



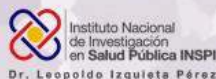
Instituto Nacional  
de Investigación  
en **Salud Pública INSPI**

Dr. Leopoldo Izquieta Pérez

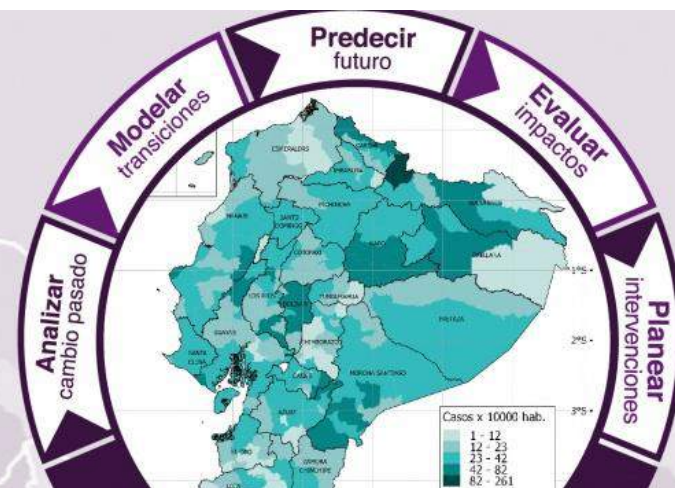
# Curso de Capacitación Continua “Modelación Espacio-Temporal de la Salud con TerrSet”

Octubre 16-20, 2017/ 08h00-17h00/ Quito, Ecuador

**TALLER SIN COSTO**



Instituto Nacional  
de Investigación  
en Salud Pública INSPI  
Dr. Leopoldo Izquieta Pérez



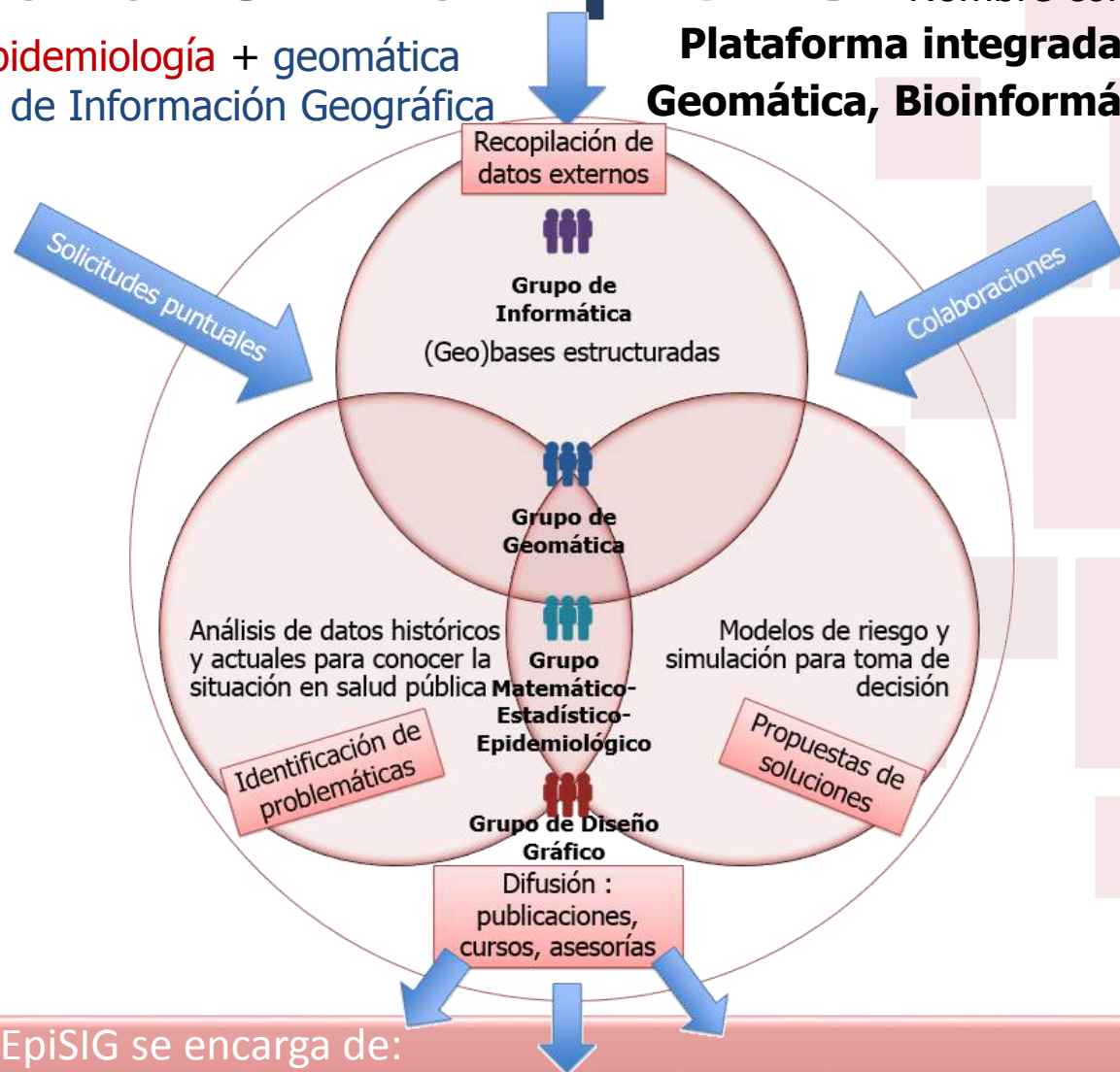


# Plataforma EpiSIG

Nombre completo =

**Plataforma integrada de Epidemiología,  
Geomática, Bioinformática y Bioestadística**

**EpiSIG** = **epidemiología** + **geomática**  
**SIG** = Sistema de Información Geográfica



La plataforma EpiSIG se encarga de:

Recopilar, estructurar, **analizar**, **modelar** y presentar resultados relacionados con la salud pública, en particular para proveer información y herramientas a la entidad rectora (MSP), a fin de apoyarla en la toma de decisiones.



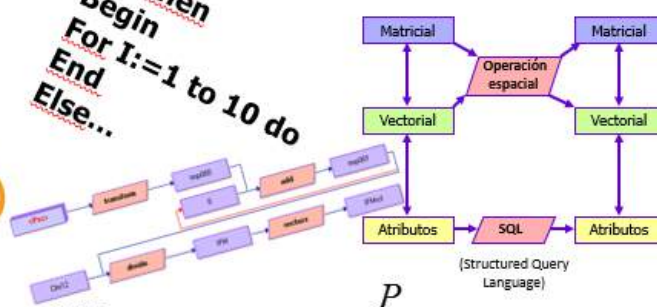
# Investigación a largo plazo

## Macro-proyecto conductor :

## Desarrollo de un sistema espacio temporal de gestión de la salud



If...then  
Begin  
For i:=1 to 10 do  
End  
Else...



$$ET_r = \sqrt{0.9 + \frac{P^2}{(300 + 25T + 0.05T^3)^2}}$$

$$b_2^* = \sum_{i=1}^I c_{ij} w_j \left( \frac{KC}{(r+\beta)^2} \left( e^{-(r+\beta)L+a} [-(r+\beta)(L+a)-1] - e^{-(r+\beta)a} [-(r+\beta)a-1] \right) + \left( \frac{1-K}{r} (1-e^{-rL}) \right) \right)$$

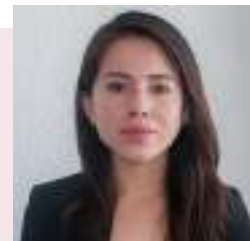


| Medidas de salud                  |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Casos                             | Defunciones                 |
| Letalidad                         | Proporción por causa        |
| Proporción por causa              | Proporción por causa        |
| AVD > Carga de enfermedades < AVP | Esperanza de vida           |
| Incidencia acumulada              | Probabilidad de defunción   |
| Incidencia instantánea            | Tasa de mortalidad          |
| Incidencia ajustada               | Tasa de mortalidad ajustada |
| Población                         |                             |



# Grupo EpiSIG

- Karina Lalangui, Ing.  
→ **Geomática** (medio-ambiente)
- Karina Rivadeneira, Egr.  
→ **Matemática** (estadística)
- Diego Cuasapaz, Egr.  
→ **Informática** (bases de datos, programación)
- Tatiana Tipantiza, Ing.  
→ **Diseño gráfico** (publicaciones y **sitio Web**)





# Presentación de los participantes



- Nombres y apellidos
- Trabajo actual
- Formación

- Conocimiento en SIG ?  
Qué software ?
- Expectativas para el curso



# Software de SIG utilizados en EpiSIG

Para fines de investigación,  
en el marco del convenio con Clark Labs  
(Massachusetts, USA)

CLARK LABS



<https://clarklabs.org/resource-centers/>

Ecuador Resource Center

Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública (INSPI)

Plataforma Integrada de Epidemiología, Geomática,  
Bioinformática y Bioestadística

Calle Iquique N 14-285 y Yaguachi

Quito

Ecuador



**Software adicionales** para el curso

- **Access** : para manipular fácilmente bases de datos y consultas (SQL)
- **7-Zip** : para descomprimir archivos de imágenes satelitales



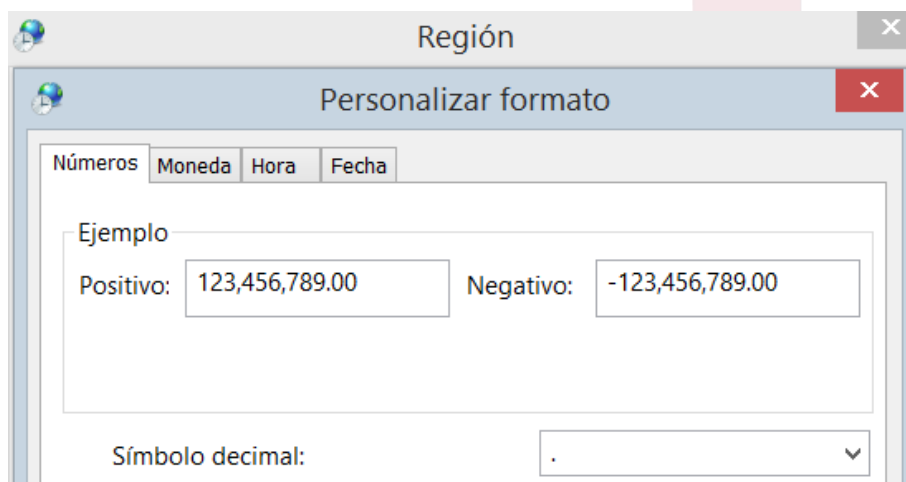
Para cartografía de resultados  
software libre y de código abierto





# Antes de instalar...

- Identificar si tienen Windows 7, 8 o 10 en 32 o 64-bits
- Avisar si tienen licencia TerrSet comprada
- Puede ser necesario desactivar el antivirus y el cortafuegos (*FireWall*)
- En la Configuración Regional (del Panel de Control), utilizar el **punto** como símbolo decimal

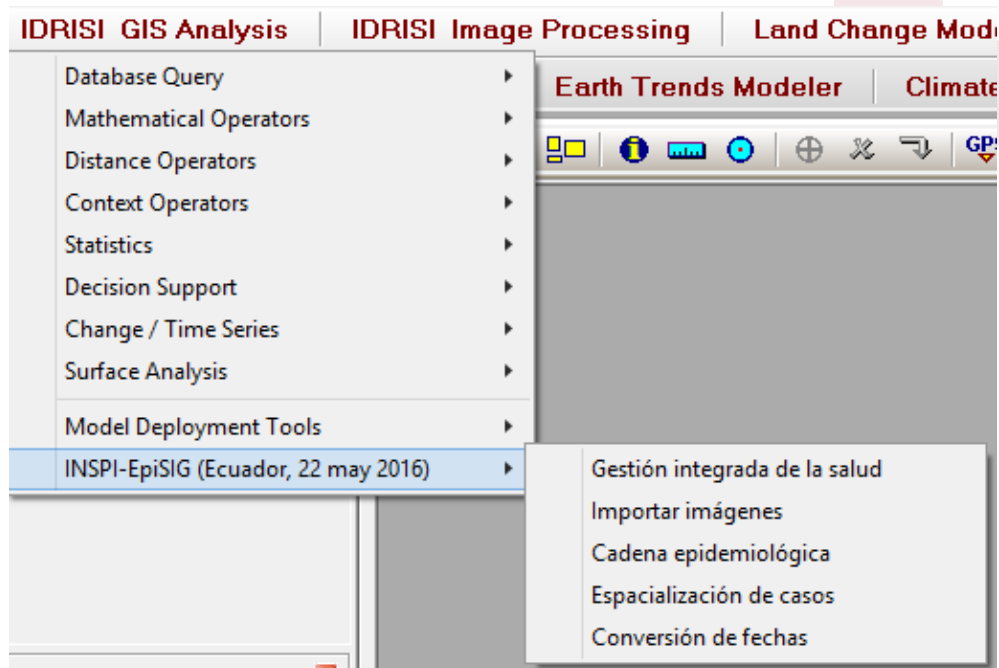


# Instalación

- Ejecutar el instalador de TerrSet (Versión 18.31)
- Si no abre un archive .accdb en Database Workshop, instalar el AccessDatabaseEngine (version 32b)
- Ejecutar el instalador de módulos adicionales (de EpiSIG)

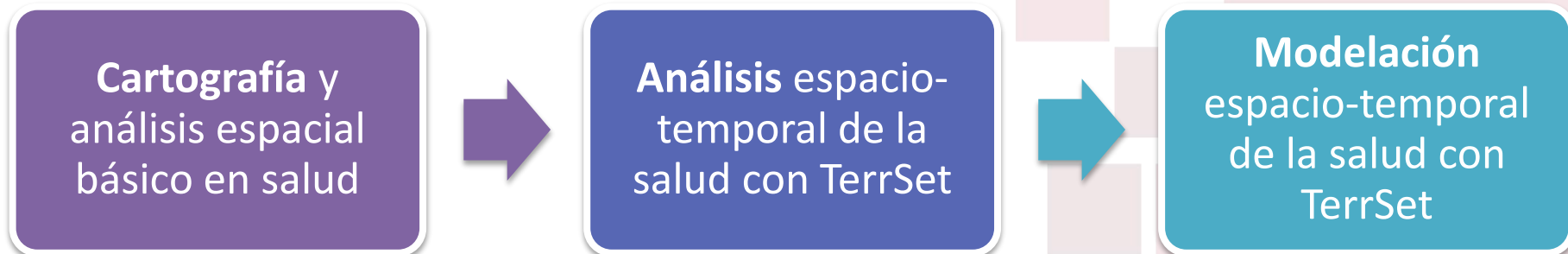


Product: TerrSet  
Version: 18.31



# Introducción

- **Programa anual de cursos EpiSIG**



- **Justificación de la temática :** Para proponer una planeación en salud pública, hay que poder sostenerla con modelos de simulación basados al nivel estadístico y matemático que tomen en cuenta la variabilidad espacial y temporal. Dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como TerrSet, existen este tipo de herramientas que faciliten el uso de modelos útiles en el ámbito de la salud.
- **Objetivo** del curso : El curso permite a los participantes introducirse al uso de modelos avanzados de geomática y consolidar la red de colaboración entre usuarios (potenciales) de TerrSet.
- **Método didáctico :** Por la breve duración del curso, se basa en **ejercicios prácticos**. Los conceptos teóricos se pueden revisar en la bibliografía.



# Programa del curso

| Horario                                                                                              | Lunes                                                                                           | Martes                                                                                                                                                | Miércoles                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8h00-10h45</b>                                                                                    | Resumen de conceptos geomáticos básicos<br>Planteamiento del tipo de problema a resolver en SIG | Importación de imágenes satelitales de determinantes climáticos                                                                                       | Selección de escenarios de cambio climático<br>Impacto de la alza del nivel del mar |
|                                                                                                      | Receso                                                                                          | Receso                                                                                                                                                | Receso                                                                              |
| <b>11h00-13h00</b>                                                                                   | Estructuración de datos de salud                                                                | Análisis del cubo espacio-temporal de los determinantes climáticos                                                                                    | Generación de los cubos de variables climáticas a futuro                            |
| <b>13h-14h</b>                                                                                       | Almuerzo                                                                                        | Almuerzo                                                                                                                                              | Almuerzo                                                                            |
| <b>14h00-17h00</b>                                                                                   | Obtención y análisis del cubo espacio-temporal de la enfermedad                                 | Variables socio-económicas: crecimiento poblacional                                                                                                   | Re-escalamiento de los cubos a Ecuador ( <i>downscaling</i> )                       |
| Al receso, apuntarse en la lista para la cena del viernes (pago de 20\$ hasta las 17h del miércoles) |                                                                                                 |  <b>Foto grupal</b><br>17h : Invitación a un café de socialización |                                                                                     |



# Programa del curso

Total de 40 horas

| Horario            | Jueves                                                                     | Viernes                                                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8h00-10h45</b>  | Análisis del cambio pasado en salud                                        | Aplicación de escenarios de cambio climático a salud                                       |
|                    | Receso                                                                     |  Receso |
| <b>11h00-13h00</b> | Modelos de transición                                                      | Cálculo de tasas y carga                                                                   |
| <b>13h-14h</b>     | Almuerzo                                                                   | Almuerzo                                                                                   |
| <b>14h00-17h00</b> | Predicción del cambio aplicado a salud<br>Impacto de medidas de planeación | Encuesta de apreciación<br>Interpretación de resultados<br>Discusión final, Conclusión     |
|                    |                                                                            | <b>19h30 : Cena de clausura</b>                                                            |

# Almuerzos y eventos sociales

➤ **Almuerzos:** Restaurante de la UDLA (piso 1)

**Hora:** 13h-14h

**Costo estimado:** 3.75 \$US

➤ **Invitación a café** (cortesía de EpiSIG)

**Lugar:** Restaurante de la UDLA (piso 1)

**Día:** Martes 17 de octubre

**Hora:** 17h00

➤ **Cena de clausura**

**Lugar:** Café Mosaico

**Dirección:** Manuel Samaniego N895  
y Antepara, Itchimbia

**Día:** Viernes 20 de octubre

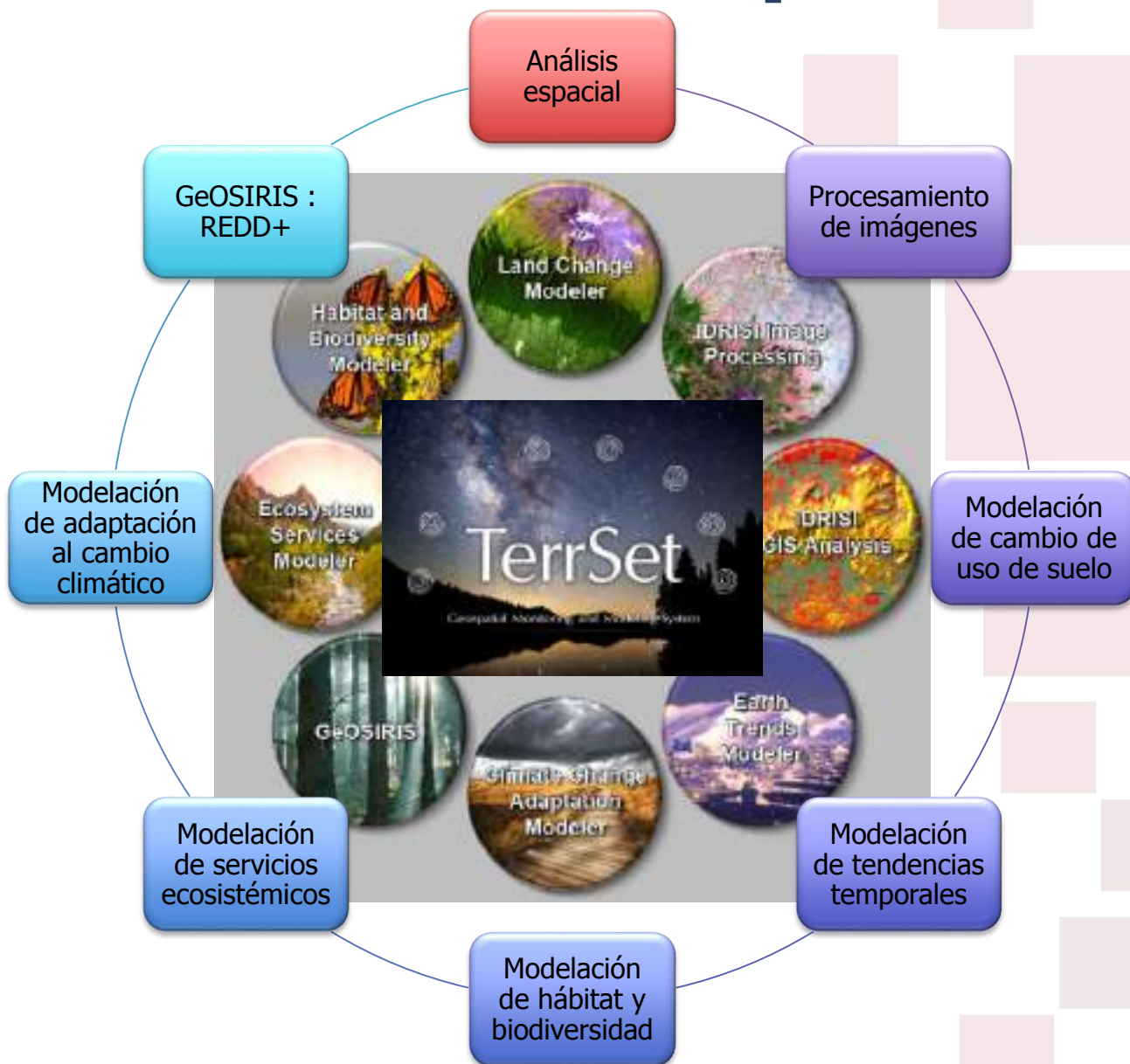
**Hora:** 19h30

**Costo estimado:** 20 \$US





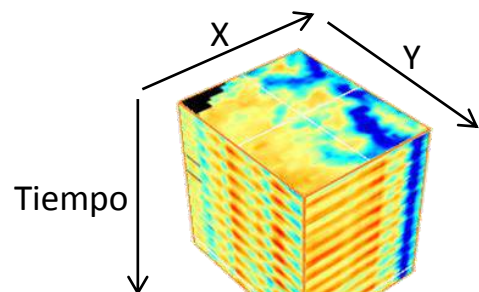
# Constelación de aplicaciones



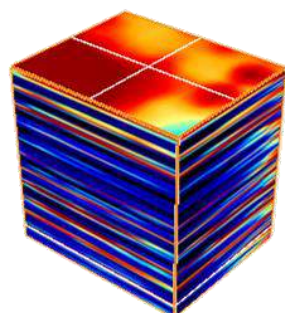


# Análisis espacio-temporal

Cubos espacio temporales de las variables climatológicas



Precipitación



Temperatura



Tiempo



SeriesTrend Analysis

STA (Seasonal Trend Analysis)

PCA (Principal Components Analysis) / EOF

EOT (Empirical Orthogonal Teleconnections)

CCA (Canonical Correlation Analysis)

Fourier PCA Spectral Analysis

Linear Modeling

Dependent series : Cubos de datos epidemiológicos

Independent variable type

☒ Image series

☐ Index series

Independent series :

Lag :

Series name :

0

N Series :

1

Cubos climáticos

Cubos de distribución de vector

Remove series

☒ Slope(s) and intercept

☒ R

☒ R2

☐ Adjusted R2

☐ Partial R

☒ Create residual series

☐ Apply mask :

Output prefix :

