

EL PAIS DEL AGUA

BENI – BOLIVIA

Esteban Palma Zelada – Ivan Medina



Image © 2007 DigitalGlobe

Image © 2007 TerraMetrics

©2007 Google

12.5 km

Puntero 14°33'31.62" S 65°10'01.84" O elev. 150 m Secuencia ||||| 100%

Alt: ojo 43.23 km

LA CULTURA HIDRICA NOS PERTENECE

El hombre Americano ha saltado del paleolítico al neolítico mediante el perfecto dominio del agua (América) a diferencia del Europeo que lo ha logrado mediante el dominio de los metales (Europa), por lo tanto tocar el tema hídrico, sin considerar el aspecto cultural y social, puede considerarse una seria y grave omisión en nuestro contexto

Image © 2007 DigitalGlobe

Image © 2007 TerraMetrics

©2007 Google™

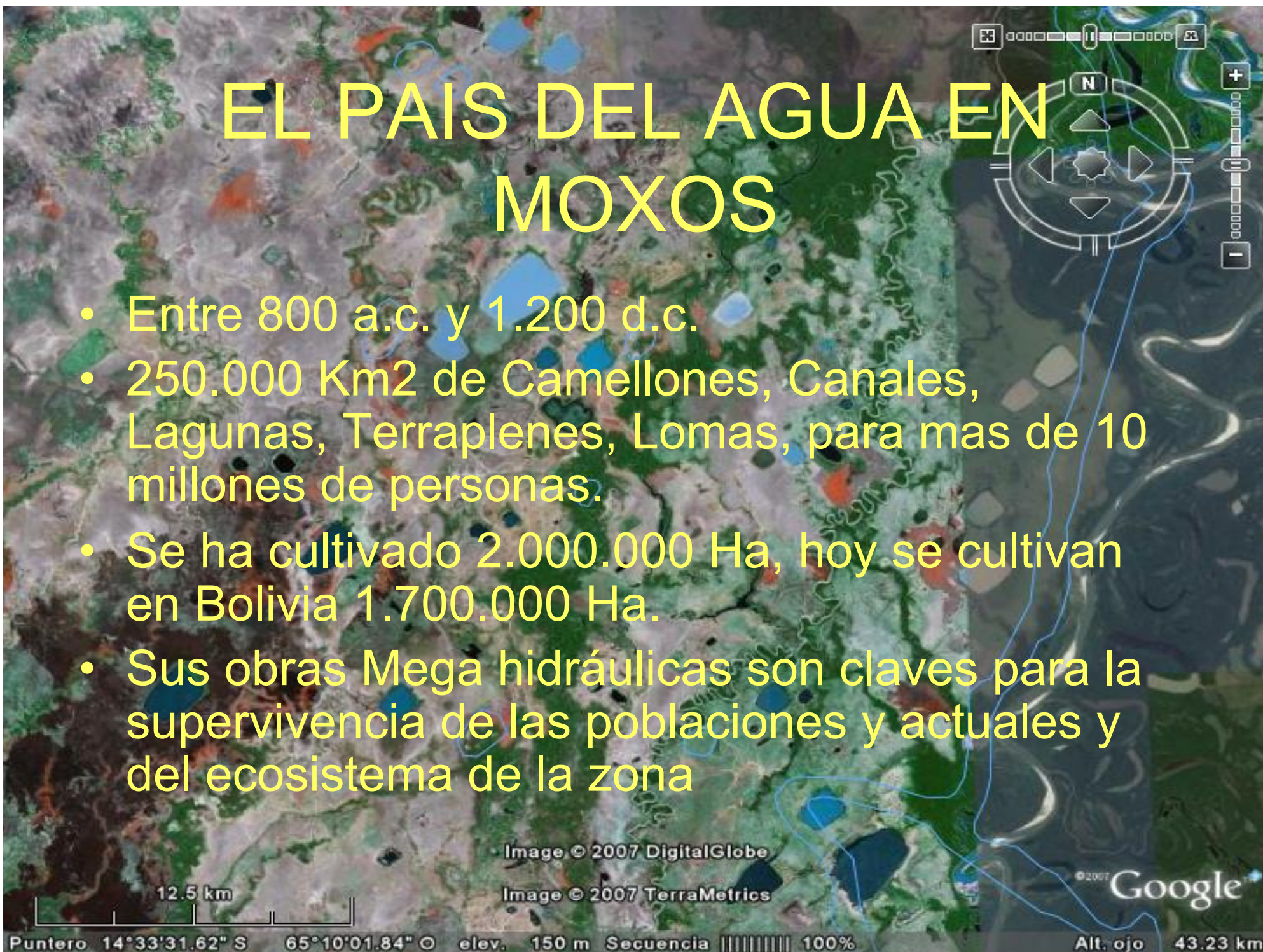
12.5 km

Puntero 14°33'31.62" S 65°10'01.84" O elev. 150 m Secuencia ||||| 100%

Alt: ojo 43.23 km

EL PAIS DEL AGUA EN MOXOS

- Entre 800 a.c. y 1.200 d.c.
- 250.000 Km² de Camellones, Canales, Lagunas, Terraplenes, Lomas, para mas de 10 millones de personas.
- Se ha cultivado 2.000.000 Ha, hoy se cultivan en Bolivia 1.700.000 Ha.
- Sus obras Mega hidráulicas son claves para la supervivencia de las poblaciones y actuales y del ecosistema de la zona



**CULTURA HIDRICA
DEL GRAN MOXOS
(800 AC – 1200 DC)**

**LA CULTURA HIDRICA DE TIAHUANACO
AGUA DE MOXOS
(400 AC – 1200 DC)**



Figura 12
 Tres retinos - dos grandes (PRT 00117, 109, y 00220, dor.) y el otro más pequeño (PRT 00220, al centro) - que quizás muestran alguna
 sola impresión en aquel entonces. Foto Sagarmaga.



