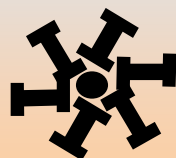
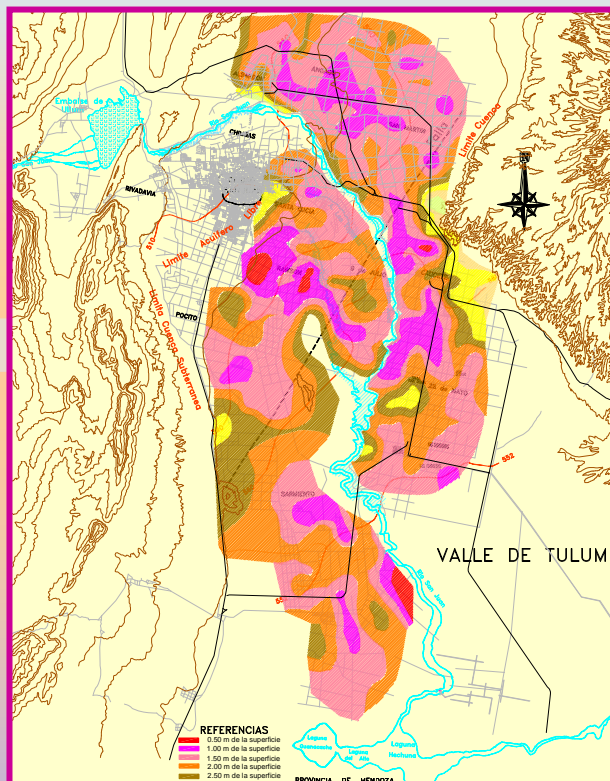


# Primer Seminario Taller

## MODELO DIGITAL DE ANEGAMIENTO EN EL VALLE DEL TULÚM



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DPTO INGENIERÍA CIVIL



Áreas Salinizadas en el Valle de Tulum (2007)



### Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas y Manejo Racional de Humedales

**Dr. Ing. Oscar Dölling, Ing. Patricia Oviedo, Sergio Camargo**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DPTO. INGENIERÍA CIVIL

11/7/2007

01 y 02 de Noviembre de 2.007.-

# **MODELO DIGITAL DE ANEGAMIENTO EN EL VALLE DEL TULÚM**

## **OBJETIVO GENERAL:**

**Evaluación del problema de anegamiento basándose con investigación de campo, metodología propuesta por el Ing. Carlos J. Grassi.**

## **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- A- Evaluar el Déficit de Drenaje basándose en la investigación de campo. Por medio de Pozos de Observación.**
- B- Evaluación del estado de los frentímetros existentes, equidistancias, tapados o rotos y reinstalación (verificación realizado en Excel y Autocad )**
- C- Obtención de mapas de ISOBATAS digitales**
- D- Evaluación del estado de la red de riego y de drenaje,.**
- E- Definir si existe una mala distribución del agua de riego, por falta de drenaje o si la red de drenaje es insuficiente**
- F- Evaluar el funcionamiento de los colectores principales**

11/7/2007

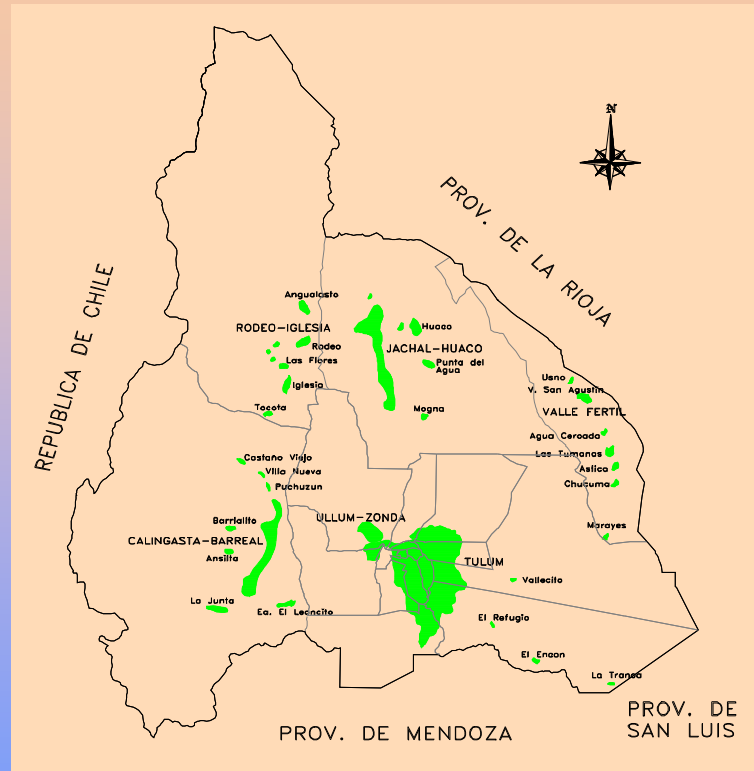
# **MODELO DIGITAL DE ANEGAMIENTO EN EL VALLE DEL TULÚM**

## **METODOLOGÍA EMPLEADA:**

- **Se utilizará el software EXCEL para el procesamiento de las lecturas de la red freaticimétrica existente.**
- **Una vez procesados los datos se cargarán en el programa SURFER que permite el trazado de las curvas de niveles freáticos, isobatas.**
- **Las isobatas obtenidas se exportarán a AUTOCAD para la definición de áreas con mayores y menores problemas freáticos.**
- **Por medio de una evaluación de la red actual, se determinaran las necesidades de acondicionamiento de estos drenes.**

# DESCRIPCIÓN GRAL DE SAN JUAN

**LA PROVINCIA DE SAN JUAN ES UNA DE LAS REGIONES MAS ÁRIDAS DEL PAÍS.  
EL CLIMA SE UBICA DENTRO DE LA CLASIFICACIÓN ÁRIDA,  
LA ORGANIZACIÓN DE SU ESPACIO CONSISTE EN UN CONJUNTO DE OASIS.**



