cual representa en promedio una pérdida anual de 113 000 hectáreas.

Sin embargo, para conocer con mayor detalle es necesario considerar el análisis a los diferentes factores que podrían explicar la relación existente con la densidad del bosque que se demuestra a través del área basal. Por lo que en la presente investigación se ha considerado evaluar las variables desde el punto de vista de mayor influencia en el grado de afectación en la densidad del bosque (estratificación de bosque, distancias a centros poblados, distancias ríos, distancias a las vías, Índice de Vegetación (NDVI), pendiente y orientación de la pendiente, entre otras).

Objetivo general:

- Determinar la correlación que existe entre la estratificación y otras variables geográficas y la variable dependiente (Área basal).

Objetivos específicos:

- Determinar la muestra de las parcelas de inventario para el análisis de regresión.
- Determinar los valores correspondientes a las variables independientes para cada una de la parcelas de la muestra.
- Establecer la naturaleza de la relación entre la variable dependiente (área basal) y las variables independientes

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Los bosques Amazónicos del Perú

La selva amazónica es la región más importante por albergar una megadiversidad de especies de animales y plantas. En nuestro país ocupa el 65% del territorio, por ello se considera al Perú como un país forestal; en esta región podemos reconocer dos grandes subdivisiones: la selva alta y la selva baja (CAVERO, 2002).

Corresponde a esta amplia región la clase de clima tropical, caracterizado en términos generales por una temperatura media de todos los meses superiores a 18° y la cantidad de lluvias es siempre superior a 1.000 mm anuales; sin embargo, dado que la región que nos ocupa dista mucho de ser uniforme, desde el punto de vista de fisiográfico, la variabilidad climática también es notoria en lo que se refiere a precipitación fluvial y a la temperatura, habiendo zonas particulares con características suigenis (VEGAS y MALLEUX, 1987).

En cuanto a la biodiversidad vegetal en la Amazonía Peruana, ONERN (1976) reconoce las siguientes Zonas de Vida en la ecorregión de la Selva Alta o Yunga: Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmh-MS), Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS), Bosque Muy Húmedo Subtropical (bmh-S), Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PT),

Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh-T), Bosque Pluvial Montano Subtropical y Montano Bajo Subtropical (bp-MS y (bp-MBS), Bosque Pluvial Montano Bajo Tropical (bp-MBT), Bosque Pluvial Premontano Tropical (bp-PT), Bosque Seco Premontano Tropical (bs-PT), Bosque Seco Tropical (bs-T), Bosque Espinoso Premontano Tropical (be-PT), Estepa Espinosa Montano Bajo Tropical (ee-MBT).

2.1.1. Selva alta

Comienza en la vertiente oriental de los Andes, cuyos ríos desaguan en el río Amazonas. Se caracteriza por su topografía fuertemente accidentada y con valles interandinos de mucha importancia agroeconómica, algunos de los que se hallan en pleno desarrollo agropecuario. En esta subregión se distingue claramente una condición climática de ceja de montaña, que se generaliza como una subregión de clima tropical lluvioso, y considera su límite superior en los 2000 m.s.n.m, bajando hasta los 400 ó 500 m caracterizando su temperatura media entre 22 y 26 °C, con precipitaciones inferiores a los 3000 mm/año, con una estación seca en el invierno de nuestro hemisferio (MALLEUX, 2005).

A medida que se desciende, se observa que las montañas se mantienen cubiertas por nubes espesas o neblinas, las que continuamente se disipan y vuelven a llegar procedentes de los picos andinos relativamente cercanos. Por esta característica, a este tipo de ecosistema, en la que es muy notables la aparición masiva de especies de arbustos de familias como Cunnoniaceae, Bruneliaceae, Ericácea y Chloranthaceae, que forman

pequeños bosques, se le conoce técnicamente como bosque de neblina. (CAVERO, 2002).

2.1.2. Clasificación de la vegetación en la selva peruana

Las diferentes formaciones geológicas y geomorfológicas crean hábitats con condiciones muy diversas de drenaje y riqueza de suelos, originando diferencias importantes en la estructura y composición florística de la vegetación.

Existen muchas variables que pueden utilizarse para definir los tipos de vegetación, como son: la estructura de la vegetación, la composición florística de la vegetación, las especies; indicado las riquezas del suelo, drenaje, topografía del terreno, factores climatológicos y potencial en el uso forestal (KALLIOLA *et al.*, 1993).

El sistema de Malleux (1982), citado por (KALLIOLA *et al.*, 1993), fue propuesto con la finalidad de establecer una metodología estandarizada para el caso de fotografías aéreas en la clasificación y cartografía de formaciones vegetales de la selva peruana haciendo posible el análisis de áreas extensas con criterios iguales e incluso da información sobre zonas de difícil accesibilidad. El resultado de la fotointerpretación servirá como medio para planear los reconocimientos del campo.

Con la información de fotografías aéreas y datos de campo mediante el reconocimiento de algunas especies de árboles o palmeras propias

de ciertos tipos de bosque, se elaboran mapas de la estructura y la composición florística de la vegetación, considerando especialmente la fisiografía del terreno y la textura de la cobertura vegetal. Siendo de mayor interés el potencial forestal de los diferentes bosques, se dio mayor importancia a las características como el vigor de la vegetación, las posibilidades de transporte y el riesgo de erosión (KALLIOLA *et al.*, 1993).

La clasificación de Encarnación (1985), citado por (KALLIOLA *et al.*, 1993), basada principalmente en la vegetación de Loreto, utiliza la misma nomenclatura vernacular que utilizan los habitantes de la zona. La división primaria de los tipos de vegetación es de mayor importancia práctica y ecológica; en este sistema, los bosques se clasifican según su inundación y creciente de los ríos. Los bosques inundados se llaman bosque de bajial, y los no inundados, bosque de altura.

Considera también la estructura de la vegetación, y en algunos casos, especies u otros grupos de plantas que indican ciertos tipos de vegetación. Algunos de los tipos distinguidos se consideran como yemerides o fases de sucesión, y dan mucha importancia a la acción de los ríos móviles (KALLIOLA *et al.*, 1993).

Existen algunas diferencias básicas entre los sistemas de clasificación vegetal de Malleux y Encarnación.

En primer lugar, Malleux realiza su clasificación basado en fotografías aéreas y potencial forestal que presenta el bosque. La

fotointerpretación puede realizarse en diferentes niveles de detalle, y la jerarquía en la clasificación de Malleux refleja claramente esta posibilidad, haciendo una distinción más exacta entre los tipos de pantanos según la abundancia de árboles maderables. En cambio, la división de la vegetación que usa Encarnación está basada en la tradición de los habitantes de los alrededores de Iquitos, y también en consideraciones ecológicas, clasificación muy detallada de la vegetación a lo largo de los ríos; justamente esos tipos de vegetación son localmente los más conocidos por su variación en condiciones ecológicas e importancia potencial para la agricultura. Tanto Malleux como Encarnación han dividido la vegetación inundable en varios tipos, y también han incluido información sobre su composición florística. (KALLIOLA *et al.*, 1993).

LOETSCH y HALLER (1973), manifiestan que la estratificación significa separación de una población heterogénea en sub-poblaciones con menos desviación estándar que la población original. En cuanto a la evaluación de campo, la estratificación permite reducir considerablemente el número de parcelas para la precisión estadística dada, y por lo tanto, permite reducir también los costos de evaluación. Si bien clasificación y estratificación pueden tener significados diferentes, en el caso de la forestaría práctica, pueden ser considerados sinónimos.

MALLEUX (1982), afirma que la estratificación del bosque, es un elemento evaluativo muy eficiente, que requiere de un alto nivel de referencia para poder realizar su evaluación en forma directa, ya que ello significa la

relación en conjunto de una serie de variables que deben ser tomadas en cuenta. Aunque el vigor del bosque puede ser considerado como un valor relativo dependiendo los sitios y condiciones generales del área, es posible llegar a fijar valores cuantitativos fijos a manera de grupos con amplitudes fijas, de tal forma que se puede abarcar toda una gama de variantes pequeñas, manteniendo una adecuada diferencia con los otros grupos o calidades, debiéndose tratar de reducir al mínimo la variancia dentro de cada estrato.

El concepto de vigor expresa un nivel de volumen total por unidad de área en base a una relación suelo-vegetación; dándole a cada amplitud de vigor una amplitud de volumen maderable, etológicamente es práctico cuando se fijan amplitudes verificadas en el campo. Es conocido por ejemplo que la densidad, ósea el número de individuos por unidad de área y el tamaño de las copas de los árboles, son buenos indicadores de volumen, lo mismo se puede decir de la altura total, altura comercial y volumen; cuando existe un dosel superior, o dominante, alto, es una buena indicación de un buen contenido volumétrico por unidad de área (MALLEUX, 1982).

2.1.3. Contexto del aprovechamiento de los bosques del país

Es La heterogeneidad florística de un bosque, es decir, el número o diversidad de especies que se encuentran por unidad de superficie, es uno de los factores que influyen fuertemente en relación a las posibilidades de su manejo; a mayor heterogeneidad es más complicado o difícil el manejo del bosque y esa es la principal dificultad que se suele encontrar cuando de lo que

se trata es de aprovechar racionalmente el bosque húmedo tropical (VEGAS y MALLEUX, 1987).

En los bosques húmedos tropicales del Perú u otros países con áreas similares, existen una gran variedad de especies que se estiman en más de 2,000, claro está que entre estas 2,000 hay muchas que no tienen aptitud maderera o son muy poco abundantes; además, dentro de la amplitud de la selva peruana existen diferentes microclimas que determinan una zonificación más reducida de las especies (VEGAS y MALLEUX, 1987).

En cuanto a la distribución de volúmenes y especies Cuantitativamente, es decir en términos de volúmenes, los bosques húmedos del trópico pueden considerarse como de alta productividad natural, la biomasa vegetal total por Ha sobrepasa los 400 m³/ Ha. Sin embargo el volumen total de madera aprovechable convencionalmente, está por debajo del 40% de este volumen (VEGAS y MALLEUX, 1987).

El volumen total de madera de tamaño industrial (a partir de 30 cms de Dap.) es un promedio ligeramente superior a 120 m³/Ha.

VEGAS y MALLEUX (1987) hace mención que la composición florística es otra de las variables importantes y aparentemente desventajosa de los bosques tropicales. El total de especies arbóreas que pueblan el bosque tropical, en el Perú sobrepasan las 2500; sin embargo muchas de estas especies no tienen condiciones maderables o no tienen representatividad o densidad para su aprovechamiento comercial. Por otro lado, el número de especies se reduce significativamente a nivel de zonas o regiones.

Existe una correlación muy estrecha matemáticamente, entre las proporciones de volúmenes y el número de especies.

MALLEUX (1982), afirma que el número de árboles es uno de los parámetros más importantes del bosque y su conocimiento es de mucha importancia, con el fin de inferir u obtener resultados sobre los demás parámetros; sin embargo, no es útil su conocimiento si no está, a la vez, vinculado con otro parámetro como el diámetro, la altura y/o el volumen. Así como MINAM (2015), afirma que cada clase diamétrica constituye una medida del crecimiento o edad de los árboles.

La relación del número de árboles con el diámetro, es pues de especial importancia en la descripción del bosque y el diámetro es el parámetro cuantitativo más importante en un inventario forestal, por dos motivos fundamentales: puede ser medido en forma directa y, por lo tanto, se puede obtener datos precisos; y además porque, en base a él se puede obtener por relación todos los demás parámetros más importantes del árbol, como: alturas comerciales y totales, volúmenes y diámetros de copa. Por lo tanto, su registro y posterior uso, son decisivos e indispensables en los inventarios forestales.

En el bosque es posible encontrar una gama muy amplia de variables, con enorme diferencia entre sus valores mínimos y máximos. (MALLEUX, 1982).

MALLEUX (1982), afirma que debido a que los inventarios forestales se realizan con un fin previsto o determinado, previamente se fijan

los límites mínimos a medir en el campo, generalmente considerando el concepto de uso o aprovechamiento para un determinado fin industrial. El diámetro es una variable continua y, por lo tanto teóricamente puede adquirir cualquier valor dentro de los límites extremos, por lo que es necesario establecer rangos o clases diamétricas que permitan agrupaciones de diámetros dentro de ciertos límites, con lo que se facilita luego el cálculo o procesamiento de datos.

La amplitud de los rangos o clases diamétricas es un factor que, en cierto modo, influye sobre la forma o curva de distribución por clases diamétricas, del número de árboles total o por especie, así, una agrupación por clases diamétricas amplias determinara curvas fuertes poco sensibles, rangos menores determinan curvas más suaves y bastante sensibles.

En un bosque natural, la curva de distribución de frecuencia de clases diamétricas (o tamaños) de los árboles, es semejante a una J invertida (curva exponencial), según el modelo $Y = Ke^{-ax}$, prácticamente tiene asegurada su población futura (MINAM, 2015).

Es decir, un alto número de individuos por clases diamétricas pequeñas y un bajo número de individuos por clases diamétricas grandes, esto indica que en general, existe una alta regeneración natural, pero que por selección o competencia, solo un bajo número de estas plantas pueden llegar al estado adulto; sin embargo, existe ciertas especies (que son la minoría) que salen de este esquema típico y tienen forma de distribución diamétrica diferente a la exponencial, lo cual indicaría que su proceso de regeneración y

crecimiento, es diferente al resto. Este tipo de inferencias o conclusiones son de gran importancia y, le dan un gran valor a los resultados de la distribución diamétricas en los inventarios (MALLEUX, 1982)

Este parámetro permite conocer la estructura y estado poblacional actual y futura de las comunidades arbóreas del bosque a través del análisis de la distribución de las clases diamétricas de las especies inventariadas. Cada clase diamétrica constituye una medida del crecimiento o edad de los árboles.

Al planificar un inventario forestal es necesario tener en cuenta estas condiciones o características de la población, con el fin de fijar un diámetro mínimo para el muestro, a fin de ahorrar el máximo de tiempo y esfuerzo, con el fin de bajar los costos de inventario. (MALLEUX, 1982)

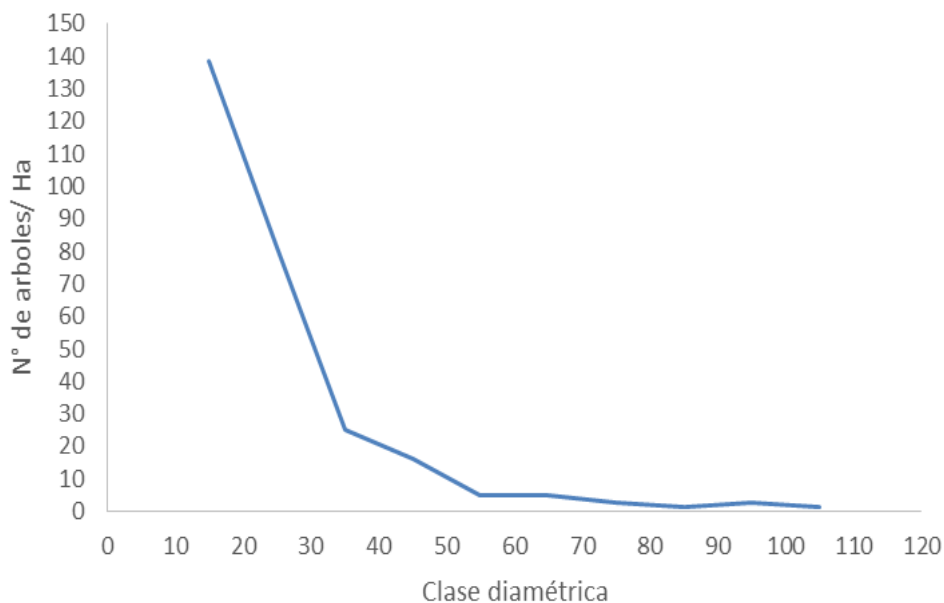
Como ya se mencionó la medición del DAP nos va permitir estimar el volumen maderable y por ende la biomasa, así como el crecimiento periódico de los árboles.

MINAM (2015), menciona que se puede determinar una clase diamétricas de 10 cm para los bosques de la selva alta y selva baja, y de 5 cm para los bosques de la costa y sierra.

Cuadro 1. Distribución del número de árboles por clase diamétrica por Ha.

Clase diamétrica	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105
Número de árboles/Ha	139	81	25	16	5	5	3	1	3	1

Fuente: Elaboración propia 2009, individuos medidos a partir de 10 cm de DAP (Área de 4Ha)



Fuente: Elaboración propia 2009, individuos medidos a partir de 10 cm de DAP (Área de 4Ha)

Figura 1. Distribución del número de árboles por clase diamétrica por Ha.

2.2. Concesiones forestales y la evaluación de existencia en el bosque

Las A través de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 y sus Reglamentos, mediante el Artículo 56. se otorga las concesiones forestales con fines maderables en bosque de producción permanente establecida en bosques primarios o secundarios, categoría I y categoría II, de acuerdo a la zonificación forestal, en tierras de dominio público, a través de concurso público.

- Sobre la base de unidades de aprovechamiento de cinco mil hectáreas hasta diez mil hectáreas de extensión, por un plazo de hasta cuarenta años renovables, de acuerdo a las condiciones que establece el reglamento.

- Sobre la base de unidades de aprovechamiento de más de diez mil hectáreas hasta cuarenta mil hectáreas de extensión, por un plazo de hasta cuarenta años renovables, de acuerdo a las condiciones del reglamento.

Los concesionarios son responsables directos por la integridad de la concesión en la superficie otorgada, asegurando su aprovechamiento sostenible de acuerdo a lo estipulado en el plan de manejo y en el contrato respectivo, constituyéndose en custodios forestales y de fauna silvestre.

La planificación del aprovechamiento forestal, es muy beneficioso y favorable, tanto para el concesionario, como para el bosque en conjunto, pues, a través de las actividades planificadas se van a lograr aspectos positivos, cuentan también, con aspectos negativos que afectan principalmente al ecosistema natural, las mismas que serán mitigadas y controladas mediante un programa de prevención, control y mitigación del impacto ambiental, detallado en el Plan General de Manejo Forestal (PGMF).

Se realiza la planificación y aprovechamiento mediante los procedimientos que se menciona a continuación.

- Mateo exploratorio: a través de esta actividad se puede hacer un reconocimiento exploratorio de la concesión y consecuentemente, ubicar el área de la PCA, con mayor densidad de árboles para poder realizar el censo forestal.

- Censo Comercial: a través del cual, se obtiene el potencial forestal maderable, las especies que existe en una determinada zona y/o área, la fisiografía y accesibilidad de la concesión.
- Construcción de caminos e infraestructura: para tener acceso definido a la PCA, así como realizar movilización y arrastre mecanizado de madera rolliza y/o aserrada en mayor volumen y de manera ordenada.
- Corta, tumba y trozado: obtención de materia prima para aprovechamiento, transporte y respectiva comercialización.
- Arrastre y transporte de madera: disponibilidad de materia prima para su respectivo aprovechamiento.
- Comercialización: para obtención de ganancias y beneficios económicos y, consecuentemente satisfacer sus necesidades básicas.

2.3. Los métodos para el estudio y evaluación del bosque

MALLEUX (1982), afirma que los inventarios de los bosques han venido evolucionando rápidamente en los últimos años. Existe una gran cantidad de métodos para inventarios forestales de acuerdo al tamaño de la unidad o unidades de evaluación, de la forma de distribución de las muestras y de acuerdo al método de trabajo de campo y registro de la información y de acuerdo al objetivo del inventario.

El objetivo o los objetivos de un inventario forestal son variados; sin embargo, estos pueden resumirse de acuerdo con los usos más frecuentes o comunes y el grado o nivel de confiabilidad que tienen; así, de acuerdo con el objetivo de uso de la información a obtenerse, los inventarios pueden clasificarse como evaluación del potencial maderero o stock actual, evaluación para un plan de aprovechamiento forestal o plan de extracción y la evaluación para un plan de manejo forestal. Además se incluye métodos simples de inventarios utilizados tradicionalmente en inventarios forestales de bosques tropicales; utilizando muestras del mismo tamaño y de tamaños variables (MALLEUX, 1982). Considerando los métodos más comunes de inventarios forestales son:

- Inventario irrestricto por fajas sistemáticas
- Inventario irrestricto por parcelas sistemáticas
- Parcelas de tamaño variable

Los dos primeros métodos son netamente convencionales y utilizan parcelas de muestreo que son de áreas fijas y estándar. En el tercer método, las parcelas tienen tamaños variables, no se controla el área de muestreo.

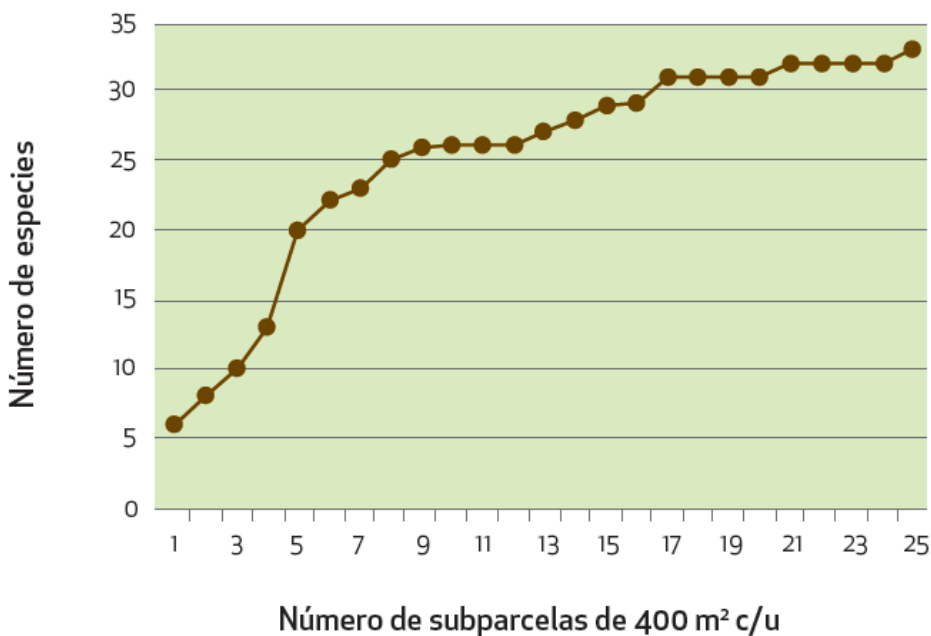
MALLEUX (1982), refiere que mayormente, el sistema de fajas se aplica en base a un diseño sistemático, ya que el mismo tamaño de la muestra lo hace poco rígido. Las fajas se distribuyen sistemáticamente, partiendo desde una línea base que debe ir con el largo del área a muestrearse; en posición

perpendicular a esta línea base y, en el sentido de la pendiente; deben localizarse las fajas de muestreo cada cierta distancia fija, en el caso de que el bosque tenga forma regular (cuadrada o rectangular) las fajas tendrán un mismo largo, pero en el caso de que sea irregular tendrá largos diferentes, terminando en el límite del bosque, aunque ello ocurre muy rara vez, ya que los blocks o unidades de evaluación son casi siempre de forma regular.

Otros estudios considerando la unidad muestral o parcela de muestreo constituye la unidad básica de análisis sobre la que se hace el registro de la flora y las mediciones de sus variables. El tamaño mínimo de la unidad muestral se basa en el criterio del “área mínima de la comunidad”, el cual se refiere que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal, Matteucci y Colma (1982) citado por MINAM (2015).

MINAM (2015), enfatiza que en la práctica, se ha comprobado que, a medida que se incrementa la superficie a inventariar, aumenta el número de especies; al comienzo bruscamente, y luego con más lentitud, hasta que es muy bajo o nulo. Esta relación se puede visualizar en una curva donde los ejes son el número de especies y el área inventariada, a lo cual se denomina curva especie-área (Figura 1). Lamprecht (1990), citado por (MINAM, 2015) considera que se obtiene el área mínima para hacer un inventario representativo, cuando se observa un incremento del área en un 10 %, lo cual produce a su vez, un incremento menor del 10 % en el número de especies.

Curva especie-área de un bosque de montaña basimontano (yunga)



Fuente: Guía de inventario de flora y vegetación (2015).

Figura 2. Curva especie-área utilizada para el análisis.

2.3.1. Dasometría por métodos indirectos

La medición del diámetro o extensión de la copa de los árboles y arbustos (DC), permite calcular el grado de cobertura de una especie o de toda la población de un determinado tipo de vegetación, el cual constituye una de las formas de estimar la densidad poblacional del bosque o matorral.

La extensión de la copa constituye una categoría fisonómica que permite identificar unidades pequeñas de vegetación basadas en el tamaño de la copa de los árboles, a través de fotos aéreas o imágenes satelitales de gran resolución. Esta variable se mide cuando se trata de inventarios forestales detallados con fines de estimar el potencial maderable o del stock de carbono (MINAM, 2015)

Considerando las características del dosel se puede mencionar que los bosques húmedos tropicales presentan generalmente tres estratos verticales: dominantes, intermedios y oprimidos (RICHARDS, 1979).

La mayoría de especies o grupos de especies están fuertemente asociados con tipos específicos de sustrato geológico, suelo, sitio y estos en su conjunto determinan la altura y densidad de la vegetación. La variación de la fisionomía, del dosel y de la estructura del rodal (diámetro, altura, volumen) están fuertemente relacionadas al sitio y a su fase de desarrollo (BOURGERON, 1983)

Otra característica del dosel arbóreo, es la forma de la copa, ella nos determina un tipo importante de desarrollo de los arboles (RICHARDS, 1979)

En relación a la reflectancia, información que capta el sensor de las imágenes Landsat, una característica de importancia es la llamada “rugosidad aerodinámica” que viene a ser la dificultad que el dosel superior ofrece al viento; esto se refleja en la reflectancia del dosel y es importante para poder interpretar imágenes de percepción remota (BRUNING, 1983)

Los sitios más favorables que tienen mayor diversidad de especie, los rodales son altos y complejos, sus hojas representan una superficie foliar que varía entre los 50 a 182 cm², las copas son grandes en el estrato superior y el dosel presenta una superficie aerodinámica “rugosa”.

Los sitios desfavorables están ocupados por una menor diversidad de especies, los rodales son simples, las hojas generalmente son xerofíticas y coráceas, el follaje es disperso. La mayoría de las hojas tiene una superficie foliar de 2,25 a 20,25 cm², aunque también existen un grupo de hojas con superficie foliar menor a 0,25 cm², ellas contienen muchos taninos y pigmentos. Las copas del estrato superior son pequeñas, el dosel no tiene mucha altura y es aerodinámicamente “suave” (KIRA, 1978).

2.3.2. Aplicación de la tele observación a la evaluación forestal

Las características espectrales de la vegetación están en función de la cantidad de clorofila por unidad de área y las características del follaje que afectan su radiación solar incidente (BALTAXE, 1980).

Las copas están compuestas por muchas hojas separadas que varían en tamaño, orientación, forma, cobertura del suelo, las superiores forman sombras que enmascaran a las más bajas, generando una reflectancia que es resultado de las reflectancias de las propias hojas y de las sombras. La cantidad de sombras dependen del ángulo de iluminación y de la forma y orientación de las hojas. Las sombras tienden a decrecer la reflectancia de las copas (GUYOT, 1989).

La cantidad de energía reflejada de un bosque, captada por los sensores, varía grandemente dependiendo de la rugosidad y de la superficie del dosel, (expresada a través de la superficie y espaciamiento de las hojas), la forma y el tamaño de los espacios entre hojas (las cuales pueden ser consideradas como cavidades o huecos negros), y la fisionomía y altura de la

vegetación. El efecto de las propiedades geométricas no cambia las características espectrales pero si influyen su intensidad; por lo que las superficies más rugosas tienen una menor reflectancia (HOWARD, 1982).

2.3.2.1. Aspectos Generales de la teledetección

La teledetección es aquella técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores aéreos o espaciales, asumiendo que entre el suelo y el sensor existe una interacción energética, ya sea por la reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial, ya por emisión propia. A su vez, es preciso que ese haz energético recibido por el sensor sea almacenado convenientemente, bien a bordo del satélite, bien en las estaciones receptoras, de cara a que pueda interpretarse para una determinada aplicación. (CHUVIECO, 2007)

CHUVIECO (2007), menciona que la teledetección engloba no sólo los procesos que permiten obtener una imagen, sino también su posterior tratamiento, en el contexto de una determinada aplicación. Los elementos que integran un sistema de teledetección, son:

- Fuente de energía, Supone el origen de la radiación electromagnética que detecta el sensor. Puede tratarse de un foco externo a este, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva, o de un haz energético emitido por el sensor (teledetección activa). La fuente de energía más importante, obviamente, es el sol.

- Cubierta terrestre, formada por distintas masas de vegetación, suelos, agua o construcciones humanas, que reciben la señal energética procedentes de la fuente de energía y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas.
- Sistema de sensor, compuesto por el sensor propiamente dicho, y la plataforma que lo alberga. Tiene como misión captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificarla, grabarla o enviarla directamente al sistema de recepción.
- Sistema de recepción, comercialización en donde se reciben la información transmitida por la plataforma, se graba en un formato apropiado y tras las oportunas correcciones, se distribuyen a los intérpretes.
- Intérprete, que convierte esos datos en información temática de interés, ya sea visual o digitalmente, de cara a facilitar la evaluación del problema en estudio.
- Usuario final, encargado de analizar el documento fruto de la interpretación, así como de dictaminar sobre las consecuencias que de él se deriven.

En cuanto el tratamiento digital de las imágenes permite agilizar el proceso de interpretación, generando modelos cuantitativos e integrar con otro tipo de información geográfica. Este enfoque integrado facilita una evaluación

más real del paisaje, al considerar los principales elementos espaciales que lo conforman. Aun simplemente en el terreno de la visualización, el apoyo de los ordenadores permite observar el territorio con una precisión y plasticidad difícilmente abordable por otros medios. Este el caso de las perspectivas tridimensionales, que combina una imagen de satélite con un modelo topográfico digital (CHUVIECO, 2007).

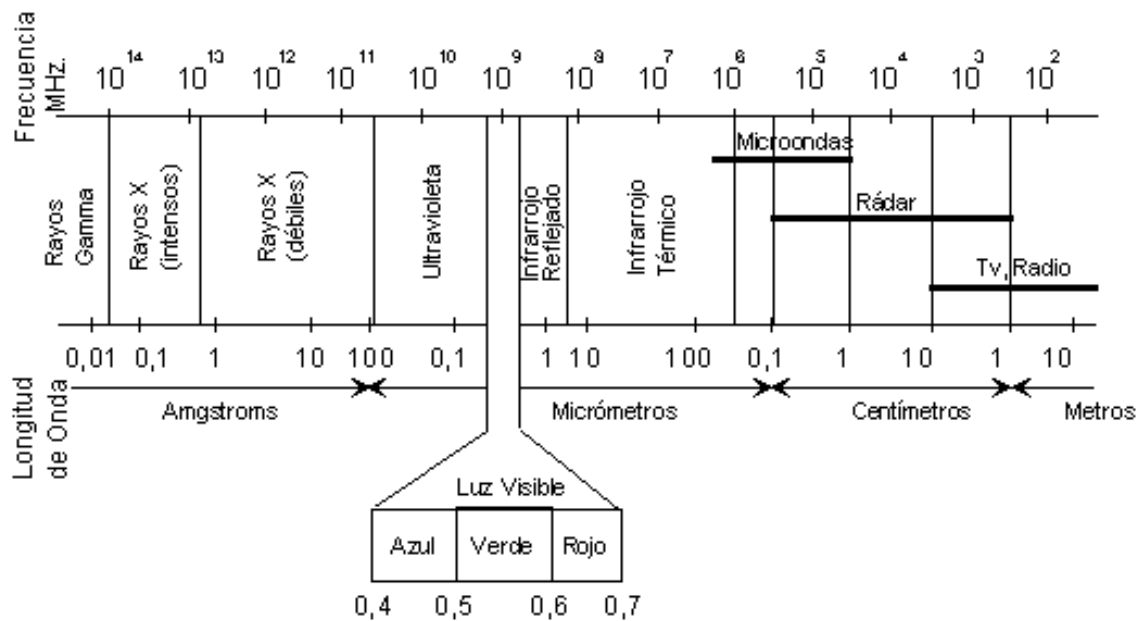
Las firmas espectrales son fundamentales para reconocer cubiertas de interés, o parámetros dentro de esas cubiertas (clorofila en la vegetación o turbidez en el agua, por ejemplo), por lo que se recomienda que sean puntos de partida para la mayor parte de los trabajos de teledetección. La firma espectral de una cubierta puede obtenerse a partir de varias fuentes: (i) medirla con un radiómetro, (ii) extraerla de una biblioteca espectral puesta a punto por alguna situación, (iii) simularla mediante modelos físicos, o (iv) extraerla de una imagen con la debida resolución espectral.

CHUVIECO (2007), menciona a los principales elementos de cualquier sistema de teledetección: sensor, objeto observado y flujo energético que los pone en relación y permite, en última instancia, detectar el objeto. Y desde el punto de vista de la teledetección, conviene destacar una serie de bandas espectrales, que son las más frecuente empleadas con la tecnología actual. Su denominación y amplitud varían según distintos autores, si bien la terminología más común es la siguiente:

- Espectro visible (0.4 a 0.7 μm). Es la única radiación electromagnética que puedan percibir nuestros ojos, coincidiendo

con las longitudes de onda en donde es máxima la radiación solar. Siendo tres bandas elementales, azul (A, 0.2-0.5 μm), verde (V, 0.5-0.6 μm). y rojo (R, 0.6-0.7 μm).

- Infrarrojo cercano (IRC, 0.7-1.3 μm). Denomina también infrarrojo próximo, reflejado o fotográfico, puesto que parte de él puede detectarse a partir de películas dotadas de emulsiones especiales, discrimina masas vegetales y concentraciones de humedad.
- Infrarrojo medio (1.3 a 8 μm). En esta región se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y de emisión de superficie terrestre. La primera banda 1.3 y 2.5 μm y se denomina infrarrojo de onda corta (Short Wave Infrared, SWIR), estima el contenido de humedad en la vegetación o los suelos. La segunda, 3.7 μm , se conoce propiamente como infrarrojo medio (IRM), determinante para la detección de focos de alta temperatura (incendios o volcanes activos).
- Infrarrojo lejano o térmico (IRT, 8 a 14 μm), que incluye la porción emisiva del espectro terrestre, detecta el calor proveniente de la mayor parte de las cubiertas terrestres.
- Microondas (M, por encima de 1 mm.), con gran interés por ser un tipo de energía bastante transparente a la cubierta nubosa.



(Fuente: Chuvieco, 2007)

Figura 3. Espectro electromagnético.

Como primera parte de las características de la radiación energética, CHUVIECO (2007) afirma que se denomina dominio óptico a aquel grupo de longitudes de onda directamente dependientes de la energía solar, comprendidas entre el visible y el SWAR (Short Wave Infraredi), (0.4 a 2.5 μm).

Para poder caracterizar una determinada cubierta es necesario conocer su comportamiento reflectivo en diversas longitudes de onda, ya que esto facilitará discriminarlo frente a cubiertas espectralmente similares.

En el caso del espectro visible, ese comportamiento disimilar de los objetos a distintas longitudes de onda se manifiesta en lo que llamamos color, un objeto es azul si refleja intensamente la energía en esa banda del espectro y poco en el resto (dicho de otro modo, si absorbe o transmite poca energía

incidente sólo en el azul, siendo mayor la absorción en el resto), mientras que será verde si su reflectividad es alta en esa banda y es baja en otras.