Run



# Cambio climático

Climate Change Adaptation Modeler : CCAM

About CCAM | Generate Scenario | Impact Analysis | Preprocess



**Model Global Warming and Sea Level Rise - MAGICC** ?

Model parameters

Emission scenario : A1B-AIM

Carbon cycle model : Mid ☒ Carbon cycle climate feedbacks

Thermohaline circulation : Variable Aerosol forcing: Mid

Vertical diffusion (Kz) : 2.3 cm<sup>2</sup>/s Ice melt : Medium

Sensitivity (Delta T2x) : 3.0 °C Model : User

Output parameters

Reference year for climate model output : 1990

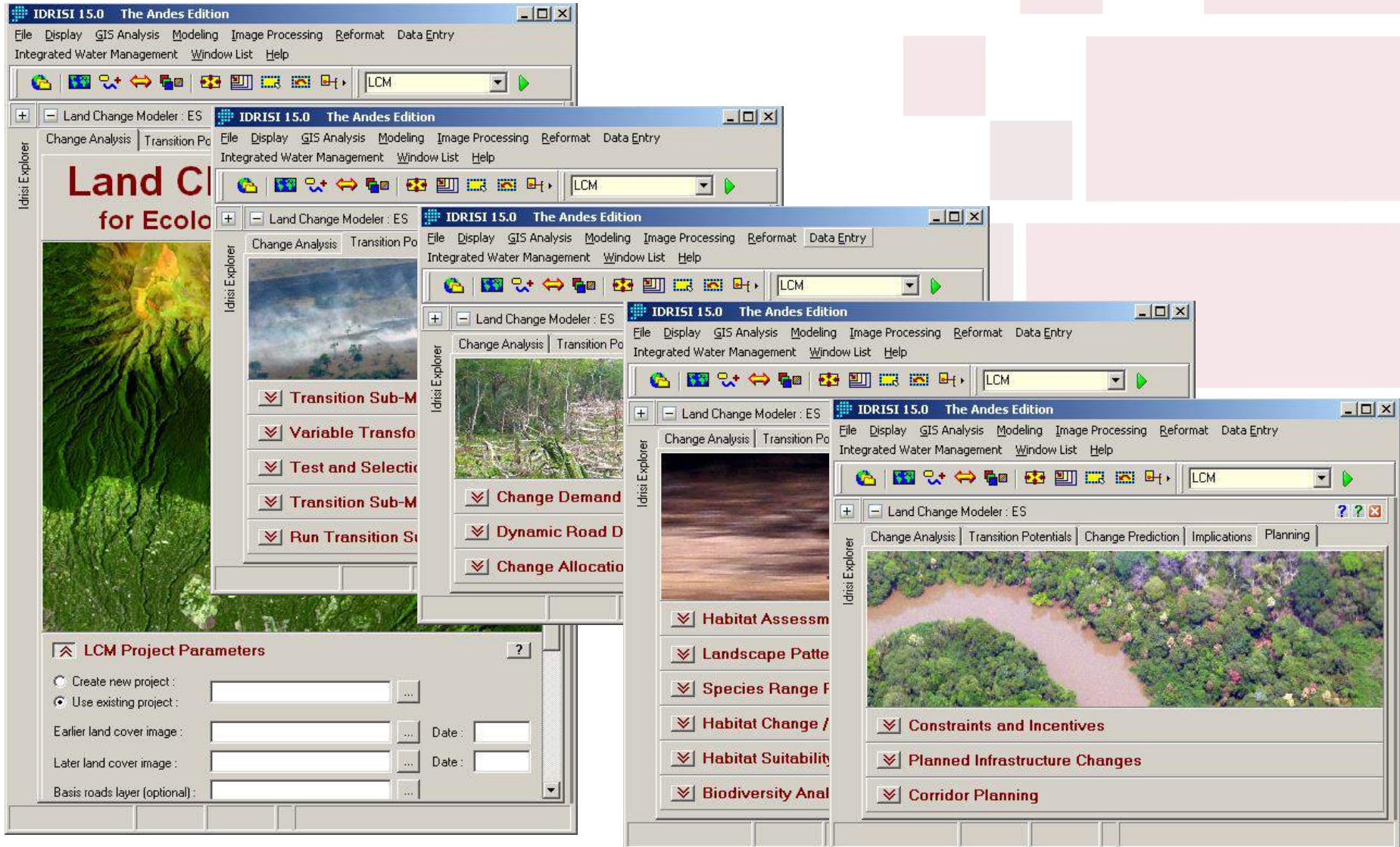
Last year for climate model run : 2100

Interval for climate model : 5

**Generate Climate Scenarios - SCENGEN** ?

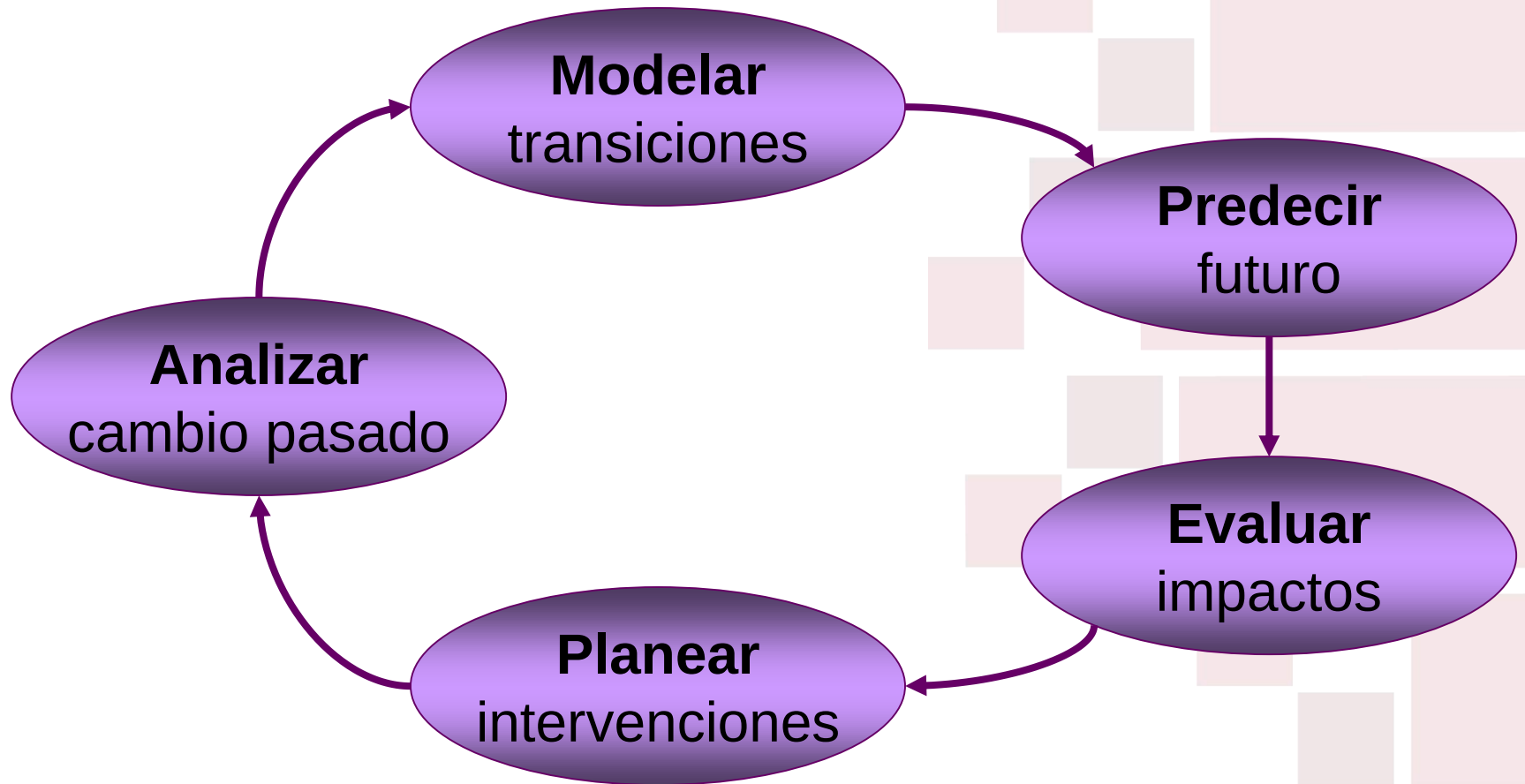


# Land Change Modeler (LCM)





# Modelación del cambio de uso de suelo

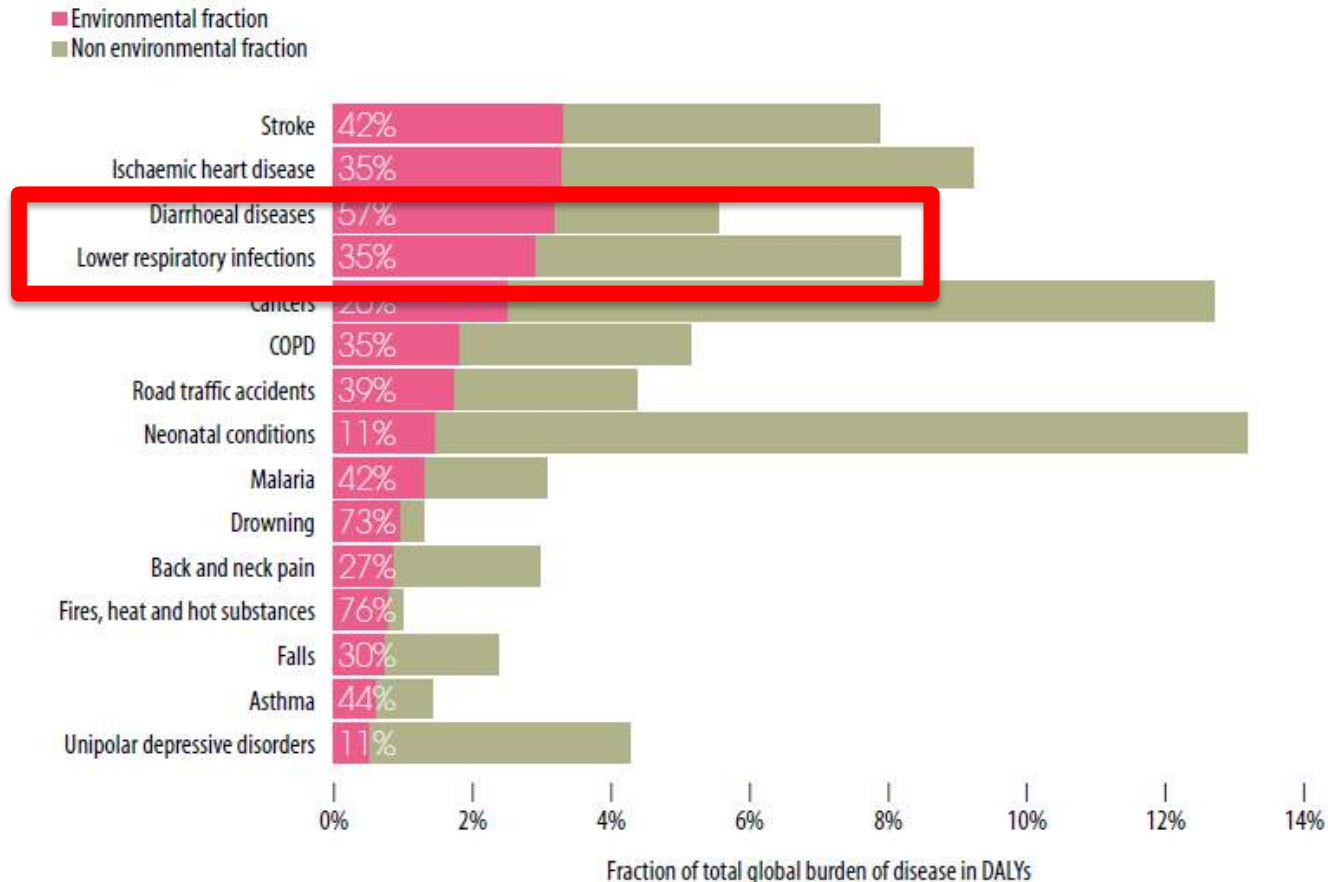




# Medio ambiente y enfermedades

23% de las muertes están relacionadas con el medio ambiente.

→ Muertes prematuras y enfermedades pueden ser prevenidas a través de ambientes más saludables





# Transmisión por factores ambientales

## LOWER RESPIRATORY INFECTIONS



**52 million**

**35%**

Household and ambient air pollution, second-hand tobacco smoke

## DIARRHOEAL DISEASES



**57 million**

**57%**

Water, sanitation, hygiene and agricultural practices

## MALARIA



**23 million**

**42%**

Environmental management to reduce vector proliferation and contact between vectors and humans

Infectious and parasitic diseases

Respiratory infections

Diarrhoeal diseases

Intestinal nematode infections

Malaria

Trachoma

Schistosomiasis

Chagas disease

Lymphatic filariasis

Onchocerciasis

Leishmaniasis

Dengue

Japanese encephalitis

HIV/AIDS

Sexually transmitted diseases

Hepatitis B and C

Tuberculosis

Other infectious and parasitic diseases



# Factores de riesgo

Definición de medio ambiente :  
conjunto de todos  
los factores físico,  
químicos y  
biológicos externos  
a una persona

**LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE**  
en entornos cerrados  
y al aire libre



**AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE**  
deficientes



**AGENTES QUÍMICOS**  
y biológicos



**RADIACIÓN**  
ultravioleta e ionizante



**RUIDO AMBIENTAL**



**RIESGOS LABORALES**



**PRÁCTICAS AGRÍCOLAS**  
uso de plaguicidas  
y reutilización de  
aguas residuales



**ENTORNOS URBANIZADOS**  
viviendas y carreteras



**CAMBIO CLIMÁTICO**



# Datos de casos en Ecuador

## Egresos hospitalarios

| CIE-10 | Evento                                                  | 2016  |
|--------|---------------------------------------------------------|-------|
| O80    | Parto único espontáneo                                  | 93052 |
| O82    | Parto único por cesárea                                 | 56883 |
| K35    | Apendicitis aguda                                       | 39576 |
| K80    | Colelitiasis                                            | 36234 |
| J18    | Neumonía, organismo no especificado                     | 32041 |
| A09    | Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso | 30078 |
| N39    | Otros trastornos del sistema urinario                   | 18736 |
| K40    | Hernia inguinal                                         | 14208 |



# Enfermedades a considerar

CIE-10=Clasificación internacional de enfermedades, décima versión

## **CIE-10 Enfermedades intestinales infecciosas**

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| A00 | Cólera                                                                       |
| A01 | Fiebres tifoidea y paratifoidea                                              |
| A02 | Otras infecciones debidas a Salmonella                                       |
| A03 | Shigelosis                                                                   |
| A04 | Otras infecciones intestinales bacterianas                                   |
| A05 | Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas, no clasificadas en otra parte |
| A06 | Amebiasis                                                                    |
| A07 | Otras enfermedades intestinales debidas a protozoarios                       |
| A08 | Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados    |
| A09 | Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado       |

Enfermedad  
Diarreica  
Aguda (EDAs)

## **CIE 10 CIE 10 Infecciones agudas de las vías respiratorias**

|                |         |                                                                |
|----------------|---------|----------------------------------------------------------------|
| <b>J00-J06</b> |         | <b>Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores</b> |
| <b>J09-J22</b> |         | <b>Infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores</b> |
|                | J09-J11 | Influenza                                                      |
|                | J12-J18 | Neumonía                                                       |
|                | J20-J22 | Bronquitis y otras                                             |

Infecciones  
respiratorias  
agudas  
(IRAs)



# Etapas de modelación

(1)

- Generar cubos espacio-temporales de salud

(2)

- Analizar la información de salud (tendencias)

(3)

- Buscar y estructurar variables determinantes de la salud

(4)

- Establecer un modelo entre determinantes y casos

(5)

- Predecir y simular evolución de los casos

# Diccionario de abreviaciones

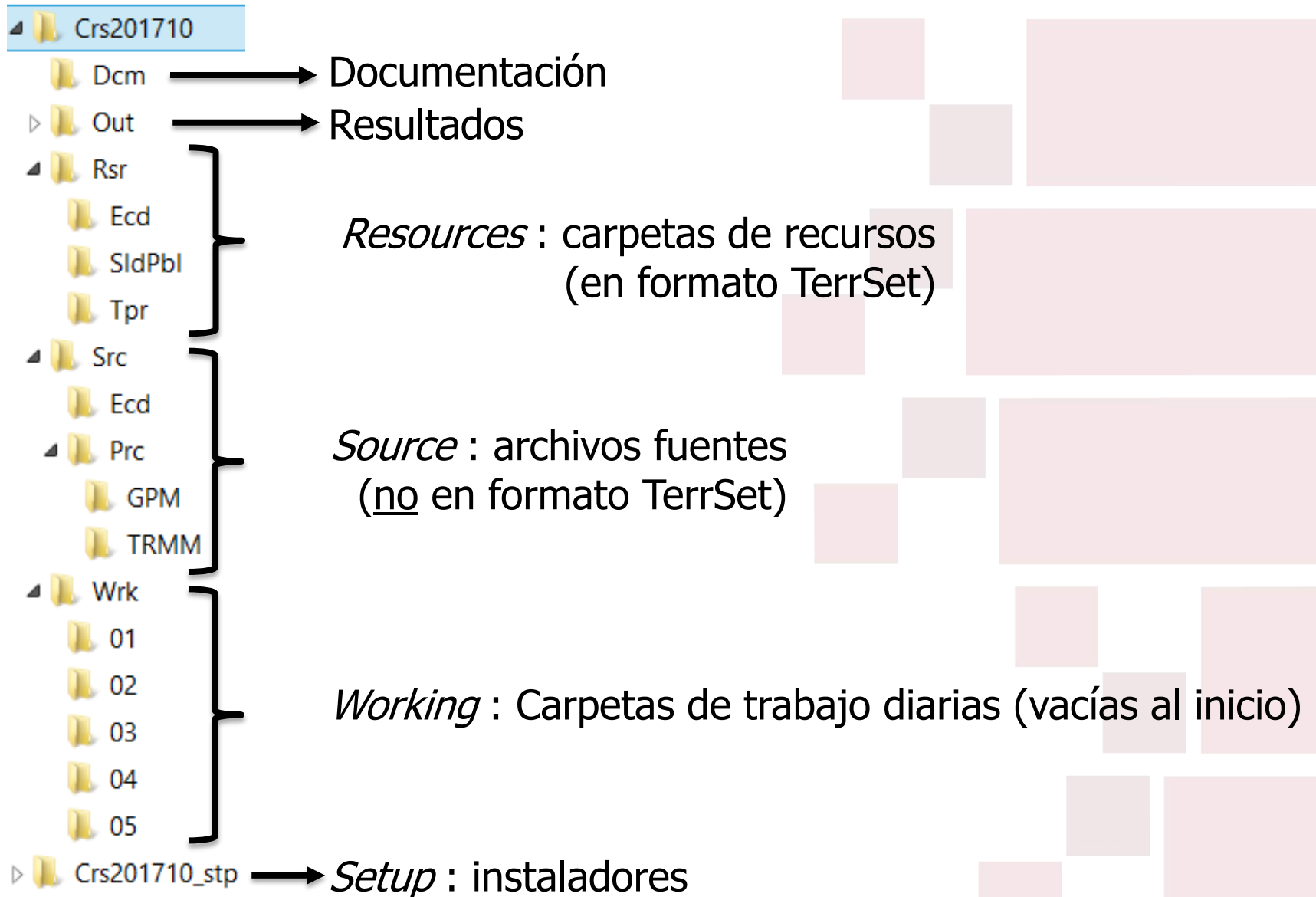
Regla general : primera letra + 2 consonantes de la palabra

| Nombre completo                           | Abreviación |
|-------------------------------------------|-------------|
| <b>Pro</b> vincia                         | Prv         |
| <b>Alt</b> itud                           | Alt         |
| <b>Somb</b> reado<br>( <i>Hillshade</i> ) | Smb         |
| <b>Clim</b> a                             | Clm         |
| <b>Prec</b> ipitación                     | Prc         |
| <b>Temper</b> atura                       | Tpr         |
| <b>temp</b> oral                          | tmp         |

| Nombre completo                               | Abreviación |
|-----------------------------------------------|-------------|
| <b>Parro</b> quia                             | Prq         |
| <b>Pobl</b> ación                             | Pbl         |
| <b>Salud</b>                                  | Sld         |
| <b>Evaluación multi-</b><br><b>cri</b> terios | EMC         |
| <b>Fuente</b>                                 | Fnt         |
| <b>Resource</b> <i>dir</i>                    | Rsr         |
| <b>Working</b> <i>dir</i>                     | Wrk         |



# Estructura de carpetas





# *Input (entrada)/ output (resultado)*



Buscar el archivo de entrada  
**existente**

Input file :

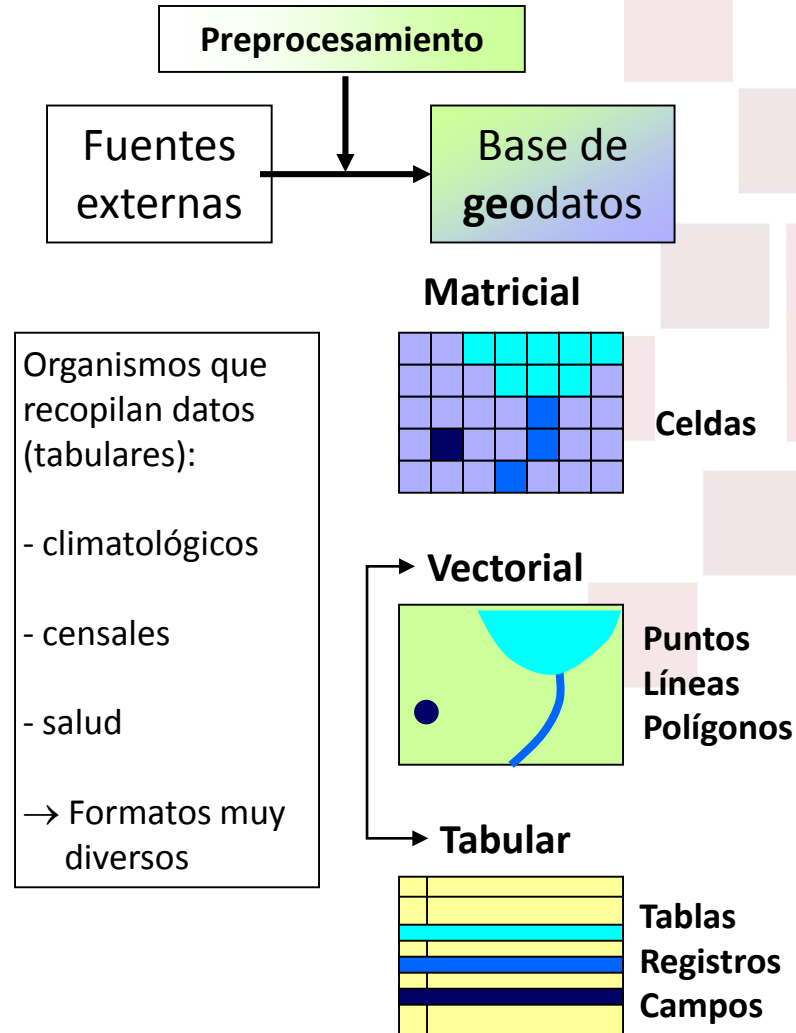
Output file :

Escribir nombre para un **nuevo** archivo





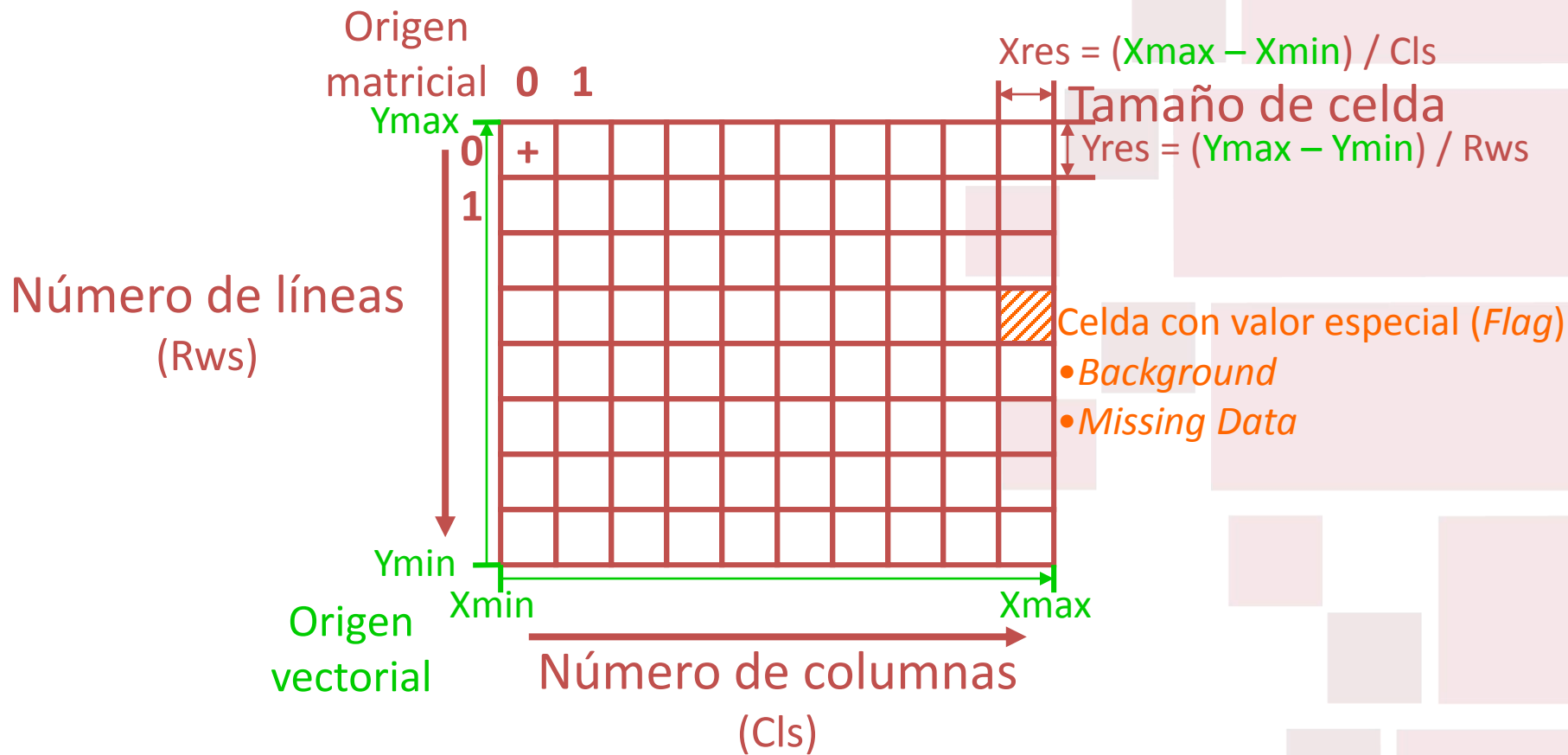
# Formatos utilizados en SIG





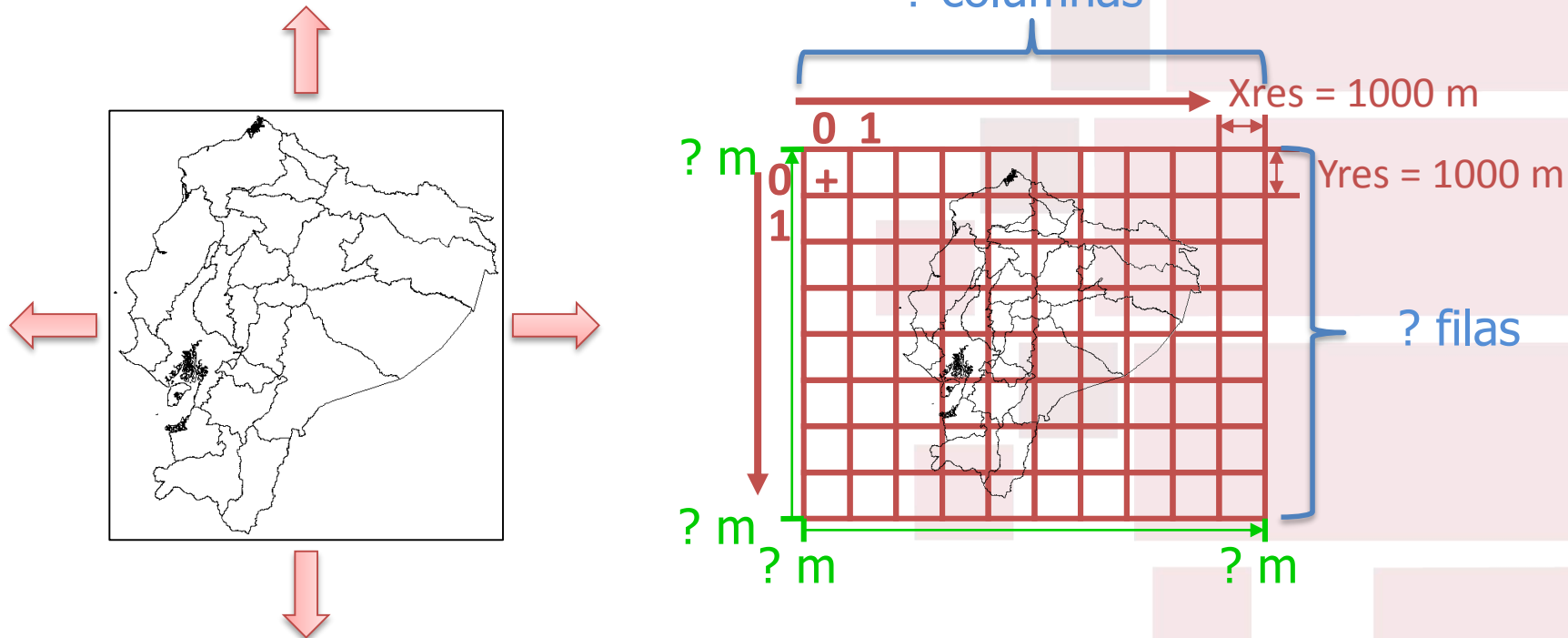
# Formato matricial

La entidad espacial **matricial** de base es la **celda** (o píxel).



