

**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**



ESTUDIO DE EVALUACIÓN PARA LA RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO DE SAN JOSÉ DEL CABO

Dra. Susana Saval
Coordinación de Ingeniería Ambiental
Instituto de Ingeniería, UNAM

2^{as} Jornadas Técnicas sobre la
**RECARGA ARTIFICIAL
DE ACUÍFEROS
Y REÚSO DE AGUA**

Torre de Ingeniería, UNAM, México D.F.
28 y 29 de agosto de 2013

Objetivo

Evaluar la factibilidad de realizar acciones de recarga artificial en el acuífero de San José del Cabo utilizando el agua de la presa San Lázaro

Principales actividades

- **Toma de muestras para análisis de calidad del agua**
- **Revisión del marco regulatorio en materia de recarga artificial**
- **Recorrido de campo**

El estudio se llevó a cabo en 2009 – 2010 para el OOMSAPASLC





Zona de estudio

- De norte a sur: sobre el Arroyo San José desde el poblado Santa Anita hasta el Estero San José
- De oeste a este sobre el arroyo San Lázaro desde la Presa San Lázaro hasta su confluencia con el Arroyo San José en el Puente San Lázaro

Muestras para calidad del agua

Agua subterránea

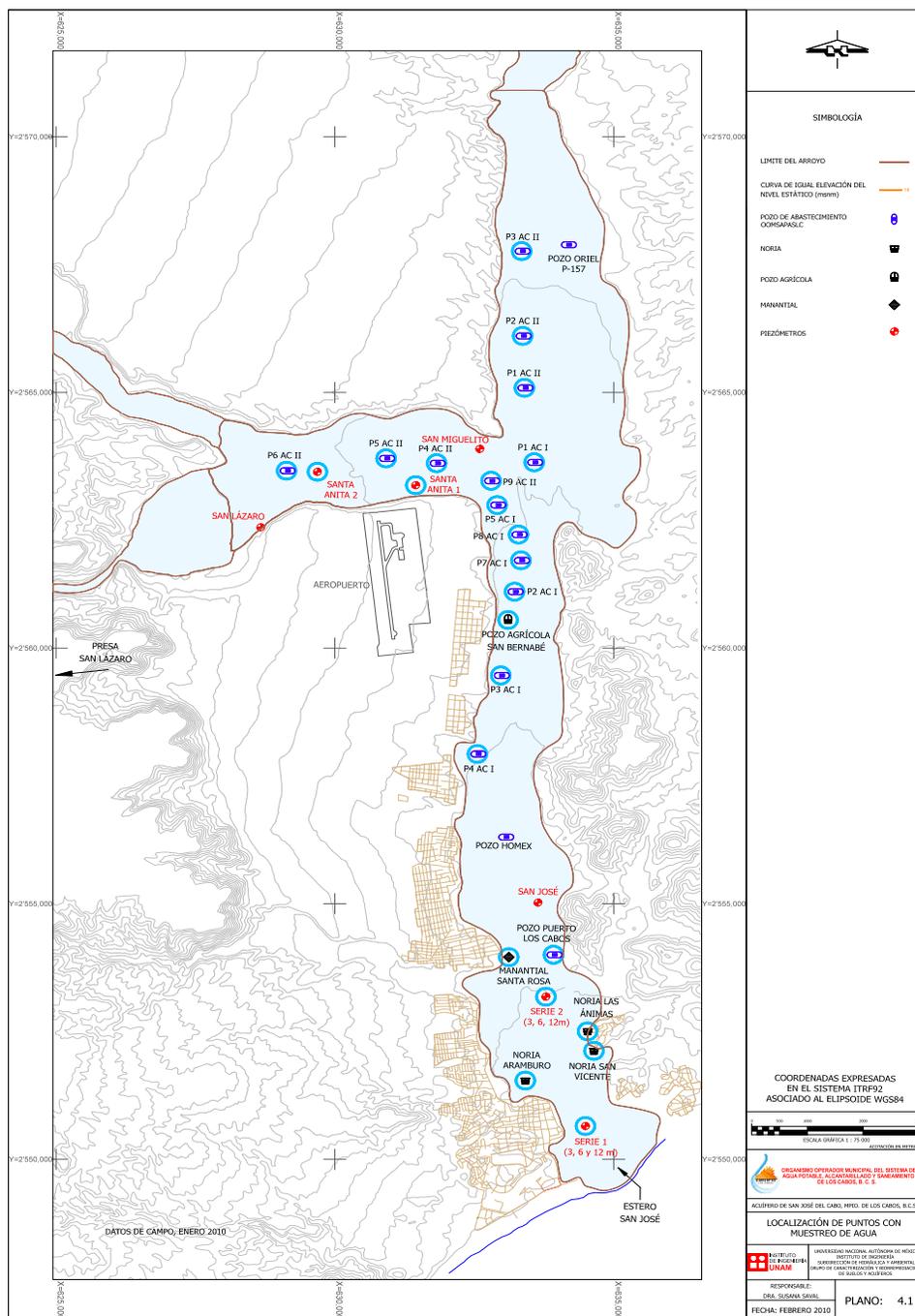
- 7 de pozos de abastecimiento del Acueducto I: 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8
 - 7 de pozos de abastecimiento del Acueducto II: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 9
 - 2 de pozos particulares: San Bernabé y Puerto Los Cabos
 - 4 de piezómetros recién instalados: S1 P12, S2 P12, Santa Anita 1 y Santa Anita 2
 - 3 de norias: San Vicente (Santa Rosa), Arámburo y Las Ánimas
- Subtotal 23 muestras

