# Improving the Quality of Mexicali Effluent: Design and Implementation Plan for a Treatment Wetland

Francisco Zamora-Arroyo
Director, Upper Gulf of California Legacy Program

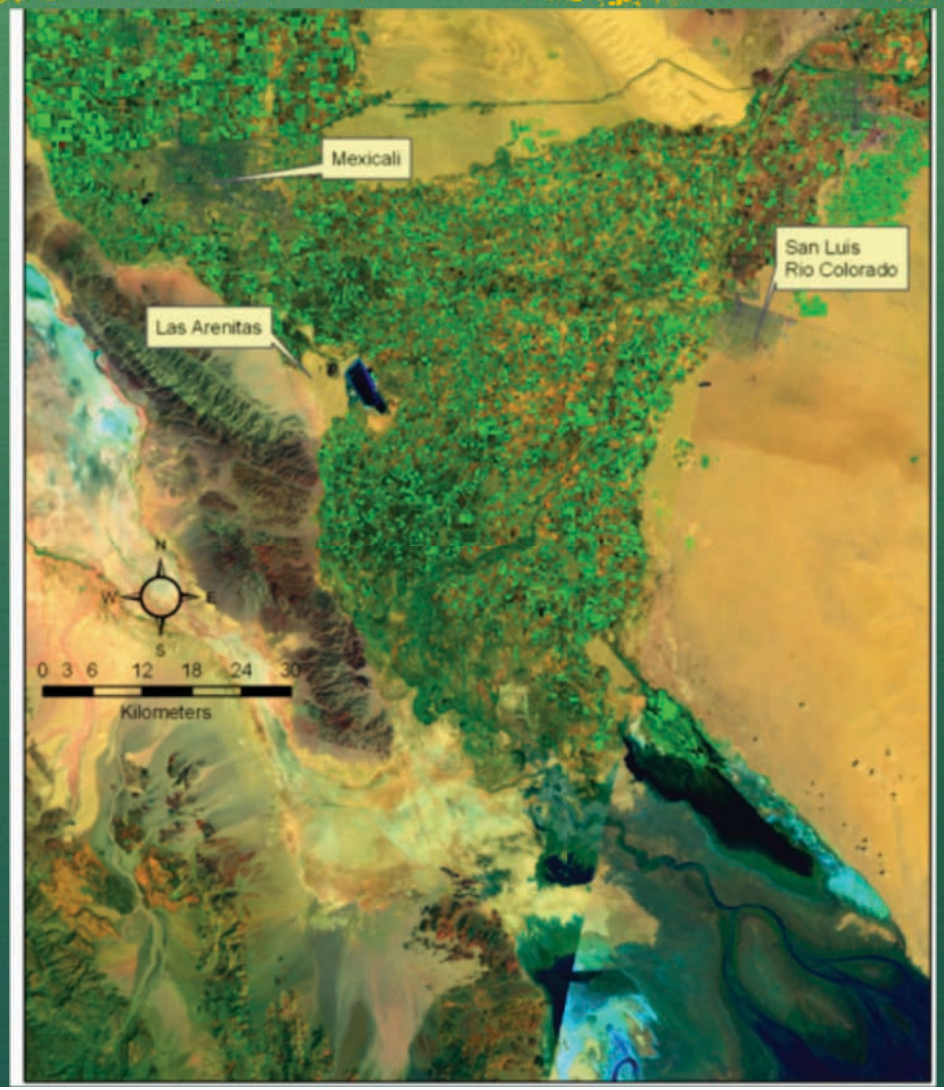
SONORAN INSTITUTE

IBWC COLORADO RIVER CITIZENS' FORUM

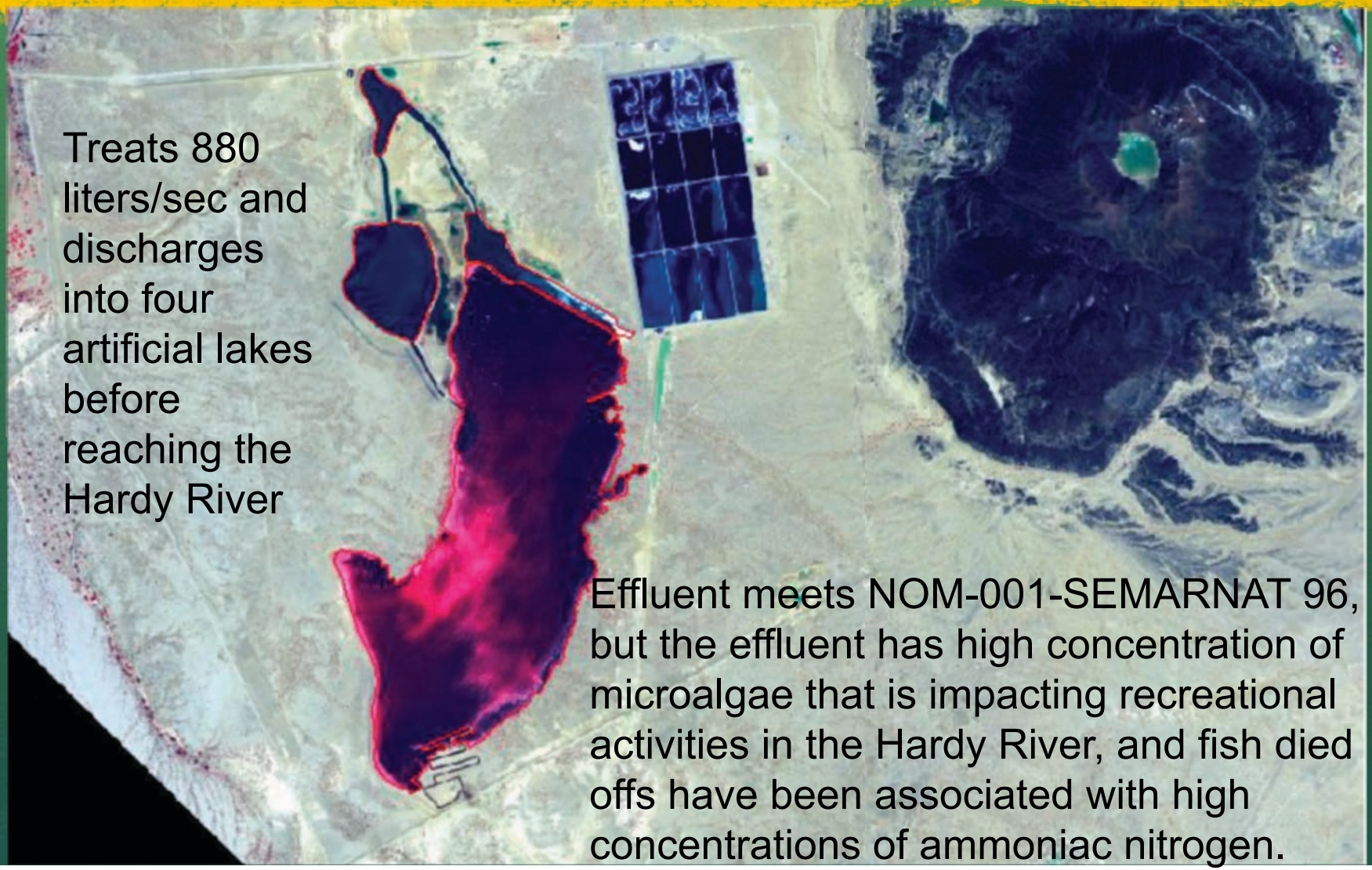
May 11, 2009

# Las Arenitas Wastewater Treatment Plant: Location

17 miles south of Mexicali



# Current status of the plant



Treats 880 liters/sec and discharges into four artificial lakes before reaching the Hardy River

Effluent meets NOM-001-SEMARNAT 96, but the effluent has high concentration of microalgae that is impacting recreational activities in the Hardy River, and fish died offs have been associated with high concentrations of ammoniac nitrogen.