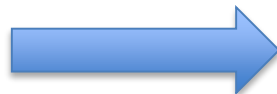
# Dimensión para Ecuador continental

Ejercicio : Conformar una matriz para estudiar Ecuador continental a 1000 m



## Extensión **vectorial**

min. X : 490611.2293  
max. X : 1147851.6417  
min. Y : 9445216.3501  
max. Y : 10161184.2655

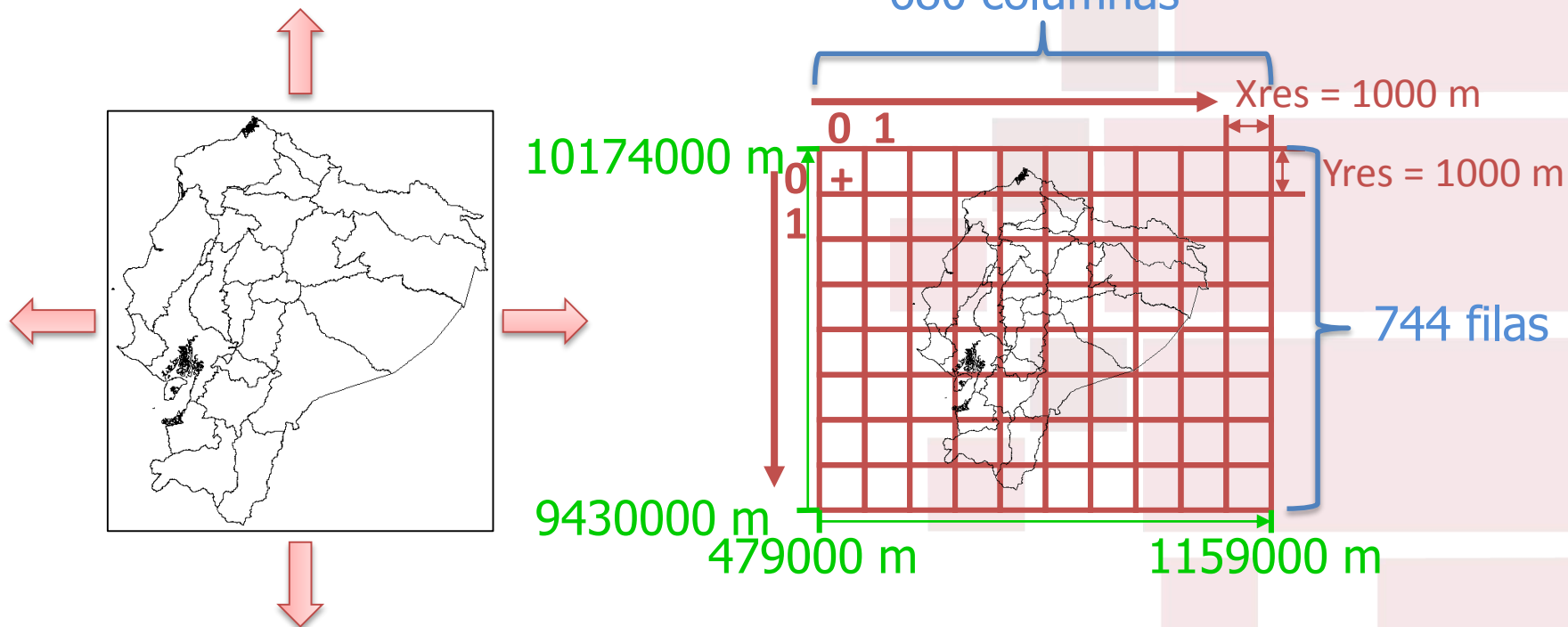


## Extensión **matricial**

min. X : \_\_\_\_ 000  
max. X : \_\_\_\_ 000  
min. Y : \_\_\_\_ 000  
max. Y : \_\_\_\_ 000

# Dimensión para Ecuador continental

Solución : Conformar una matriz para estudiar Ecuador continental a 1000 m



## Extensión **vectorial**

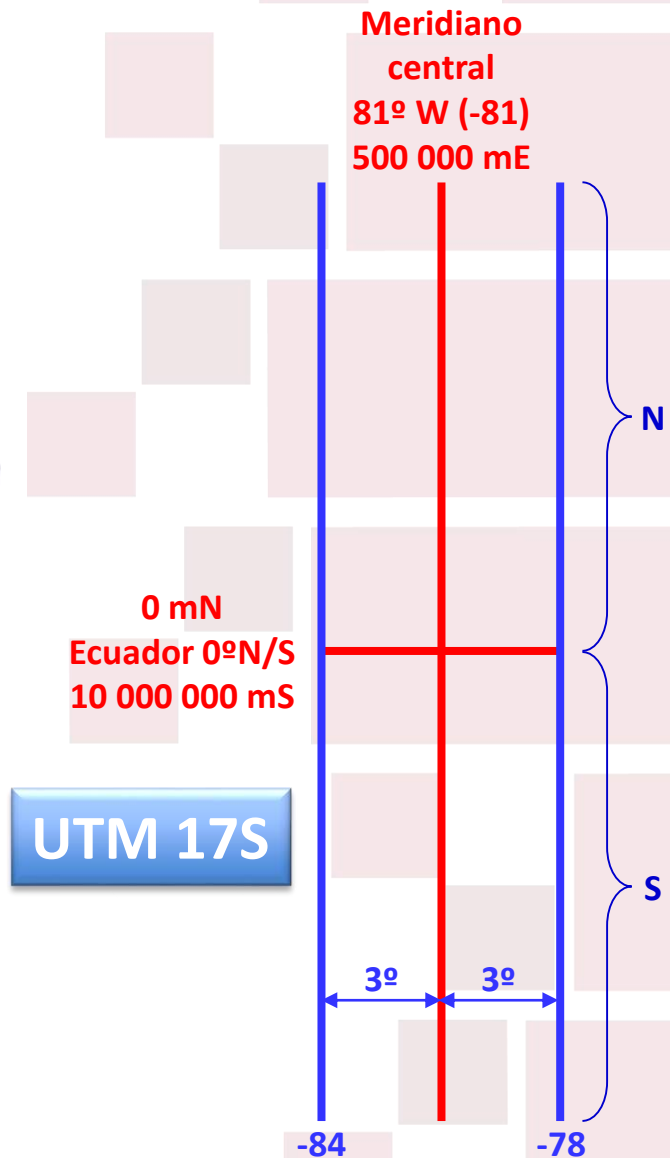
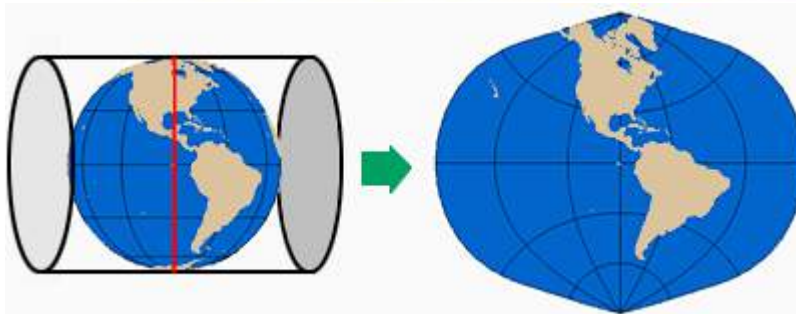
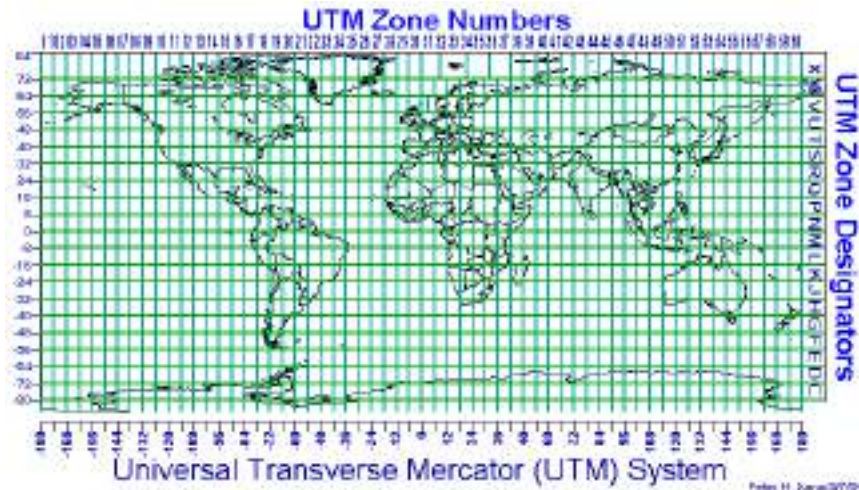
min. X : 490611.2293  
max. X : 1147851.6417  
min. Y : 9445216.3501  
max. Y : 10161184.2655

## Extensión **matricial**

min. X : 479 000  
max. X : 1 159 000  
min. Y : 9 430 000  
max. Y : 10 174 000



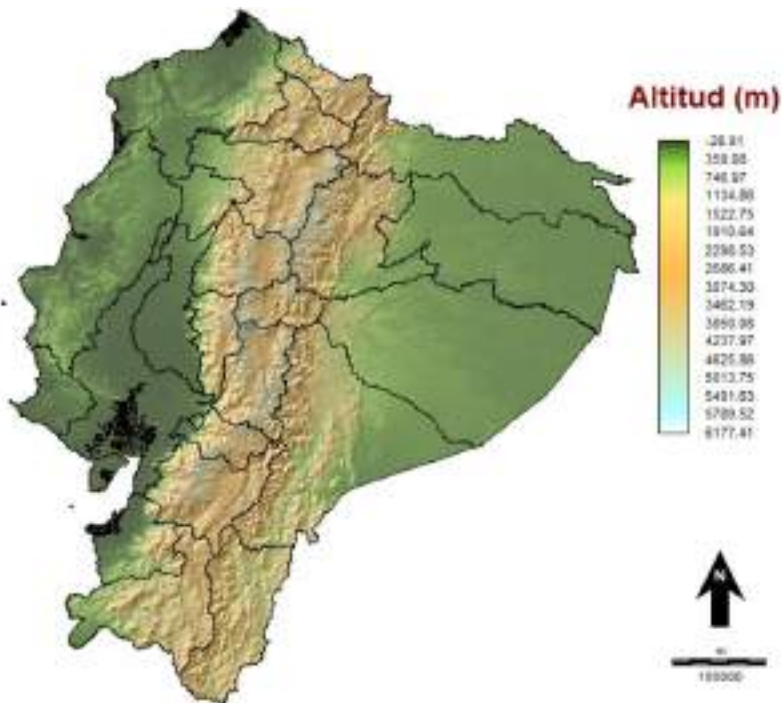
# Sistema de referencia





# Familiarización con TerrSet

- Ejercicio : preparar una composición cartográfica de la altitud de Ecuador (archivo .map)



## Sombreado (*hillshade*)

- Opción *Blend* para la altitud
- Opción Transparencia para la máscara

hillshade

## Creación de máscara

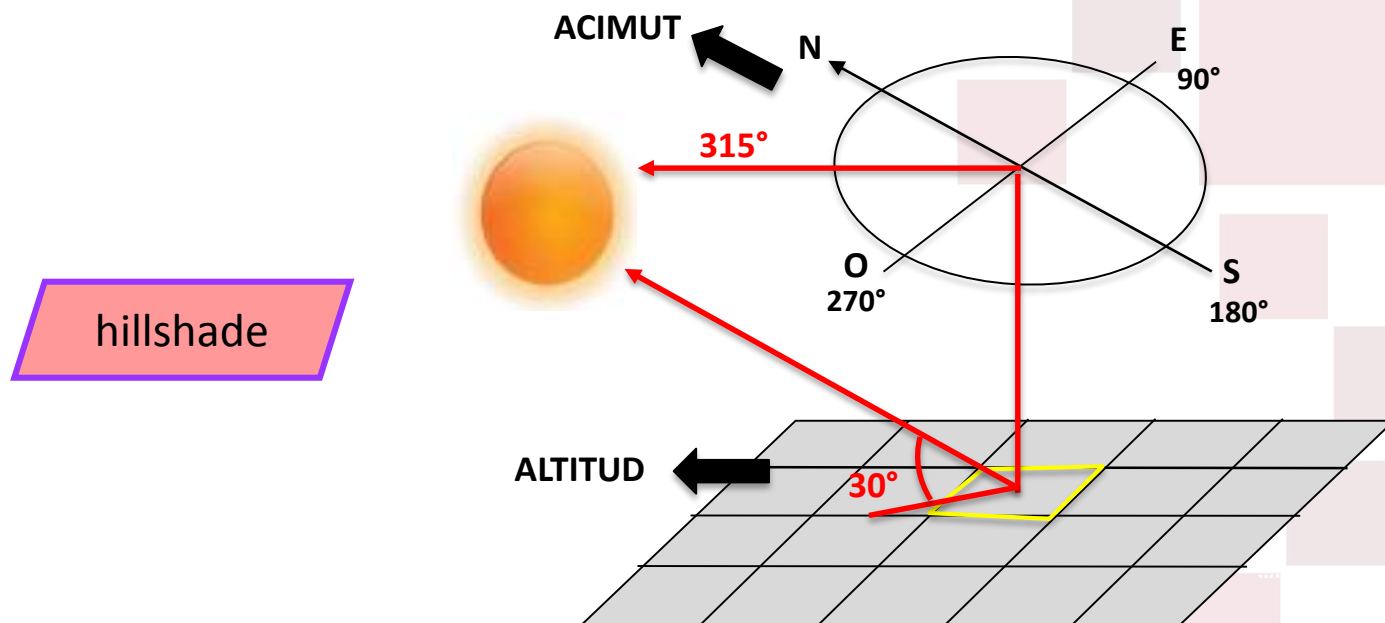
- Convertir vector de provincias a raster (PolyRas)
- Reclasificar a uno
- Invertir

polyras

reclass

# Sombreado

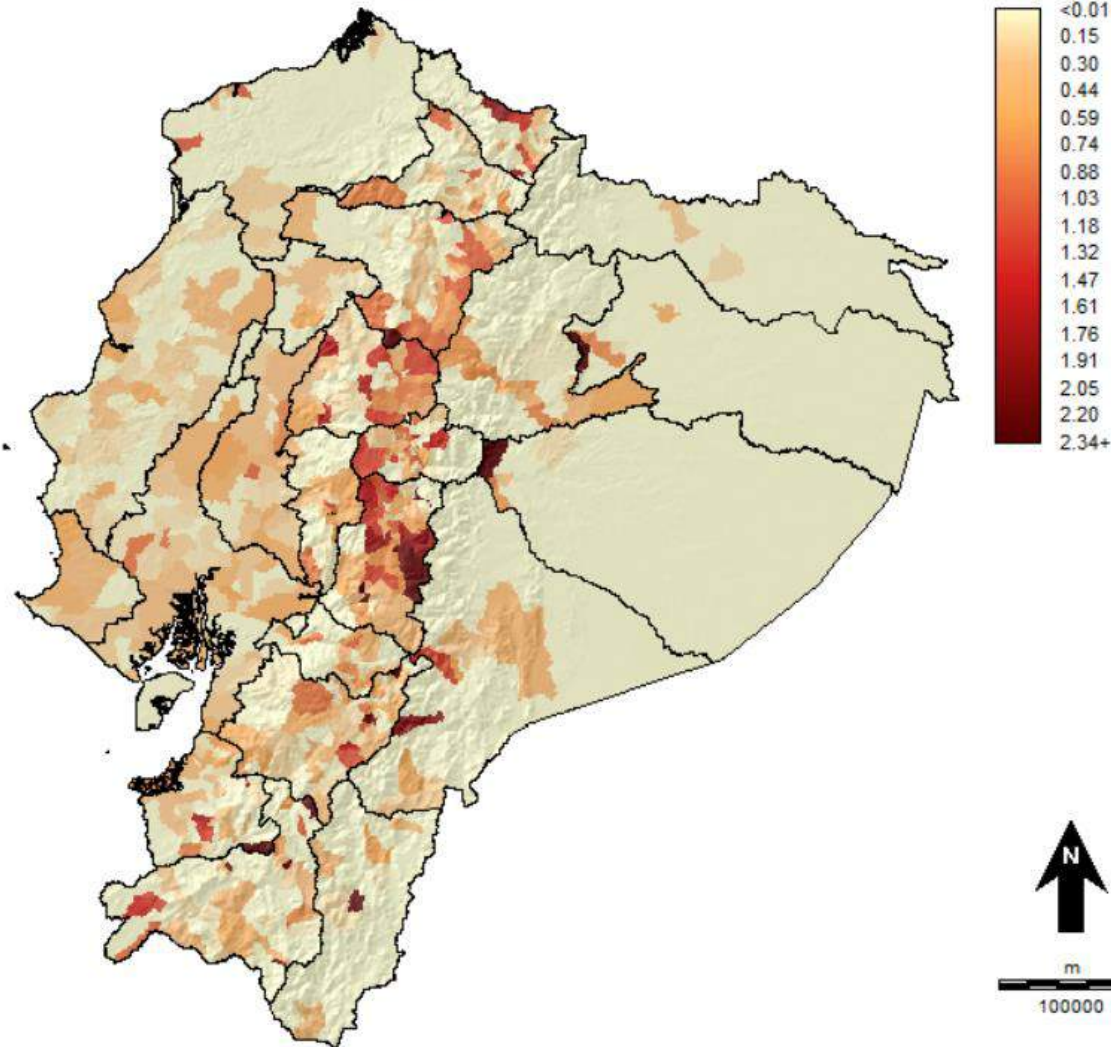
- Una imagen de sombreado analítico sirve sólo para visualización y se ve mejor con una paleta de escala de grises, aplicando contraste (*Stretch*). 
- El resultado numérico corresponde a un valor de iluminación relativa y no una medición física.
- Los cartógrafos suelen ubicar la luz solar al noroeste para que las montañas no parezcan barrancos.





# Composición para carga

Carga J09-J22





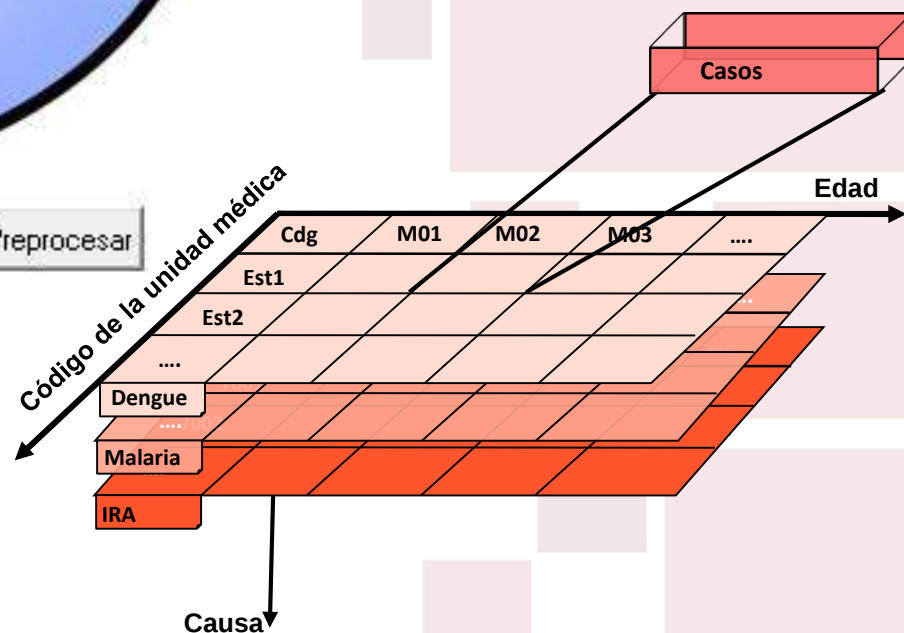
# Estructuración de tablas



Temática : Salud

Bases de datos Estructura

|                 | Variable      |
|-----------------|---------------|
| Por renglón :   | Unidad médica |
| Por campo :     | Edad          |
| Por tabla :     | Causa         |
| Por colección : | Periodo       |





# Bases Casos / Defunciones

| Fuente | Tema                       | Grupo      | Campos Edad                                                                                                                                                                               | CIE-10                                            |
|--------|----------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| INEC   | Defunciones 2015           | Mortalidad | <b>cod_edad</b><br>1=horas, 2=días, 3=meses, 4=años, 9=ignorado<br><b>edad</b> (valor)                                                                                                    | causa4 (4 caracteres)<br>causa (3 caracteres)     |
| INEC   | Egresos hospitalarios 2015 | Morbilidad | <b>cod_edad</b><br>1=Horas (1 a 23 horas de edad)<br>2=Días (1 a 28 días de edad)<br>3=Meses (1 a 11 meses de edad)<br>4=Años (1 a 115 años de edad)<br>9=ignorado<br><b>edad</b> (valor) | cau_cie10 (4 caracteres)<br>causa3 (3 caracteres) |

Base **ViEpi** (Vigilancia Epidemiológica), MSP-Subsecretaría Nacional de Vigilancia de la Salud Pública : enfermedades de notificación obligatoria

Base **RDACAA** (Registro Diario Automatizado de Consultas y Atenciones Ambulatorias), MSP-Dirección Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud



# Espacialización

| UNF_CODI_A | Provincia  | Cantón                     | Unidad espacial | Servicio Total |
|------------|------------|----------------------------|-----------------|----------------|
| 01         | AZUAY      | CAMILO PONCE PONCE ENRIQUE |                 | 56             |
| 02         | AZUAY      | CAMILO PONCE ZUMIRRA       |                 | 11             |
| 1300       | MANABI     | NAMITA                     | 20 DE MAYO      | 8              |
| 1304       | MANABI     | NAMITA                     | SAN JOSE        | 4              |
| 1305       | MANABI     | NAMITA                     | 15 DE ABRIL     | 48             |
| 1302       | MANABI     | NAMITA                     | 24 DE MAYO      | 2              |
| 1303       | MANABI     | NAMITA                     | LOS ESTEROS     | 300            |
| 626        | ESMERALDAS | ESMERALDAS                 | HERMANOS CA     | 9              |
| 627        | ESMERALDAS | ESMERALDAS                 | SAN PABLO       | 23             |
| 624        | ESMERALDAS | ESMERALDAS                 | EL ARENAL       | 33             |
| 625        | ESMERALDAS | ESMERALDAS                 | SAN VICENTE D.  | 5              |
| 623        | ESMERALDAS | ESMERALDAS                 | SAN JOSE COTI   | 39             |
| 520        | EL ORO     | PASAJE                     | GALAYACU        | 13             |
| 621        | ESMERALDAS | ESMERALDAS                 | CENTRO DE SAL   | 64             |
| 523        | EL ORO     | PASAJE                     | UDICURUMI       | 1              |
| 522        | EL ORO     | PASAJE                     | TRES CERRITOS   | 65             |



División administrativa

Casos / área

Densidad poblacional

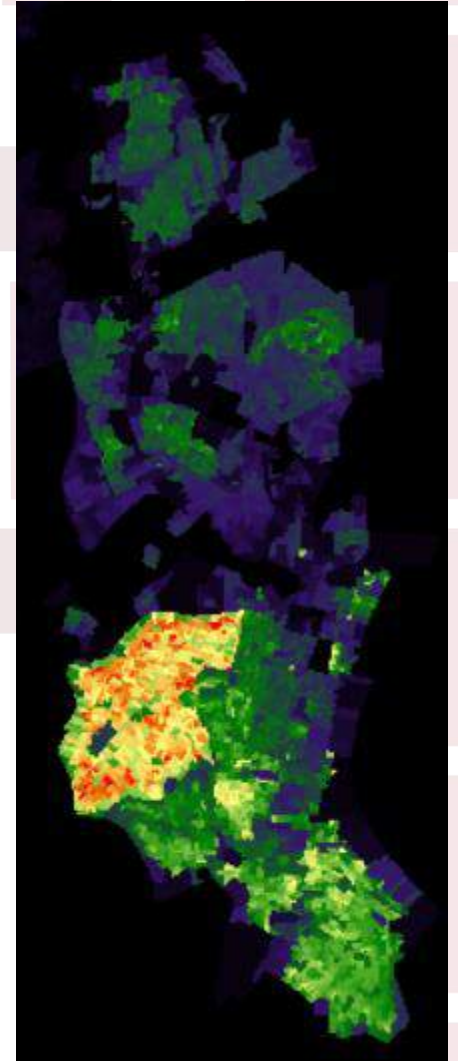
disaggregate

Inputs :

Feature definition image

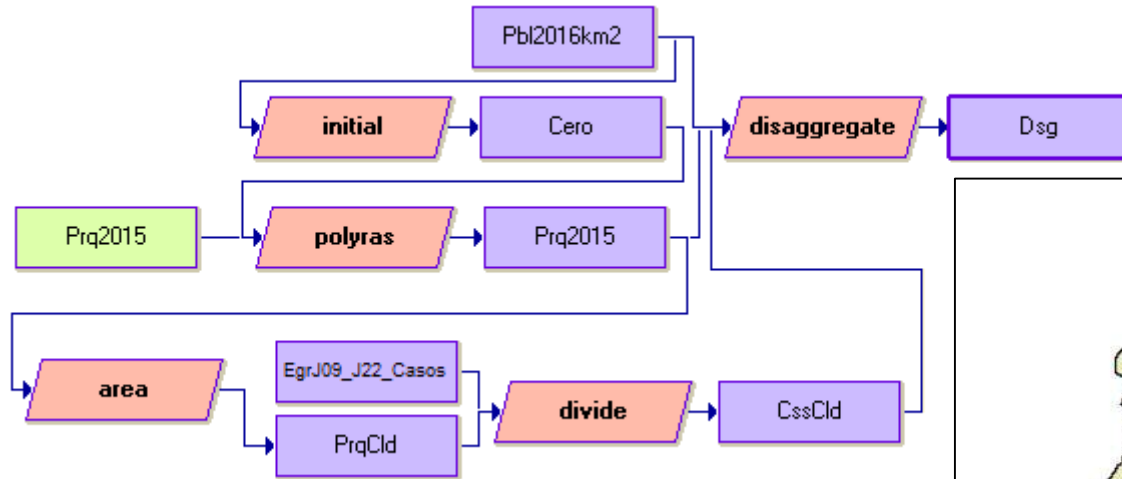
Regional data image

Dissagregation pattern image

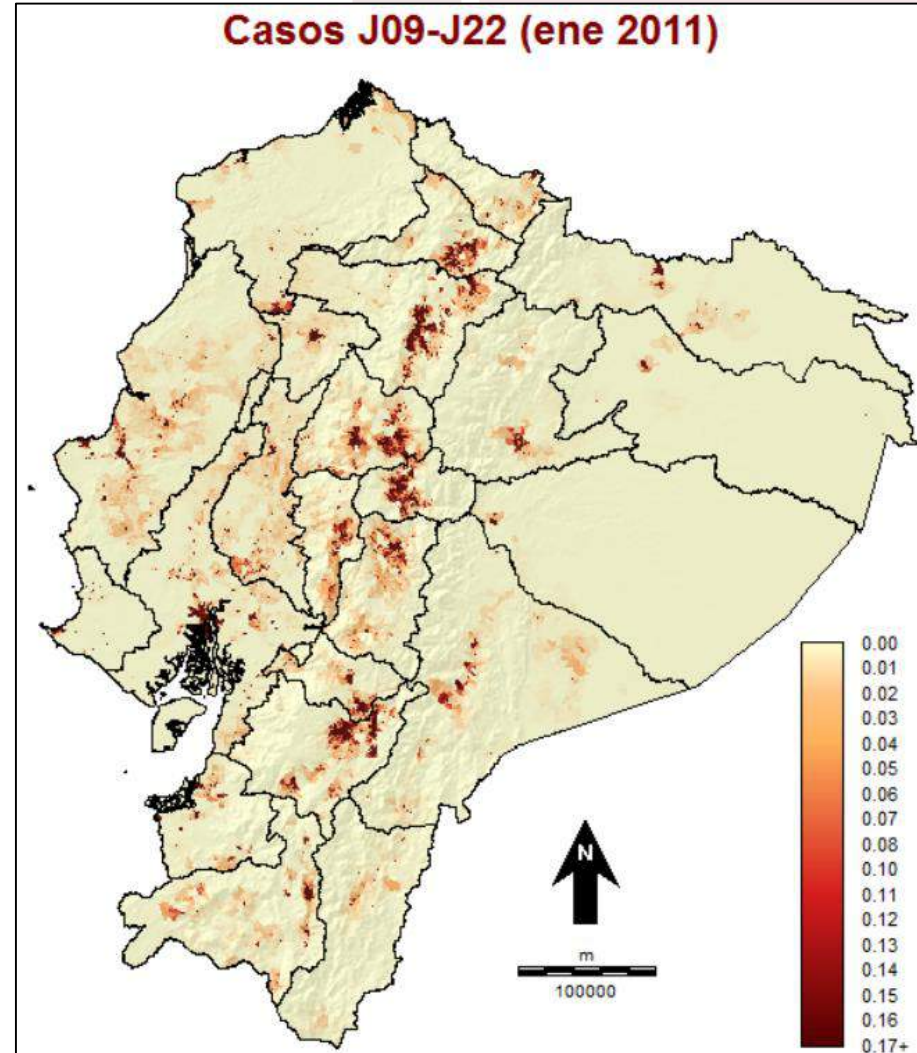




# Desagregación de casos



([Anio] = 2011) and ([Mes] = 1)





# Automatización - casos

Tabla > mapas desagregados (15 oct 2017)

Entradas

Base de datos : Egr2013\_2016 .acddb

Tabla : EgrA00\_A09

Casos

☐ Individuales

☒ Agrupados

Unidades de los casos : Prq2012 .vct

Campo de unidad vectorial : Prqldr

Imagen para desagregación : Pbl2016km2 .rst

Campo de año : Anio

Campo de mes/semana : Mes

☒ Acumulado con máscara

Campo de casos : Casos

Campo de enfermedad : Grupo

EcdMsk .rst

Enfermedad : Agua

Buffer : 5000

☒ Min.

