

Ministerio de Salud



# 8as Jornadas SIG Libre

26, 27 y 28 marzo 2014

Girona



**GEONEFROSALVA, una plataforma SIG en software libre, para la caracterización de factores de riesgo de la enfermedad renal crónica de causas no tradicionales que afecta la población agrícola de El Salvador.**

***A. Ribó Arnau (1), E. Vela Parada (1), E. Quinteros (1), R. Mejía (1), C. M. Orantes (1), J. Molinas Daví (2), D. L. López (3)***

(1) Instituto Nacional de Salud del Ministerio de Salud de El Salvador, [aribo@salud.gob.sv](mailto:aribo@salud.gob.sv)

(2) Universitat de Girona, [jmolinas@colgeocat.org](mailto:jmolinas@colgeocat.org)

(3) Department of Geological Sciences, Ohio University, [lopezd@ohio.edu](mailto:lopezd@ohio.edu)



- **Introducción**
- **Objetivo**
- **Generación de bases de datos SIG**
- **Aplicación: Resultados preliminares**
- **Pasos a seguir**
- **Conclusiones**

# Introducción

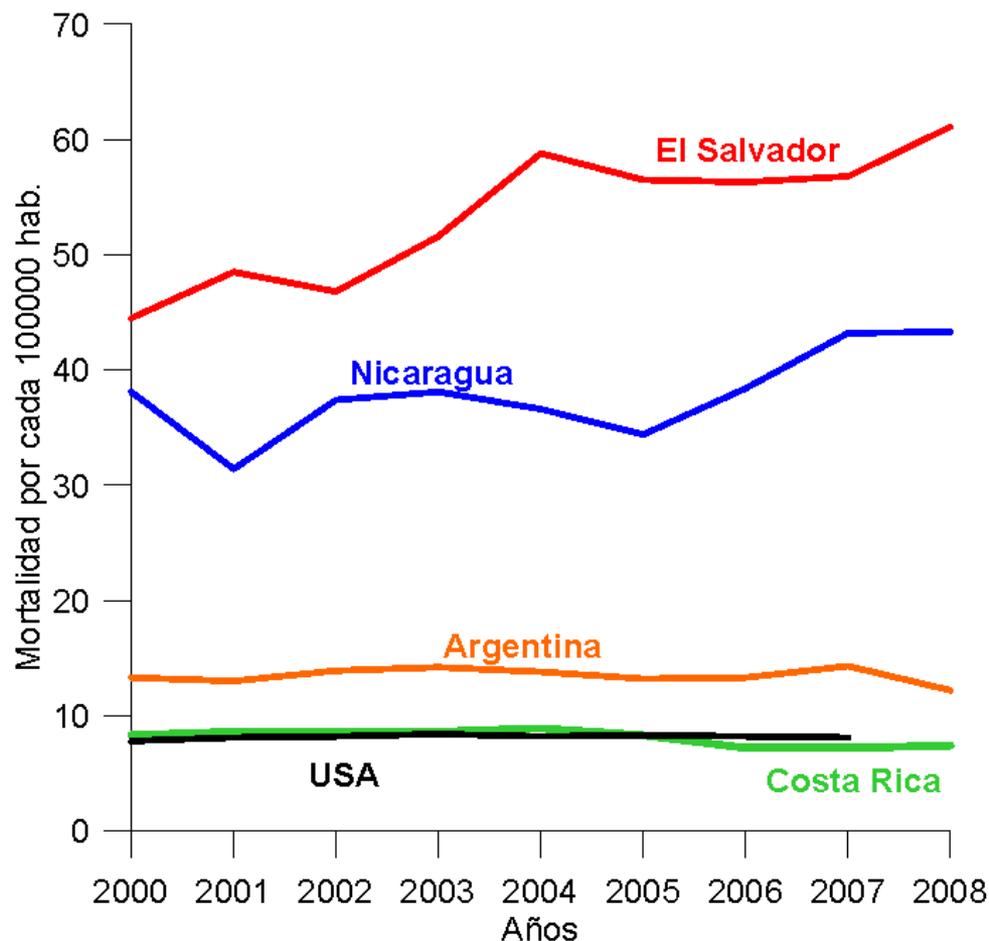
## ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA (ERC)

- La Enfermedad Renal Crónica se produce por anomalías estructurales o funcionales del riñón, presentes por más de 3 meses, con implicaciones para la salud. En sus últimas etapas ERC es irreversible y se identifica como Insuficiencia Renal Crónica (IRC).
- La enfermedad renal crónica constituye un importante problema de salud a nivel mundial. La prevalencia de ERC a nivel poblacional es entre el 10% al 13%. Las causas tradicionales de la ERC son la Diabetes Mellitus y la Hipertensión Arterial.

