

Análisis de riesgos asociados a arsénico y flúor en el agua Subterránea de Irapuato-Salamanca-Juventino Rosas Gto.

- ¹ Rodríguez R., ¹ Armienta A., ² Morales I.
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM



Cd. Universitaria 24-25 de Agosto 2011



Fluorita

y



fluorapatita

La solubilidad del flúor en agua es muy alta y suele encontrarse en la naturaleza como fluorita (CaF_2), fluorapatito ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) y criolita Na_3AlF_6 (EPA, 2011)

Una fuente común de Flúor en aguas subterráneas se origina por disolución de rocas (origen ígneo).

El flúor generalmente se relaciona con aguas geotérmicas, se asocia a yacimientos con yesos y sedimentos evaporíticos.

Su concentración en cuerpos de agua y la extracción de esta para consumo humano es la principal vía de exposición por el cual llega al organismo humano.

En el agua y en el suelo los fluoruros se adhieren fuertemente al sedimento o a partículas en el suelo, además que se acumulan en plantas y en animales, en estos últimos el fluoruro se acumula principalmente en los huesos o en el caparazón.

La dosis de Flúor que puede ser tóxica está en el rango de **4 mg/kg** (EPA), la dosis letal es de 70 a 140 mg/kg en México el valor máximo está en 1.5 mg/kg

Los efectos adversos por consumo de agua con elevados niveles de flúor son :

- ✳ deformaciones en los huesos en los niños. (**fluorosis dental**)
- ✳ Si el consumo es por largos periodo de tiempo provoca **fluorosis esquelética**.
- ✳ La fluorosis puede agravar las enfermedades renales preexistentes y alterar los procesos metabólicos del organismo.
- ✳ En las plantas una exposición alta al flúor puede originar, alteración de las raíces y hojas, cambios en su metabolismo, disminución del crecimiento, clorosis y necrosis.
- ✳ En los animales tiene síntomas similares a los humanos.

La intoxicación aguda por Flúor es muy rara, los únicos casos descritos son

La toxicidad crónica puede afectar las funciones orgánicas como la función renal, muscular y nerviosa.

Existen pruebas indicativas, pero no suficientes, que las fracturas óseas parecen aumentar conforme la concentración aumenta de **1 a 4 mg/L** de flúor en el agua.

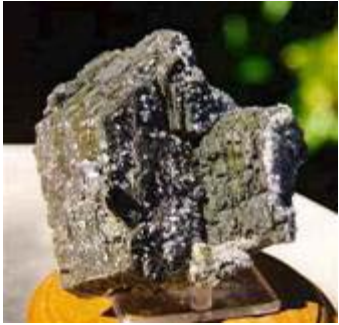
Pueden darse efectos adversos sobre el riñón si se tiene una ingesta crónica de más de 12 mg/día de Flúor, este consumo elevado solo es posible cuando el Flúor esta alrededor de 4 mg/L en agua.

Una ingesta crónica de 23 mg/día puede causar efectos negativos al hígado.

En estudios epidemiológicos recientes se ha observado una correlación entre la alta concentración de Fluoruros y un **coeficiente intelectual bajo**.

Algunos de los efectos adversos del flúor podrían estar relacionados por la formación de complejos AlF_x [Fluoruro de aluminio] tal vez ocasionados cuando se hierve en ollas de aluminio, lixiviando complejos de fluoruro de aluminio.





La arsenopirita es muy común en los yacimientos minerales, se le puede encontrar en las aureolas de mineralización.

arsenopirita y enargita

Los efectos adversos por consumo de agua con concentraciones altas de arsénico son :

- Queratosis e hiperqueratosis. Hipopigmentación e hiperpigmentación**
- Neuritis periférica**
- Trastornos en la circulación periférica como gangrena en extremidades o enfermedad de pies negros**
- Anemia**
- La ingesta de arsénico aumenta el riesgo de desarrollar cáncer en pulmones, piel, pecho, próstata, riñones e hígado**
- Miocarditis**
- Afecta también el estómago y los intestinos, los riñones, el hígado, el sistema nervioso y el sistema respiratorio**



La queratosis
puede evolucionar
A hiperqueratosis



Líneas de Mees



	As	F
Dosis letal	2 - 20 mg/Kg/día 0.1 – 0.5 mg/Kg/día comp. orgánicos	30-60 mg/kg
Límite Máximo Agua	0.01 mg/L (EPA)	4 (mg/L) EPA
	0.025 (mg/L) NOM-127	1.5 (mg/L) NOM-127
Afectaciones Adversas A la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cáncer (Exposición crónica) • Queratosis • Corazón • Estomago • Hígado • Riñones • S. nervioso • S. respiratorio • Sangre 	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación tejidos calcificados y ligamentos • Deformación huesos de niños • Fluorosis dental • Fluorosis esquelética (Altas concentraciones) • Agrava problemas renales (Altas concentraciones) • Correlación coeficiente intelectual bajo (Altas concentraciones)
Vías de exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Aire • Agua • Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Suelos • Alimentos (animales, plantas)

El agua subterránea con contenidos cerca o sobre la NOM 127 de arsénico y flúor destinada a consumo humana constituye un riesgo a la salud de la población abastecida.