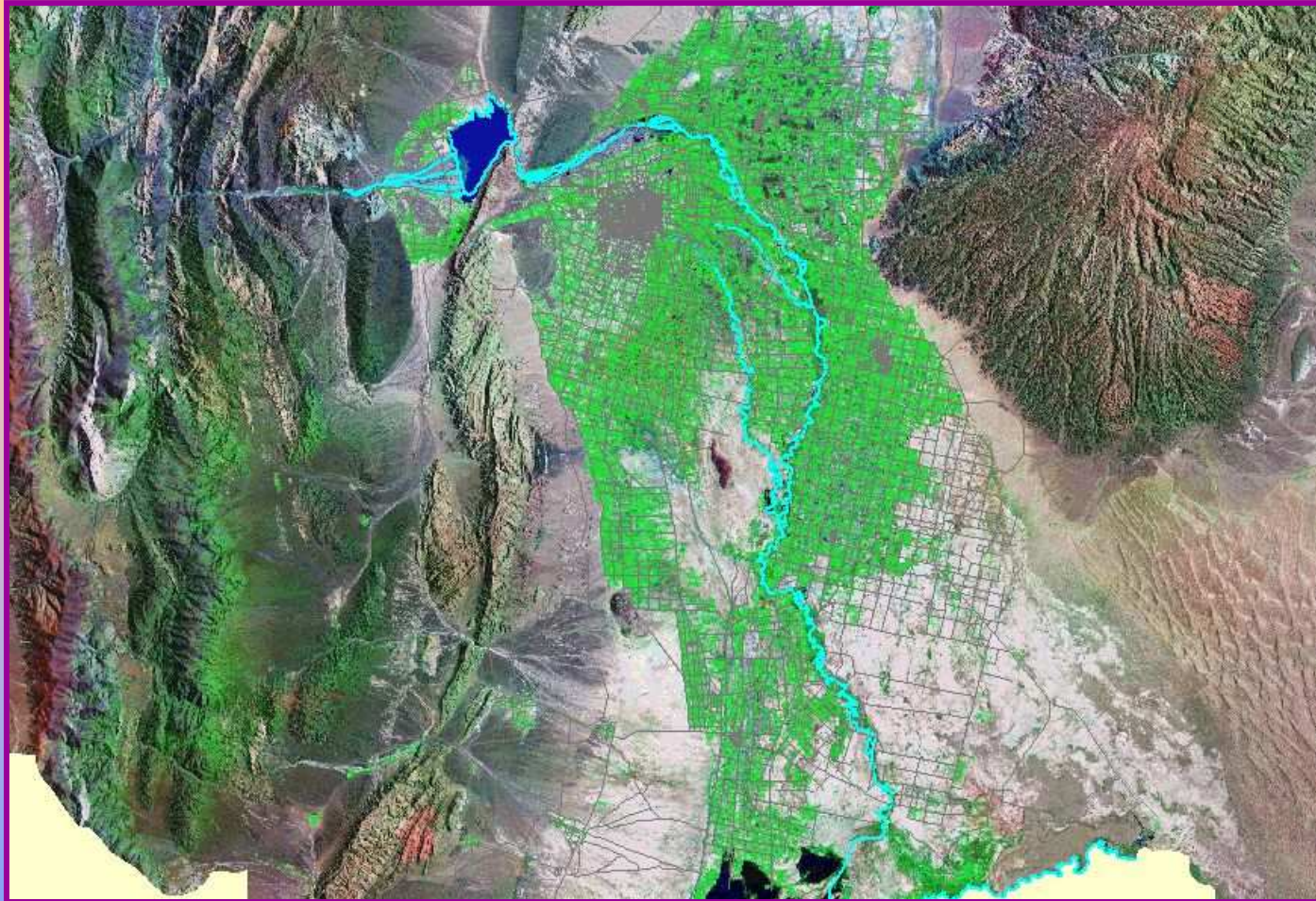
- \* **CLIMA:** zona árida con inviernos moderados y veranos calurosos
- \* **SUPERFICIE:** 92.000 km<sup>2</sup>,  
+ 2/3 son cordones montañosos  
- 1/3 resto esta formada por valles precordilleranos
- \* **T° media anual 18 °c**
- \* **Precipitaciones:** menos de 100 mm anuales

**El más importante de todos los oasis por sus recursos naturales y por el desarrollo alcanzado, es el valle de Tulum.**

11/7/2007



# VALLE DE TULUM



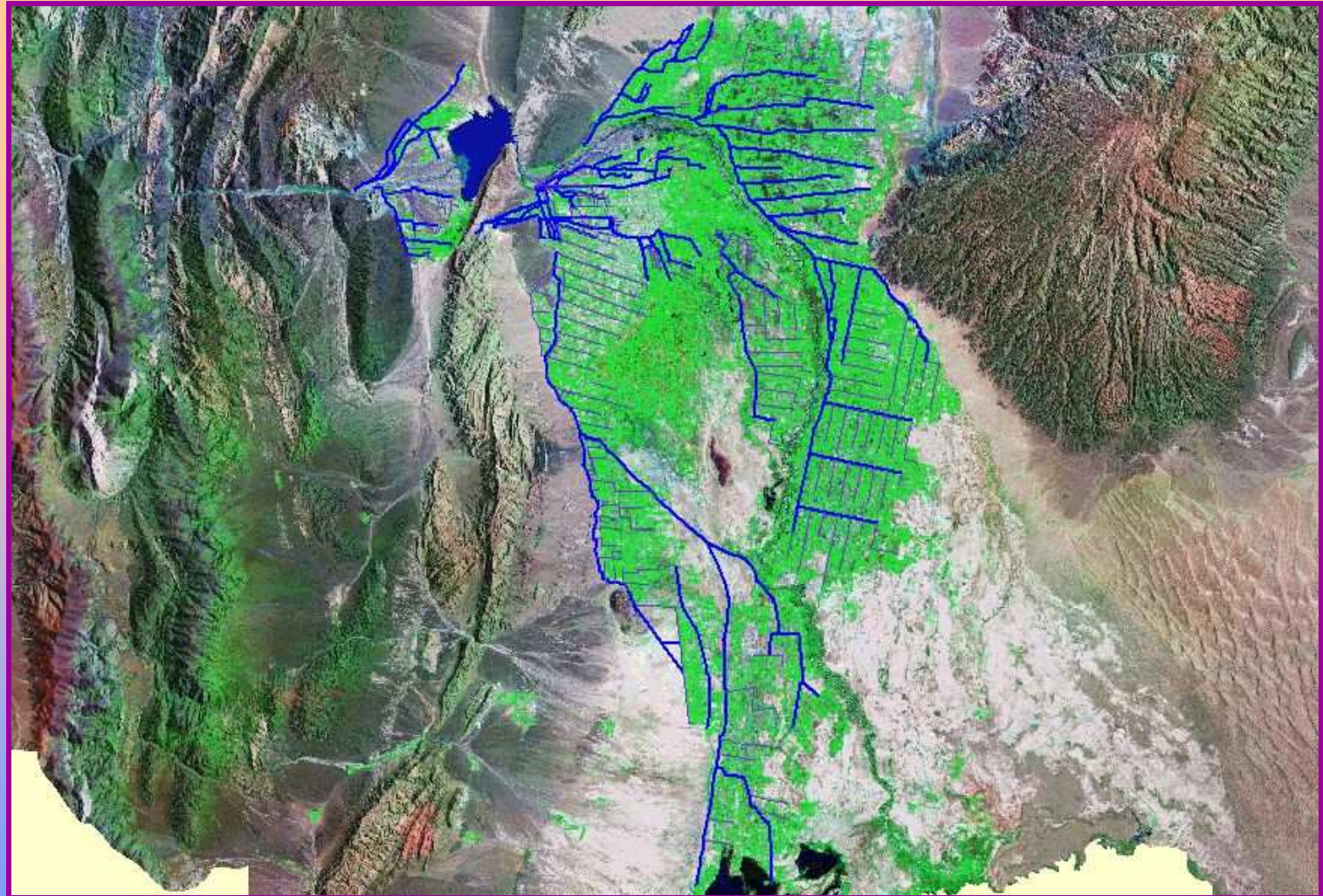
## RIO SAN JUAN

El Río San Juan atraviesa el Valle de TULUM, proporcionándole, sus caudales para el riego, pero las tierras aptas cubren un área que excede en dos o tres veces lo que puede cultivarse con los aportes naturales de este río.