# Introducción

## ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA (ERC)

### Mortalidad por Insuficiencia Renal Crónica (IRC)



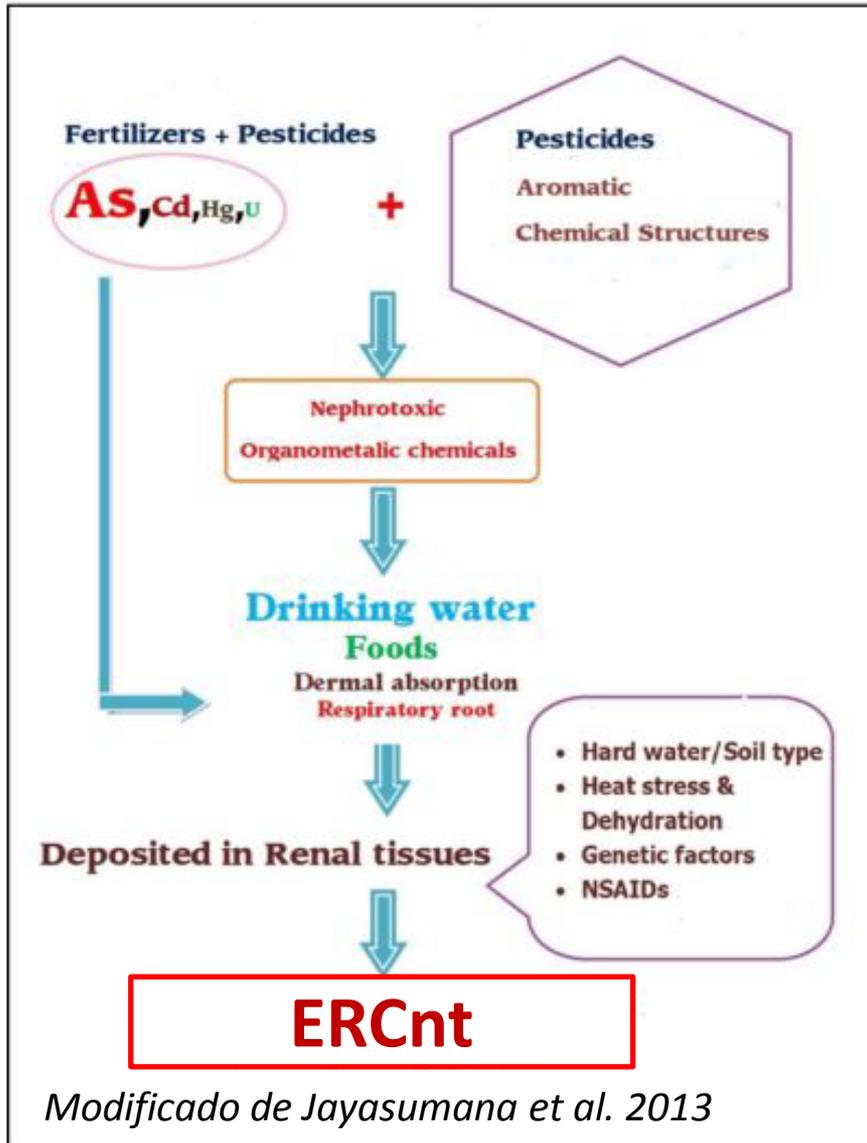
# Introducción

## ERC de causa no tradicionales (ERCnt) en el mundo

- No explicada por la diabetes o la hipertensión
- Alta prevalencia en algunos países en vías de desarrollo:
  - Región centroamericana (El Salvador, Nicaragua, Guatemala, Costa Rica)
  - Asia (Sri Lanka, India, Vietnam y Nepal)
  - Egipto
- Relacionada con la exposición a sustancias tóxicas (como metales pesados o pesticidas) y a otros factores como el uso de ciertos medicamentos, el daño renal persistente, deshidratación.
- En Sri Lanka se ha asociado a la exposición crónica a metales pesados y pesticidas.

# Introducción

## ERCnt - Investigaciones en Sri Lanka



As-Arsenic  
Cd-Cadmium  
Hg-Mercury  
U-Uranium  
NSAIDs-Non steroidal anti inflammatory drugs

05/03/2014  
El Gobierno de Sri Lanka prohíbe del uso algunos pesticidas como medida preventiva de la ERCnt (glifosato)



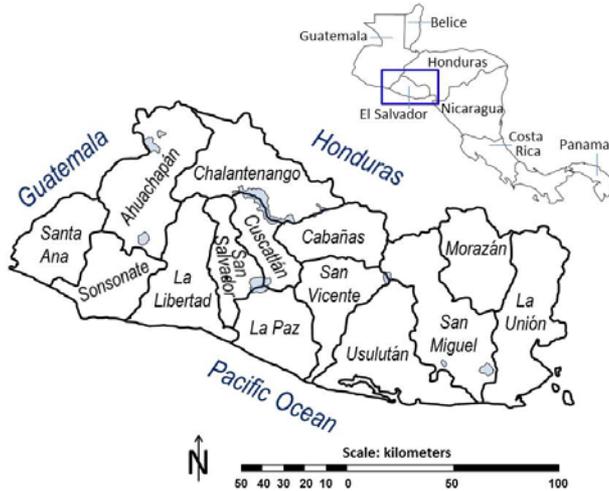
# Introducción

## ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA (ERC) EN EL SALVADOR

- El Salvador, similar a otros países de América Central, tiene algunas características sociales epidemiológicas y clínicas particulares que lo distinguen del comportamiento tradicional de la enfermedad renal crónica en la mayoría de los países del mundo.
- En estudios poblacionales y hospitalarios realizados en El Salvador se ha detectado una ERC que no es debida a las causas tradicionales que predominantemente afecta al hombre agricultor, posiblemente relacionada con factores ocupacionales y ambientales en las comunidades agrícolas; y que, aunque en menor escala, también afecta a las mujeres y menores de 18 años y otras ocupaciones.