☐ Max.

Opciones

Año inicial : 2013

Frecuencia temporal : Mensual

Año final : 2016

Resultado

Agua .rgf

Aceptar Cerrar Ayuda



0 - fuera del país

1 - sin casos

2 - casos pasados

3 - casos actuales

Tabla > mapas desagregados (15 oct 2017)

Entradas

Base de datos : Egr2013\_2016 .acddb

Tabla : EgrJ09\_J22

Casos

☐ Individuales

☒ Agrupados

Unidades de los casos : Prq2012 .vct

Campo de unidad vectorial : Prqldr

Imagen para desagregación : Pbl2016km2 .rst

Campo de año : Anio

Campo de mes/semana : Mes

☒ Acumulado con máscara

Campo de casos : Casos

Campo de enfermedad : Grupo

EcdMsk .rst

Enfermedad : Resp\_inf

Buffer : 5000

☒ Min.

☐ Max.

Opciones

Año inicial : 2013

Frecuencia temporal : Mensual

Año final : 2016

Resultado

Resp\_inf .rgf

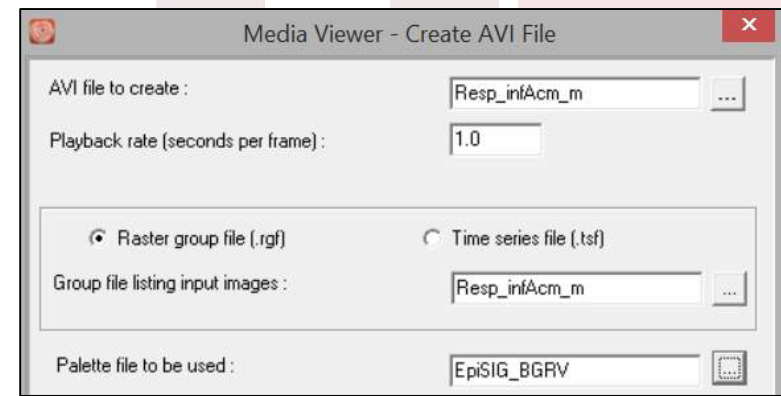
Aceptar Cerrar Ayuda



# Videos de casos

-  0 - fuera del país
-  1 - sin casos
-  2 - casos pasados
-  3 - casos actuales

Infecciones intestinales

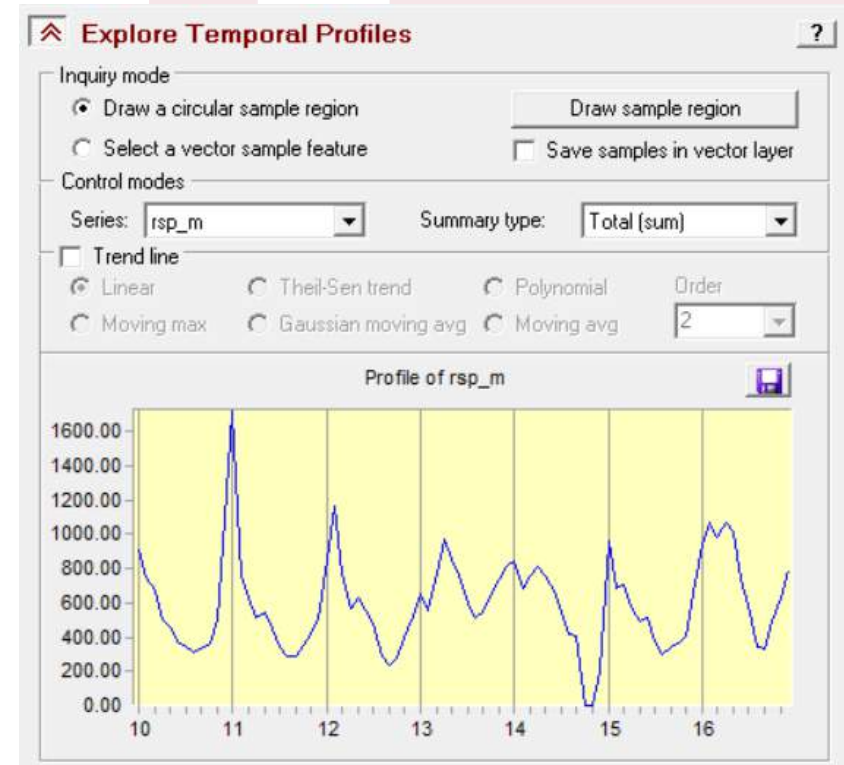
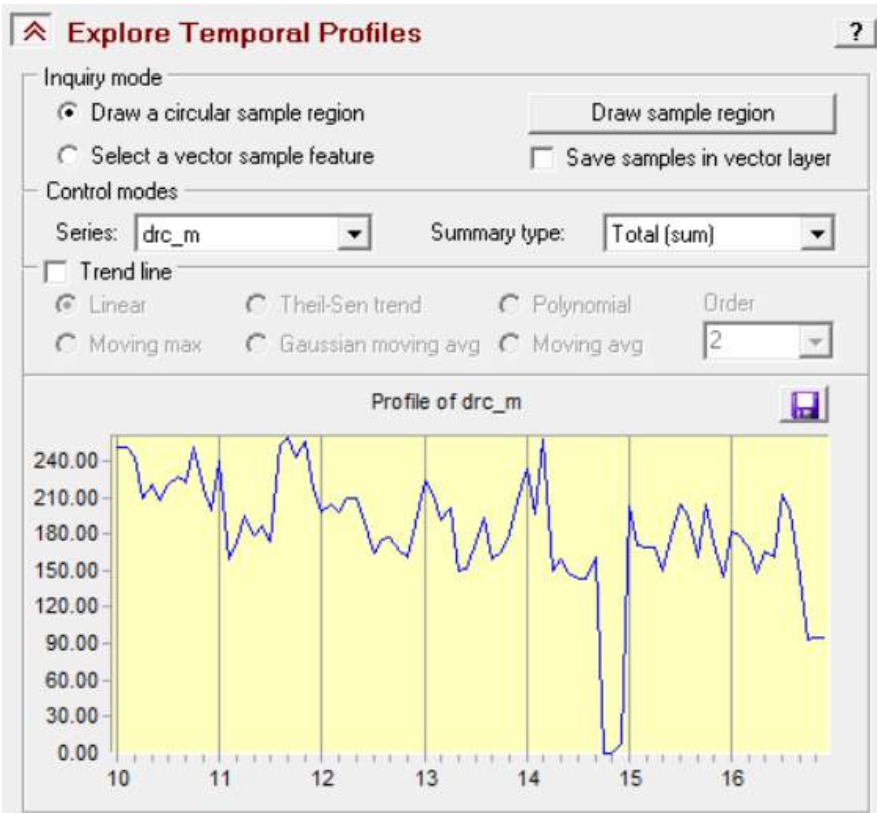


Infecciones respiratorias





# Perfiles temporales





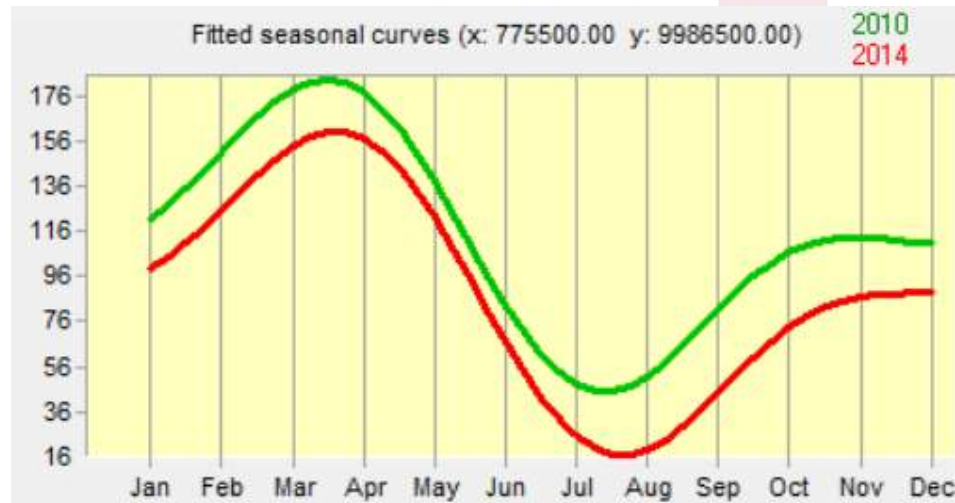
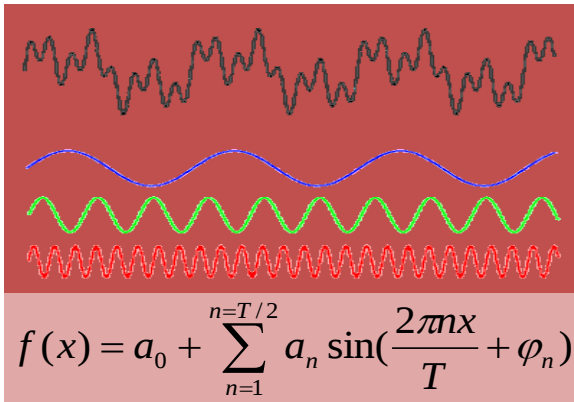
# Análisis de tendencias estacionales

## Proceso analítico en 2 etapas

1. Análisis armónico de cada año en la serie para determinar el valor medio de mejor ajuste (Amplitud 0), el ciclo anual (Amplitud 1 y Fase 1) y el ciclo mi-anual (Amplitud 2 and Fase 2)
2. Operador *Theil-Sen Median Slope* para determinar las tendencias en estos 5 parámetros

## Ventajas

1. No requiere identificar modelos cada año de los eventos estacionales/fenológicos
2. Remueve la variabilidad a corto plazo con frecuencia menor a 6 meses
3. Remueve la variabilidad interanual hasta 30% de la longitud de la serie





# Misiones y satélites de interés





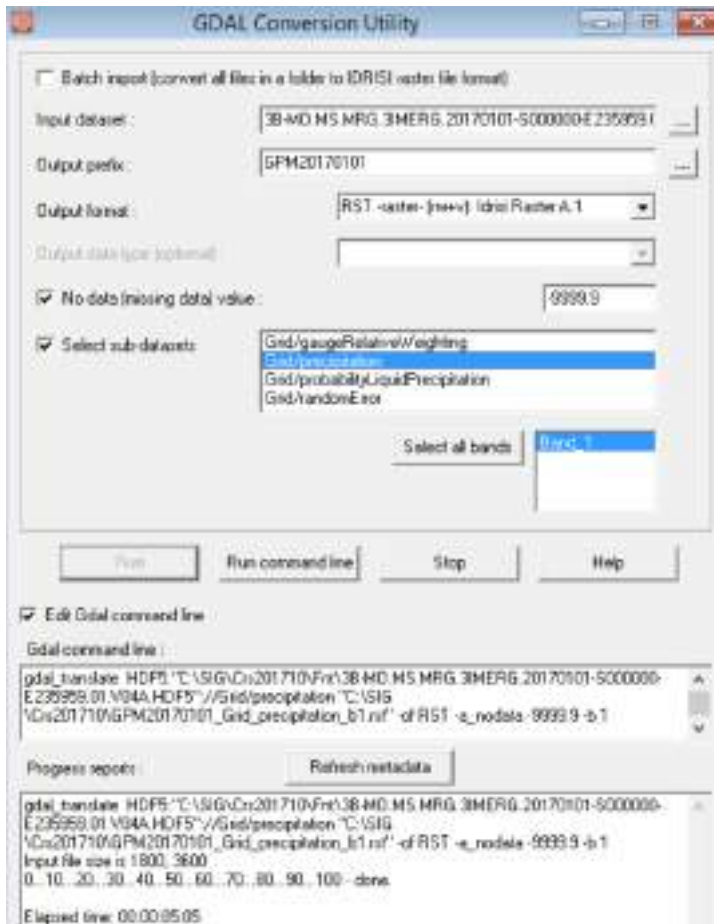
# Fuentes de imágenes satelitales utilizadas

| Variable              | Unidad                                                                                | Tiempo      | Frecuencia | Resolución espacial | Fuente                                                                                                                           |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altitud SRTM          | m (sobre el nivel del mar)                                                            | 2000        | 1 misión   | 1" (~30 m)          | <a href="http://earthexplorer.usgs.gov">http://earthexplorer.usgs.gov</a>                                                        |
| Precipitación TRMM    | Intensidad mm/h → mm                                                                  | 2010-201402 | Mes        | 0.25°<br>~ 25 km    | <a href="https://mirador.gsfc.nasa.gov/">https://mirador.gsfc.nasa.gov/</a>                                                      |
| Precipitación GPM     | Intensidad mm/h → mm                                                                  | 201403-2016 | Mes        | 0.1°<br>~ 10 km     | <a href="https://www.nasa.gov/mission_pages/GPM/main/index.html">https://www.nasa.gov/mission_pages/GPM/main/index.html</a>      |
| Temperatura LST MODIS | Media del día<br>$50 \times (^{\circ}\text{C} + 273.15) \rightarrow ^{\circ}\text{C}$ | 2010-2016   | Mes        | 0.05°<br>~ 5 km     | <a href="http://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/MOD11C3.005/">http://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/MOD11C3.005/</a> (versión 006 disponible) |



# Importación de imágenes GPM

**Global Precipitation Measurement (GPM)** : mission international network of satellites that provide the next-generation global observations of rain and snow  
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/GPM/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/GPM/main/index.html)



|            |         |           |                 |
|------------|---------|-----------|-----------------|
| Desde 2014 | Mensual | 60°N-60°S | 0.1 deg (10 km) |
|------------|---------|-----------|-----------------|

Open source **GDAL** raster translation software ([www.gdal.org](http://www.gdal.org))

GDAL = Geospatial Data Abstraction Library

```
gdal_translate  
HDF5:"C:\SIG\Crs201710\Fnt\3B-  
MO.MS.MRG.3IMERG.20170101-S000000-  
E235959.01.V04A.HDF5"://Grid/precipitation  
"C:\SIG\Crs201710\GPM20170101_Grid_prci  
pitation_b1.rst" -of RST -a_nodata -9999.9 -b 1
```



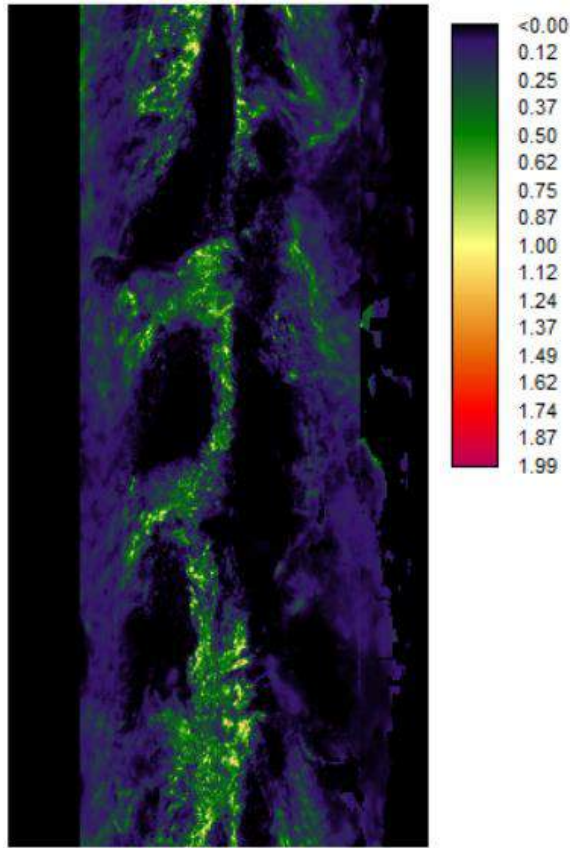
# Descargar GPM

| Resolution ?   | Regions - Dates ?                         | Latency ?                       | Format ? | Source ?                                                                                                        | DL ?                                                                                  |
|----------------|-------------------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.1° - Monthly | Gridded, 60°N-60°S, March 2014 to present | 4 months (research / final run) | HDF5     | Research: FTP (PPS)*<br><br>(monthly data files are in the folder corresponding to the first day of each month) |    |
|                |                                           |                                 | Giovanni | Giovanni                                                                                                        |    |
|                |                                           |                                 | HDF5     | OpenDAP                                                                                                         |    |
|                |                                           |                                 | HDF5     | Mirador                                                                                                         |    |
|                |                                           |                                 | GDS      | GrADS Data Server (GDS)                                                                                         |    |
|                |                                           |                                 | NETCDF   | Simple Subset Wizard                                                                                            |  |

<https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/gpm>

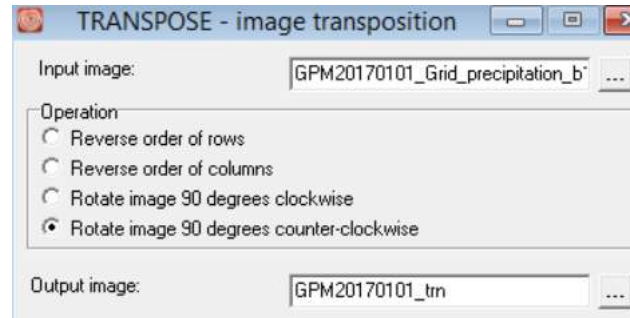


# Pre-procesamiento GPM

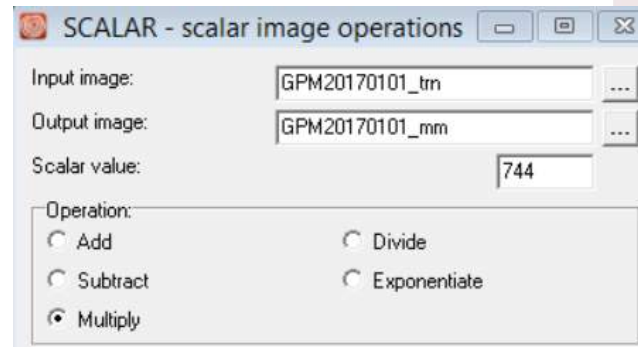


-90°

transpose



Scalar (x 744)



project

incluye

window

ref. system : LATLONG  
ref. units : deg

min. X : -180  
max. X : 180  
min. Y : -90  
max. Y : 90

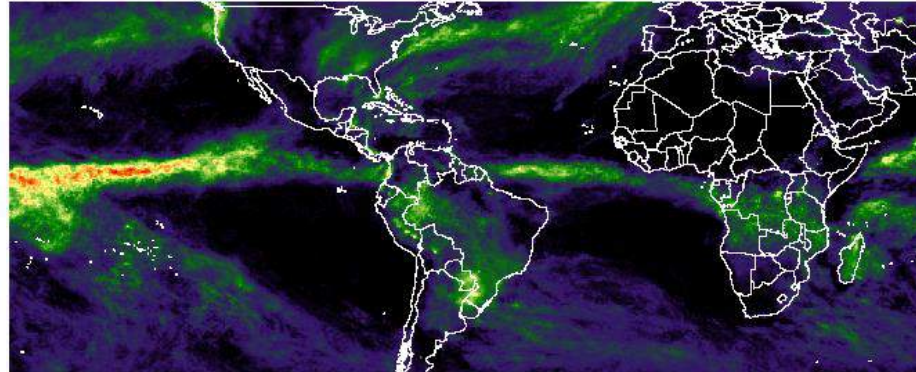
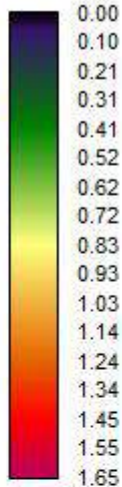
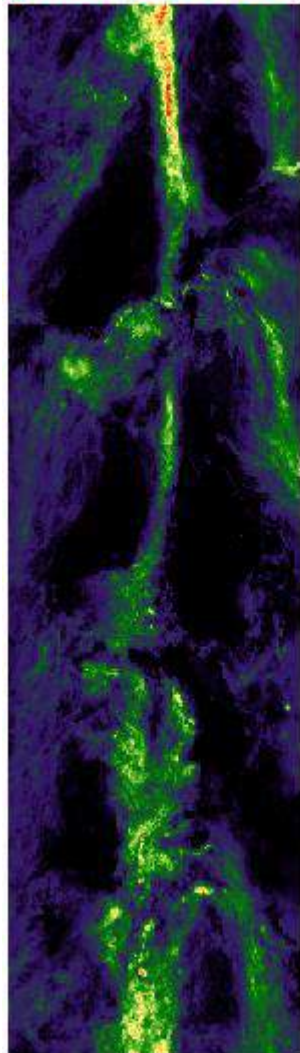
# TRMM mensual : procesamiento