11/7/2007



# RED DE RIEGO Va TULUM



## CARACTERÍSTICA

11/7/2007

### La red de riego se compone generalmente:

- 2.045 Km. de extensión.
- 368 Km. de canales matrices impermeabilizados;
- 751 Km. de canales principales y secundarios;
- 926 Km. de canales de tierra secundarios y terciarios;

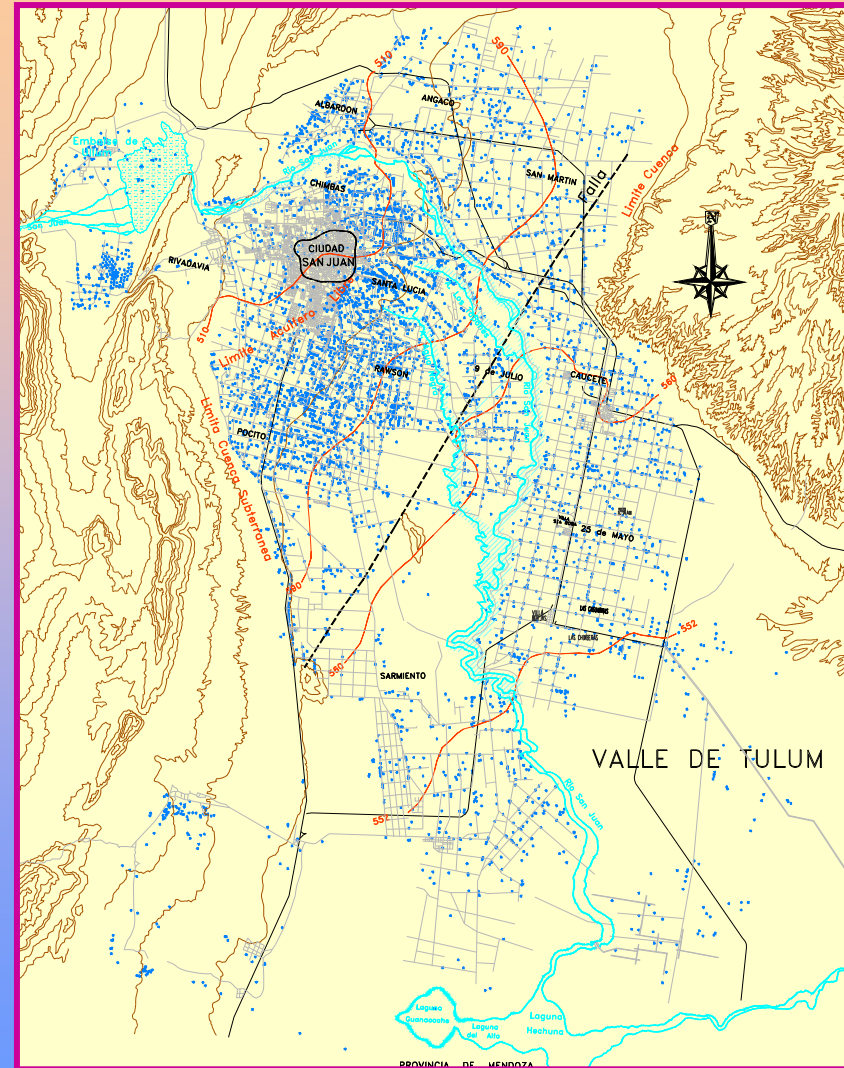
# AGUA SUBTERRANEA

## POZOS Va de TULUM

### CARACTERÍSTICA:

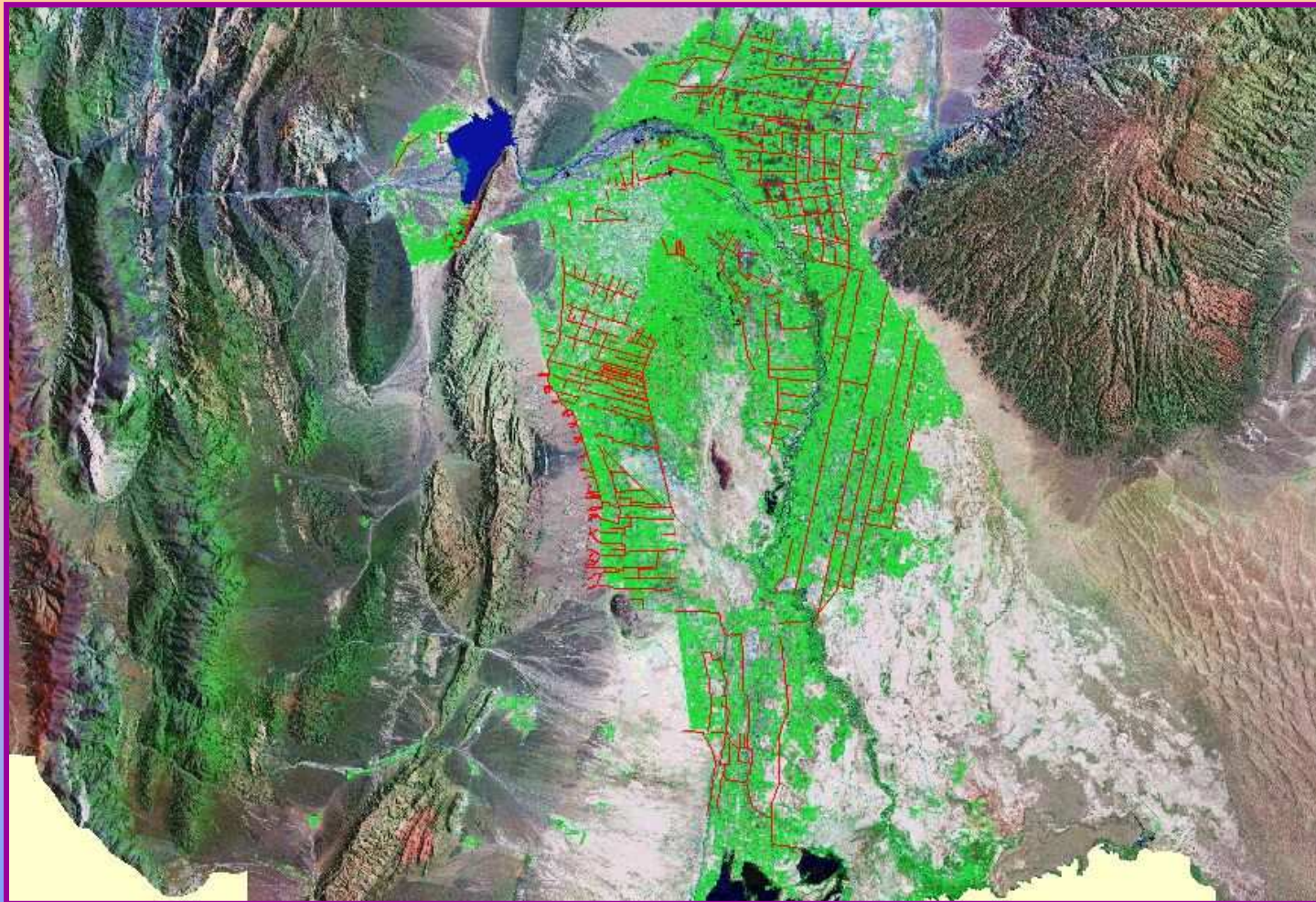
- \* LA CUENCA DE AGUA SUBTERRANEA ESTA SOBRE EXPLOTADA.

11/7/2007





# RED DE DRENAJE del Va de TULUM



## CARACTERÍSTICA

11/7/2007

La red de drenaje se compone:

- 1140 Km. de drenes y desagües;



# RED DE DRENAJE del Va de TULUM



## CARACTERÍSTICA:

- \* LA RED DE DRENAJE ESTA FORMADA POR GRANDES DRENES COLECTORES, EN TODOS LOS DEPARTAMENTOS.
- \* LA RED DE DRENAJE GENERALEMENTE SE ENCUENTRAN EN MAL ESTADO PARA SU FUNCIONAMIENTO POR FALTA DE LIMPIEZA.
- \* FALTA DE DRENJE SECUNDARIO Y PARCELARIO.

