



**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA
ÁREA DE QUÍMICA ANALÍTICA Y AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
LABORATORIO DE RECURSOS RENOVABLES**

Adaptación de la tecnología RAOS Modificada para la remoción de arsénico de aguas para el consumo humano en poblados del valle de Camarones.

Dra. LORENA CORNEJO

**CHILE
2005**

**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
ARICA**

Dra. Lorena Cornejo

Lic. Jorge Acarapi

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
CONCEPCIÓN**

Dr. Héctor Mansilla

Dr. Jorge Yañez

Alumnos:

Hugo Lienqueo

Jorge Platero

INTRODUCCIÓN

Con el objeto de establecer "*in situ*" el sistema de oxidación solar para la remoción de arsénico (RAOS) en la Comunidad Camarones, Provincia de Arica, Región de Tarapacá, norte de Chile, se consideraron las siguientes condiciones:

1. Comunidades rurales, sin abastecimiento de agua potable.
2. Existencia de altos niveles de arsénico en los recursos hídricos, con hidroarsenicismo crónico desde épocas tempranas.
3. Presencia de elevados niveles de radiación solar en zona árida.
4. Lejanía y difícil acceso desde centros urbanos.
5. Fácil acceso a productos y/o cultivos cítricos.



Image © 2005 EarthSat

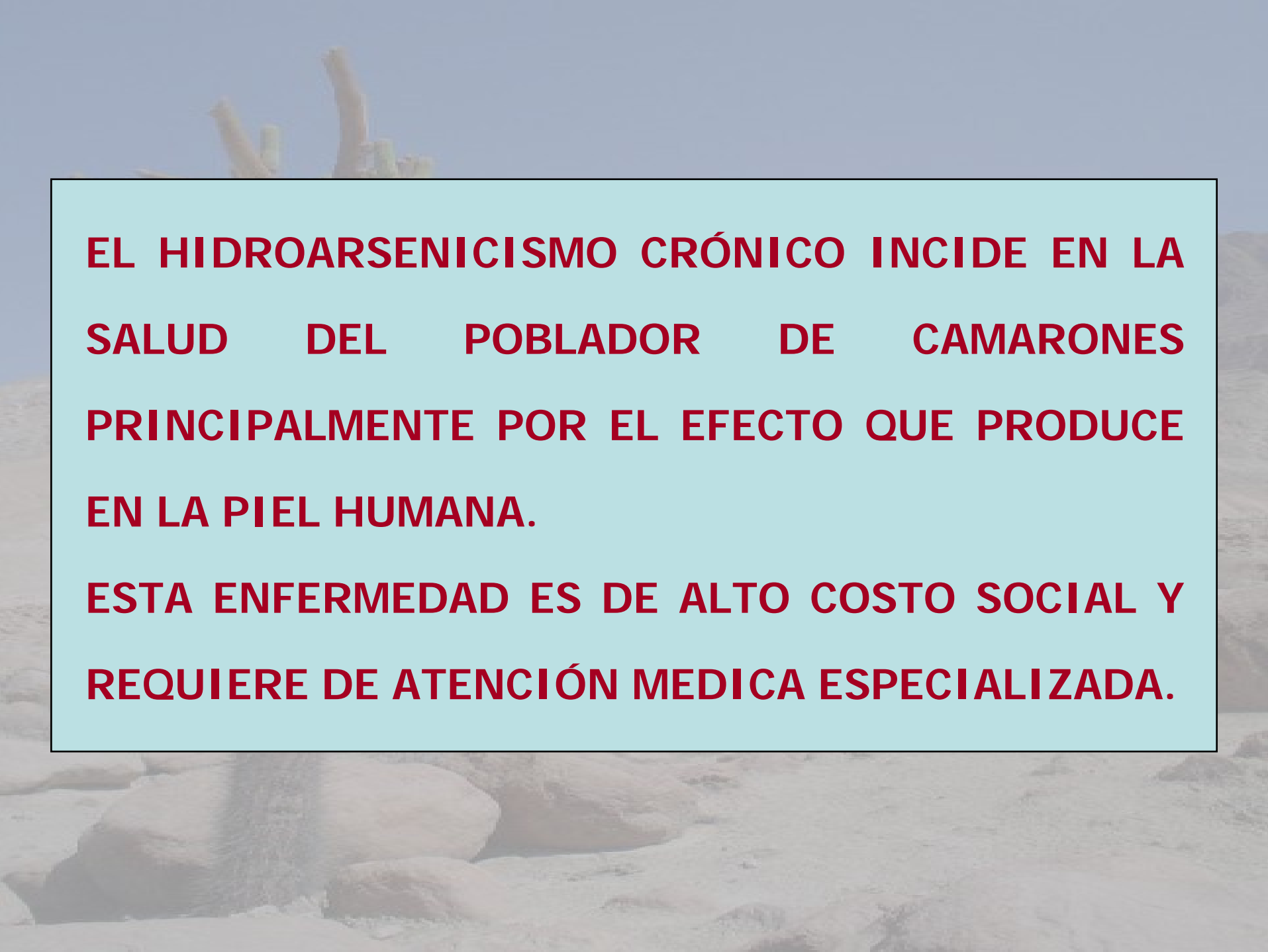


Solar safe water

Pointer 19°11'08.72" S 70°16'04.83" W

Streaming ||||| 100%

Eye alt 38360.05 mi



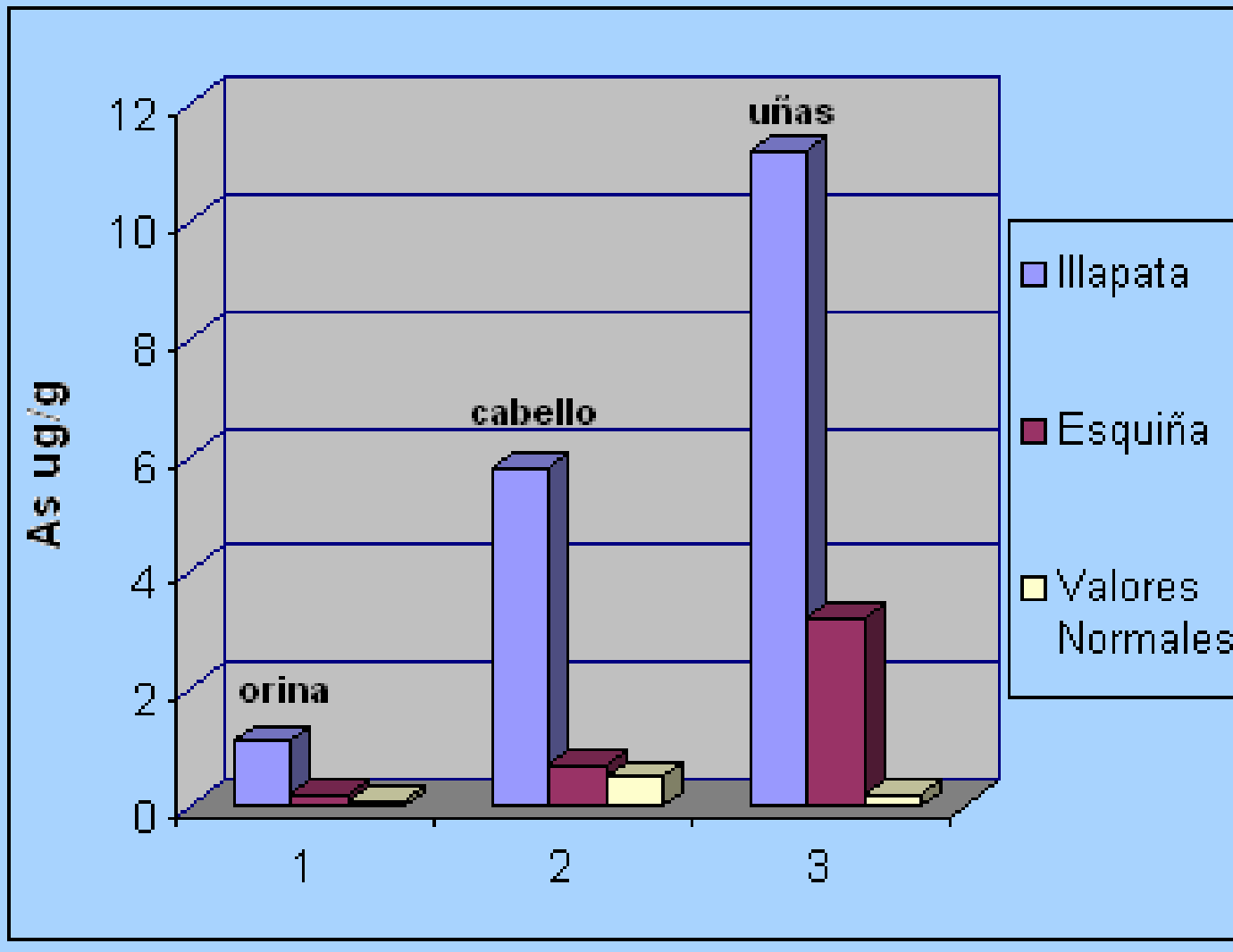
EL HIDROARSENICISMO CRÓNICO INCIDE EN LA SALUD DEL POBLADOR DE CAMARONES PRINCIPALMENTE POR EL EFECTO QUE PRODUCE EN LA PIEL HUMANA.

ESTA ENFERMEDAD ES DE ALTO COSTO SOCIAL Y REQUIERE DE ATENCIÓN MÉDICA ESPECIALIZADA.

Vista ampliada del Carcinoma



**Paciente con Mal de Bowen y Carcinoma de grado II.
Agosto 2002**



Se entrevistó y encuestó a 53 personas, desde niños, adultos y adultos mayores.

- Se colectó 48 muestras de orina.** 1,1 0,2 0,06
- Se colectó 49 muestras de cabello.** 5,8 0,7 0,5
- Se colectó 34 muestras de uña.** 11,2 3,2 0,2

Remoción de Arsénico en aguas mediante Fotólisis.

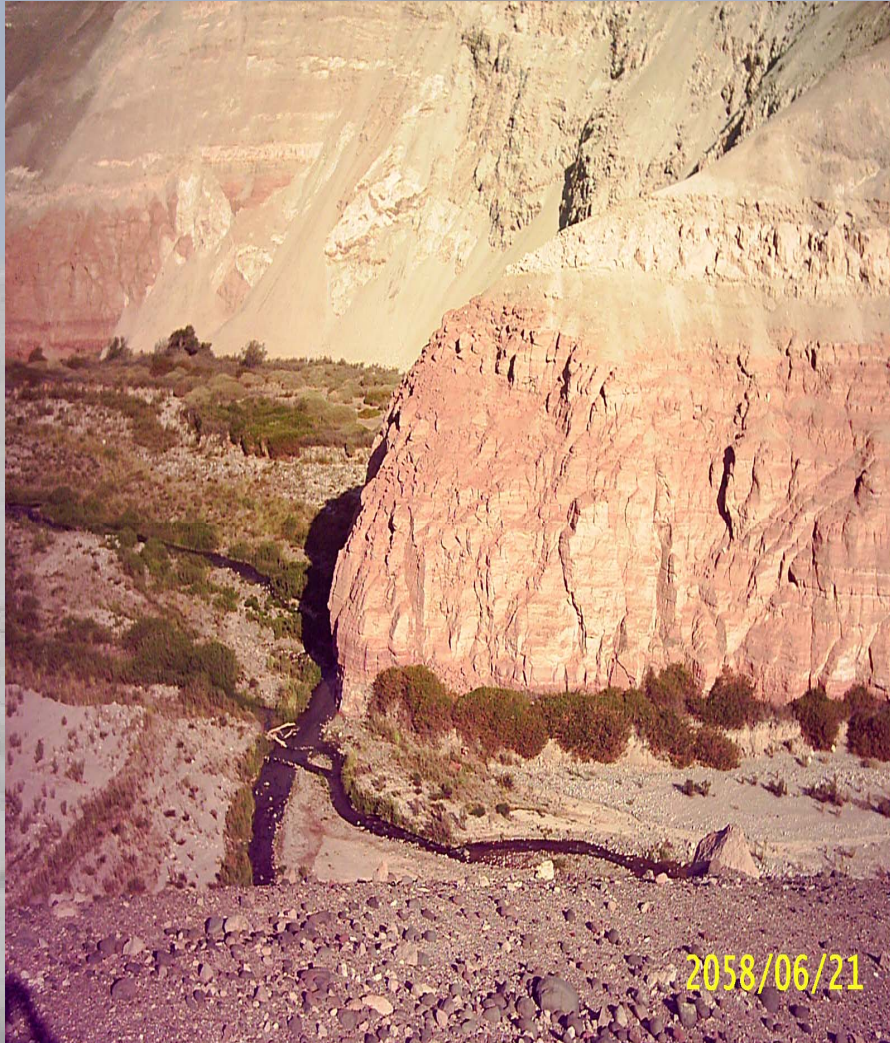
Profesor Guía: Héctor Mansilla.