El comportamiento de una cubierta en el espectro visible está influido no sólo por sus propias características, sino también por una serie de factores externos que modifican lo que podríamos llamar su comportamiento espectral teórico. CHUVIECO (2007) afirma que estos factores son:

- Ángulo de iluminación solar (1), muy dependiente de la fecha del año y del momento de paso del satélite.
- Modificaciones que el relieve introduce en el ángulo de iluminación: orientación de las laderas (2) o pendiente (3).
- Influencia de la atmósfera, especialmente en la que se refiere a la absorción por nubes (4) y a la dispersión selectiva en distintas longitudes de onda.
- Variaciones medio ambientales en la cubierta: asociación con otras superficies, homogeneidad que presenta, estado fonológico (5), etc.
- Sustrato edafológico o litológico (6), especialmente influyente cuando la cubierta observada presenta una densidad media.

Como otra de las características de la radiación energética se menciona la caracterización espectral de las masas vegetales que constituye

una de las tareas más interesantes en teledetección. Pese a su gran importancia, aún ofrece notables dificultades como consecuencia de los múltiples factores que influyen en la radiancia final detectada por el sensor. Podemos dividir estos factores en tres grandes grupos (Belward *et al.*, 1991), citado por (CHUVIECO, 2007).

- Los relacionados con la reflectividad de la hoja, que suele ser el elemento más visible desde una plataforma espacial. Aquí los factores más destacados son la presencia de pigmentos, la estructura celular y el contenido de humedad.
- Las características geométricas de la planta, principalmente su área foliar, la forma de las hojas, su distribución en la planta, la geometría del dosel, la importancia del componente leñoso, etc.
- Finalmente habría que considerar aquellos aspectos derivados de la situación geográfica de la planta: pendiente, orientación, condiciones atmosféricas, etc.

2.3.2.2. Sensores remotos

Entre las variadas formas de clasificar los sensores, una de las más habituales considera su procedimiento de recibir la energía procedente de las distintas cubiertas. En este sentido se habla de dos tipos de sensores: pasivos, cuando se limitan a recibir la energía provenientes de un foco exterior a ellos; y activos, cuando son capaces de emitir su propio haz de energía.

Estos últimos son, lógicamente, más flexibles, puesto que no dependen tanto como los primeros de las condiciones exteriores al sistema sensor-tierra.

El concepto de resolución implica diversas manifestaciones, las más habituales en la literatura especializada han sido la espacial, espectral, radiométrica y temporal. En los últimos años a estas podemos añadir también la resolución angular, que haría referencia a la capacidad de un sistema de observar el mundo objeto desde distintas posiciones (CHUVIECO, 2007).

Actualmente existen diferentes alternativas como las imágenes proporcionadas por el sensor Aster instalado sobre el Satélite Terra. Del mismo modo se puede obtener datos a partir de los Radares de Apertura Sintética (SAR) y más recientemente con la tecnología LIDAR (Light Detection and Ranging) que es similar al Radar (PACHECO, 2003).

Uno de los sensores por su buena resolución, el carácter global y periódico de la observación que realizan y su buena comercialización, empleado por expertos y en diferentes campos del mundo, las imágenes Landsat que a través de la agencia espacial norteamericana fue diseñada a fines de la década de los sesenta el primer proyecto dedicado exclusivamente a la observación de los recursos terrestres. Siendo puesta en órbita el primer satélite de la serie ERTS (Earth Resource Technology Satellite) el 23 de julio de 1972. Esta familia de satélites, denominado Landsat a partir del segundo lanzamiento en 1975, ha constituido, sin duda, el proyecto más fructífero de teledetección espacial desarrollado hasta el momento (CHUVIECO, 2007).

Los tres primeros Landsat incorporaban un equipo de barrido multi-espectral denominado MSS (Multiespectral scanner) y un conjunto de tres cámaras de videos (RBV, Return Beam Vidicon). Los Landsat 4 y 5 eliminaron las cámaras RBV y las sustituyen por un nuevo explorador de barrido, denominado TM (Thematic Mapper), proporcionaba mayor resolución espacial y espectral que el previo MSS. Para asegurar la continuidad en la serie de datos, también se mantuvo el MSS en los dos Landsat 4 y 5, con similares características a los anteriores satélites. El siguiente cuadro contiene una comparación entre los distintos sensores del programa Landsat (L4 a L7).

Cuadro 2. Sensores a bordo del programa Landsat.

	MSS (1)	RBV	TM (2)	ETM+ (3)
4	0,5 - 0,6 μm 1 (4)	0,475 - 0,575 μm 1	0,45 - 0,52 μm 1	0,45 - 0,52 μm
5	0,6 - 0,7 μm 2 (4)	0,580 - 0,680 μm 2	0,52 - 0,60 μm 2	0,52 - 0,60 μm
6	0,7 - 0,8 μm 3 (4)	0,690 - 0,830 μm 3	0,63 - 0,69 μm 3	0,63 - 0,69 μm
7	0,8 - 1,1 μm 1 (5)	0,505 - 0,750 μm 4	0,76 - 0,90 μm 4	0,76 - 0,90 μm
8 (5)	10,4 - 12,6 μm		5 1,55 - 1,75 μm 5	1,55 - 1,75 μm
			6 10,4 - 12,5 μm 6	10,4 - 12,5 μm
			7 2,08 - 2,35 μm 7	2,08 - 2,35 μm
				8 0,52 - 0,90 μm
Resolución espacial				
4- 7	79 m 1 - 3	80 m 1 - 5, 7	30 m 1 - 5, 7	30 m
8	100 m 1	40 m 6	120 m 6	20 m/60 (3) m
			8	15 m

La inclusión del canal pancromático tiene gran utilidad para obtener productos cartográficos de mayor calidad aplicando técnicas de fusión de datos. El diseño de estos sensores pretendió paliar las diferencias observadas en las imágenes MSS, se sustituyeron las bandas 6 y 7 de ese sensor, ambas en el IRC- por una sola, sin perder información sustancial (CHUVIECO, 2007).

Las imágenes satelitales resultan efectivas en la mapificación de la vegetación porque van a permitir que una gran cantidad de información referente a la características del sitio y fisionomía de la vegetación, sean interpretados en un menor tiempo (FIGALLO, 1997).

Los bosques son degradados y estas áreas pueden ser visibles en las imágenes de satélite Landat ETM+, la reflectancia mínima de los datos carece de la resolución estructural requerida para la realización de estudios suficientemente cuantitativos y de monitoreos de explotación forestal en la amazonia. El análisis textural con imágenes Landsat puede ser utilizada para realizar una caracterización a gran escala de las áreas deforestadas, a fin de llevar a cabo actividades forestales, sin embargo no son óptimos para estudios ecológicos, biogeoquímicos, socioeconómicos debido a la cantidad de daños que no pueden ser percibidos. Mientras no se pueda resolver las proporciones espaciales del daño del dosel y la regeneración del sotobosque, consecuencia de las actividades de tala selectivas en bosques tropicales, los impactos de estas áreas permanecerán con escasa información. Un acercamiento potencial incluye la observación de una alta resolución espacial como es el caso de las imágenes IKONOS o un análisis espectral de la combinación de imágenes multiespectrales o hiperespectrales (ASIER *et al*, 2002).

Como parte del análisis de la cobertura de vegetación se hace referencia al índice más comúnmente empleado que es el cociente de índice de vegetación, CHUVIECO (2007) manifiesta como su nombre lo indica, un cociente o ratio implica efectuar una división, píxel a píxel, entre los ND (Normalized Difference) almacenados en dos o más bandas de la misma imagen. Se utilizan ampliamente en dos situaciones:

- 1) Para mejorar, la discriminación entre dos cubiertas con comportamiento reflectivo muy distintos en esas dos bandas. Por ejemplo para realzar suelos y vegetación en visible e infrarrojo cercano.
- 2) Para reducir el efecto del relieve (pendiente y orientación) en la caracterización espectral de distintas cubiertas.

Los cocientes sólo eliminan parcialmente el efecto del relieve, al no considerar que los efectos atmosféricos también dependientes de la longitud de onda. En consecuencia, para esta finalidad resulta más recomendable aplicar correcciones del sombreado topográfico, centrando el interés de estos índices en mejorar la discriminación de las cubiertas vegetales y estimar algunas de sus variables biofísicas (CHUVIECO, 2007).

El empleo de los cocientes para discriminar masas vegetales se derivan del peculiar comportamiento radiométrico de la vegetación. Como se sabe la signatura espectral característica de la vegetación sana muestra un claro contraste entre bandas del VIS (visible, con un rango entre 0.4 y 0.7 μm) y el IRC (0.7 a 1.1 μm). Mientras el VIS los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía que reciben, estas sustancias apenas afectan al IRC,

por esta razón se produce un notable contraste espectral entre la baja reflectividad de la banda R del espectro y la del IRC, lo que permite separar, con relativa claridad, la vegetación sana de otras cubiertas. Cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés (por ejemplo, por plagas o sequías intensas), su reflectividad será inferior en el IRC, aumentando paralelamente en el rojo (al tener menor absorción clorofílica), con lo que el contraste entre ambas bandas será mucho menor. En definitiva, podemos señalar que cuanto mayor sea la diferencia entre las reflectividades de la banda IRC y R, mayor vigor vegetal presentará la cubierta observada. Bajos contrastes indican una vegetación enferma, senescente o con poca densidad hasta llegar a los suelos descubiertos o el agua que presenta una reflectividad muy similar entre el IRC y el R, o incluso inferior en esta última (caso del agua o de algunas nubes). En este principio se apoyan la mayor parte de los denominados índices de vegetación de la diferencia normalizada (NDVI, Normalized Difference Vegetation):

$$C_i = \frac{\rho_{i,IRC}}{\rho_{i,R}}$$

Para la investigación se utilizará:

$$NDVI = \frac{\rho_{i,IRC} - \rho_{i,R}}{\rho_{i,IRC} + \rho_{i,R}}$$

Donde $\rho_{i,IRC}$, $\rho_{i,R}$ indican las reflectividades del píxel i en la banda de infrarrojo cercano y del rojo, respectivamente. Estos índices se obtienen a partir de las reflectividades de las bandas 7 y 5, para el caso del sensor MSS;

las bandas 4 y 3 para el TM y ETM+; la 3 y 2 para el HRV (Heaute Resolution Visible), y las 2 y 1 para el AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer).

Aplicando un modelo teórico, Guyot y Gu (1994), citado por CHUVIECO (2007), concluyen que los valores del NDVI para imágenes Landsat y Spot calculados a partir del ND, subestiman entre 0.05 y 0.20 el valor calculado con reflectividades, siendo este error mayor con valores de NDVI inferiores a 0,5 y para las imágenes Spot.

En consecuencia, propone una corrección que haga equivalente al cálculo con ND o reflectividades:

$$NDVI_{TM,p} = \frac{ND_{IRC} - 0.801ND_R}{ND_{IRC} + 0.801ND_R}$$

Para imágenes Landsat – TM

$$NDVI_{HRV,p} = \frac{ND_{IRC} - 0.663ND_R}{ND_{IRC} + 0.663ND_R}$$

Entre los parámetros que se han relacionado satisfactoriamente con el NDVI están los siguientes:

- Contenido de clorofila en la hoja
- Contenido de agua en la hoja

- Flujo neto de CO₂
- Radiación fotosintéticamente activa absorbida por la planta
- Productividad neta de la vegetación
- Índice de área foliar
- Cantidad de lluvia recibida por el dosel vegetal
- Dinámica fenológica
- Evapotranspiración potencial

Los índices de vegetación se relacionan bien con estas variables, es porque ellas mismas están relacionadas entre sí a través de los mecanismos vitales de las plantas (Verstraete y Pinty, 1996), citado por (CHUVIECO, 2007).

Si bien la definición de estos índices se realiza a partir de reflectividades (lo que implica abordar la correcciones atmosféricas y topográficas vistas previamente), algunos autores no tienen inconveniente en emplear directamente los ND de la imagen, siempre que no se pretenda conceder un valor físico a los resultados.

En ese caso, el cociente o índice de vegetación presentará una valoración relativa, aunque sigue manteniéndose el principio anterior: cuanto mayor sea el resultado, mayor vigor vegetal presenta la zona observada.

2.3.3. La regresión múltiple en la dasometría

La estadística puede emplearse como método científico o conjuntamente con el cálculo de probabilidades. De la misma manera CUADRA (1991) comenta que se entiende por Análisis Multivalente a la rama de la estadística y del análisis de datos, que estudia, interpreta y elabora el material estadístico sobre la base de un conjunto de $n > 1$ variables, que pueden ser de tipo cuantitativo, cualitativo o una mezcla de ambos. La información en Análisis Multivalente es por lo tanto de carácter multidimensional.

HAIR *et al.*, (1999) menciona que el Análisis Multivariante tiene definiciones complejas, se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a investigación. Cualquier análisis simultáneo de más de dos variables, puede ser considerado aproximadamente como un Análisis Multivariante. La regresión múltiple es el método de análisis apropiado cuando el problema incluye una única variable métrica dependiente que se supone está relacionado con una o más variables métricas independientes. La regresión múltiple es útil siempre que se busca predecir la cantidad o magnitud de la variable dependiente (HAIR *et al.* 1999).

El inventario forestal es el método para obtener y coleccionar información verdadera y satisfactoria del bosque con una finalidad determinada, donde se busca conocer la población boscosa con el objeto de aplicar este conocimiento en la solución de diversos problemas forestales. Los bosques tropicales por su gran dinamismo presentan problema de magnitud

que condicionan y limitan el proceso, permitiendo trabajar solo con una pequeña parte de la población y luego, inferir necesariamente los conocimientos así obtenidos al bosque en conjunto (MALLEUX, 1982).

Se hace referencia también que el análisis de regresión es de uso común en dendrometría, para la modelación de la relación entre variables. En este campo, una variable de gran interés es el volumen de madera contenido en el fuste de los árboles. Así, tradicionalmente, se han realizado importantes esfuerzos para obtener modelos que estimen con precisión el volumen a partir de variables de medición fácil, como el diámetro y la altura total del árbol (CANCINO, 2012).

La inferencia estadística, se define como el método en que conociendo los valores numéricos de las características, de lo singular es posible estimar los valores numéricos de las características de lo general. Los métodos estadísticos no solo interesan la selección de individuos, sino el modo en que ellos son seleccionados (MALLEUX, 1982).

2.3.4. Causas y factores principales que alteran los bosques

2.3.4.1. Los Asentamientos humanos

VEGAS y MALLEUX (1987), menciona que los asentamientos humanos, las colonizaciones y el desarrollo forestal en la selva peruana, datan de varias décadas atrás y es precisamente en la zona de selva central donde se han llevado a cabo las principales experiencias sobre colonizaciones o asentamientos rurales, en principio espontáneos, luego dirigidos y últimamente

planificados, donde la extracción forestal es otra actividad económica significativa y esta se realiza a través de contratos de extracción forestal en superficies muy variables o como también se desarrolla a escalas más pequeñas, como es la extracción selectiva de los árboles de su parcela o lo venden en pie.

2.3.4.2. Accesos y relieve del terreno

VEGAS y MALLEUX (1987), enfatiza que la extracción forestal en la selva alta resulta bastante difícil por las características topográficas del área. Así mismo, considerando el caso de la zona del Huallaga (Tingo María, Tocache, Tarapoto, Yurimaguas) es también importante en cuanto a la extracción forestal, con la ventaja adicional de que para movilizarse hacia/desde el punto de extracción se utiliza la carretera y el río, debido que en esta zona el río (Huallaga) tiene condiciones para el transporte de trozas por flotación. Con la apertura de la Carretera Marginal, las zonas denominadas Huallaga medio y el bajo Huallaga han ingresado con cierta fuerza a la actividad forestal, por el hecho de que en el alto y bajo Huallaga existe material para el afirmado de carreteras y, estas pueden operarse durante todo el año.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en la Concesión Forestal con fines maderables a cargo del titular WENCESLAO CARLOS MUÑOZ VALDIVIA, con contrato de la concesión: 10-TIM/C-J-002-03, con una superficie total de 5171 ha y una superficie de bosque de producción forestal de 4477 ha.

3.1.1. Ubicación política

La Concesión Forestal está ubicada en el distrito Cholón, perteneciente a la provincia Marañón y región Huánuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente la Concesión Forestal presenta las siguientes coordenadas UTM:

Este : 349326 m

Norte : 9036126 m

Altitud : 672 m.s.n.m

3.1.3. Clima

Las condiciones climáticas de la zona son: temperatura máxima 29.4 °C, mínima 19.2 °C, y media 24.3 °C, precipitación promedio anual de 3200 mm, la humedad relativa 87 % y la altitud sobre el nivel del mar es 660 m. De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1971) el distrito de Cholon se encuentra ubicada en la formación vegetal de Bosque muy húmedo Pre montano sub tropical (bmh - PTST).

3.1.4. Fisiografía

Con respecto a su topografía, por la parte centro es traspasado por la Cordillera Central, sistema de elevadas montes con deserción de ilaciones que dividen las aguas de los ríos Huallaga y Marañón; muy al Este, está la denominada Cordillera Azul, con altitudes que no sobrepasan los 3,000 m.s.n.m. y de igual manera la presencia de la Cuenca del Huallaga que recibe las aguas de los ríos del distrito.

Presenta un relieve accidentado y escabroso, con barrancos, faldas, altozanos, declives, y fondos llanos un poco angostos. El clima es semitropical, templado - seco y frío con lluvias estacionales. Asimismo ostenta 4 cinturones forestales: el Matorral Húmedo, Pajonal, Áreas Deforestadas y Bosque Húmedo de Montañas. El distrito de Cholon se divide en 3 regiones naturales: la Yunga Fluvial, Quechua, Rupa Rupa.

3.1.5. Hidrografía

En su hidrografía, está la presencia de la naciente laguna de Megate; los principales ríos son el Azul, Chontayacu, Frijol, Huallaga, Huamuco, Magdalena, Megate, Santa Martha, Uchiza, Yanajanca; además cuenta con los siguientes riachuelos: Ají, Aureg, Blanco, Chonas, Coco, Lucma, Oso y San Antonio.

3.1.6. Flora

La concesión al ser con fines maderables presenta una amplia gama de especies comercialmente valiosas, entre los más representantes están las especies: Azucar huayo (*Hymenaea courbaril*), Caimito (*Pouteria neglecta*), Cedro huasca (*Cedrela sp*), Cedro lila (*Cedrela sp*), Chamisa (*Anthodiscus gutierrezii*), Chontaquiro (*Lonchocarpus spiciflorus*), Copal (*Protium sp*) Cumala Blanca (*Virola peruviana*), Cumala roja (*Iryanthera laevis*) Favorito (*Osteophloeum platispermum*), Higuerilla (*Cunuria spruceana*), Huayruro (*Ormossia sp*), Huimba (*Ceiba sp*), Leche Caspi (*Brosimum utile*), Lupuna (*Chorisia sp*), Manchinga (*Brosimum sp*), Mashonaste (*Clarisia racemosa*), Moena amarilla (*Aniba amazonica*), Moena negra (*Diospyros guianensis*), Pashaco (*Macrolobium sp*), Pashaco colorado (*Schizolobium amazonicum*), Quinilla (*Manilkara bidentata*), Renaco (*Ficus paraensis*), Sapote (*Quararibea sp*), Shiringa (*Inga sp*), Lupuna blanca (*Ceiba pentandra*) Tangarana (*Triplaris sp*), Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), Vilco amarillo (*Macrolobium sp*), entre otros.

3.1.7. Fauna

La Concesión presenta una fauna muy numerosa, considerando las especies más importantes: Coto negro (*Alouatta palliata*) En peligro, Mono choro (*Oreonax flavicauda*) En peligro, Motelo (*Geochelone carbonaria*) En peligro, Charapa (*Podocnemis expansa*) En peligro, Maquisapa (*Ateles chamek*) Vulnerable, Venado (*Mazama rulina*) Vulnerable, Perdiz (*Crypturellus casiquiara*) Vulnerable, Rana (*Centrolene hosperium*) Vulnerable, Jaguar (*Pantera onca*) Casi amenazado, Loro frente roja (*Aratinga erythrogamys*) Casi amenazado, Paujil (*Mitu tuberosa*) Casi amenazado.

3.2. Materiales

3.2.1. Material cartográfico

Se utilizó 02 Imágenes de satélite Landsat 5 TM (5, 4, 3) path / row 7/66; año 1999 y 2000, INEI- Centros poblados, 2016, escala 1: 100 000, Mosaico corregido, modelo digital del terreno del Departamento de Huánuco (MDT30), hojas de la Carta Nacional a escala 1:100000 (18k, 19k), entre otros.

3.2.2. Materiales, Equipos y software

Se utilizó cinta diamétrica (5 m), huincha (25 m) marca Stanley, clinómetro marca Suunto, brújula, rafia de color amarillo, pintura de color amarillo, clavos de acero, placas de metal, pincel simple, machete, cuaderno de apuntes, Gps marca Garmin 62s, Laptop marca Toshiba, Cámara marca

Sony 16 Mp, ArcGis 10.5, ERDAS 2014, Google Earth Pro (LIBRE), Programa estadístico (InfoStat), etc.

3.3. Metodología

La investigación se desarrolló en 3 fases bien definidas: fase de pre-campo, fase de campo y fase de gabinete.

3.3.1. Fase de pre-campo

- En esta fase se hizo las coordinaciones necesarias para las salidas a campo, así como de los permisos requeridos para la obtención de la imagen, entre otros:
- Se solicitó y planificó con la ATFFS, las salidas a la concesión forestal para la obtención de la base de datos de campo.
- Se solicitó al concesionario la información básica de la concesión con fines maderables.
- Se solicitó información cartográfica al INEI para generar las variables independientes.
- Se solicitó al Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina la obtención de la imagen satelital Landsat –TM de 1999 georreferenciado a la concesión, en formato digital.

3.3.2. Fase de campo

Se hizo el inventario o censo forestal en la concesión para lo cual es necesario una brigada, los inventarios forestales son metodologías de recojo de información del bosque que nos permiten obtener datos precisos para planificar su manejo.

3.3.2.1. Organización del equipo para elaborar un censo comercial

Se organizó en dos cuadrillas, cada una de las cuales estuvo organizada de la siguiente manera:

- Jefe de cuadrilla: encargado de supervisar y dirigir el trabajo, capacitar en el manejo de la brújula, el GPS, y uso de los formatos de recojo de datos
- Asistente del jefe de cuadrilla: técnico encargado de la ubicación con GPS, orientación y demarcación de las parcelas. Con la ayuda de una brújula, determina la delimitación exacta de cada parcela.
- Matero: persona con amplios conocimientos de las especies forestales, encargado de identificar la especie de cada árbol y colocar la placa con el código de identificación. Apoya en la determinación de las altura de los árboles y el DAP
- Jalonero: persona que se encarga de colocar el jalón en la trocha

- Trochero: encargados de abrir las trochas para demarcar las parcelas en donde se tomarán los datos del censo.

3.3.2.2. Descripción de la parcela

La elaboración de los censos tiene que estar basada en una descripción previa de las características generales del área de la concesión, para lo cual se recopiló información sobre los diferentes tipos de bosque presentes en la concesión. Se trata de describir cuál es la cobertura vegetal, las pendientes, los cursos de las principales quebradas, entre otros aspectos.

3.3.2.3. Ubicación de la parcela

- Se ubicó el punto de partida y los laterales de la parcela de corta anual.
- Se aperturó las trochas de orientación.

3.3.2.4. Registro de información

- Se definió los criterios del censo y el punto de partida.
- Se identificó las especies con la ayuda del matero.
- Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP).
- Se calculó la altura comercial del árbol
- Y en algunos casos se hizo el pintado y/o plaqueado

Se apuntó de acuerdo al formato para la recolección de datos de campo (Cuadro 3).

Faja N°	Especie	DAP (m)	Altura (m)	Fuste	Distancias (m)		Lado	AS	Observaciones
					X	Y			
13	1 capirona	65	30	Bueno	20	840	Izquierdo	X	Abundancia de lianas
14	1 Lupuna	70	20	Regular	50	750	Derecho		

Cuadro 3. Formato para la recolección de datos.

3.3.2.5. Barrido

La brigada de trabajo avanza clasificando y tomando las medidas a todos los árboles, siguiendo los criterios descritos anteriormente. Se empieza por la primera faja desde la línea de partida; al llegar hasta el final de la misma se empieza con la segunda, de modo que se va “barriendo” faja por faja en zigzag, y así sucesivamente, recorriendo de forma ordenada hasta culminar con la parcela.

3.3.3. Fase de gabinete

En la investigación se utilizó una imagen satelital Landsat –TM de 1999, en formato digital. Se realizó el procesamiento correspondiente a esta imagen para los diferentes análisis respectivos como es el caso de la interpretación visual y el análisis de índice de vegetación (NDVI). También se utilizó un Modelo de elevación Digital (DEM) generado de curvas de nivel e

información cartográfica digital e información del INEI para generar las variables independientes. Para tener una mejor referencia, la secuencia para el trabajo de investigación son las siguientes:

- Recopilación de la información de base (inventario forestal y red de parcelas para el procesamiento estadístico).
- Adquisición y procedimiento de la imagen satelital.
- Estratificación de bosques.
- Elaboración de mapa de pendiente.
- Elaboración de mapa de Aspecto (Orientación de la pendiente).
- Elaboración de mapa de índice de vegetación.
- Elaboración de mapa de distancias a las vías, distancias a centros poblados y distancias a ríos, para cada una de la parcelas de la muestra. Y por último la selección de la ecuación estadística para los resultados obtenidos (Figura 4).

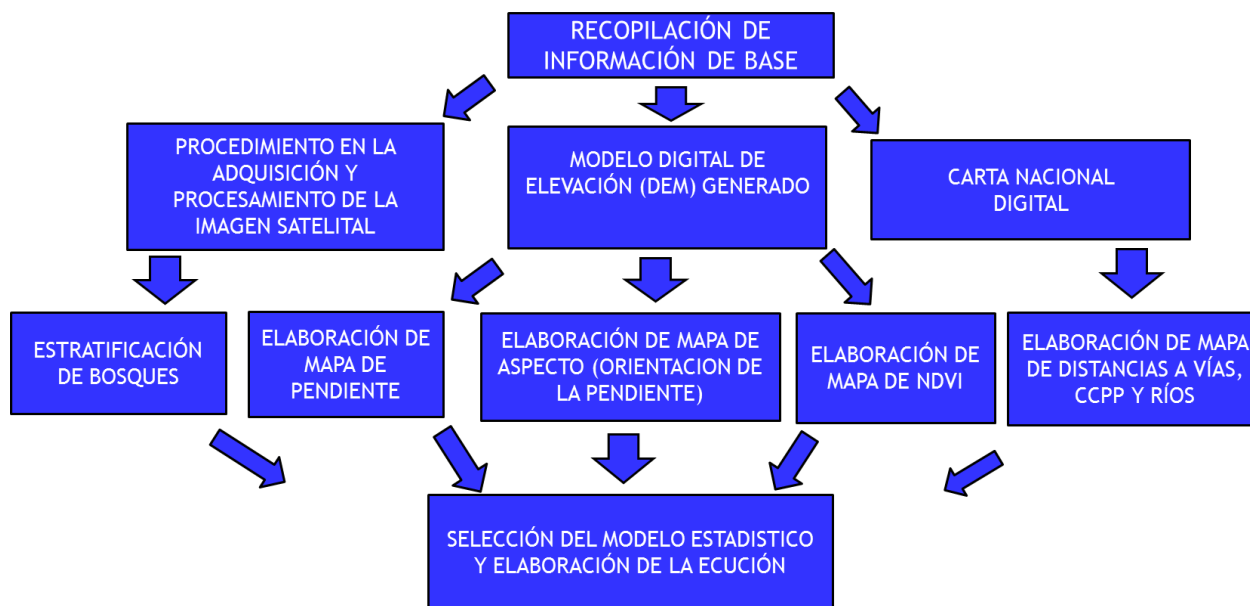


Figura 4. Flujograma para obtener los diferentes tipos de variable

3.3.3.1. Procedimiento en la adquisición y procedimiento en la imagen satelital

Las imágenes corresponden al sensor Thematic Mapper del satélite Landsat 5, las cuales fueron descargadas de forma gratuita desde el servidor GLOVIS, luego se juntaron todas las bandas espectrales mediante el software ERDAS 2014 y se realizó el realce y las correcciones correspondientes (corrección atmosférica y radiométrica) a la imagen con el mismo software mencionado.

3.3.3.2. Estratificación del bosque

Se La estratificación de bosques se elaboró mediante la interpretación visual se trabajó a una escala de 1:10 000. Teniendo como base las imágenes satelitales Landsat (resolución aprox. 30 m) del distrito de Cholón

dentro del departamento de Huánuco. Mediante las combinaciones de las bandas espectrales (5, 4, 3).

En este proceso se obtuvo información de la imagen satelital Landsat. En una primera etapa se hizo una interpretación desde el punto de vista fisiográfico, considerando los diferentes niveles de sitio de fácil visibilidad en la imagen. Posteriormente se reconoció y ubicó los diferentes elementos presentes a simple vista, donde se requirió ciertos conocimientos acerca de los procesos geomorfológicos, formaciones vegetales y usos del suelo del área de trabajo; considerando el tamaño y forma de los elementos, las sombras, el tono, la textura, distribución de los elementos y estructura de las copas.

Además tomando como referencia principal el vigor del bosque a través tamaño de la copa siendo un elemento evaluativo muy eficiente, además de la existencia de un dosel superior o alto, es una buena indicación de un buen contenido volumétrico por unidad de área. Realizada la estratificación se definió la categorización para cada estrato de bosque que posteriormente fue incluido para generar el valor cualitativo para cada parcela y luego convertirlo a un valor cuantitativo creando variables dummy mediante el software infoStat.

3.3.3.3. Elaboración del mapa de pendiente

Para la elaboración del mapa de pendiente, se utilizó el Modelo de elevación digital (DEM) de 30m generado a partir de las curvas de nivel extraídas de las cartas nacionales. Con la ayuda del software ArcGis 10.5 mediante un conjunto de herramientas de mismo software se procedió la

generación del mapa de pendiente con una inclinación de la pendiente calculada en porcentaje. Posteriormente se calculó el resultado de los promedios de la sumatoria de los valores raster para cada parcela.

Tomando de referencia como parte del análisis el Anexo IV de la Guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos, del Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado por D.S. N° 017-2009/AG (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rangos de pendientes.

Pendiente	
Rango (%)	Termino descriptivo
0-2	Plana o casi a nivel
2-4	Ligeramente inclinada
4-8	Moderadamente inclinada
8-15	Fuertemente inclinada
15-25	Moderadamente empinada
25-50	Empinada
50-75	Muy empinada
>75	Extremadamente empinada

3.3.3.4. Elaboración de mapa de aspecto (Orientación de la pendiente)

Para generar los valores del mapa de Aspecto se partió a partir de un Modelo de Elevación Digital (DEM de 30m) que posteriormente fueron procesadas mediante un grupo de herramientas del software Arcgis 10.5.

Se requiere buscar las pendientes que están mirando al norte o sur en una montaña, la herramienta Aspect permite calcular la orientación de cada superficie con respecto a sus celdas vecinas en base a la pendiente descendente.

Considerando la problemática de las celdas planas al calcular el coseno 0, que es igual a 1 entonces se obtiene un valor de orientación de la pendiente que corresponde al norte siendo que se trata una área plana, Esto puede crear una variable dummy para cada "aspecto".

Por ejemplo. $0-45 = a$, $45-90 = b$

Para nuestro caso se consideró reemplazar los valores 0 por el valor de 99.

Posteriormente mediante las herramientas de algebra de datos se realizó la transformación de los valores de grados a radianes para generar el valor seno (Aspect).

Generalmente transformamos el dato "aspecto" en variable continua porque se trata de una condición circular y su representación en

grados sexagesimales sería inconveniente - los valores grandes pueden estar muy cerca de valores pequeños. En la mayoría de los casos, los datos circulares deben ser transformados. Los dos casos en los que es probable que se produzcan datos circulares son en “aspecto” y en día del año. Por ejemplo, durante las estimaciones de parámetros o en valores grandes, el ángulo 1, 2, 5, 10 grado estará más cerca de 300, 340, 360, lo que hace que los resultados sean difíciles de interpretar. Así que en este caso necesitamos la transformación a valores continuos que van desde -1 a +1, donde los valores más cercanos a -1 serán hacia el sur y los más cercanos a +1 serán hacia el norte. Esto se hace a través de la función de Sen (Aspecto).

. Seguidamente se llevó a cabo el cálculo del resultado de los promedios de la sumatoria de los valores raster para cada parcela.

3.3.3.5. Elaboración de mapa de índice de vegetación

Para la obtención de este mapa se trabajó en una resolución original de la imagen (aprox. 30 m), previo al tratamiento correspondiente de la imagen satelital (corrección atmosféricas y radiométricas), reduciendo el ruido de la imagen satelital y así mejorando su calidad, considerando el procedimiento definido por CHUVIECO (2007). Sobre este principio se apoyan la mayor parte de los denominados índices de vegetación de la diferencia normalizada: NDVI (Normalized Difference Vegetation). Según la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{\rho_{i,IRC} - \rho_{i,R}}{\rho_{i,IRC} + \rho_{i,R}}$$

Esos índices se obtienen a partir de las reflectividades de las bandas 4 y 3 para nuestra imagen obtenida del sensor TM.

3.3.3.6. Elaboración de mapa de distancias a las vías, distancias a centros poblados y distancias a ríos

Para cada una de la parcelas de la muestra se derivaron las distancias a partir de la información digital generadas del IGN a una escala de 1:100 000.

- Distancia a Vías (m) - Se complementó la información del IGN digitalizando las vías de las imágenes Landsat a una menor escala. Para calcular la distancia más cercana de una parcela hacia las vías principales, secundarias y trochas carrózales.
- Distancia a ríos (m) - Se complementó la información del IGN digitalizando los ríos de las imágenes Landsat a una menor escala. Para calcular la distancia más cercana de una parcela hacia los ríos.
- Distancia a centros poblados con una población mayor a 100 habitantes. Se utilizó la información de los datos poblacionales del año 2016 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Para calcular la distancia más cercana de una parcela hacia los CC.PP.

3.3.3.7. Selección del modelo estadístico para los resultados obtenido y elaboración de la ecuación

A partir de los valores generados para cada variable independiente (distancias a las vías, distancias a centros poblados, distancias ríos, Índice de

Vegetación (NDVI), pendiente y orientación de la pendiente) para cada una de las parcelas de la muestra, mediante los diversos procesos detallados anteriormente.

Se procedió a seleccionar mediante un modelo estadístico la mejor ecuación que relaciona la variable dependiente (área basal) y las variables independientes. Previo a un ajuste de datos de las variables para mejorar el modelo, para este caso se utilizó el software InfoStat para el análisis estadístico

IV. RESULTADOS

4.1. Selección de muestras de parcelas de inventario para el análisis de la regresión

4.1.1. Selección del área en estudio

El área de estudio escogida para este trabajo de investigación se distribuye seis (6) sectores del bosque correspondientes a los Planes Operativos Anuales (POA) de diferentes años y diferentes concesiones forestales las cuales se dividió en parcelas de 200m×200m (4ha) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Planes Operativos Anuales (POA) y número de parcelas generadas.