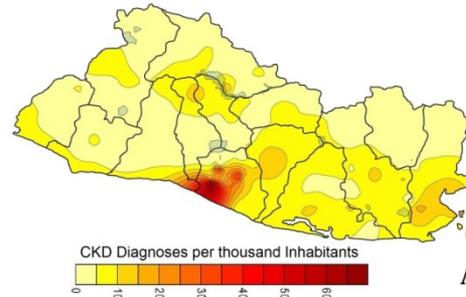
# Introducción

## ERC EN EL SALVADOR

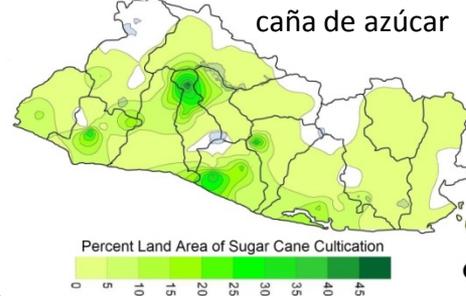


- Mayor correlación de áreas de cultivo de caña de azúcar y algodón con áreas con mayor prevalencia de ERC.
- Menor correlación de áreas con mayor temperatura y de cultivo de frijoles con áreas de mayor prevalencia de ERC.

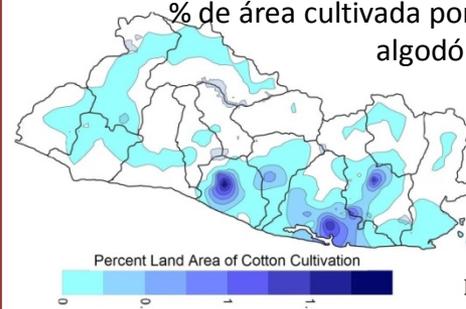
Diagnósticos de ERC por 1000 hab.



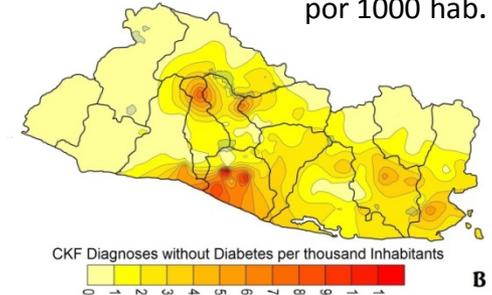
% de área cultivada por caña de azúcar



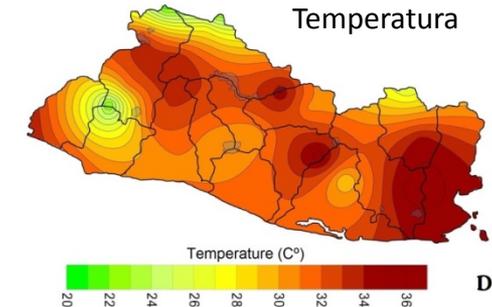
% de área cultivada por algodón



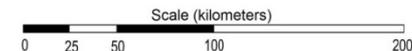
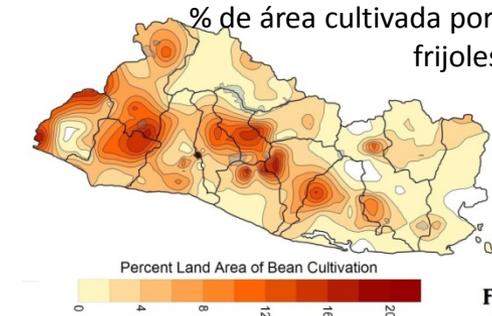
Diagnósticos de IRC sin diabetes por 1000 hab.