Cuerpos de agua superficial

- Una del manantial Santa Rosa
 - 10 de la Presa San Lázaro provenientes de 5 puntos a dos profundidades 1 y 11 m
 - 15 del Estero San José
 - Una del mar entre el hotel y el extremo de la barra de arena
- Subtotal 27 muestras

Total: 50 muestras

Se contó con el apoyo de signatarios de muestreo de Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis, S.A. de C.V., con acreditación de la EMA A-027-001/07 vigente, para dar cumplimiento a la Modificación de la NOM-127-SSA1-1994 (2000)



SIMBOLOGÍA

- LIMITE DEL ARROYO
- CURVA DE IGUAL ELEVACION DEL NIVEL ESTÁTICO (metro)
- POZO DE ABASTECIMIENTO OOMSAPASLC
- NORIA
- POZO AGRÍCOLA
- MANANTIAL
- PIEZOMETROS

COORDENADAS EXPRESADAS EN EL SISTEMA ITRF92 ASOCIADO AL ELIPSOIDE WGS84



ORGANISMO OPERADOR MUNICIPAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE AL CALIBRE LOCAL Y SANEAMIENTO DE LOS CABOS, B.C.S.

ACUÉDUCO DE SAN JOSÉ DEL CABO, MUN. DE LOS CABOS, B.C.S.

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CON MUESTREO DE AGUA

RESPONSABLE: DR. SIDERIO GARCÍA
FECHA: FEBRERO 2010
PLANO: 4.1

Puntos de muestreo de agua subterránea para análisis de calidad del agua

Pozos de abastecimiento de OOMSAPASLC:
del Acueducto I: 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8
del Acueducto II: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 9

