

ScENARIO de Referencia Ejemplo: Corridor Ankeniheny Zahamena Madagascar

Modelos espaciales para la prediccion de cambios
futuros de la cobertura forestal

Marc Steininger (CI)
Andriambolantsoa Rasolohery (CI)



CONSERVATION
INTERNATIONAL

Pasos Generales:

- 1) Estimar probable tasas total en el futuro (non-espacial)
 - Puede ser basado en tasas observadas recientes (5y a 15y, eg)
 - Puede variar de la tasa historical basado en tendencias o informacion de cambios importantes (eg. nuevas rutas, o cambios de valores de productos agriculas)

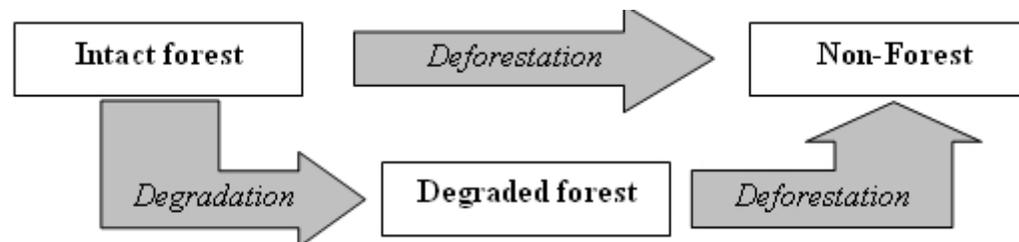
- 2) Hacer una estimacion del distribucion de estos cambios
 - Modelos espaciales
 - Pasos de calibracion & validacion

Matrices de cambio de cobertura



Ejemplo de una matrice

			LULC at time t_0				
			<i>Intact forest</i>	<i>Degraded forest</i>	<i>Agriculture</i>	<i>Pasture</i>	<i>Total</i>
LULC at time t_2	<i>Intact forest</i>	<i>ha</i>	150.000	20.000	30.000	50.000	250.000
	<i>Degraded forest</i>	<i>ha</i>		20.000	20.000	40.000	80.000
	<i>Total</i>	<i>ha</i>	150.000	40.000	50.000	90.000	330.000