11/7/2007

# DRENAJE Y SANEAMIENTO DE LAS TIERRAS AGRICOLAS

## Valle de TULUM:

- Es un valle con un gran potencial agrícola.
- El riego produce una sustancial modificación del balance hidrológico.
- Si el riego no es eficiente produce exceso de agua.
- El ascenso de los niveles freáticos como consecuencia del aumento de la recarga

- ❖ NIVELES FREATICOS ALTOS
- ❖ NO SE ELIMINA EL EXCESO DE AGUA
- ❖ APARECEN ZONAS ANEGADAS
- ❖ SALINIZACION



DREGADACION DE SUELOS  
APTOS PARA CULTIVO

# DRENAJE Y SANEAMIENTO

## REVENICION

### IMPERIOSA NECESIDAD DE CONOCER:

- NIVELES DE AGUA FREÁTICA
- SUPERFICIES AFECTADAS
- NIVELES DE AGUA SUBTERRANEA
- AFOROS DE LA RED DE DRENAJE
- ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA

### EFFECTOS;

- DEGRADACION Y SALINIZACION DE LOS SUELOS
- IMPIDE EL CRECIMIENTO NORMAL DE LOS CULTIVOS
- FALTA DE AIRE EN ZONA RADICULAR
- ASCENSO CONTINUO DE LAS SALES HACIA LA SUPERFICIE

## SANEAMIENTO

SE BUSCA AUMENTA LA *PRODUCCION AGRICOLA* AL MEJORAR LA *CALIDAD DE LOS SUELOS*

### ESTUDIOS QUE SE PRACTICAN:

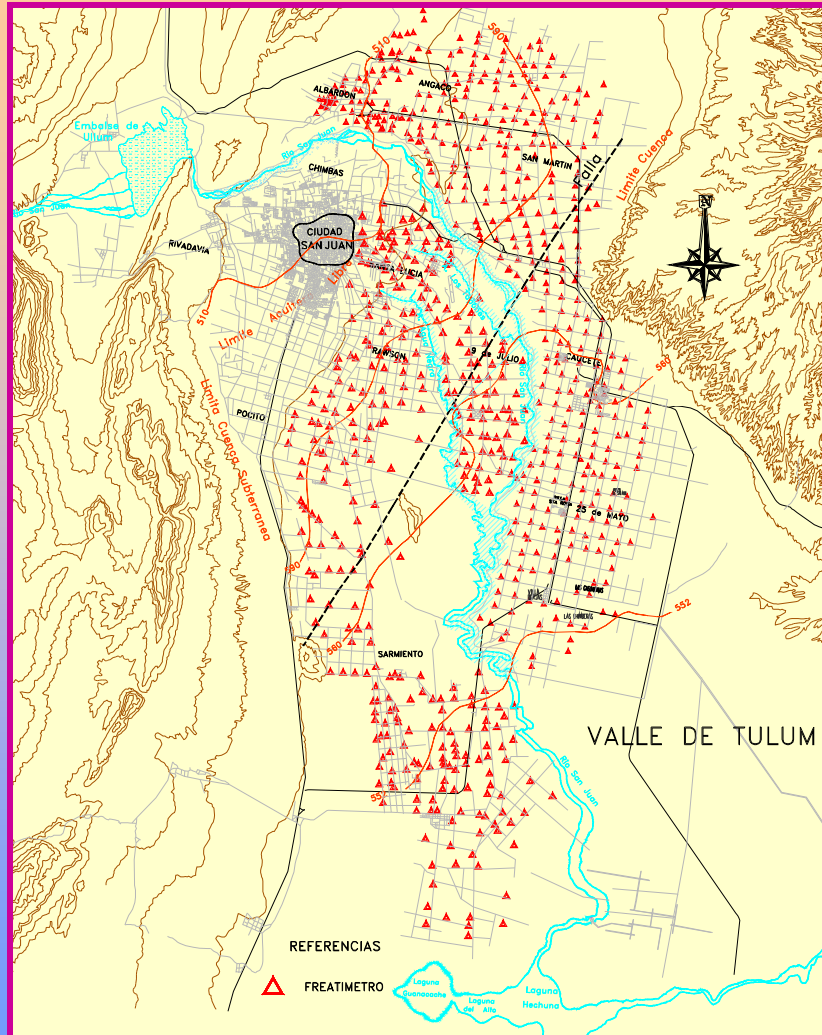
- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
- ESTUDIOS DE SUELO
- ESTUDIOS GEOLÓGICOS
- ESTUDIOS DE SALINIDAD
- ESTUDIOS DE NIVELES FREÁTICOS
- ESTUDIOS DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA
- ESTUDIOS DE NIVELES POTENCIOMÉTRICOS

11/7/2007



# ESTUDIOS DE NIVELES FREÁTICOS

## RED FREATIMETRICA del Va de TULUM



### CARACTERÍSTICA:

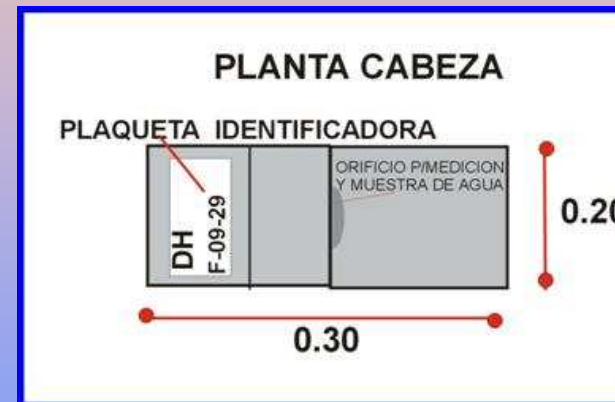
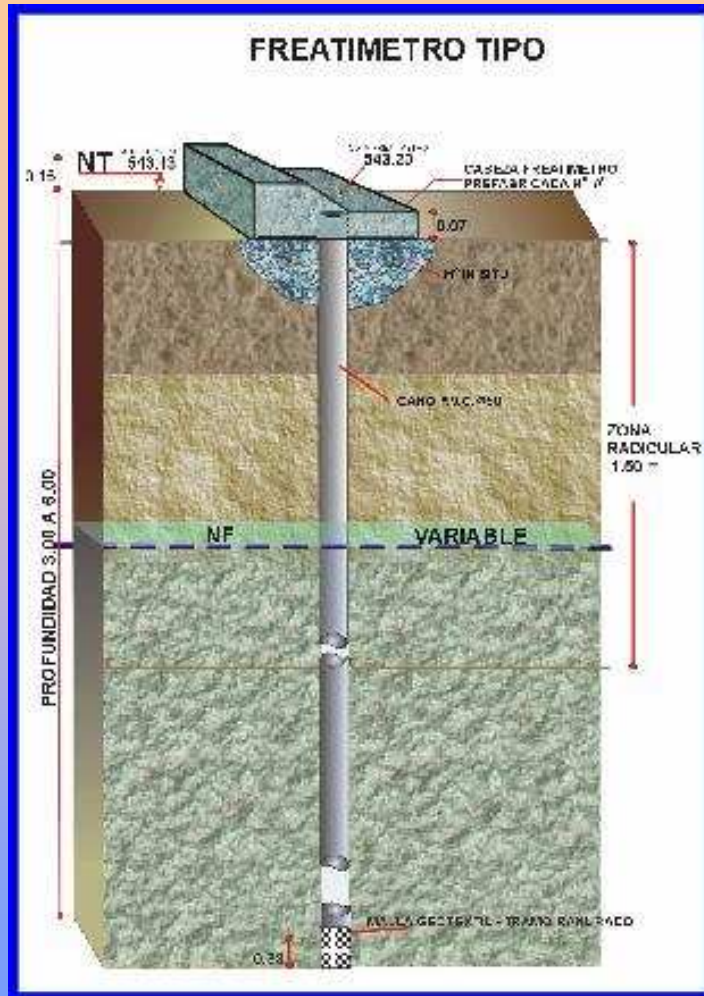
- **CUENTA CON UNOS 900 FREATÍMETROS APROXIMADAMENTE**
- **PROFUNDIDAD DE 3,00 A 6,00 M.**
- **ESPACIAMIENTO 1 KM - 70 % DE LA RED Y 1,3 KM EL 30% SEGÚN EL CRITERIO DE KESSLER**
- **CUMPLE RIDDER CADA 10000 HAS SE NECESITAN UNA DENSIFICACIÓN DE UNOS 100 POZOS.**
- **LAS CAMPAÑAS DE MEDICIÓN FREATIMÉTRICA SE HACE CUATRO VECES AL AÑO, SIENDO SUS TIEMPOS APROXIMADOS DE LECTURA LOS SIGUIENTES:**
  - ❖ **LECTURA: MARZO-ABRIL**
  - ❖ **LECTURA: JUNIO-JULIO**
  - ❖ **LECTURA: AGOSTO-SEPTIEMBRE**
  - ❖ **LECTURA: NOVIEMBRE-DICIEMBRE**