Existen otros riesgos asociados a esta agua subterránea extraída

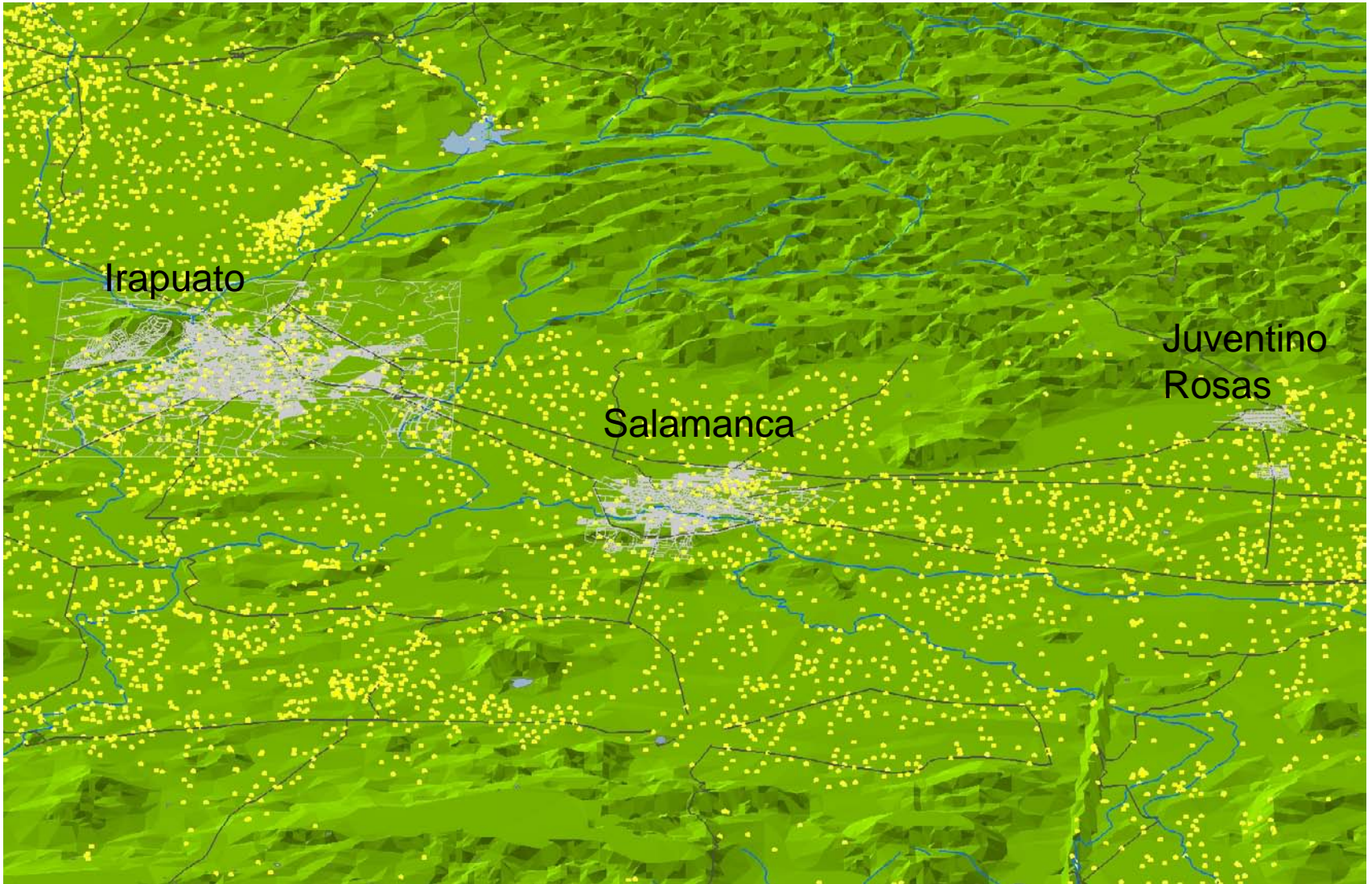
Existen otros riesgos asociados a esta agua subterránea extraída

- ☀ Consumo por ganado criado para consumo de carne o lácteos
- ☀ Riego de productos consumibles
(afectación económica por restricciones de mercado, nacional y extranjero)

- ☀ Manejo de aguas residuales
recirculación de agua, incremento local de As y/o F
- ☀ Afectación de la calidad del agua superficial

- ☀ Suspensión de extracción por autoridades
- ☀ Inversión para relocalización de pozos
- ☀ Perforación de pozos o incremento en extracción en sistemas acuíferos con acuitardos inducción de **subsistencia**

- ☀ Compra, pago por agua (deterioro economía local)
- ☀ Mal manejo domiciliario del agua (hervir, “filtrar”)



El ámbito geológico de las tres ciudades, Irapuato, salamanca y Juventino Rosas
Es similar, predominando rocas volcanicas

Como evaluar el riesgo ?