Temperatura



% de área cultivada por frijoles

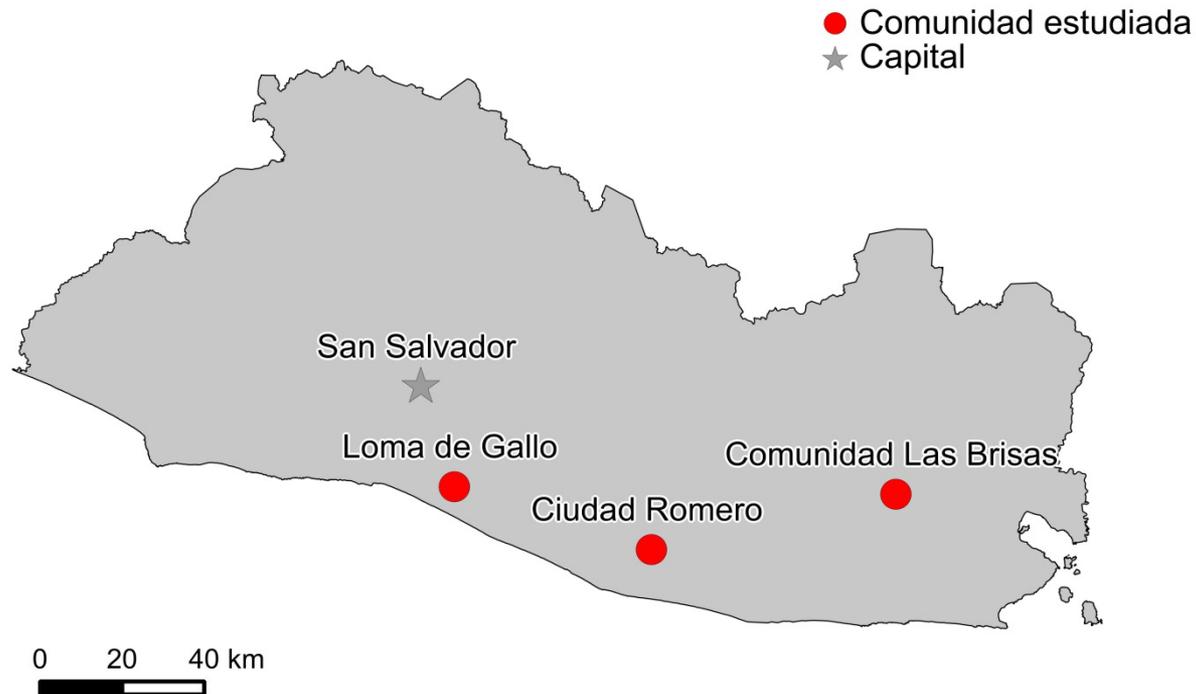


# Introducción

## AREAS DE ESTUDIO:

### Comunidades rurales con alta prevalencia de ERCnt:

- Comunidades rodeadas por grandes áreas agrícolas (cana de azúcar y maíz)
- Presencia de fábricas abandonadas donde se formulaban pesticidas desde mediados de los 80 (Loma de Gallo y Com. Las Brisas).
- Parcialmente proveídas de servicios básicos (agua, saneamiento y educación).



# Objetivo

- **Diseño de una plataforma SIG para el manejo eficiente del conjunto de información multidisciplinar, necesaria para:**
  - *Identificación y caracterización de los factores ambientales y ocupacionales de riesgo de la ERC de causas no tradicionales.*
  - *Prevención de la enfermedad*
  - *Mejora del seguimiento de los pacientes.*



- **Almacenamiento digital y armonización de un conjunto heterogéneo de datos.**
- **Representación de la información teniendo en cuenta su dimensión espacial.**
- **Análisis espacial de la información.**
- **Actualización continua de la información.**
- **Compatibilidad del sistema.**

## RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

### INFORMACIÓN YA EXISTENTE

- **Bases de datos de diferentes actores relacionados con la salud ambiental.**

Ministerio de Salud de El Salvador - MINSAL

Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales - MARN

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados - ANDA

Universidad de El Salvador - UES

- **Compilación bibliográfica de material presente en la web y en bibliotecas.**

**Digitalización** – (Quantum GIS, LibreOffice Calc, Microsoft EXCEL)

**Georreferenciación** – (Quantum GIS y Google Earth)

**Reproyección** – WGS84 (Quantum GIS)

**Calidad de la información** - 1- Buena, 2-Fiable, 3-Poco fiable (No fiable - descartada)

**Referencias bibliográficas**

Utilización de *software* compatible con PostgreSQL

# Generación de bases de datos SIG

## MUESTREO AMBIENTAL: Toma de muestras

Agua	Agua superficial	Ríos (30)
		Lagos (2)
	Agua subterránea (58)	
Suelos	Superficiales (214)	
	Perfiles (7)	
Sedimentos (33)		
Cultivos (11)		
Alimentos (9)		

### Muestreo de suelos



*Suelo superficial*



*Perfil*

### Muestreo de agua



**Georreferenciación (GPS)**



*Agua superficial*



*Red de agua potable*

# Generación de bases de datos SIG

## MUESTREO AMBIENTAL: Parámetros

### ❑ ANÁLISIS INSITU

Oxígeno disuelto, conductividad, pH, nivel freático ...

### ❑ ANÁLISIS DE LABORATORIO



*Laboratorio Nacional de Referencia Instituto Nacional de Salud - Ministerio de Salud de El Salvador*

	Plaguicidas (1)	Metales (2)	Arsénico (2)	Parámetros físicos
Agua	34	7	1	4
Suelos y sedimentos	33	6	1	1
Cultivos y alimentos	-	6	1	-



1. Cromatografía de gases.

2. Espectrómetro de Absorción Atómica (AAS) con horno de grafito y llama.

# Generación de bases de datos SIG

## EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y OCUPACIONAL

### ❑ OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN MEDIANTE ENCUESTAS :

Manejo ocupacional de plaguicidas

Exposición no ocupacional de plaguicidas



Añadir formulario manejo de plaguicida

Fields in **bold** are required.

Comunidad:

Cantón:

Municipio:

Departamento:

Fecha:  Hoy |

Entrevistador:

Coordenadas X:  Coordenadas Y:

Msnm:

Datos demográficos

Uso de plaguicidas

Compra y selección de plaguicidas

Transporte de plaguicidas

Almacenamiento

## MobiForms

- **MobiForms (Mobiell Forms)** es una herramienta desarrollada por el INS-MINSAL para la introducción de datos de encuestas directamente en formato digital.
- **Interfaz para rellenar formularios tipo encuesta.**

Desarrollo web *Django*.

Almacenamiento de la información en base de datos SQLite compatible con PostgreSQL.

Ejecutable en dispositivos móviles con SO Android 4+ . Se accede a la herramienta por un navegador web. Por ej.: Google Chrome.

Facilita la realización de encuestas en trabajo de campo y la integración de la información.

# Generación de bases de datos SIG

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN: tres bases de datos diferentes

*Software: PostgreSQL-Postgis*

## Datos ambientales

(4 tablas)

- Suelo
- Agua
- Alimento
- Cultivo

*TOX\_AMBIEN*

## Datos ocupacionales

1 tabla por cada comunidad encuestada

*TOX\_EXPO*

## Datos geográficos

Información cartográfica originalmente en formatos .xls i .shp (topografía, cartografías temáticas, divisiones administrativas...)