11/7/2007

# ESTUDIOS DE NIVELES FREÁTICOS

## RED FREATIMETRICA

Pozos de Observación



11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

- SE HA PROPUESTO UNA NUEVA METODOLOGÍA DE TRABAJO SIMPLIFICADO POR EL USO DE LA COMPUTADORA, COMO HERRAMIENTA DE AGILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE LOS MAPAS, ESTO PERMITE ANALIZAR MAYOR CANTIDAD DE INFORMACIÓN EN MENOR TIEMPO.

PARA EL TRAZADO DE LAS CURVAS ISOBATAS TIENE UN PROCESO DE ETAPAS A CUMPLIR QUE DESCRIBIREMOS A CONTINUACIÓN:

## ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- \* **RECOPILACIONES DE DATOS Y ANTECEDENTES.**
- \* **LAS LECTURAS DE LOS FREATÍMETROS, CON SUS RESPECTIVAS COORDENADAS (X, Y) Y NIVELES FREÁTICOS Z.**
- \* **SON CARGADAS EN UNA BASE DE DATOS, EN EXCEL, SE CONFECCIONA UNA PLANILLA ESTE ESQUEMA SE REPITE POR DEPARTAMENTO.**
- \* **LUEGO SE DEPURAN LOS DATOS DESECHANDO LOS DATOS QUE NO DAN INFORMACIÓN LECTURA DE NIVELES FREÁTICOS**
- \* **EN LA PLANILLA Nº 1 VEMOS COMO DEBEN SER ENTRADOS LOS DATOS AL PROGRAMA DE SURFER, ESTE ES UN EJEMPLO PARA UNA DE LAS LECTURAS Y UNA DE LAS MÁRGENES, LA COLUMNA 1 SE CARGAN LA IDENTIFICACIÓN DEL FREATÍMETRO, EN LA COLUMNA 2 LA COORDENADAS X DE LOS FREATÍMETROS, COLUMNA 3 COORDENADAS Y DE LOS FREATÍMETROS Y EN LA COLUMNA 4 LOS VALORES DE NIVELES FREÁTICOS.**

Nº FREAT	COORD X	COORD Y	NIVEL FREATICO	DPTO
1	546531	525499	2,00	ALBARDON
2	546466	524277	3,30	
3	546340	524863	1,60	
4	545664	524742	1,40	
5	548869	526083	2,60	
6	548284	525230	1,80	
7	551125	525365	3,60	
8	549887	526171	2,35	
9	550983	527088	0,45	
10	551205	527707	3,4	
11	550563	527746	1,10	
13	549440	527447	1,60	
14	550740	529188	2,40	
15	553300	530467	2,45	
16	553214	531267	3,05	
17	544333	523693	3,30	
18	544698	523645	2,50	
19	545386	523533	1,00	
20	545524	523335	1,30	
21	545674	523611	5,00	
22	548383	523462	5,00	
23	548842	523331	4,75	
24	544475	523042	3,40	
25	544086	522464	2,30	
26	544952	522949	3,95	
27	547934	522370	3,85	
28	548708	522346	4,00	
29	549102	522136	2,70	
30	549403	522179	3,65	

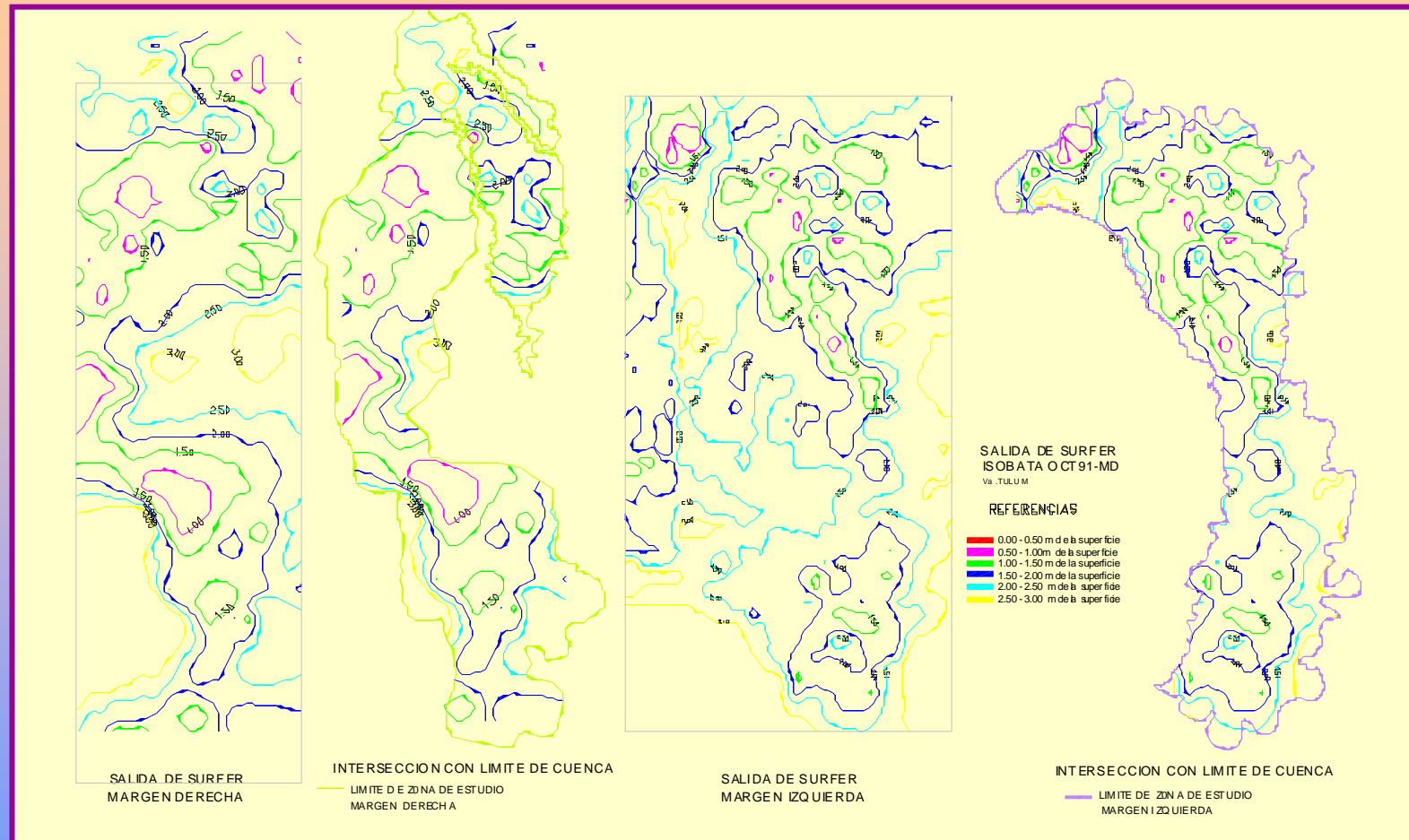
Nº FREAT	COORD X	COORD Y	NIVEL FREATICO	DPTO
1	552971	520703	2,75	ANGACO
2	553262	522828	2,30	
3	554995	524129	2,52	
4	554686	522754	2,52	
5	554161	520424	1,80	
6	554851	519890	2,70	
7	555985	519787	2,86	
8	555389	521640	2,13	
9	556547	522220	2,78	
10	556850	523886	1,43	
11	555951	523661	1,60	
13	559062	522913	2,30	
14	557740	522070	2,90	
15	558627	521687	1,20	
16	558415	520302	1,90	
17	557094	519450	2,56	
18	558068	519572	2,24	
19	560064	521865	2,60	
20	561057	521958	2,65	
21	560251	523016	2,00	
22	561423	522819	2,40	
23	563640	522482	2,30	
24	563418	521677	3,00	
25	562797	520704	3,00	
26	561291	519516	2,20	
27	562584	519834	3,00	
28	563465	519815	2,60	
29	564745	522145	2,40	
30	565645	519843	2,60	