Nombre del Titular	Año de POA	Área Total (Ha)	N° de Parcelas	Código
Carlos Edmundo Muñoz Landa	2005	336,18	88	CEM2005
Carlos Edmundo Muñoz	2006	231,38	56	CEM2006
Marcos Céspedes	2006	193,06	54	MC2006
Wenceslao Carlos Muñoz Valdivia	2008	196,00	49	WCMV2008
Wenceslao Carlos Muñoz Valdivia	2009	141,86	36	WCMV2009
Carlos Edmundo Muñoz Landa	2009	200,14	51	CEM2009
Total		1298,62	334	

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la distribución del número de árboles por clase diamétrica obtenida en el censo, Dap >40 cm (Cuadro 6 y Figuras 5 y 6).

Cuadro 6. Distribución del número de árboles por Ha clase diamétricas.

DAP (cm)	N° de Árboles/Ha
40	55374
50	47497
60	34999
70	22470
80	13229
90	7469
100	4451
110	2942
120	1833
130	1147
140	716
150	439
160	293
170	216
180	146
190	62
200	46

Fuente: Elaboración propia

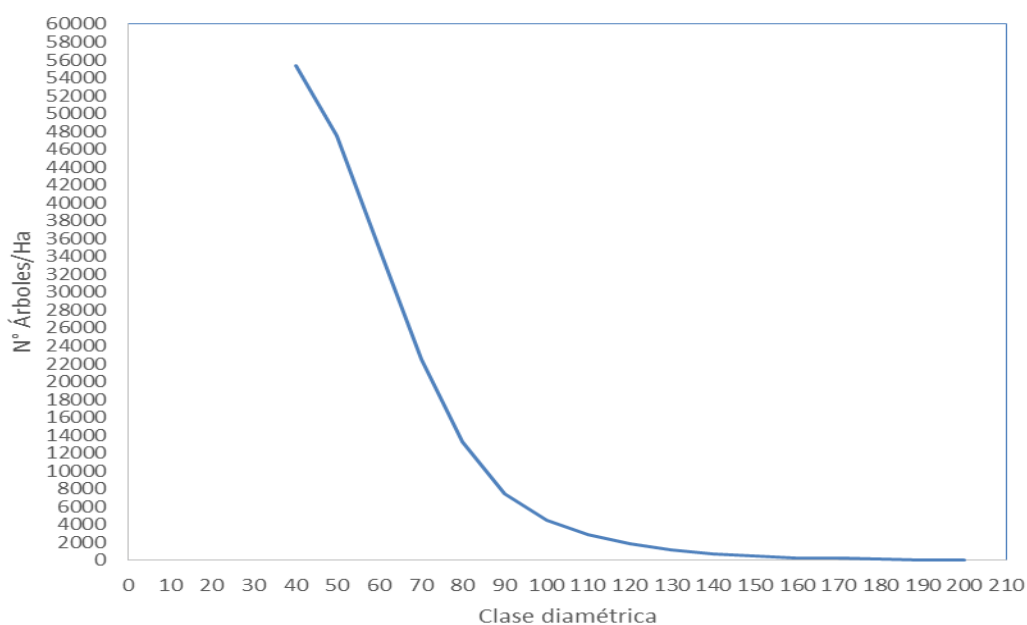


Figura 5. Distribución de frecuencia de árboles por clase diamétricas

Figura 6. Distribución de los sectores seleccionados

4.1.2. En variables predictoras

Los valores correspondientes a las variables (estratificación de bosque, distancias a las vías, distancias a centros poblados, distancias a ríos, índice de vegetación (NDVI), pendiente y orientación de la pendiente) para cada una de las parcelas de la muestra.

4.1.2.1. Estratificación el bosque del área de estudio en base al vigor de la vegetación

En el presente estudio se utilizó el criterio de estratificación a nivel detallado por MALLEUX (1982), quien sugiere considerar principalmente el tamaño de la copa para determinar el vigor de la vegetación. Obteniéndose los siguientes tipos de estratos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estratificación de bosques.

Estrato	Código	Símbolo
Bosque de montaña basimontano Alto vigor	1	Bmb_Av
Bosque de montaña basimontano Vigor medio	2	Bmb_Vm
Bosque de montaña basimontano Vigor bajo	3	Bmb_vb
Bosque de pie de monte Alto vigor	4	Bpm_Av
Bosque de pie de monte Vigor medio	5	Bpm_Vm
Bosque de terraza baja Vigor medio	6	Btb_Vb

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra los tipos de estratos obtenidos por cada uno de los sectores evaluados (Figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

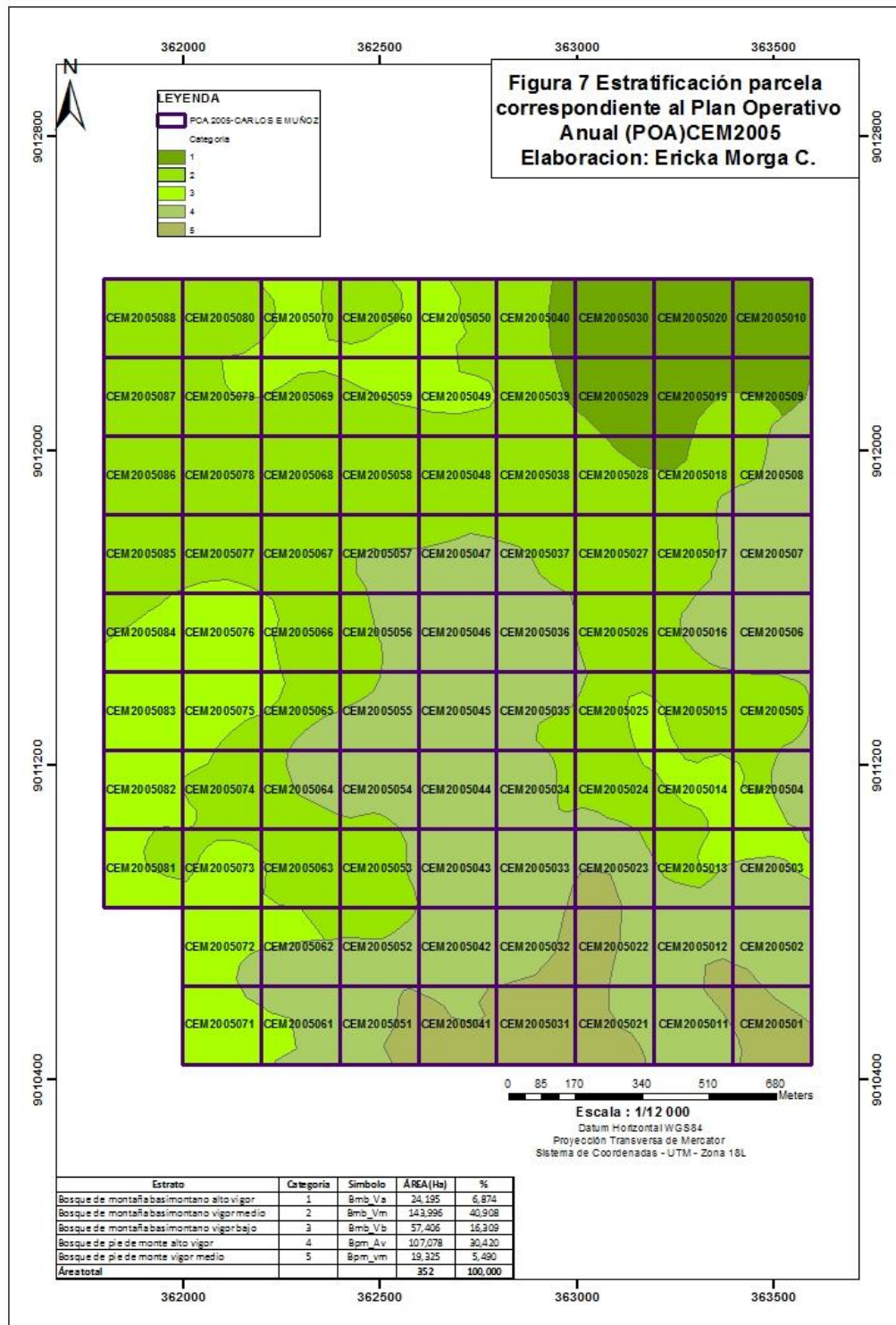


Figura 7. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.

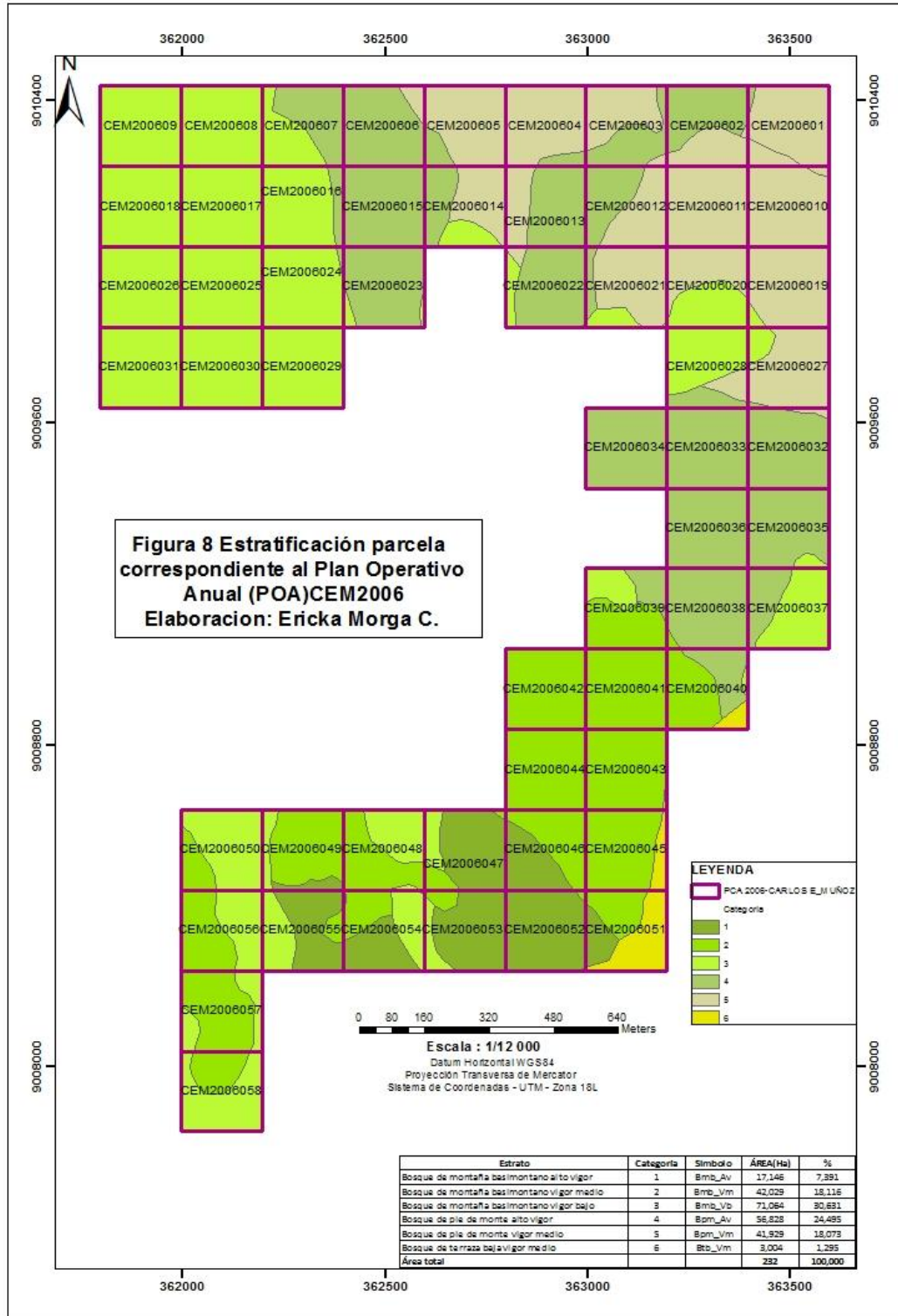


Figura 8. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2006.



Figura 9. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.

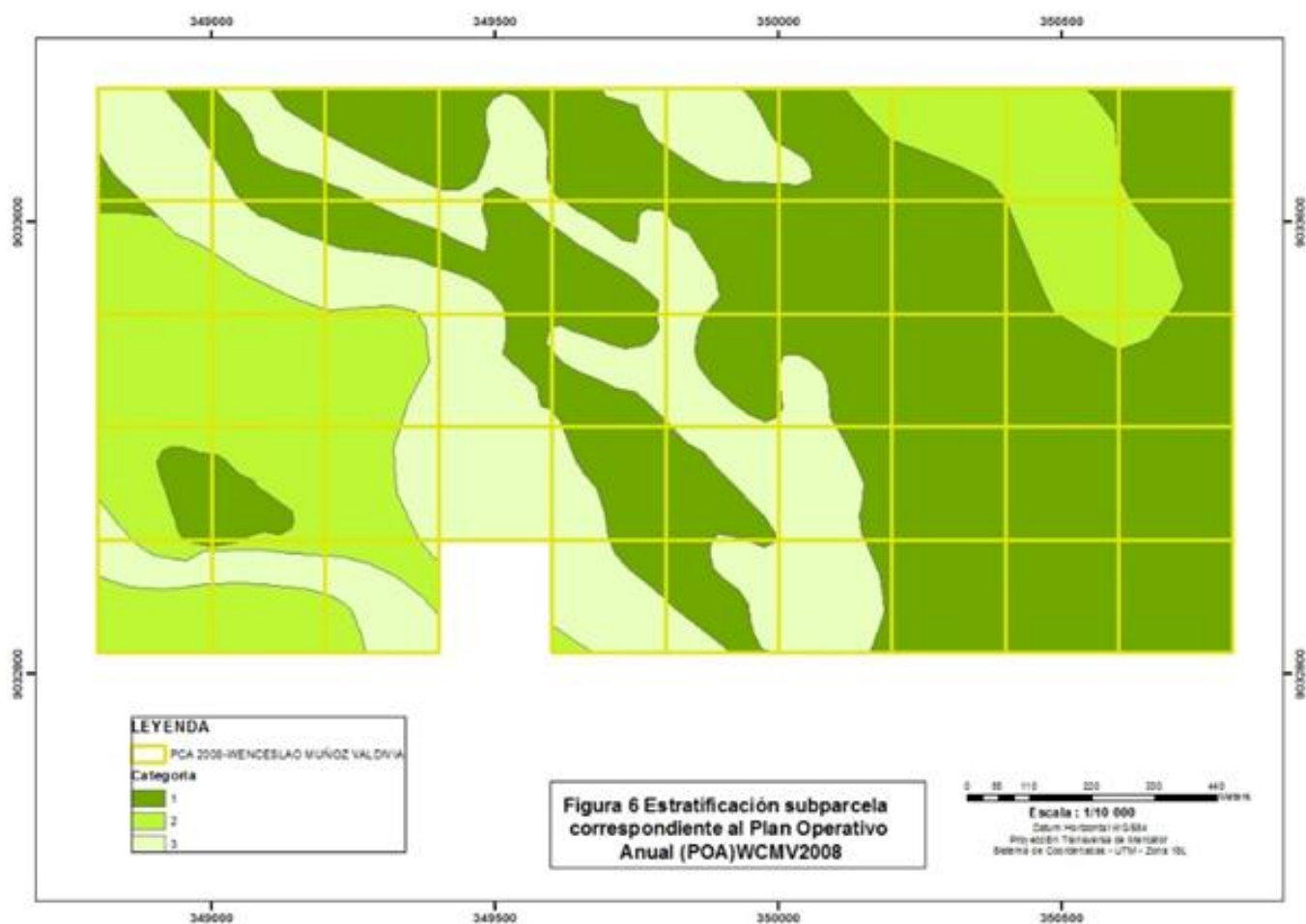


Figura 10. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.

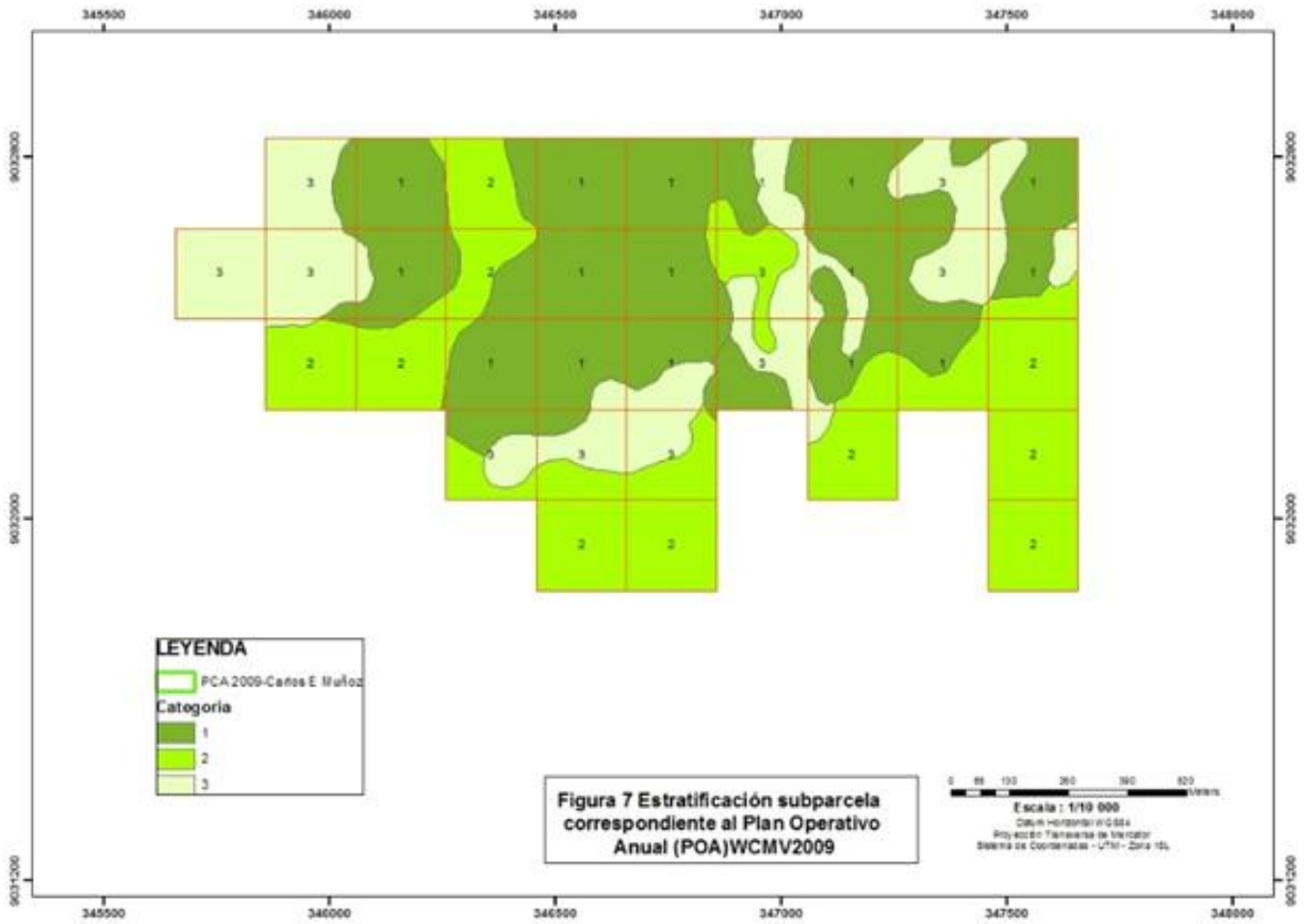


Figura 11. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.

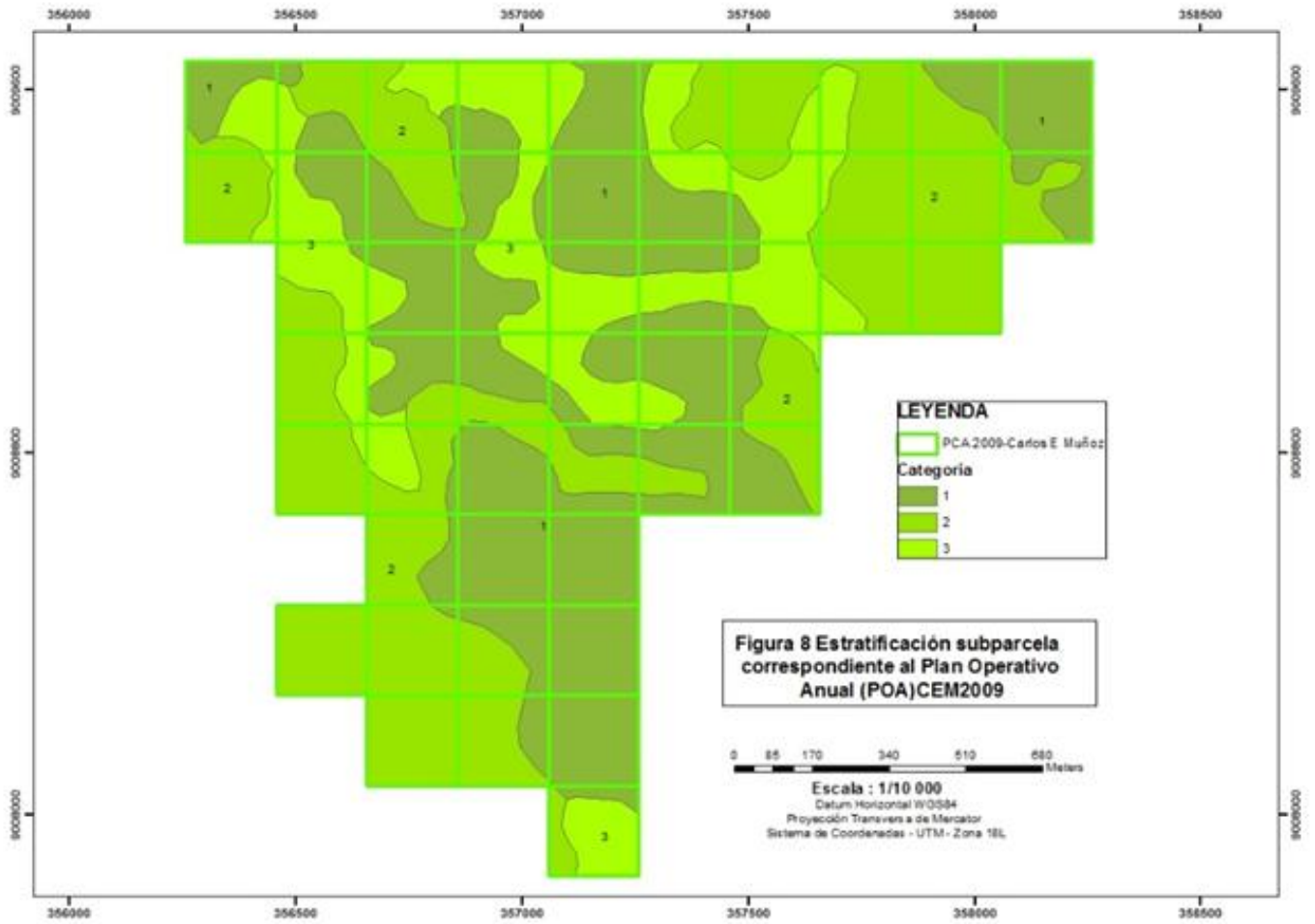


Figura 12. Estratificación parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.

4.1.2.2. Distancias más cercanas de las variables de vías principales, secundarias y trochas

En las siguientes figuras se puede observar las distancias a las vías principales, secundarias y trochas carrozable más cercanas a los sectores de evaluación (Figuras 13 y 14).

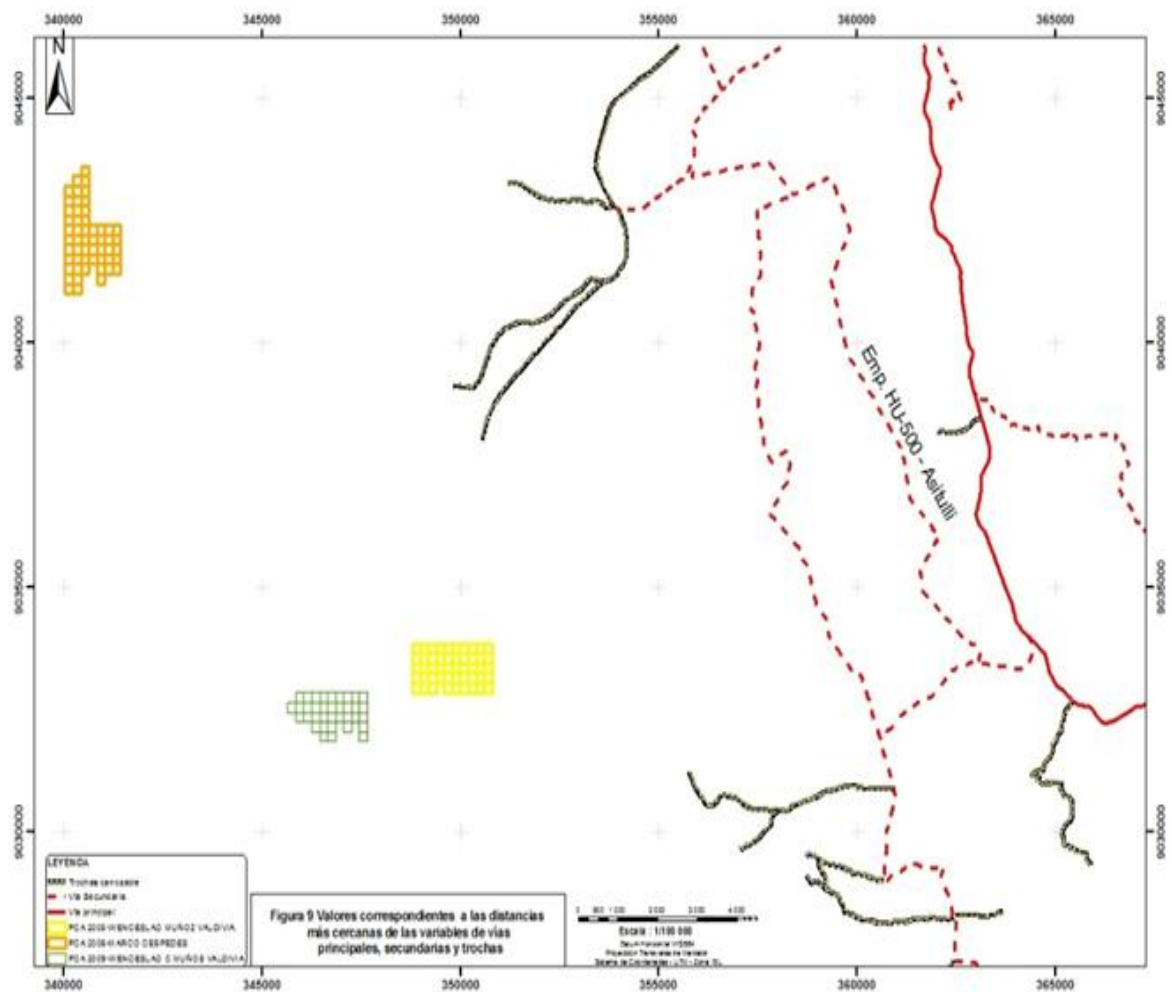


Figura 13. Distancias a las Vías Principales, Secundaria y trochas más cercanas de las parcela correspondiente a los Planes Operativos Anual (POAs) MC2006, WCMV2008 y WCMV2009.

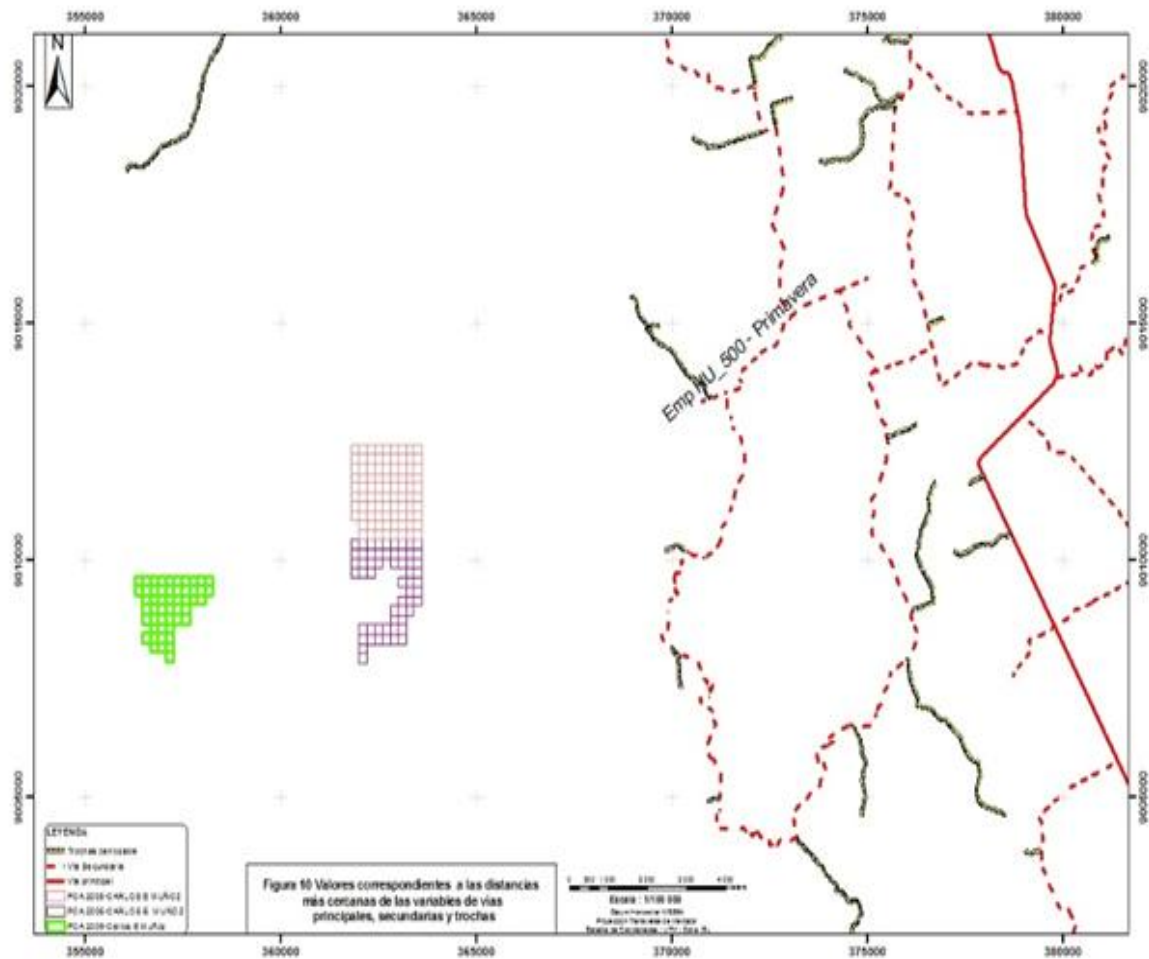


Figura 14. Distancias a las Vías Principales, Secundaria y trochas más cercanas de las parcelas a los Planes Operativos Anuales (POAs) CEM2005, CEM2006 Y CEM2009.

4.1.2.3. Distancias más cercanas de los centros poblados (CC.PP)

En las siguientes figuras se puede observar las distancias a los centros poblados más cercanos a los sectores de evaluación (Figuras 15 y 16).

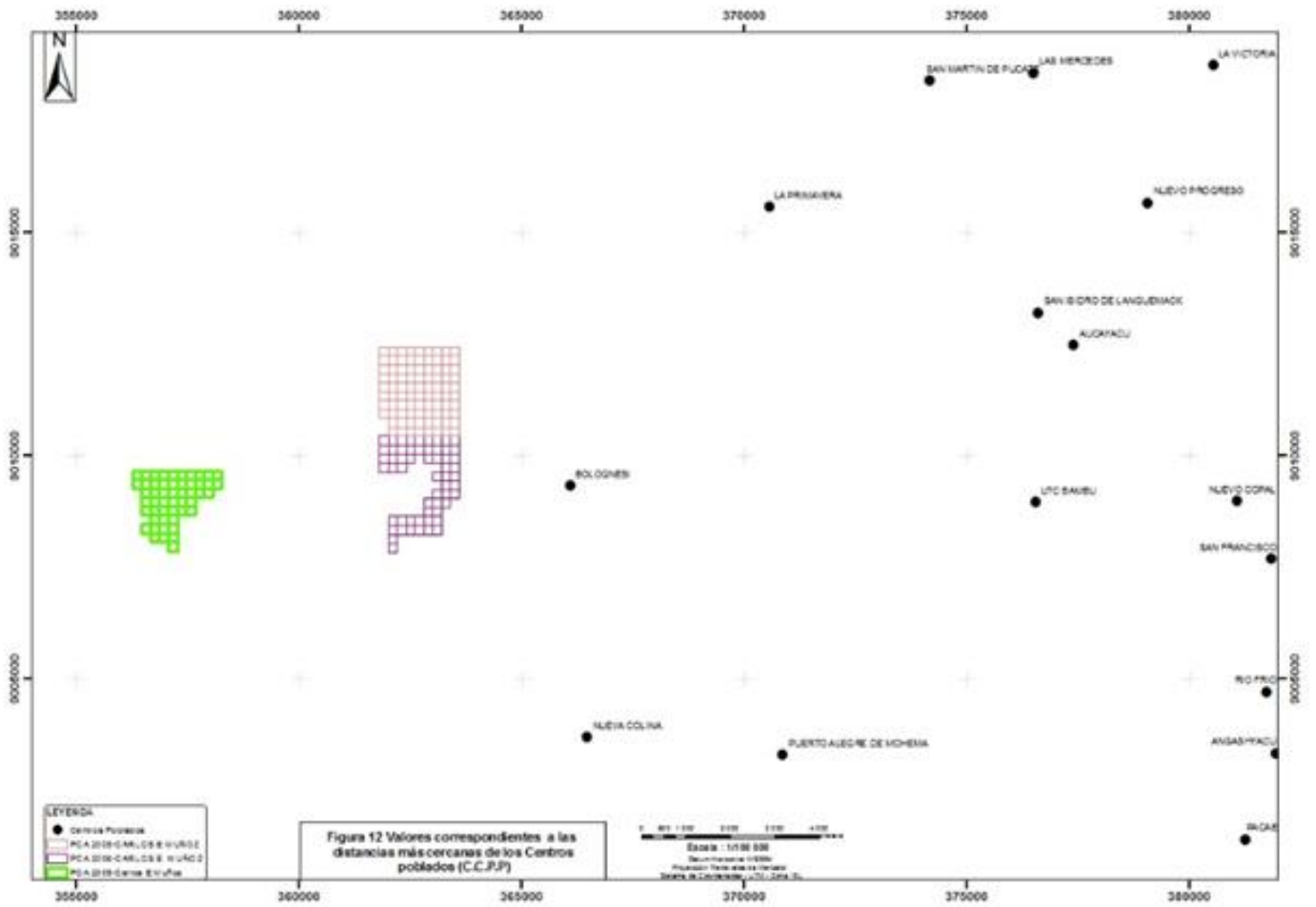


Figura 16. Distancias a los centros poblados más cercanos de las parcelas correspondientes a los Planes Operativos Anuales (POAs) CEM2005, CEM2006 Y CEM2009.

4.1.2.4. Distancias más cercanas de las vías fluviales

En las siguientes figuras se puede observar las distancias a las vías fluviales más cercanas a los sectores de evaluación (Figuras 17 y 18).