HDFEOS



transpose

precipitation



ref. system : LATLONG  
ref. units : deg

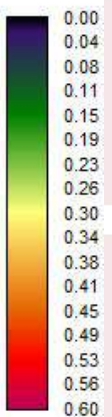
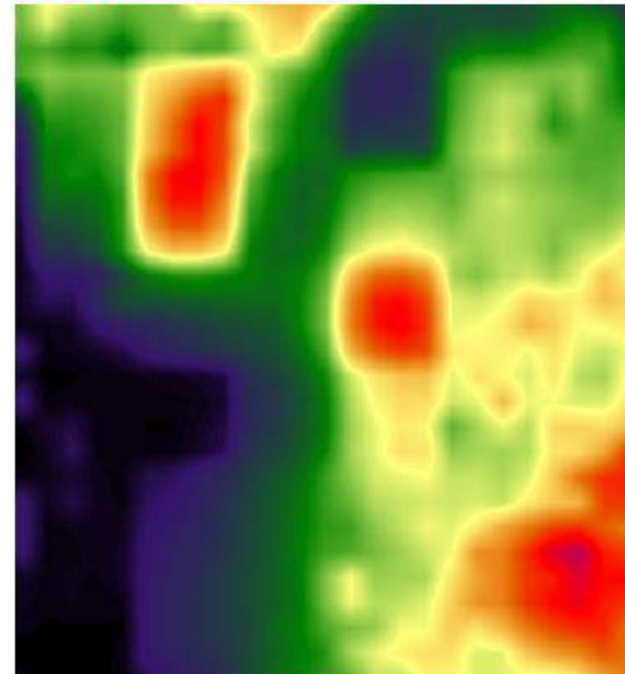
min. X : -180  
max. X : 180  
min. Y : -50  
max. Y : 50

project

incluye

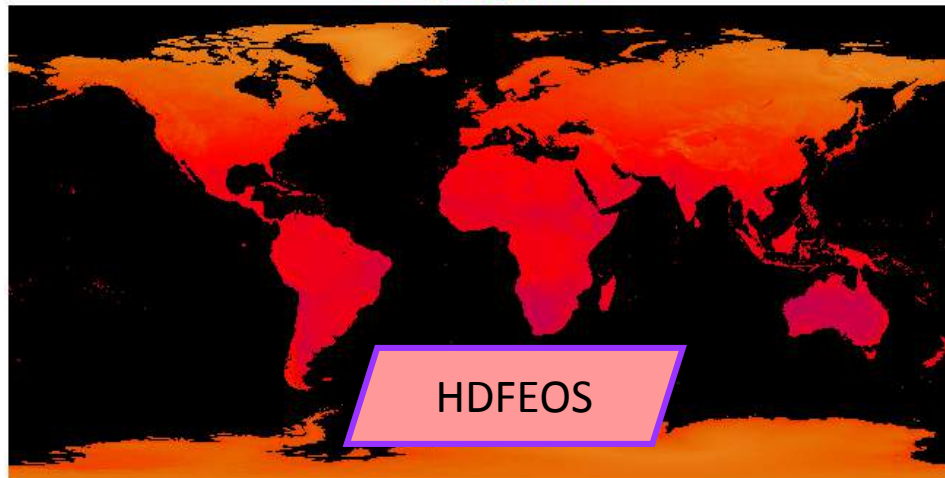
window

Projection from latlong to utm-17s

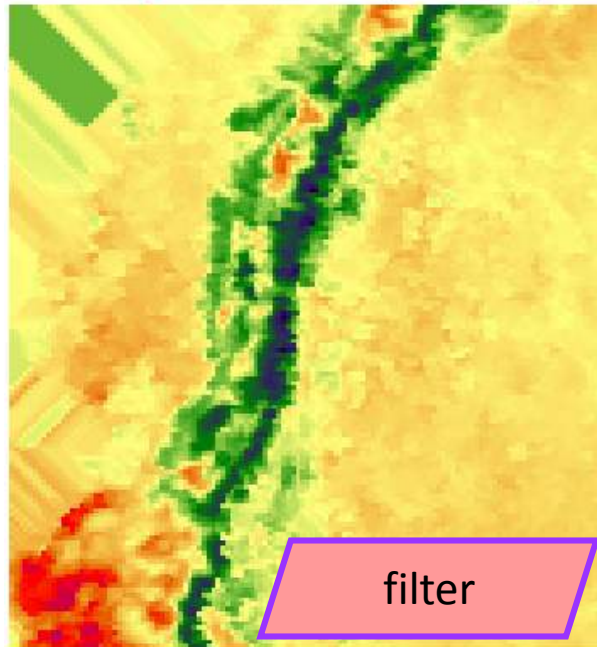


# MODIS\_LST : procesamiento

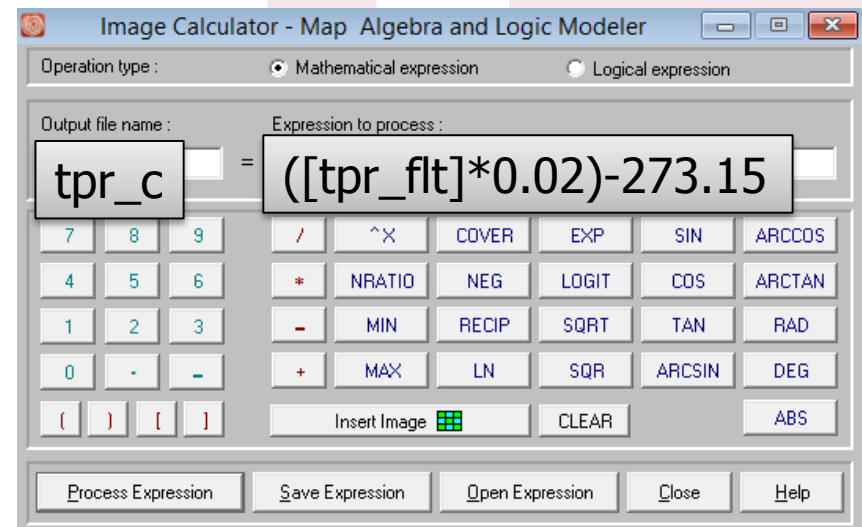
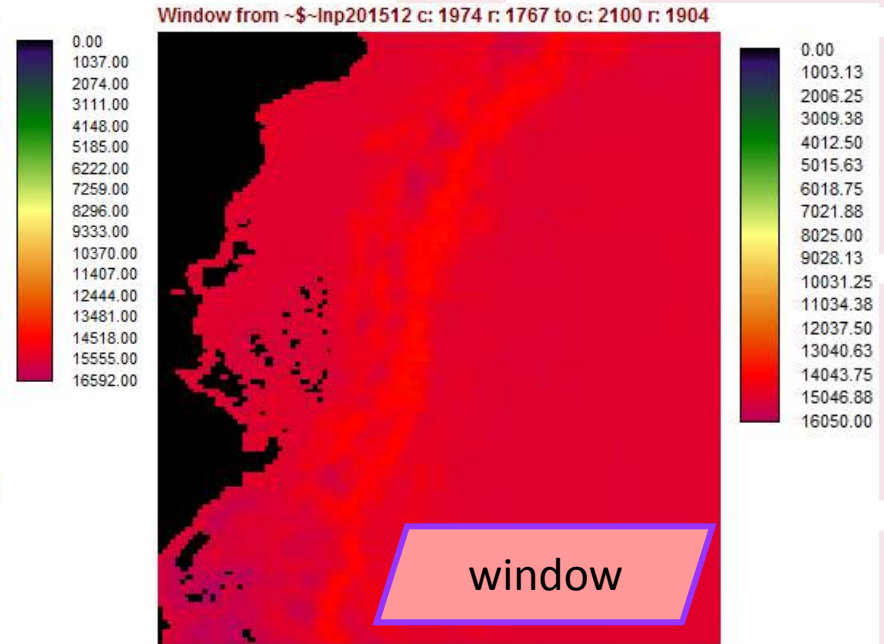
LST\_Day\_CMG



3 x 3 Adaptive box filter of ~\$~201512ft\_21



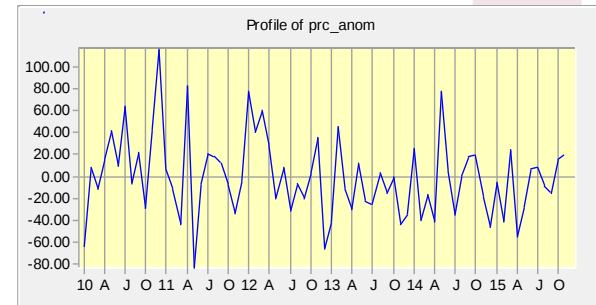
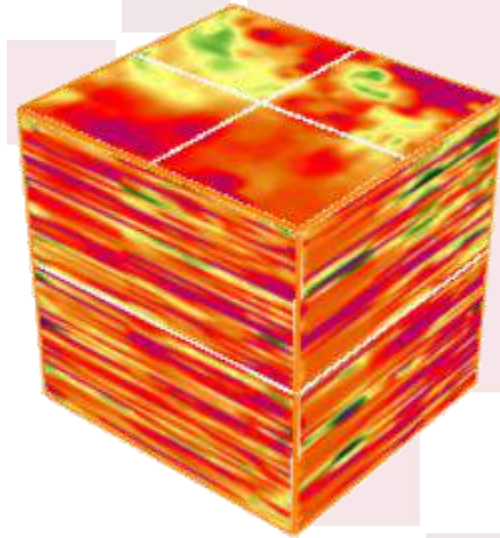
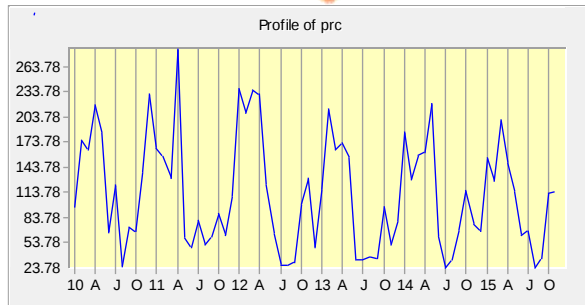
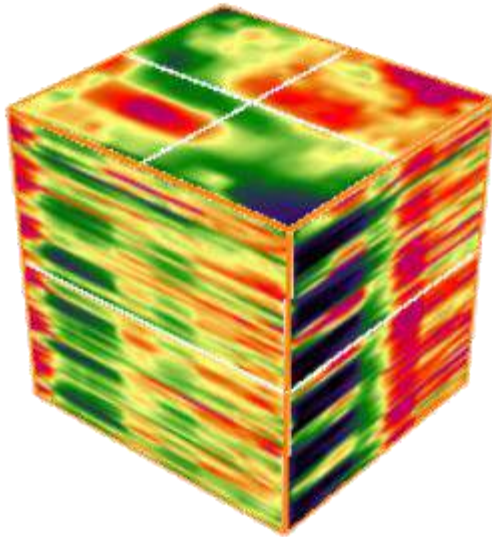
Adaptive  
Box





# Anomalías - *Deseason*

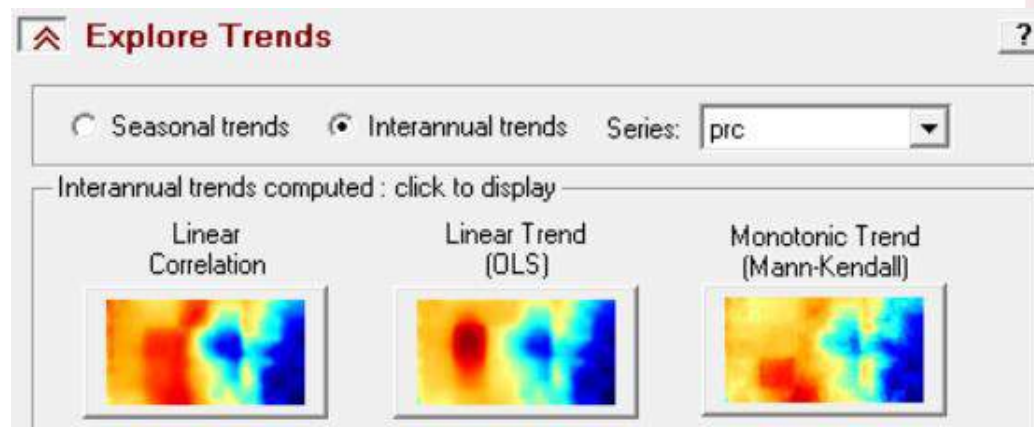
Quitar la estacionalidad en una serie temporal:  
calcular la desviación desde la media;  
anomalías estandarizadas incluyen la división  
por la desviación estándar.





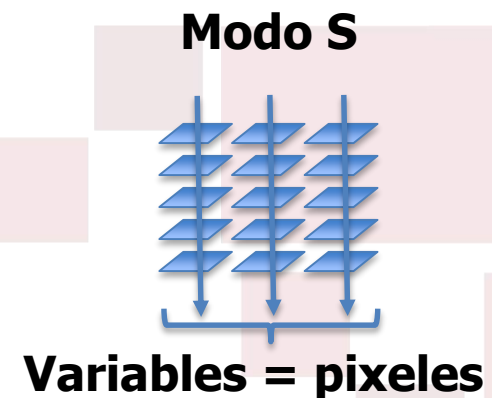
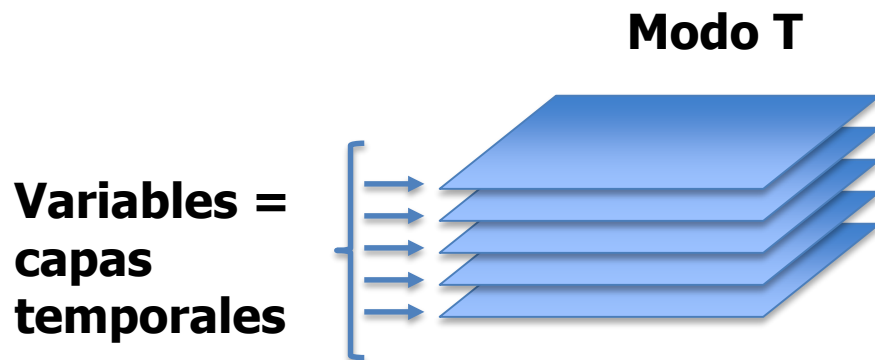
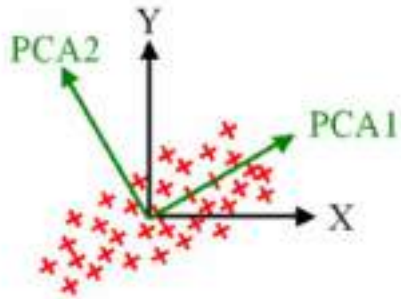
# Tendencia lineal

- **Linealidad  $R^2$**  : coeficiente de determinación de una regresión lineal entre los valores de cada pixel en el tiempo y una serie lineal. Grados de presencia de una tendencia lineal.
- **Correlación lineal** (*Pearson Product-Moment*) : sensible a ruido en series cortas
- **Tendencia lineal OLS** : pendiente de una regresión de los mínimos cuadrados; tasa de cambio por unidad de tiempo.
- **Tendencia de la mediana (Theil-Sen)**: tasa de cambio para series cortas con ruido (método que tarda más).
- **Tendencia monotónica (Mann-Kendall)** : indicador no lineal de crecimiento (+1) o decrecimiento (-1) continuo.



# Análisis de Componentes Principales

Transformación ortogonal de datos de dimensión  $n$  (imágenes) para generar un nuevo conjunto de imágenes (componentes) que no son correlacionadas entre ellas y que se ordenan según la proporción de varianza (información) extraída del conjunto original de imágenes.



- Con análisis en modo T, la imagen es el componente y la gráfica indica el peso – la correlación entre el patrón de la imagen componente y cada imagen en la serie.
- Con análisis en modo S (*Empirical Orthogonal Function analysis*), la gráfica es el componente y la imagen contiene los pesos (coeficientes de combinación lineal).



# Modelación lineal

**Linear Modeling**

Dependent series:

Independent variable type:  
☒ Image series ☐ Index series

| Lag | Series name |
|-----|-------------|
| 4   | prc         |
| 1   | tpr         |

N Series:

☒ Slope(s) and intercept  
☒ R ☐ R2  
☐ Adjusted R2 ☒ Partial R  
☐ Create residual series  
☒ Apply mask:

Output prefix:



Operation type: ☒ Mathematical expression ☐ Logical expression

Output file name:

Expression to process:

## Modelo de regresión lineal :

$$Drc = A*(Prc-4) + B*(Tpr-1) + C$$

## Expresión para la calculadora :

$$\begin{aligned} Drc_{201701} = & ([drc\_m\_lm\_slope\_1]*[prc201609]) + \\ & ([drc\_m\_lm\_slope\_2]*[tpr201612sea]) + \\ & [drc\_m\_lm\_intercept] \end{aligned}$$



# Censo Población

| <b>P03, P04M, P04A</b><br><b>Años cumplidos</b><br><b>Mes que nació</b><br><b>Año que nació</b> | <b>P19</b><br><b>Sabe leer</b><br><b>y escribir</b> | <b>P27</b><br><b>¿Que hizo la semana</b><br><b>pasada?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>P28</b><br><b>Si no ha trabajado</b>                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número                                                                                          | 1-Si<br>2-No                                        | 1-Trabajo al menos 1 hora<br>2-No trabajó pero si tiene trabajo<br>3-Al menos 1 hora fabricó algún producto<br>4-Al menos 1 hora ayudó en algún negocio o trabajo de un familiar<br>5-Al menos 1 hora realizó labores agrícolas o cuidó animales<br>6-Es cesante, Buscó trabajo habiendo trabajado antes y está disponible para trabajar<br>7-No trabajó | 1-Busca trabajo por primera vez y está disponible para trabajar<br>2-Es rentista<br>3-Es jubilado o pensionista<br>4-Es estudiante<br>5-Quehaceres domésticos<br>6-Discapacitado<br>7-Otro |



# Censo Vivienda

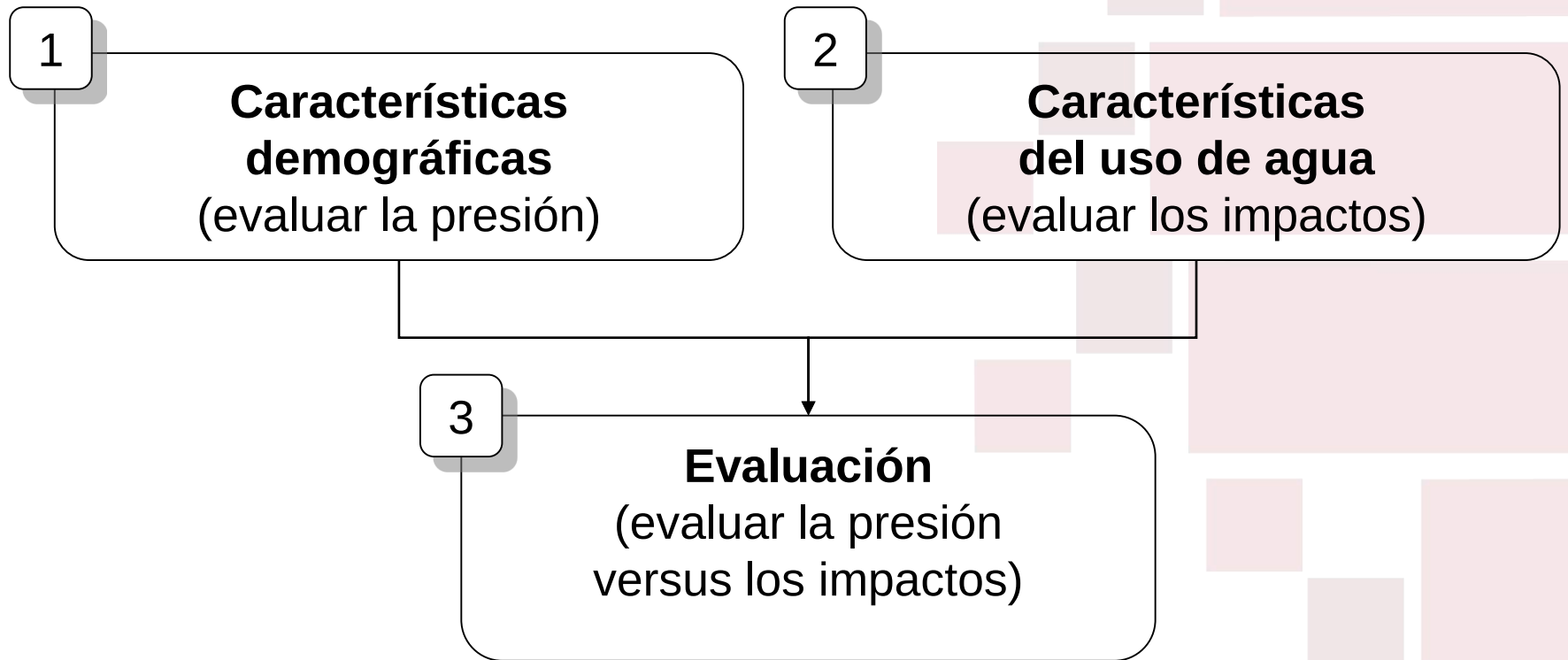
| <b>V01<br/>Techo o<br/>cubierta</b>                                                                                      | <b>V03<br/>Paredes<br/>exteriores</b>                                                                                                   | <b>V05<br/>Piso</b>                                                                                                                                                 | <b>V02,V04,V06<br/>Estado</b>  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1-Hormigón<br>(losa, cemento)<br>2-Asbesto<br>(Eternit, Eurolit)<br>3-Zinc<br>4-Teja<br>5-Palma, paja,<br>hoja<br>6-Otro | 1-Hormigón<br>2-Ladrillo o bloque<br>3-Adobe o tapia<br>4-Madera<br>5-Caña revestida o<br>bahareque<br>6-Caña no<br>revestida<br>7-Otro | 1-Duela, parquet, tablón<br>o piso flotante<br>2-Tabla sin tratar<br>3-Cerámica, baldosa, vinil<br>o mármol<br>4-Ladrillo o cemento<br>5-Caña<br>6-Tierra<br>7-Otro | 1-Bueno<br>2-Regular<br>3-Malo |

| <b>V07<br/>Proveniencia<br/>del agua</b>                                     | <b>V08<br/>Acceso agua</b>                                                 | <b>V09<br/>Evacuación</b>                                                                                                     | <b>V13<br/>Basura</b>                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-Red pública<br>2-Pozo<br>3-Río<br>4-Carro<br>repartidor<br>5-Otro (lluvia) | 1-Tubería dentro<br>2-Tubería cerca<br>3-Tubería fuera<br>4-No por tubería | 1-Conexión alcantarillado<br>2-Conexión pozo séptico<br>3-Conexión pozo ciego<br>4-Descarga al río<br>5-Letrina<br>6-No tiene | 1-Carro recolector<br>2-Arojada terreno<br>3-Quemada<br>4-Enterrada<br>5-Arojada río<br>6-Otro |



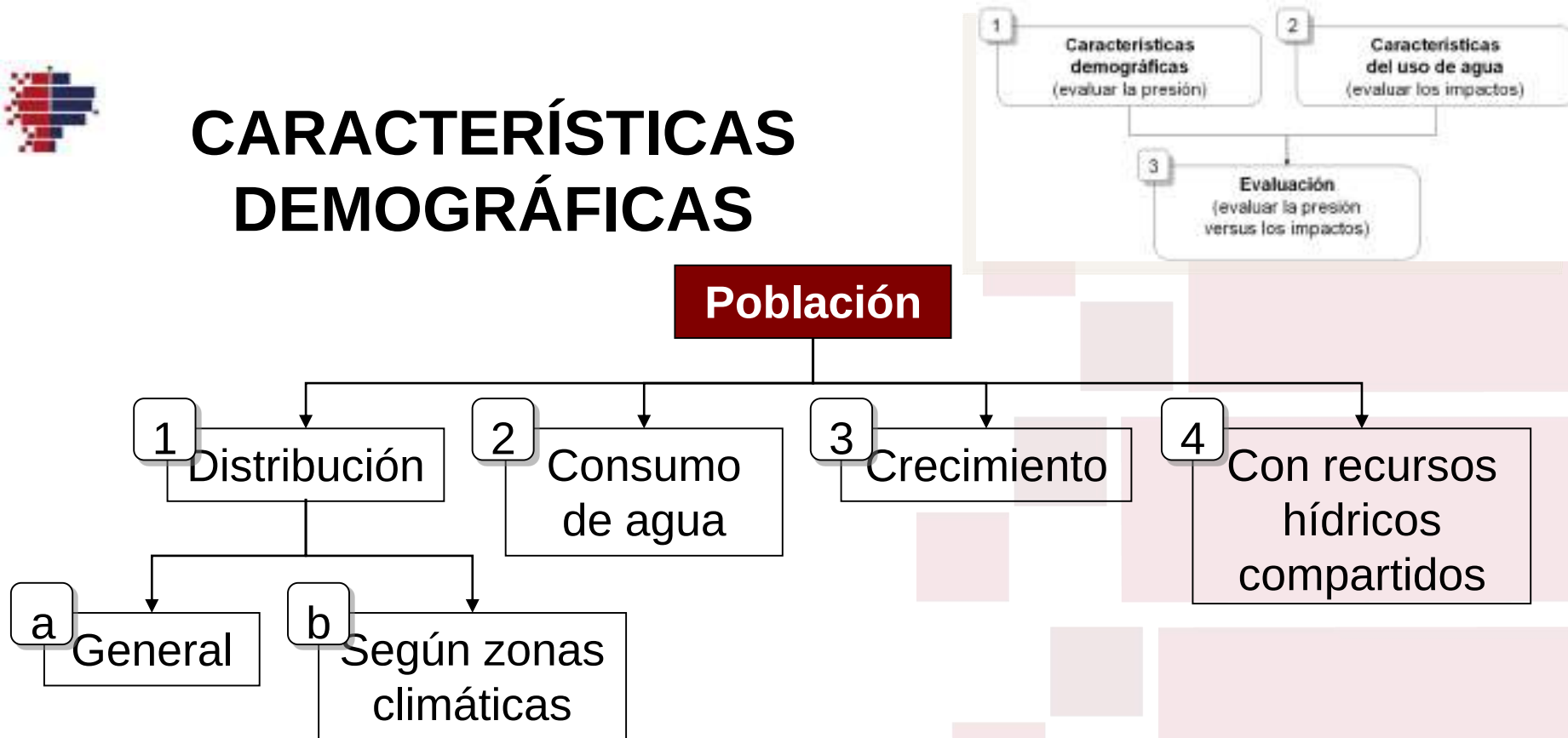
# Análisis Población-Agua

## DISEÑO CONCEPTUAL





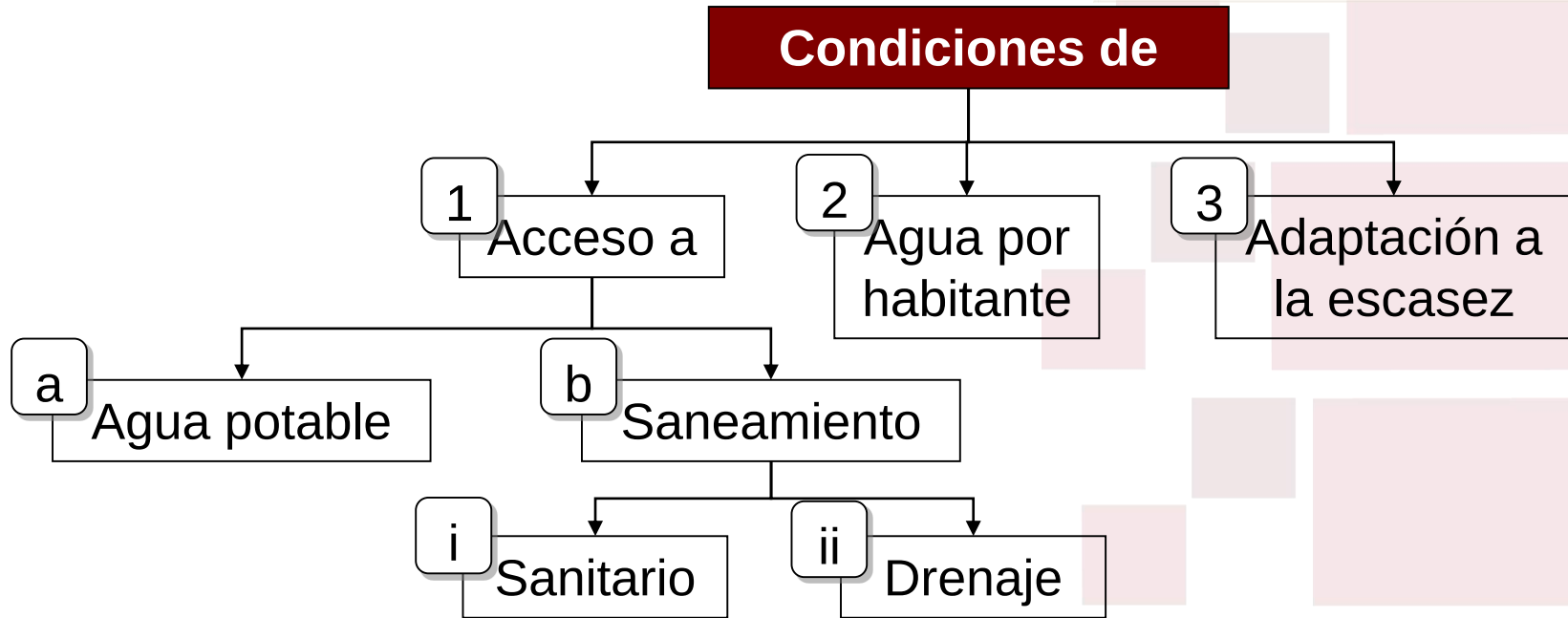
# CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS



1. Indicador de Distribución de la Población (1a)
2. Indicador de Población en Zonas Áridas (1b)
3. Indicador de Consumo Doméstico Estimado de Agua (2)
4. Indicador de Crecimiento de la Población (3)
5. Índice de Estrés Hídrico (4)