Pozos particulares:
San Bernabé y Puerto Los Cabos

Piezómetros instalados:
S1 P12, S2 P12, Santa Anita 1 y Santa Anita 2

Norias particulares:
San Vicente (Santa Rosa), Arámbruro y Las Ánimas

Subtotal: 23 muestras de agua subterránea



Toma de muestras de agua subterránea en pozos de abastecimiento

P7 AC I



P3 AC II



P2 AC II



Toma de muestras de agua subterránea en pozos y norias particulares

Pozo San Bernabé



Noria Arámuro



Noria Las Ánimas



Resultados de calidad del agua

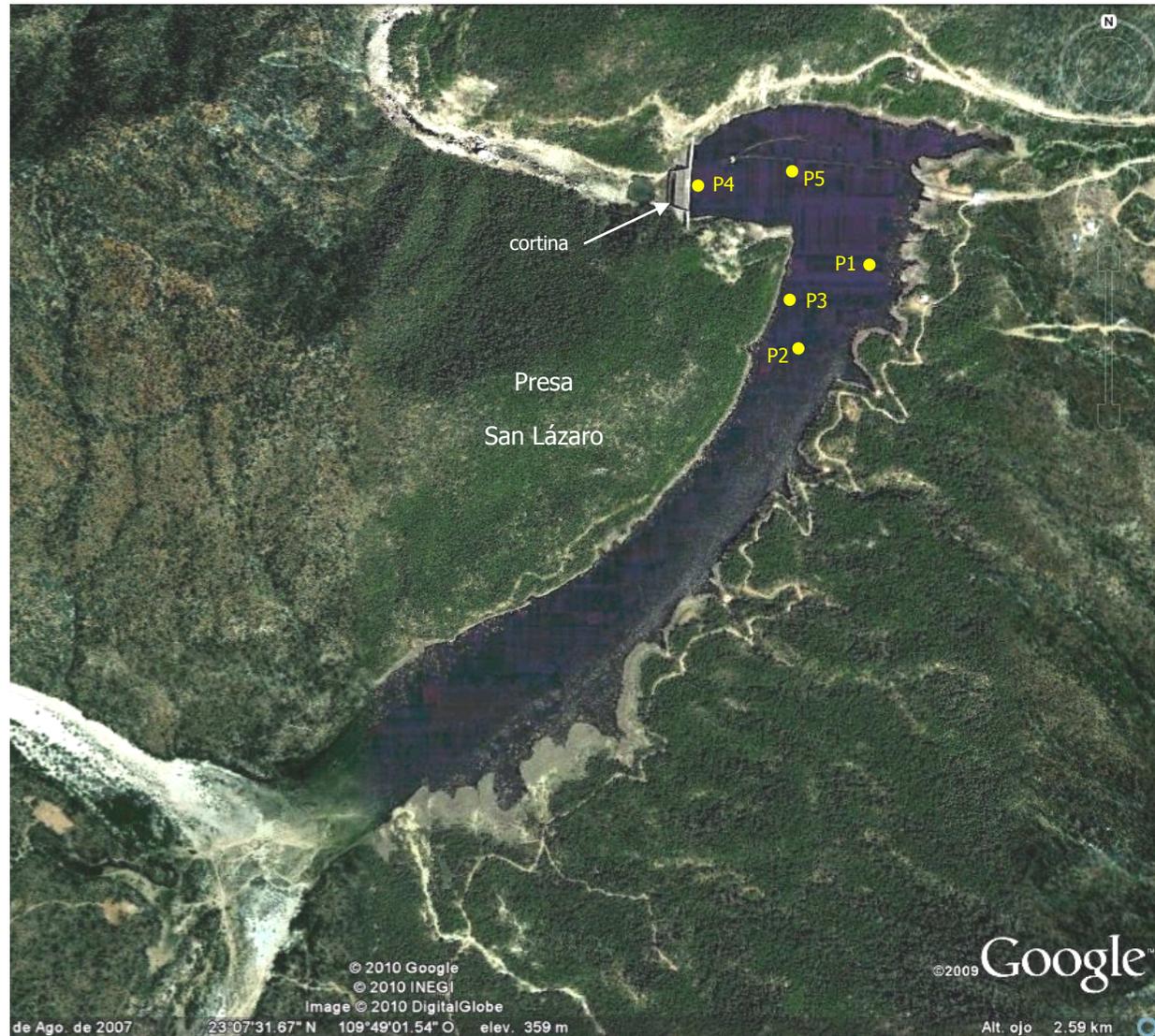
Los análisis realizados para verificar la calidad del agua a muestras obtenidas en diferentes puntos a partir de la presa y hasta el mar, presentaron parámetros que no cumplen con los límites permisibles establecidos en la Modificación de la NOM-127-SSA1-1994 (2000), éstos son:

Agua subterránea

- De 14 pozos de abastecimiento del OOMSAPASLC y 2 privados, 5 no cumplen en coliformes totales, 3 en coliformes fecales y uno en cloro residual libre.
- De 4 piezómetros, ninguno cumple en coliformes totales, 3 en coliformes fecales, 3 en metales (Al, Fe, Mn), uno en compuestos orgánicos (fenoles totales) y 2 en parámetros fisicoquímicos (fluoruros y nitrógeno amoniacal).
- De 3 norias, ninguna cumple en coliformes totales, 2 en coliformes fecales y 3 en parámetros fisicoquímicos (fluoruros y sustancias activas al azul de metileno).