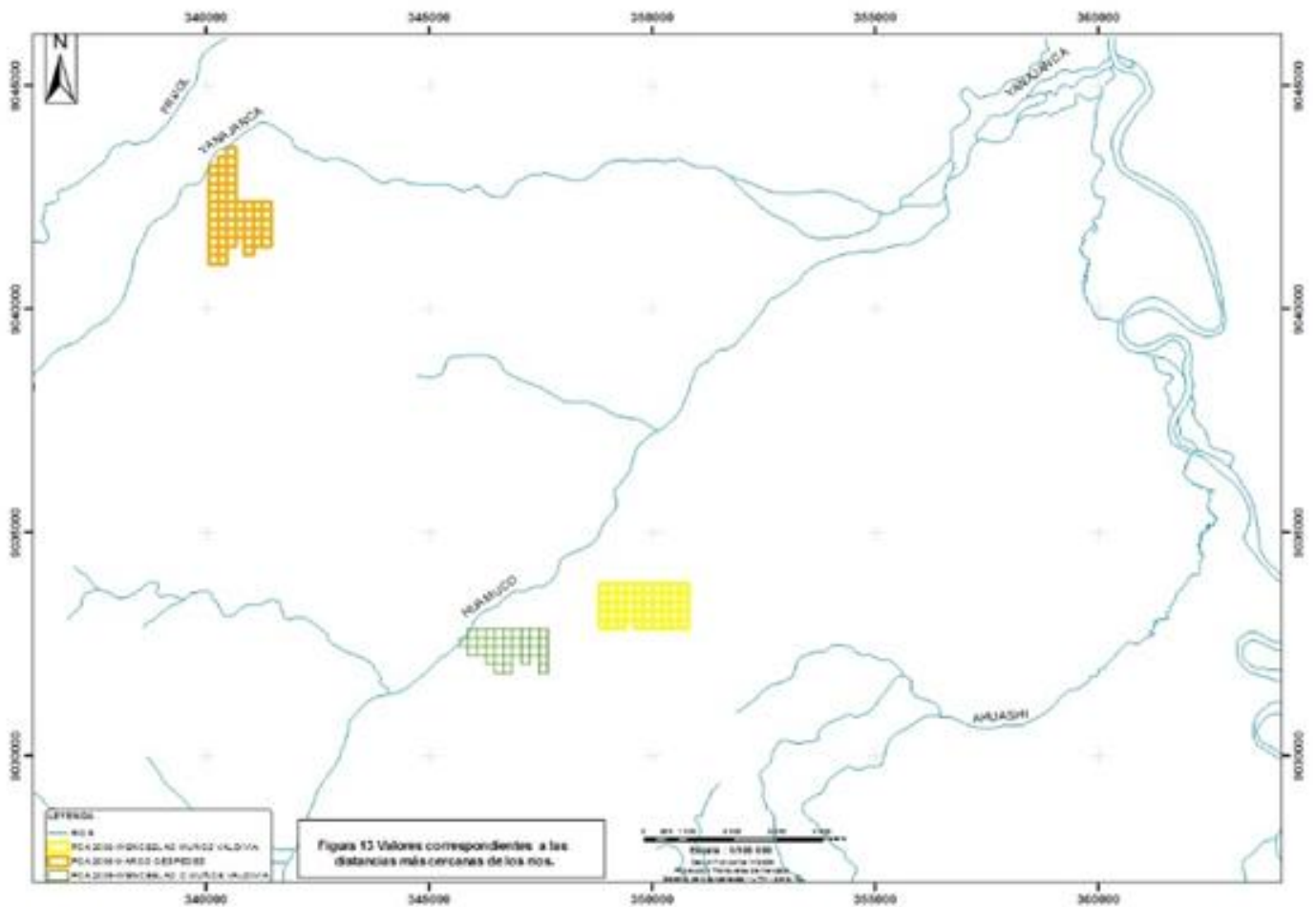


Figura 17. Distancias a los ríos más cercanos de las parcelas correspondientes a los Planes Operativos Anual (POAs) MC2006, WCMV2008 y WCMV2009.

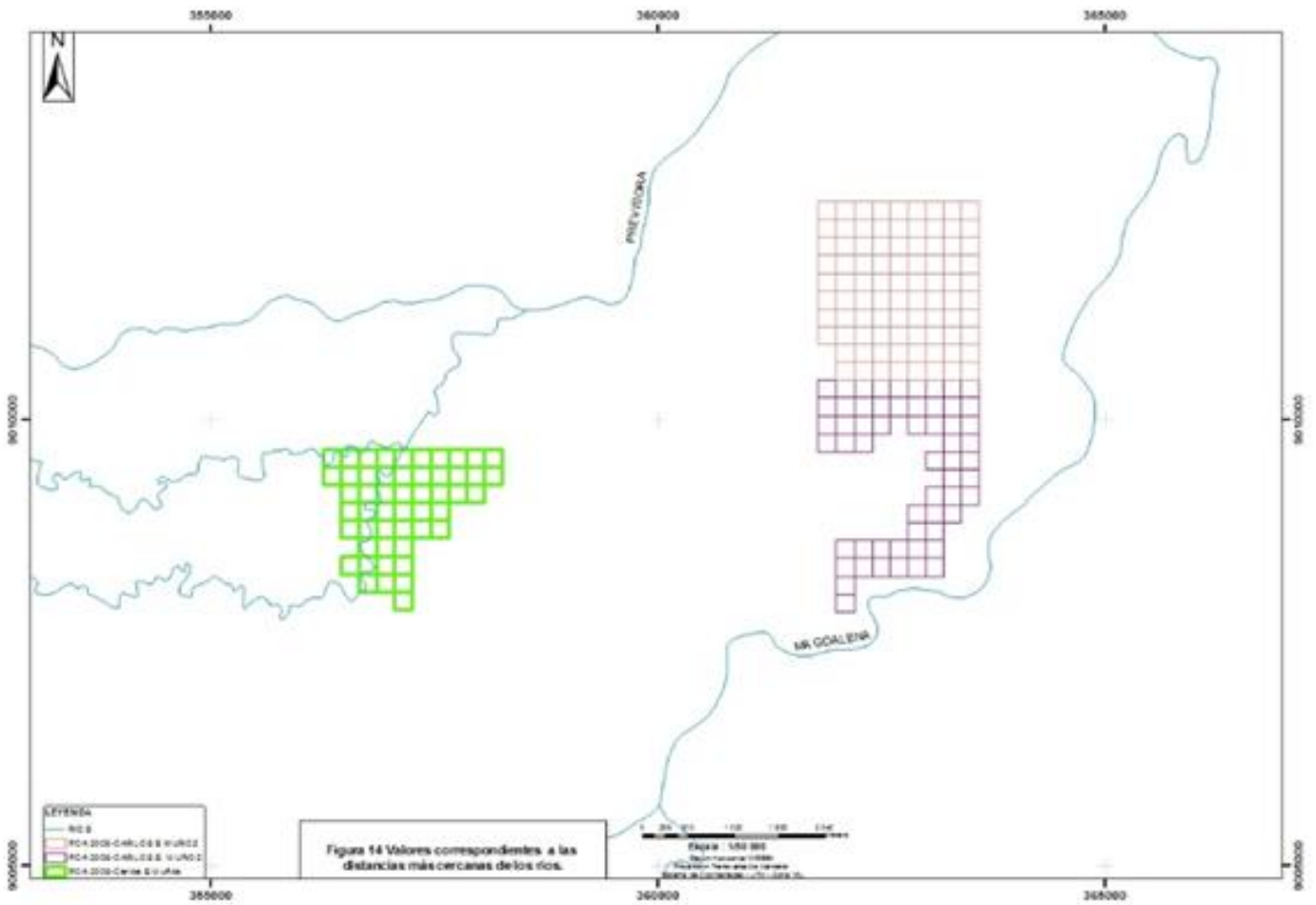


Figura 18. Distancias a los ríos más cercanos de las parcela correspondiente a los Planes Operativos Anual (POAs) CEM2005, CEM2006 Y CEM2009.

4.1.2.5. Índice de vegetación (NDVI) del área de estudio

En las siguientes figuras se puede observar los valores de NDVI en cada parcela evaluada.

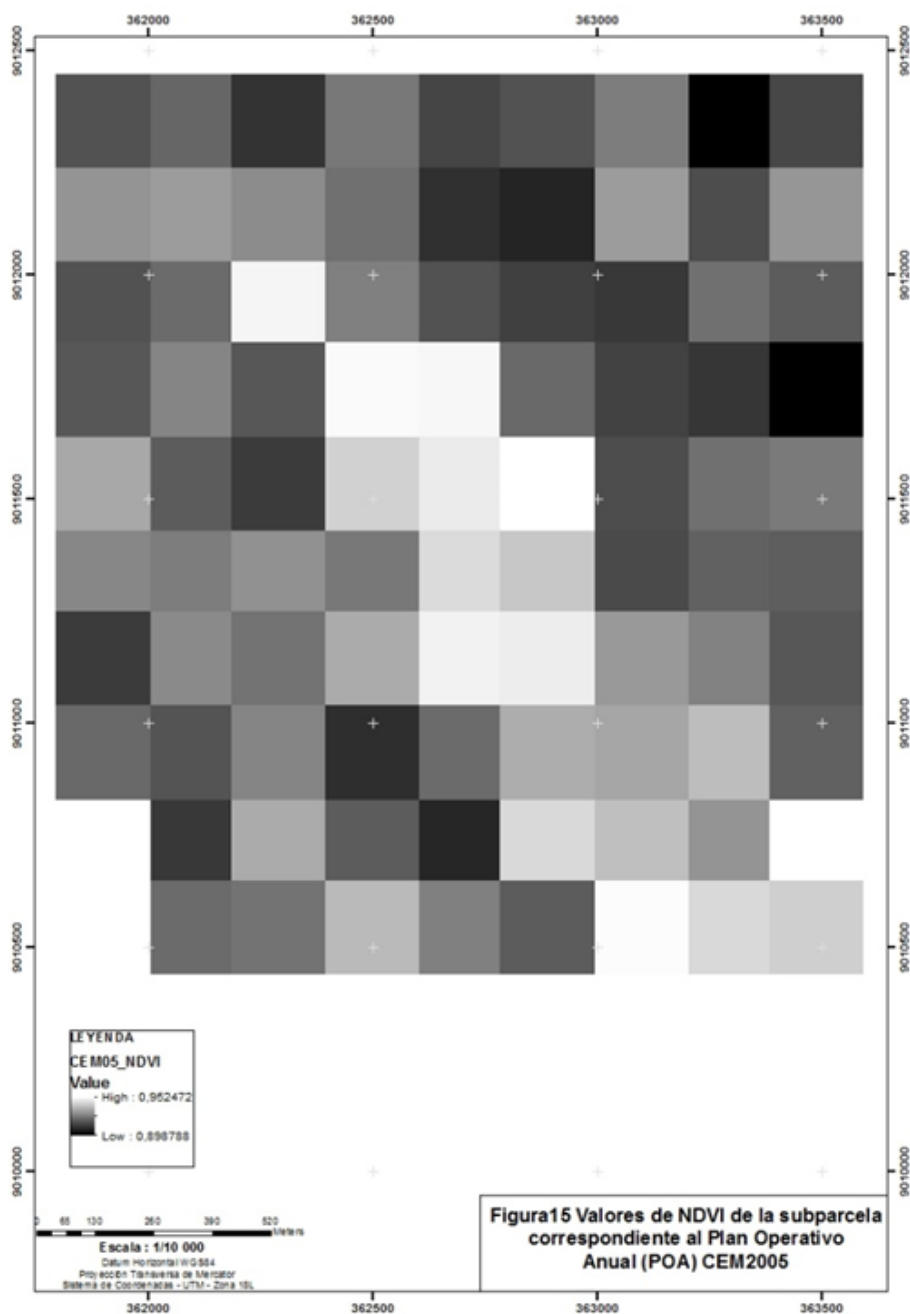


Figura 19. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.

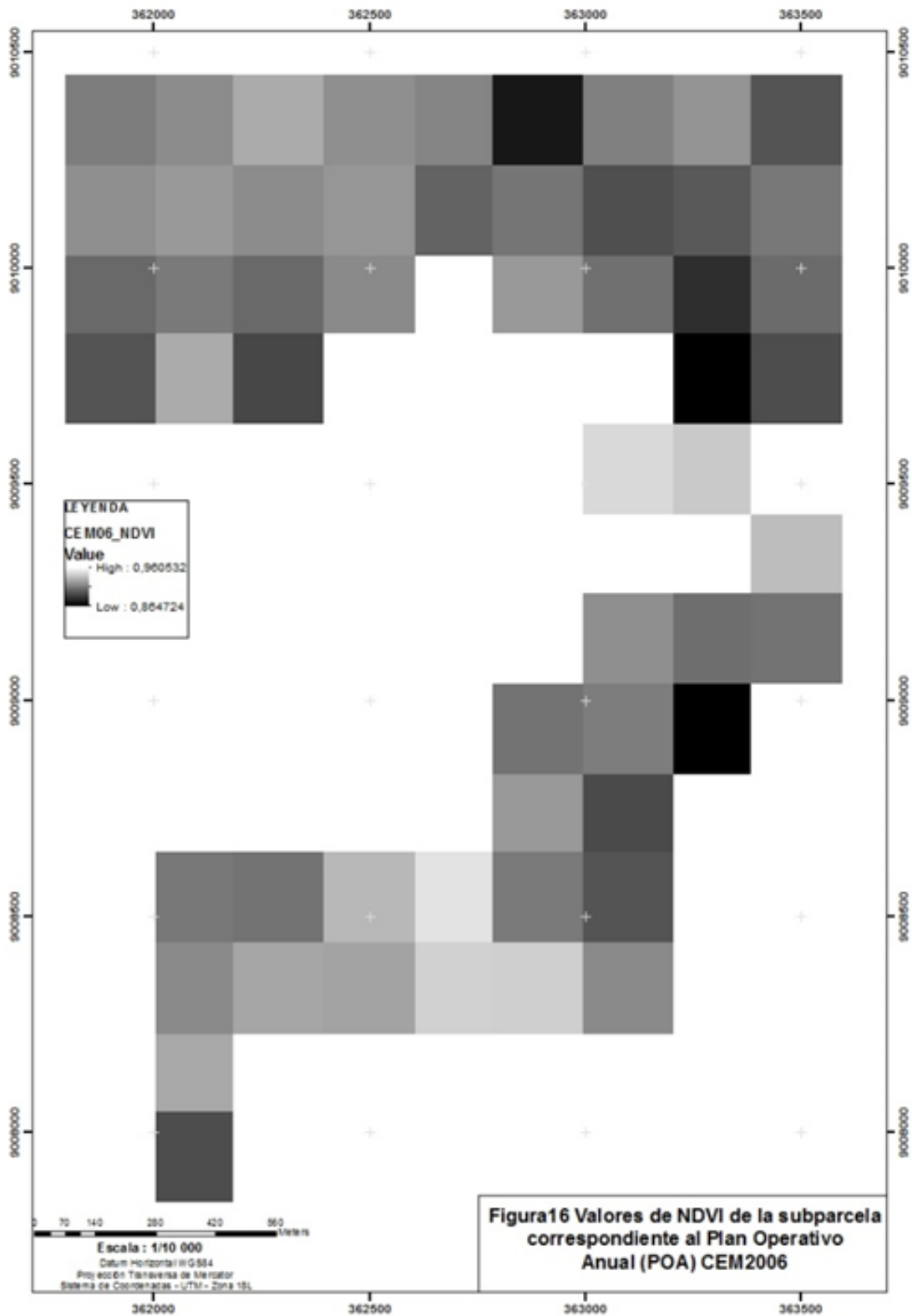


Figura 20. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA).

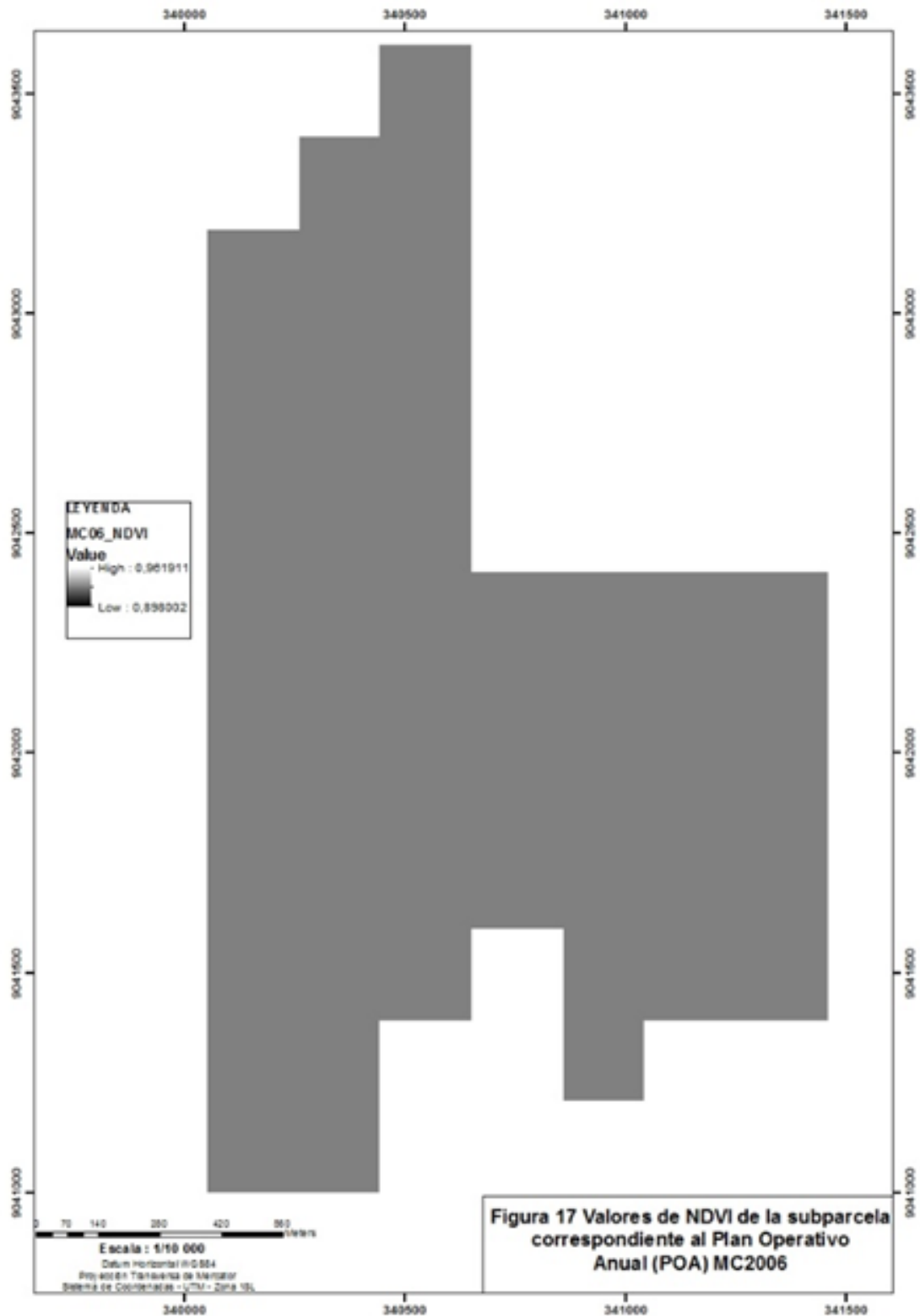


Figura 21. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.

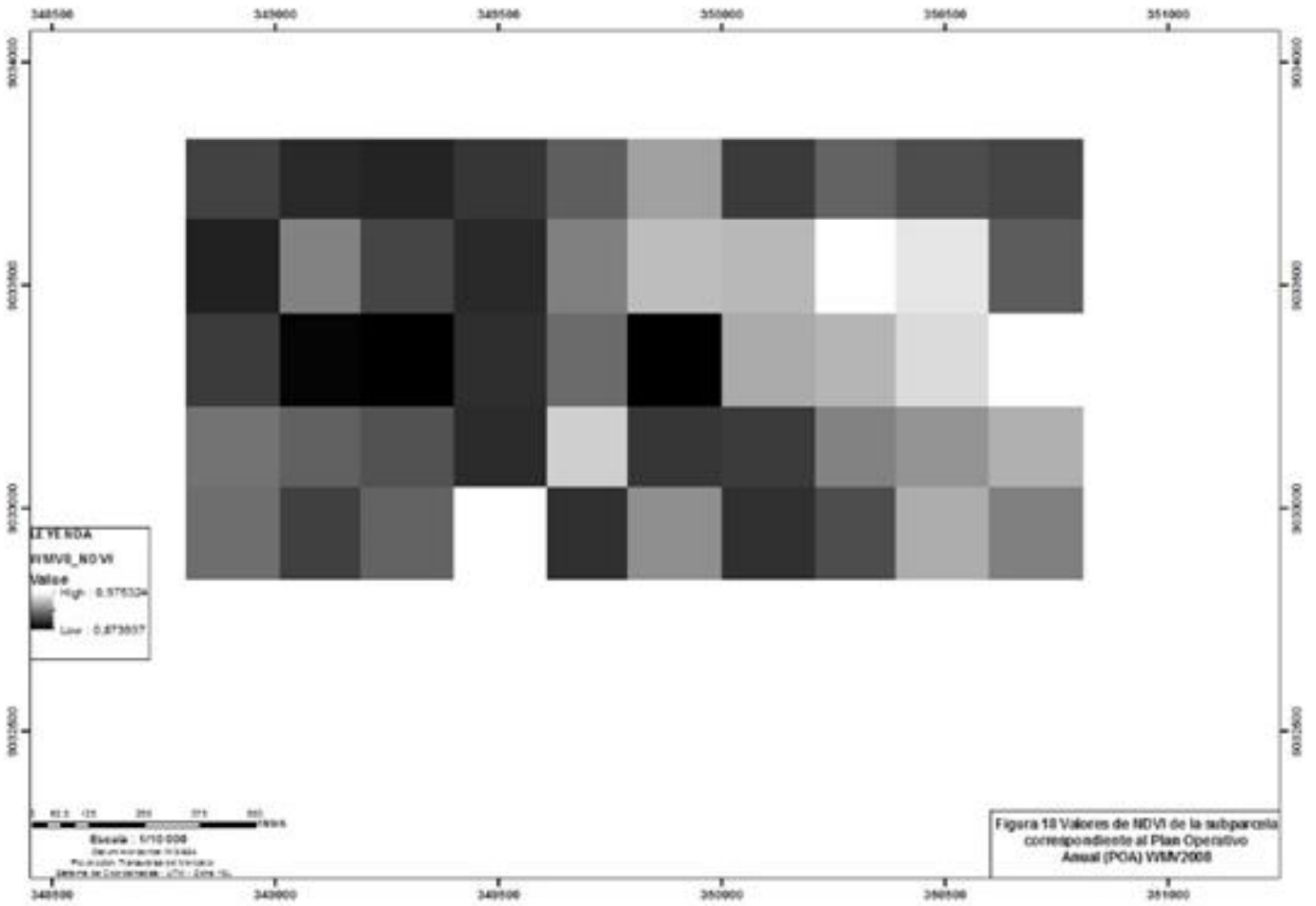


Figura 22. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.

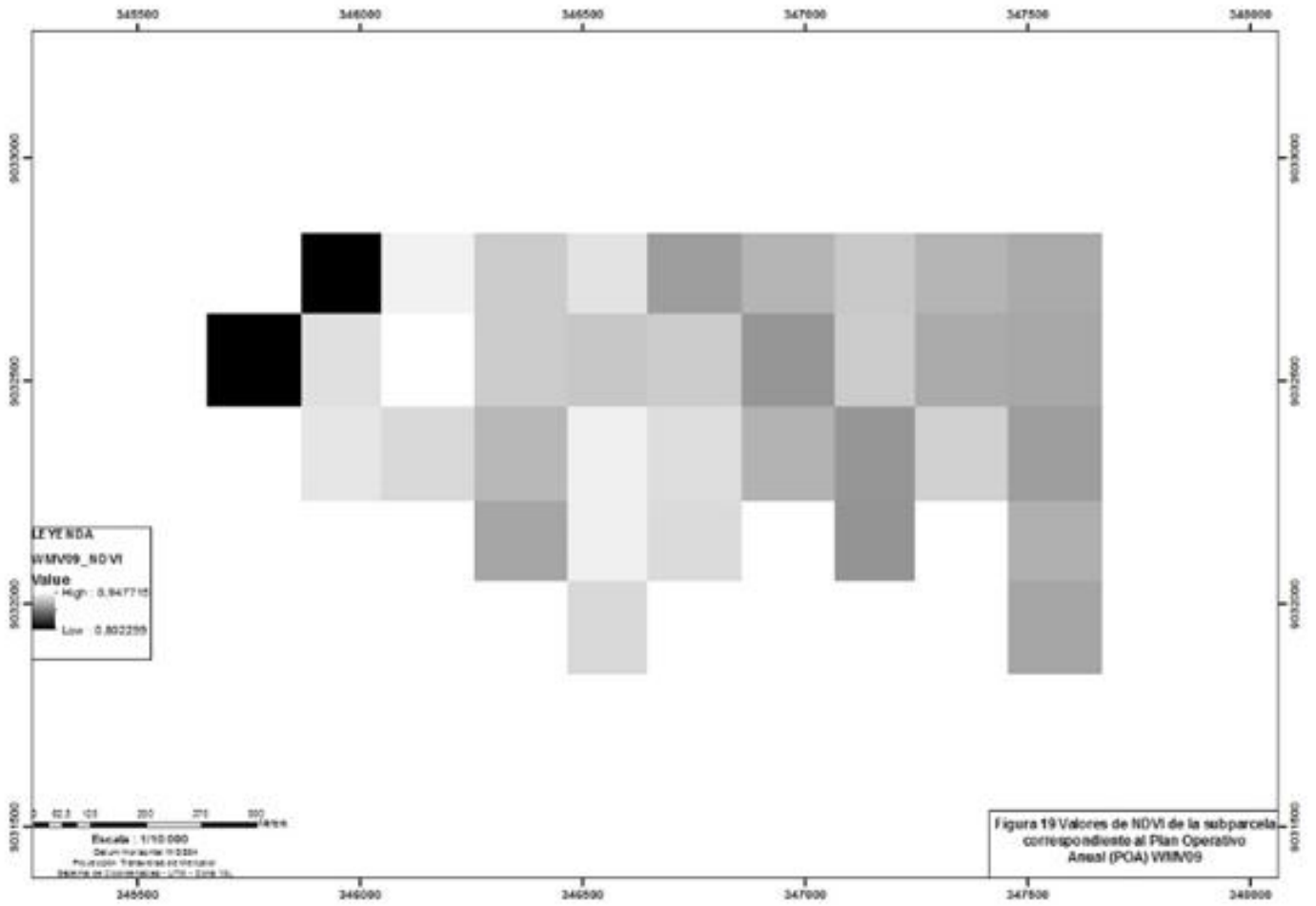


Figura 23. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.

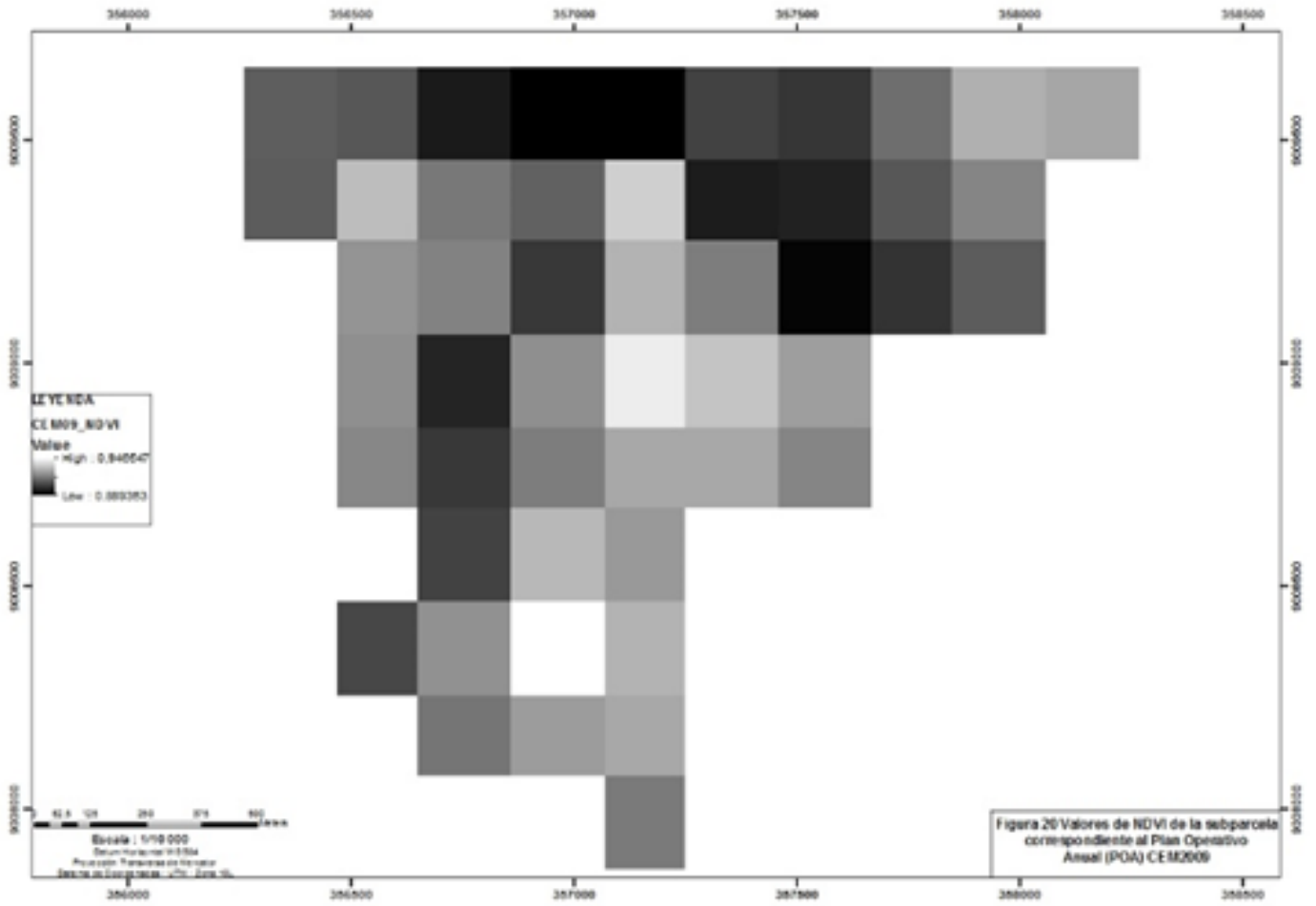


Figura 24. Valores de NDVI de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.

4.1.2.6. Valores correspondientes a la variable de la pendiente del terreno del área de estudio

Se aprecian los valores de porcentaje de las pendientes en cada parcela evaluada en la zona (Figuras 25, 26, 27, 28, 29 y 30).

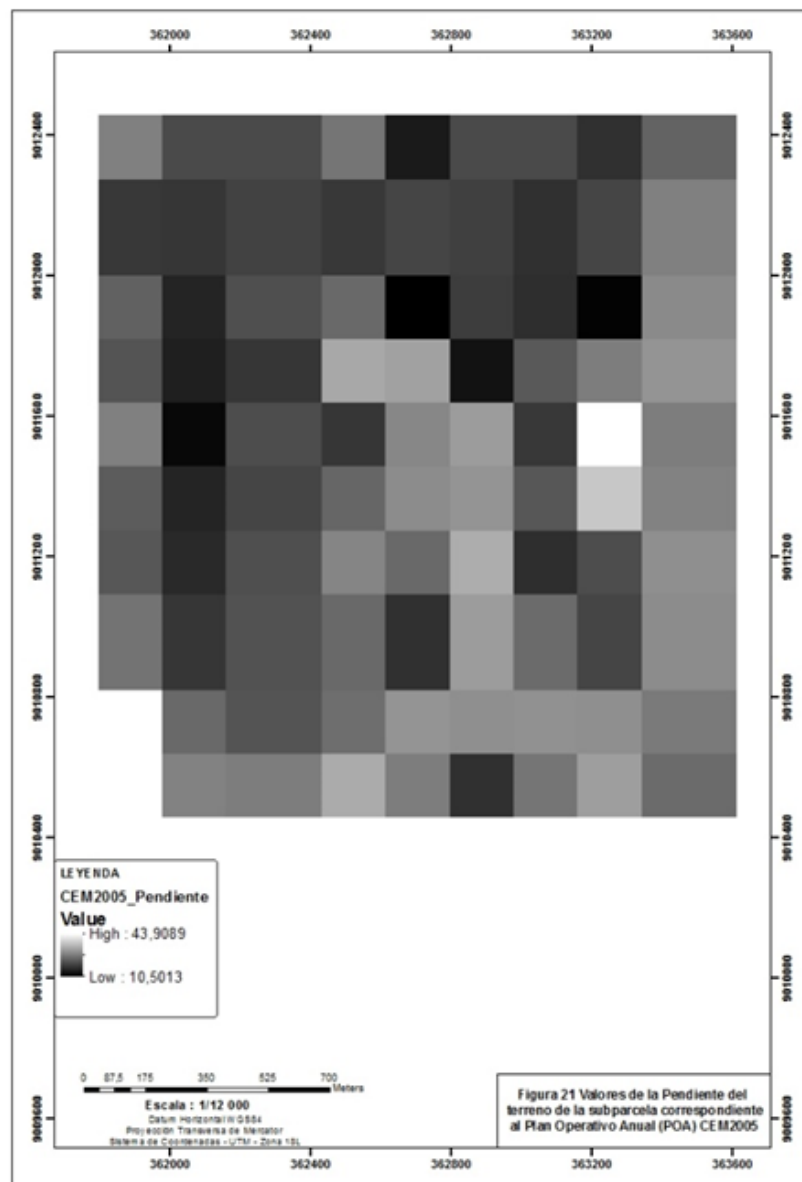


Figura 25. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.