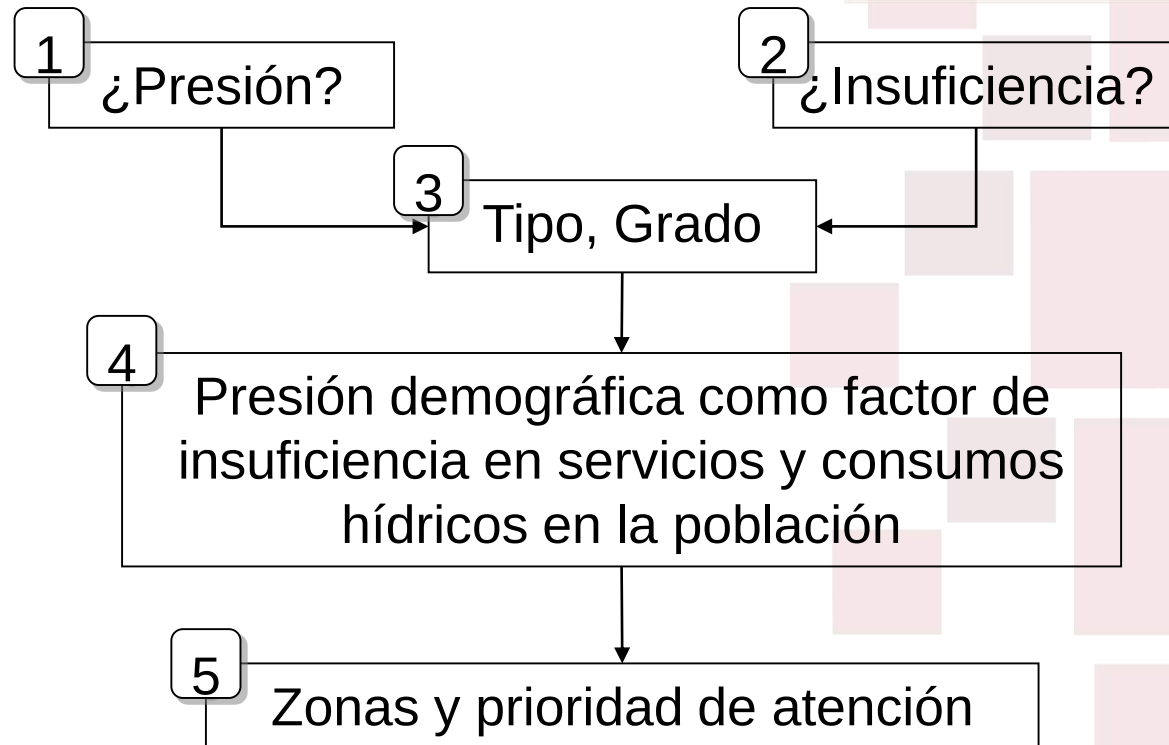
# CARACTERÍSTICAS DEL USO DE AGUA



1. Indicador de No Acceso a Agua (1a)
2. Indicador de No Acceso a Sanitario (1bi)
3. Indicador de No Acceso a Drenaje (1bii)
4. Indicador de Agua Per-Cápita (2)
5. Índice Social de Estrés Hídrico (3)



# EVALUACIÓN FINAL



1. Índice de Presión Demográfica sobre el Agua
2. Índice de Características del Uso de Agua
3. Índice de Evaluación Final



# Crecimiento y proyección

## Tasa de crecimiento

→ porcentaje de crecimiento de la población entre un tiempo inicial y un tiempo final

Método geométrico

$$100 \left[ \left( \frac{P_{c+1}}{P_c} \right)^{1/h} - 1 \right]$$

Método exponencial

$$100 \left[ \frac{1}{h} \ln \left( \frac{P_{c+1}}{P_c} \right) \right]$$

## Métodos de proyección

- Aritmético } 2 censos
- Geométrico }
- Logístico } 3 censos
- Mínimos cuadrados }

(lineal, exponencial, logarítmico y potencial)



# Variables bioclimáticas

Las variables bioclimáticas representan tendencias anuales, estacionalidad, extremos o factores ambientales limitantes.

|               | Variable bioclimática                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Bio 1</b>  | Temperatura media anual                                         |
| <b>Bio 2</b>  | Rango de temperatura diurno medio (Temp. Máxima – Temp. Mínima) |
| <b>Bio 3</b>  | Isotermalidad (Bio2 / Bio7) (* 100)                             |
| <b>Bio 4</b>  | Estacionalidad de temperatura (desviación estándar * 100)       |
| <b>Bio 5</b>  | Temperatura máxima del mes más caliente                         |
| <b>Bio 6</b>  | Temperatura mínima del mes más frío                             |
| <b>Bio 7</b>  | Rango de temperatura anual (Bio5 – Bio6)                        |
| <b>Bio 8</b>  | Temperatura media del trimestre más húmedo                      |
| <b>Bio 9</b>  | Temperatura media del trimestre más seco                        |
| <b>Bio 10</b> | Temperatura media del trimestre más caliente                    |
| <b>Bio 11</b> | Temperatura media del trimestre más frío                        |
| <b>Bio 12</b> | Precipitación total anual                                       |
| <b>Bio 13</b> | Precipitación del mes más húmedo                                |
| <b>Bio 14</b> | Precipitación del mes más seco                                  |
| <b>Bio 15</b> | Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)   |
| <b>Bio 16</b> | Precipitación del trimestre más húmedo                          |
| <b>Bio 17</b> | Precipitación del trimestre más seco                            |
| <b>Bio 18</b> | Precipitación del trimestre más caliente                        |
| <b>Bio 19</b> | Precipitación del trimestre más frío                            |

Un trimestre es un periodo de 3 meses móviles.



# 12 grupos por mes y variable

File Explorer showing a list of files:

- PrcM01.rgf
- PrcM02.rgf
- PrcM03.rgf
- PrcM04.rgf
- PrcM05.rgf
- PrcM06.rgf
- PrcM07.rgf
- PrcM08.rgf
- PrcM09.rgf
- PrcM10.rgf
- PrcM11.rgf
- PrcM12.rgf

Search bar: \*.rst,\*.rgf,\*.tsf,\*.vct,\*.vlx,\*.vgf,\*.ma

| Metadata       |           |
|----------------|-----------|
| Name           | PrcM01    |
| Group Count    | 7         |
| Group Item (1) | Prc201001 |
| Group Item (2) | Prc201101 |
| Group Item (3) | Prc201201 |
| Group Item (4) | Prc201301 |
| Group Item (5) | Prc201401 |
| Group Item (6) | Prc201501 |
| Group Item (7) | Prc201601 |

File Explorer showing a list of files:

- TprM01.rgf
- TprM02.rgf
- TprM03.rgf
- TprM04.rgf
- TprM05.rgf
- TprM06.rgf
- TprM07.rgf
- TprM08.rgf
- TprM09.rgf
- TprM10.rgf
- TprM11.rgf
- TprM12.rgf

Search bar: \*.rst,\*.rgf,\*.tsf,\*.vct,\*.vlx,\*.vgf,\*.map

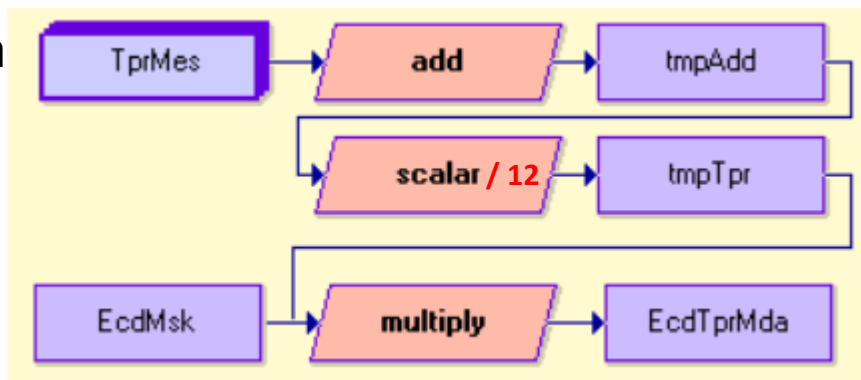
| Metadata       |              |
|----------------|--------------|
| Name           | TprM01       |
| Group Count    | 7            |
| Group Item (1) | Tpr201001Sea |
| Group Item (2) | Tpr201101Sea |
| Group Item (3) | Tpr201201Sea |
| Group Item (4) | Tpr201301Sea |
| Group Item (5) | Tpr201401Sea |
| Group Item (6) | Tpr201501Sea |
| Group Item (7) | Tpr201601Sea |



# Serie mensual 2010-2016

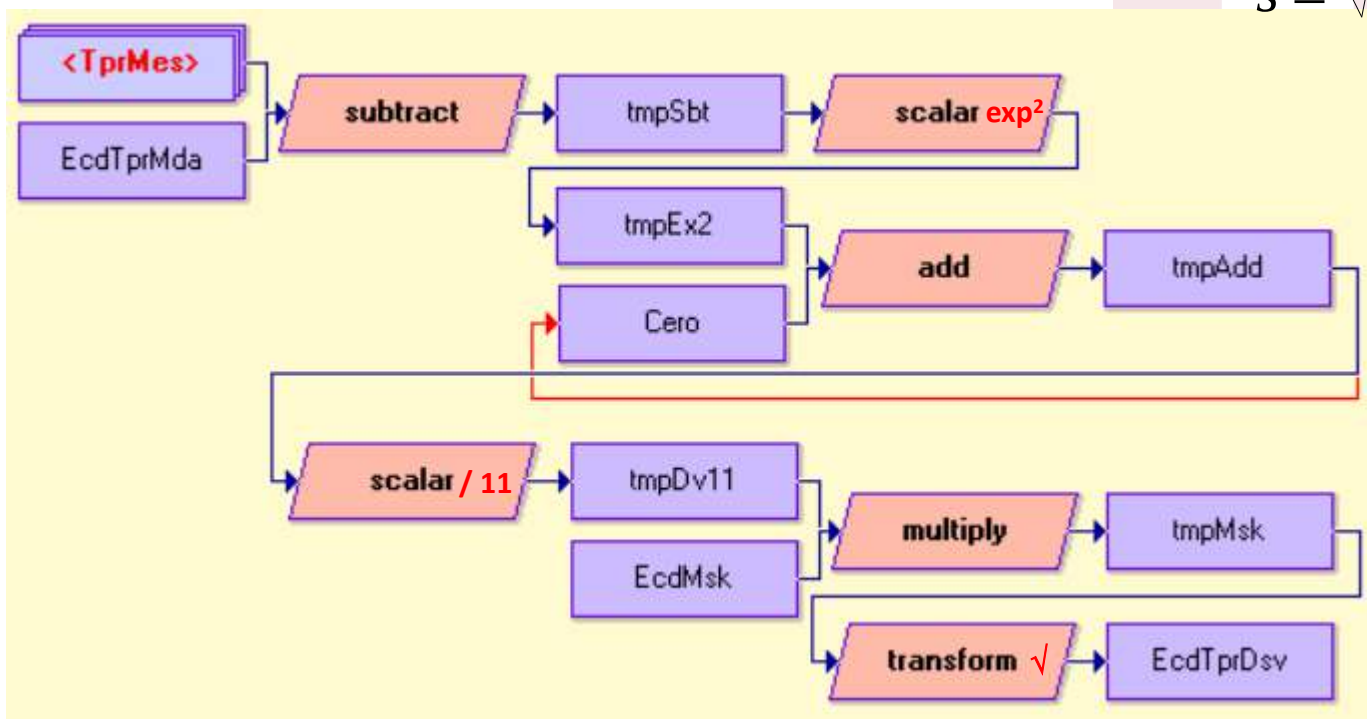
Media aritmética

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$



Desviación estándar muestral

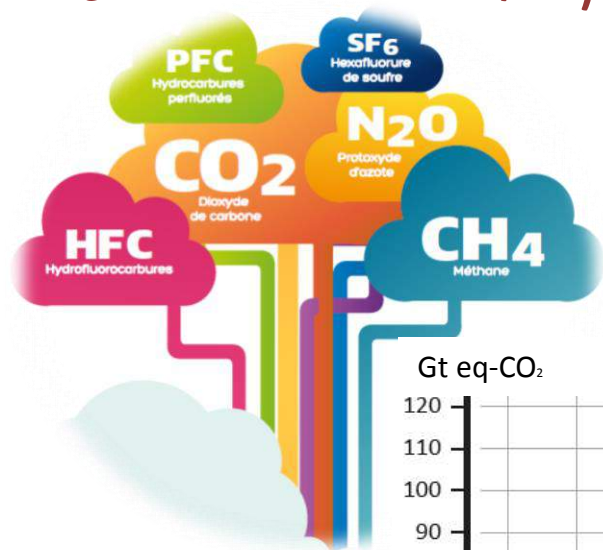
$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$



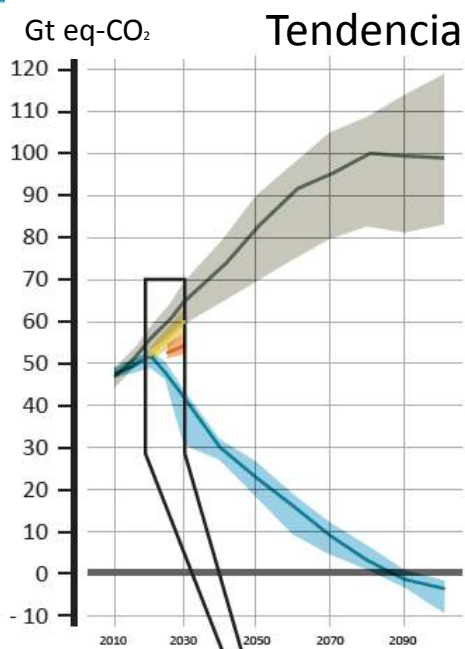


# Cambio climático

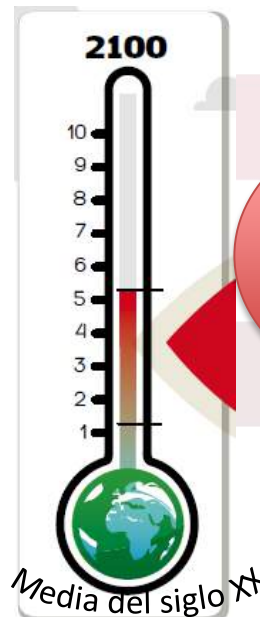
Emisión acelerada de gases a efecto invernadero (GEI)



En 2014, la concentración de gases a efecto invernadero rebasó los **400 ppm.**  
(OMM, 2015)

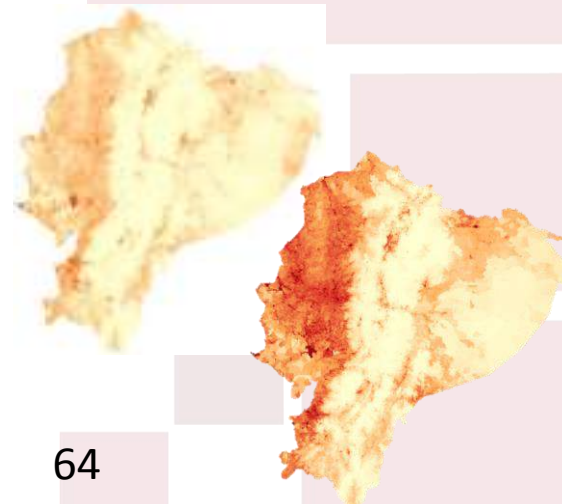


Descenso requerido para no superar 2°C de aumento en 2100 comparado con la era preindustrial (1850)



El aumento podrá alcanzar entre 1.3 y 5.3 °C

Impactos ? Cambios en la distribución espacial y temporal de los vectores de enfermedades...





# Observatorio orbital del carbono

Satellite ***Orbiting Carbon Observatory-2***, ou OCO-2  
Lanzado por la NASA en 2014

**Objetivo** de esta misión : observar la circulación y la evolución en la atmósfera del CO<sub>2</sub> producido por la combustión de las energías fósiles.

En 2015, El Niño provocó la emisión de aproximadamente 2.5 mil millones de toneladas de carbono adicional en la atmósfera comparando con 2011 durante su aparición anterior que puede durar varios años.

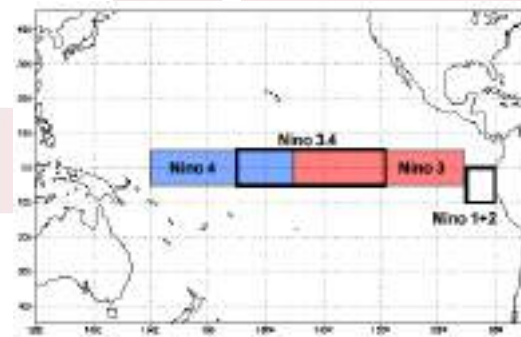


<https://oco.jpl.nasa.gov/>

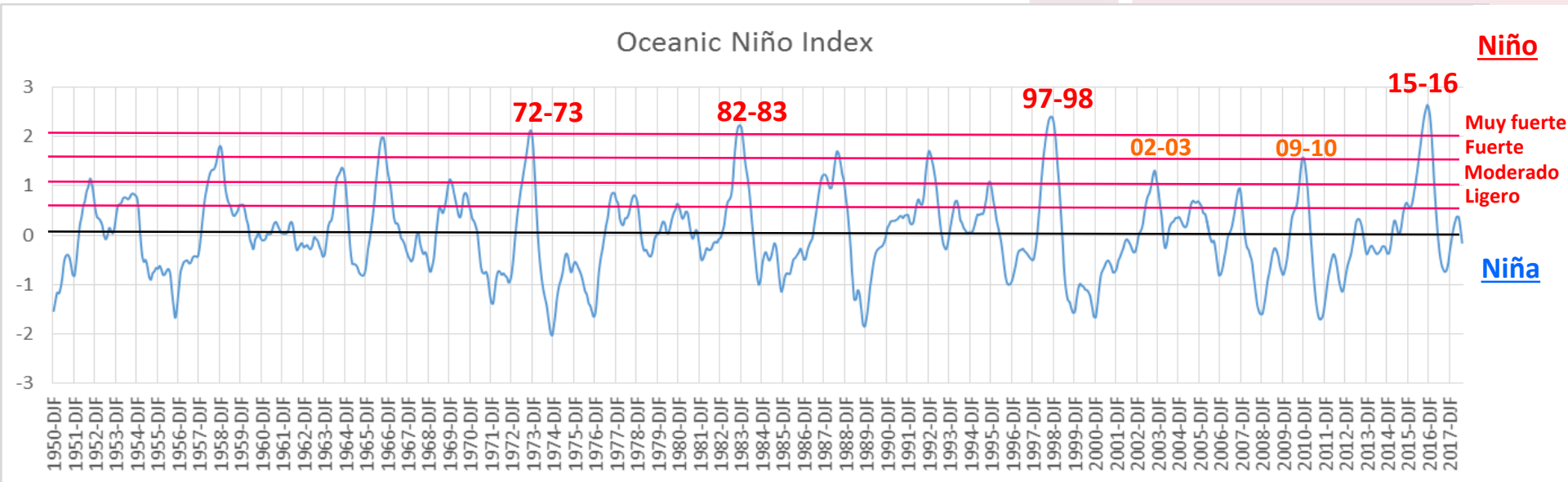
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/oco2/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/oco2/index.html)



# Fenómeno de “El Niño” – oscilación del sur (ENOS)



ONI = índice de anomalías de la temperatura de superficie del mar (SST) en la región Niño 3.4 [5N-5S, 120-170W] del océano Pacífico (media sobre 3 meses)



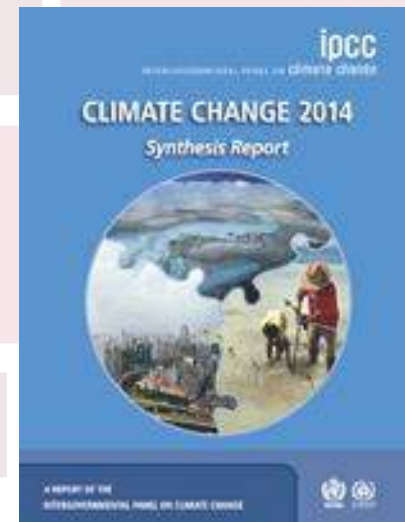
# Modelos de cambio climático

## Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIEC)

Establecido por el Programa Medio-Ambiental de las Naciones Unidas (PMNU) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

- creado en 1988
- 2014 : Quinto Informe de Evaluación
- sexto ciclo de evaluación → 2022
- premio Nobel de la Paz en 2007

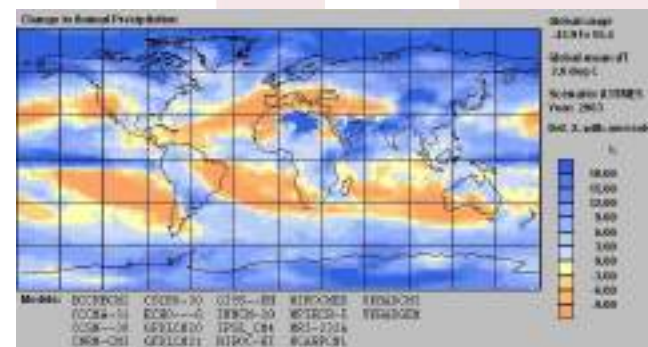
[https://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](https://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)



## CCAM de TerrSet (*Climate Change and Adaptation Modeler*)

= interfaz y conversión automática en formato SIG de los modelos MAGICC y SCENGEN (versión 5.3.v2) desarrollados en conjunto con la cuarta evaluación del IPCC (resultados de las evaluaciones 4 y 5 son muy similares)

<http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/>

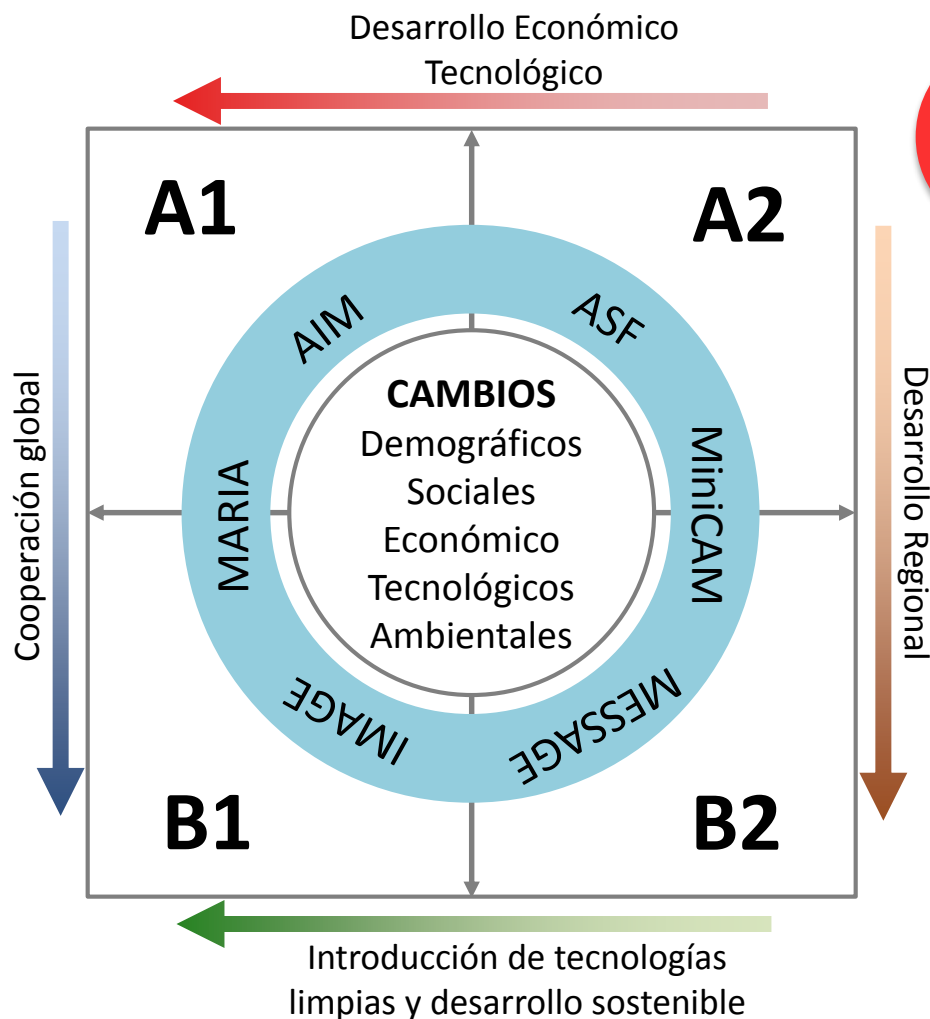


# Escenarios de emisiones

## SRES

Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones

35 escenarios



A2GIM

Crecimiento económico desigual

GIM -IMAGE => Health Inst. Países Bajos

Global Regional

1

2

|   | Global | Regional |
|---|--------|----------|
|   | 1      | 2        |
| A |        | X        |

## ENFOQUES DE MODELADO:

**AIM:** Asian Pacific Integrated Model. Japan

**ASF:** Amospheric Stabilization Framework Model. USA

**IMAGE:** Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect. Netherlands

**MESSAGE:** Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact. Austria

**MARIA:** Multiregional Approach for Resource and Industry Allocation. Japan

**MiniCAM:** Mini Climate Assessment Model. USA



# Modelos de cambio climático

## MAGICC

Model for the Assessment of  
Greenhouse-gas Induce  
Climate Change

## Modelos de Ciclo de Gas

Salida de temperatura  
media global y nivel  
del mar

## A2GIM

Énfasis en la economía

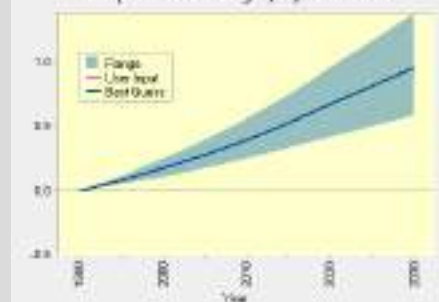
Tecnologías limpias  
Sostenibilidad social

GIM -IMAGE => Health Inst. Países Bajos

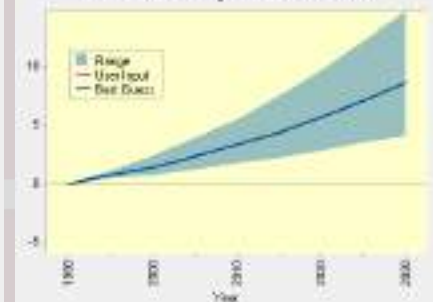
|   |                                              | Global | Regional |
|---|----------------------------------------------|--------|----------|
|   |                                              | 1      | 2        |
| A | Énfasis en la economía                       |        | X        |
| B | Tecnologías limpias<br>Sostenibilidad social |        |          |



Temperature Change (°C) w.r.t 1990



Sea Level Change (cm) w.r.t 1990

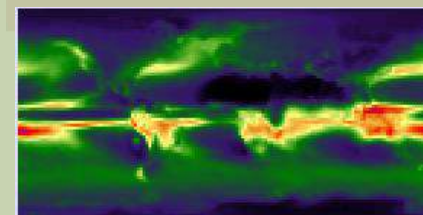


Biblioteca de climatología  
base (1981-2000)

Algoritmo de  
regionalización

Biblioteca de  
datos de  
AOGSM

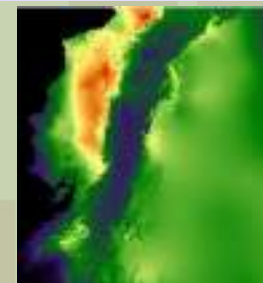
Mapa de  
temperatura y  
precipitación



## SCENGEN

Generate Climate Scenarios

Downscale





# Escenario pesimista

**Model Global Warming and Sea Level Rise - MAGICC** ?

Model parameters

Emission scenario :

Carbon cycle model :  ☒ Carbon cycle climate feedbacks

Thermohaline circulation :  Aerosol forcing :

Vertical diffusion (Kz) :  cm<sup>2</sup>/s Ice melt :

Sensitivity (Delta T<sub>2x</sub>) :  °C Model :

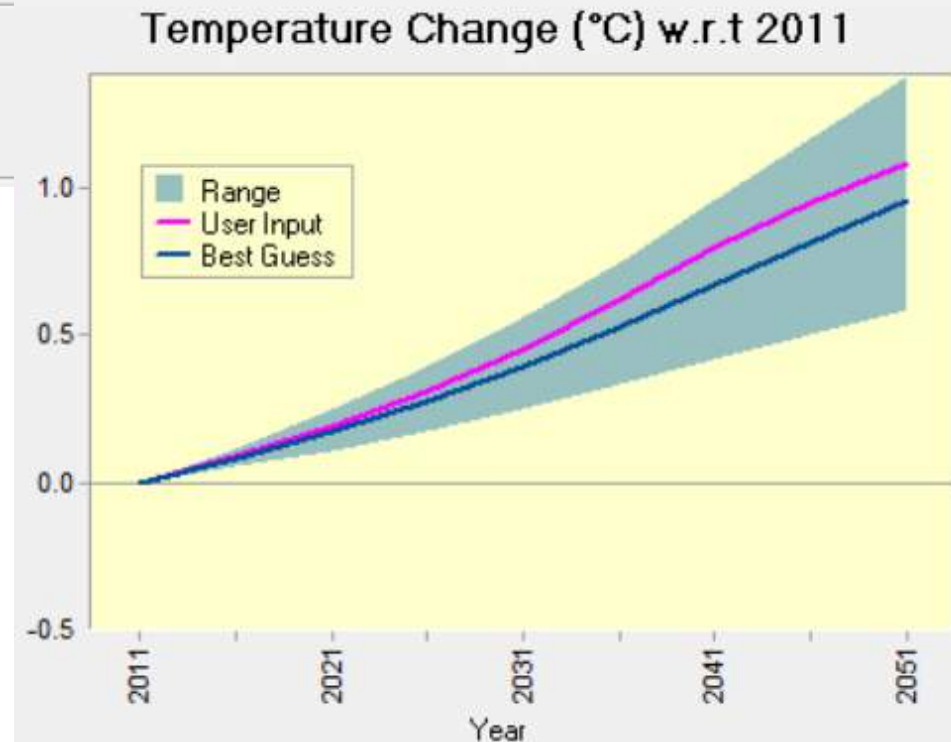
Output parameters

Reference year for climate model output :

Last year for climate model run :

Interval for climate model :

MAGICC, utilizado en el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 4º informe, Grupo de trabajo 1 (AR4).