Figura 13
 Retino del llamado "Señor de los Patos" (PRT 00100, Korpisaur).



Figura 15
 Vasijas con rostros humanos (masculinos) y bases en forma de fruta (PRT 00166 y 00206).
 Foto Sagarmaga.





El Beni tiene dos épocas climáticas marcadas:

1.- La estación de lluvias (entre los meses de octubre y marzo, y la estación seca (entre los meses de septiembre y abril).

2.- Durante la época lluviosa las pampas se inundan, primero por el desborde de los Ríos que traen sus aguas desde las tierras altas, segundo, por la acumulación de aguas pluviales que caen en tierras con una gradiente promedio de 5 centímetros por kilómetro lineal y tercero, la baja permeabilidad del suelo.

3.- A los tres aspectos mencionados, hay que agregar que existe una sola vía de drenaje: el Río Madera que es el resultado de la convergencia fluvial de los ríos del Beni, de ahí que el escurrimiento de las aguas sea lento ocasionando los referidos periodos de inundación anual.

4.- Aguas de pH 4 -5 por el óxido de aluminio

Infraestructura hidráulica de los Moxos

La infraestructura hidráulica que los Moxos (que floreció 800 a.c 1200 d.c) prehispanicos construyeron entre, alcanzan alrededor de 250.000 Km² (el Beni tiene 213.564) tomando en cuenta terraplenes, canales, lomas y camellones; obras que transformaron sustancialmente el paisaje en esta parte del oriente boliviano



LAGUNAS CUADRAS Y RECTANGULARES



LAGUNA ARTIFICIAL CUADRADA



FUENTE: Museo Etnoarqueológico del Beni "Kenneth Lee"
FOTO: Ricardo Bottega



FUENTE: Museo Etnoarqueológico del Beni "Kenneth Lee"
FOTO: Ricardo Bottega



Campos Elevados o Camellones (75.000 – 100.000 Km²)

CAMPOS DE CULTIVO EN RIBERAS DEL RIO IRUYÁÑEZ, BENI



FUENTE: Museo Etnoarqueológico del Beni "Kenneth Lee"

CAMPOS DE CULTIVO A ORILLAS DEL LAGO TITICACA



Puntero 14°33'31.62" S 65°10'01.84" O elev. 150 m Secue

2007 D
2007 Te

ogle
43.23 km

FOTO AÉREA DE UN TERRAPLÉN DE GRAN EXTENSIÓN



Terraplenes (1500 Km.)

TERRAPLENES EN LOS LLANOS DEL GRAN MOXOS



FUENTE: Museo Etnoarqueológico del Beni "Kenneth Lee"
FOTO: Ricardo Bottega



Figura 1.3 Un terraplén prehispánico de 5 metros de ancho cubierto con palma real, una planta espinosa y paja (centro) cerca del la Isla Crisostomo, Complejo Hidráulico Prehispánico de Baures, Provincia de Iténez. Las plantas sobre este terraplén están protegidas de la quema anual por la humedad mantenida en los canales a los dos lados de éste.

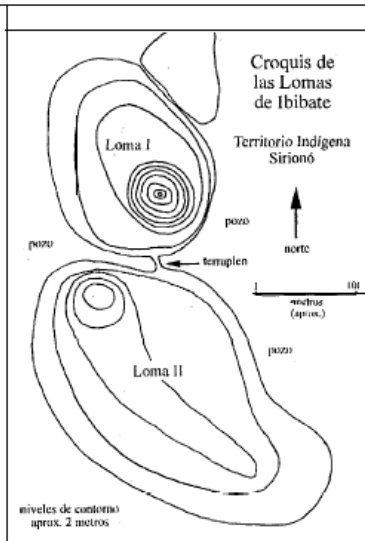


Figura 8: Croquis del complejo de lomas duales de Ibibate en el Territorio Indígena de los Sirionó. La Loma I mide aprox. 150x200x18 metros y la Loma II mide aprox. 200x300x5 metros. Las dos lomas están rodeadas de depresiones artificiales llenas de agua o "pozos". Un terraplen corto conecta a las dos lomas.

LOMAS Y TERRAPLENES

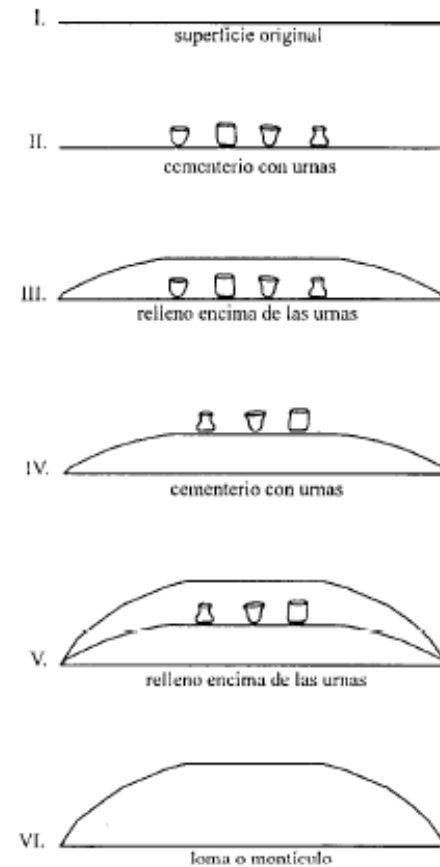


Las áreas verde oscuro son lomas artificiales cubiertas de vegetación. Las líneas son terraplenes que se interconectan entre sí, y a las lomas.