# Objectives of the treatment wetland

1. To improve the quality of the effluent from the wastewater treatment plant so it meets the NOM-003-SEMARNAT-97 standards before it is discharged to the Hardy River

2. To generate ecological and social benefits for the region through the creation of wildlife habitat and recreational opportunities

# Design agreements with CESPM

- Wetland is to be located in the Las Arenitas Wastewater treatment plant complex
- Use of existing infrastructure (lakes) is desirable
- Quality of the effluent to be treated by the wetland meets NOM-001-SEMARNAT-1996 standards (for reuse in agriculture)
- Quality of the wetland effluent meets the NOM-003-SEMARNAT-1997 standards (for direct human contact)

| LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BASICOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **PARAMETROS** | **EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES** | | **ANALISIS INAPRAMEX (Laboratorio Acreditado por EMA)** | |
| | Uso en riego agrícola (A) | | | |
| (mg/l, excepto cuando se especifique) | Promedio mensual | Promedio diario | Muestra Efluente general | Muestra Laguna artificial (Salida laguna 3) |
| Temperatura (1) | 40 | 40 | 12,6 | 11,3 |
| Grasas y aceites (2) | 15 | 25 | no analizado | no analizado |
| Materia flotante (3) | ausente | ausente | ausente | ausente |
| Sólidos sedimentables (ml/l) | 1 | 2 | no analizado | no analizado |
| Sólidos suspendidos totales | 75 | 125 | no analizado | no analizado |
| Demanda bioquímica de oxigeno5 | 75 | 150 | 222,60 | 91,68 |
| Nitrógeno total | 40 | 60 | 38,208 | 30,615 |
| Fósforo total | 20 | 30 | 8,685 | 6,830 |
| | | | | |
| Huevos de helminto (huevos/l) | <1 | | <1 | <1 |
| Coliformes fecales (NMP/100ml) | <1,000 | | 7,700 | <3 |
| Coliformes totales | | | 7,700 | <3 |
| UpH | 5 a 10 | | 8,14 | 7,52 |
| Conductividad | | | 244,0 | 273,0 |

# Wetland Design Criteria

| Parámetros[1] | Temperatura (°C) | pH | Coliformes fecales | SST | N total | $DBO_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Máximo registrado | 32 | 9.83 | 930 | 114 | 38.4 | 46.7 |
| Mínimo registrado | 11.9 | 8.11 | 9 | 36 | 10.8 | 18.2 |
| Promedio registrado | 27.9 | 8.81 | 208 | 80.3 | 24.63 | 31.58 |
| NOM-001-SEMARNAT-1997 | 40 | 5 a 10 | 1000 | 75 | 40 | 75 |
| NOM-003-SEMARNAT-1996 | | | 240 | 20 | | 20 |
| | | | | | | |
| **Diseño[2]** | | | 240 | 20 | 15 | 20 |