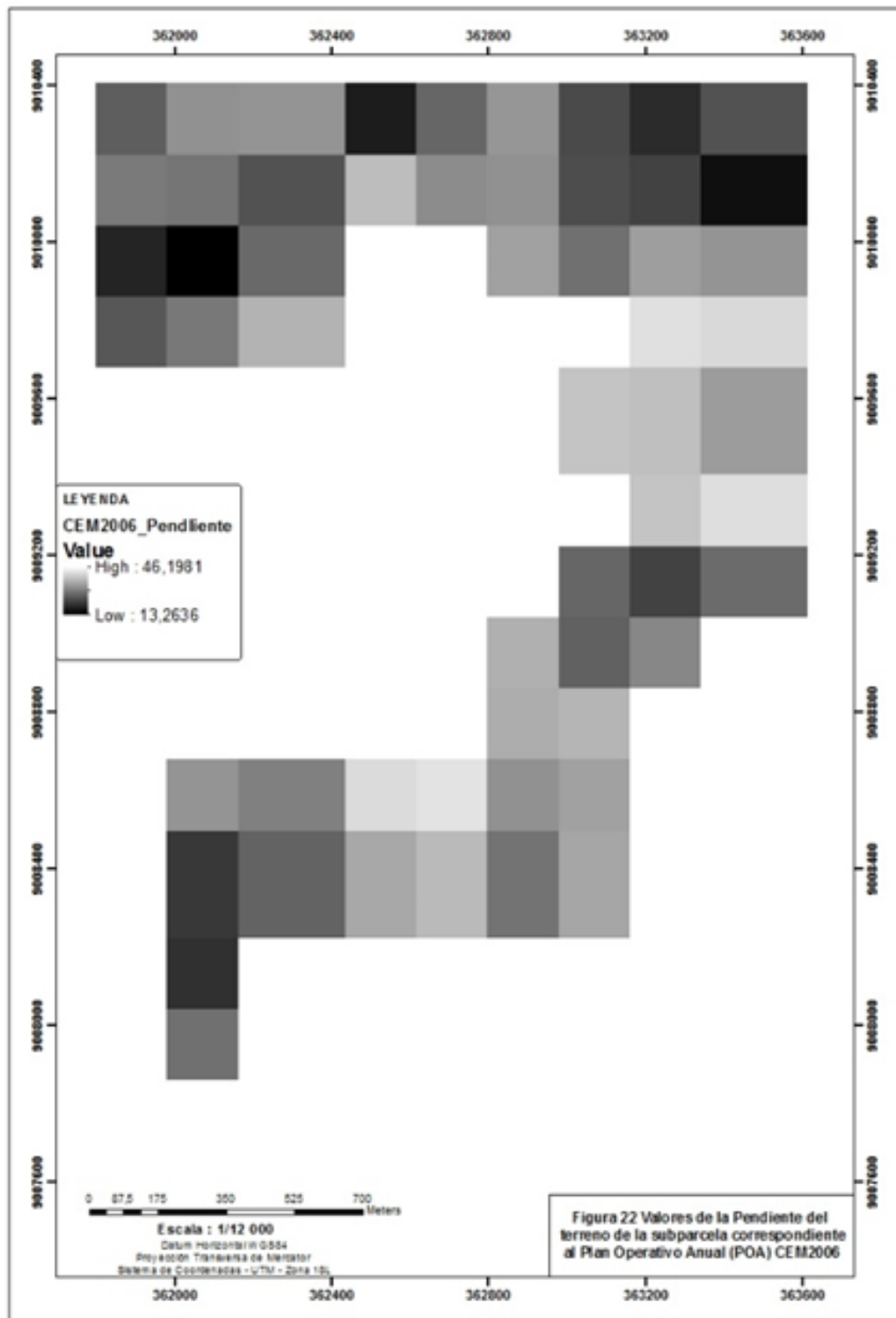


Figura 26. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2006.

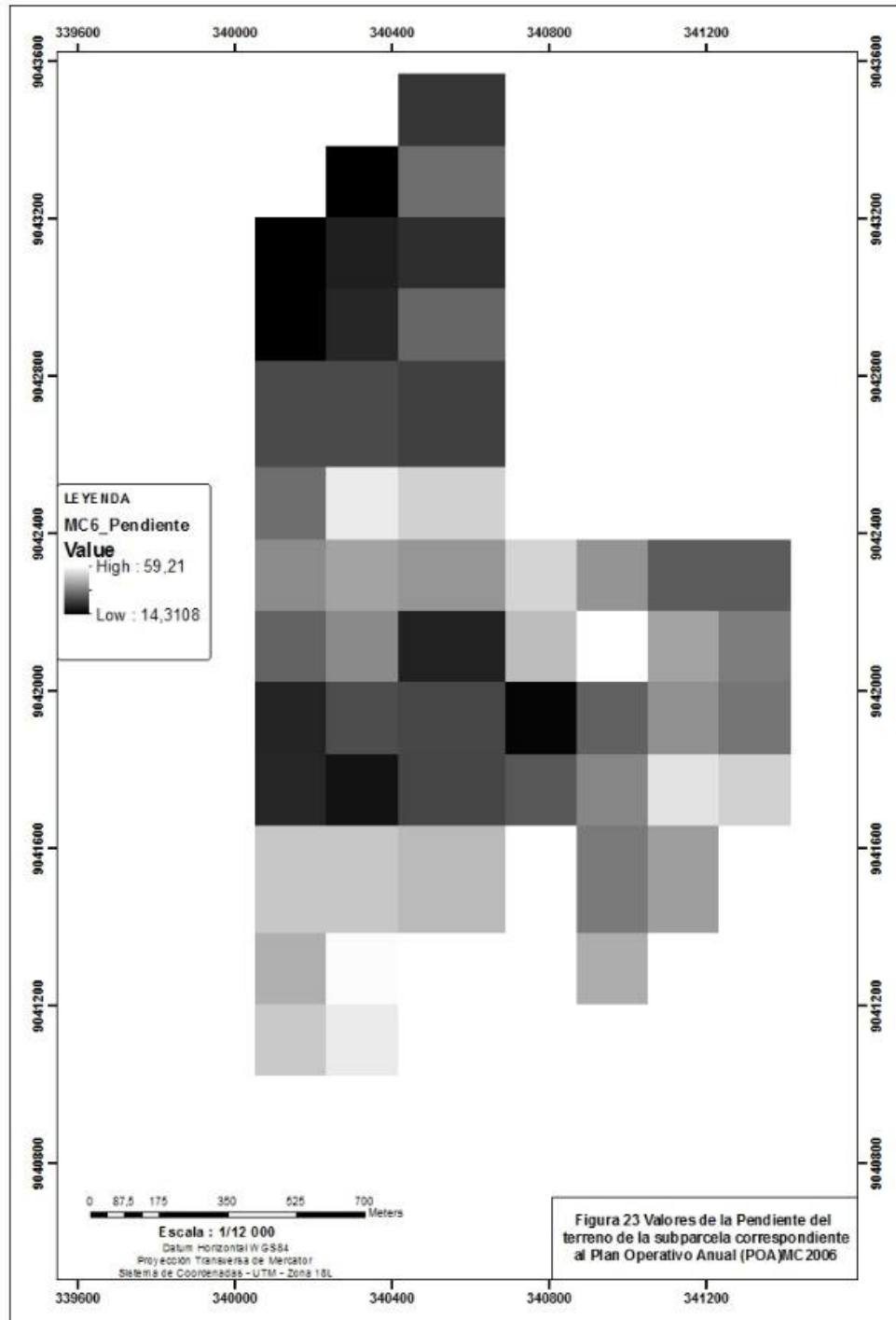


Figura 27. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.

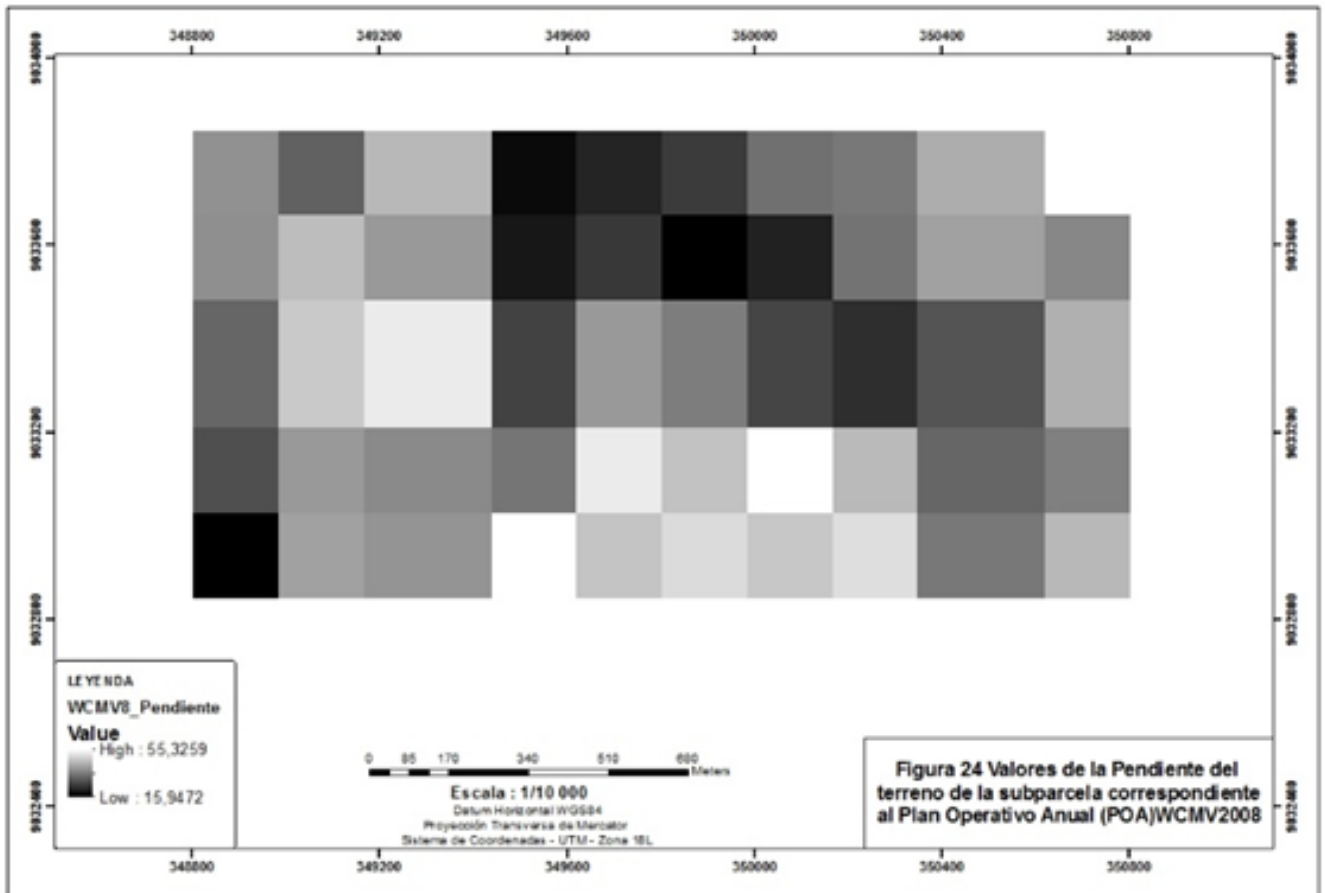


Figura 28. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2008.

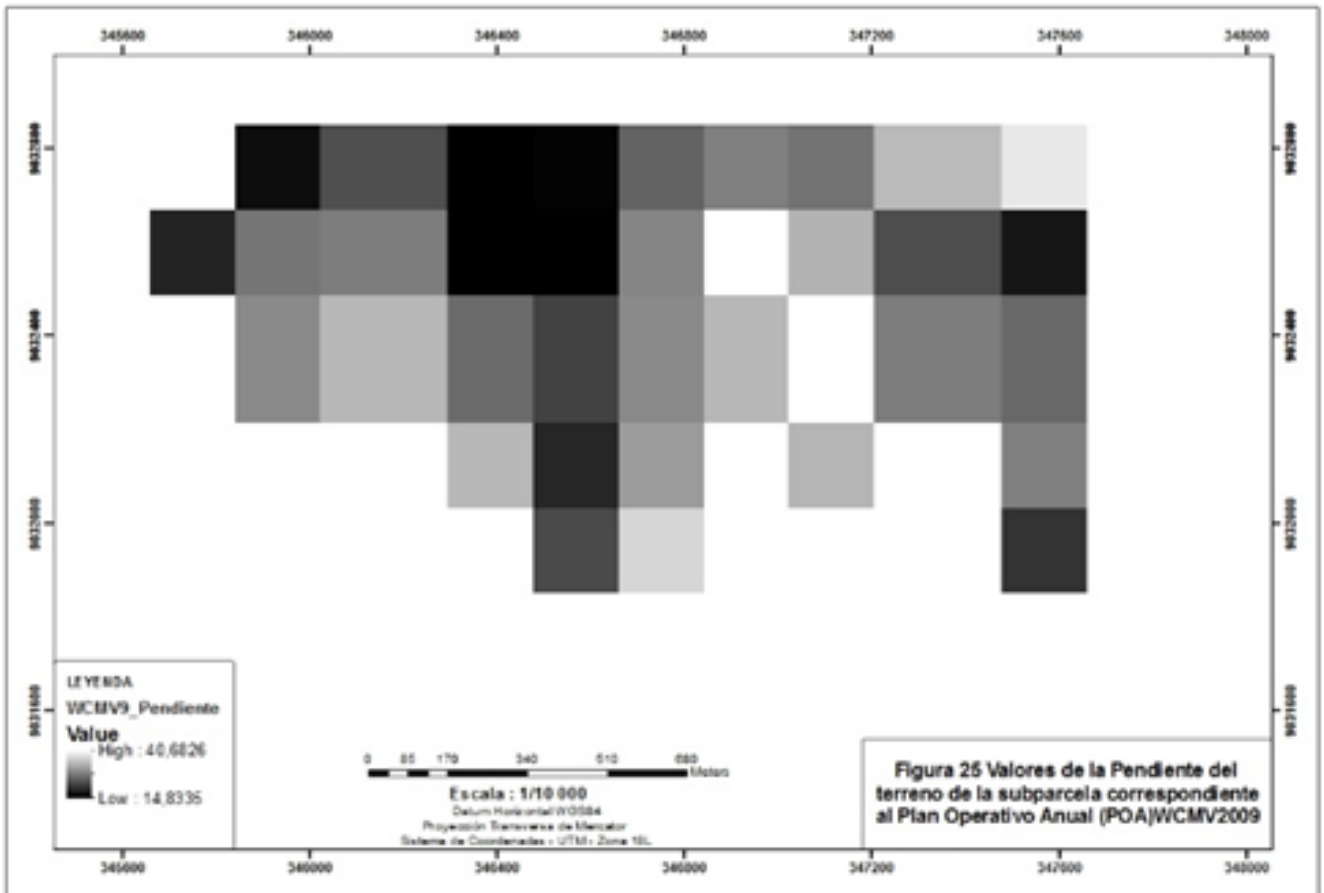


Figura 29. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.

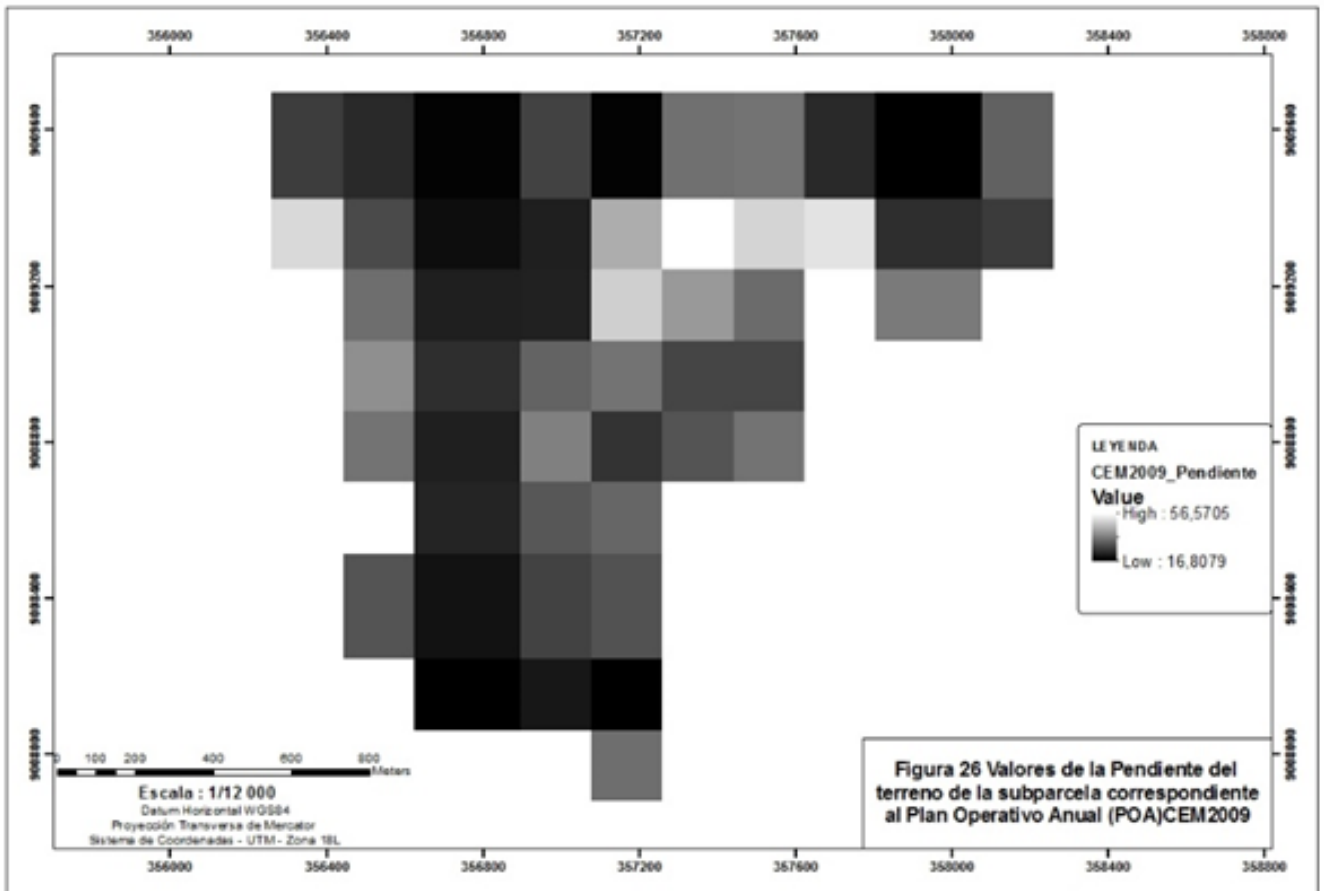


Figura 30. Valores de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.

4.1.2.7. Valores correspondientes a la variable de la orientación de la pendiente del terreno del área de estudio

Se aprecian los valores de la orientación de las pendientes en cada parcela evaluada en la zona (Figuras 31, 32, 33, 34, 35 y 36).

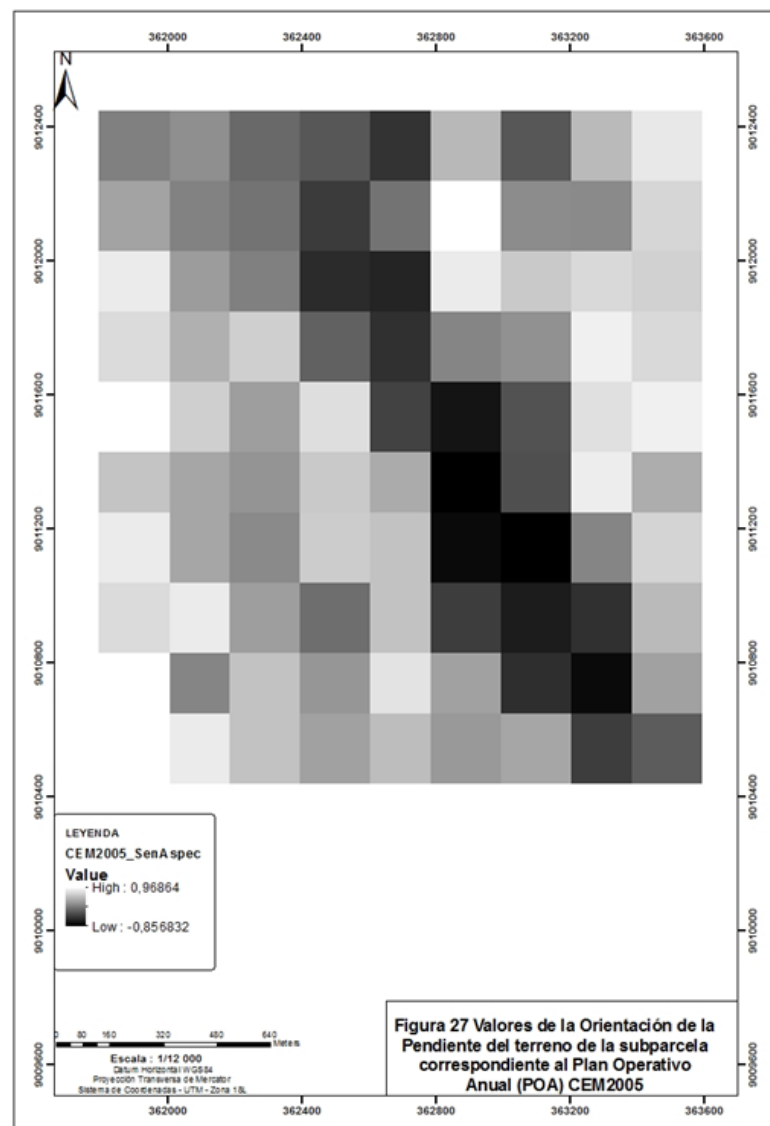


Figura 31. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2005.

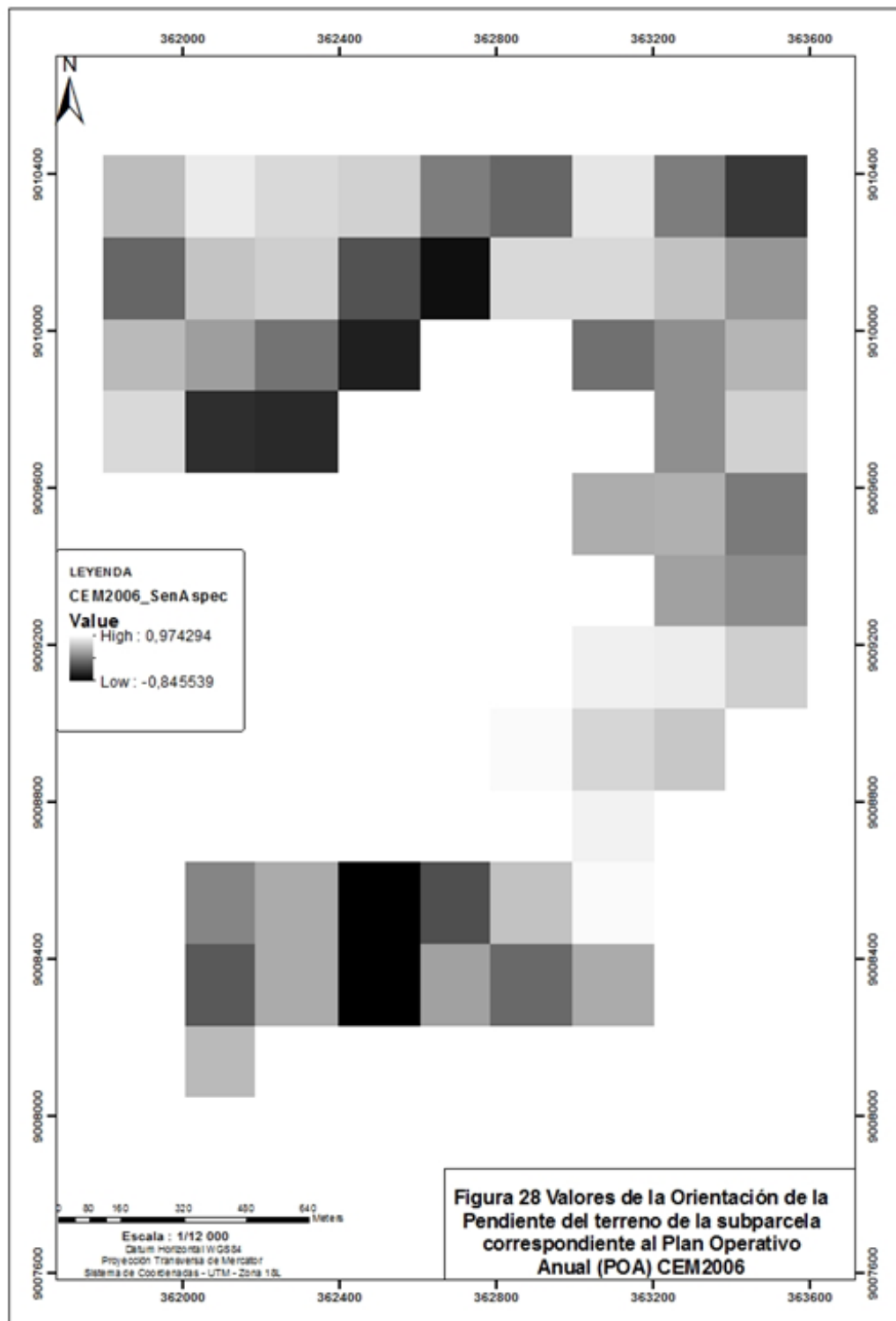


Figura 32. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2006.

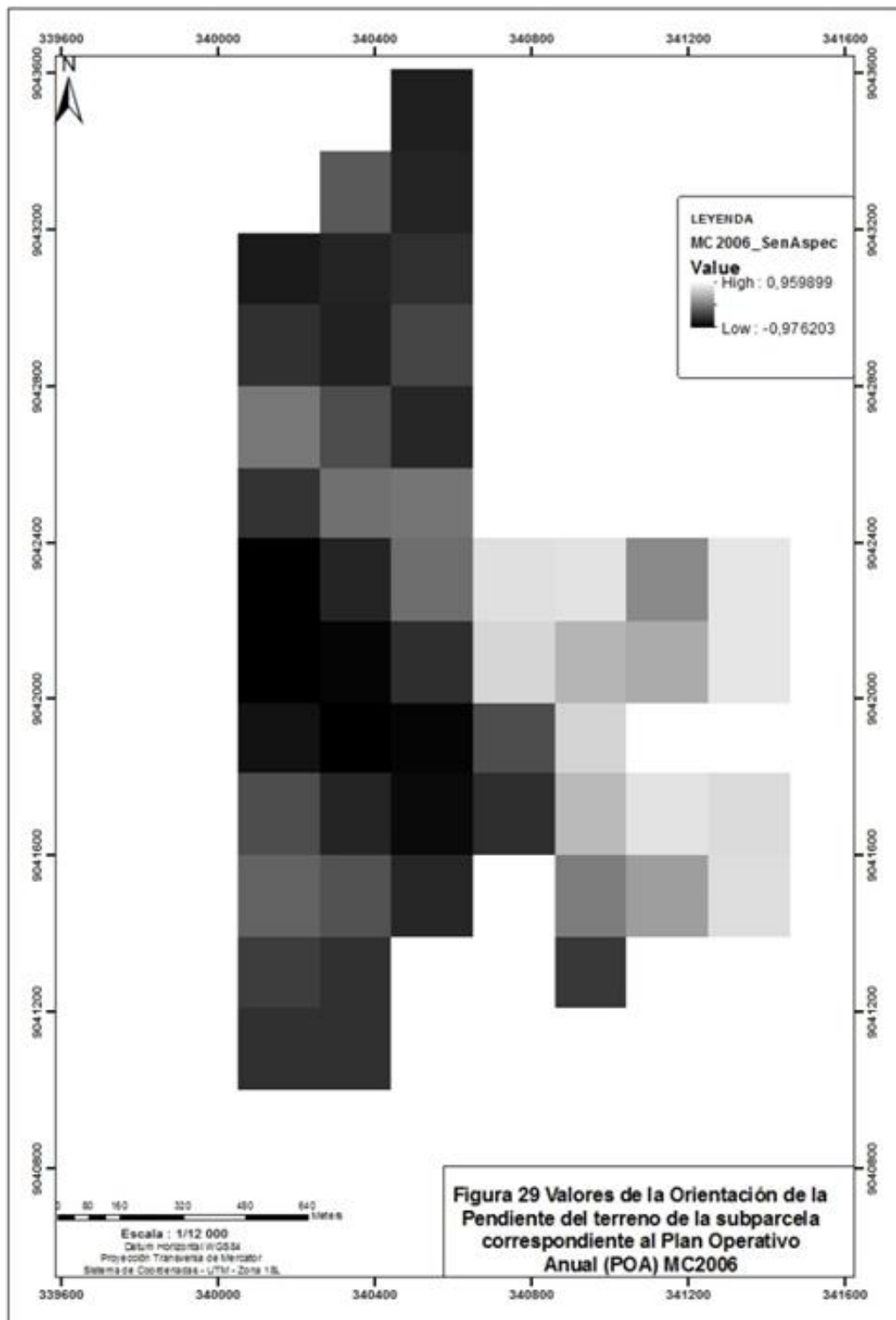
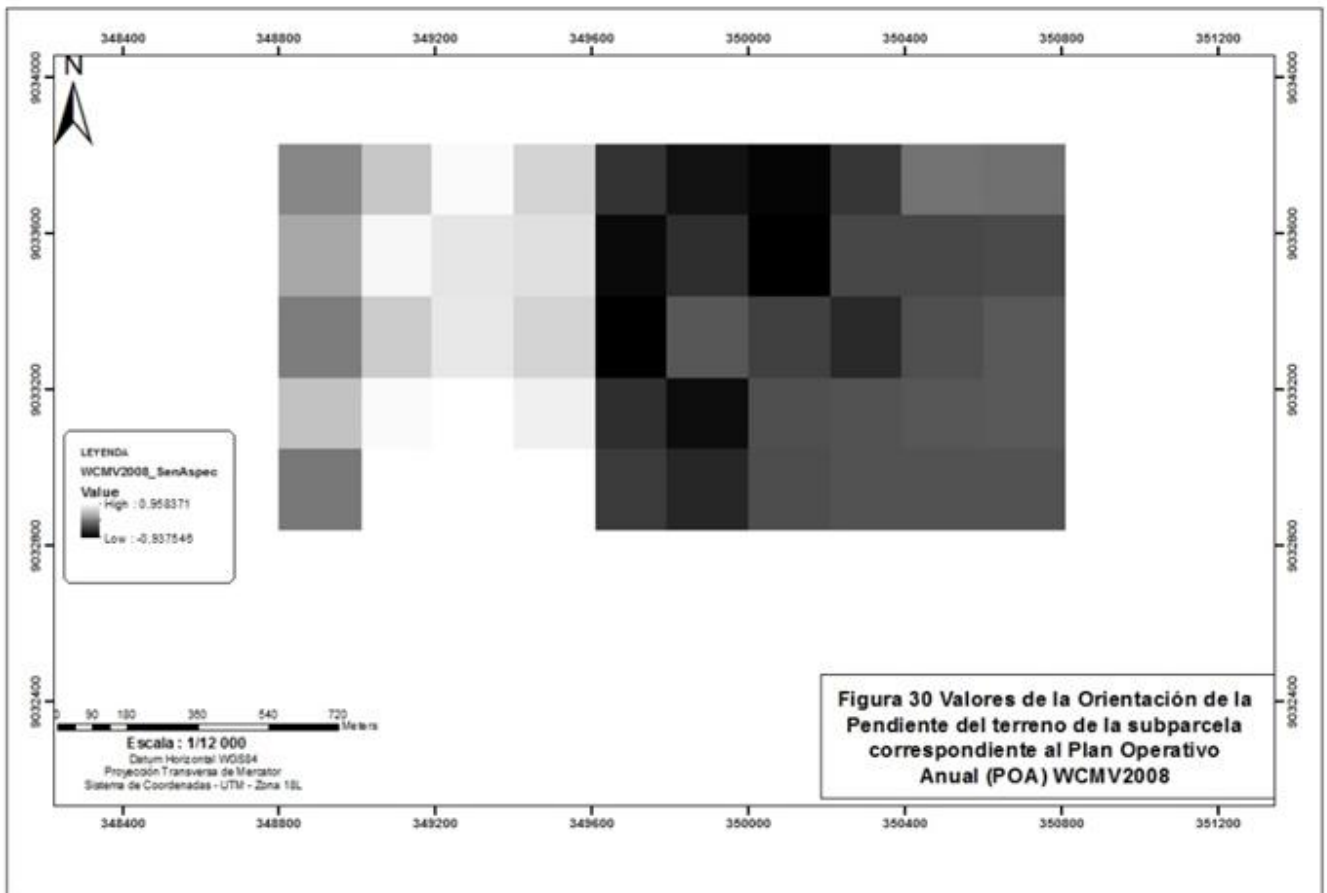


Figura 33. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) MC2006.



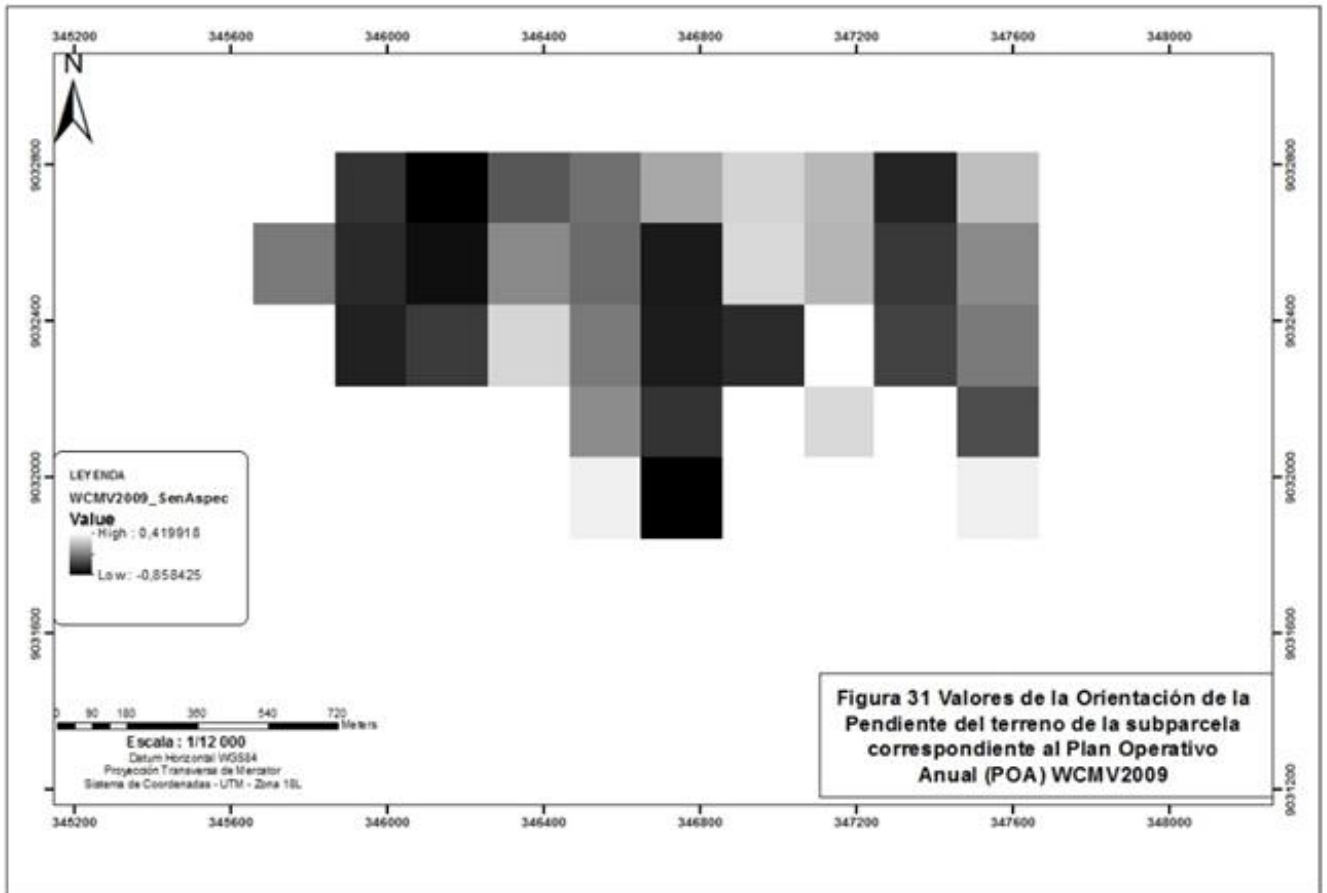


Figura 35. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) WCMV2009.