Detectar el peligro

Presencia de As y F en el agua subterránea

Definir elementos afectables

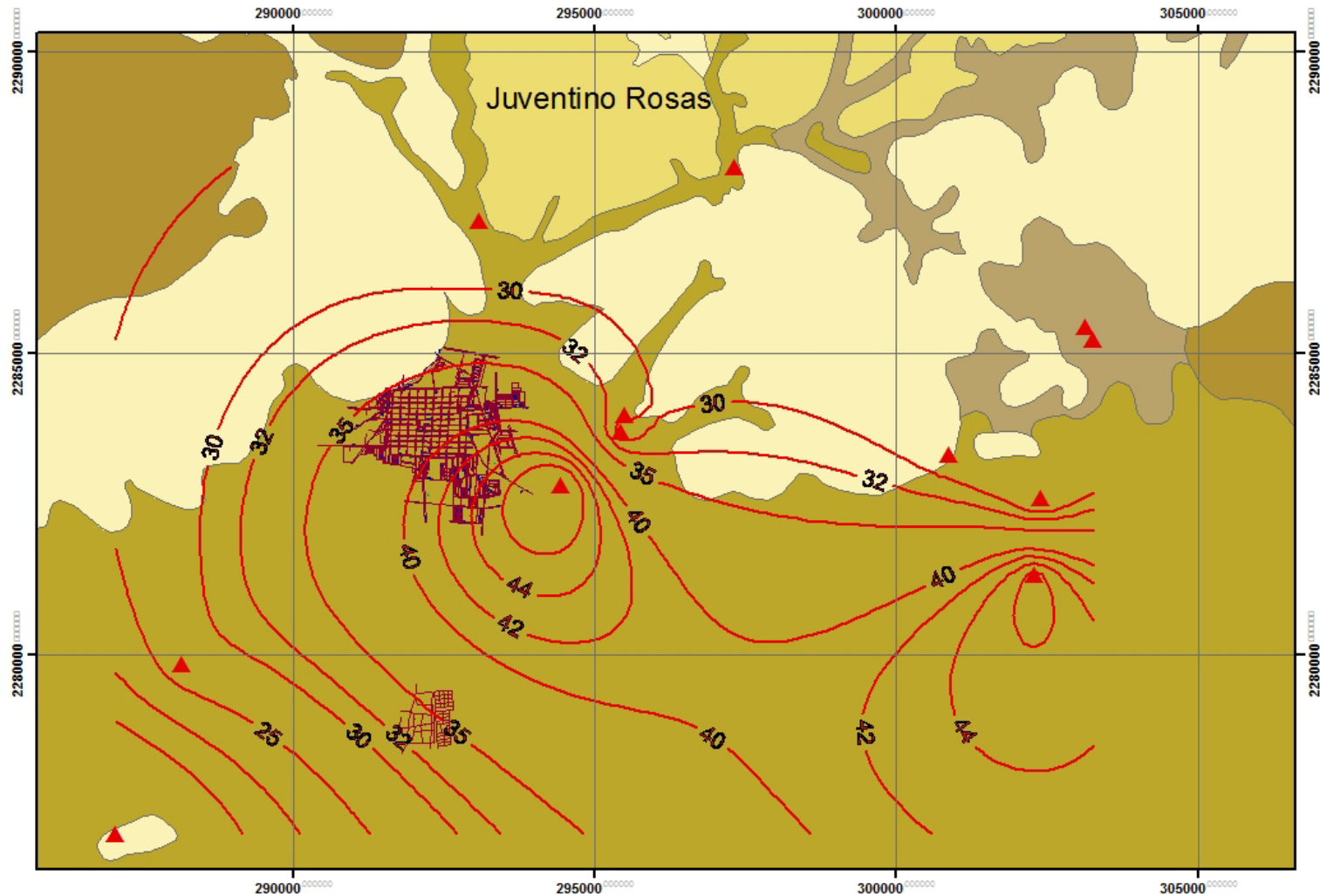
Biota: Población abastecida con agua, ganada, cultivos

Medio físico: cuerpos receptores de agua, suelos

Evaluar exposición

Realización encuesta (patrones de consumo, afectaciones no clínicas)