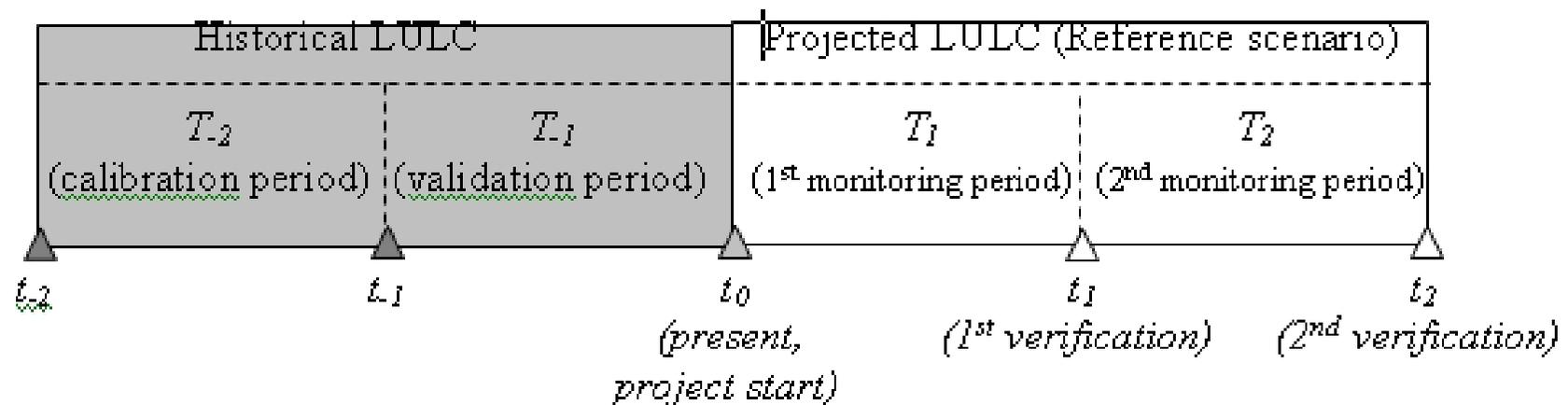


Periodos de proyecto



Modelaje: calibration y validacion

Implementacion: periodos de monitoreo y reportaje



Paso 1

Estimacion de una seria temporal
de la cobertura del bosque

El proyecto Ankeniheny-Mantadia-Zahamena: REDD + AR

Mantadia-Zahamena, Madagascar



Zahamena National Park

Conservación de
>425,000 ha,
financiado mediante
carbón

Reforestación de
>3,000 ha para
conectar bosques

Mantadia National Park and Analamazaotra Special Reserve



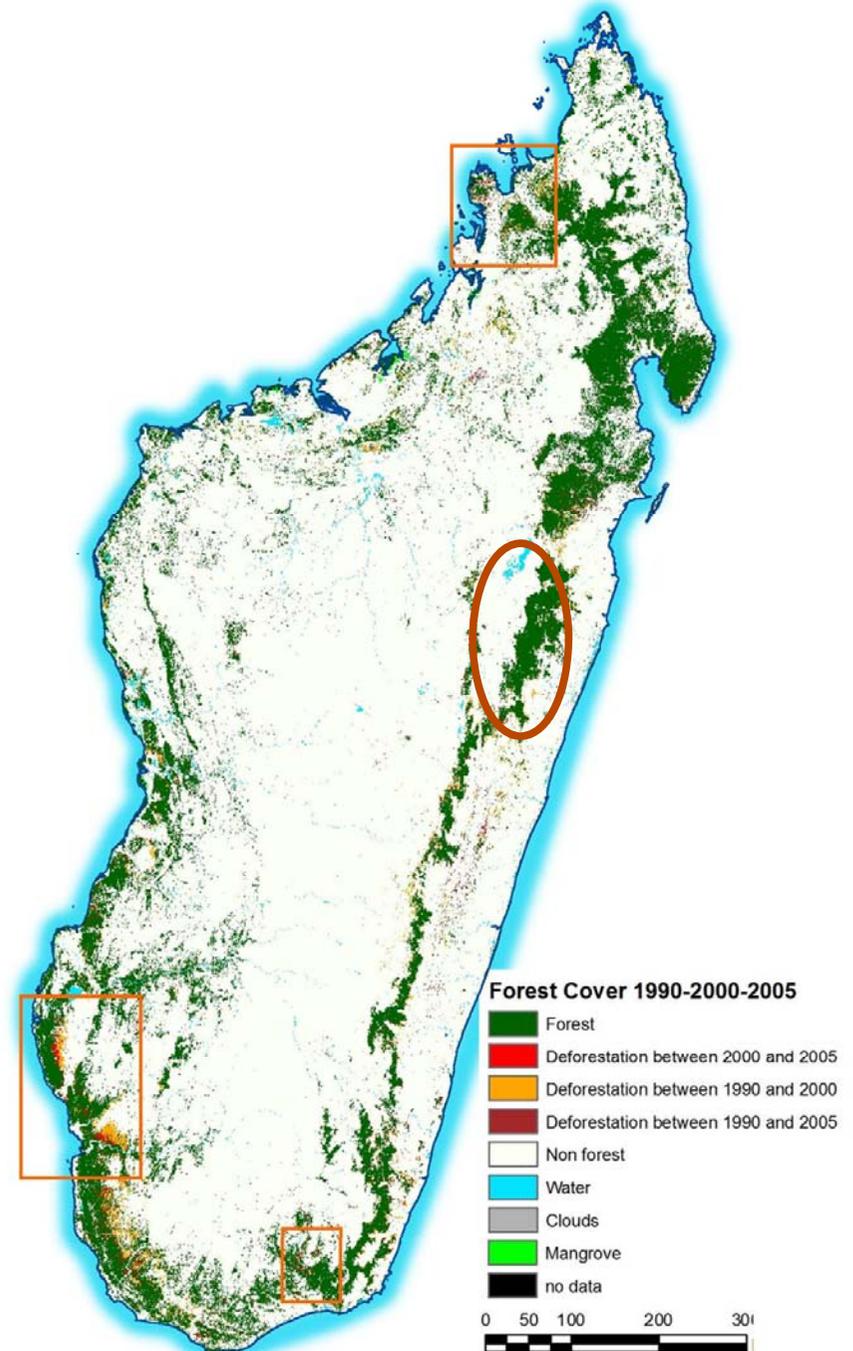
35 km

Image © 2004 DigitalGlobe
Image © 2008 TerraMetrics
Image NASA

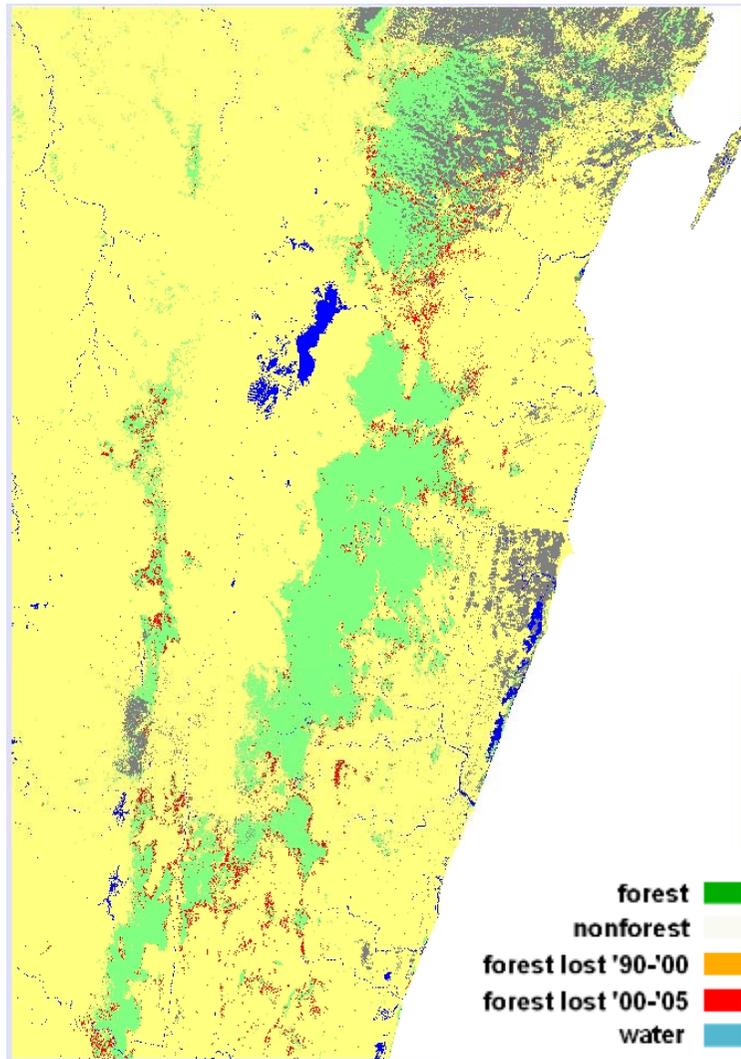
©2007 Google™

Scenario CAZ

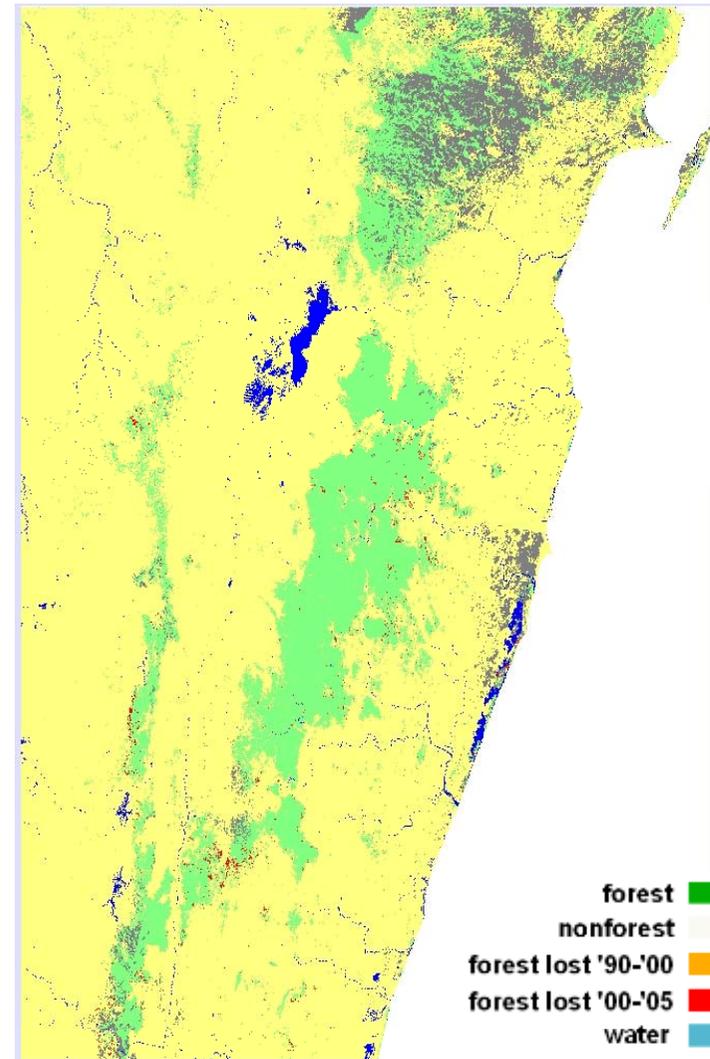
- Mapa de la dinamica de desforestacion
- Minimo de 3 fechas, (aqui 1990-2000-2005)
- 1990-2000 : usado para calibration del modelo para la linea base
- 2000-2005 : usado para la validation et mejoramiento del modelo



Modelisation CAZ



Deforestacion actual: '90 – '00
(calibracion)

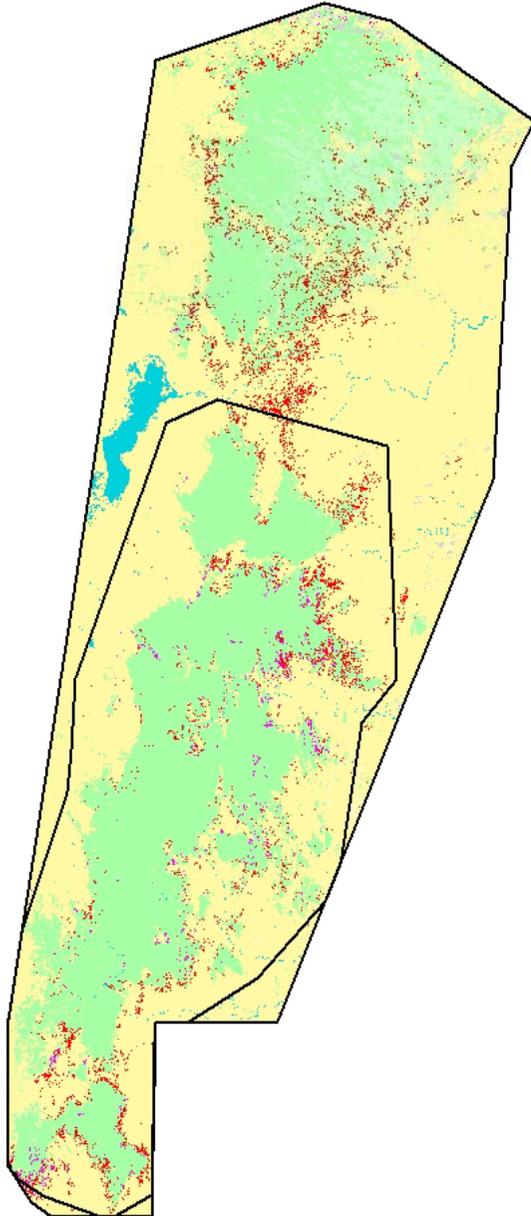


Deforestacion actual: '00 – '05
(validacion)

Paso 2

Delimitacion de los zones diferentes

Modelisation CAZ



Corridor Zahamena Ankeniheny

Definicion de los zonas de trabajo

Zone del proyecto:

- Donde van a hacer las actividades para reducir desforestacion
- Donde van a pedir los creditos para este proyecto
(poligono interior)

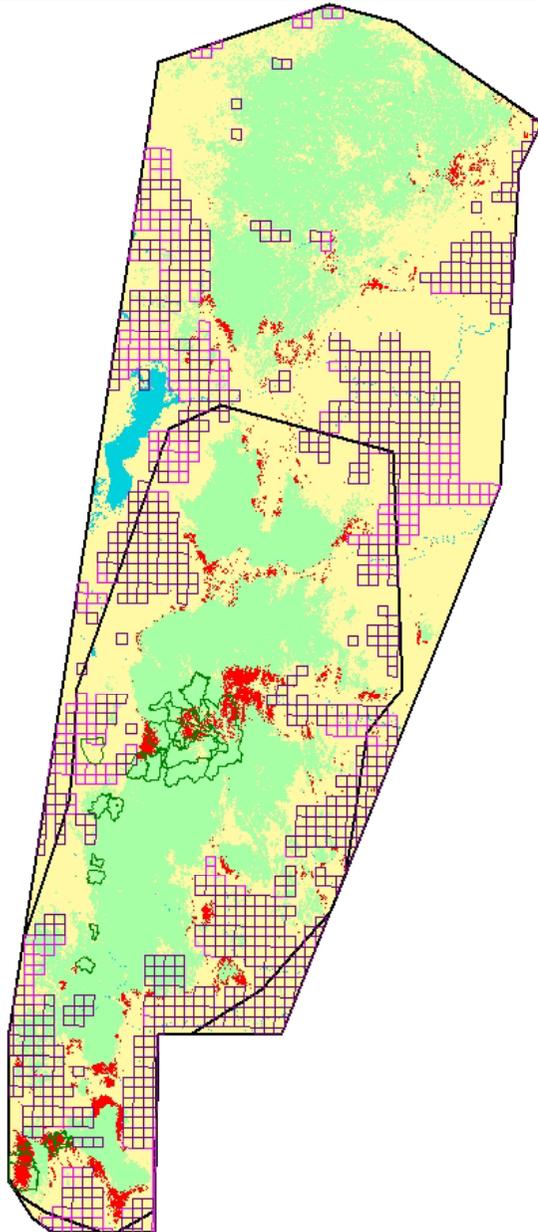
Zone de Fuga :

- Donde los actores podrian desplacear sus actividades
- Basado en tenencia y tipo de bosque y suelos
(poligono interior)

Zone de referencia :

- Usado solo para analysis geografica y modelisacion
- Necesario para la calibracion del modelo de estimacion de futuros cambios
(area total)

Modelisation CAZ



Corridor Zahamena Ankeniheny

Definicion de los zonas de trabajo

Zones de acciones dentro del proyecto:

- Donde habran acciones diferentes

Cuadros: minas

- con titulo ya
- propuestos (van a tener con o sin el proyecto)

Poligonos verde: areas de transfera de manego a comunidades locales para extraccion sostenible

Areas protegidas: en proceso de delimitar

Paso 3

Identificación de las variables
en que la distribución
de deforestación depende
("determinantes")