FUENTE: Museo Etnoarqueológico del Beni "Kenneth Lee"

FOTO: Ricardo Bottega

Lomas (10.000) y Terraplenes



be
ics

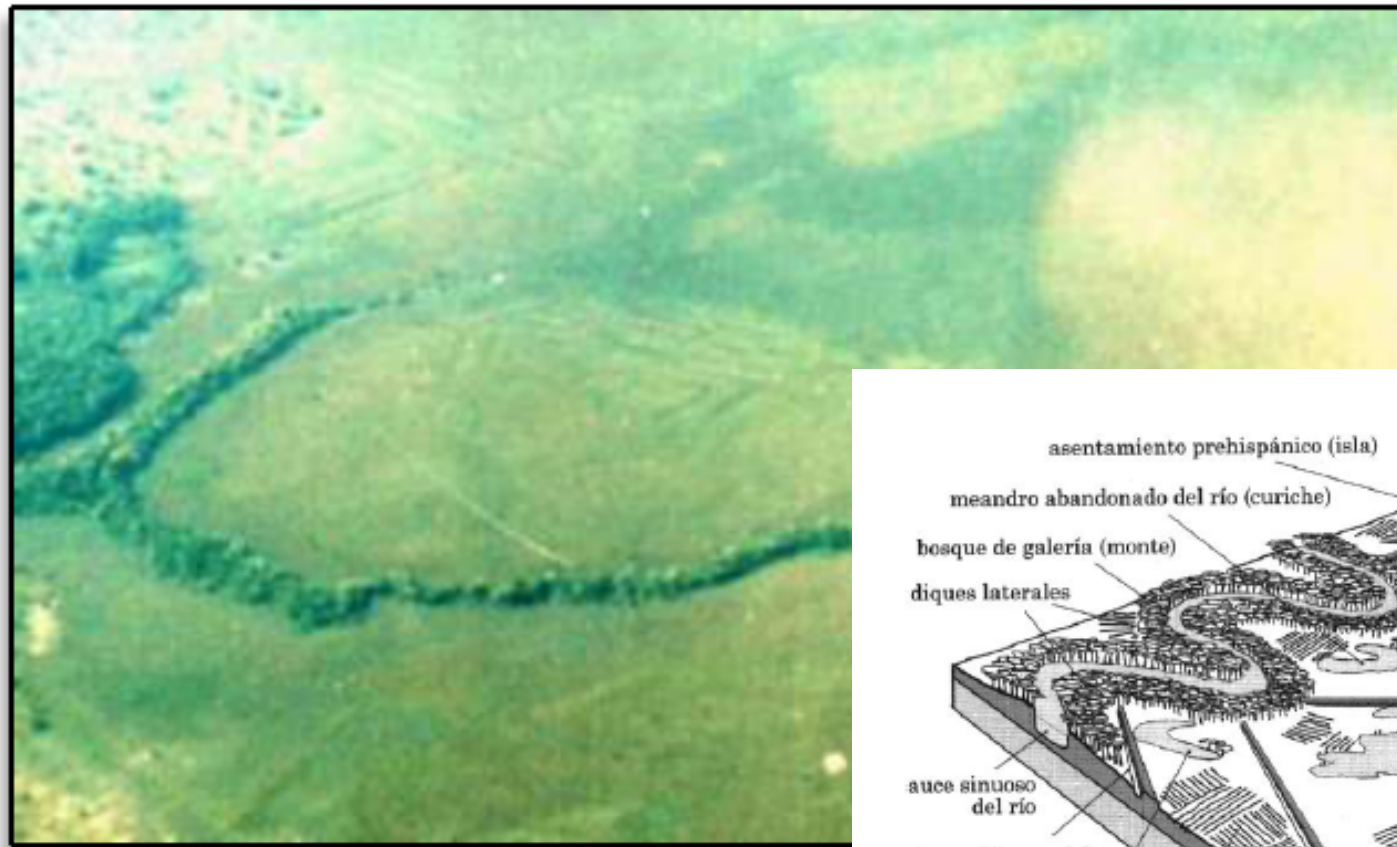
Google

100%

Alt: ojo 43.23 km

Canales (500 Km. Entre lomas, campos de cultivo, ríos y lagunas

SISTEMA DE CANALES Y CAMPOS DE CULTIVO



Campo de cultivo bordeados por canales
 FUENTE: Museo Etnoarqueológico del Beni "Kenneth Lee"
 FOTO: Ricardo Bottega