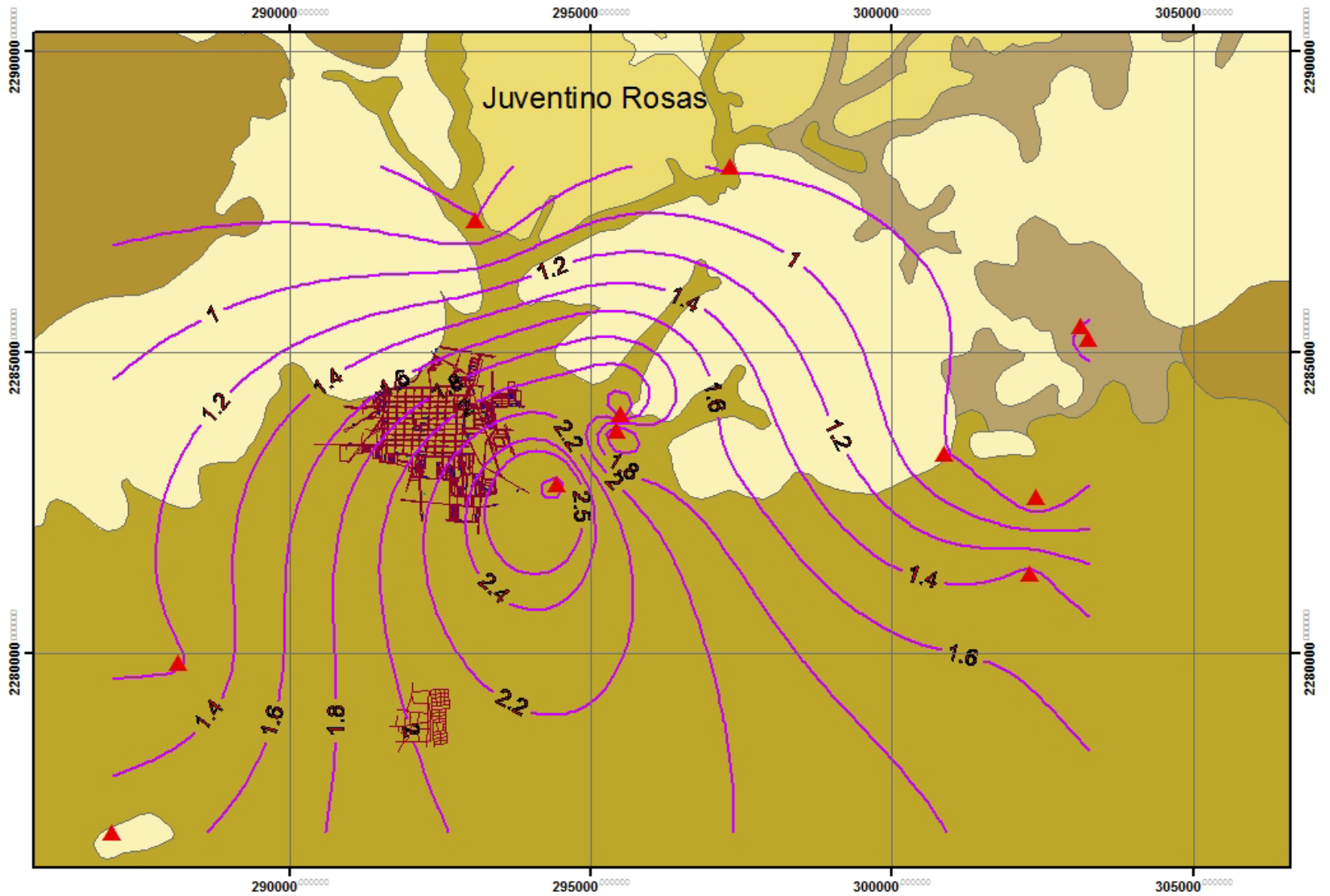
Monitoreo agua subterránea, agua superficial, suelos