Modelisation CAZ

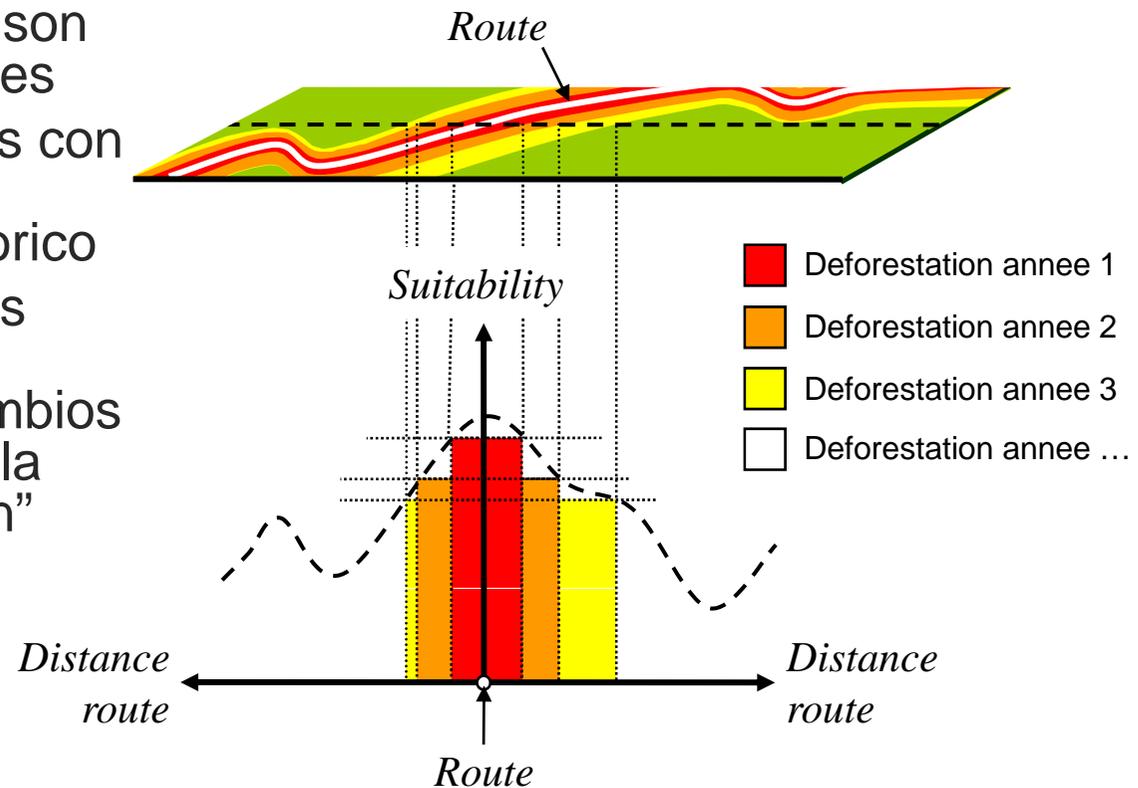


Collecion de los variables

- Hacer testigos con varios combinaciones de las variables, siempre incluyendo las que son los mas importantes
- Basado en relaciones con patrones de desforestacion historico
 - Evaluacion de las predicciones, comparando con cambios actuales durante la “epoca validacion”

Ejemplo de la relacion entre las variables y el desforestation:

Distancia de rutas



Modelos Diferentes Disponibles



Dinamica

Geomod

Land Change Modeler (LCM)

Modelos Diferentes Disponibles



Dinamica

Multi-Transitions
Dynamic Variables
Road Builder
Infrastructures

Requires quantities
Variables need to be independent

Geomod

Land Change Modeler (LCM)

Modelos Diferentes Disponibles



Dinamica

Multi-Transitions
Dynamic Variables
Road Builder
Infrastructures

Requires quantities
Variables need to be independent

Geomod

Easy to understand
Explains relationship clearly
Allows non-linear relationships
Soft prediction
Stratification
Can calibrate location with only one map
Land Change Modeler (LCM)

Calibrates on entire history
Manual reformatting (binning) of variables
One way transition only
Requires quantities
Speed as currently implemented

Modelos Diferentes Disponibles



Dinamica

Multi-Transitions
Dynamic Variables
Road Builder
Infrastructures

Requires quantities
Variables need to be independent

Geomod

Easy to understand
Explains relationship clearly
Allows non-linear relationships
Soft prediction
Stratification
Can calibrate location with only one map

Calibrates on entire history
Manual reformatting (binning) of variables
One way transition only
Requires quantities
Speed as currently implemented

Land Change Modeler (LCM)

Handles interactions
Dynamic variables
Soft prediction (vulnerability)
Allows non-linear relationships
Computes quantity – Markov

Multiple transitions
Road and Infrastructure builder
Allows incentives and constraints
Manual reformatting (binning) of variables
No explanation of relationships
between variables and transitions

Modelos Diferentes Disponibles



Ahora un ejemplo paso por paso de application de unos de estos tres programas:

Land Change Modeler

Programa de modelaje espacial

IDRISI

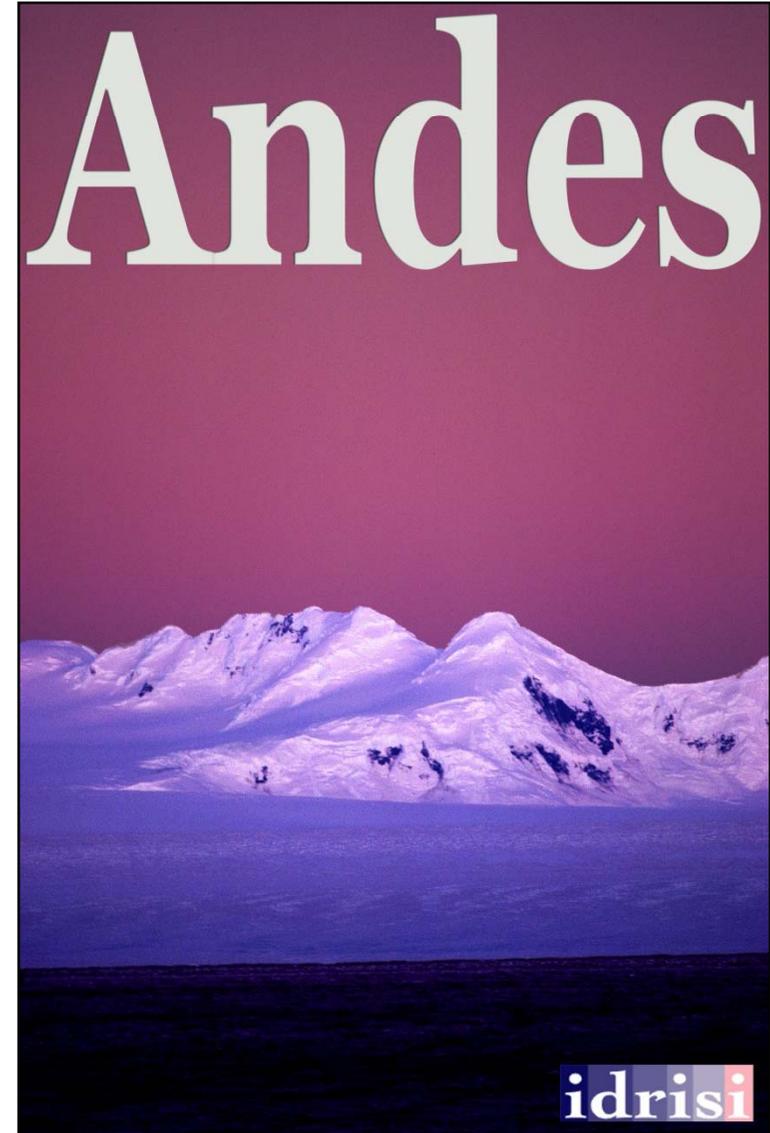
- 15 años en desarrollo
- “Andes” = ultima version

GeoMOD

- Lo mas usado para el modelaje espacial de cambios de cobertura de tierra

Land Change Modeler

- mas nuevo y fuerte por varios razones:
- no requiere variables determinantes que son independientes
- neural network en vez de regression
- puede modelar varios tipos de cambios y direcciones al mismo tiempo



Modelisation CAZ



Specificacion de los mapas de cobertura en las dos fechas de calibracion

The screenshot shows the "LCM Project Parameters" dialog box in the "Land Change Modeler : ES" application. The "Change Analysis" tab is selected. The "Create new project" radio button is selected, and the project path is "F:\data\Marc\LCM\Guate\model". The "Earlier land cover image" and "Later land cover image" are both set to "F:\data\Marc\LCM\Guate\model", with dates of 1986 and 2000 respectively. The "Basis roads layer (optional)" and "Elevation model (optional)" fields are empty. The "Use special palette" checkbox is checked, and the path is "F:\data\Marc\LCM\Guate\model". A "Continue ..." button is at the bottom right.

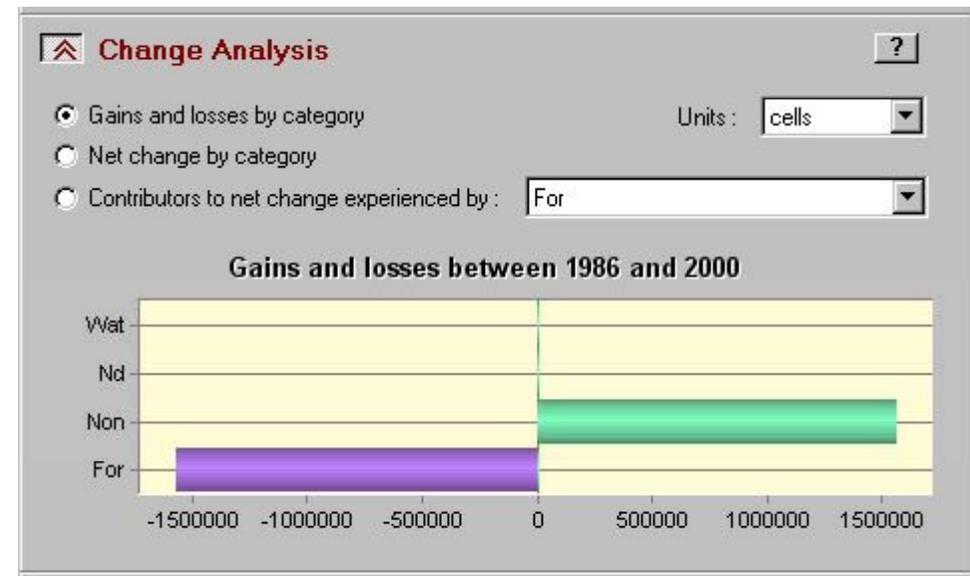
Option para crear un mapa de cambio

The screenshot shows the "Change Maps" dialog box. The "Map changes" radio button is selected. The "Ignore transitions less than" is set to 1000 cells. The "Map gains / losses in" dropdown is set to "Non". The "Map the transition from" dropdown is set to "For" and the "to" dropdown is set to "Non". The "Exchanges between" dropdown is set to "For" and the "and" dropdown is set to "Non". The "Output name (optional)" is "F:\data\Marc\LCM\Guate". A "Create Map" button is at the bottom right.