Se realizaron estudios basados en el método RAOS, **con la interacción de luz artificial**, oxígeno disuelto y el complejo hierro-citrato en muestras sintéticas.

Se trabajo con un diseño experimental basado en la metodología de respuesta, la que permite optimizar procesos, es un modelo matemático que puede calcular, simultáneamente, como se modifican las variables una con respecto a la otra.

Por una única vez se utiliza agua del río de Camarones y radiación solar de Concepción.

Quebrada y Río Camarones



Arsénico total en aguas del río Camarones. Estaciones de verano, otoño e invierno.

Estación	Camarones As (mg/L)	Illapata- Esquiña As (mg/L)
Verano	1,18	1,28
Otoño	0,99	1,11
Invierno	0,95	1,34

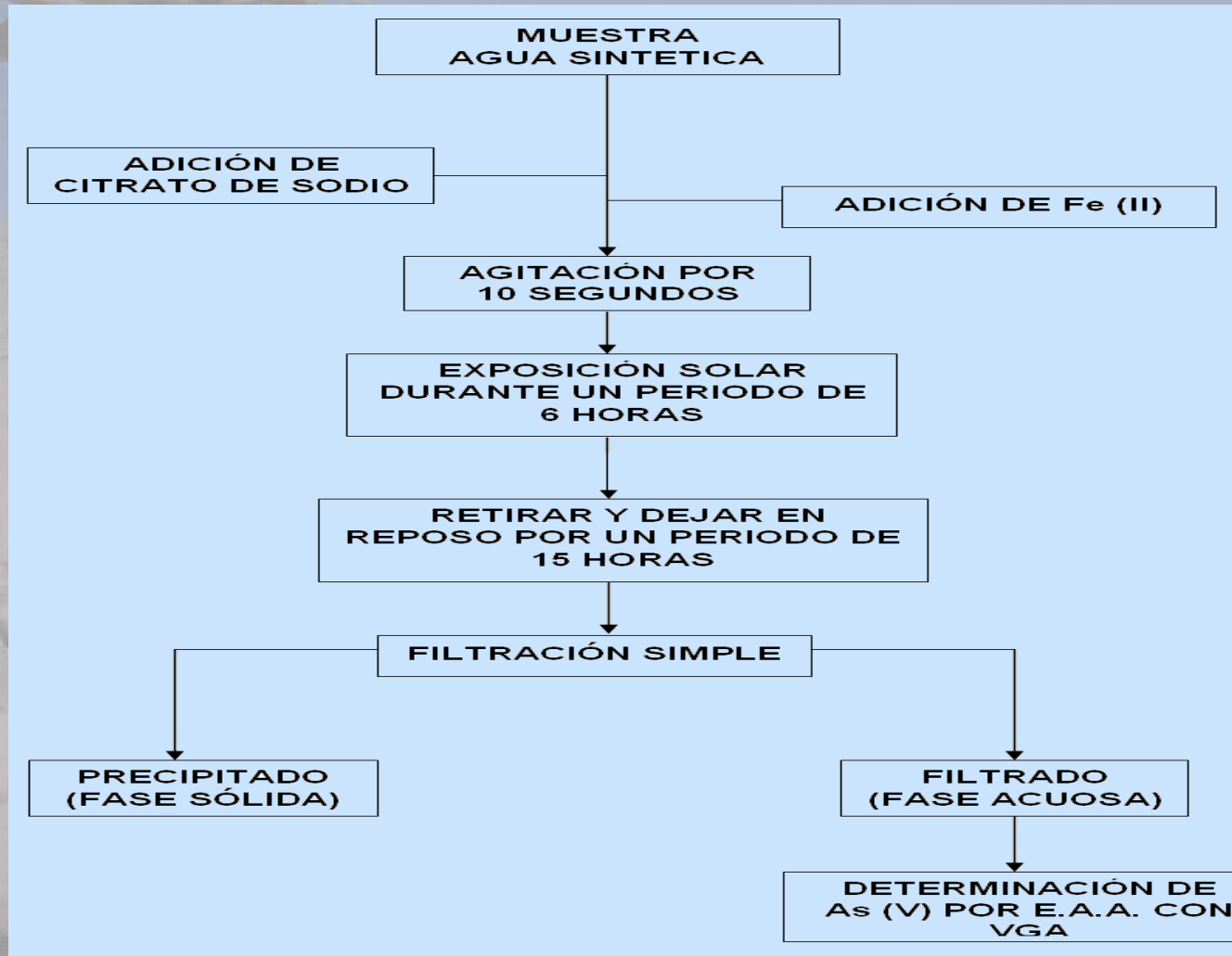
Tratamiento para Remover Arsénico de Aguas del Valle de Camarones para el Consumo Humano.

Profesora Guía: Dra. Lorena Cornejo.

Se realizaron estudios basados en el método RAOS, **con la interacción de luz solar**, oxígeno disuelto y el complejo hierro-citrato en muestras sintéticas.