# Design proposal:
# Free water surface wetland

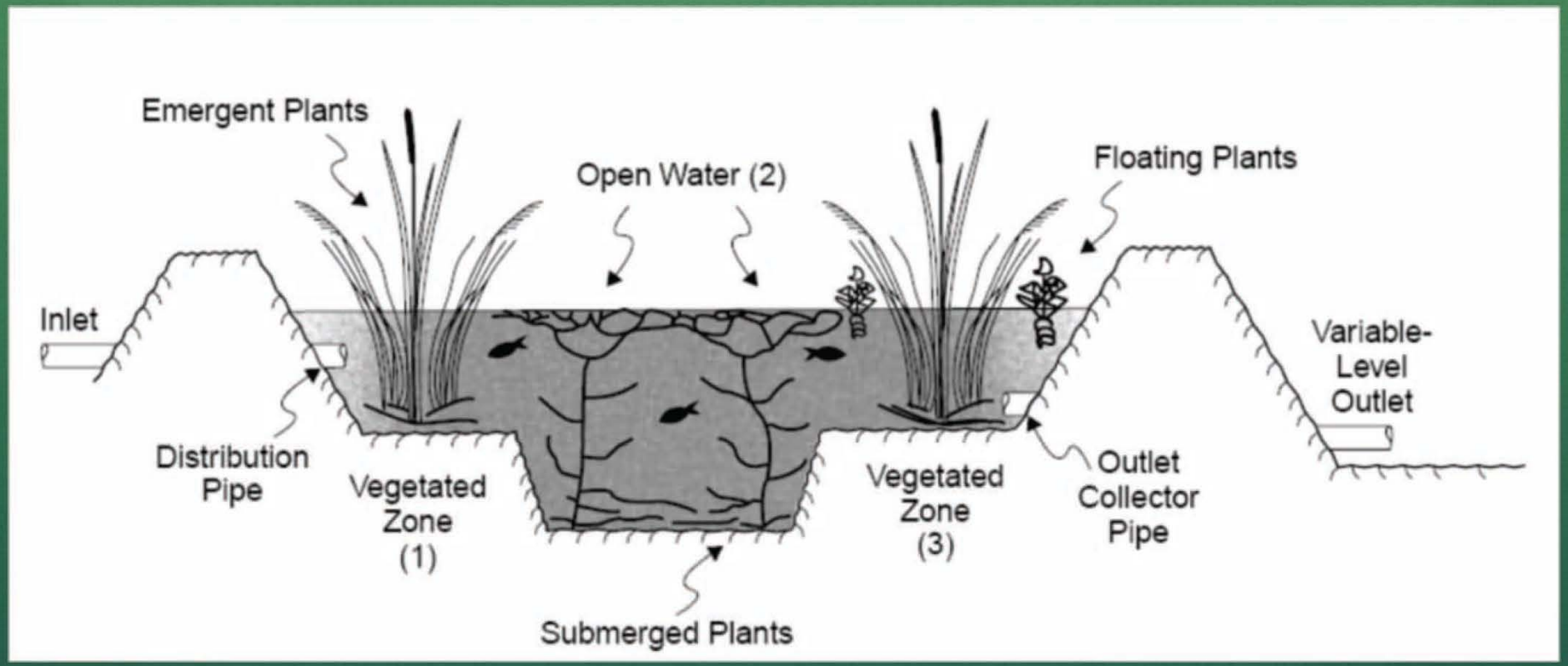



Diagrama esquemático mostrando los elementos de un humedal de tipo agua superficial (Tomado de EPA, 2000).