Puntos de muestreo de agua en la presa San Lázaro



Toma de muestras de agua en la presa San Lázaro



Toma de muestras de agua en el Estero San José



Puntos de muestreo de agua en el Estero San José



Resultados de calidad del agua

Agua superficial

- De 10 muestras de la presa San Lázaro, ninguna cumple en coliformes totales, 6 en coliformes fecales, una en fenoles totales y todas rebasaron el color aceptable.
- La muestra del Manantial Santa Rosa, no cumple en coliformes totales y fecales.
- De 15 muestras del Estero San José, ninguna cumple en coliformes totales y fecales, además, 7 no cumplen en metales y 4 en parámetros fisicoquímicos.
- La muestra de agua de mar no cumple en coliformes totales y fecales.

Conclusiones sobre calidad del agua

- Los contaminantes de mayor ocurrencia son coliformes totales y fecales.
- La presencia de coliformes en el agua subterránea del arroyo San Lázaro podría ser consecuencia de la infiltración de los escurrimientos de la presa que ocurren por la falta de mantenimiento a sus compuertas.
- La presencia de coliformes en la parte sur del arroyo San José a partir del Manantial Santa Rosa, es consecuencia de los asentamientos irregulares, aunado a la permeabilidad superficial del terreno con niveles de agua subterránea a menos de 2 m de profundidad.
- La presencia de coliformes en el Estero San José y en el mar es consecuencia de la descarga directa de aguas residuales de la planta de tratamiento aledaña.



Evaluación de la factibilidad para la recarga artificial

NOM-015-CONAGUA-2007

Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua

Conclusiones de la evaluación

- La principal condicionante para la recarga artificial es la calidad del agua.
- La presencia de coliformes fecales en el agua de la presa San Lázaro es una limitante para su recarga al acuífero.
- Será necesario evaluar la capacidad depuradora del suelo y subsuelo. Este aspecto es muy importante, en virtud de que la arena, que es el material predominante, no garantiza la retención física o química de cualquier tipo de contaminante.
- Se requieren determinaciones analíticas complementarias para dar cumplimiento a la tabla 1 de la NOM-015-CONAGUA-2007, con la finalidad de contar con mayor información relacionada con las características del agua de la presa.

Conclusiones de la evaluación

- Por el tiempo que ha estado estancada el agua de la presa, la probabilidad de que existan otros compuestos derivados de la biodegradación de la materia orgánica proveniente de la vegetación nativa que quedó atrapada en el fondo, y además, por las actividades antropogénicas que se desarrollan para bombear el agua hacia la zona hotelera, cabe la posibilidad de que **el agua contenga otros compuestos ajenos a su condición natural, que la hagan diferente al agua de los escurrimientos que provienen directamente de la lluvia.**

A partir de lo anterior, surgió la idea de revisar la NOM-014-CONAGUA-2003 considerando que el agua de la presa pudiera ser tratada antes de su recarga al acuífero.

Evaluación de la factibilidad para la recarga artificial considerando el tratamiento del agua