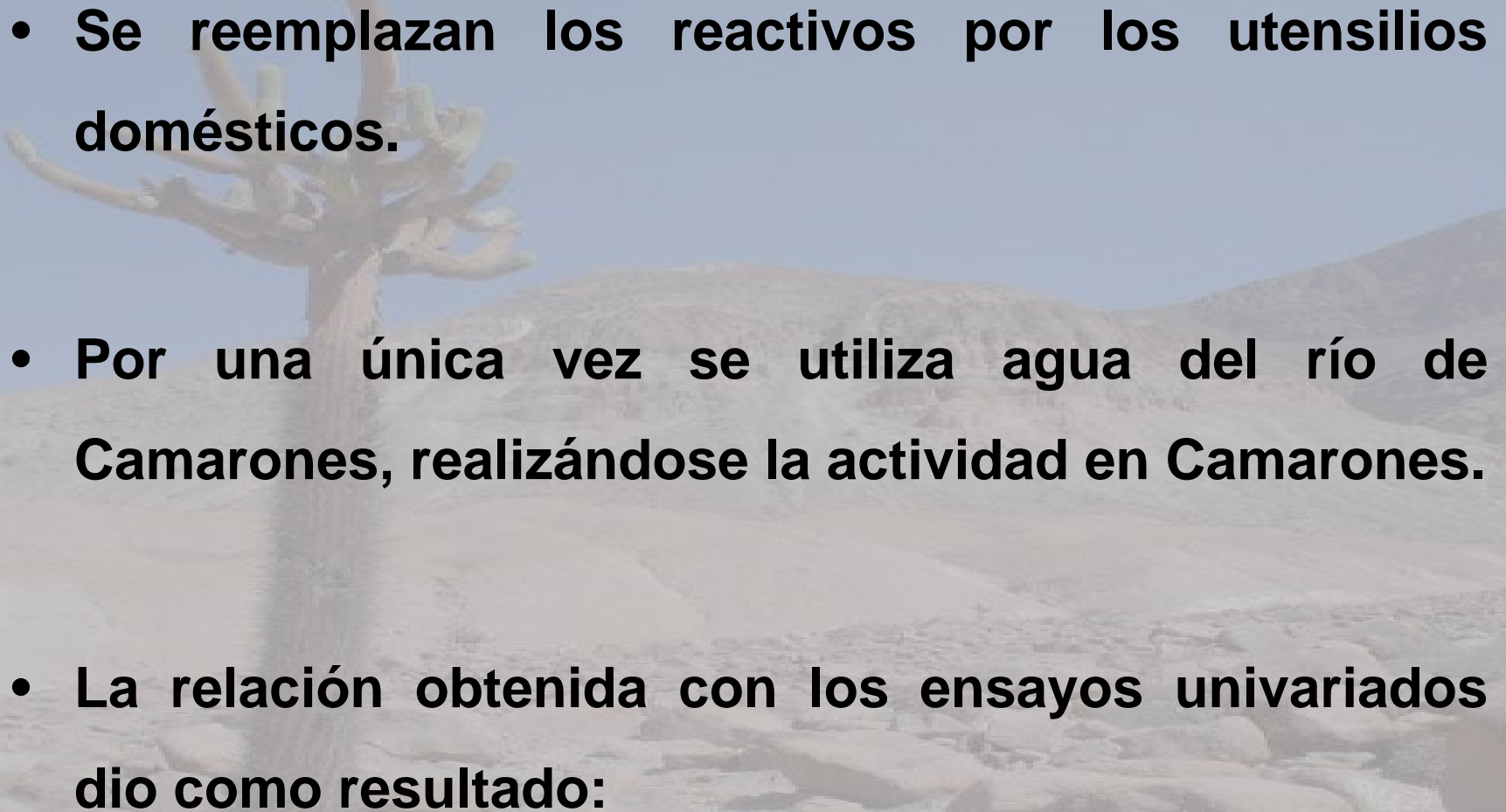
Se optimizaron las variables con un diseño experimental univariado utilizando reactivos.