11/7/2007

EJEMPLO DE ENTRADA DE DATO AL PROGRAMA SURFER

# METODOLOGÍA EMPLEADA

## TRAZADO DE LAS CURVAS EN EL SURFER



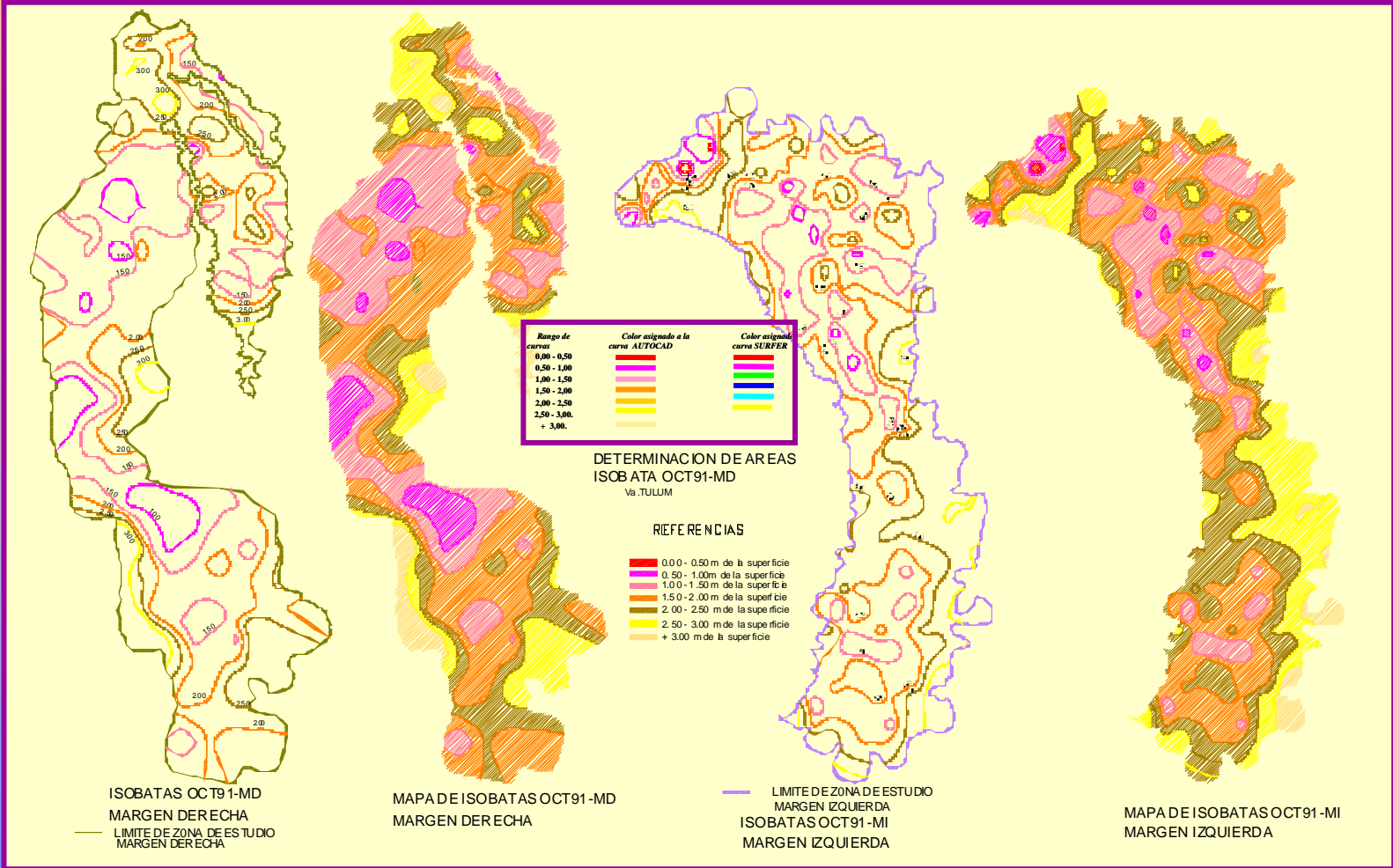
**SALIDA DE SURFER DE ISOBATA OCTUBRE 91 MD MARGEN DERECHA Y MI MARGEN IZQUIERDA**