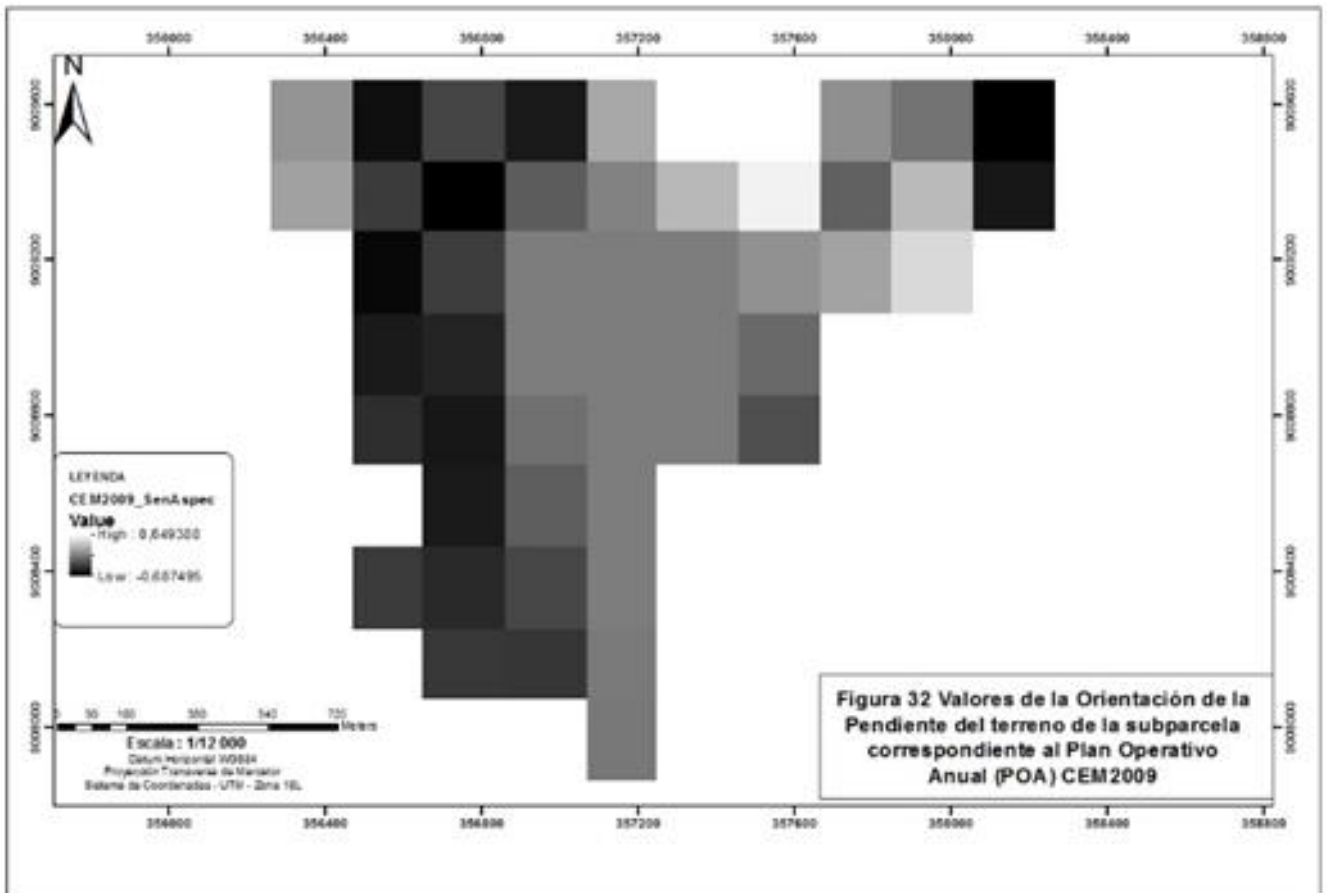


Figura 36. Valores de la Orientación de la Pendiente del terreno de la parcela correspondiente al Plan Operativo Anual (POA) CEM2009.

4.1.3. Establecimiento de la naturaleza de la relación entre la variable dependiente y la variable independiente

4.1.3.1. Relación de la variable dependiente (AB) y la variables independientes

En las siguientes figuras se puede observar la relación que existe entre el área basal por hectárea con cada una de las variables independientes a evaluarse (Figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45).



Figura 37. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a las Vías Principales por cada parcela

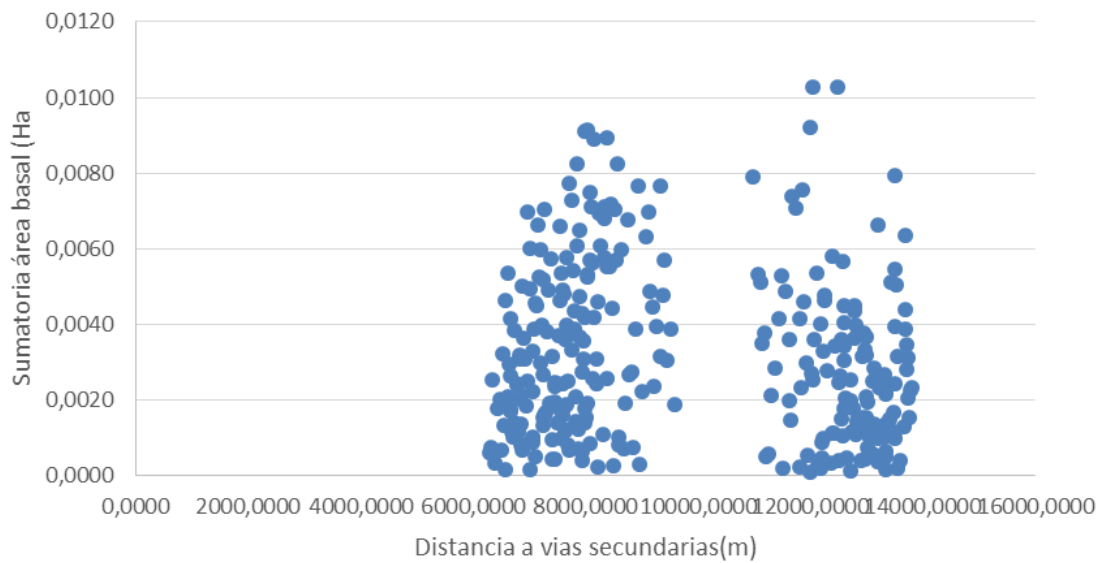


Figura 38. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a las Vías Secundaria por cada parcela

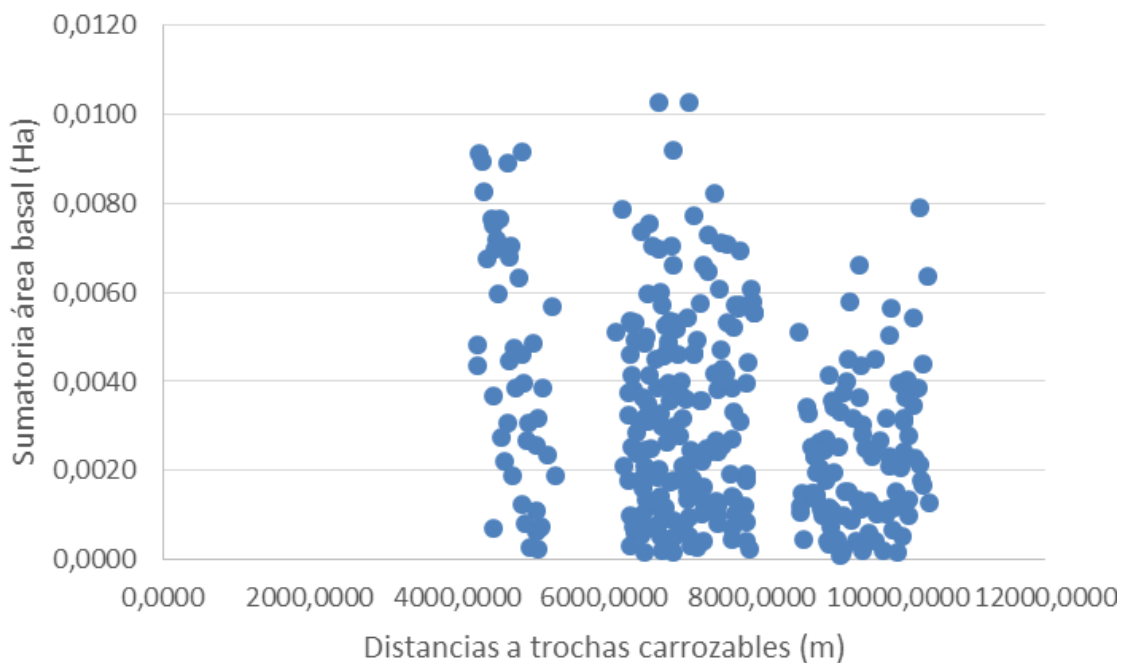


Figura 39. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a las Trochas carrózales por cada parcela

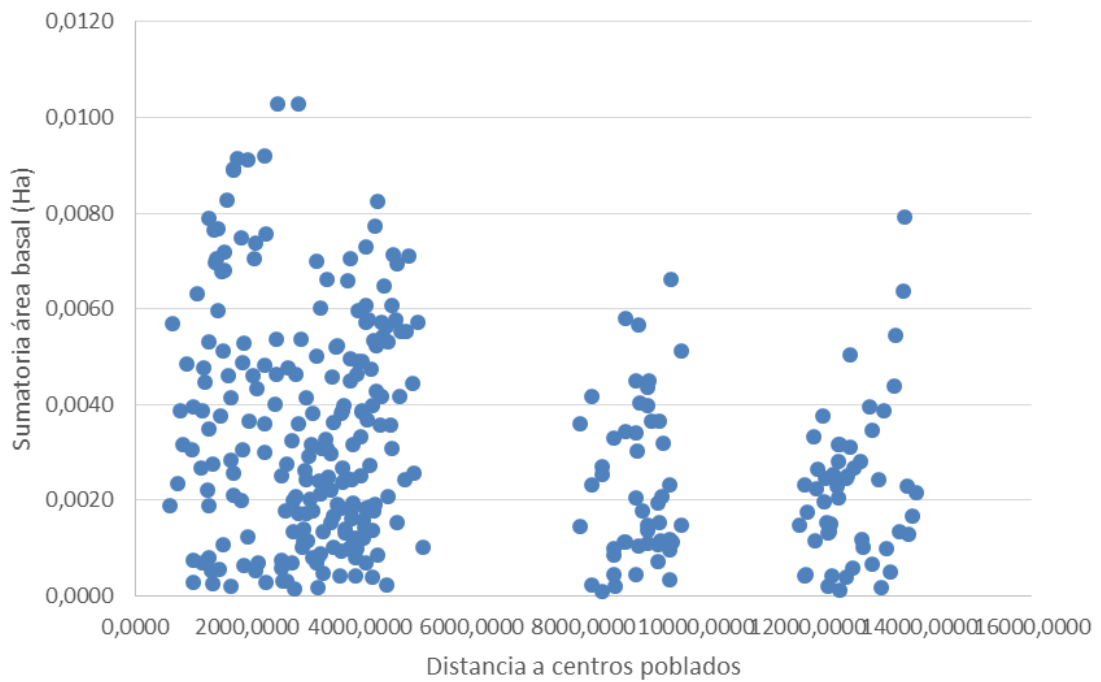


Figura 40. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de las distancias más cercanas a los Centros Poblados (CCPP) por cada parcela

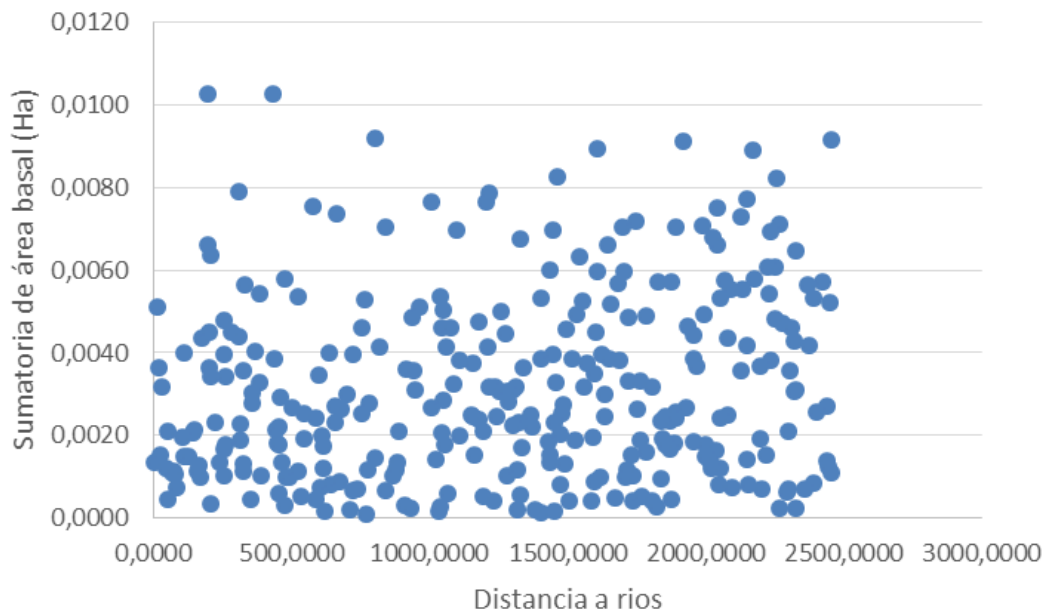


Figura 41. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los resultados de las distancias más cercanas a Ríos de cada parcela

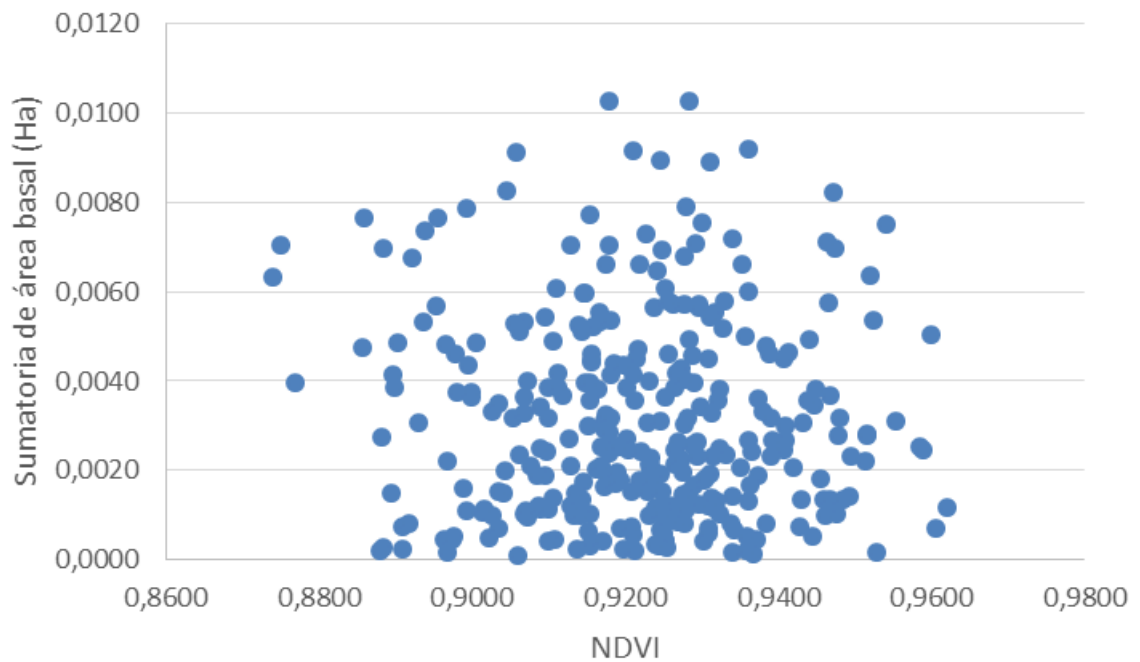


Figura 42. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de la sumatoria de los índice de vegetación (NDVI) de cada parcela

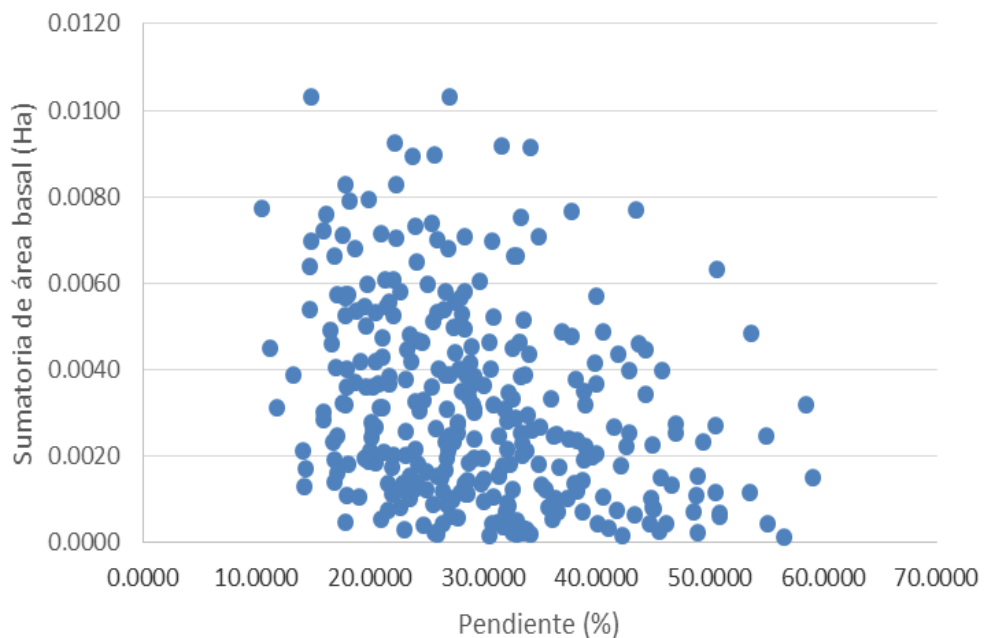


Figura 43. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los resultados de la sumatoria de las pendientes del terreno/parcela

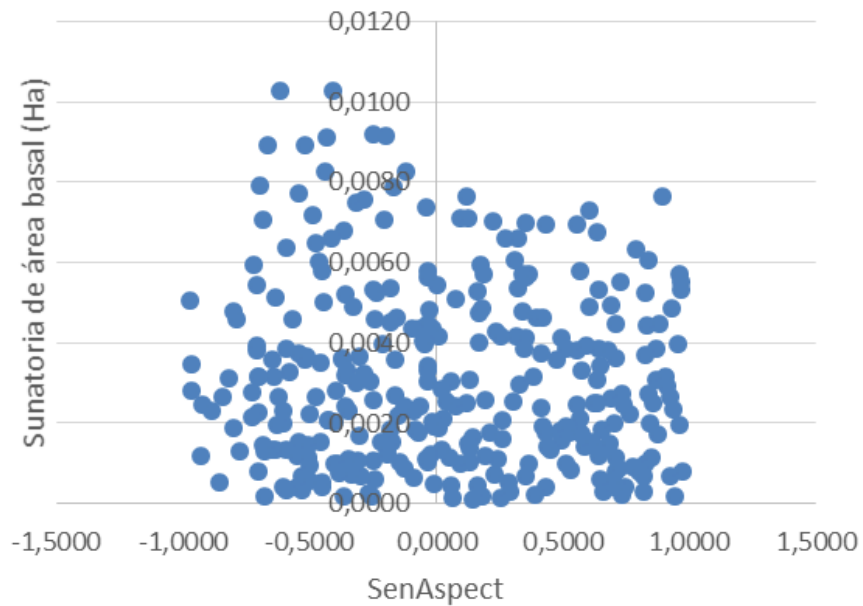


Figura 44. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores resultados de la sumatoria de la orientación de las pendientes del terreno de cada parcela.

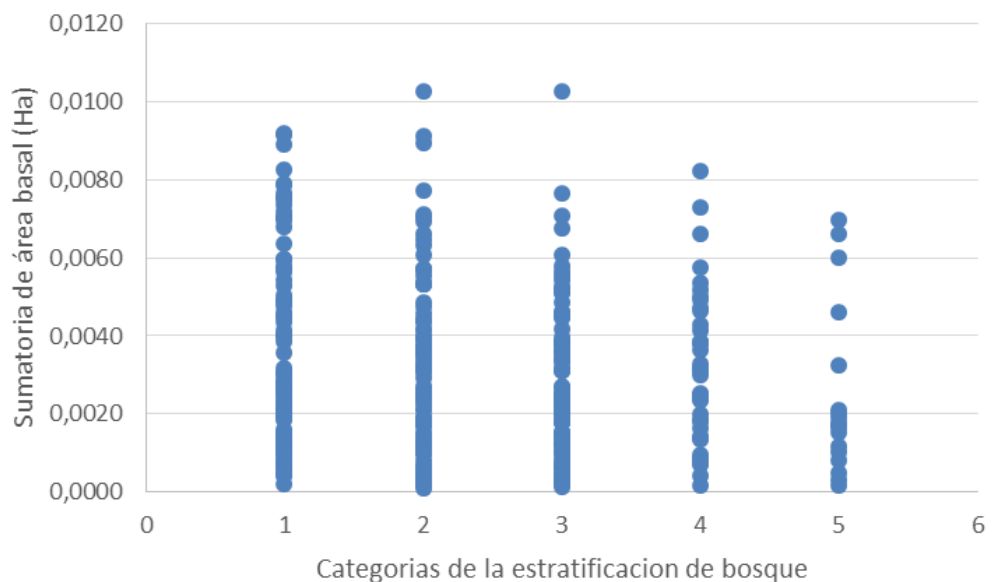


Figura 45. Valores de la sumatoria de Área basal (AB) con relación a los valores categóricos resultados de la estratificación de bosque de cada parcela.

Se puede observar el análisis estadístico de las variables independientes que se ajustaron mejor al modelo estadístico por obtener valores significativos en el modelo (Cuadro 8, 9, 10, 11 y 12).

Cuadro 8. Análisis de regresión lineal multivariado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Σ Área Basal Total (Ha)	328	0,22	0,2	6,70E-06	-2984,4	-2954,08

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	-2,90E-03	0,01	-0,02	0,01	-0,38	0,706		
DVS	3,40E-07	9,80E-08	1,50E-07	5,30E-07	3,5	0,0005	18,18	3,21
DTC	-8,70E-07	1,40E-07	-1,10E-06	-5,90E-07	-6,24	<0,0001	44,81	2,66
DR	4,80E-07	2,40E-07	6,10E-09	9,50E-07	1,99	0,0471	9,96	1,54
P	-9,40E-05	1,50E-05	-1,20E-04	-6,40E-05	-6,13	<0,0001	43,4	1,09
Sen(A)	-5,20E-04	3,20E-04	-1,10E-03	1,20E-04	-1,6	0,1097	8,57	1,45
NDVI	0,01	0,01	-4,20E-03	0,03	1,48	0,1402	8,18	1,39

Est: Estimador, EE: Error Estándar, LI: Intervalo inferior de confianza, LS: Intervalo Superior de confianza, T: Valor T de student. P-valor: P-value, CpMallows, VIF: Factor de inflación de la varianza

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Análisis de la Varianza (SC tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
<u>Modelo.</u>	<u>5,80E-04</u>	<u>6</u>	<u>9,60E-05</u>	<u>15,05</u>	<u><0,0001</u>
<u>DVS</u>	<u>7,80E-05</u>	<u>1</u>	<u>7,80E-05</u>	<u>12,22</u>	<u>0,0005</u>
<u>DTC</u>	<u>2,50E-04</u>	<u>1</u>	<u>2,50E-04</u>	<u>38,92</u>	<u><0,0001</u>
<u>DR</u>	<u>2,50E-05</u>	<u>1</u>	<u>2,50E-05</u>	<u>3,97</u>	<u>0,0471</u>
<u>P</u>	<u>2,40E-04</u>	<u>1</u>	<u>2,40E-04</u>	<u>37,52</u>	<u><0,0001</u>
<u>Sen(A)</u>	<u>1,60E-05</u>	<u>1</u>	<u>1,60E-05</u>	<u>2,57</u>	<u>0,1097</u>
<u>NDVI</u>	<u>1,40E-05</u>	<u>1</u>	<u>1,40E-05</u>	<u>2,19</u>	<u>0,1402</u>
<u>Error</u>	<u>2,00E-03</u>	<u>321</u>	<u>6,40E-06</u>		
<u>Total</u>	<u>2,60E-03</u>	<u>327</u>			

SC: Suma de Cuadrados, Gl: grados de libertad, CM: Cuadrado medios, F: Valor de F, P-valor: p-value

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Modelo estadístico de regresión lineal multivariado

Modelo estadístico

$$Y = -0.0029 + 3.4 \times 10^{-7} \times DVS - 8.7 \times 10^{-7} \times DTC + 4.8 \times 10^{-7} \times DR - 9.4 \times 10^{-5} \times P - 5.2 \times 10^{-4} \times \text{Sen}(A)$$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Rangos de los valores mínimos y máximos que se ajustan al modelo estadístico

Variable	Rangos de valores	
	Mínimos	Máximos
Distancia a vía secundaria (m)	6288.63	13799.13
Distancia a trocha carrozable (m)	1634.79	10427.97
Distancia a ríos (m)	3.65	2476.45
Valores de Pendiente (%)	10.5	56.57
Valores de Sen.(Aspect)	-0.98	0.97
Valores NDVI	0.8	0.98

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

5.1. Diseño de las parcelas de evaluación y conformación de la muestra

Varios aspectos fueron considerados al establecer el tamaño de la parcela. Por un lado se tuvo en cuenta el área de cada parcela, y el posible efecto de borde que podrían tener estas. Hay que tener en cuenta que tanto las imágenes satelitales como las parcelas de censo son afectadas por un nivel de error de localización que determina que las mediciones estén desfasadas en alguna dirección, y mientras menor sea el tamaño de la parcela, mayor será la proporción de información de cada una cuyo origen real es distinto de área asumida. Una parcela de 200 m que abarca más de 40 pixeles de la imagen Landsat ($200/30 \times 200/30 = 44.444$), - siendo de igual naturaleza la información digital del relieve (DEM), contiene una alta proporción de datos satelitales que sí corresponden al área georreferenciada. De otro lado, se conoce que los trabajos de censo forestal se ven muchas veces afectados por el defecto de la “deriva del norte magnético”, ya que al realizar la apertura de las trochas de inventario se emplea brújulas magnéticas pero usualmente se omite la corrección de la trayectoria de la línea eje de la parcela censal. Zúñiga (2014). A una parcela de menor tamaño seguramente le corresponde una mayor proporción de datos originados en terreno distinto del definido por las coordenadas calculadas.

5.2. Variables predictoras.

5.2.1. Estratificación de bosques

Se muestra seis tipos de estratos encontrados en toda el área de estudio que son: Bosque de montaña basimontano Alto vigor (Bmb_Av), Bosque de montaña basimontano Vigor medio (Bmb_Vm), Bosque de montaña basimontano Vigor bajo (Bmb_vb), Bosque de pie de monte Alto vigor (Bpm_Av), Bosque de pie de monte Vigor medio (Bpm_Vm), Bosque de terraza baja Vigor medio (Btb_Vb). Estatificados según el criterio de MALLEUX (1982) considerando el vigor del bosque como un valor relativo dependiendo los sitios y condiciones generales del área. Además menciona también LOETSCH y HALLER (1973), que la estratificación permite reducir considerablemente el número de parcelas para la precisión estadística dada, y por lo tanto, permitiendo reducir también los costos de evaluación.

De las figuras 9, 10, 11 y 12 Se puede observar un similar número de estratos encontrados en los cuatro sectores, MC2006, WCMV2008, WCMV2009, CEM2009. Seguidamente en la figura 7 correspondiente al sector CEM2005 se encontró 5 estratos, encontrándose mayor número de estratos en el sector CEM2006 con 6 estratos. Debido a las condiciones similares de terreno y factores geológicos existentes y al distanciamiento relativo que existe entre los seis sectores.

En cuanto a la evaluación de campo, la estratificación permite reducir considerablemente el número de parcelas para la precisión estadística dada, y por lo tanto, permite reducir también los costos de evaluación.

5.2.2. Distancias más cercanas de las variables de vías principales, secundarias y trochas

Las distancias de las vías principales, secundarias y trocha que se observa en las figuras 13 y 14, fue considerada evaluar esta variable por la influencia que existe en la afectación directa al bosque según la cercanía para el transporte de madera a diferentes escalas. Como menciona VEGAS y MALLEUX (1987), la apertura de la carretera marginal influyó directamente en la actividad forestal empezando a desarrollarse con más fuerza. Y posteriormente generándose vías alternas a medida que se iba incrementando la actividad y el paso de transportistas y pobladores.

El valor de menor distancia de la vía principal hacia la parcela encontrado fue de 12 588 m y el valor más distante encontrado es 21 790 m.

El valor de menor distancia de la vía secundaria hacia la parcela encontrado fue de 6 288 m y el valor más distante encontrado fue de 13 799 m

El valor de menor distancia de la trocha carrozable hacia la parcela encontrado fue de 4 284 m y el valor más distante encontrado fue de 10 427 m

5.2.3. Distancias más cercanas de los centros poblados (CC.PP)

Las distancias seleccionadas a los Centros Poblados que se observa en las figuras 15 y 16. Se consideró evaluar esta variable por la influencia directa que tienen en la afectación del bosque, a medida que la población se incrementa la necesidad de extracción del recurso forestal aumenta a diferentes escalas.

Como menciona VEGAS y MALLEUX (1987), la extracción se realiza en diferentes escalas, con fines económicos o aprovechados en pequeña proporción de madera para fines domésticos, vivienda, leña, cercos etc.

El valor de menor distancia del Centro Poblado hacia la parcela encontrado fue de 615 m y el valor más distante encontrado fue de 13 935 m. Estos datos se muestran en el cuadro número 13 del Anexo

5.2.4. Distancias más cercanas de las vías fluviales

Las distancia seleccionadas de las vías fluviales que se observa en las figuras 17 y 18. Se consideró evaluar esta variable debido a la influencia directa que presenta en la afectación a los bosques según la cercanía como vía de transporte de madera.

Como hace mención VEGAS y MALLEUX (1987), los ríos según su caudal proporcionan las condiciones favorables para el transporte de trozas por flotación, y este medio de extracción influencia en la afectación del bosque.

El valor de menor distancia de la vía fluvial hacia la parcela encontrado fue de 3 m y el valor más distante encontrado fue de 2 454 m. Estos datos se muestran en el cuadro número 13 del Anexo

5.2.5. Variable índice de vegetación (NDVI) del área de estudio

La variable del índice de vegetación que se muestran en las figuras 19, 20, 21, 22, 23 y 24 se observan que los valores fluctúan entre 0.8 a 0.9, valores cercanos a 1, según menciona CHUVIECO (2002) el cociente o índice

de vegetación presentará una valoración relativa, cuanto mayor sea el resultado, mayor vigor vegetal presenta la zona observada.

Se consideró esta variable debido a que nos va permitir estimar y evaluar el vigor de la vegetación, en base a la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan en toda el área de estudio. Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable. Diversos estudios y publicaciones señalan que valores por encima de 0.1 indican presencia de vegetación, y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores.

Además, CHUVIECO (2007) manifiesta que el sensor no mide la reflectividad de hojas aisladas, sino de agrupaciones de hojas formando plantas o masas de vegetación.

Se considera estos valores de forma referencial, porque a pesar de las correcciones realizadas a la imagen no se llegó a eliminar en su totalidad el ruido de la imagen debido al tipo de imagen trabajado.

5.2.6. Variable de la pendiente del terreno del área de estudio

Los valores correspondientes a la variable de la pendiente del terreno que se observan en la figuras 25, 26, 27, 28, 29 y 30, muestran pendientes que fluctúan entre 59,21 a 10,5013 encontrándose en el rango de tipos de pendientes fuertemente inclinadas a muy empinadas, Considerando el Anexo IV de la Guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos, del Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado por D.S. N° 017-2009/AG.

Se consideró evaluar esta variable por la afectación que tiene sobre el bosque según lo mencionado por VEGAS y MALLEUX (1987), que la extracción forestal en la selva alta resulta bastante difícil por las características topográficas del área.

5.2.7. Variable de la orientación de la pendiente del terreno del área de estudio

De los valores correspondientes a la orientación de la pendiente, que se observan en las figuras 31, 32, 33, 34, 35 y 36 nos ha permitido identificar la orientación hacia el norte o sur, considerando esta variable como referencia de la calidad de sitio, según la iluminación solar o exposición solar que influye en la diversidad de especies como factores modificadores de la estructura florística de la vegetación, así también para la determinación de áreas favorables para el traslado de madera del bosque según su orientación.

5.3. Establecimiento de la naturaleza de la relación entre la variable dependiente y la variable independiente

Se muestra los resultados de la evaluación de la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, se puede observar en las figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45 la distribución y cómo se relaciona el área basal respecto a cada una de las variables independientes, generándose agrupaciones mayormente en dos sectores debido a la cercanía que existe entre las parcelas.

En el cuadro 7 muestra cómo se ajusta la ecuación a los datos muestrales para hacer la predicción, según los datos estadísticos se obtuvo

un R^2 de 0,22, en relación a los valores estadísticos esto significa un ajuste bajo, este valor se obtuvo posiblemente afectado por los datos complejos existentes, pudo haber sido influenciado por los datos considerados como variable dependiente resultados de un censo comercial.

Se obtuvo un modelo de una alta confiabilidad, es un modelo fuerte pero no explica lo suficiente, hubiera sido necesario buscar otras variables o revisar estas mismas variables como mejor se hubieran adaptado.

En la figura 5 muestra la distribución de las clases diamétricas, de los datos tomados a partir de diámetros de 40 cm y se puede comparar con la figura 3 con datos tomados a partir de 10 cm de Dap, donde se observa la diferencia de las curvas. Como menciona MALLEUX (1982), la amplitud de los rangos o clases diamétricas es un factor que, en cierto modo, influye sobre la forma u curva de distribución por clases diamétricas, del número de árboles total o por especie, así, una agrupación por clases diamétricas amplias determinara curvas fuertes poco sensibles, rangos menores determinan curvas más suaves y bastante sensibles

En el cuadro 8 muestra todas las variables independientes que tuvieron un valor significativo para incluirse dentro de los datos muestrales para el modelo de la ecuación estadística, considerándose a las siguientes variables que no se incluyeron por no presentar resultado significativo:

Distancia de la vía principal, no fue considerada esta variable, posiblemente debido a la mayor existencia de vías alternas en la zona y por la

escala de evaluación, no se obtuvo datos considerables para correlacionarse como las demás variables.

Distancia a centros poblados, no se incluyó esta variable, probablemente porque se consideró como base a centros poblados a partir de 100 pobladores, y debido al tipo de aprovechamiento que estas personas realizan a pequeñas proporciones no se vio afectado en la disminución de la densidad del bosque.

La estratificación, esta variable no fue incluida al modelo, debido a la variabilidad que muestra un bosque tropical, y además no tuvo mucha significancia en relación a los datos tomados del censo comercial para la correlación.

En el cuadro 10 se observa la ecuación para la correlación de la variable dependiente y las variables independientes, se va cumplir este modelo siempre en cuanto se encuentren dentro de los valores mínimos y máximos mencionados.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó las muestras de parcelas en seis sectores correspondientes a las Parcelas de Corta Anual (POAs) de igual número de concesiones forestales ubicadas en la provincia del Marañón, departamento de Huánuco. Las áreas censales fueron descompuestas en parcelas de forma cuadrada de 200m×200m (4 ha).
2. Se determinó trabajar con nueve variables de las cuales se ajustaron a la ecuación del modelo estadístico solo seis variables y los demás variables no se incluyeron por no presentar resultado significativo.
3. Se trabajó con el modelo estadístico de regresión lineal multivariado, que es el que mejor se adaptó a las variables evaluadas, y la ecuación que mejor estima la correlación existente entre la variable dependiente y las variables independientes es: $Y = -0.0029 + 3.4 \times 10^{-7} \times DVS - 8.7 \times 10^{-7} \times DTC + 4.8 \times 10^{-7} \times DR - 9.4 \times 10^{-5} \times P - 5.2 \times 10^{-4} \times \text{Sen}(A)$.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar el modelo estadístico de regresión lineal multivariado para este tipo de variables.
2. Se recomienda hacer la comparación con datos de inventarios evaluados en individuos a partir de 10 cm de dap, para un posible mejor ajuste en la correlación.
3. Se recomienda hacer más estudios semejantes pero con variables considerando: ríos principales con buen caudal para flotación de trosas de madera, centros poblados con mayor número de individuos, pendientes con porcentaje de elevación más considerable, etc.
4. Se recomienda utilizar imágenes satelitales de mejor resolución para obtener mejores resultados. para que al momento de realizar las correcciones respectivas se elimine al máximo el ruido de la imagen satelital.