NOM-014-CONAGUA-2003

Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada

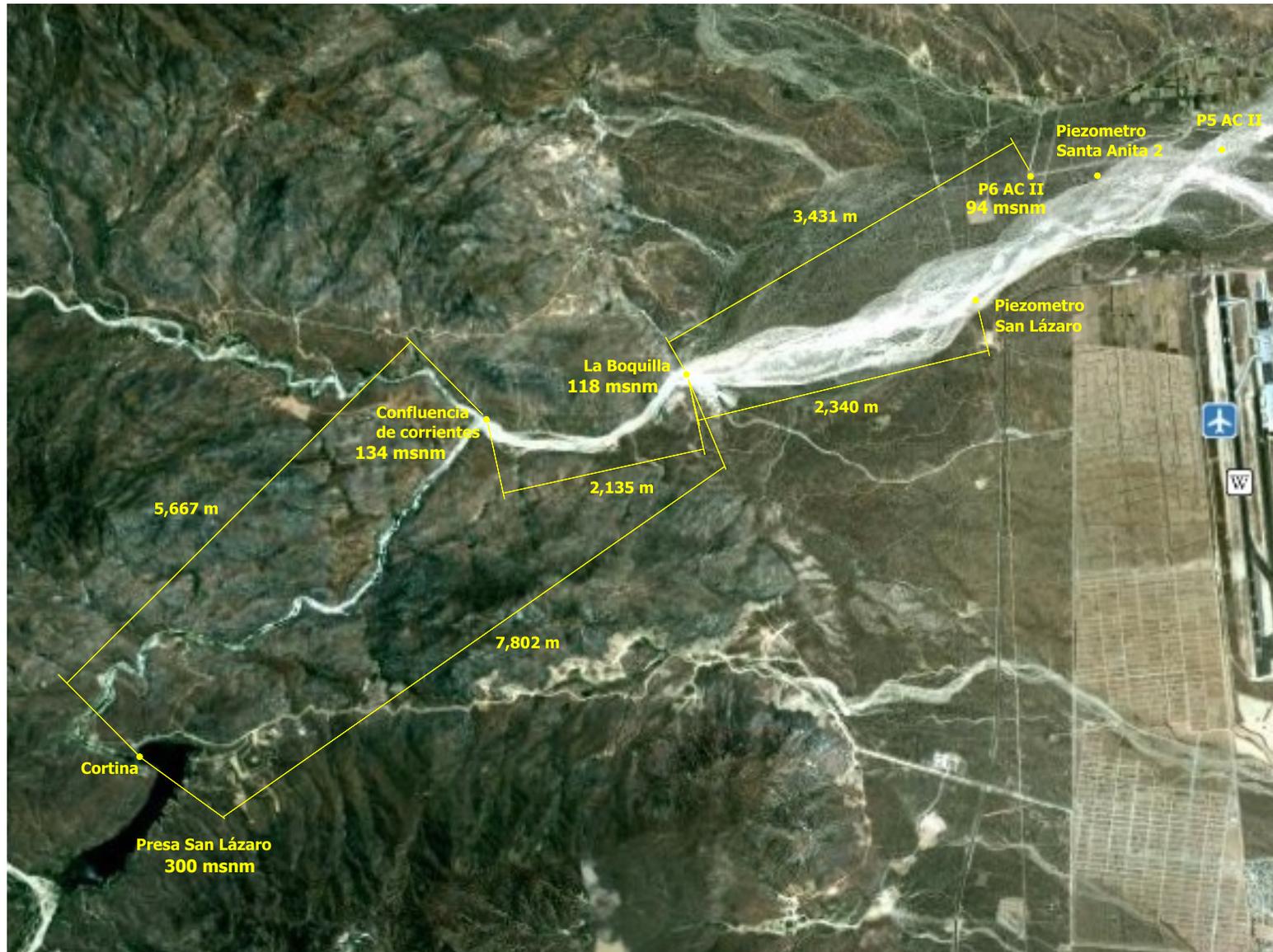
Conclusiones de la evaluación

- La calidad del agua vuelve a ser la limitante y esta vez la lista de parámetros por analizar es más extensa.
- Nuevamente se enfatiza la necesidad de comprobar la capacidad depuradora del suelo y subsuelo.