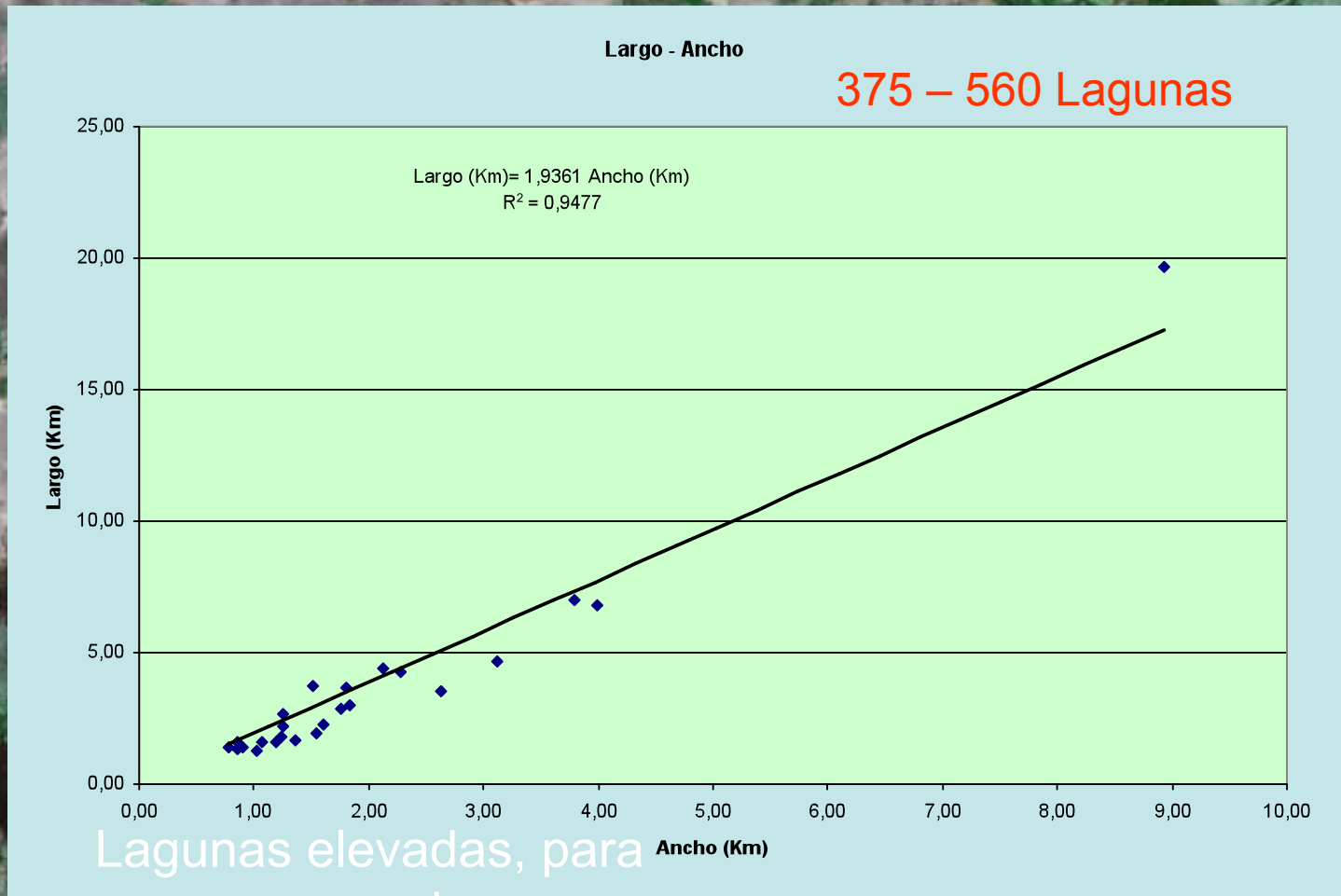
Lagunas elevadas, para reservorios
 Lagunas bajas, para cultivo de flora



Figura 15 Croquis de los Sistemas Hidráulicos Prehispánicos de los Llanos de Moxos de Bolivia (no está a escala).