Diagrama representativo del proceso de trabajo

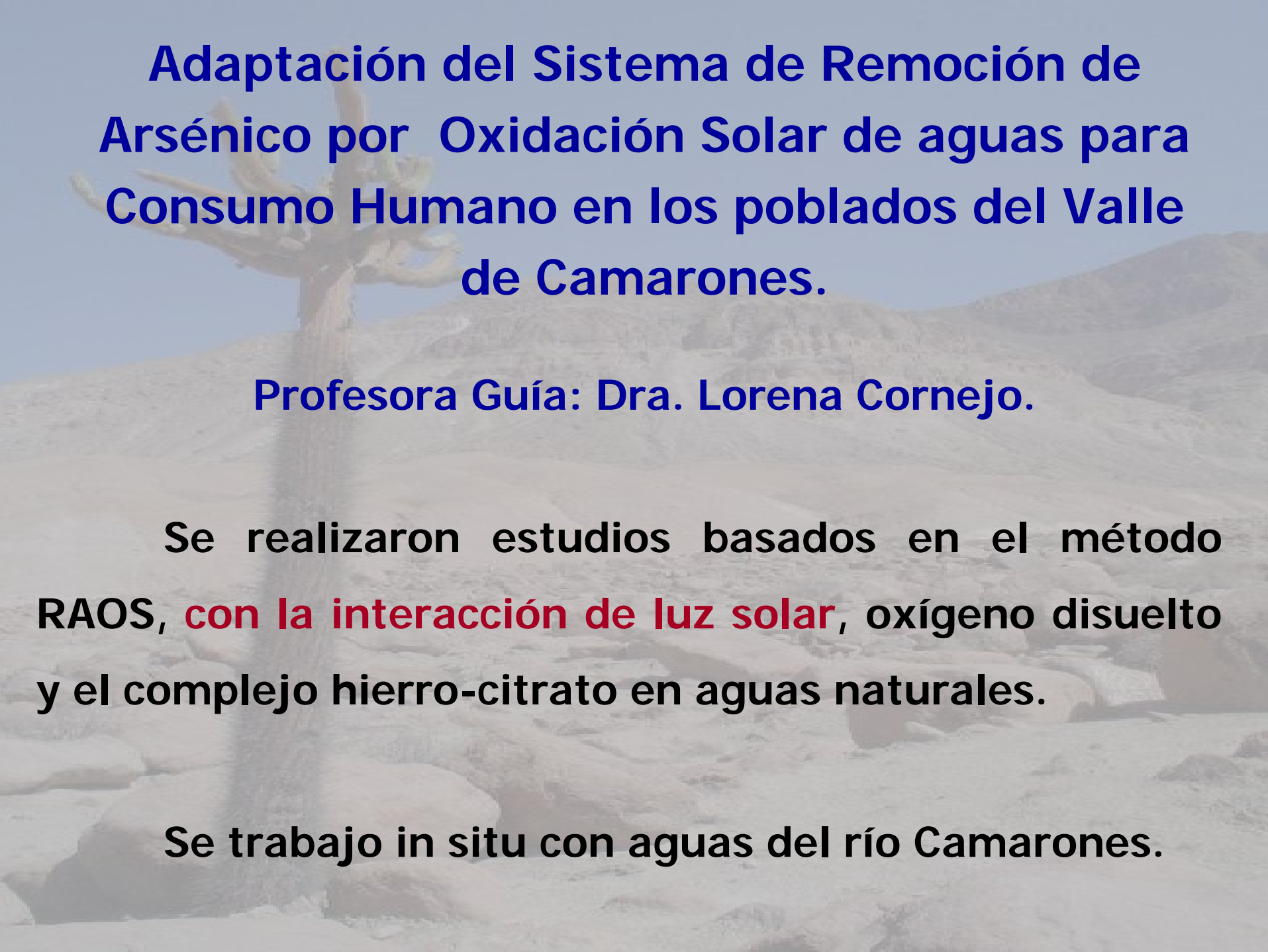


Remoción de Arsénico en Aguas del Río Camarones, Arica, Chile



- 
- **Se reemplazan los reactivos por los utensilios domésticos.**
 - **Por una única vez se utiliza agua del río de Camarones, realizándose la actividad en Camarones.**
 - **La relación obtenida con los ensayos univariados dio como resultado:**

Una gota de limón más 2,00 g de alambre.



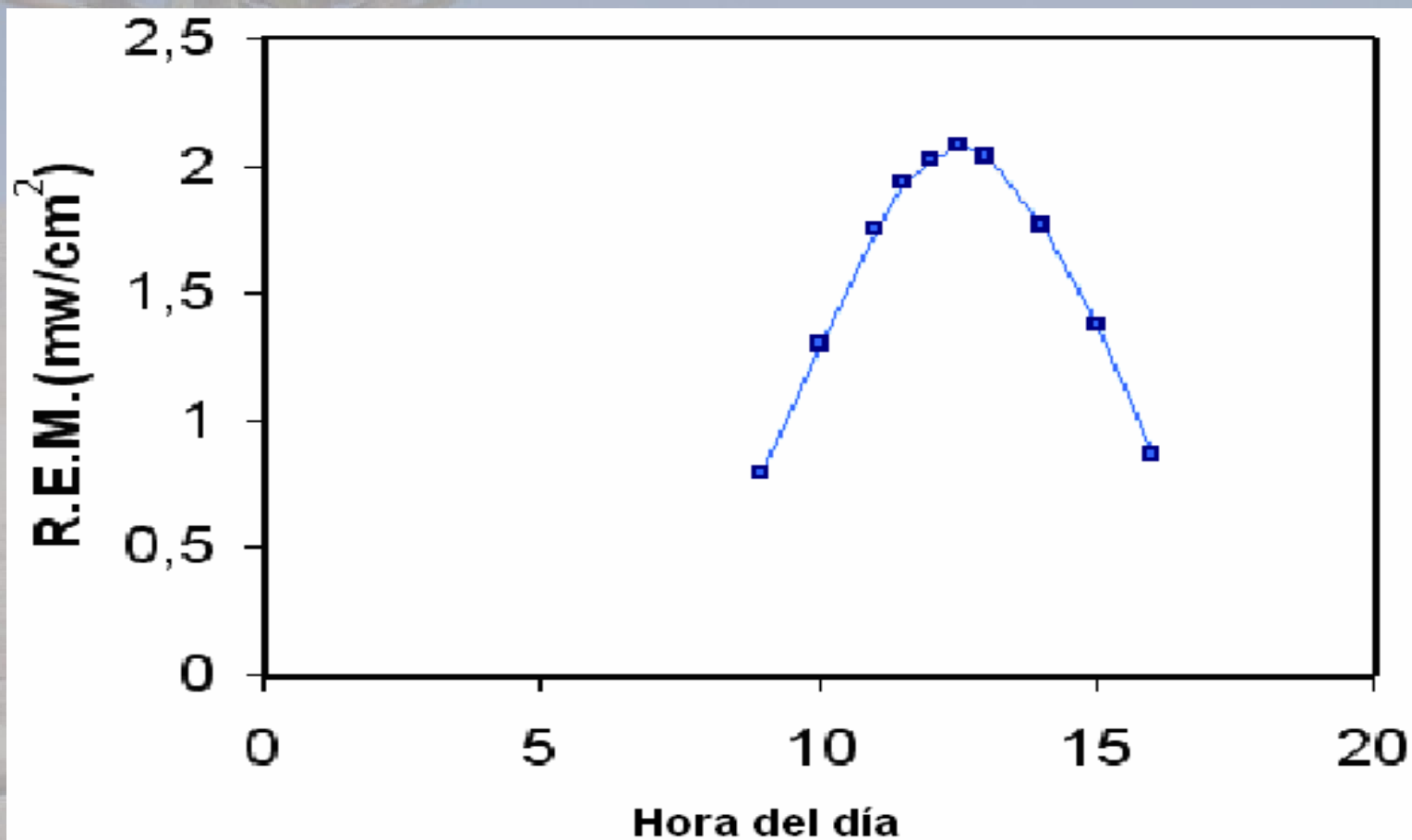
Adaptación del Sistema de Remoción de Arsénico por Oxidación Solar de aguas para Consumo Humano en los poblados del Valle de Camarones.

Profesora Guía: Dra. Lorena Cornejo.