# Riesgo de inundación

Problema a resolver : Cuánta población podría ser afectada por la alza del nivel de mar, consecuencia del cambio climático?

Model parameters

Emission scenario :

Carbon cycle model :  ☒ Carbon cycle climate feedbacks

Thermohaline circulation :  Aerosol forcing:

Vertical diffusion (Kz) :  cm<sup>2</sup>/s Ice melt :

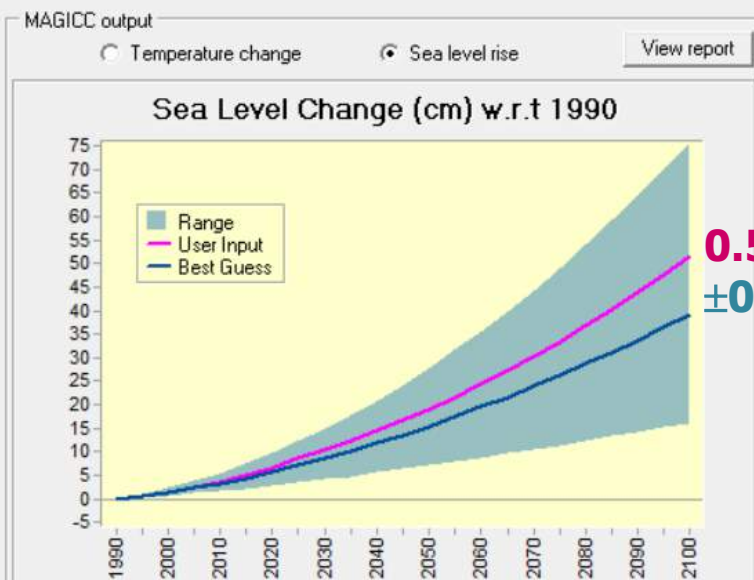
Sensitivity (Delta T2x) :  °C Model :

Output parameters

Reference year for climate model output :

Last year for climate model run :

Interval for climate model :



☒ Sea Level Rise Impact 

Digital elevation model (DEM) :

Projected sea level rise :

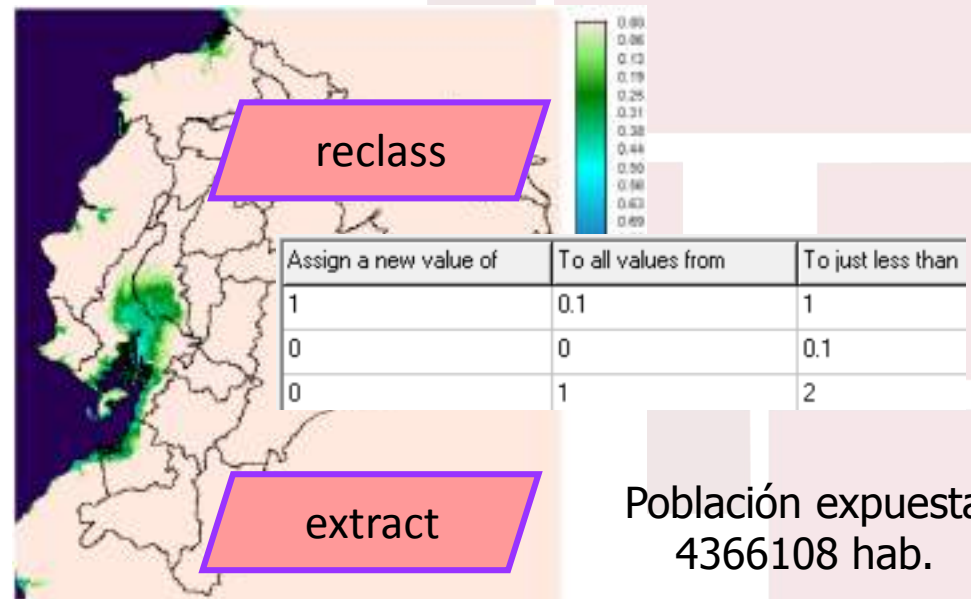
Uncertainty in the projection (RMSE) :

Uncertainty in the DEM (RMSE) :

☐ Overlay original coastline :

Output probability image :

☒ Force existing ocean areas to have a probability of 1



Población expuesta  
4366108 hab.



# Generar series climatológicas

CCCMA-Canadian  
Center for Climate  
Modeling and Analysis

**Generate Climate Scenarios - SCENGEN**

Scenario: **A2GIM**

Climate scenario generation

☐ Month ☐ Season ☐ Annual ☒ Climatology Monthly

Variable

☒ Mean temperature ☐ Precipitation

☐ Exponential scaling

Scenario year: 2051

Models

☐ BCCRB2 ☐ CSIRO-3.0 ☒ GFDL-CM2.1 ☐ IPSL-CM4 ☐ MRI-232A

☐ CCCMA-3.1 ☐ ECHO-G ☒ GISS-EH ☐ MIROC-HI ☐ NCARPCM1

☒ **CCCMA-3.0** ☐ FGDALS1G ☐ GISS-ER ☐ MIROC-MED ☐ UKHADCM3

☐ CNRM-3 ☒ GFDL-CM2.0 ☐ INMCM-3.0 ☐ MPIECH-5 ☐ UKHADGEM

☒ Select default ☐ Select all ☐ Select none

Options

☒ Overlay vector layer on results: Prv

☒ Include spatial effects of aerosols

☐ Drift correction ☐ No correction ☒ Both

Vector overlay line color

☒ Black ☐ Blue ☐ Yellow

☐ White ☐ Cyan ☐ Green

Output prefix: A2GIM\_2051\_Temperature\_Climatology Run

**ABSDEL:** Media de los cambios absolutos

**ABS-MOD:** Nuevo estado medio, cuando se incluye los aerosols, utilizando un valor base medio modelado

**ABS-OBS:** Nuevo estado medio, cuando se incluye los aerosols, utilizando un valor base observado

**AEROSOL:** campo de cambio escalado, solo aerosoles



# Bajar la escala espacial

**Downscale Scenario**

Input type  
☐ Single scenario ☒ Climatology ☒ Images express anomalies

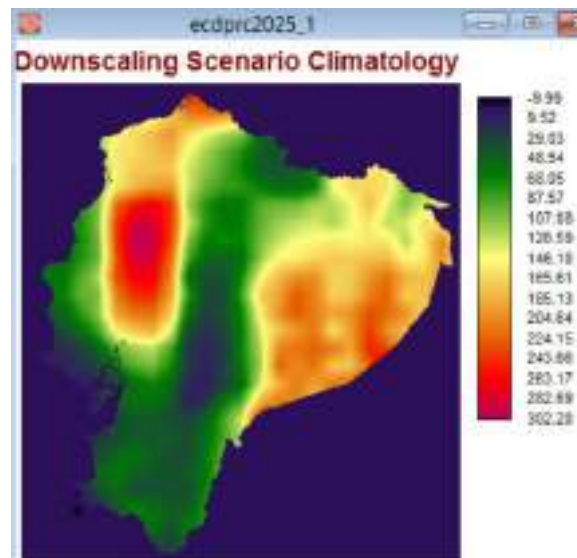
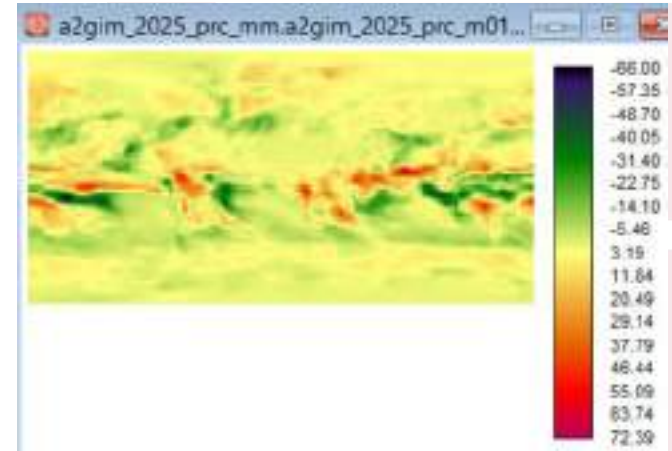
Coarse resolution climatology  
Future scenario :   
Baseline scenario :

Fine resolution baseline :

☒ Apply mask :

Output prefix :

Run



**Downscale Scenario**

Input type  
☐ Single scenario ☒ Climatology ☒ Images express anomalies

Coarse resolution climatology  
Future scenario :   
Baseline scenario :

Fine resolution baseline :

☒ Apply mask :

Output prefix :

Run



# Índices climatológicos

$$IFM = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{Pa}$$

*Modified Fournier Index (IFM)*

| IFM      | Agresividad Climática |
|----------|-----------------------|
| 0 – 60   | Muy baja              |
| 60 - 90  | Baja                  |
| 90 – 120 | Moderada              |
| 120-160  | Alta                  |
| > 160    | Muy alta              |

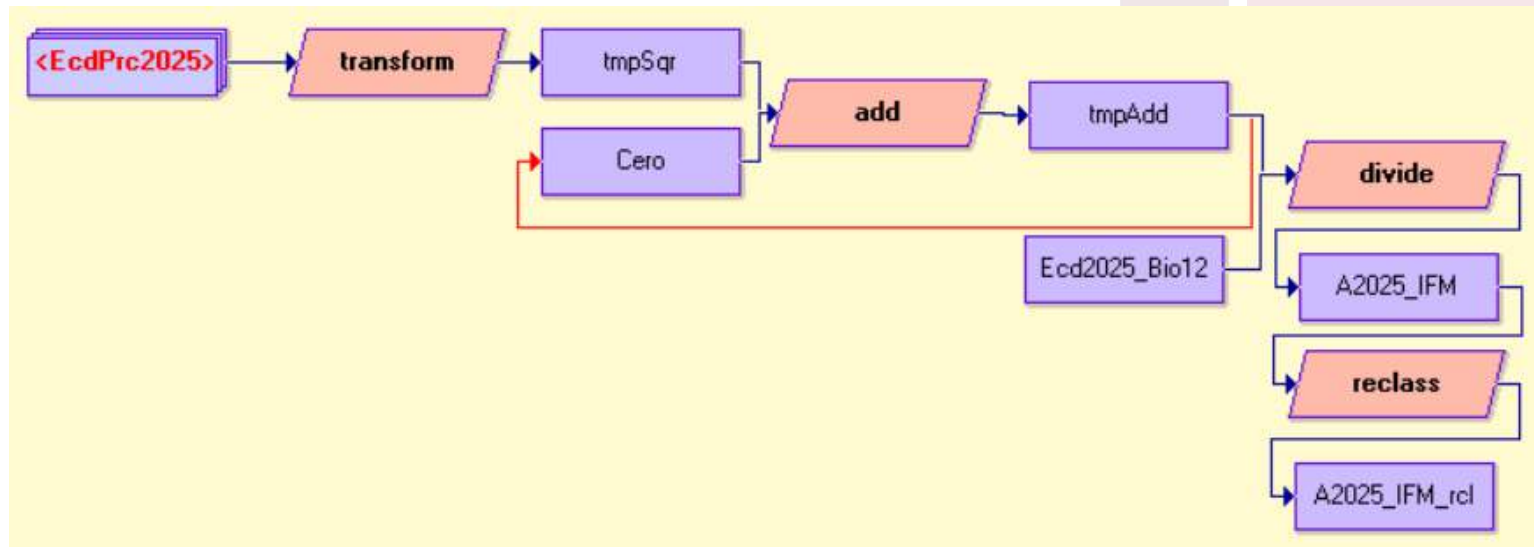
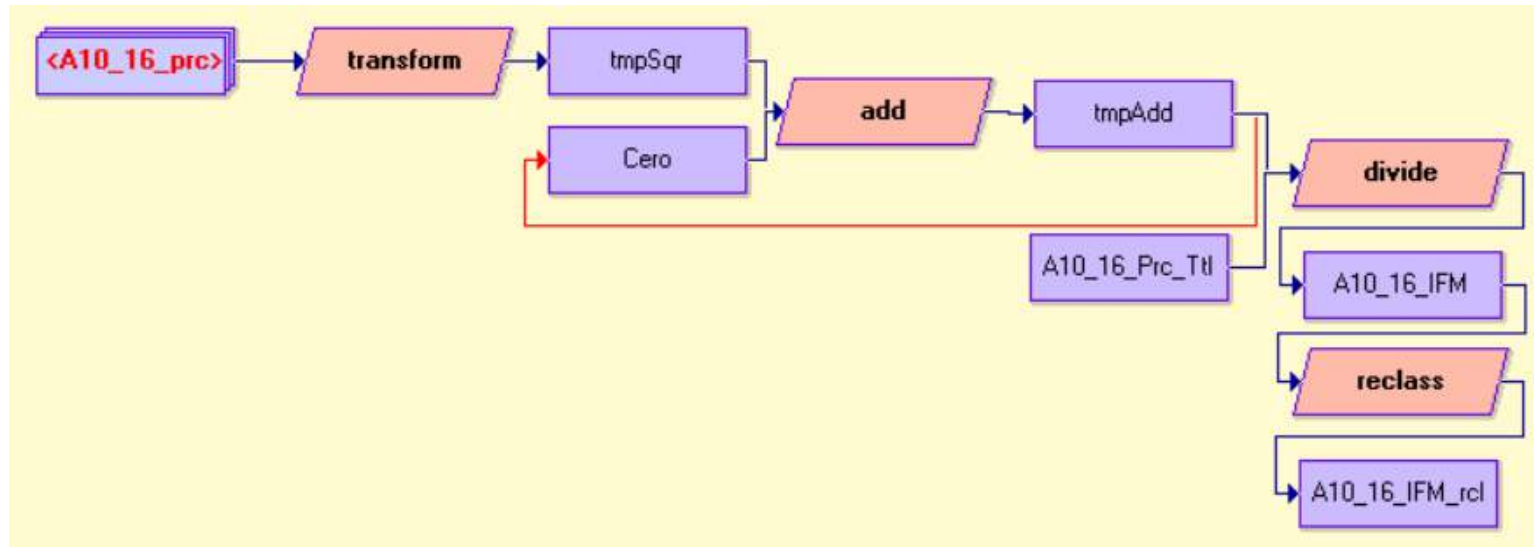
$$PCI = 100 \frac{\sum p_i^2}{Pa^2}$$

*Precipitation Concentration Index (PCI)*

| PCI      | Concentración de Precipitación |
|----------|--------------------------------|
| 8.3 – 10 | Uniforme                       |
| 10 – 15  | Moderadamente estacional       |
| 15 – 20  | Estacional                     |
| 20 – 50  | Altamente estacional           |
| 50 – 100 | Irregular                      |

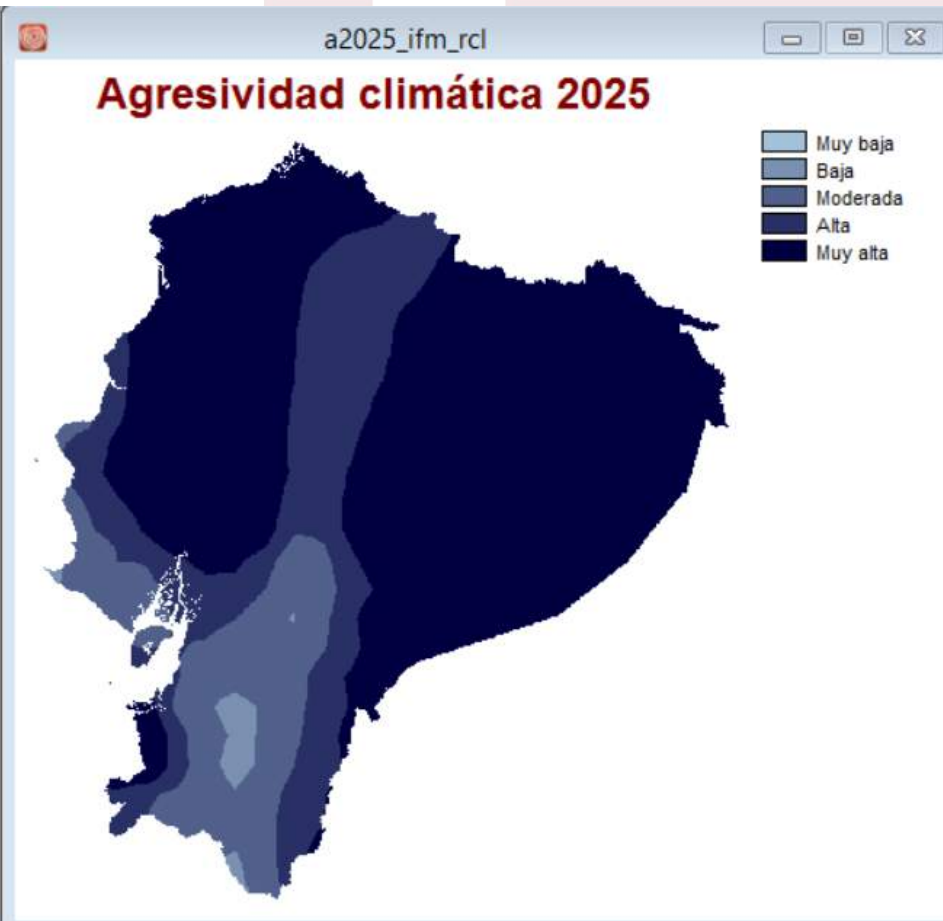
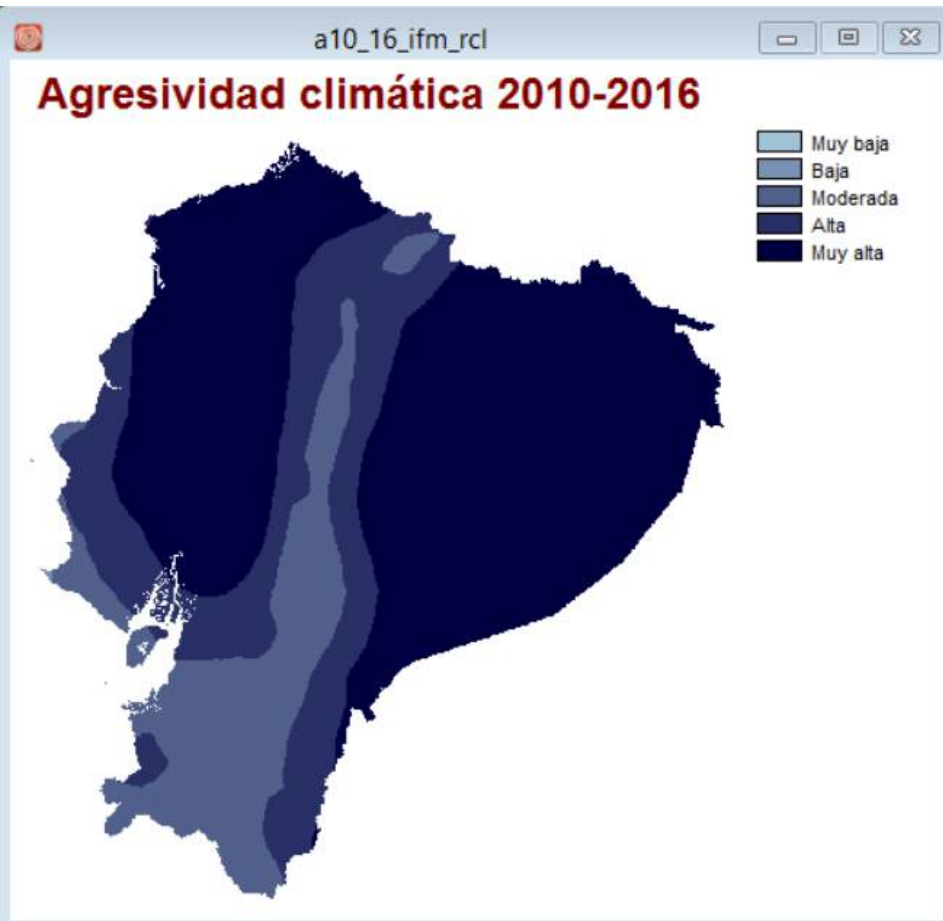