LAGUNAS CUADRAS Y RECTANGULARES



Lagunas elevadas, para

reservorios

Lagunas bajas, para

cultivo de flora

Image © 2007 DigitalGlobe
Image © 2007 TerraMetrics

©2007 Google

Dirección Predominante Viento

El Beni

La Paz

Illampu

La Paz

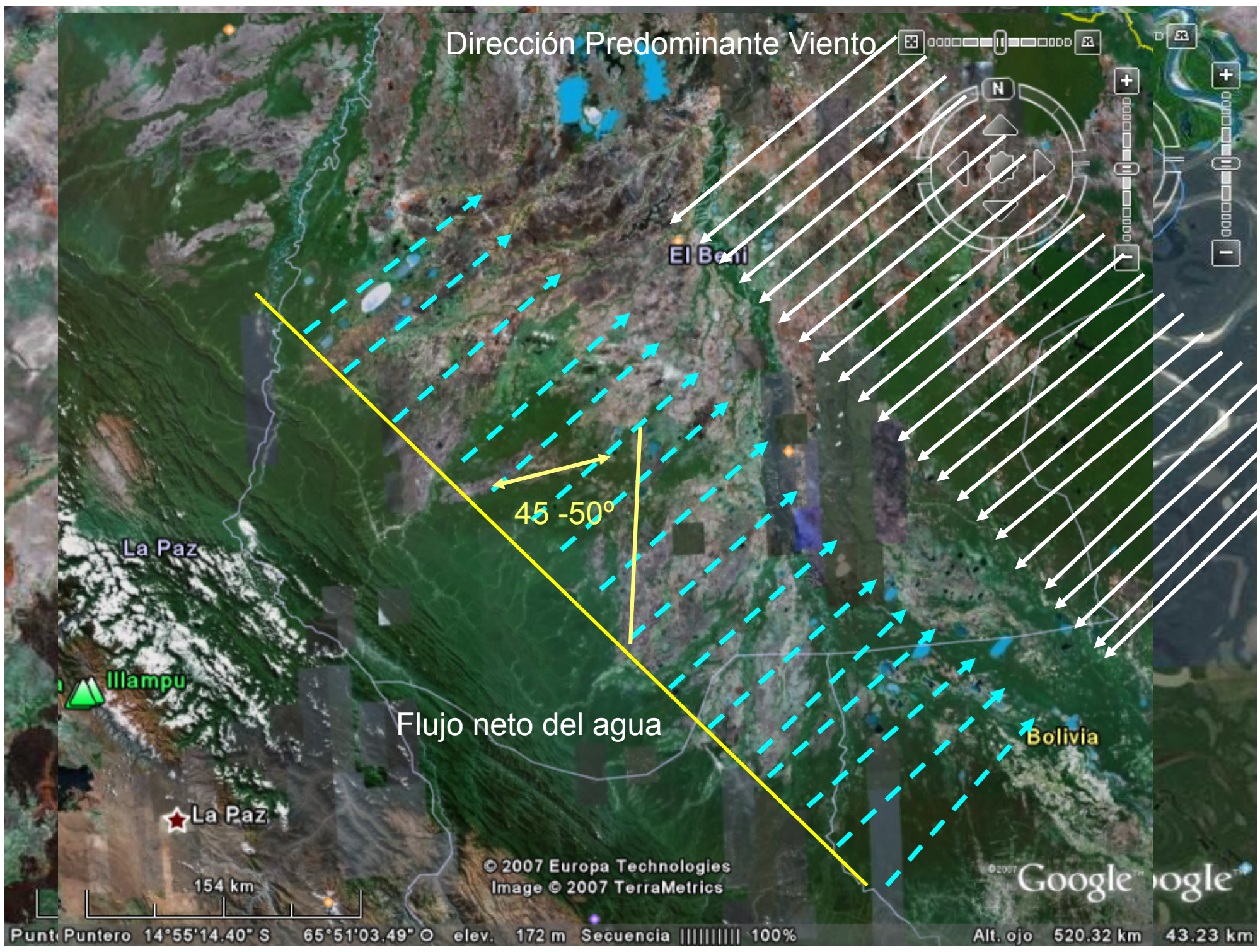
Bolivia

Flujo neto del agua

45 -50°

© 2007 Europa Technologies
Image © 2007 TerraMetrics

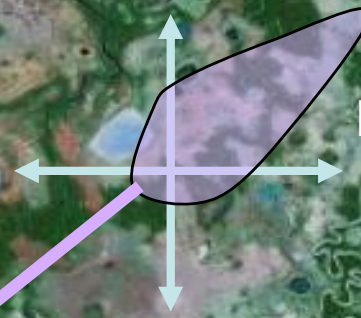
Google



LAGUNAS CUADRAS Y RECTANGULARES



Dirección Viento



Dirección Radiación Solar

Dirección del flujo de agua

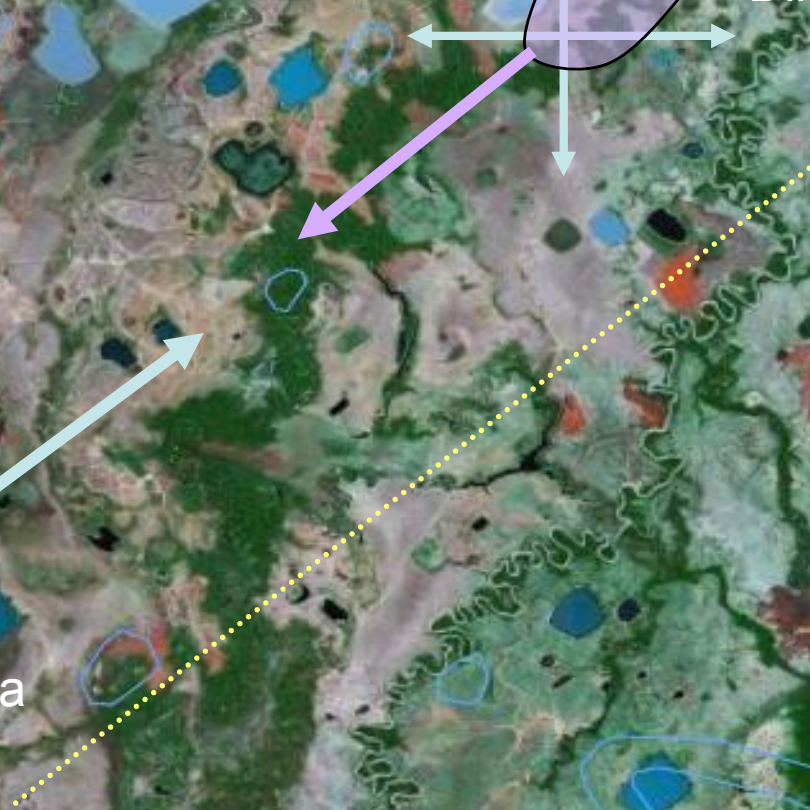
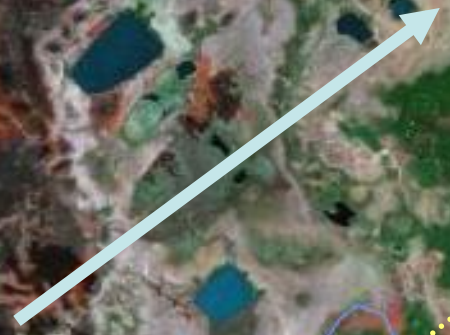


Image © 2007 DigitalGlobe
Image © 2007 TerraMetrics

©2007 Google

LAGUNAS CUADRAS Y RECTANGULARES

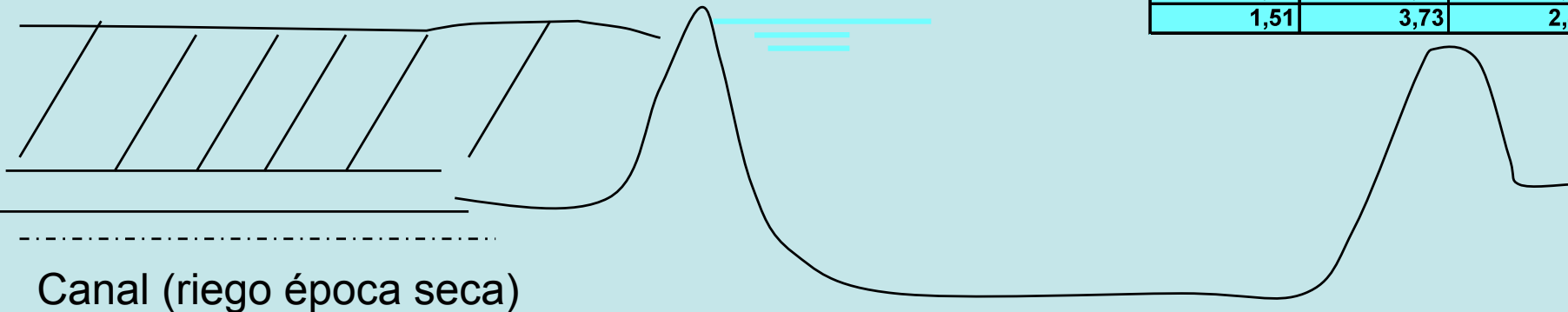
Aplicación del concepto de dualidad del universo