*CARTO*

Organizados a partir del vínculo geográfico (campo común de punto de muestreo o encuesta) – Georreferenciación Sist. Coord. WGS 84 - UTM

# Generación de bases de datos SIG

BASE DE DATOS Postgis: TOX\_AMBIEN

Interface: pg\_admin III

TABLAS  
Suelo  
Agua  
Alimento  
Cultivo

The screenshot displays the pgAdmin III interface. On the left, the 'Object browser' shows the database structure for 'PostgreSQL 9.3 (localhost:5432)'. Under the 'public' schema, the 'AGUA' table is highlighted with a red box. The main window shows the 'Properties' tab for the 'AGUA' table, listing columns such as PUNTO, CODIGO\_INS, CODIGO\_LNR, X\_WGS84\_UTM, Y\_WGS84\_UTM, TIPO, FUENTE\_AGUA, FECHA\_MUESTREO, HORA\_MUESTREO, PROPIETARIO, LUGAR\_MUESTREO, and COMUNIDAD.

Below the table list, the 'Edit Data' window shows a table with 320 rows. The table has the following columns: PUNTO, CODIGO\_INS [PK], CODIGO\_LNR, X\_WGS84\_UTM, Y\_WGS84\_UTM, TIPO, FUENTE\_AGUA, FECHA\_MUESTREO, HORA\_MUESTREO, LUGAR\_MUESTREO, COMUNIDAD, MUNICIPIO, DEPARTAMENTO, and DETALLE. The data is as follows:

PUNTO	CODIGO_INS [PK]	CODIGO_LNR	X_WGS84_UTM	Y_WGS84_UTM	TIPO	FUENTE_AGUA	FECHA_MUESTREO	HORA_MUESTREO	LUGAR_MUESTREO	COMUNIDAD	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	DETALLE
P071	MI59	ERC-51-12	316061	14751	MI	RED	03/11/2012	12:26:00	NC VIVIENDA	CIUDAD ROMERO	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 22222
P045	MI60	ERC-56-12	319187	14824	MI	RED	05/11/2012	09:25:00	NC PLANTA DE DIS	EL CASTAÑO	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 22222
P066	MI61	ERC-58-12	315472	14749	MI	RED	05/11/2012	10:55:00	NC JUNTA DE AGUA	ZAMORANO	JUQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 22222
P067	MI75	ERC-109-1	313939	14813	MI	RIO	13/02/2013	10:10:00	NC RIO LEMPA	CIUDAD ROMERO	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 0.005
P072	MI76	ERC-110-1	316001	14850	MI	RIO	13/02/2013	14:00:00	NC RIO LEMPA	CIUDAD ROMERO	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 0.003
P068	MI77	ERC-111-1	313190	14749	MI	RIO	17/02/2013	09:00:00	NC RIO LEMPA	99999	99999	SAN VICENTE	LJLJ 0.004
P069	MI78	ERC-112-1	312795	14791	MI	RIO	17/02/2013	11:30:00	NC RIO LEMPA	99999	99999	SAN VICENTE	LJLJ 0.005
P070	MI79	ERC-113-1	308659	14712	MI	RIO	18/02/2013	10:03:00	NC RIO LEMPA	LA CANOA	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 0.004
P051	MI80	ERC-114-1	316756	14755	MI	RIO	18/02/2013	12:30:00	NC RIO ESPINO	NUEVA ESPERANZA	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 0.012
P049	MI81	ERC-115-1	318358	14702	MI	CAMARONERA	19/02/2013	10:10:00	NC CAMARONERA	31 SISIGUAYO	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 0.005
P048	MI82	ERC-116-1	318331	14681	MI	CAMARONERA	19/02/2013	11:44:00	NC CAMARONERA	29 SISIGUAYO	JIQUILISCO	USULUTÁN	LJLJ 0.004