Modelisation CAZ



Estadísticas summaries:
Incremento y perdido de cada
clase
(en area)



Matrice de transition:
Cambios entre classes especificas

(en proporciones entre 0 y 1)

Esta tasa va a mantenerse durante el futuro?

Es conservativo usar la tasa historical?

Transition Probabilities Grid

Given : Probability of changing to :

	For	Non	Nd	Wat
For	0.9683	0.0317	0.0000	0.0000
Non	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Nd	0.3333	0.3333	0.0000	0.3333
Wat	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Modelisation CAZ



Selection de los tipos de cambios a proyectar

En nuestro caso solo bosque a no-bosque

Bosque: todo bosque en el area con una Biomassa promedio

No-bosque: mosaico de agricultura y barbechos, con una biomassa promedio
Para en paisaje deforestada

Selection de los variables a utilizar como variables determinantes

En nuestro caso:
11 variables fueron usados

The screenshot shows the "Land Change Modeler : ES" software interface. It has several tabs: "Change Analysis", "Transition Potentials", "Change Prediction", "Implications", and "Planning". The "Transition Potentials" tab is active.

Transition Sub-Models : Status

	From :	To :	Sub-Model Name :
Yes	For	Non	For_to_Non

Buttons: "Include all", "Include none". Text: "To group sub-models, give them a common name". "Sub-Model to be Evaluated : For_to_Non".

Transition Sub-Model Structure

Variable :	Role :	Basis layer type :	Operation :
F:\data\Marc\LDCM\Guate\mc	Static		

Number of files: 11. Buttons: "Insert layer group...", "Remove file...".

Run Transition Sub-Model

MLP Neural Network Logistic Regression

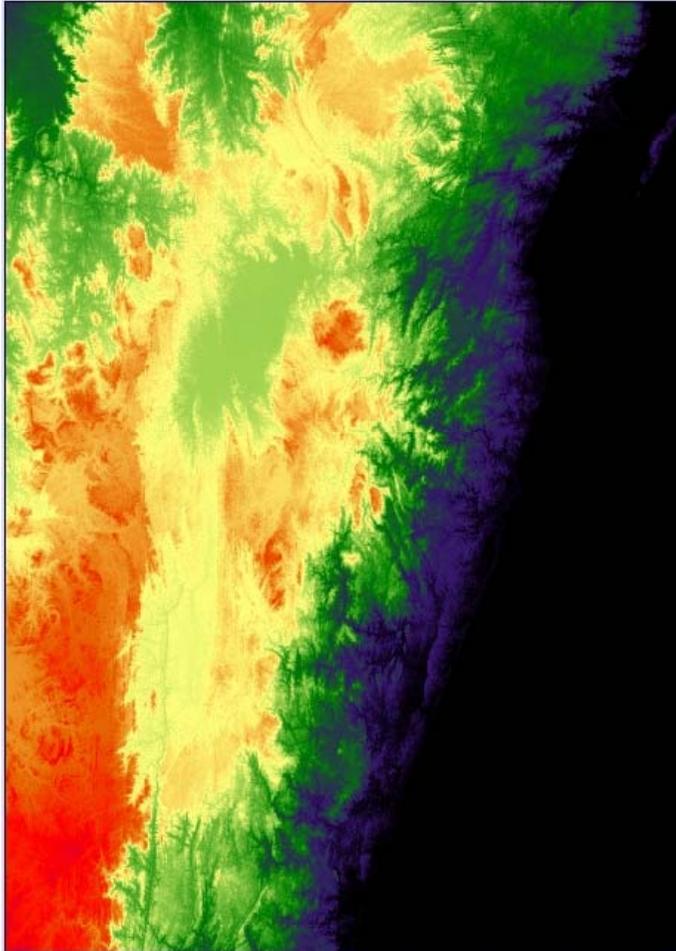
Minimum cells that transitioned from 1986 to 2000 : 1568320