$$K = 2 \cdot n / (1 + n)$$

$$n = 2 \rightarrow K = 1,33$$

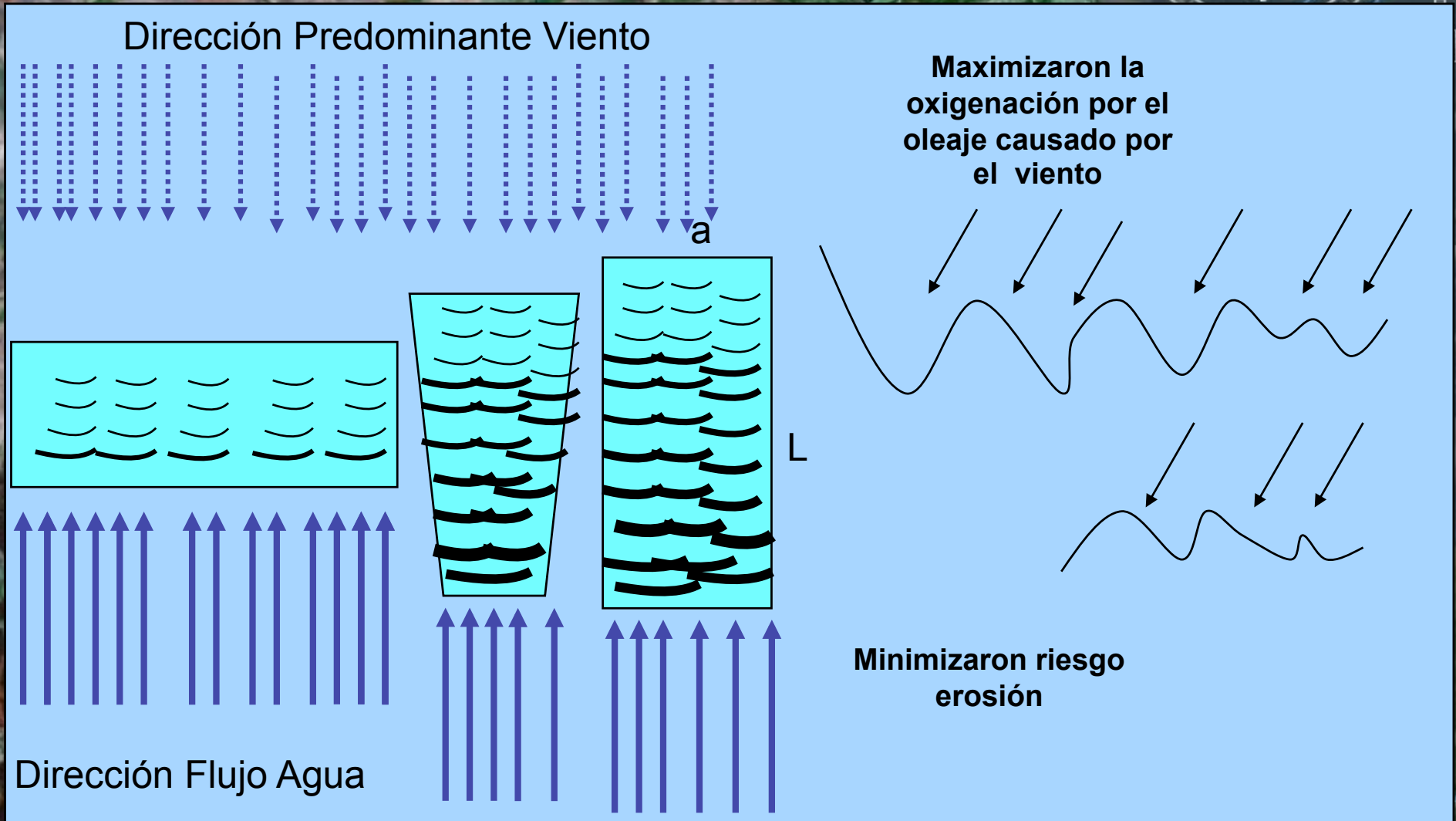
$$n = 3 \rightarrow K = 1,5$$

Terraplén – Deflector – Camino (durante inundaciones)

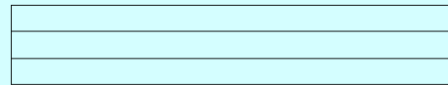


Ancho (Km)	Largo (Km)	L/a
1,03	1,25	1,21
1,36	1,67	1,23
1,54	1,93	1,25
1,19	1,58	1,33
2,63	3,52	1,34
1,61	2,24	1,39
1,24	1,80	1,45
3,12	4,66	1,49
1,07	1,63	1,52
0,86	1,32	1,53
0,90	1,43	1,59
1,84	2,99	1,63
1,76	2,90	1,65
3,99	6,82	1,71
1,26	2,17	1,72
0,78	1,37	1,76
0,86	1,58	1,84
3,79	7,00	1,85
2,28	4,24	1,86
1,80	3,68	2,04
2,12	4,38	2,07
1,26	2,67	2,12
8,93	19,70	2,21
1,51	3,73	2,47