0 0.5 1 2 3 4 Kilometers

Temperatura (°C) Mayo 2010

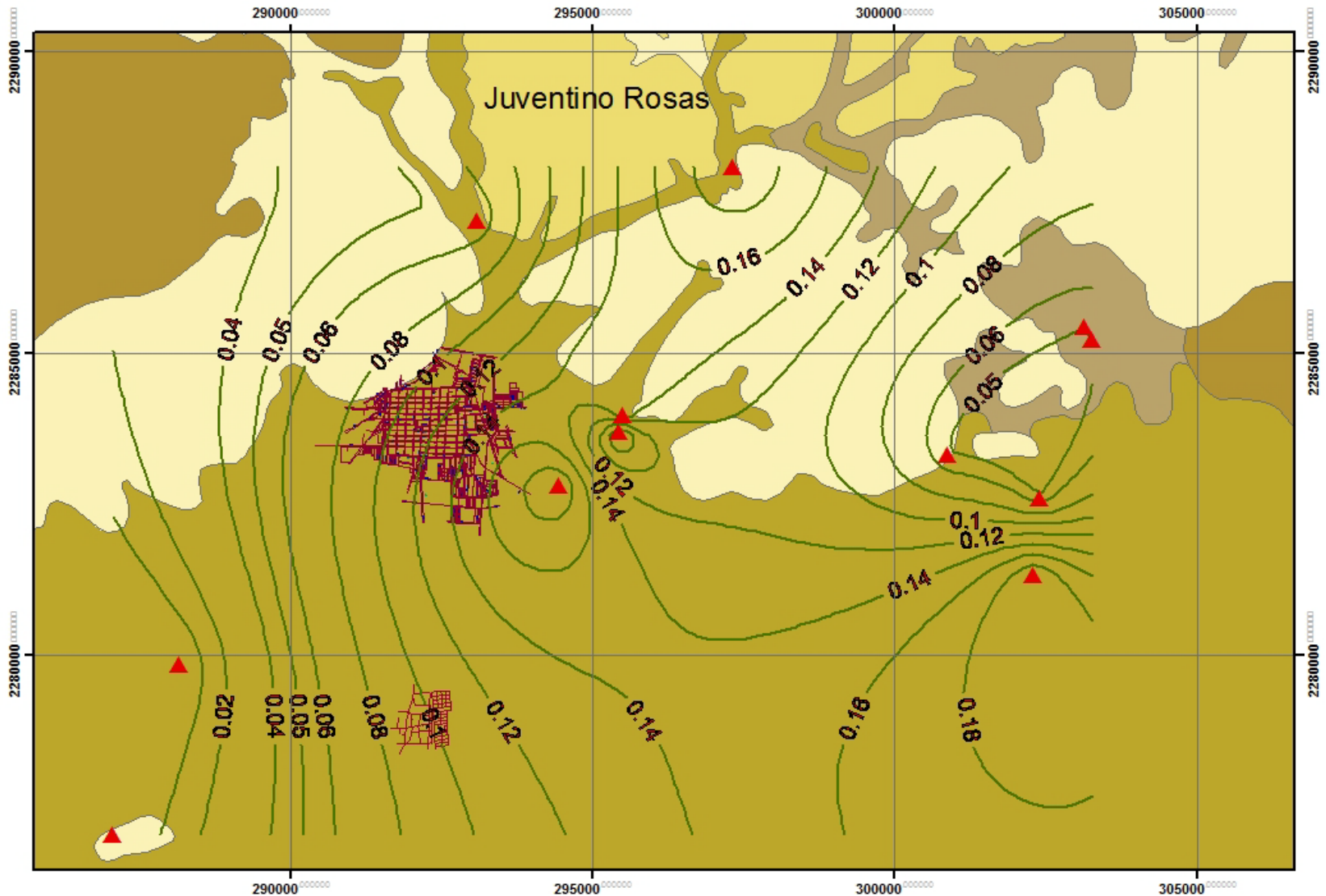




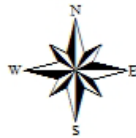
Fluor (mg/L) Mayo 2010

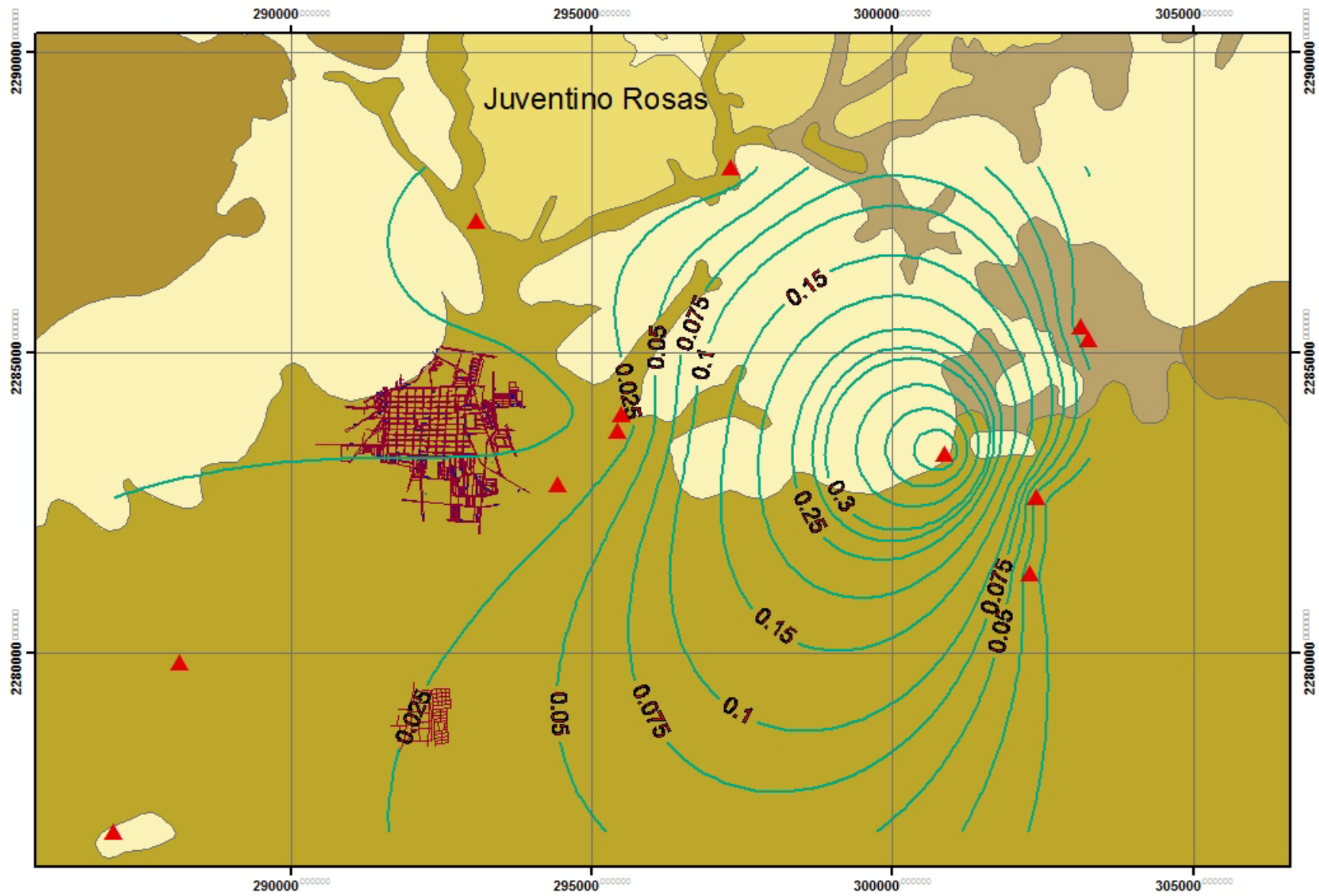
0 0.5 1 2 3 4 Kilometers