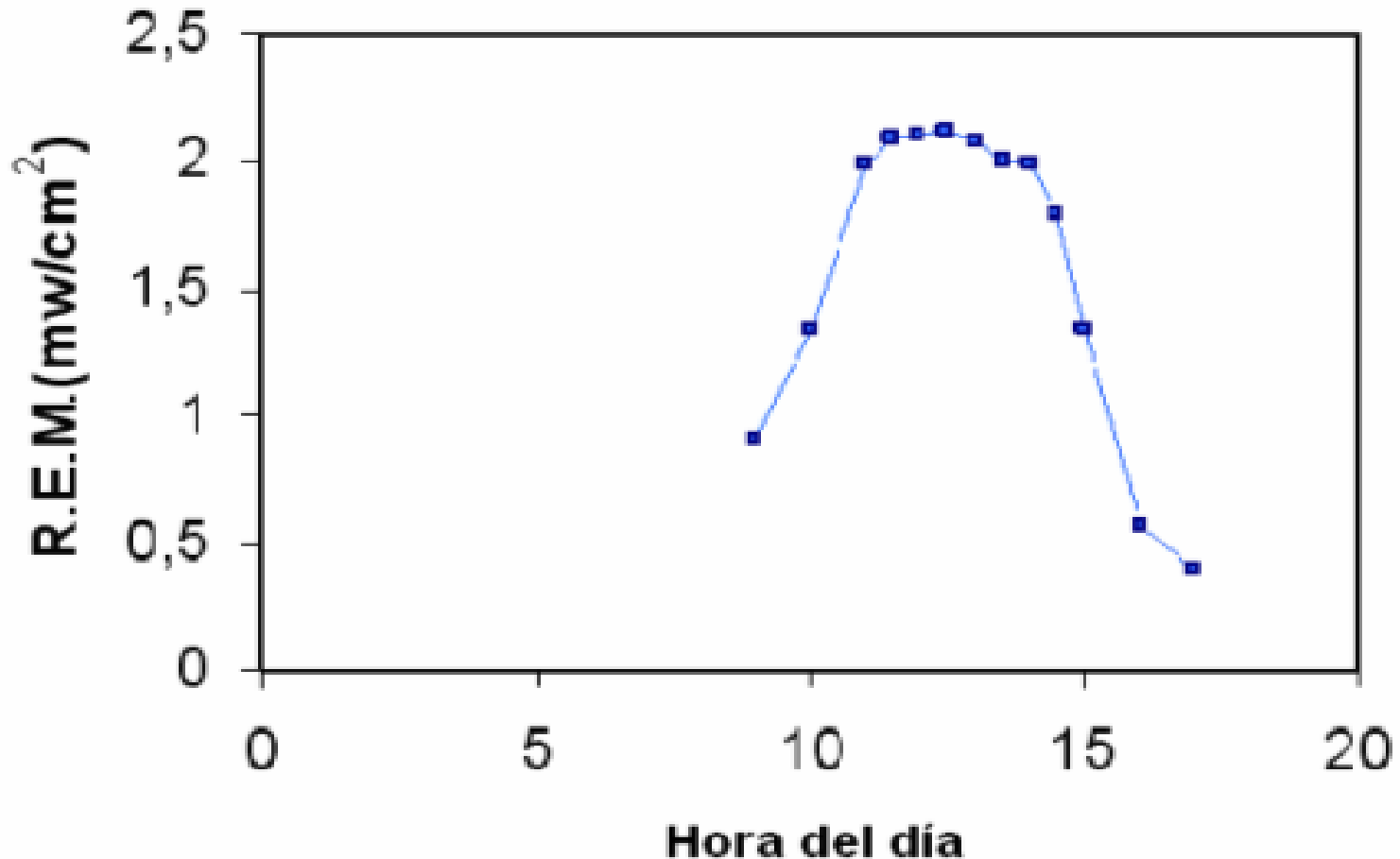
Se realizaron estudios basados en el método RAOS, **con la interacción de luz solar**, oxígeno disuelto y el complejo hierro-citrato en aguas naturales.

Se trabajo in situ con aguas del río Camarones.

Distribución horaria de la radiación solar en la ciudad de Arica



Distribución horaria de la radiación solar en Camarones



Remoción de arsénico (V) en posición vertical y con un ángulo de inclinación de 20° de los reactores.

Nº de reactores	% Remoción de arsénico (V) posición vertical	% Remoción de arsénico (V) posición inclinada
1	99,54	99,78
2	99,54	99,80
3	99,50	99,78
4	99,23	99,76