Pero hay algo más,

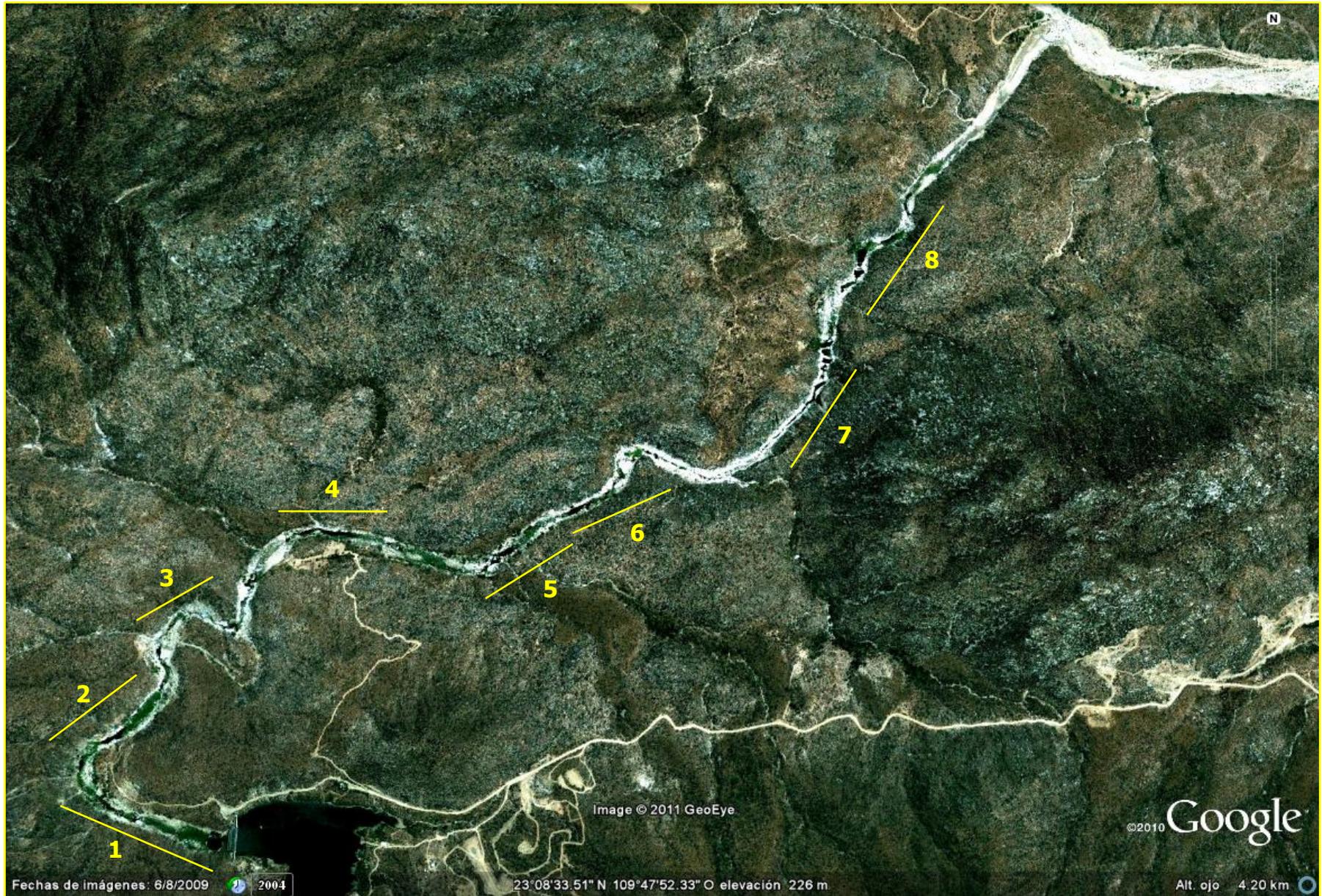
Las distancias, las condiciones naturales del terreno