Lito (mg/L) Mayo 2010

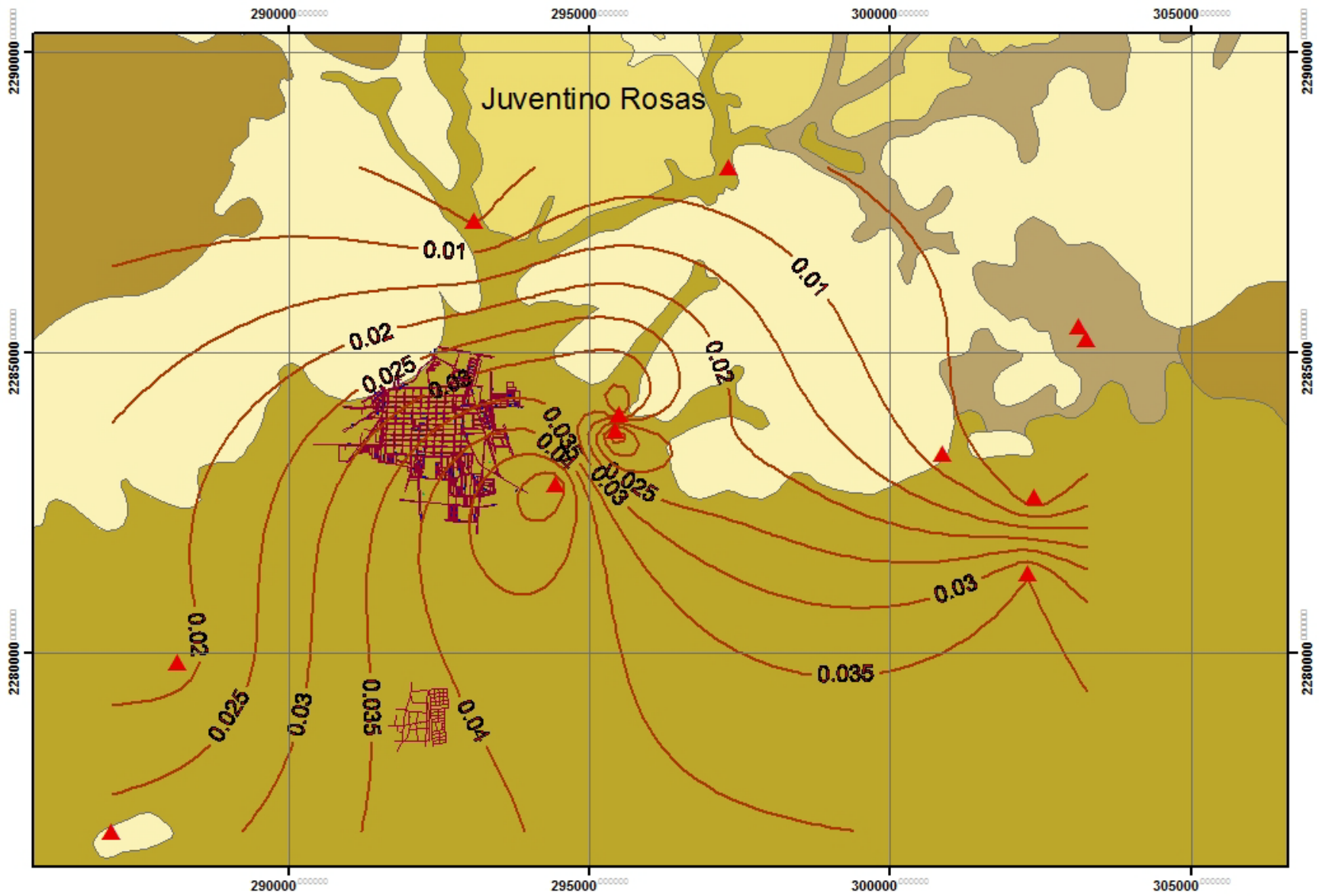




0 0.5 1 2 3 4 Kilometers

Boro (mg/L) Mayo 2010

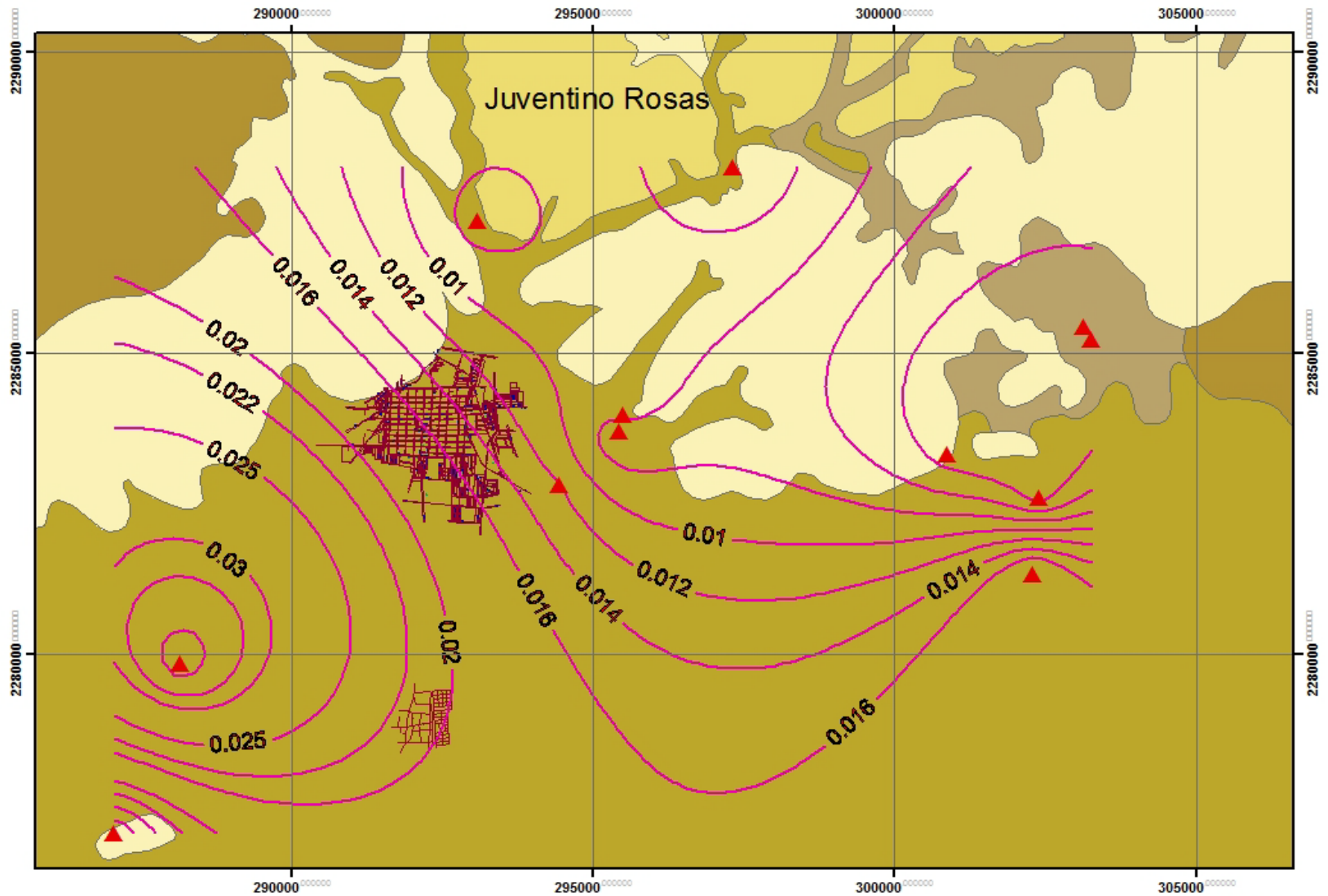




0 0.5 1 2 3 4 Kilometers

Arsenico (mg/L) Mayo 2010





0 0.5 1 2 3 4 Kilometers

Vanadio (mg/L) Mayo 2010



Primeros resultados

La encuesta en las zonas periféricas a la mancha urbana de JR revelan que la población consume el agua sabiendo que esta contiene flúor, ignoran que contiene también As