# Conceptual Design

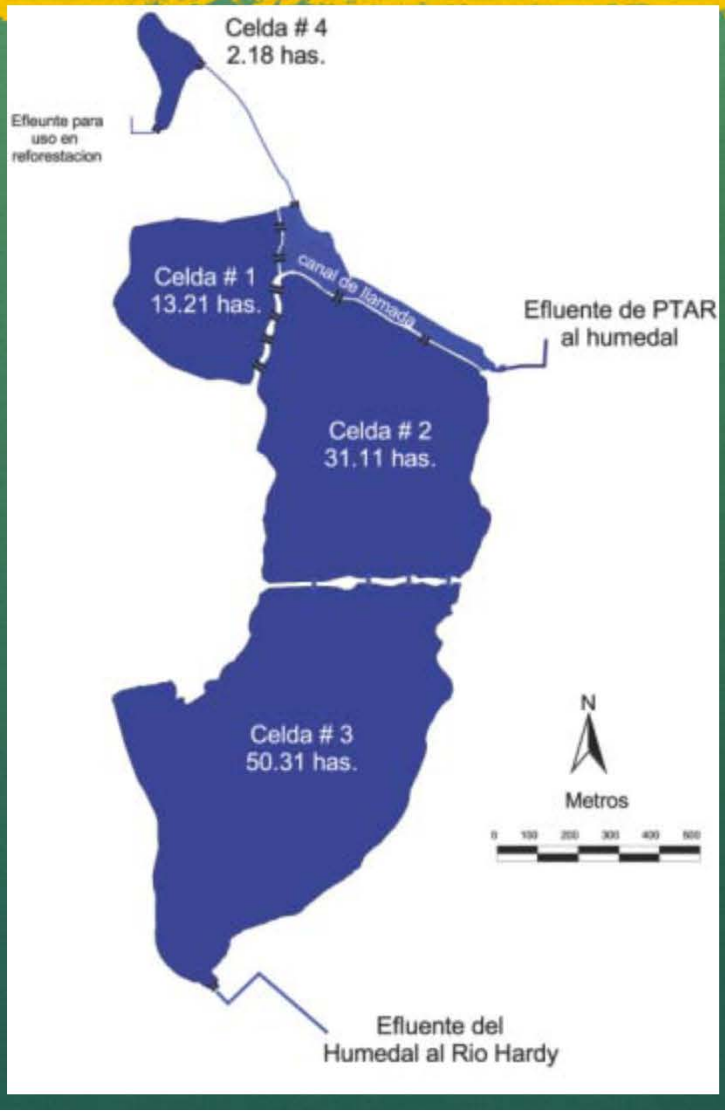
**System of four cells**

**Total area 99 hectareas:**

**70 % open water**

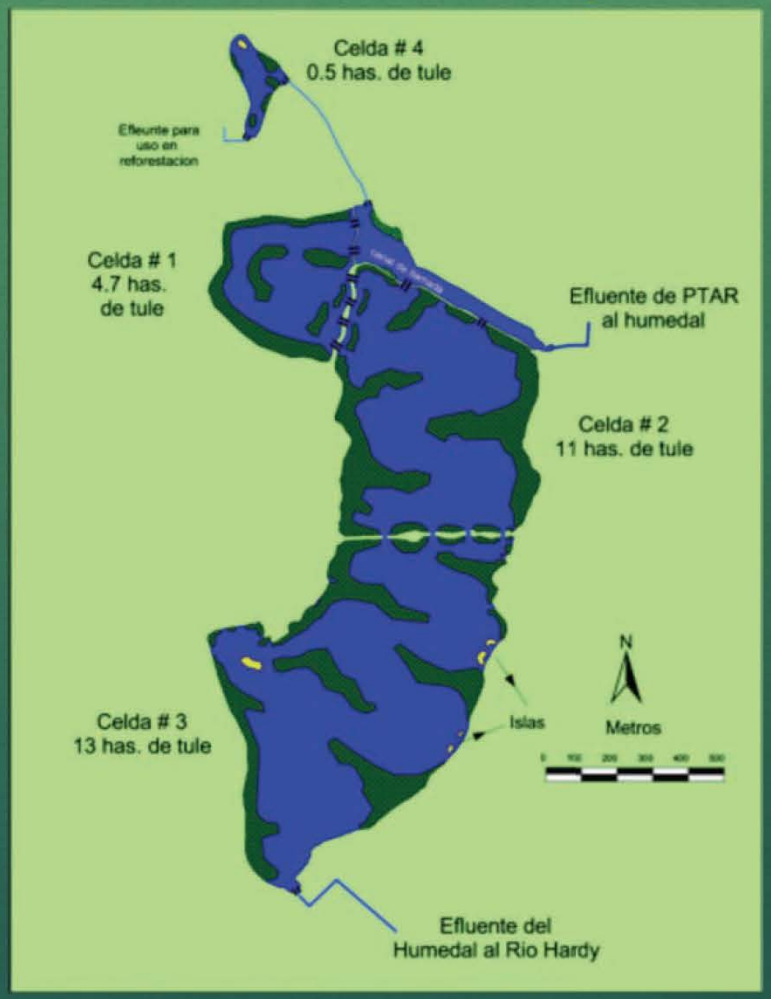
**30% vegetation**

# Proposed design



# Required wetland area

- 81 hectares based on DBO and TSS.
- 97 has. considering 20% more in area as a safety criteria



# Residence time

| Numero de Celda | Area (hectáreas) | Nivel del Agua de operación | Profundidad promedio (m.) | Volumen de agua (metros cúbicos) | Volumen real | Tiempo de retención Hidráulica (días) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Celda # 1 | 13.21 | 127.40 | 1.3 | 171,730 | 150,263 | 2.13 |
| Celda # 2 | 34.11 | 127.25 | 1.2 | 409,320 | 358,155 | 5.09 |
| Celda # 3 | 50.31 | 127.10 | 0.9 | 503,100 | 440,212 | 6.25 |
| | | | | | | |
| Total | | | | 1,084,150 | 948,630 | 13.47 |