TABLAS

# Generación de bases de datos SIG

## BASE DE DATOS Postgis: CARTO

### Interface: Quantum GIS

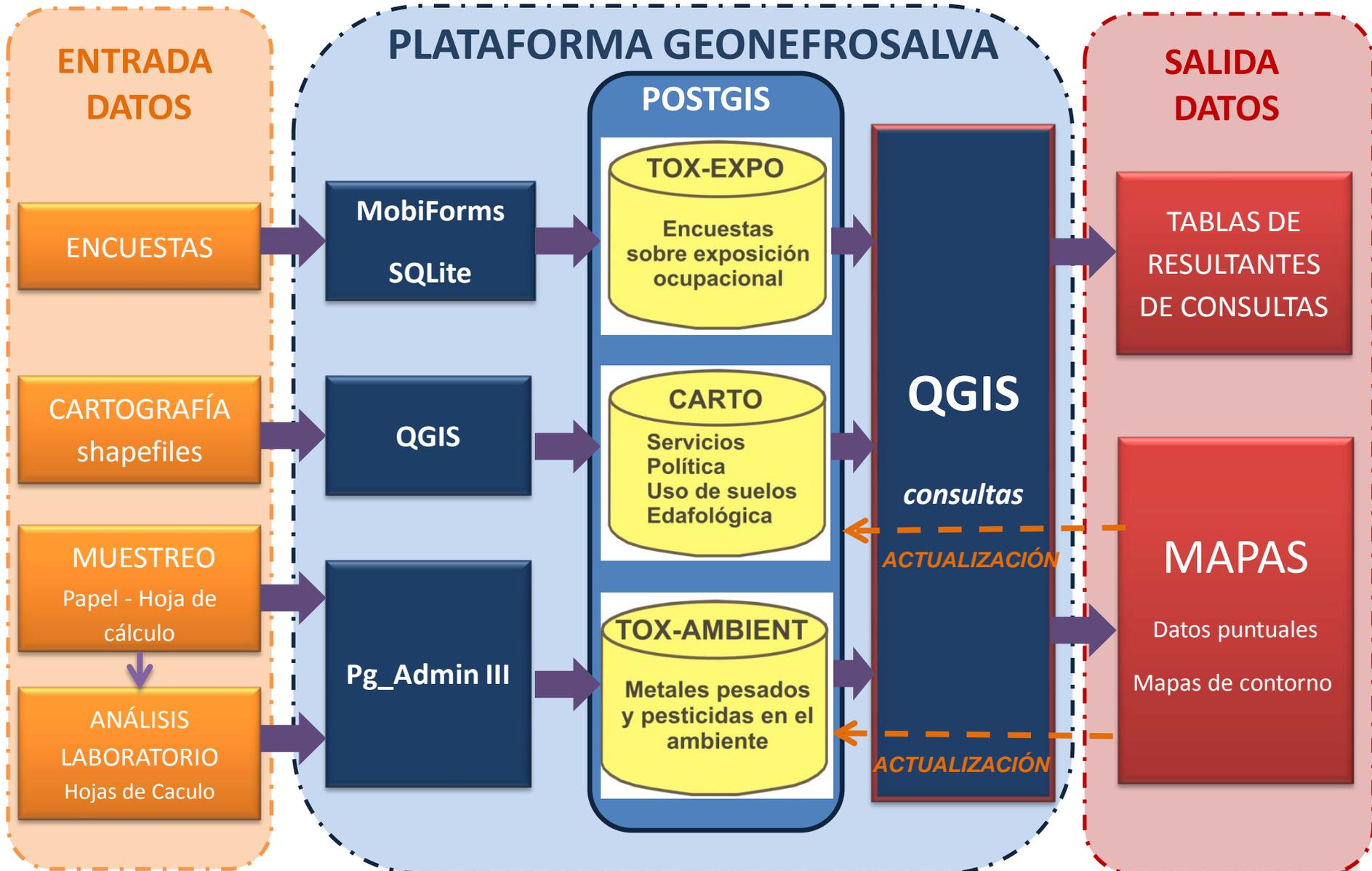
The image shows the QGIS 2.0.1-Dufour interface with a map of a watershed. The map displays a network of rivers and streams in blue and yellow. A red arrow points from the text "BASE DE DATOS" to the "Administrador de BBDD" window. The "Administrador de BBDD" window shows a tree view of the database structure, with the "CLIN\_RENAL\_BL" table selected. The "Info" tab is active, displaying the following information:

Información general	
Tipo de relación:	Tabla
Propietario:	postgres
Páginas:	0
Filas (estimación):	0
Filas (contadas):	1
Privilegios:	select, insert, update, delete

PostGIS	
Columna:	geom
Geometría:	MULTIPOLYGON
Dimensión:	2
Ref. espacial:	WGS 84 / UTM zone 16N (32616)
Extensión:	(desconocido) <a href="#">(descubrir)</a>
Ningún índice espacial definido <a href="#">(crearlo)</a>	

# Generación de bases de datos SIG

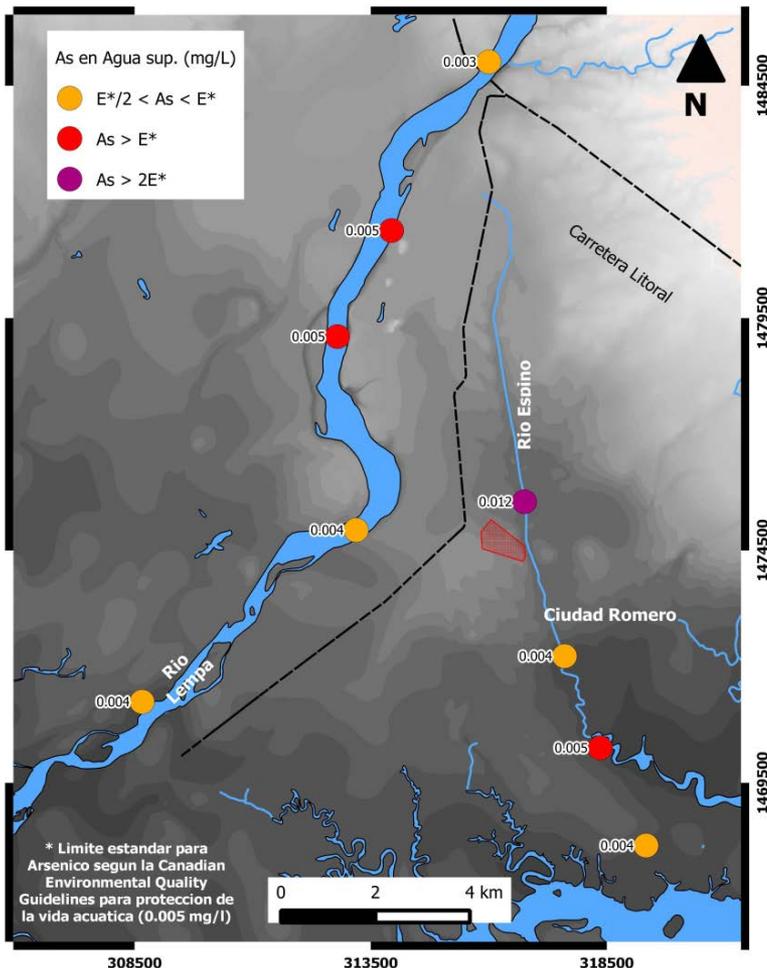


# Aplicación: Resultados preliminares

## BAJO LEMPA

Contaminación por Arsénico en la zona del Bajo Lempa (Ciudad Romero) uno posible factor de riesgo de la ERCnt.