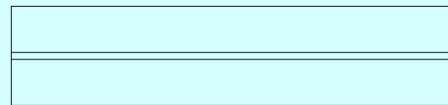
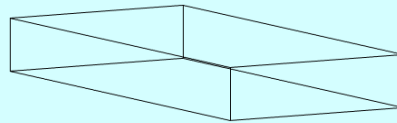
MAXIMIZACION DE OXIGENACION POR TRANSFERENCIA AIRE-AGUA Y MINIZACION DE EROSION



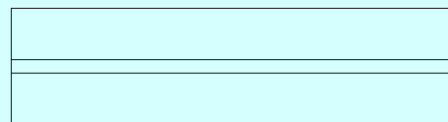
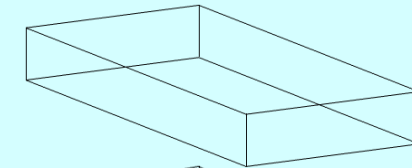
MAXIMIZACION DE SUPERFICIE DE CAPTACION DE RADIACION SOLAR EN ESPEJO DE AGUA



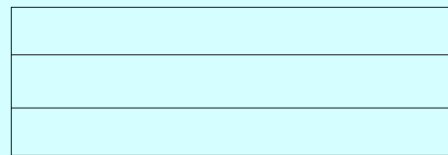
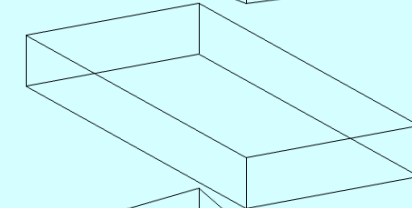
5:00 a.m



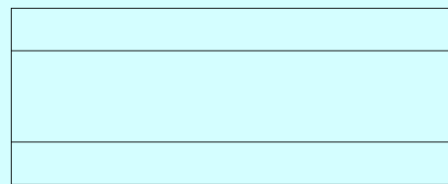
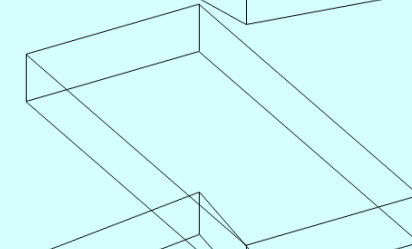
6:00 a.m



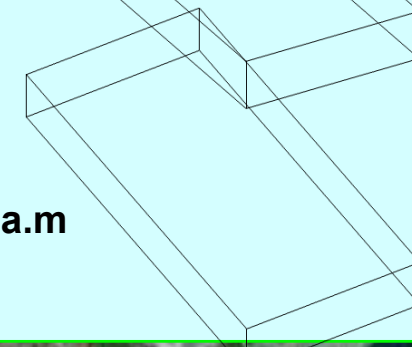
7:00 a.m



9:00 a.m



11:00 a.m



$$R_g = 2 \text{ Cal/cm}^2 \cdot \text{mín.}$$

$$E = R_g \cdot A \cdot t$$

$$E_1 = 2 \cdot A_1 \cdot 60 = 120A_1 \text{ Cal}$$

$$\text{Si } A_2 = 3A_1$$

$$E_2 = 2 \cdot 3 \cdot A_1 \cdot 60 = 360A_1 \text{ Cal}$$

12.5 km

Image © 2007 TerraMetrics

Google

Puntero 14°33'31.62" S 65°10'01.84" O elev. 150 m Secuencia ||||| 100%

Alt. ojo 43.23 km

PARA QUE TANTA ENERGIA Y OXIGENO?

El agua de la cuenca amazónica, tiene pH entre 4 y 5, con limitaciones para riego, plantas y fauna acuática.

La acidez del agua en la Amazonia se origina en la alta precipitación fluvial que pasa a través del suelo lixiviando (solubilizando) las sales de calcio y magnesio en el agua de drenaje, luego estos iones son reemplazados por elementos acidificantes tales como el hidrógeno, aluminio y manganeso, las que generan H^+ o H_3O^+ , de acuerdo a la siguiente reacción:



donde:

HA: Compuesto de aluminio o manganeso, fuente de protones

H_2O : Molécula de agua

H_3O^+ : Protón

OA^- : Compuesto oxido de aluminio o manganeso

PARA QUE TANTA ENERGIA Y OXIGENO?

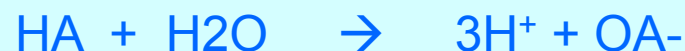
El oxígeno disuelto en el agua, incrementa el pH del agua, haciéndola apta para riego y la vida acuática.

La solubilidad del oxígeno en climas cálidos es difícil, es inversamente proporcional a la temperatura.

Con la relación L/a = 1,3 a 1,7 y en dirección del viento, maximizaron la transferencia de oxígeno aire – agua.

Colocando las lagunas con uno de sus vértices en dirección de la salida del sol, con ángulo de 45° entre los lados respecto del horizonte, han multiplicado la captación de la Rg e incrementado el metabolismo de las algas, con la mayor producción de O₂ en el seno acuoso.