# Wetland Components

**Treatment**

**Ecological**

**Recreation**

| Numero de Celda | Área de vegetación emergente (hectáreas) | Por ciento de vegetación emergente | Área en zonas de agua abierta (hectáreas) | Área in islas (hectáreas) | Área total (hectáreas) |
|---|---|---|---|---|---|
| Celda # 1 | 4.69 | 35.0 % | 8.52 | 0 | 13.21 |
| Celda # 2 | 11.12 | 32.6 % | 22.99 | 0 | 34.11 |
| Celda # 3 | 12.99 | 25.8 % | 37.03 | .29 | 50.31 |
| Celda # 4 (demostrativa) | 0.51 | 23.4 % | 1.62 | .046 | 2.18 |
| | | | | | |
| Total | 29.31 | 30 % | 70.15 | 0.33 | 99.81 |

# Implementation plan

Levee rehabilitation and construction of new

Water conection estructures

Filling to decrease water depth of existing lakes

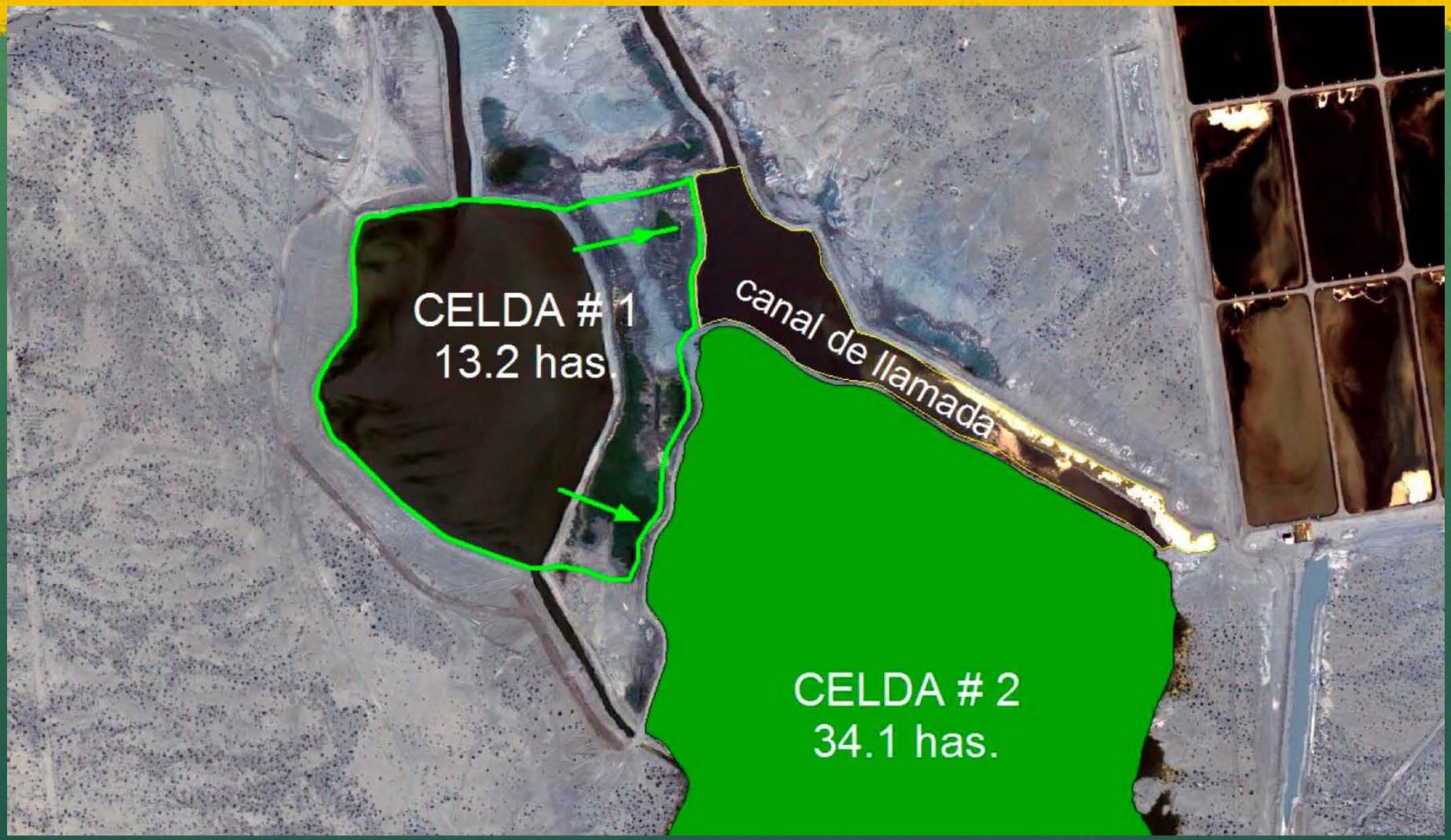
Construction of discharge outflow channels