Mapa de contaminación en aguas superficiales.



❑ Todos los puntos muestreados de la zona presentan agua con contenido en Arsénico. (Río Lempa, Río Espino y camaroneras).

0.005 mg/L = Limite de contenido de Arsénico en el agua para la protección de la vida acuática según la legislación de Canadá (CCME 2002)

❑ En un punto sobrepasa el límite de 0.005 mg/L (Río Espino).

❑ En tres puntos se han reportado concentraciones cercanas a 0.005 mg/L. (Río Lempa y una camaronera).

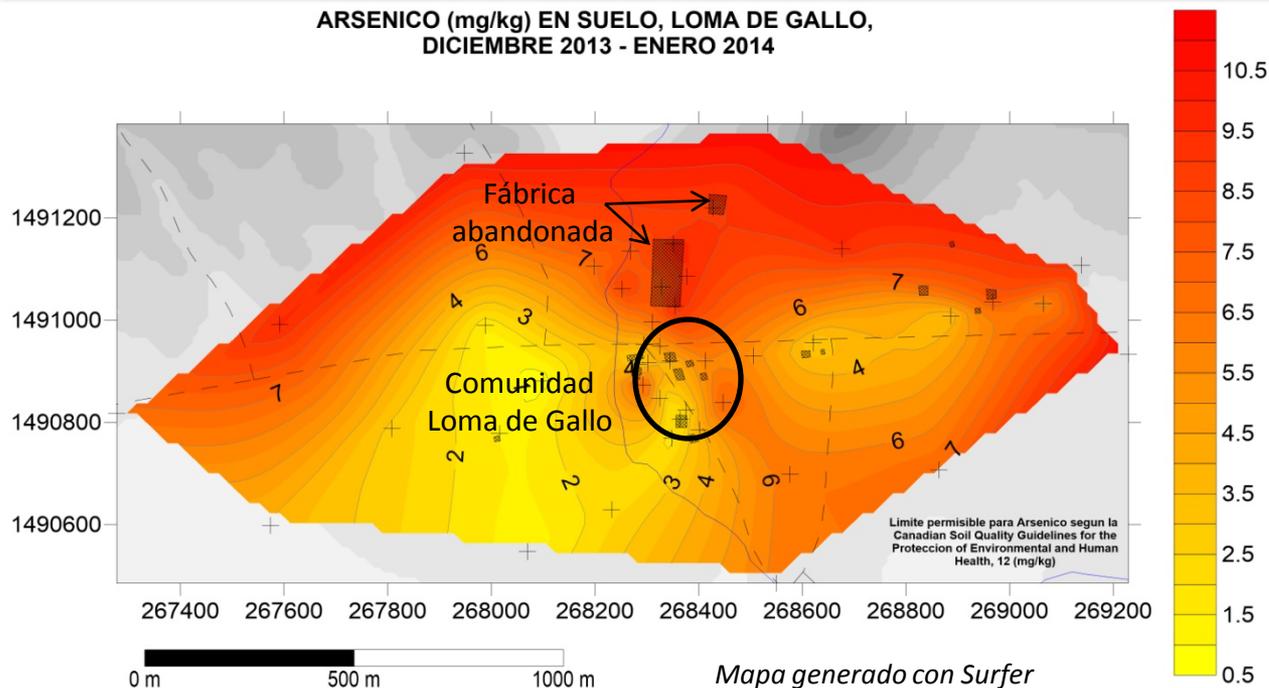
# Aplicación: Resultados preliminares

## SAN LUÍS TALPA: Comunidad Loma de Gallo

Contaminación por Arsénico en la comunidad Loma de Gallo en donde se localiza la fábrica abandonada de pesticidas.

Mapa de contaminación en suelos.

ARSENICO (mg/kg) EN SUELO, LOMA DE GALLO,  
DICIEMBRE 2013 - ENERO 2014



12 mg/L = Limite de contenido de Arsénico en el suelo agrícola según la legislación de Canadá (CCME 2002)

- ❑ En los alrededores de la fábrica los contenidos de Arsénico son muy próximos al límite de 12 mg/L.
- ❑ Posible origen del Arsénico: geogénico y antrópico.