# Cálculo del IFM



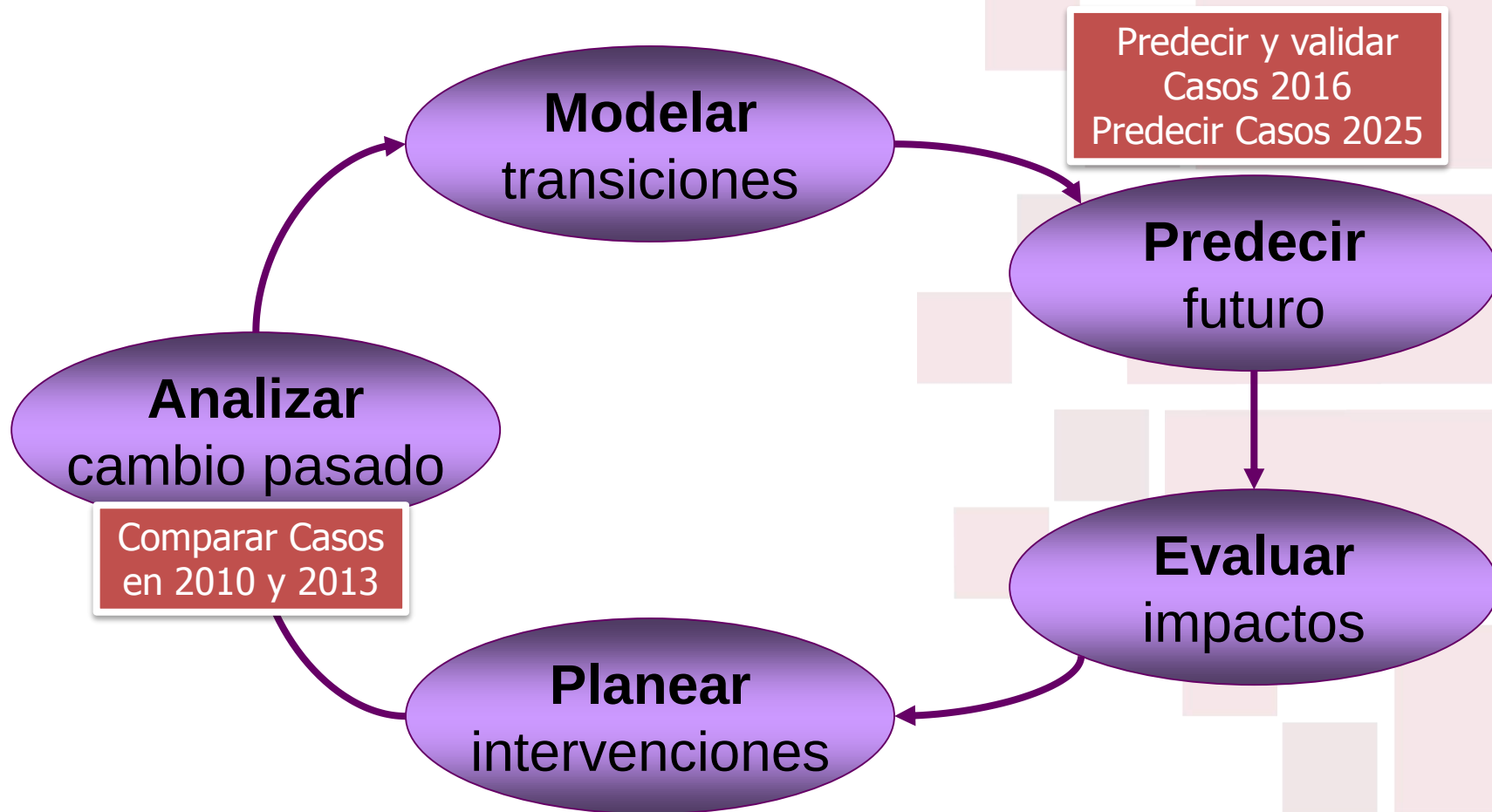


# Resultados IFM



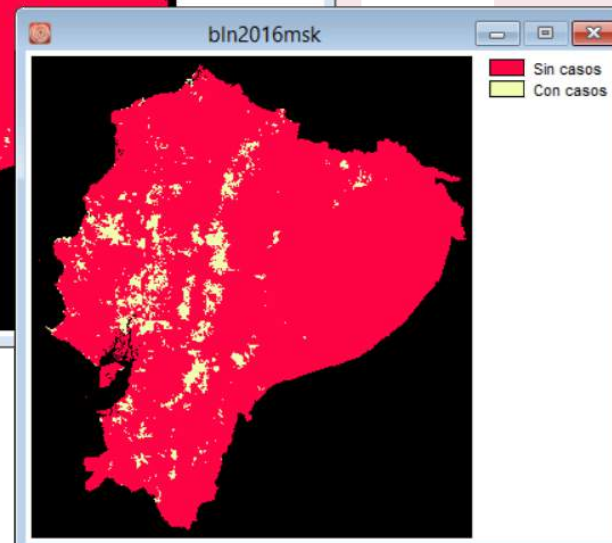
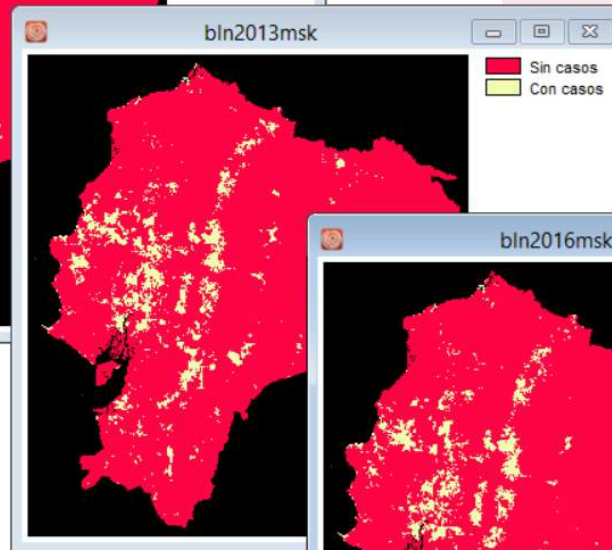
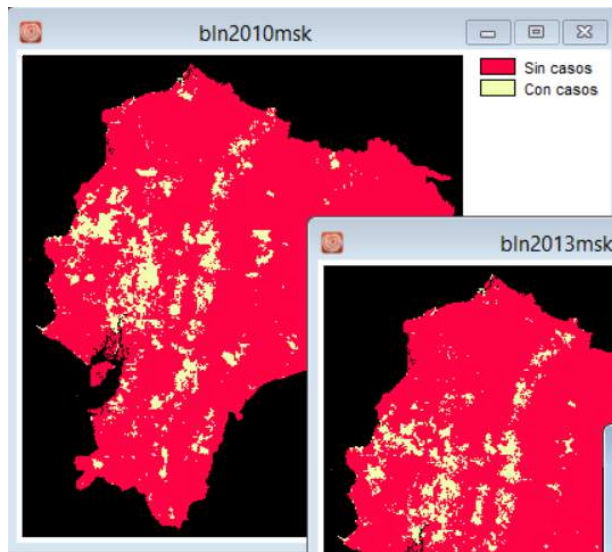
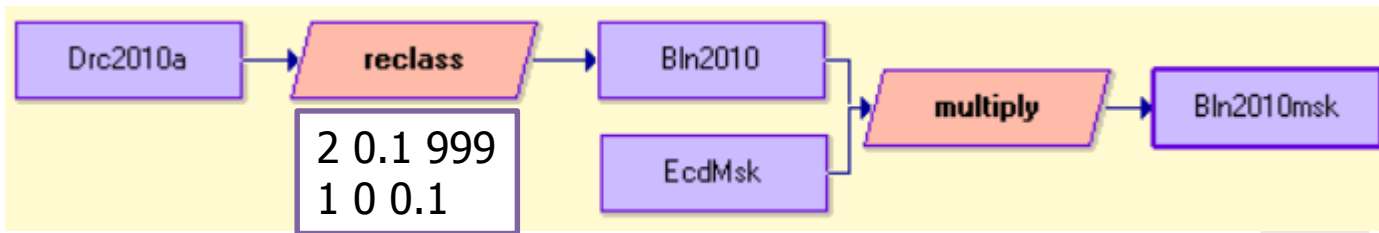


# Modelación del cambio en salud



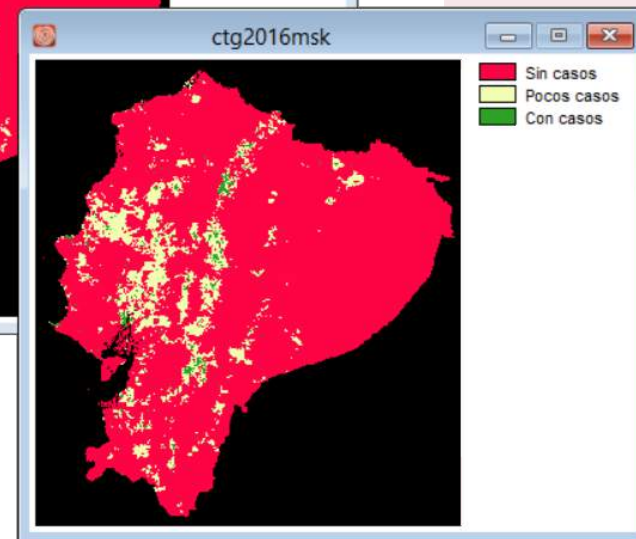
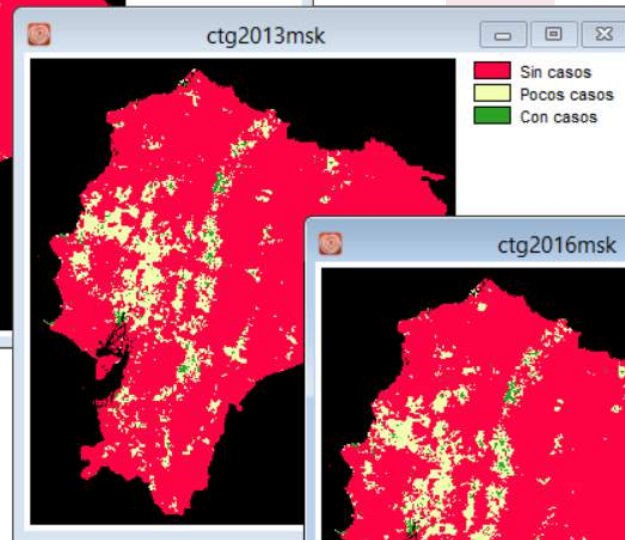
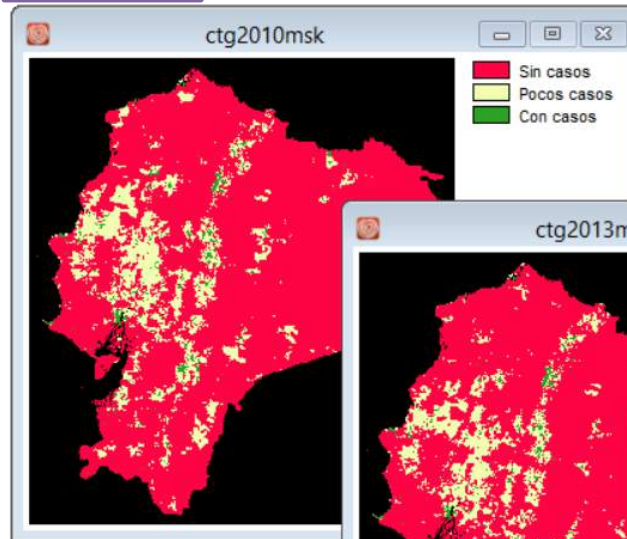
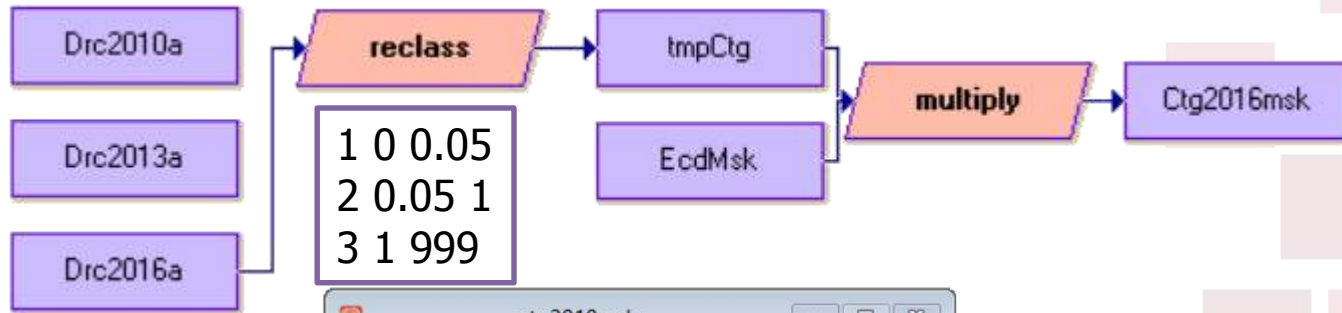


# Preparación de datos - binario





# Preparación de datos – categorías





# Análisis de cambio

- Parámetros del proyecto LCM
  - Estudio de cambio entre 2 fechas
  - Opcionales : altitud, vías
- Análisis de cambio
  - Gráficas de cambio bruto / neto entre categorías
- Mapas de cambio
  - Muy difícil de analizar : *pattern* no siempre evidente
- Tendencia espacial de cambio :
  - TREND (orden de polinomio aconsejado : 3) aplicado a un mapa booleano en donde 1=cambio 0=sin cambio



# Modelación de transición

- Etapas :
  - Identificar variables explicativas (*drivers*) estáticas o dinámicas (varían con el tiempo)
  - Modelar con regresión logística o con red neuronal (más robusto)
    - Entrada : mapas de tipo cuantitativo continuo (real)
    - Salida : mapas de potencial de transición



# Modelación de transición

- Paneles :
  - Sub-modelos de transición : estado
    - Permite agrupar clases
  - Utilería de transformación de variable
    - Sirve para linealizar o cambiar de cualitativo a continuo
  - Prueba y selección de variables
    - Cramer'sV : medida de asociación entre 0 y 1; útil si  $> 0.15$ , bueno si  $> 0.4$
  - Estructura del sub-modelo de transición
    - Opciones para las variables seleccionadas : estáticas o dinámicas
  - Correr el sub-modelo de transición
    - Red neuronal (Multi-Layer Perception)
    - SimWeight
    - Regresión logística



# Predicción de cambio

- Modelos de predicción :
  - Firmes (hard) → proceso de decisión multi-objetivos
  - Blandos (soft) → vulnerabilidad al o potencial de cambio (preferido para evaluación de hábitat y biodiversidad)
- Paneles :
  - Modelación (de la demanda) de cambio
  - Desarrollo dinámico de vías
  - Change Allocation



# Validación

- Validación LCM

Ilustración de la exactitud de los resultados del modelo

A | B | B = Hits (verde) – Modelo predice cambio y hay cambio

A | A | B = Misses (rojo) – Modelo predice persistencia pero hay cambio

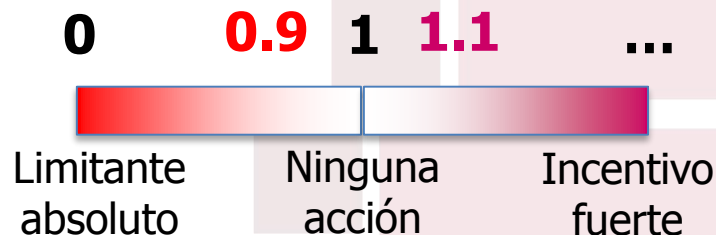
A | B | A = False Alarms (amarillo) – Modelo predice cambio pero no hay cambio

- Módulo ROC (GIS Analysis / Change-Times Series) : estadística que determina cuanto una imagen de probabilidad o de potencial (entre 0 y 1) predice bien los lugares identificados en 1 en una imagen booleana.
- Módulos complementarios : CROSSTAB, VALIDATE

# Planeación

- Capa de incentivos o limitantes

- 0 → limitante absoluto
- Entre 0 y 1 → limitante
- 1 → ninguna acción
- Arriba de 1 → incentivo



- Ejemplo : en zonas de más de 50 hab/km2, se propone apoyar los que tienen 50% o más sin acceso a agua

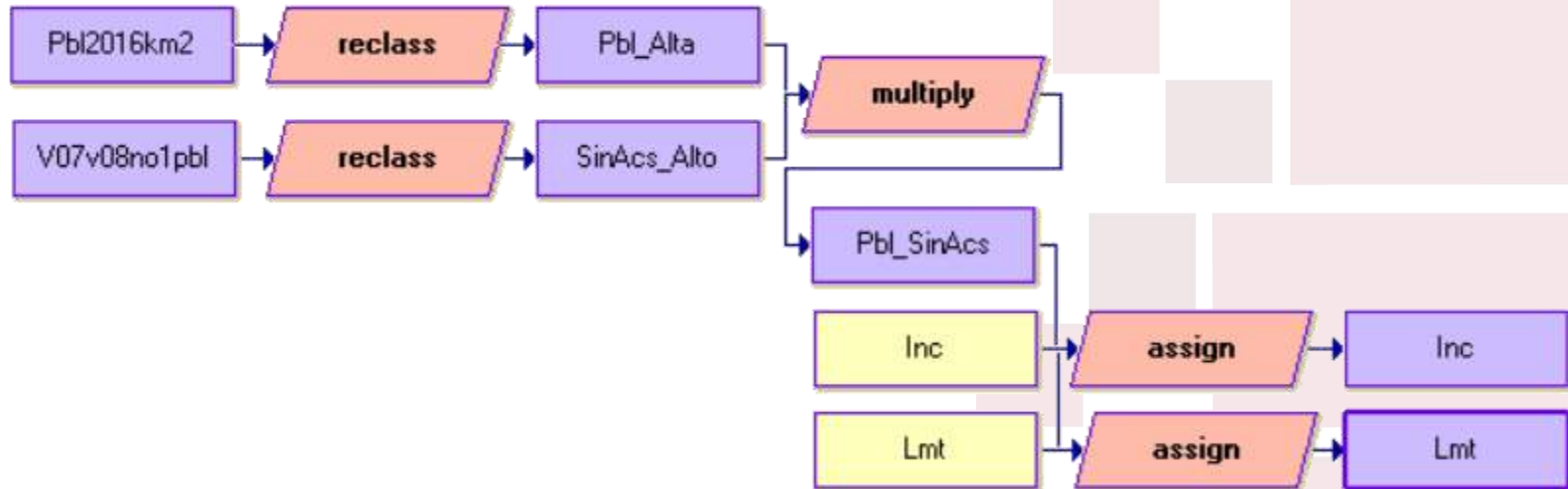
Operation type : ☐ Mathematical expression ☒ Logical expression

Output file name :  Expression to process :

|   |   |   |   |    |     |
|---|---|---|---|----|-----|
| 7 | 8 | 9 | < | <= | AND |
| 4 | 5 | 6 | > | >= | OR  |
| 1 | 2 | 3 | = |    | XOR |
| 0 | . | - |   |    | NOT |



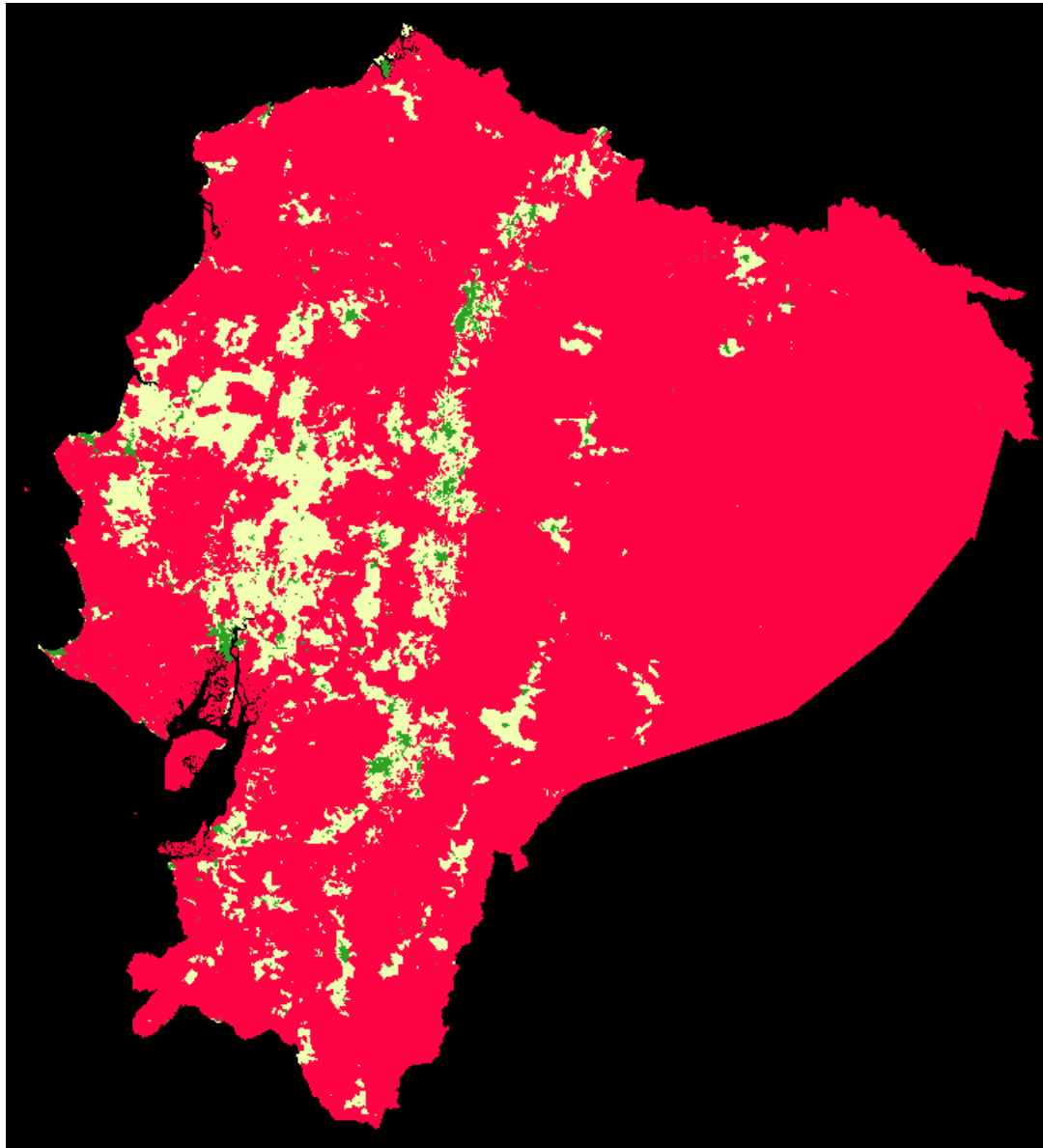
# Capas de incentivo/limitante



| Constraints and Incentives |             |                              | ? |
|----------------------------|-------------|------------------------------|---|
| From :                     | To :        | Constraints / Incentives Map |   |
| Sin casos                  | Pocos casos | Lmt                          |   |
| Sin casos                  | Con casos   | Lmt                          |   |
| Pocos casos                | Sin casos   | Inc                          |   |
| Pocos casos                | Con casos   | Lmt                          |   |



# Predicción 2013 → 2025



# Medidas epidemiológicas en SIG





# Medidas epidemiológicas



$$\frac{\text{Causa específica}}{\text{Total de causas}} = \text{Proporción por causa}$$



$$\frac{\text{Específica o total}}{\text{Total de población}} = \text{Probabilidad de morir}$$



$$\text{Tasa} = \frac{\text{Causa específica}}{\text{Total de causas}}$$

## Proporción

Determina la importancia de una causa de enfermedad en relación a otras.

## Incidencia acumulada o Probabilidad de morir

Probabilidad de personas no enfermas, para desarrollar una enfermedad o morir durante un período de tiempo.

## Incidencia instantánea o Tasa de mortalidad

Mide la aparición de nuevos casos, por unidad de tiempo, (velocidad de propagación de las enfermedades).



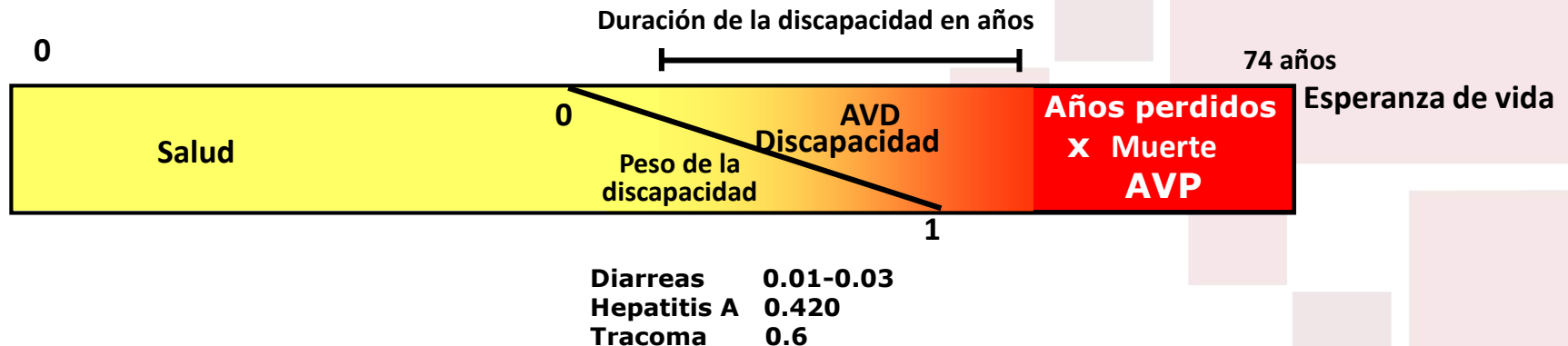
# Carga de enfermedad (indicador sintético)

Indicador sintético de morbilidad y de mortalidad de una población :  
indicador compuesto que combina

- la morbilidad (años de vida con discapacidad) y
- la mortalidad (años de vida perdidos debidos a una muerte prematura)

**AVD= Casos x Peso discapacidad. x duración**

**AVP= Defunciones x Esperanza de vida**

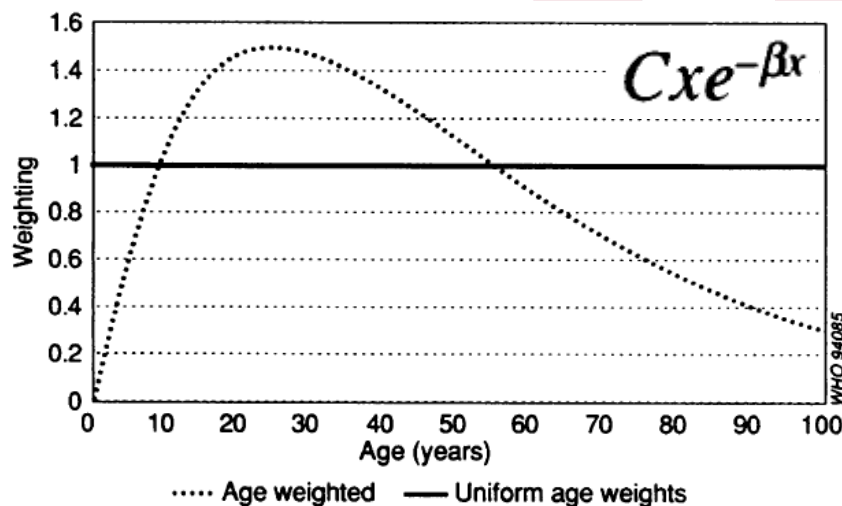


**AVAD= AVD + AVP**

# Parámetros de cálculo de carga

| Evento de salud                       | CIE-10  | Peso | Duración                |
|---------------------------------------|---------|------|-------------------------|
| Enfermedades infecciosas intestinales | A00-A09 | 0.1  | 5 días<br>=0.015        |
| Tuberculosis                          | A15-A19 | 0.3  | 8 meses<br>= 0.6667 año |
| Dengue                                | A90-A91 | 0.5  | 10 días<br>=0.03 año    |
| Influenza y neumonía                  | J09-J18 | 0.6  | 10 días<br>=0.03 año    |

Peso por edad



# Encuesta de apreciación

- Acceso a la encuesta :  
<https://goo.gl/xQqYfN>
- Sugerencias de tema para el programa 2018

Encuesta de evaluación del curso de  
capacitación continua de  
"Modelación Espacio-Temporal de la  
Salud con TerrSet" Octubre 2017

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

© 2017

Nombres \*

# Datos de contacto

- Correo electrónico  
[episig.inspi@gmail.com](mailto:episig.inspi@gmail.com), [episig@inspi.gob.ec](mailto:episig@inspi.gob.ec)
- Página Web de EpiSIG  
<http://www.investigacionsalud.gob.ec/webs/episig/>

## NOTICIAS



### EpiSIG en CONFIBSIG 2017

En la XVI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica "CONFIBSIG", profesionales especializados en SIG de varios países compartieron conocimientos y avances de sus proyectos.

## INVESTIGACIÓN



### Proyectos de Investigación

La investigación impulsada por el grupo EpiSIG busca identificar relaciones entre variables ambientales, socio-económicas y el estado de salud de la población, a fin de proponer las mejores medidas de prevención.

## SERVICIOS



### Sistema de Gestión de Servicios

EpiSIG ofrece apoyo a los investigadores en análisis epidemiológico, bioestadístico y geoespacial de datos relacionados con la salud humana. Se tiene experiencia en cartografía de la salud, cálculo de incidencia/prevalencia, entre otros.

 Español  English  
 Français

| < 2017 > |    |    |    |    |    |    |
|----------|----|----|----|----|----|----|
| Octubre  |    |    |    |    |    |    |
| Mes      |    |    |    |    |    |    |
| D        | L  | M  | M  | J  | V  | S  |
| 1        | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 8        | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15       | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22       | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29       | 30 | 31 |    |    |    |    |



# TerrSet



Geospatial Monitoring and Modeling System