Reactores durante la Exposición Solar



Reactores durante la Exposición Solar



Gráfico tridimensional obtenido con la Metodología de Superficie de Respuesta

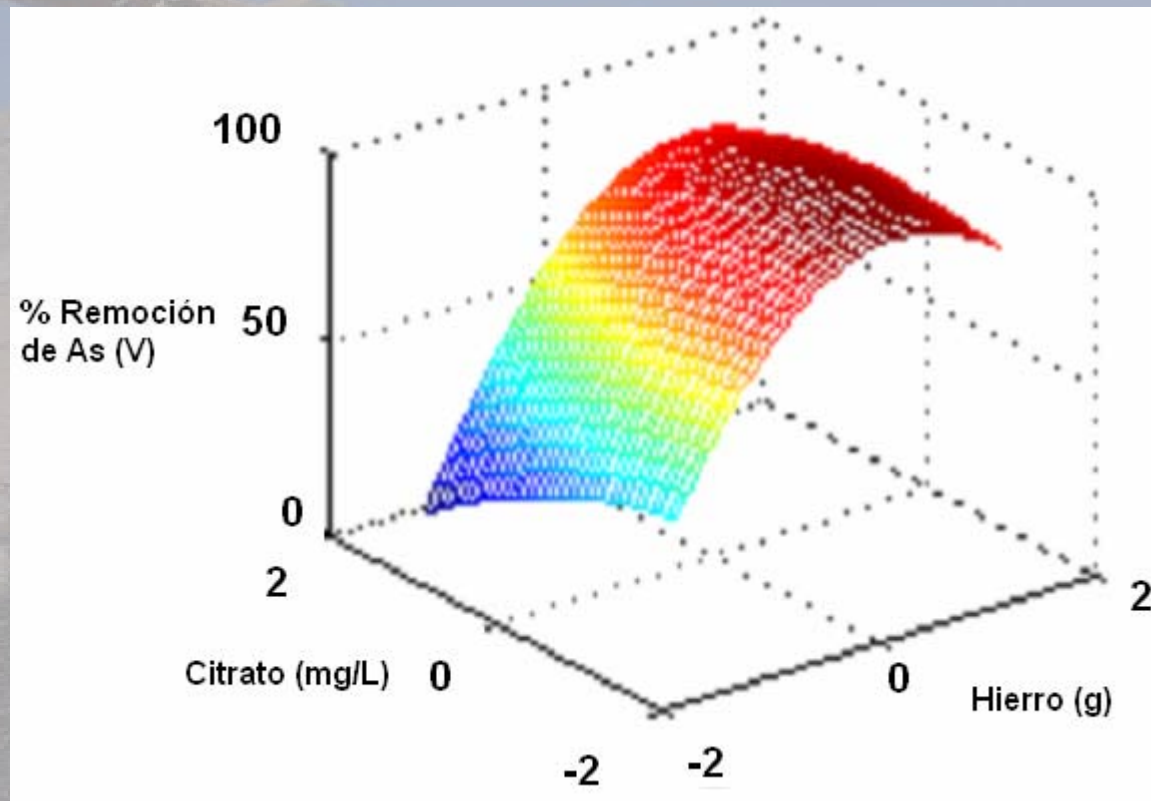
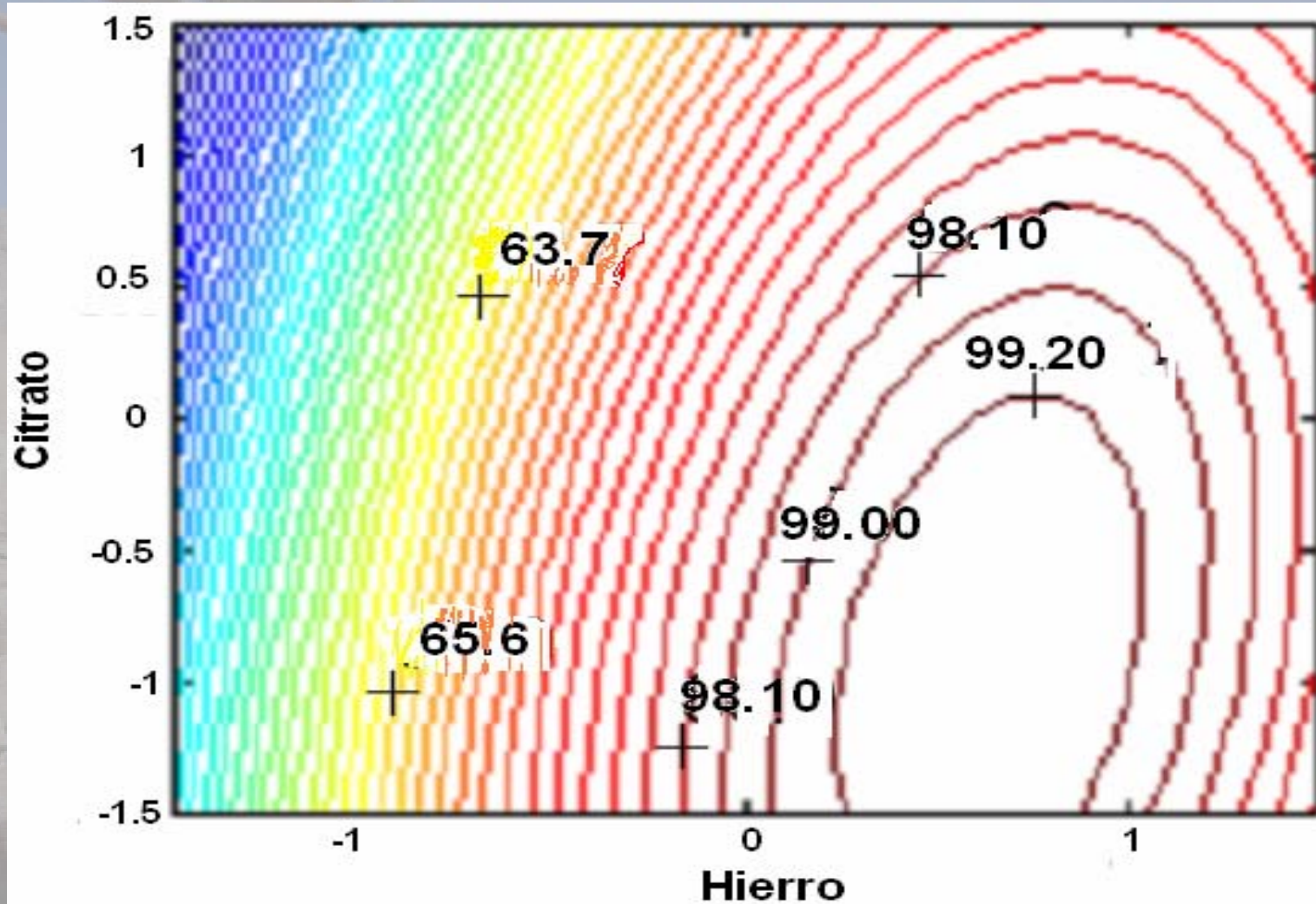
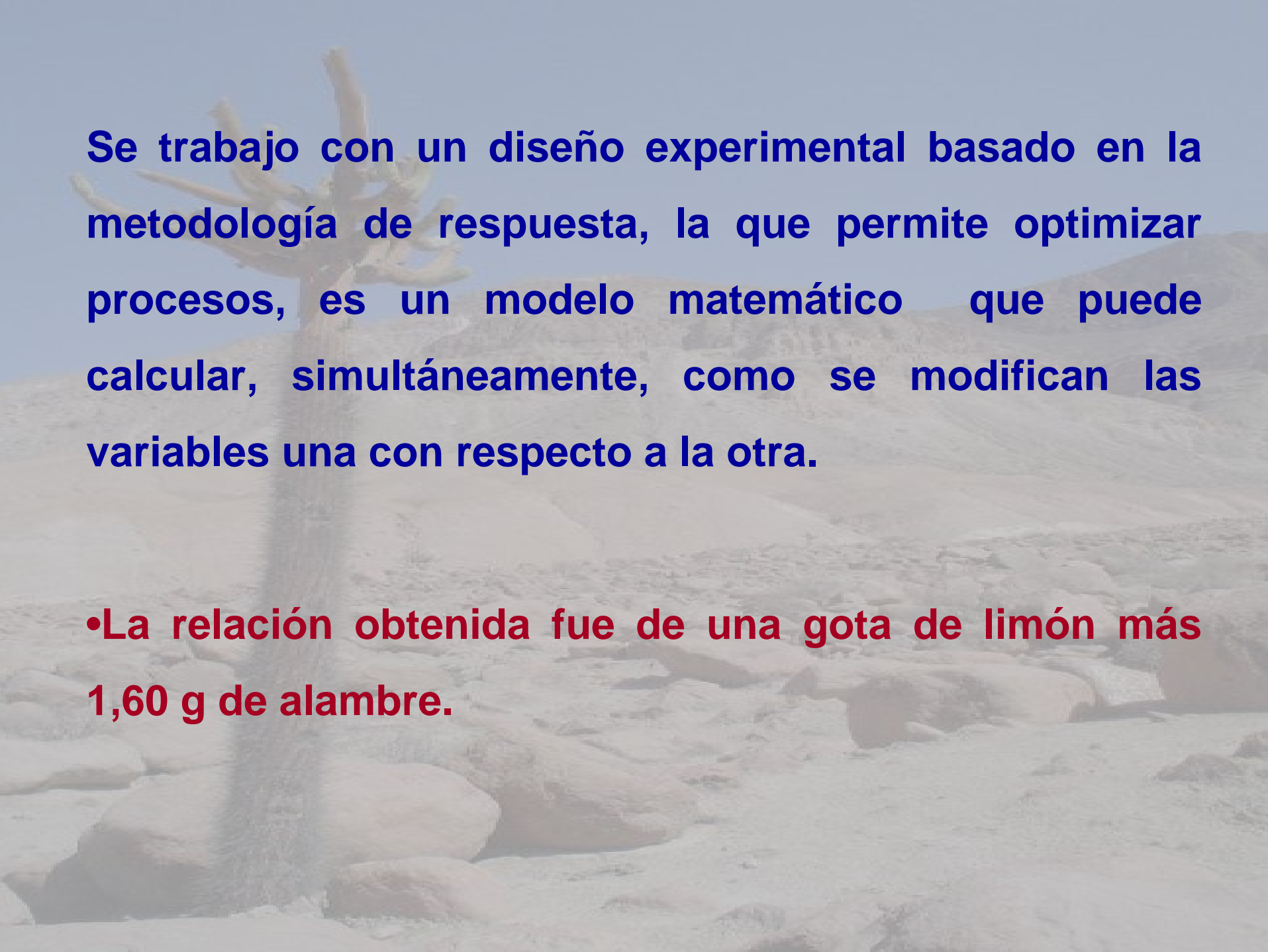