# Pasos a seguir

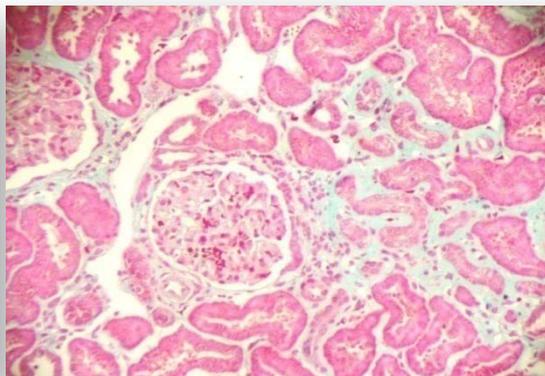
## Completar la plataforma:

- Incorporación de una nueva base de datos con información clínica de los pacientes ERCnt (datos epidemiológicos y clínicos). La componente espacial sería la situación de la vivienda de los pacientes (*EPI\_CLINIC*).
- Complementar la BBDD CARTO con información ráster (fotografías aéreas, mapas de contorno).
- Incorporación de la información sobre calidad de agua de consumo e intoxicaciones por plaguicidas a nivel nacional.

Mediciones físicas



Biopsias



BBDD epidemiológica y clínica

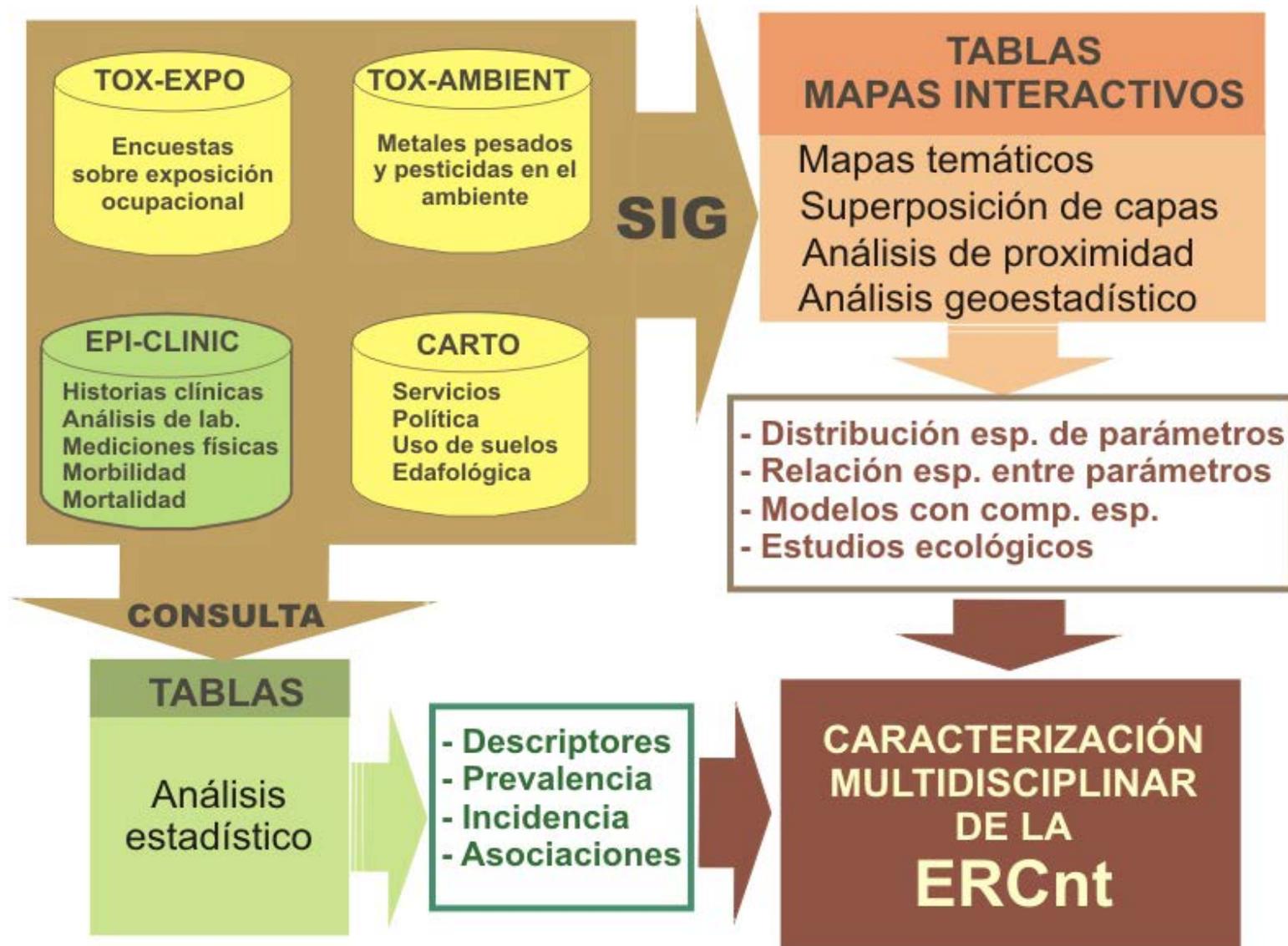


# Pasos a seguir

- Creación de un web-SIG para la consulta online de la información compilada (no personal).
- Análisis espacial para obtener la distribución de los diferentes parámetros estudiados y relación con los datos clínicos para establecer modelos explicativos de la ERCnt.
- Aplicación del modelo de GEONEFROSALVA a la plataforma que se diseñará para la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas No Transmisibles 2014, del MINSAL, que permitirá apoyar las investigaciones sobre la ERCnt.

# Conclusión

## Contribución de GEONEFROSALVA en la caracterización de la ETRCnt





# Gracias



**Alexandre Ribó**  
[aribo@salud.gob.sv](mailto:aribo@salud.gob.sv)

**Joan Molinas**  
[jmolinas@colgeocat.org](mailto:jmolinas@colgeocat.org)