# Construction plan

1. Construcción del bordo que separa la celda 1 de la celda 2 para delimitar la celda 2 con el canal de llamada
2. Formación del piso de la parte que actualmente está seca de la celda 1. Profundidad =1.3m, camas de tule de 0.30m.
3. Construcción de camas de tule, en húmedo, en la celda 3 para acelerar el proceso de formación del humedal. Profundidad=0.30m
4. Construcción del bordo limítrofe de la parte Norte de la celda 1 y el bordo que divide esta celda con el canal de llamada.

5. Construcción de las estructuras de conexión de agua con compuertas deslizantes y canales de conexión en el siguiente orden:
   - entre la celda 1 y celda 2 (cuatro estructuras)
   - entre el canal de llamada y la celda 2 (tres estructuras)
   - entre el canal de llamada y la celda 1 (tres estructuras)
   - entre el canal de llamada y la celda 4 (una estructura)
   - obra de toma para el canal de conexión entre celda 1 y celda 3
6. Construcción en húmedo del bordo que limita la celda 2 con la celda 3 y construcción de estructuras de conexión
7. Construcción del canal de conexión entre celda 1 y celda 3.
8. Construcción en seco de camas de tule en la celda 2.
9. Construcción de otros dos canales de conducción, uno entre la celda 2 y la descarga del humedal y otro entre el emisor de la PTAR y la celda 3

# Before and after: Cell# 1



# Wetland Vegetation

- Vegetación acuática emergente
  - Tule del sur (*Typha dominguensis*)
  - Tule común (*Typha latifolia*)
  - Junco de tres puntas (*Scirpus americanus*)
- Vegetación acuática flotante
  - Lenteja de agua (*Lemna minor*)
- Vegetación acuática sumergida
  - Sargazo espinoso (*Najas marina*)

# Landscape design for recreation

Passive recreational opportunities = No direct contact with water:

- Walking
- Bird watching
- Environmental education
- Nature Photography
- Nature appreciation

**Zona recreativa principal**

Centro de visitantes

Sendero interpretativo

Mirador

Laguna interactiva

Vista al oeste desde del puente
de la laguna intercativa

# Summary of costs

## (Mexican pesos)

| Concepto | Costo |
|---|---|
| Obra de construcción | $25,466,151 |
| Establecimiento vegetación | $3,417,985 |
| Establecimiento sumergida | $63,900 |
| Establecimiento vegetación | $392,000 |
| | |
| TOTAL | $29,340,036 |

Note: costs do not include construction of recreation component

# Summary of costs
## (Mexican pesos)

| Numero de Celda | Costos de Obra | Costo establecimiento vegetación | Costo total por Celda (M.N.) |
|---|---|---|---|
| Celda # 1 | $12,787,386 | $566,094 | $13,353,480.07 |
| Celda # 2 | $7,136,530 | $1,315,929 | $8,452,458.38 |
| Celda # 3 | $5,542,236 | $1,932,389 | $7,474,624.88 |
| Celda # 4 (demostrativa) | | $59,474 | $59,473.65 |
| | | | |
| Total | $25,466,151 | $3,873,886 | $29,340,037 |

# Ongoing implementation efforts

Sonoran Institute and Pronatura are currently planting 1 hectare of cattail in Las Arenitas wetland as a part of an ongoing project funded through NAWCA. CESPM is also contributing to this effort by facilitating the use of machinery.

Sonoran Institute has submitted a proposal to CESPM for expanding this effort to establish 5 additional hectares of emergent vegetation.