Trayectoria del agua de la presa en caso de su descarga

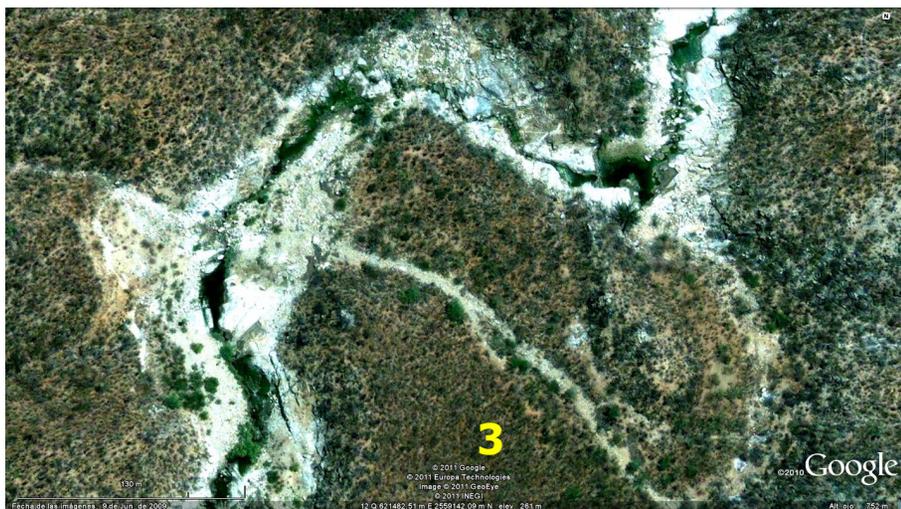




Encharcamientos a partir de la cortina de la presa

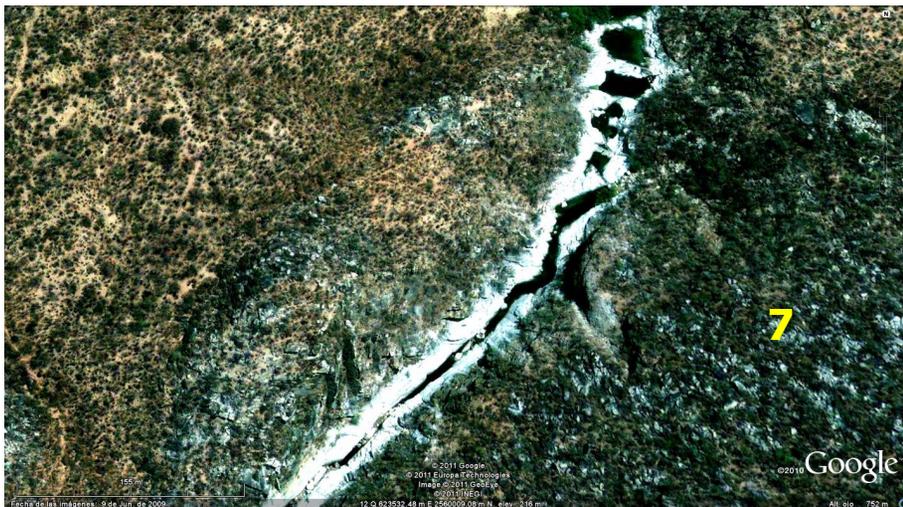


Detalle de los encharcamientos





Detalle de encharcamientos





Recorrido por el arroyo, aguas arriba de La Boquilla





Márgenes del arroyo San Lázaro aguas arriba (provenientes de la presa, vista desde la confluencia de corrientes) (134 msnm)



Márgenes del arroyo proveniente de la parte más alta de la sierra aguas arriba, vista desde la confluencia de corrientes



A partir de este punto el cauce del arroyo San Lázaro se amplía en todo su recorrido aguas abajo, hasta llegar al arroyo San José. Después de la roca, se aprecia el terreno prácticamente plano. Este punto es La Boquilla (118 msnm).



La presencia del afloramiento de roca en el cauce del arroyo obliga a la corriente superficial a cambiar ligeramente su dirección. En la roca se observa el socavón que se ha formado por el golpe del agua superficial.



Conclusiones sobre las condiciones del terreno

- Al descargar el agua de la presa, ésta se puede perder por evaporación, o infiltrar, sin poder hacer una cuantificación o llevar a cabo un monitoreo.
- No será posible controlar, ni dar seguimiento a la recarga artificial, tampoco se puede garantizar que se aproveche el agua de la presa.
- En años de baja o nula precipitación pluvial, no existirá agua suficiente para mantener un programa de recarga artificial.
- En general, no existen las condiciones adecuadas para la recarga artificial.



Imagen histórica , 2004



**Muchas
gracias por su
atención**