**EFFICIENCY IN THE STRATIFICATION OF FOREST OF HIGH FOREST
BASED ON THE MODELING OF THE TERRAIN AND INDICES OF
VEGETATION IN FOREST CONCESSIONS**

VIII. ABSTRACT

The present study seeks to determine the degree of correlation that exists between the stratification and other geographic variables and the dependent variable (basal area), reason for which the analysis of different factors was carried out whose evaluation can be done in the cabinet, and that could explain the density of the forest. It was evaluated how they affect forest density with the following factors: Type of forest, distance to population centers, distance to rivers, distance to main roads, distance to secondary roads, distance to truck paths, vegetation index (NDVI), slope and orientation of the slope. This was carried out through the regression analysis of the total Dap values of the existing trees (the dependent variable), with the values of the 9 factors mentioned (the independent variables) measured in 328 evaluation plots of 200 × 200 m that make up the sample, obtained from forest census data. The statistical program infoStat was used to determine the equation of the best fit using the multivariate linear regression model. It was concluded that the equation that best estimates the existing correlation is: $Y = -0.0029 + 3.4 \times 10^{-7} \times DVS - 8.7 \times 10^{-7} \times DTC + 4.8 \times 10^{-7} \times DR - 9.4 \times 10^{-5} \times P - 5.2 \times 10^{-4} \times \text{Sen}(A)$.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÓN-SEGURA, J., MARTÍNEZ-SERNA, L., CASTRO-ZAVALA, S. 2003. Notas técnicas de tratamiento pregerminativo para la siembra de semilla de *Abies religiosa* (H.B.K) Schl. Et Cham y *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. Dirección de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. (México). Nota técnica 5 p.
- BALTAXE, R.1980. The Application of LANDSAT Data to Tropical Forest Surveys. Swedish Funds-in-trust. FOR: TF/INT/333(SUE). FAO 122 p.
- BOURGERON, P. 1983. Spatial Aspects of Vegetation Structure. In Tropical Rain Forest Ecosystems (Ecosystems of the World. Vol 14 A). F. B. Golley (ed). Elsevier Scientific Publishing Co. New York. 381 P.
- BRUNING, E.1983. Vegetation Structure and Growth. In Tropical Rain Forest Ecosystems (Ecosystems of the World. Vol 14 A). F. B. Golley (ed). Elsevier Scientific Publishing Co. New York. 381 p.
- CANCINO, J. 2012. Dendrometría básica [En línea]: consultado 12 de dic. De 2017. Disponible, http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/407/Dendrometria_Basica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- CAVERO, M. 2002. Enciclopedia temática del Perú; Los recursos forestales del Perú. Lima, Perú. p. 9-51
- CHUVIECO, E. 2007. Teledetección Ambiental; La observación de la tierra desde el espacio. 2 ed. Barcelona, España. 583 p.
- CUADRAS, C.M. 1991. Método de Análisis Multivariante. 2da. Edición. Promociones y Publicaciones Universitarias S.A. Barcelona. 641 p.
- FIGALLO, C. 1997. Análisis digital de imágenes de satélite para la clasificación del bosque seco del nor-oeste peruano. Tesis Ingeniero Forestal. Lima, PE, UNALM.119 p.
- GUYOT, G. 1989. Signatures Spectrales des Surface Naturelles. Teledetection Satellitaire N° 5. Paradigme. Francia. 178 p.
- HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAN, R. y BLACK, W. 1999. Análisis Multivariante. 5a Edición. Prentice HALL. Madrid.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida; Ed. por M. de la Cruz. San jose, Costa rica. p.216
- HOWARD, J. 1982. Theory and Measurement of the Reflective Properties of Natural Surfaces with Particular Reference to Vegetation and LANDSAT. In Proceeding of the training Course on Application of New Remote Sensing Techniques to Forest Resource survey. Harbin, China, 24 abril-24 mayo 1980. FAO, Roma. P 46-48

- KALLIOLA, R., PUHHAKKA, M., DANJOY, W. 1993. Amazonia Peruana; Vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Turco, Finlandia. 251 p.
- KIRA, T. 1978. Community Architecture and Organic Matter Dynamics in Tropical Lowland Rain Forest of Southeast Asia With Special Reference to Pasoh Forest, West Malaysia. In Tropical Trees as Living Systems. Proceedings of the Fourth Cabot Symposium. Harvard forest MA. 16 – 30 abril 1976. P. B. Tomlinson y M. Zimmermann (eds.) Cambridge Uni. Press. EE. UU. Pp 561-590.
- LOETSCH, F.; HALLER, K.E. 1973. Forest Inventory. Vol I. BLV Verlagsgesellschaft mbh. Munich, Alemania. 436 p.
- MALLEUX, O.J. 1982. Estratificación Forestal con Uso de Fotografías Aéreas. UNALM/Univ. Carolina del Norte. 82 p.
- MALLEUX, O.J. 1982. Inventarios Forestales en Bosques Tropicales. Lima, Perú. 414 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Guía de inventario de la flora y vegetación. Lima, Perú. 49 p.
- Municipalidad de Huánuco. 2009. Municipalidad provincial [En línea]: Provincia Marañón, <http://www.peruhuanuco.com>
- ONERN. 1976. Mapa Ecológico del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima. 146 p.

- PACHECO, C. 2003. Evaluación de factores de escala en los métodos de digitalización e interpolación para la elaboración de un modelo digital de elevaciones (MDE) en cuencas montañosas. Tesis Magíster Scientiae en Manejo de cuencas hidrográficas. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. [En línea]: (<http://www.saber.ula.ve>, feb. 2006).
- RICHARD, P. W. 1979. The Tropical Rain Forest. Cambridge Univ. Press. Inglaterra. 450 p.
- SEMINARIOS SOBRE EVALUACION INTEGRALDE LOS RECURSOS FORESTALES. (2005, LIMA, PERU)2005. El recurso forestal, los bosques tropicales; seminario. Ed. Por J. Malleux Orjeda. Lima, Perú. 37 p.
- VEGA, M. & MALLEUX, J. 1987. Gran geografía del Perú. Lima, Perú. 327 p.
- ZÚÑIGA L., C. 2014. Uso del sistema electrónico sistema electrónico colector de datos Field-Map en el censo de una parcela de corta anual del bosque tropical, en Loreto. Tesis para optar por el título de Ingeniero Forestal. UNALM. Lima. 134 p.).

ANEXO

Anexo 1. Base de datos

Cuadro 13. Valores totales de las variables independientes.

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
CEM200501	1046.44	2870.26	14428.77	6578.30	6343.62	5	24.71	-0.16	0.94	0.00
CEM200502	1036.74	2959.74	14409.29	6625.11	6357.13	4	26.67	0.32	0.95	0.01
CEM200503	1061.60	3059.90	14392.46	6676.59	6376.92	4	28.91	0.49	0.92	0.00
CEM200504	1110.97	3169.53	14378.39	6733.62	6402.90	3	29.35	0.68	0.92	0.00
CEM200505	1176.38	3287.68	14367.09	6780.09	6434.99	4	29.35	0.41	0.92	0.00
CEM200506	1252.23	3413.47	14358.56	6831.19	6473.11	4	26.89	0.87	0.92	0.00
CEM200507	1336.78	3546.08	14352.82	6887.73	6517.14	4	30.09	0.71	0.90	0.00
CEM200508	1430.05	3684.78	14349.86	6949.49	6521.50	4	28.86	0.65	0.92	0.00
CEM200509	1533.31	3828.90	14349.61	7016.14	6424.83	1	27.43	0.69	0.93	0.00
CEM2005010	1619.85	3945.08	14351.32	7071.80	6352.54	1	23.60	0.82	0.91	0.00
CEM2005011	1244.95	3052.85	14627.71	6773.33	6543.35	4	31.42	-0.36	0.94	0.00
CEM2005012	1236.57	3137.13	14608.47	6819.27	6556.46	4	29.20	-0.71	0.93	0.00
CEM2005013	1259.14	3231.80	14591.87	6869.30	6575.65	4	19.78	-0.45	0.94	0.00
CEM2005014	1301.58	3335.78	14577.99	6924.74	6600.84	3	20.89	0.13	0.92	0.00
CEM2005015	1363.50	3448.24	14566.84	6974.32	6631.98	2	36.54	0.86	0.92	0.00
CEM2005016	1435.56	3568.37	14558.44	7024.01	6668.97	4	43.91	0.76	0.92	0.01
CEM2005017	1518.03	3695.43	14552.77	7079.01	6711.72	4	27.06	0.87	0.91	0.00
CEM2005018	1604.24	3828.72	14549.86	7139.18	6696.00	1	11.22	0.71	0.92	0.00
CEM2005019	1706.17	3967.62	14549.61	7204.13	6601.88	1	19.86	0.17	0.91	0.01
CEM2005020	1785.70	4079.85	14551.30	7258.34	6531.56	1	17.21	0.50	0.90	0.00
CEM2005021	1443.66	3237.50	14826.67	6968.65	6743.10	5	26.02	0.35	0.95	0.01
CEM2005022	1436.44	3317.09	14807.68	7013.69	6755.82	5	29.73	-0.47	0.94	0.01
CEM2005023	1456.70	3406.76	14791.30	7062.41	6774.45	4	24.81	-0.58	0.93	0.00
CEM2005024	1494.42	3505.56	14777.60	7116.35	6798.91	2	16.75	-0.79	0.93	0.00
CEM2005025	1553.29	3612.73	14766.61	7168.87	6829.14	3	22.14	-0.23	0.91	0.01
CEM2005026	1621.75	3727.57	14758.32	7217.23	6865.07	2	18.02	-0.21	0.91	0.00
CEM2005027	1699.28	3849.37	14752.73	7270.76	6906.60	2	22.38	0.22	0.91	0.01
CEM2005028	1783.83	3977.51	14749.85	7329.36	6871.88	1	16.58	0.60	0.91	0.00
CEM2005029	1876.08	4111.39	14749.61	7392.74	6780.21	1	17.15	0.18	0.93	0.01
CEM2005030	1957.94	4219.80	14751.27	7445.59	6711.75	1	20.37	-0.18	0.92	0.00
CEM2005031	1642.69	3423.87	15025.66	7162.72	6942.87	5	16.95	0.27	0.92	0.01
CEM2005032	1636.34	3499.23	15006.90	7208.04	6955.22	4	29.25	0.33	0.94	0.00
CEM2005033	1654.29	3584.34	14990.74	7255.90	6973.32	4	31.02	-0.36	0.93	0.01
CEM2005034	1688.92	3678.37	14977.23	7308.41	6997.08	4	33.37	-0.71	0.94	0.00
CEM2005035	1743.41	3780.66	14966.38	7363.72	7026.46	4	29.96	-0.86	0.94	0.01
CEM2005036	1808.03	3890.54	14958.20	7410.80	7061.38	4	30.94	-0.64	0.95	0.00

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
CEM2005037	1881.65	4007.39	14952.68	7462.95	7101.77	4	13.21	0.13	0.92	0.01
CEM2005038	1965.08	4130.63	14949.85	7520.05	7049.06	2	18.82	0.82	0.91	0.00
CEM2005039	2051.40	4259.70	14949.61	7581.94	6959.71	2	18.92	0.97	0.91	0.01
CEM2005040	2127.94	4364.42	14951.25	7633.48	6893.04	1	20.29	0.48	0.92	0.00
CEM2005041	1841.92	3611.70	15224.66	7354.30	7142.65	5	26.84	0.51	0.92	0.00
CEM2005042	1836.27	3683.22	15206.14	7402.69	7154.66	4	30.16	0.78	0.91	0.00
CEM2005043	1852.27	3764.18	15190.19	7449.73	7172.25	4	17.25	0.56	0.92	0.00
CEM2005044	1884.57	3853.82	15176.86	7500.88	7195.35	4	24.29	0.56	0.95	0.00
CEM2005045	1933.80	3951.57	15166.16	7556.98	7223.93	4	24.29	0.40	0.94	0.00
CEM2005046	1995.90	4056.82	15158.08	7604.71	7257.90	4	28.44	-0.33	0.94	0.00
CEM2005047	2067.12	4169.02	15152.64	7655.53	7297.20	4	28.44	-0.45	0.95	0.01
CEM2005048	2146.33	4287.61	15149.84	7711.21	7227.42	2	10.50	-0.54	0.92	0.01
CEM2005049	2230.87	4412.09	15149.60	7771.64	7140.31	3	19.60	0.01	0.91	0.01
CEM2005050	2301.46	4513.28	15151.22	7821.97	7070.55	3	14.16	-0.43	0.91	0.00
CEM2005051	2041.31	3800.78	15423.68	7546.32	7342.44	4	33.02	0.32	0.94	0.01
CEM2005052	2036.21	3868.80	15405.41	7597.62	7354.12	4	25.03	0.26	0.92	0.00
CEM2005053	2050.65	3945.95	15389.66	7643.87	7371.24	2	25.03	-0.02	0.91	0.00
CEM2005054	2081.05	4031.56	15376.50	7693.74	7393.72	4	27.87	0.62	0.93	0.00
CEM2005055	2125.73	4125.09	15365.94	7748.45	7421.53	4	24.07	0.61	0.92	0.01
CEM2005056	2185.74	4226.03	15357.97	7798.92	7454.60	4	17.91	0.74	0.94	0.01
CEM2005057	2253.38	4333.84	15352.60	7848.49	7492.87	4	17.91	-0.12	0.95	0.01
CEM2005058	2328.18	4448.05	15349.84	7902.81	7406.89	2	24.23	-0.48	0.92	0.01
CEM2005059	2305.64	4568.15	15349.60	7961.78	7320.60	3	18.07	-0.37	0.92	0.00
CEM2005060	2217.12	4665.96	15351.20	8011.02	7248.05	3	26.06	-0.18	0.92	0.00
CEM2005061	2240.80	3990.92	15622.73	7738.75	7542.24	4	27.03	0.56	0.92	0.01
CEM2005062	2236.16	4055.75	15604.69	7792.80	7553.62	4	21.77	0.56	0.93	0.00
CEM2005063	2249.32	4129.41	15589.15	7838.30	7570.28	2	21.37	0.31	0.93	0.01
CEM2005064	2278.14	4211.29	15576.16	7886.95	7592.18	4	21.19	0.17	0.92	0.00
CEM2005065	2319.03	4300.92	15565.73	7940.33	7619.26	4	21.19	0.24	0.93	0.00
CEM2005066	2375.86	4397.82	15557.86	7993.42	7651.48	2	20.57	0.31	0.91	0.00
CEM2005067	2389.33	4501.52	15552.56	8041.79	7674.63	2	20.57	0.64	0.92	0.01
CEM2005068	2267.49	4611.58	15549.83	8094.81	7587.38	2	21.12	0.09	0.95	0.01
CEM2005069	2146.09	4727.53	15549.60	8152.40	7497.52	3	19.30	0.01	0.93	0.00
CEM2005070	2051.86	4822.11	15551.18	8200.58	7426.70	3	20.26	-0.06	0.91	0.00
CEM2005071	2436.89	4181.98	15821.80	7931.54	7742.06	3	27.81	0.84	0.92	0.00
CEM2005072	2436.12	4243.90	15803.99	7986.27	7753.14	3	24.24	0.13	0.91	0.00
CEM2005073	2448.20	4314.34	15788.64	8032.62	7769.37	3	17.94	0.83	0.92	0.01
CEM2005074	2419.59	4392.78	15775.82	8080.50	7790.71	2	17.94	0.36	0.93	0.01
CEM2005075	2370.57	4478.77	15765.52	8132.60	7817.10	3	17.94	0.35	0.92	0.01
CEM2005076	2327.69	4571.90	15757.75	8188.18	7848.51	3	11.83	0.64	0.92	0.00
CEM2005077	2236.22	4671.75	15752.52	8235.41	7854.07	2	14.86	0.43	0.92	0.01

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
CEM2005078	2108.57	4777.88	15749.83	8287.19	7767.65	2	15.26	0.29	0.92	0.01
CEM2005079	1987.15	4889.89	15749.59	8343.45	7675.57	3	17.65	0.12	0.93	0.01
CEM2005080	1892.16	4981.39	15751.15	8390.53	7606.41	2	20.34	0.19	0.92	0.00
CEM2005081	2265.91	4500.56	15988.15	8227.21	7968.51	3	25.77	0.73	0.92	0.00
CEM2005082	2222.45	4575.80	15975.49	8274.35	7989.31	3	22.14	0.83	0.91	0.01
CEM2005083	2177.76	4658.42	15965.32	8325.24	8015.06	3	22.75	0.57	0.93	0.01
CEM2005084	2131.01	4748.03	15957.65	8380.60	8045.69	3	27.55	0.97	0.93	0.01
CEM2005085	2088.83	4844.25	15952.48	8429.33	8034.48	2	21.82	0.73	0.92	0.01
CEM2005086	1953.92	4946.68	15949.82	8479.93	7944.68	2	23.39	0.83	0.92	0.00
CEM2005087	1828.21	5054.95	15949.59	8534.91	7854.68	2	18.14	0.34	0.93	0.01
CEM2005088	1733.22	5143.51	15951.13	8580.95	7787.11	2	27.24	0.09	0.92	0.00
CEM200601	1088.30	2791.82	14450.91	6530.37	6336.33	5	24.08	-0.29	0.92	0.00
CEM200602	1280.66	2979.22	14649.55	6722.12	6536.29	5	19.11	0.13	0.93	0.00
CEM200603	1475.06	3168.17	14848.23	6914.34	6736.25	5	22.81	0.80	0.93	0.00
CEM200604	1670.78	3358.39	15046.94	7106.99	6936.22	5	33.04	-0.01	0.90	0.00
CEM200605	1867.40	3549.69	15245.68	7300.03	7136.18	5	26.77	0.14	0.93	0.00
CEM200606	2015.73	3741.90	15444.46	7493.44	7336.15	4	17.00	0.66	0.93	0.00
CEM200607	2153.70	3934.88	15643.26	7687.19	7536.12	4	32.33	0.71	0.94	0.00
CEM200608	2300.29	4128.54	15842.10	7881.25	7736.09	3	32.10	0.82	0.93	0.00
CEM200609	2389.62	4322.77	16040.97	8075.60	7936.06	3	25.63	0.53	0.93	0.00
CEM2006010	1163.45	2726.05	14475.74	6475.53	6335.39	5	15.57	0.29	0.93	0.00
CEM2006011	1335.60	2917.68	14674.04	6668.86	6535.37	5	21.98	0.57	0.92	0.00
CEM2006012	1474.06	3110.36	14872.39	6862.57	6735.36	5	23.26	0.70	0.92	0.00
CEM2006013	1598.08	3303.92	15070.78	7056.64	6935.35	4	32.14	0.72	0.93	0.00
CEM2006014	1733.11	3498.20	15269.21	7251.02	7135.34	5	31.43	-0.54	0.92	0.00
CEM2006015	1870.86	3693.09	15467.68	7445.70	7335.33	4	37.69	-0.13	0.93	0.00
CEM2006016	2018.16	3888.49	15666.20	7640.61	7535.33	3	23.95	0.64	0.93	0.00
CEM2006017	2148.02	4084.35	15864.75	7835.75	7735.32	3	28.66	0.58	0.93	0.00
CEM2006018	2194.46	4280.58	16063.33	8031.12	7935.31	3	29.30	-0.01	0.93	0.00
CEM2006019	1052.82	2673.65	14503.27	6426.45	6340.75	5	32.37	0.49	0.92	0.00
CEM2006020	1194.29	2868.79	14701.20	6621.21	6540.58	5	33.91	0.26	0.91	0.00
CEM2006021	1316.04	3064.55	14899.19	6816.20	6740.41	5	28.03	0.05	0.92	0.00
CEM2006022	1450.49	3260.82	15097.23	7011.46	6940.25	4	34.19	0.94	0.93	0.00
CEM2006023	1736.08	3654.58	15493.46	7402.74	7339.97	4	46.20	-0.45	0.93	0.00
CEM2006024	1888.81	3851.94	15691.64	7598.72	7539.84	3	27.09	0.08	0.92	0.00
CEM2006025	1956.74	4049.57	15889.88	7794.90	7739.71	3	13.26	0.35	0.93	0.00
CEM2006026	2000.62	4247.41	16087.47	7990.77	7938.96	3	18.20	0.53	0.92	0.00
CEM2006027	911.56	2635.43	14533.50	6382.96	6352.41	5	41.19	0.66	0.92	0.00
CEM2006028	1034.45	2833.20	14731.03	6578.91	6551.88	5	42.34	0.26	0.90	0.00
CEM2006029	1710.02	3825.51	15719.60	7561.89	7549.64	3	36.48	-0.39	0.91	0.00
CEM2006030	1761.97	4024.43	15917.48	7759.00	7749.27	3	28.85	-0.36	0.94	0.00

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
CEM2006031	1807.08	4223.46	16100.56	7942.63	7934.25	3	24.81	0.71	0.92	0.00
CEM2006032	753.79	2612.01	14566.39	6345.37	6370.33	4	33.37	0.12	0.96	0.00
CEM2006033	885.25	2811.42	14763.48	6542.45	6569.26	4	38.14	0.45	0.95	0.00
CEM2006034	1022.37	3010.92	14960.64	6739.71	6768.24	4	38.80	0.44	0.95	0.00
CEM2006035	602.63	2603.78	14601.94	6313.90	6394.46	4	41.84	0.23	0.94	0.00
CEM2006036	739.56	2803.78	14798.55	6511.94	6592.66	4	38.83	0.36	0.96	0.00
CEM2006037	456.79	2610.89	14640.13	6288.63	6424.73	3	27.20	0.65	0.92	0.00
CEM2006038	608.19	2810.39	14836.24	6487.44	6622.02	4	22.11	0.84	0.92	0.00
CEM2006039	774.53	3009.95	15032.46	6686.32	6819.47	2	26.54	0.85	0.93	0.00
CEM2006040	501.38	2831.14	14876.43	6469.04	6657.26	2	30.89	0.59	0.86	0.00
CEM2006041	677.66	3029.33	15072.15	6668.47	6853.69	2	25.89	0.69	0.93	0.00
CEM2006042	841.00	3227.75	15267.97	6867.93	7050.33	2	36.25	0.92	0.92	0.00
CEM2006043	614.64	3061.69	15114.32	6656.58	6893.56	2	36.85	0.87	0.91	0.00
CEM2006044	641.15	3258.14	15309.61	6856.39	7089.08	2	35.78	0.97	0.93	0.00
CEM2006045	459.75	3106.61	15159.02	6650.69	6937.50	2	34.01	0.91	0.92	0.00
CEM2006046	441.42	3300.39	15353.74	6850.67	7133.24	1	32.19	0.56	0.93	0.00
CEM2006047	452.31	3494.86	15548.59	7050.65	7327.83	1	42.66	-0.15	0.95	0.00
CEM2006048	503.76	3689.93	15743.57	7250.64	7522.71	3	41.68	-0.85	0.94	0.00
CEM2006049	545.92	3885.49	15938.68	7450.62	7717.84	2	29.96	0.42	0.92	0.00
CEM2006050	615.12	4081.49	16133.90	7650.60	7913.22	3	32.65	0.19	0.93	0.00
CEM2006051	263.23	3163.56	15206.22	6650.81	6928.59	2	34.98	0.43	0.93	0.00
CEM2006052	241.78	3354.05	15400.34	6850.79	7128.50	1	28.40	0.02	0.95	0.00
CEM2006053	255.73	3545.58	15594.61	7050.77	7328.41	1	37.47	0.36	0.95	0.00
CEM2006054	324.34	3738.00	15789.02	7250.75	7528.33	1	35.17	-0.65	0.94	0.00
CEM2006055	351.33	3931.18	15983.57	7450.73	7728.26	1	26.45	0.43	0.94	0.00
CEM2006056	449.28	4125.00	16178.26	7650.71	7928.19	3	20.64	-0.09	0.93	0.00
CEM2006057	315.25	4177.65	16224.95	7656.04	7925.44	2	19.92	0.52	0.94	0.00
CEM2006058	256.27	4239.08	16273.98	7666.58	7927.73	3	28.01	0.95	0.92	0.00
MC2006001	1999.16	11859.85	20566.16	12561.62	8815.90	2	59.21	0.68	0.90	0.00
MC2006002	1871.30	12015.29	20554.34	12542.63	8871.68	2	50.94	0.67	0.93	0.00
MC2006003	1753.06	12172.03	20525.45	12526.80	8931.58	1	35.09	0.92	0.93	0.00
MC2006004	1634.24	12330.02	20498.43	12514.15	8995.54	2	36.27	0.74	0.93	0.00
MC2006005	1507.88	12444.13	20480.23	12507.03	9043.87	1	30.86	0.74	0.93	0.00
MC2006006	1853.47	11987.53	20765.80	12760.57	9008.72	2	42.19	0.21	0.92	0.00
MC2006007	1717.02	12141.33	20752.12	12741.88	9063.31	1	53.61	0.71	0.92	0.00
MC2006008	1590.44	12296.46	20723.50	12726.30	9121.96	1	39.74	0.96	0.93	0.00
MC2006009	1476.80	12452.88	20696.74	12713.85	9184.59	3	42.94	0.30	0.92	0.00
MC20060010	1402.13	12565.86	20678.71	12706.84	9231.93	3	30.57	0.06	0.94	0.00
MC20060011	1876.50	11966.38	20978.14	12981.03	9152.46	2	44.76	-0.55	0.91	0.00
MC20060012	1718.74	12117.15	20965.45	12959.56	9201.85	2	36.02	-0.03	0.90	0.00
MC20060013	1570.63	12269.33	20949.95	12941.15	9255.30	2	38.25	0.41	0.90	0.00

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
MC20060014	1435.16	12422.87	20921.59	12925.81	9312.74	1	31.42	0.62	0.92	0.00
MC20060015	1310.42	12577.71	20895.08	12913.55	9374.09	3	58.54	0.38	0.91	0.00
MC20060016	1231.33	12689.59	20877.23	12906.66	9420.48	3	40.21	0.71	0.93	0.00
MC20060017	1437.22	12399.24	21147.82	13140.45	9447.62	2	29.92	-0.64	0.94	0.00
MC20060018	1287.80	12551.19	21119.72	13125.34	9503.90	1	15.96	-0.40	0.95	0.00
MC20060019	1153.64	12704.46	21093.46	13113.27	9564.02	1	47.05	0.63	0.91	0.00
MC20060020	1064.27	12815.23	21075.77	13106.48	9609.50	3	50.98	0.69	0.93	0.00
MC20060021	1487.44	12372.34	21364.76	13357.63	9588.95	2	46.73	-0.68	0.93	0.00
MC20060022	1320.74	12531.00	21345.73	13339.77	9640.25	2	26.72	-0.89	0.95	0.00
MC20060023	1156.35	12681.36	21317.88	13324.89	9695.41	1	27.33	-0.92	0.96	0.00
MC20060024	1004.97	12833.08	21291.86	13313.00	9754.36	1	20.62	-0.63	0.94	0.00
MC20060025	866.65	12987.65	21286.42	13321.94	9829.46	1	40.60	-0.15	0.91	0.00
MC20060026	722.55	13165.43	21284.64	13337.70	9920.49	2	50.95	-0.09	0.93	0.00
MC20060027	618.52	13320.64	21264.17	13334.82	9990.13	2	26.08	-0.68	0.95	0.00
MC20060028	533.06	13477.04	21245.57	13334.94	10063.26	2	32.49	-0.45	0.94	0.00
MC20060029	463.57	13634.58	21228.83	13338.06	10139.81	1	22.98	-0.59	0.95	0.00
MC20060030	314.16	13793.22	21213.97	13344.17	10219.70	2	33.51	-0.70	0.92	0.00
MC20060031	148.50	13935.05	21193.87	13344.37	10288.65	2	24.10	-0.73	0.92	0.00
MC20060032	1583.14	11961.82	21590.93	13600.66	9693.91	2	55.17	-0.61	0.91	0.00
MC20060033	1443.39	12161.59	21576.79	13577.23	9736.45	2	58.28	-0.61	0.91	0.00
MC20060034	1319.25	12361.37	21564.43	13556.71	9782.89	3	49.01	-0.37	0.94	0.00
MC20060035	1215.51	12561.16	21543.67	13539.11	9833.18	2	17.93	-0.71	0.94	0.00
MC20060036	1046.84	12760.95	21516.07	13524.45	9887.26	1	28.06	-0.98	0.96	0.01
MC20060037	876.75	12960.74	21490.30	13512.73	9945.07	1	38.38	-0.93	0.96	0.00
MC20060038	722.14	13115.02	21466.36	13503.96	10006.55	2	42.92	-0.71	0.93	0.00
MC20060039	590.69	13267.82	21444.23	13498.16	10071.62	2	55.07	-0.12	0.94	0.00
MC20060040	481.42	13421.85	21423.91	13495.31	10140.22	2	27.39	-0.40	0.95	0.00
MC20060041	386.37	13577.08	21405.45	13495.43	10212.27	1	21.49	-0.71	0.93	0.01
MC20060042	311.85	13733.47	21388.84	13498.51	10287.71	1	20.00	-0.70	0.93	0.01
MC20060043	254.93	13864.70	21354.03	13482.68	10340.25	2	14.37	-0.31	0.94	0.00
MC20060044	1453.39	11953.82	21790.37	13799.13	9889.84	1	49.52	-0.61	0.94	0.00
MC20060045	1300.50	12153.72	21776.35	13776.03	9931.54	3	45.06	-0.50	0.93	0.00
MC20060046	1161.18	12353.63	21764.10	13755.81	9977.07	3	49.03	-0.22	0.93	0.00
MC20060047	1041.82	12553.54	21741.65	13738.47	10026.39	3	21.35	-0.40	0.94	0.00
MC20060048	949.68	12753.45	21714.30	13724.02	10079.43	2	21.24	-0.82	0.96	0.00
MC20060049	778.85	12953.36	21688.76	13712.47	10136.14	1	32.14	-0.97	0.95	0.00
MC20060050	600.18	13153.27	21665.04	13703.83	10196.47	2	38.95	-0.97	0.94	0.00
MC20060051	439.35	13353.19	21643.11	13698.11	10260.33	2	33.78	-0.59	0.92	0.00
MC20060052	310.84	13549.56	21622.98	13695.31	10327.68	2	27.62	-0.07	0.92	0.00
MC20060053	207.15	13702.75	21604.29	13694.99	10397.88	1	14.74	-0.59	0.95	0.01
MC20060054	167.24	13815.00	21552.42	13660.04	10427.97	3	14.31	-0.78	0.93	0.00

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
WCMV200801	1007.11	1415.29	14351.38	9325.46	4589.01	3	37.91	0.12	0.90	0.01
WCMV200802	1176.29	1215.38	14390.60	9386.75	4776.28	2	37.83	0.34	0.89	0.00
WCMV200803	1280.36	1015.50	14432.48	9451.88	4964.53	2	31.93	0.06	0.89	0.00
WCMV200804	1401.96	815.67	14476.95	9520.77	5153.68	1	28.62	0.51	0.91	0.00
WCMV200805	1524.45	615.97	14523.49	9592.59	5341.71	2	17.01	0.01	0.91	0.00
WCMV200806	1099.36	1434.71	14155.05	9134.66	4521.22	1	30.89	0.56	0.89	0.01
WCMV200807	1273.45	1237.94	14194.81	9197.23	4711.18	3	44.42	0.88	0.92	0.00
WCMV200808	1448.28	1042.39	14237.27	9263.69	4901.94	2	45.90	0.59	0.88	0.00
WCMV200809	1559.87	848.92	14282.32	9333.96	5093.41	1	39.03	0.91	0.91	0.00
WCMV200810	1681.44	659.37	14329.50	9407.21	5283.59	2	40.06	0.96	0.90	0.01
WCMV200811	1207.25	1481.13	13958.82	8944.26	4461.38	1	43.56	0.89	0.89	0.01
WCMV200812	1373.58	1291.45	13999.14	9008.15	4653.78	3	39.08	0.77	0.90	0.00
WCMV200813	1545.42	1105.41	14042.20	9076.00	4846.80	2	50.70	0.79	0.87	0.01
WCMV200814	1720.63	925.21	14087.84	9147.72	5040.37	2	37.05	0.93	0.90	0.00
WCMV200815	1839.13	755.06	14135.67	9222.44	5232.47	3	38.39	0.93	0.91	0.00
WCMV200816	1325.94	1552.12	13762.71	8754.30	4409.80	3	18.71	0.64	0.89	0.01
WCMV200817	1485.72	1372.29	13803.60	8819.56	4604.36	1	20.19	0.73	0.89	0.00
WCMV200818	1650.01	1198.86	13847.23	8888.85	4799.37	3	26.71	0.64	0.89	0.00
WCMV200819	1819.47	1035.07	13893.52	8962.07	4994.77	3	33.84	0.82	0.89	0.00
WCMV200820	1461.31	1644.52	13566.71	8564.79	4366.79	1	22.41	-0.44	0.90	0.01
WCMV200821	1607.71	1475.98	13608.19	8631.48	4563.18	1	25.21	-0.73	0.91	0.01
WCMV200822	1764.66	1316.29	13652.42	8702.27	4759.88	1	39.01	-0.80	0.91	0.00
WCMV200823	1928.20	1169.06	13699.36	8777.04	4956.83	1	50.63	-0.48	0.94	0.00
WCMV200824	2092.68	1039.62	13748.54	8854.90	5152.05	3	45.17	-0.39	0.89	0.00
WCMV200825	1606.02	1754.93	13370.82	8375.76	4332.58	2	25.75	-0.67	0.92	0.01
WCMV200826	1744.14	1598.08	13412.91	8443.96	4530.46	1	15.95	-0.49	0.93	0.01
WCMV20080	1889.80	1451.88	13457.75	8516.30	4728.52	1	35.00	-0.21	0.88	0.01