Minimum cells that persisted from 1986 to 2000 : 20084570

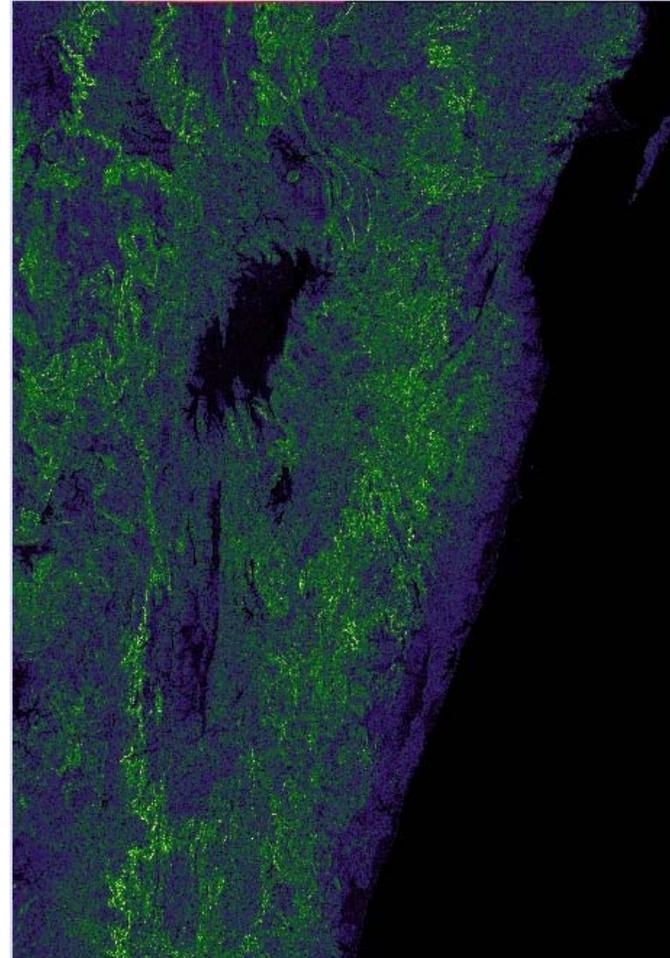
Max Sample Size : 10000

Run Sub-Model

Modelisation CAZ

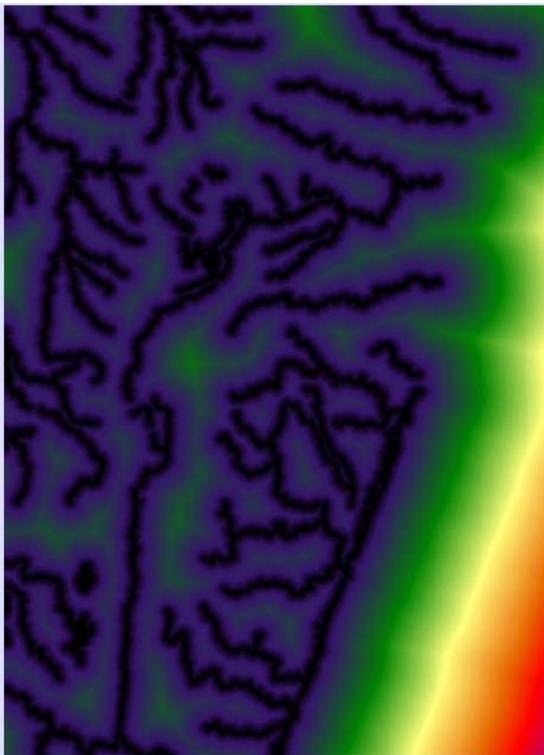


Altitude

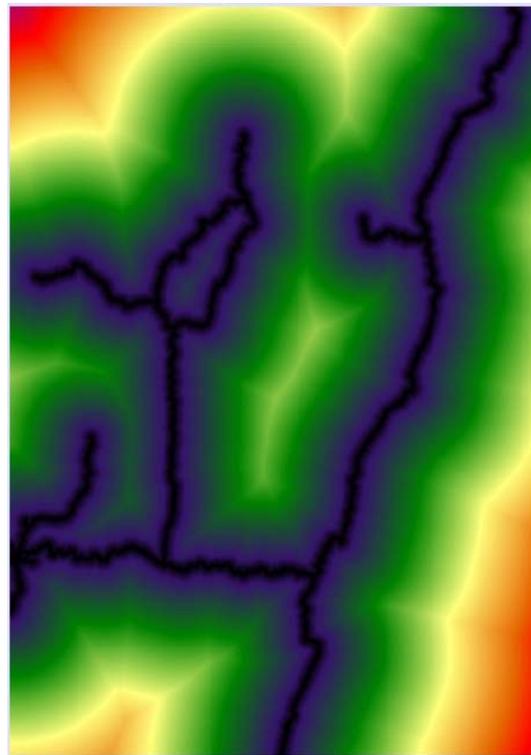


Pente

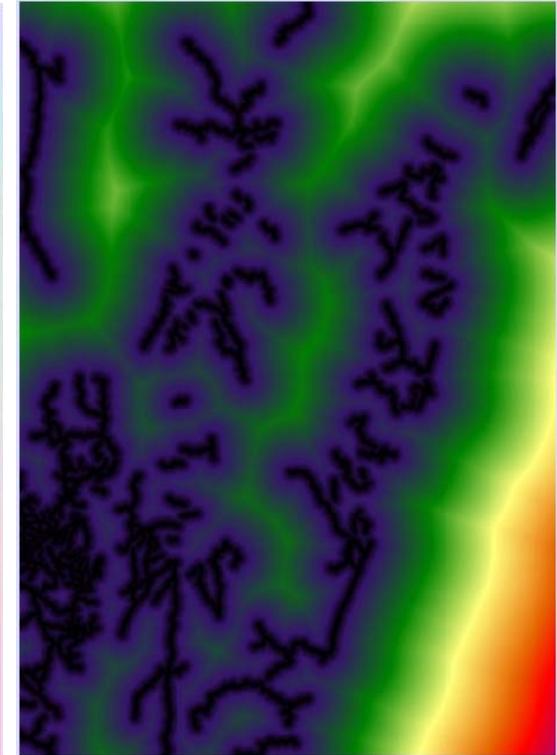
Modelisation CAZ



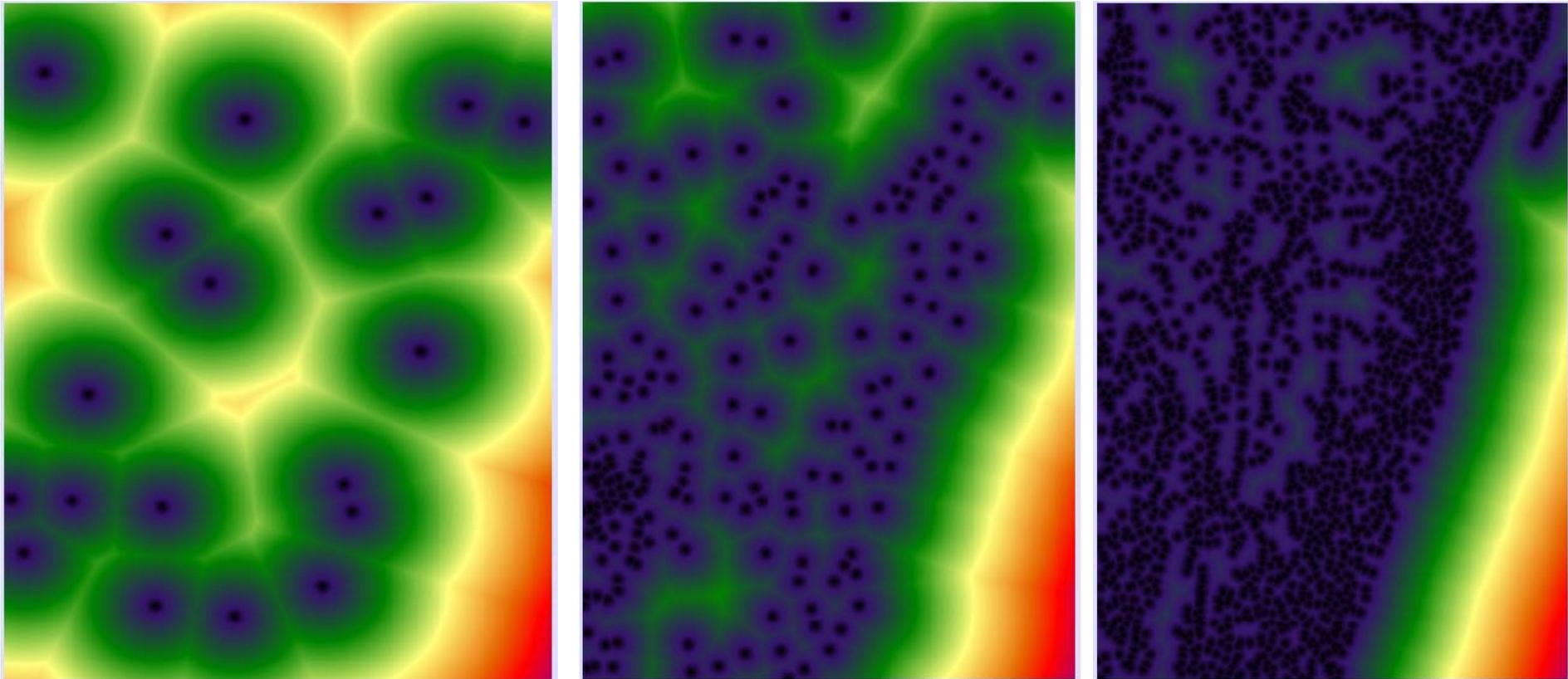
Distancia a los rios



Distancias a las rutas (mayores y menores)



Modelisation CAZ



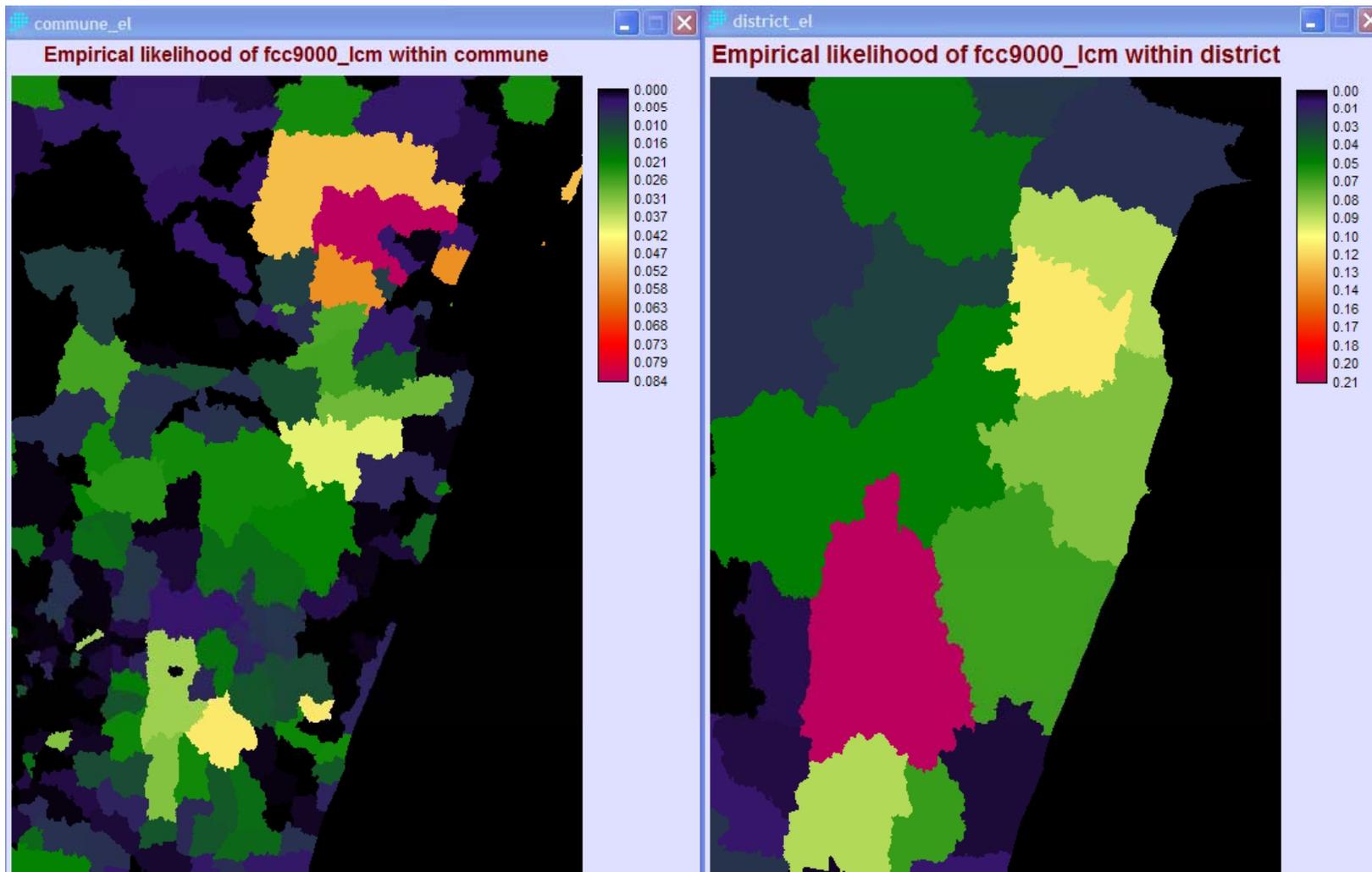
Distancia a los pueblos: mayores hasta menores

Modelisation CAZ

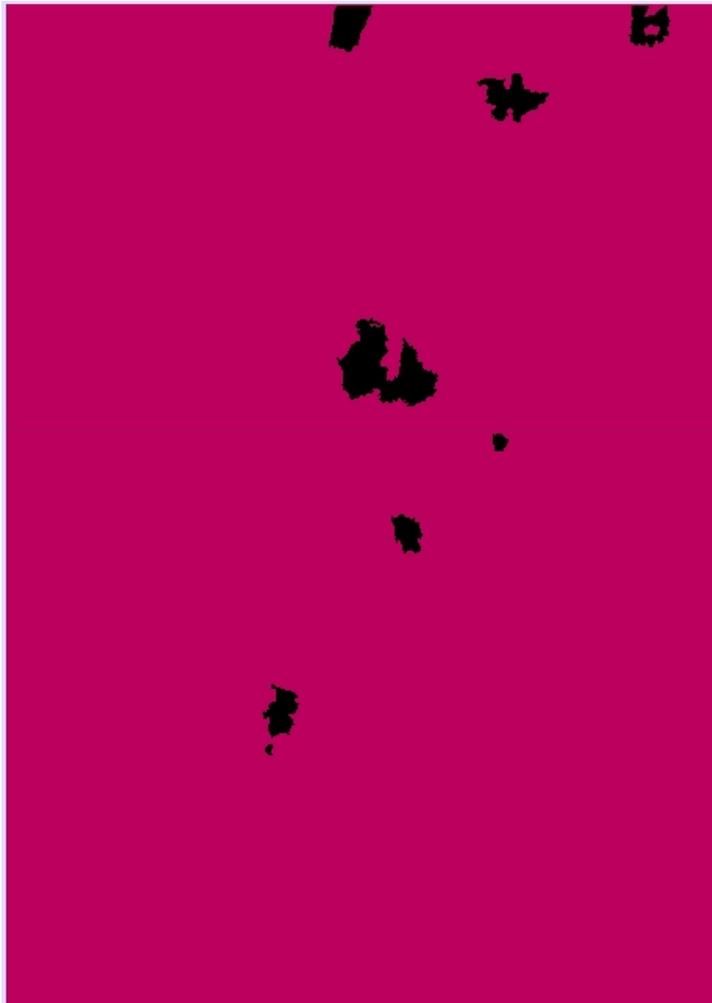


“Evidence likelihood” = “evidencia de probabilidad”