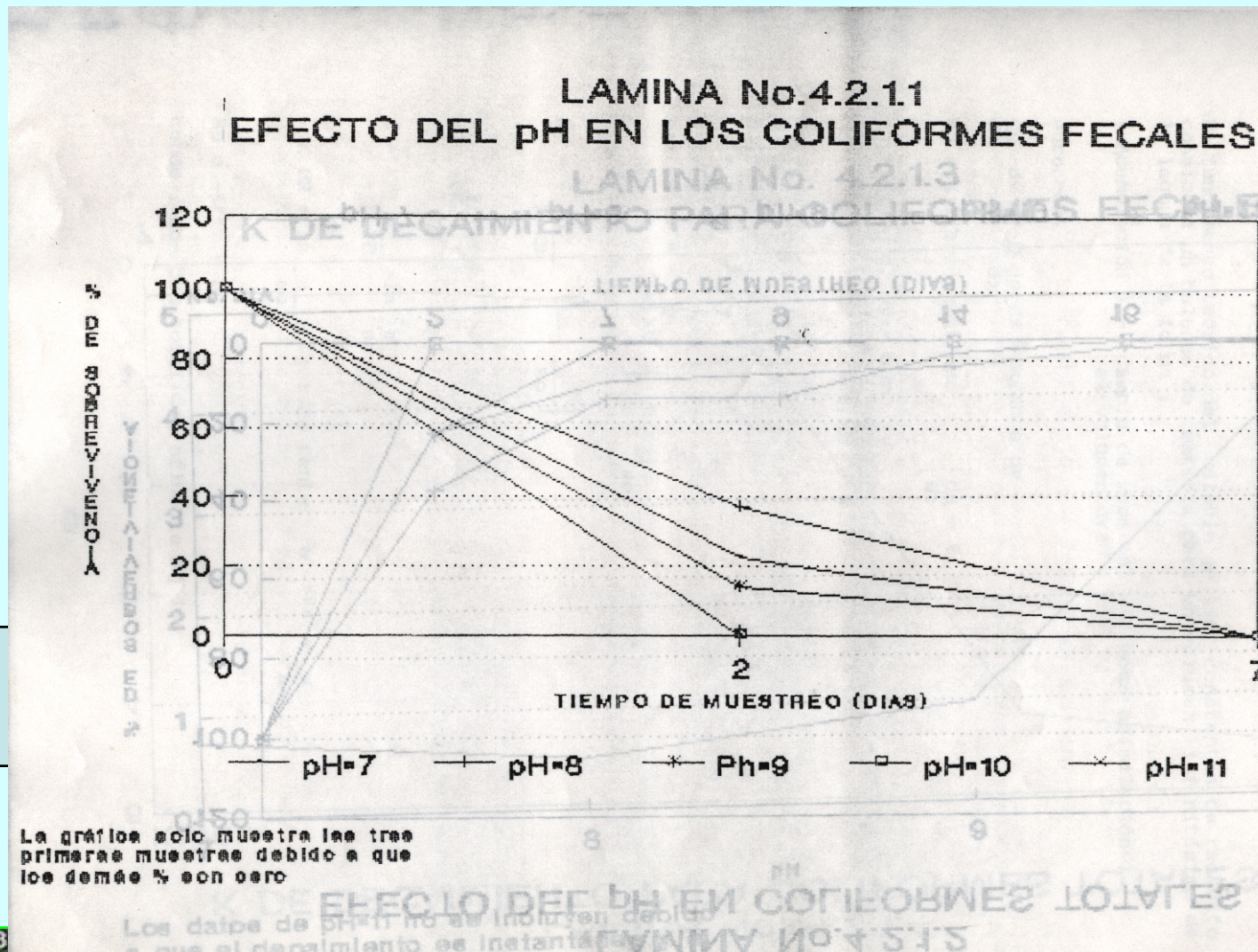
Por otro lado al incrementarse el metabolismo de las algas, estas toman el CO₂ del bicarbotano y liberan oxidrilos OH⁻, incrementado el pH



Con el direccionamiento correcto de las lagunas, han logrado regular el pH, incrementar el OD en el agua, favoreciendo enormemente la diversidad acuática y de los cultivos, la base de su civilización

PARA QUE TANTA ENERGIA Y OXIGENO?

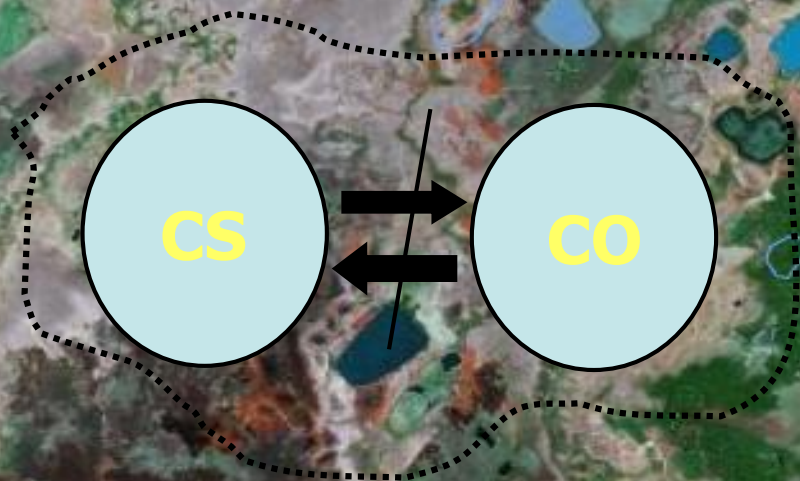
Durante su apogeo, cultivaban para aprox. 10 millones de personas, como hacían para controlar las enfermedades hídricas?
Al menos en la lagunas el elevado nivel de algas, garantizaba la desinfección permanente del agua



SIN NUESTRA CULTURA HIDRICA NO HAY INGENIERIA SOSTENIBLE

Sociedad de Flujo Lineal

**Sociedad de Flujo Cíclico
(Cultura ambiental)**



**Culturas dependientes, satélites
culturales, culturas impuestas,
émulos de la cultura (occidental)**

**Culturas autoconcientes
Sociedades que se pertenecen
y conocen a si mismas**

CS = conjunto de necesidades y aspiraciones

CO = tecnocultura (dique, alimento, industria, ley, etc.)