Código	Distancia de río	Distancia de CAPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
27										
WCMV2008028	2044.66	1319.87	13505.37	8592.69	4926.73	1	45.07	-0.70	0.89	0.00
WCMV2008029	2205.02	1206.71	13555.25	8672.20	5123.10	3	48.69	-0.53	0.92	0.00
WCMV2008030	1757.53	1880.19	13175.06	8187.26	4307.41	1	33.27	-0.75	0.89	0.02
WCMV2008031	1888.73	1734.71	13217.77	8257.01	4506.39	1	21.84	-0.94	0.93	0.02
WCMV2008032	2026.98	1601.04	13263.24	8330.98	4705.46	1	26.94	-0.36	0.93	0.01
WCMV2008033	2172.08	1482.36	13311.56	8409.05	4904.60	3	55.33	-0.25	0.89	0.00
WCMV2008034	2323.78	1382.57	13362.16	8490.28	5101.82	3	45.67	-0.27	0.89	0.00
WCMV2008035	1917.78	2017.54	12979.43	7999.32	4291.41	2	34.20	-0.43	0.91	0.01
WCMV2008036	2038.84	1882.70	13022.76	8070.69	4491.10	1	33.41	-0.32	0.95	0.01
WCMV2008037	2171.46	1760.30	13068.90	8146.35	4690.82	1	23.81	-0.52	0.93	0.01
WCMV2008038	2309.81	1653.10	13117.93	8226.18	4890.56	1	43.85	-0.25	0.92	0.00
WCMV2008039	2453.01	1564.24	13169.28	8309.12	5088.32	1	48.83	-0.25	0.90	0.00
WCMV2008040	2080.77	2164.68	12783.93	7811.98	4284.70	2	41.94	-0.02	0.90	0.00
WCMV2008041	2196.92	2039.59	12827.90	7885.05	4484.69	2	40.10	-0.31	0.95	0.00
WCMV2008042	2320.53	1927.18	12874.74	7962.47	4684.68	1	29.34	-0.26	0.94	0.00
WCMV2008043	2454.22	1829.78	12924.50	8044.12	4884.67	1	31.72	-0.20	0.92	0.01
WCMV2008044	2398.30	1749.91	12976.62	8128.73	5082.66	1	34.37	-0.25	0.93	0.00
WCMV2008045	2248.34	2319.74	12588.58	7625.28	4287.32	1	53.74	-0.03	0.90	0.00
WCMV2008046	2359.46	2203.47	12633.19	7700.12	4487.19	1	36.68	-0.30	0.90	0.00
WCMV2008047	2476.78	2099.85	12680.75	7779.38	4687.08	1	42.22	-0.19	0.98	0.00
WCMV2008048	2442.79	2010.83	12731.27	7862.88	4886.97	1	35.57	-0.19	0.93	0.00
WCMV2008049	2292.40	1938.44	12784.18	7949.28	5084.87	1	43.47	-0.25	0.92	0.00
WCM200901	1039.15	2335.95	17042.93	12138.80	7270.99	2	23.07	0.29	0.93	0.00
WCM200902	1195.63	2138.88	16850.12	11953.71	7163.28	2	36.22	-0.86	0.94	0.00
WCM200903	1766.27	1359.19	16080.68	11218.46	6774.48	2	21.01	0.28	0.90	0.00
WCM200904	757.01	2511.18	17184.69	12251.71	7218.71	3	33.25	0.42	0.90	0.00
WCM200905	915.97	2311.75	16991.15	12065.04	7104.58	3	19.77	-0.17	0.94	0.00
WCM200906	1077.78	2112.42	16797.75	11878.80	6994.31	3	30.67	-0.57	0.93	0.00

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
WCM200907	1381.57	1714.24	16411.43	11507.70	6786.08	2	33.03	0.18	0.89	0.00
WCM200908	1593.76	1317.16	16025.79	11138.60	6595.56	2	28.21	-0.46	0.90	0.00
WCM200909	324.00	2904.69	17524.28	12558.58	7301.17	2	28.98	-0.65	0.93	0.00
WCM2009010	475.50	2704.70	17329.91	12370.06	7177.21	2	33.49	-0.53	0.92	0.00
WCM2009011	636.31	2504.70	17135.67	12181.92	7056.74	1	26.10	0.17	0.91	0.00
WCM2009012	801.53	2304.71	16941.57	11994.16	6939.95	1	22.31	-0.25	0.94	0.01
WCM2009013	972.10	2104.72	16747.60	11806.80	6827.02	1	29.15	-0.68	0.93	0.01
WCM2009014	1110.60	1904.73	16553.78	11619.86	6718.14	3	33.47	-0.61	0.90	0.00
WCM2009015	1209.26	1704.74	16360.10	11433.36	6613.52	1	39.98	0.35	0.89	0.00
WCM2009016	1328.04	1504.75	16166.58	11247.33	6513.36	1	27.83	-0.50	0.92	0.00
WCM2009017	1402.68	1304.77	15973.22	11061.78	6417.88	2	26.01	-0.25	0.89	0.01
WCM2009018	68.22	3112.33	17659.40	12683.52	7276.65	3	19.40	-0.25	0.80	0.00
WCM2009019	195.67	2912.86	17478.51	12493.70	7146.67	3	27.16	-0.62	0.93	0.01
WCM2009020	356.74	2713.47	17283.62	12304.19	7019.99	1	27.81	-0.73	0.95	0.00
WCM2009021	526.24	2514.17	17088.86	12115.02	6896.77	2	14.83	-0.18	0.92	0.01
WCM2009022	702.47	2314.99	16894.21	11926.21	6777.22	1	15.99	-0.32	0.92	0.00
WCM2009023	840.87	2115.97	16699.69	11737.76	6661.53	1	28.48	-0.68	0.92	0.01
WCM2009024	934.67	1917.16	16505.31	11549.71	6549.90	3	40.68	0.18	0.89	0.00
WCM2009025	1046.85	1718.61	16311.06	11362.06	6442.55	1	32.95	0.02	0.92	0.00
WCM2009026	1156.87	1520.45	16116.95	11174.84	6339.69	3	23.23	-0.54	0.90	0.00
WCM2009027	1214.48	1322.85	15922.98	10988.07	6241.55	1	18.30	-0.17	0.90	0.01
WCM2009028	106.53	2934.67	17420.57	12431.70	6994.48	3	17.19	-0.56	0.81	0.00
WCM2009029	255.31	2736.86	17239.47	12241.23	6864.98	1	23.55	-0.81	0.94	0.00
WCM2009030	434.90	2539.40	17044.22	12051.07	6738.94	2	14.88	-0.41	0.92	0.01
WCM2009031	575.31	2342.37	16849.08	11861.24	6616.53	1	16.24	-0.29	0.93	0.01
WCM2009032	663.60	2145.89	16654.05	11671.75	6497.98	1	25.48	-0.04	0.89	0.01
WCM2009033	766.28	1950.13	16459.13	11482.61	6383.50	1	28.18	0.16	0.91	0.01
WCM2009034	890.99	1755.32	16264.33	11293.85	6273.30	1	26.93	0.03	0.92	0.00
WCM2009035	962.19	1561.82	16069.65	11105.48	6167.62	3	33.59	-0.64	0.91	0.01
WCM2009036	1028.73	1370.20	15875.11	10917.52	6066.69	1	37.99	0.07	0.90	0.01
CEM200901	803.24	7944.17	19842.50	11641.10	8894.59	1	30.09	-0.69	0.93	0.00
CEM200902	657.55	8144.08	20040.96	11840.19	8856.31	1	16.81	-0.09	0.93	0.00
CEM200903	546.01	8344.01	20239.45	12039.30	8815.47	3	23.23	0.04	0.92	0.00
CEM200904	386.42	8543.93	20437.97	12238.45	8779.00	2	32.66	0.57	0.91	0.00
CEM200905	209.54	8743.86	20636.51	12437.62	8746.95	3	32.28	0.65	0.91	0.00
CEM200906	49.93	8943.79	20835.09	12636.82	8719.37	1	17.97	0.16	0.90	0.00
CEM200907	112.23	9143.72	21033.69	12836.04	8696.30	3	26.33	-0.51	0.89	0.00
CEM200908	79.71	9343.66	21232.32	13035.29	8677.79	2	18.04	-0.31	0.90	0.00
CEM200909	44.57	9543.60	21430.98	13234.56	8663.85	2	23.22	-0.55	0.91	0.00
CEM2009010	14.80	9743.54	21629.66	13433.85	8654.51	3	25.71	0.07	0.91	0.01
CEM2009011	939.93	7940.84	19868.38	11623.55	9090.94	2	25.55	-0.52	0.94	0.00

Código	Distancia de río	Distancia de CCPP	Distancia de Vía principal	Distancia de vía secundaria	Distancia de trocha	Unidad de vegetación	Pendiente (%)	Sen(Aspect)	NDVI	Σ Área Basal(HA)
CEM2009012	818.92	8140.84	20066.59	11822.93	9051.73	2	23.78	0.26	0.92	0.00
CEM2009013	655.39	8340.83	20264.83	12022.33	9011.78	2	47.04	-0.16	0.91	0.00
CEM2009014	490.35	8540.83	20463.10	12221.75	8976.10	3	44.94	0.51	0.90	0.00
CEM2009015	324.32	8740.83	20661.41	12421.19	8944.76	1	50.61	0.24	0.90	0.00
CEM2009016	144.10	8940.83	20859.75	12620.65	8917.79	1	40.05	-0.02	0.93	0.00
CEM2009017	3.65	9140.83	21058.12	12820.13	8895.24	1	21.71	-0.20	0.91	0.00
CEM2009018	105.13	9340.83	21256.52	13019.62	8877.14	1	19.62	-0.63	0.92	0.00
CEM2009019	225.00	9540.83	21454.95	13219.12	8863.52	3	27.45	-0.35	0.93	0.00
CEM2009020	128.57	9740.82	21653.41	13418.64	8854.39	2	45.70	0.13	0.91	0.00
CEM2009021	930.63	8142.50	20094.18	11809.03	9247.35	2	33.48	0.39	0.91	0.00
CEM2009022	769.10	8342.46	20292.15	12008.66	9208.25	2	56.57	0.14	0.91	0.00
CEM2009023	589.85	8542.42	20490.16	12208.31	9173.34	3	31.48	0.06	0.90	0.00
CEM2009024	415.67	8742.38	20688.20	12407.97	9142.67	1	37.42	-0.03	0.92	0.01
CEM2009025	263.05	8942.34	20886.29	12607.63	9116.29	3	44.39	-0.04	0.93	0.00
CEM2009026	69.28	9142.31	21084.41	12807.31	9094.23	3	22.01	-0.04	0.91	0.00
CEM2009027	85.35	9342.28	21282.56	13007.00	9076.52	1	21.66	-0.34	0.92	0.00
CEM2009028	209.63	9542.25	21480.75	13206.70	9063.20	3	31.86	-0.59	0.92	0.00
CEM2009029	674.86	8548.68	20519.13	12198.13	9370.69	1	26.83	-0.13	0.93	0.00
CEM2009030	477.41	8748.50	20716.90	12397.95	9340.67	1	26.71	-0.04	0.93	0.01
CEM2009031	283.56	8948.33	20914.71	12597.78	9314.85	3	32.64	-0.04	0.94	0.00
CEM2009032	112.20	9148.16	21112.56	12797.61	9293.26	1	30.69	-0.05	0.92	0.00
CEM2009033	24.82	9348.01	21310.46	12997.45	9275.93	1	23.65	-0.46	0.90	0.00
CEM2009034	169.61	9547.85	21508.39	13197.29	9262.90	2	36.30	-0.50	0.92	0.00
CEM2009035	710.66	8556.45	20542.10	12192.65	9518.77	1	32.71	-0.26	0.92	0.00
CEM2009036	524.36	8762.55	20746.68	12398.44	9494.87	1	28.54	-0.04	0.93	0.00
CEM2009037	355.21	8958.78	20945.00	12591.09	9513.46	1	24.41	-0.04	0.93	0.00
CEM2009038	173.40	9158.38	21142.57	12791.03	9492.33	1	34.08	-0.10	0.92	0.00
CEM2009039	18.74	9358.01	21340.19	12990.97	9475.37	3	21.84	-0.51	0.91	0.00
CEM2009040	195.43	9557.65	21537.85	13190.91	9462.61	2	32.74	-0.41	0.92	0.01
CEM2009041	390.61	8973.67	20977.13	12587.58	9712.14	1	30.99	-0.04	0.92	0.00
CEM2009042	201.53	9172.95	21174.40	12787.57	9691.44	1	28.99	-0.18	0.93	0.00
CEM2009043	72.71	9372.27	21371.73	12987.56	9674.83	2	22.32	-0.51	0.91	0.00
CEM2009044	329.97	8992.99	21011.11	12587.25	9910.87	1	28.14	-0.04	0.93	0.01
CEM2009045	130.48	9191.85	21208.07	12787.24	9890.58	1	26.25	-0.29	0.95	0.01
CEM2009046	52.13	9390.77	21405.08	12987.24	9874.31	2	20.13	-0.43	0.92	0.00
CEM2009047	159.53	9589.72	21602.15	13187.24	9862.06	2	28.70	-0.35	0.91	0.00
CEM2009048	369.01	9016.70	21046.94	12590.09	10109.65	1	17.04	-0.05	0.93	0.00
CEM2009049	200.19	9215.06	21243.57	12790.04	10089.76	2	20.84	-0.38	0.93	0.00
CEM2009050	30.84	9413.48	21440.25	12990.00	10073.81	2	17.70	-0.36	0.92	0.00
CEM2009051	452.79	9044.78	21084.60	12596.11	10308.48	3	31.87	-0.07	0.92	0.00

Anexo 2. Relación de la variable dependiente (AB) y las variables independientes

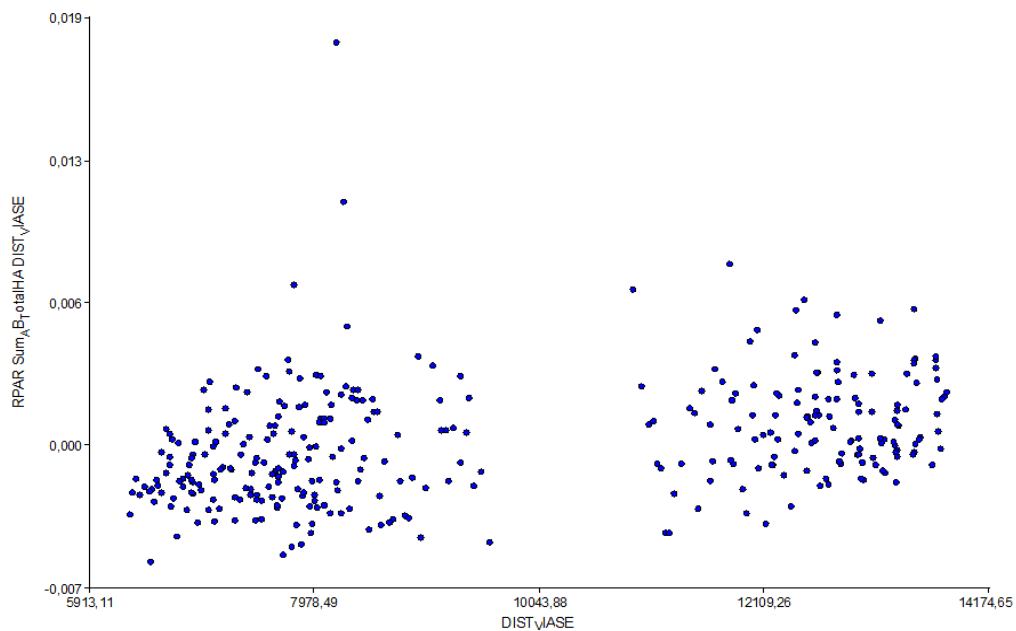


Figura 46. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la distancia a vías secundarias.

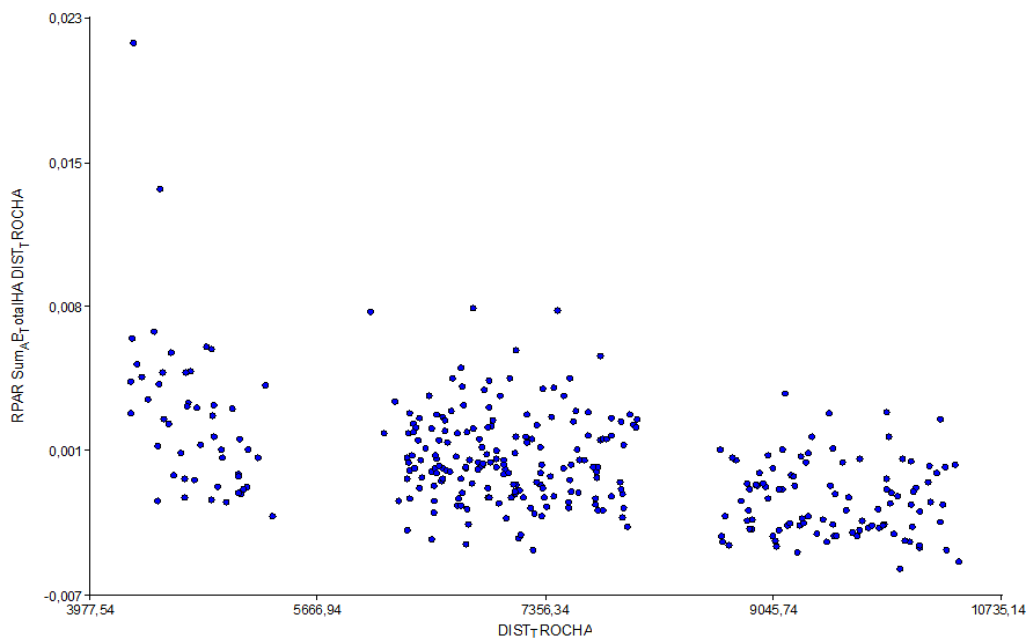


Figura 47. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la distancia a trochas carrózales.

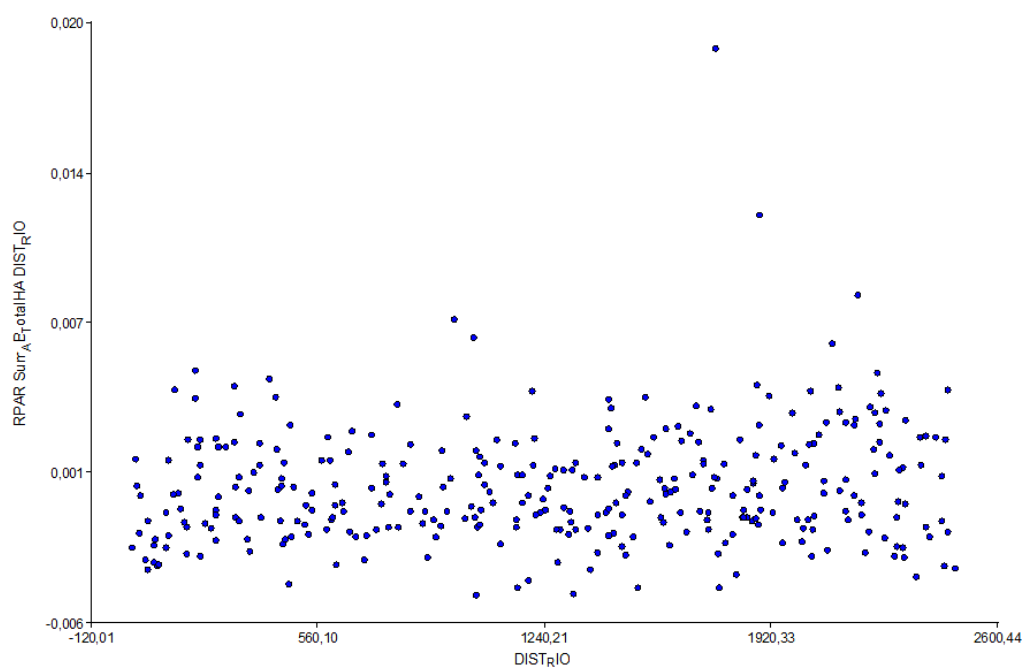


Figura 48. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la distancia a ríos.

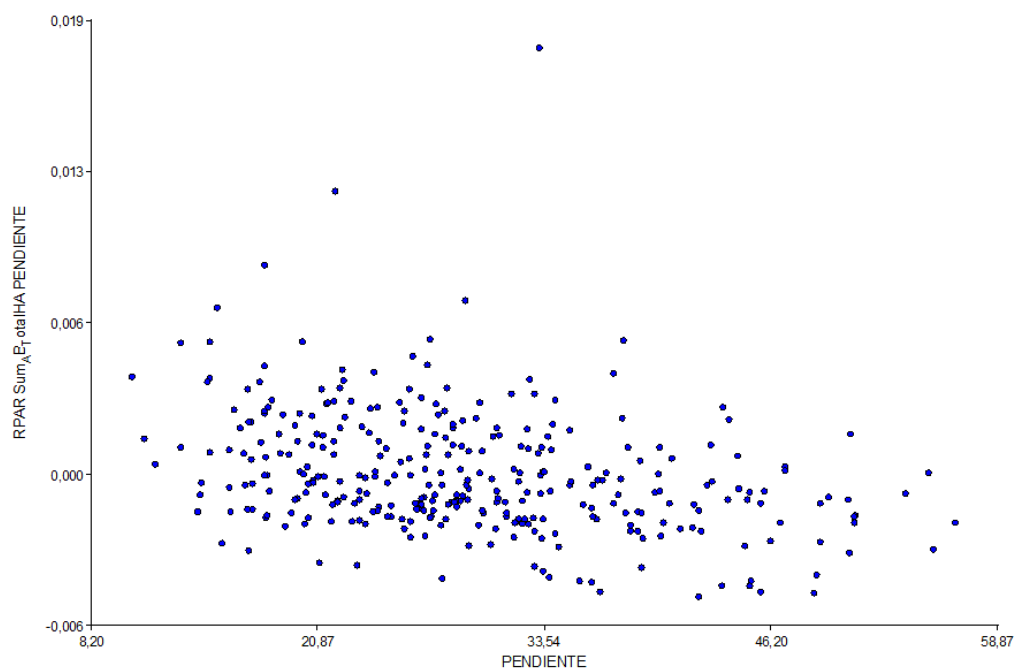


Figura 49. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y la pendiente del terreno.

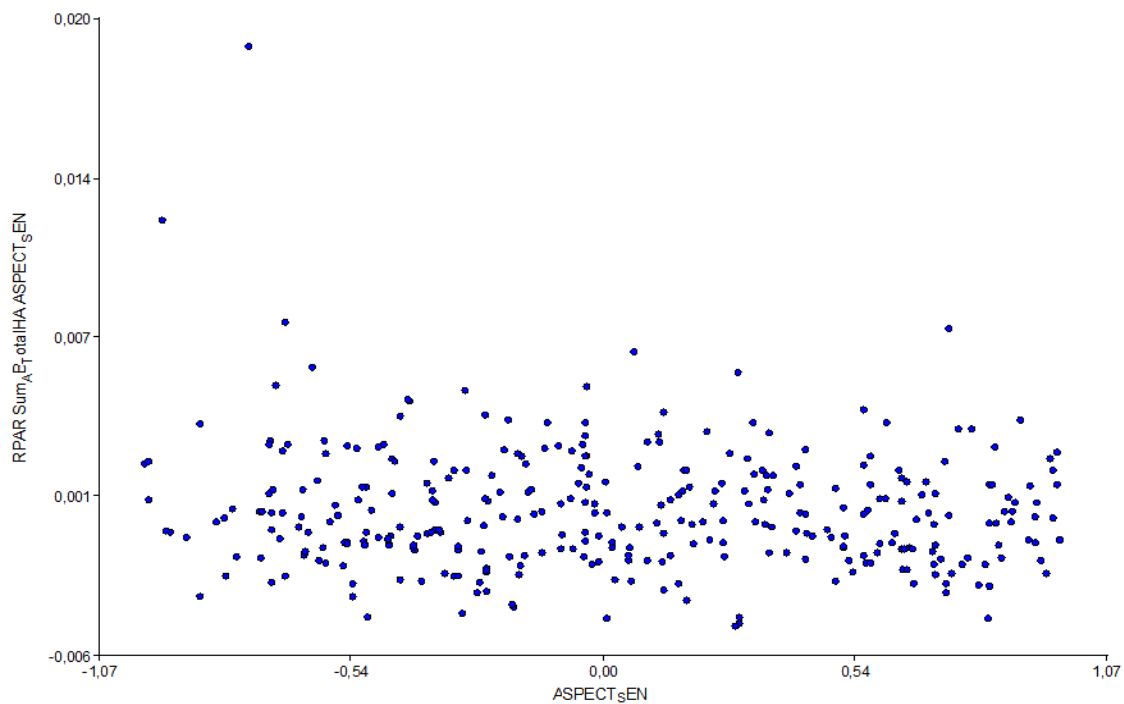


Figura 50. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y los valores del mapa Sen (aspect) o (orientación de la pendiente).

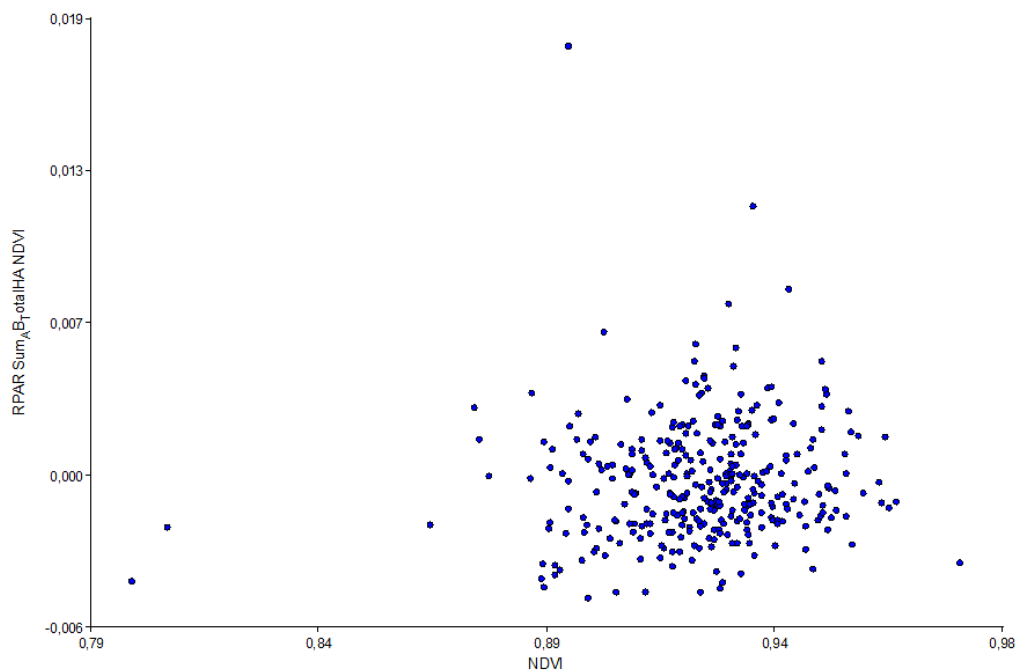


Figura 51. Residuos parciales de la correlación entre el área basal (AB) y los valores del índice de vegetación (NDVI).

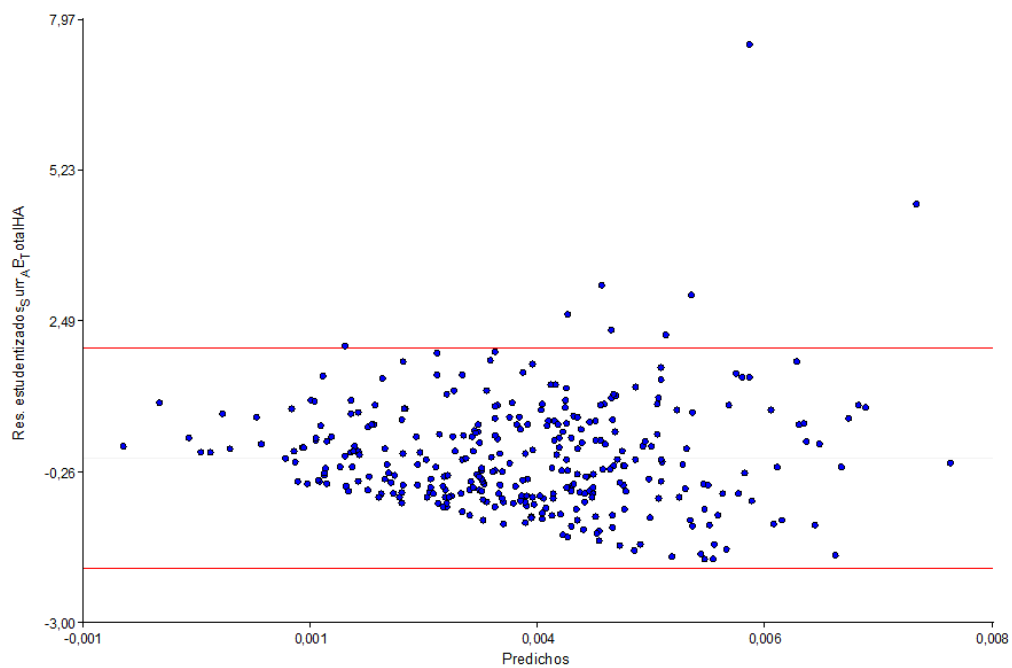


Figura 52. Homogeneidad de varianzas

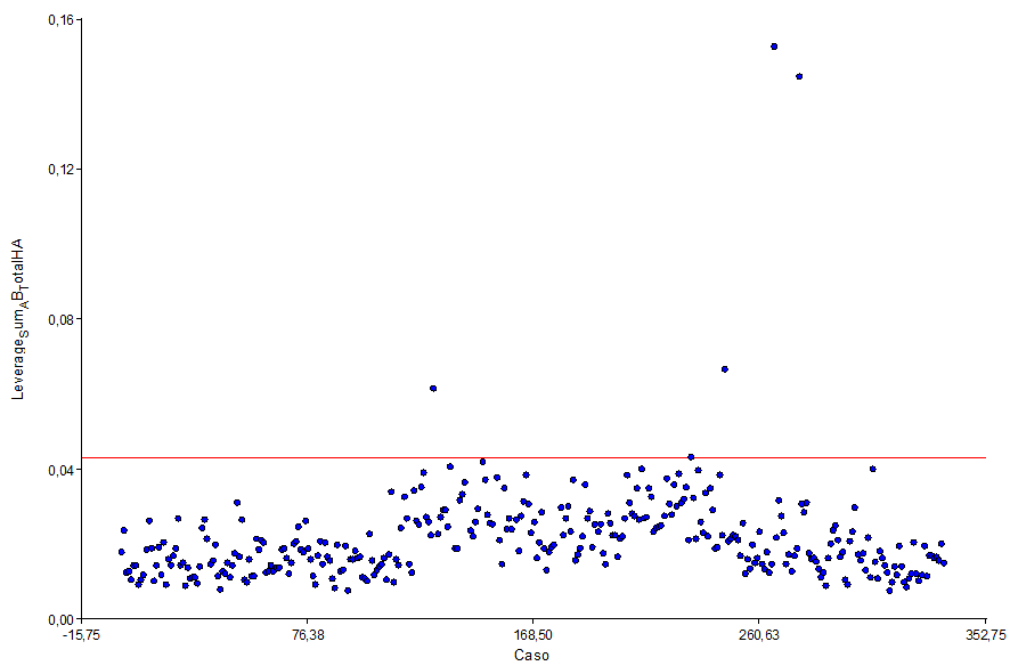


Figura 53. Análisis de valores de regresión

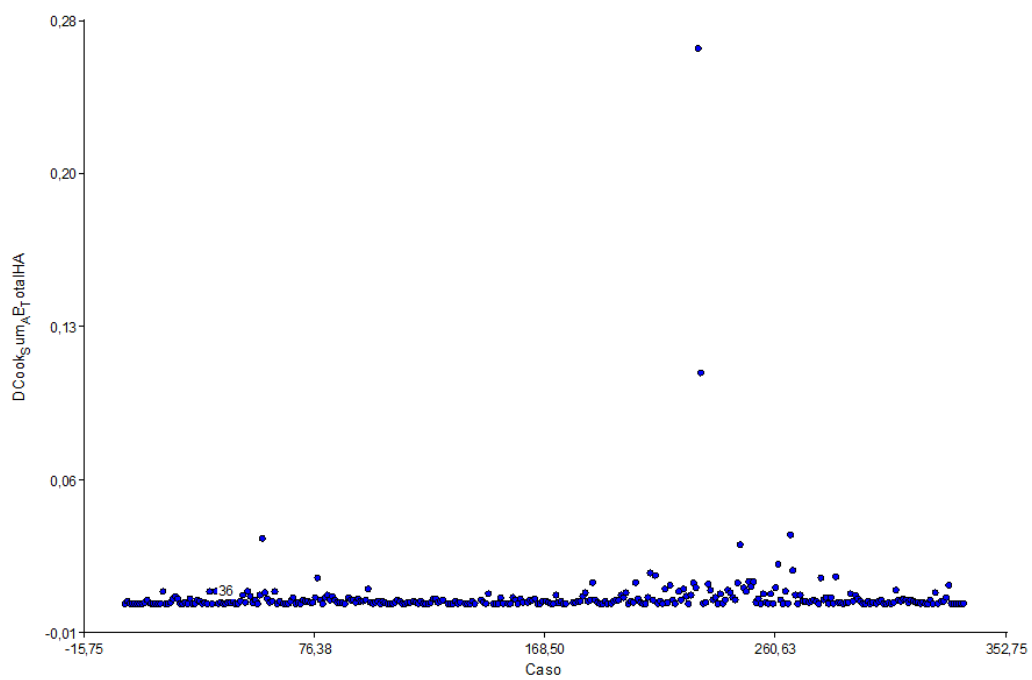


Figura 54. Análisis de valores extremos

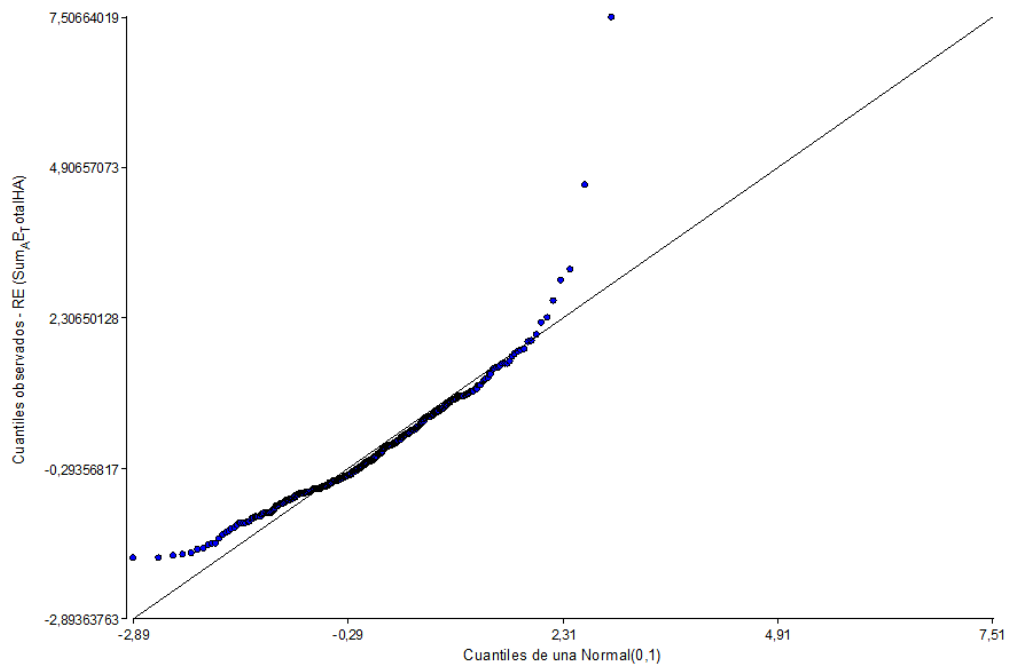


Figura 55. Valores de cuantiles observados

Anexo 3. Panel fotográfico



Figura 56. Vista panorámica alrededor del área de estudio



Figura 57. Vista panorámica de la vía fluvial en el entorno.



Figura 58. Vista de una trocha carrozable



Figura 59. Vista de la vegetación del bosque



Figura 60. Vista panorámica del bosque



Figura 61. Árbol plaqueado



Figura 62. Georreferenciación del área



Figura 63. Evaluación y registro de datos



Figura 64. Roce de bosques para cultivos en áreas cercanos a las concesiones forestales