- Basado en tasa de cambios diferentes en distritos y communes diferentes
- Es una manera de incluir poblacion, pero mas como ha afectado tasa recien



Modelisation CAZ



Otro “Evidence likelihood”

- Areas ya protegidas vs no-protegidas
- para tomar en cuenta tasas muchas mas bajas en APs

Modelisation CAZ



Ahora a correr la primera parte del modelo:

Estimacion de la distribucion de *las potenciales de transicion*

Recuerda: esta basado en relaciones espaciales entre las determinantes
y el deforestacion entre 1990 y 2000

Modelisation CAZ



El “Multi-layer Perceptron” (MLP) – un tipo de neural network

MLP - Multi-Layer Perceptron Classifier

Classification options
 Train network Load weights

Band images

Band ID	Image name
Band 1	ap_only_el
Band 2	dist_cities
Band 3	dist_forest_edge_1990

Number of files: 8

Insert layer group ...
Remove current file

Training site specification
 Image Vector
Training pixels per category: 4955
Testing pixels per category: 4955
mantadia_lcm1_Train_For_t ...

Network topology

Input layer nodes: 8
Output layer nodes: 2
Hidden layers: 1
Layer 1 nodes: 4
Layer 2 nodes: 1

Training parameters

Use automatic training
 Use dynamic learning rate
Start learning rate: 0.00144
End learning rate: 4.99999
Momentum factor: 0.5
Sigmoid constant a: 1.0

Stopping criteria

RMS: 0.0001
Iterations: 5000
Accuracy rate: 100 %

Running statistics

Iterations: 2805
Learning rate: 0.000219
Training RMS: 0.002766
Testing RMS: 0.002822
Accuracy rate: 76.74%

Output options

Hard classification Perform confusion matrix analysis
 Map output activation levels Sigmoidal Linear
 Map hidden layer activation

Output file names

Hard classification image:

Activation level prefixes:

Output layer: mantadia_lcm1
Hidden layer 1:
Hidden layer 2:

Train Stop Save weights
Classify Close Help

The diagram shows a fully connected neural network with three layers: an input layer with 8 blue nodes, a hidden layer with 4 red nodes, and an output layer with 2 green nodes. All nodes in adjacent layers are connected to each other.

Modelisation CAZ



Corriendo, mejorando durante iteraciones, RMS (error) bajando ...

MLP - Multi-Layer Perceptron Classifier

Classification options
 Train network Load weights

Band images

Band ID	Image name
Band 1	ap_only_el
Band 2	dist_cities
Band 3	dist_forest_edge_1990

Number of files: 8
Insert layer group ...
Remove current file

Training site specification
 Image Vector
Training pixels per category: 4909
Testing pixels per category: 4909
mantadia_lcm1_Train_For_t

Network topology
Input layer nodes: 8
Output layer nodes: 2
Hidden layers: 1
Layer 1 nodes: 4
Layer 2 nodes: 1

Training parameters
 Use automatic training
 Use dynamic learning rate
Start learning rate: 0.00182
End learning rate: 4.99999
Momentum factor: 0.5
Sigmoid constant a: 1.0

Output options
 Hard classification Perform confusion matrix analysis
 Map output activation levels
 Map hidden layer activation
 Sigmoidal Linear

Stopping criteria
RMS: 0.0001
Iterations: 5000
Accuracy rate: 100 %

Running statistics
Iterations: 167
Learning rate: 0.001621
Training RMS: 0.002970
Testing RMS: 0.003001
Accuracy rate: 70.23%

Output file names
Hard classification image:
Activation level prefixes:
Output layer: mantadia_lcm1
Hidden layer 1:
Hidden layer 2:

Buttons: Train, Stop, Save weights, Classify, Close, Help

Error monitoring
RMS Error vs. Iterations

Iteration	Training Error (RMS)	Testing Error (RMS)
0	0.0035	0.0035
20	0.0032	0.0032
40	0.0031	0.0031
50	0.0030	0.0030
60	0.0031	0.0031
80	0.0030	0.0030
100	0.0030	0.0030
120	0.0030	0.0030
140	0.0030	0.0030
160	0.0030	0.0030

Modelisation CAZ



Finalizo a iteracion 5000 (puede para antes), duro ~10 minutos

MLP - Multi-Layer Perceptron Classifier

Classification options
 Train network Load weights

Band images

Band ID	Image name
Band 1	dist_cities
Band 2	dist_tn_big
Band 3	dist_tn_med

Number of files: 10
Insert layer group ...
Remove current file

Training site specification
 Image Vector
Training pixels per category: 4925
Testing pixels per category: 4925
mant1b_lcm1_Train_For_to ...

Network topology
Input layer nodes: 10
Output layer nodes: 2
Hidden layers: 1
Layer 1 nodes: 4
Layer 2 nodes: 1

Training parameters
 Use automatic training
 Use dynamic learning rate
Start learning rate: 0.00079
End learning rate: 2.49999
Momentum factor: 0.5
Sigmoid constant a: 1.0

Output options
 Hard classification Perform confusion matrix analysis
 Map output activation levels Sigmoidal Linear
 Map hidden layer activation

Buttons: Train, Stop, Save weights, Classify, Close, Help

Error monitoring
RMS Error vs. Iterations

Stopping criteria
RMS: 0.0001
Iterations: 5000
Accuracy rate: 100 %

Running statistics
Iterations: 5000
Learning rate: 0.000025
Training RMS: 0.003121
Testing RMS: 0.003168
Accuracy rate: 69.04%

Output file names
Hard classification image: ...
Activation level prefixes:
Output layer: mant1b_lcm1
Hidden layer 1: ...
Hidden layer 2: ...

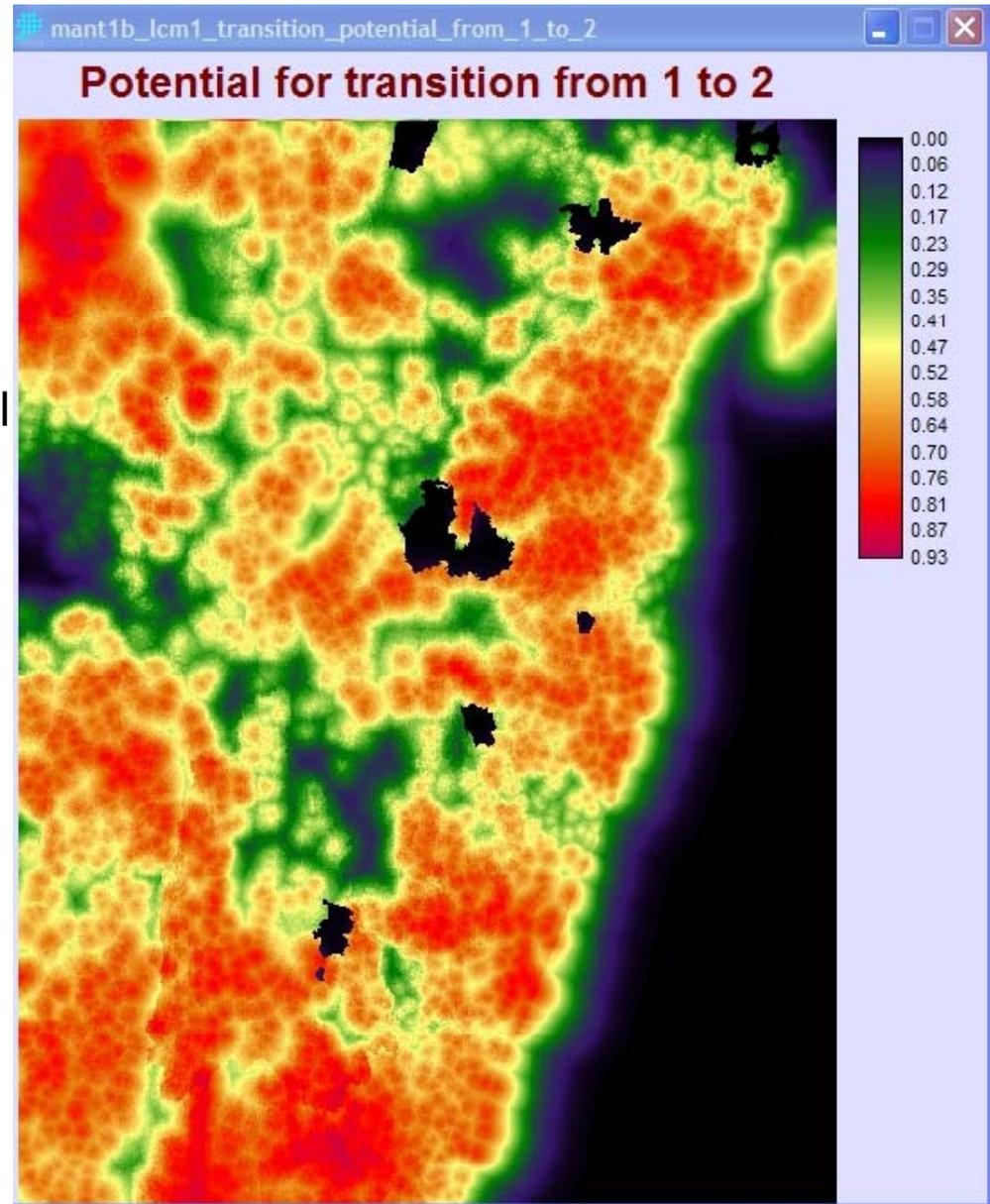
Modelisation CAZ



Resulta de "MLP":