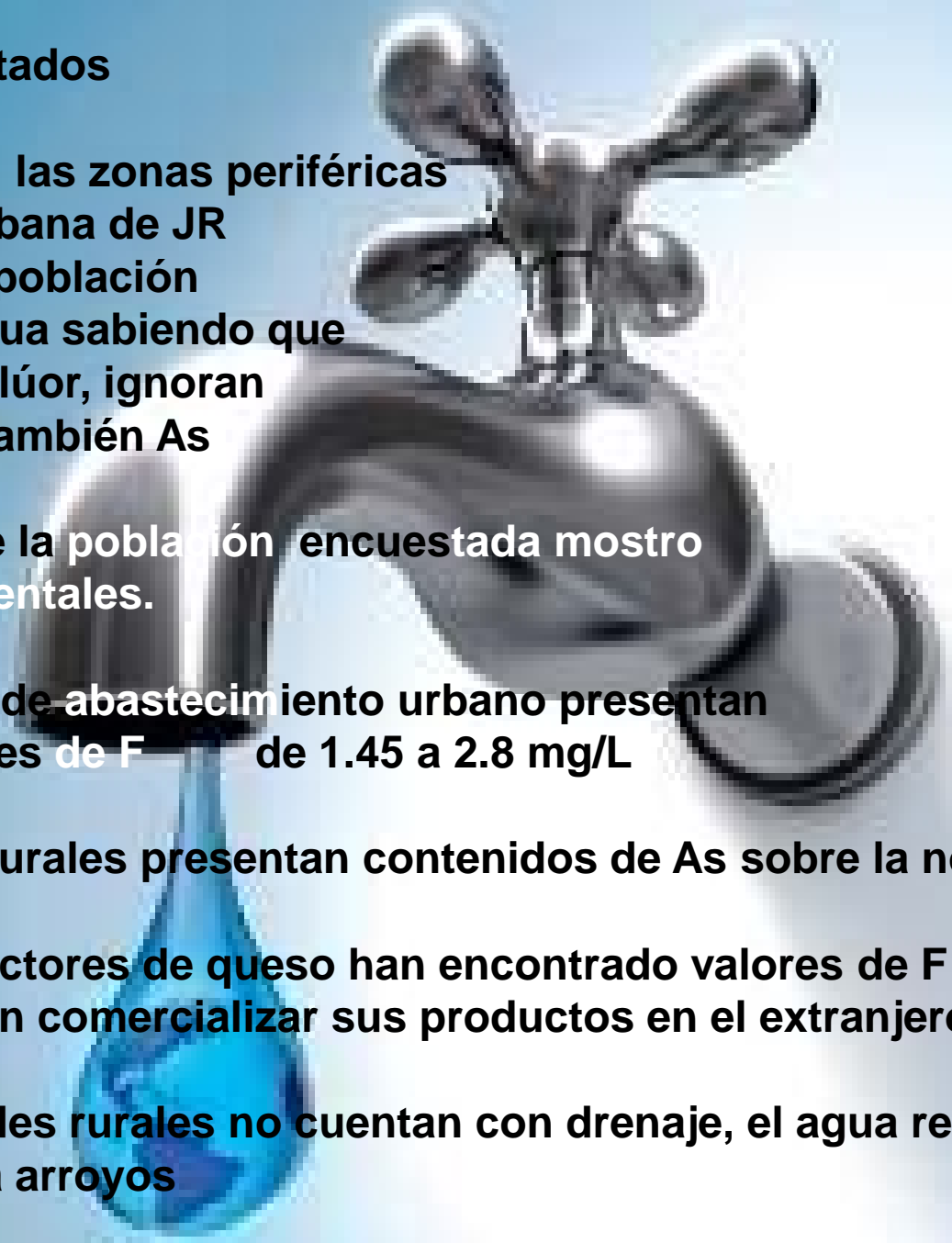
Solo el 22 % de la población encuestada mostro afectaciones dentales.

5 de los pozos de abastecimiento urbano presentan concentraciones de F de 1.45 a 2.8 mg/L

5 urbanos y 6 rurales presentan contenidos de As sobre la norma mexicana

Algunos productores de queso han encontrado valores de F y As que les impiden comercializar sus productos en el extranjero

Las comunidades rurales no cuentan con drenaje, el agua residual es conducida a arroyos



No al desperdicio de agua

Existe el riesgo de ignorar los riesgos

No solo hay riesgos a la Salud por ingesta de agua...

Se afecta la biota, el medio físico, la economía, la Infraestructura

Hay que evaluar el efecto conjunto de flúor, arsénico, litio, boro, radón?