11/7/2007



# METODOLOGÍA EMPLEADA

## TRAZADO DE LAS CURVAS EN EL AUTOCAD

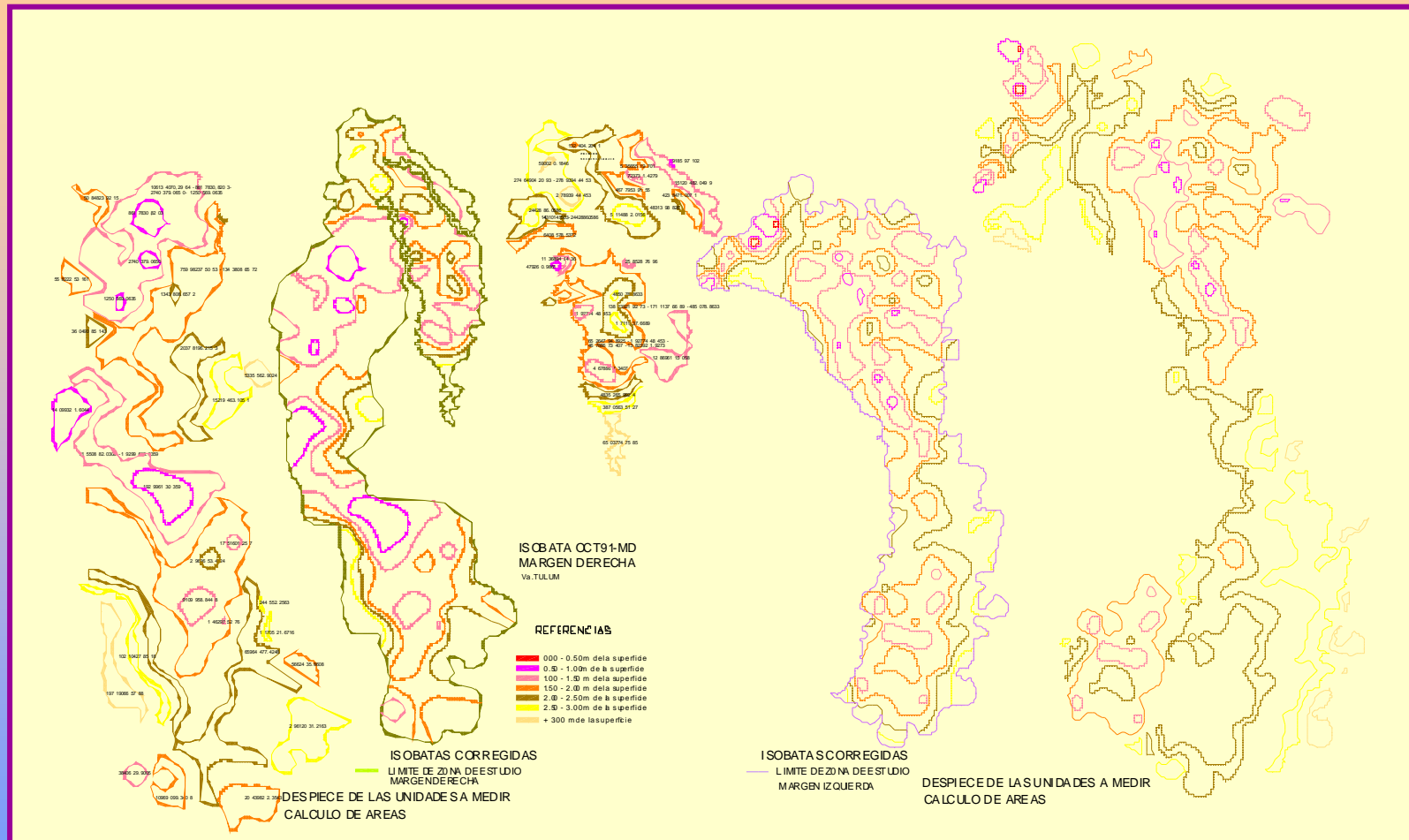


## DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE ISOBATA OCTUBRE 91 MD Y MI EN EL PROGRAMA DE SURFER

11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

## CALCULO DE LAS ÁREAS REVENIDAS



**DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS REVENIDAS EN LAS CURVAS DE ISOBATA OCTUBRE 91 MD Y MI  
MEDIANTE EL PROGRAMA AUTOCAD**

11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

## CÁLCULO DE LAS ÁREAS REVENIDAS

CURVAS		oct-91	margen derecha																			TOTALES				
0.0	0,5																									723
0,5	1	59	330	23	310	1																			4510	
1.0	1,5	108	151	527	2564	344	377	405	35																13165	
1,5	2	706	23	28	58	56	281	45	199	143	196	662	1320	322	2400	940	86	871	23	6	191	4609	30090			
2.0	2,5	621	1257	7257	7184	1111	10103	15	54	457	502	1529												23232		
2,5	3	223	1373	708	128	128	1635	42	13902	2598	1112	955	286	143											2057	
+	3	87	892	206	64	9	27	87	19	458	207													TOTALES 73777		

CURVAS		oct-91	margen izquierda																			TOTALES			
0.0	0,5																								0,00
0,5	1																								0,00
1.0	1,5	33	9	268	16																			326,05	
1,5	2	1046	53	346	16	399	400	3	695	22	714	2	446	291	868	558	365	5							6230,39
2.0	2,5	1018	501	18530	1056	142	50	371	163	2296	740	391	2829	548	1821									30457,11	
2,5	3	2784	185	2185	1415	36	72	1425	1485	914	13216	213	39	89											24056,80
+	3	430	233	334	956	47	285	28	751	174	4086	86	4359												TOTALES 11771,25
																									TOTALES 72841,60