Mapa de potencial para cambio

- Valores entre 0 y 1
- Hemos forzado a estimar por cada pixel (van a ver porque mas tarde)



Modelisation CAZ



Ahora a correr la parte parte del modelo:

Distribuir casos de deforestacion en las areas con
las mas altas *potenciales de transicion*

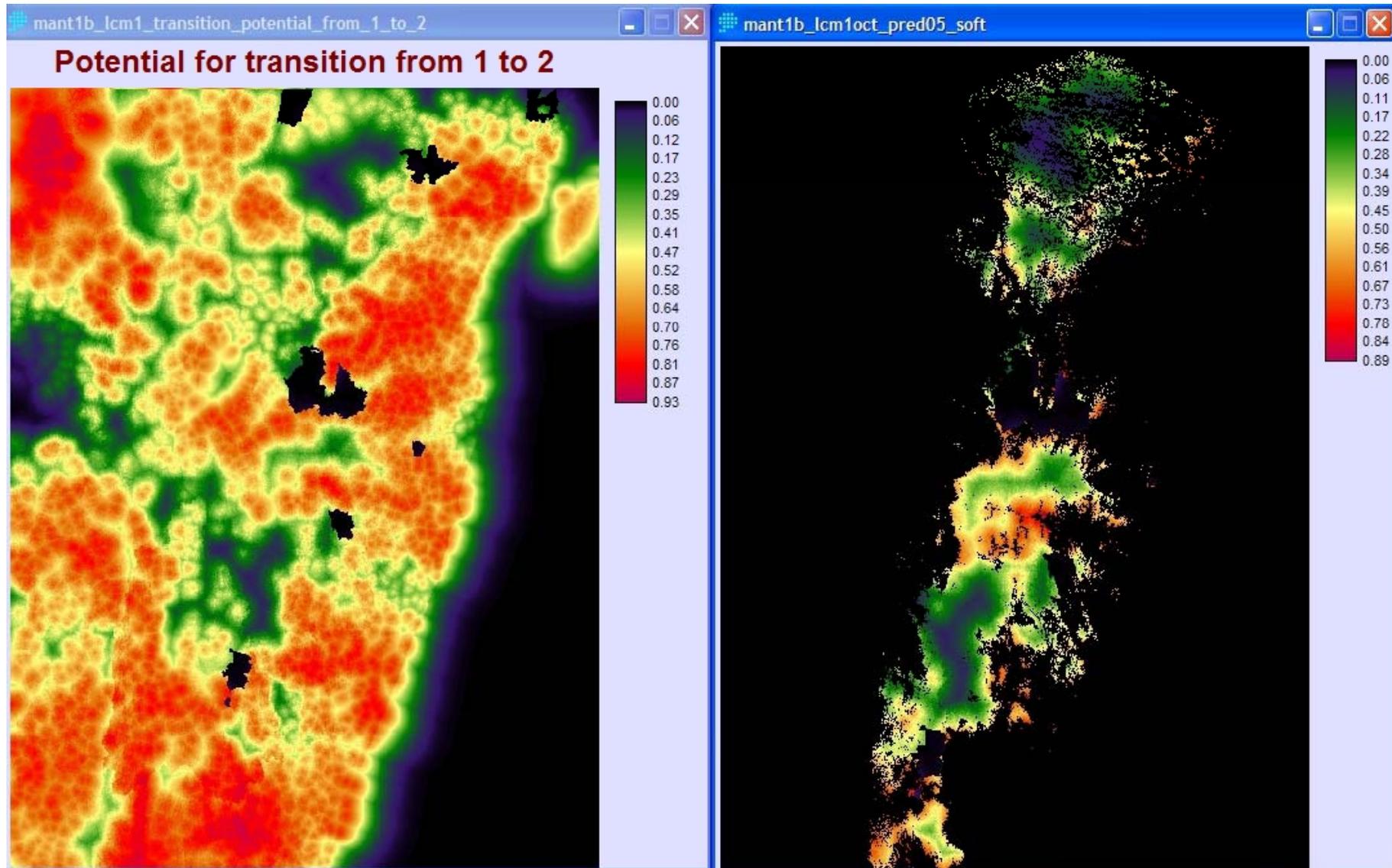
Distribuir casos de deforestacion

- Por ahora, estamos en el paso de validacion.
Entonces queremos estimar los cambios entre 2000-2005, y compararlos con los patrones actuales de deforestacion.
- Queremos evaluar la capacidad de prediccion de distribucion, no de tasa.
(porque la tasa durante el duracion del proyecto estara basado en nuestro assumption)
- Tenemos que usar una mascara para limitar predicciones entre '00-'05 en las areas donde podemos ver el deforestacion durnate este periodo (es decir, eliminar areas con nubes)
- Tenemos que poner la tasa total a distribuir igual a lo de los datos de validacion