Gráfico de contorno obtenido con la Metodología de Superficie de Respuesta





Se trabajo con un diseño experimental basado en la metodología de respuesta, la que permite optimizar procesos, es un modelo matemático que puede calcular, simultáneamente, como se modifican las variables una con respecto a la otra.

- La relación obtenida fue de una gota de limón más 1,60 g de alambre.

Aplicación de la metodología RAOS modificada con parámetros óptimos.

Ensayo	Remoción de arsénico %
1	99,30
2	99,40
3	99,25
4	99,32
5	99,50
6	99,12
7	99,21
8	99,33
9	99,08
10	99,41

Arica. Resultados en agua sintética, (pH 7,5)

Ensayo	Remoción de arsénico %
1	98,80
2	98,81
3	98,83
4	99,12
5	98,80
6	98,80
7	98,87
8	98,80
9	98,90
10	99,10

Camarones. Resultados en agua de río, (pH 8,3)

Parámetros óptimos: Una gota de limón más 1,6 g de alambre.

Aplicación de la metodología RAOS modificada

Ensayo	Remoción de arsénico %
1	99,01
2	99,03
3	99,04
4	99,05
5	99,07
6	99,05
7	99,02
8	99,05
9	99,06
10	99,05

Resultados obtenidos en agua del río Camarones con la relación: **una gota de limón más 2,00 g de alambre (compensar efectos de matriz).**

Estudio de la remoción de arsénico (V) con diferentes tipo de botellas plásticas.

Tipo de reactor	Remoción de arsénico %
Botella plástica C.C.U. desechable.	96,18
Botella plástica Kola real.	96,76
Botella plástica C.C.U. retornable.	96,35
Botella plástica Kola real.	96,13
Botella Plástica de Carnaval ó Hammer.	99,78

Remoción de arsénico en función de la altura y la estación.

Estación	Lana de acero (g)	Remoción As (V) en Camarones %	Remoción As (V) en Illapata y Esquiña %
verano	2,00	99,53	98,86
Otoño	2,00	99,03	98,96
invierno	2,00	99,01	99,91

Se utilizó una masa de 2,00 g de alambre y una gota de limón verde sin pepa.

Localidad de Illapata

"ESCUELA G-36"

D. DE ARQUITECTURA M.O.P.
FINANCIA : F.N.D.R.-B.I.D.

Escuela de Illapata



Coordinación con pobladores



Reunión con pobladores de Illapata



Primera Reunión Informativa



Pobladores participantes



Reunión con pobladores de Esquiña



CONCLUSIONES

- Se comprobó que la aplicación del método RAOS para descontaminar las aguas del río Camarones es factible, siempre y cuando sea realizada una modificación de la tecnología para ser adaptada a cada realidad geográfica - ambiental.
- Debido a la ausencia de hierro natural en las aguas del río Camarones, es necesario que sea reemplazado por adición externa lo cual, sumado a la adición de citrato en la forma de jugo de "limón verde sin pepa" se obtienen resultados de remoción para el arsénico sobre el 99%.

Grupo de Trabajo



Universidad de Tarapacá, Arica - Chile



**Agradecimientos: Proyecto OEA/141
CIHDE –Universidad de Tarapacá**

A tall, spiky tree stands in a desert landscape with mountains in the background. The tree has a thick, textured trunk and a crown of spiky branches. The ground is rocky and sandy, and the sky is clear and blue.

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

lorenacp@uta.cl

**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL HOMBRE
EN EL DESIERTO (CIHDE)**