Modelisation CAZ



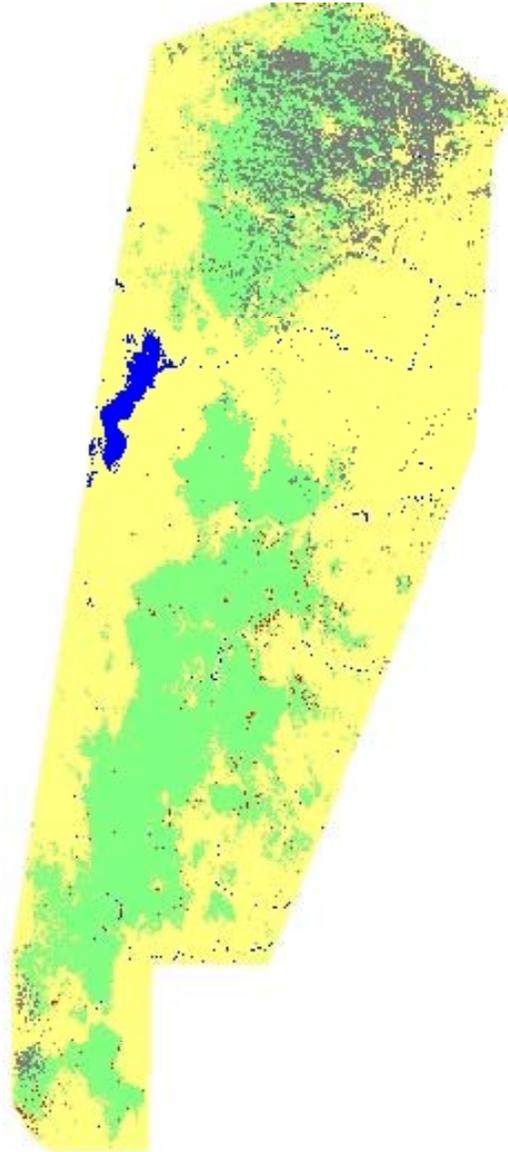
Mascara aplicada a la mapa de potencial



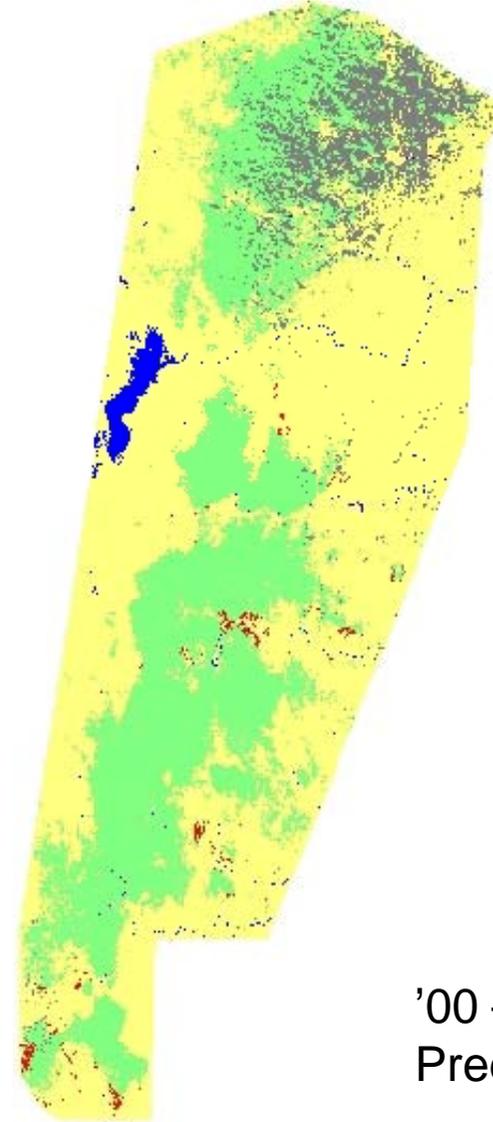
Modelisation CAZ



'00 – '05
Actual



'00 – '05
Prediccion



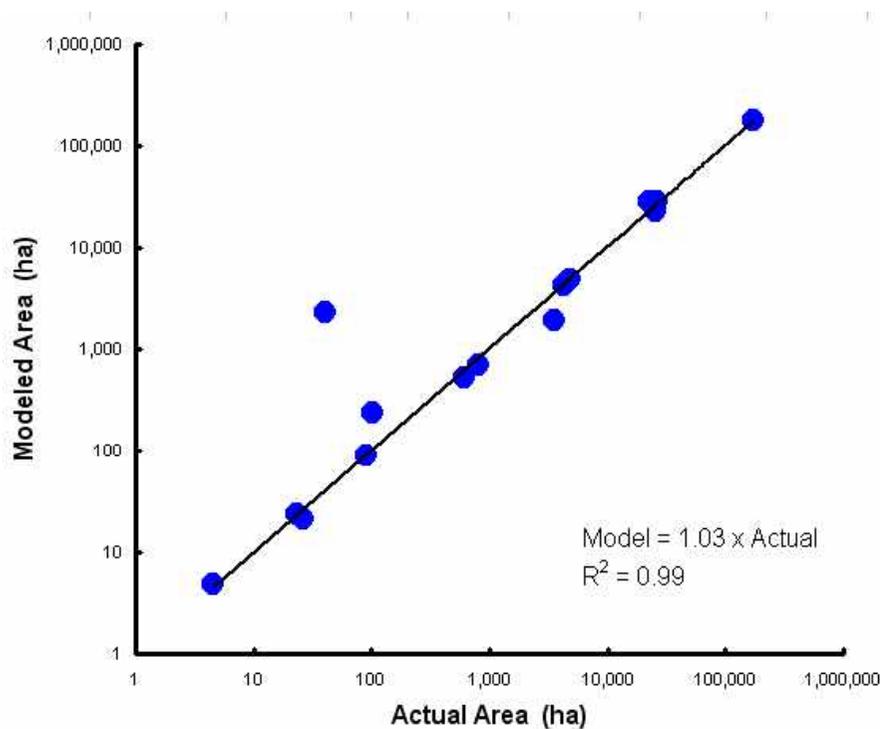
Guatemala Reference Scenario Example



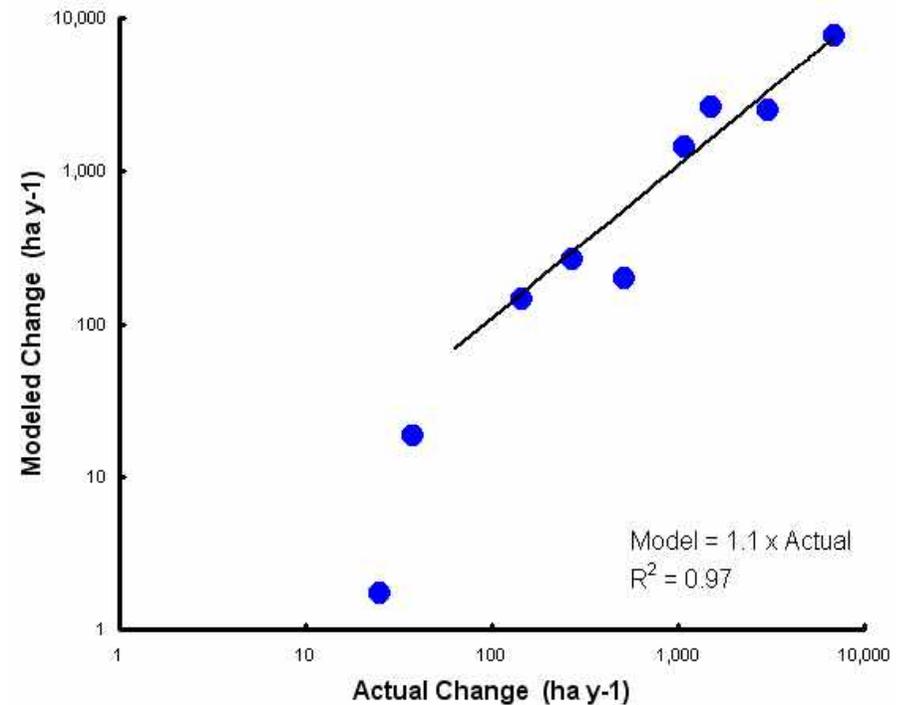
Model Validation

Error in deforested area in 2005 and change rate:
Site level

Deforested area in 2005



Change rate 2000 - 2005



Modelisation CAZ



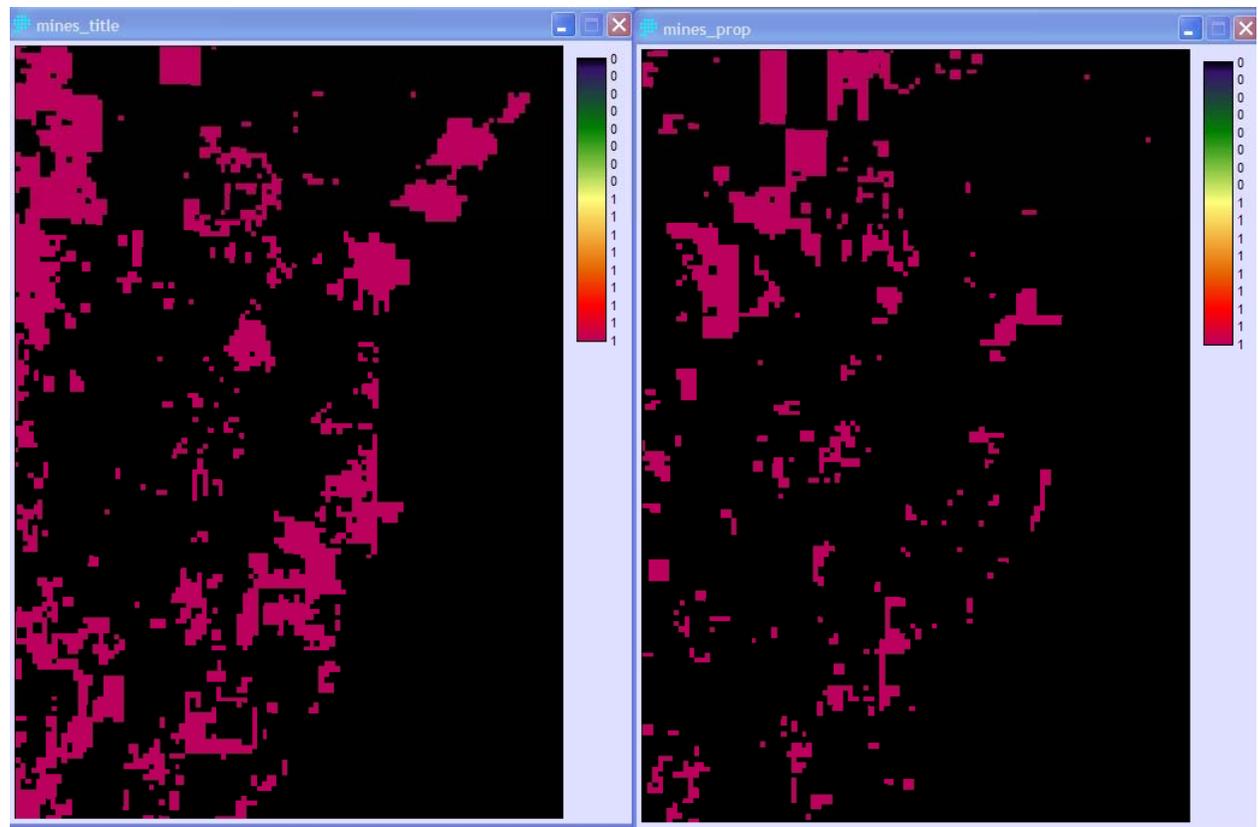
Ahora a correr el prediccion por el duracion del proyecto:

- Usamos la misma mapa de potencial
- Pero usamos una mascar diferente:
 - Bosque que queda en 2005, no 2000
 - Excluir minas (van a haber con o sin proyecto, y van a esta guardados)
- Usamos la tasa historica por el duracion del proyecto

Modelisation CAZ



Minas excluidos
por la mascara



Modelisation CAZ



Modificamos la matrice de cambio, usando la tasa historical extrapolada a 30 años

The screenshot shows a software window titled "Transition Probabilities Grid". The window contains a table with the following data:

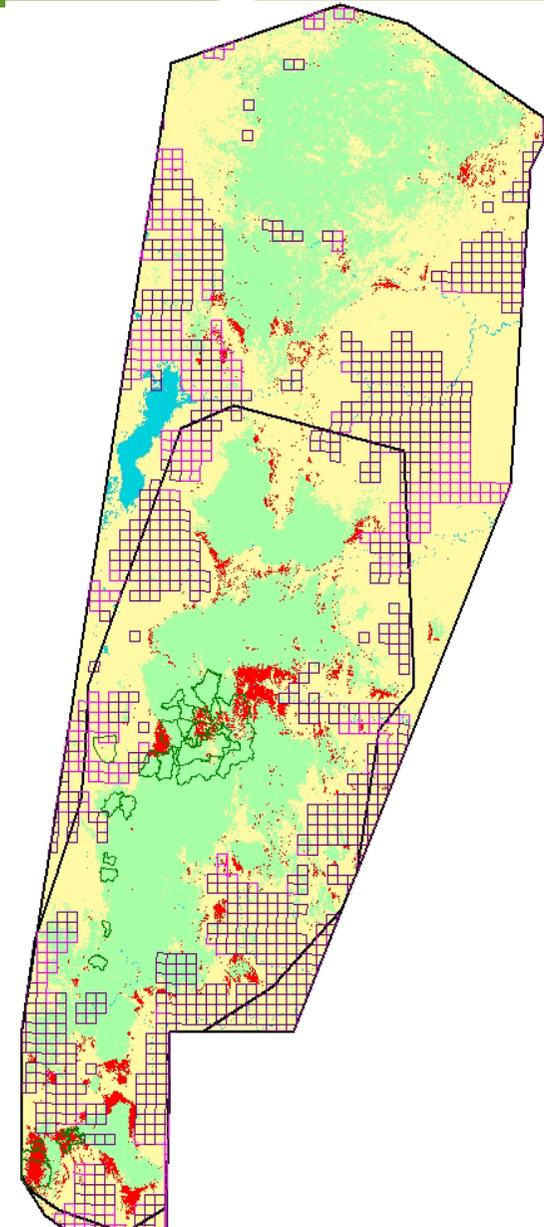
Given :	For	Non	Nd	Wat	Cld
Probability of changing to :					
For	0.9160	0.0840	0.0000	0.0000	0.0000
Non	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nd	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Wat	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
Cld	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

At the bottom of the window, there are two buttons: "Save" and "Close".

Modelisation CAZ

Resulta de nuevo prediccion:

Estimacion de distribucion de
deforestacion durante 30 años



Deforestacion en Mosaico



GRACIAS

Marc Steininger
CI - headquarters
msteininger@conservation.org