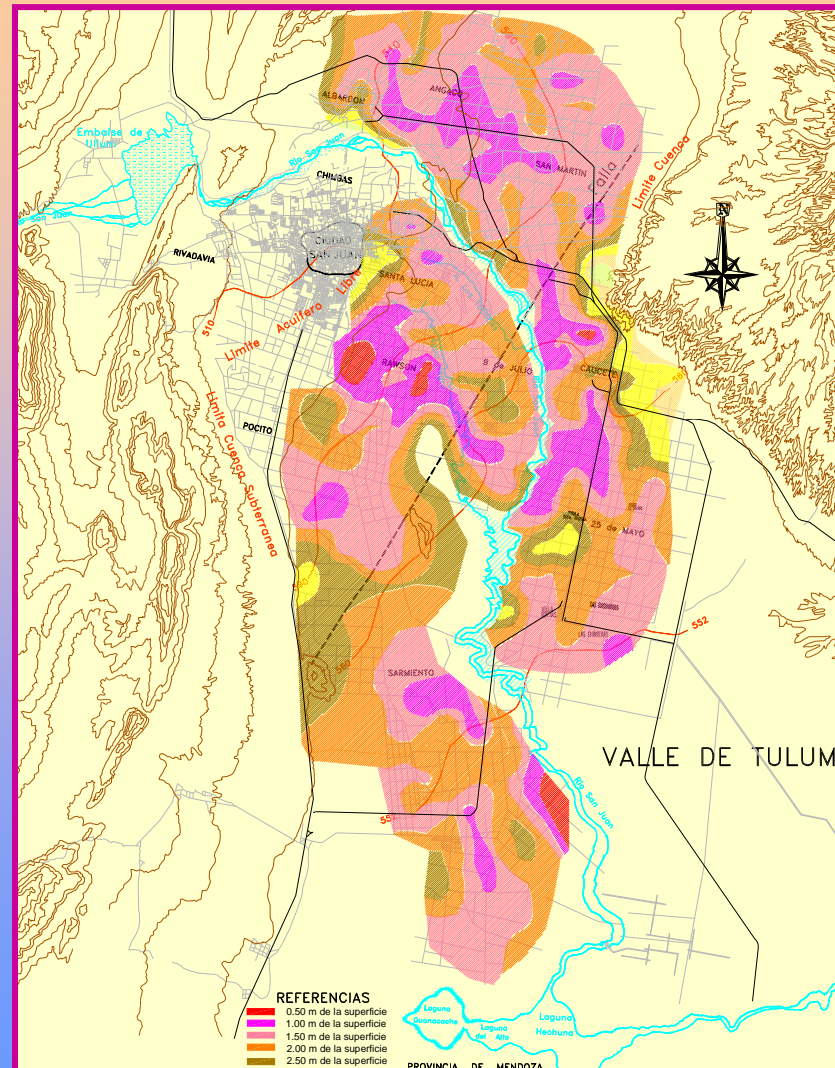
## CÁLCULO DE LAS ÁREAS REVENIDAS EN HECTÁREAS CON PLANILLA EXCEL

11/7/2007



# METODOLOGÍA EMPLEADA

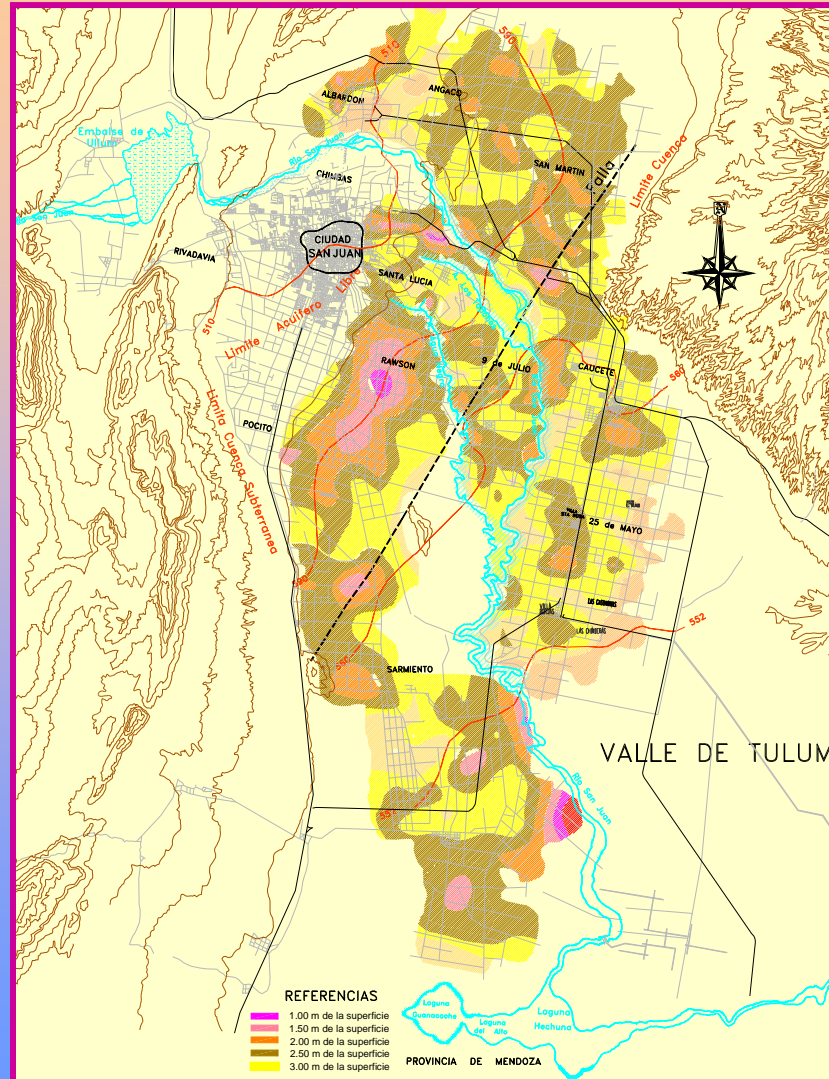
## ISOBATAS OCT 91



11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

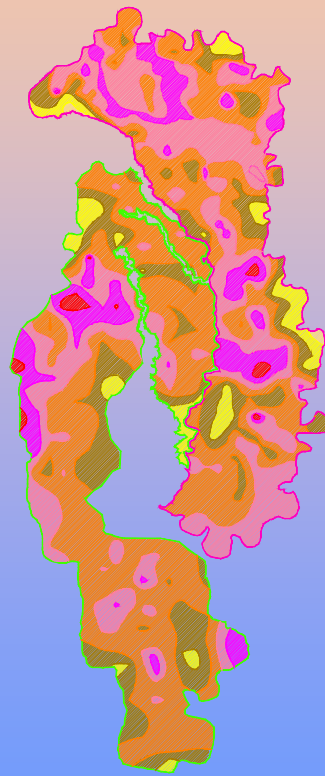
## ISOBATAS JUL 96



11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

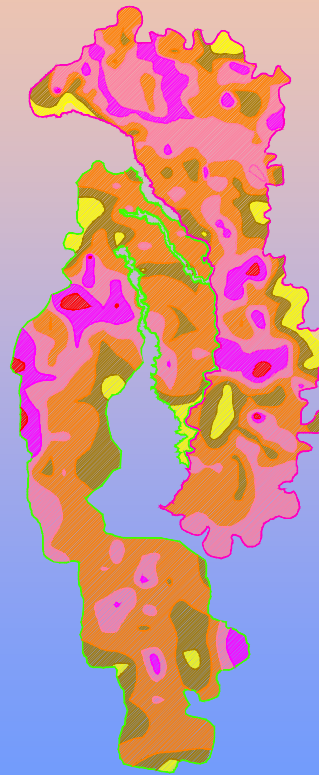
## COMPARACION



REFERENCIAS

DIC93-MI

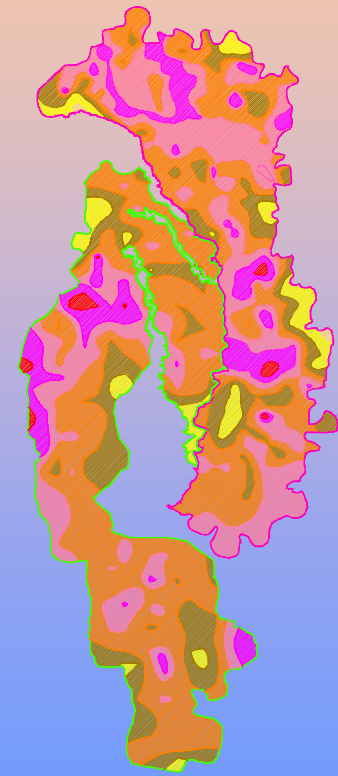
- 1.00 m de la superficie
- 1.50 m de la superficie
- 2.00 m de la superficie
- 2.50 m de la superficie
- 3.00 m de la superficie



REFERENCIAS

DIC93-MI

- 1.00 m de la superficie
- 1.50 m de la superficie
- 2.00 m de la superficie
- 2.50 m de la superficie
- 3.00 m de la superficie



REFERENCIAS

DIC93-MI

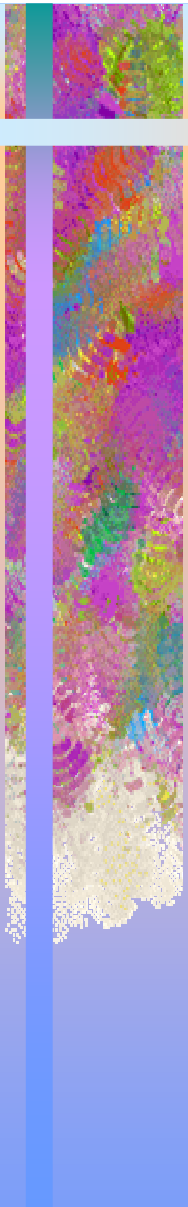
- 1.00 m de la superficie
- 1.50 m de la superficie
- 2.00 m de la superficie
- 2.50 m de la superficie
- 3.00 m de la superficie

11/7/2007



# METODOLOGÍA EMPLEADA

# COMPARACION



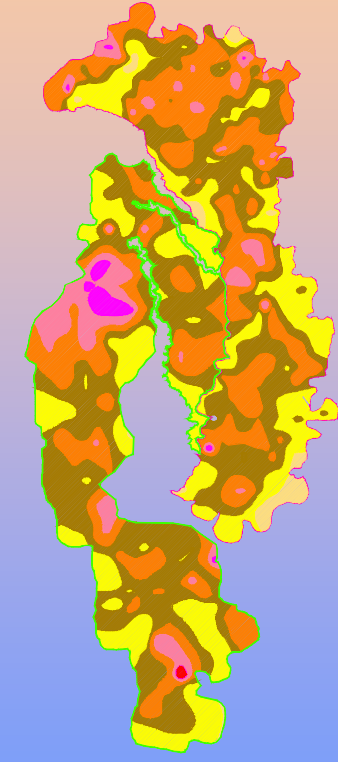
REFERENCIAS  
JUN92-MI

- 1.00 m de la superficie
- 1.50 m de la superficie
- 2.00 m de la superficie
- 2.50 m de la superficie
- 3.00 m de la superficie



REFERENCIAS  
MAR94

- 1.00 m de la superficie
- 1.50 m de la superficie
- 2.00 m de la superficie
- 2.50 m de la superficie
- 3.00 m de la superficie



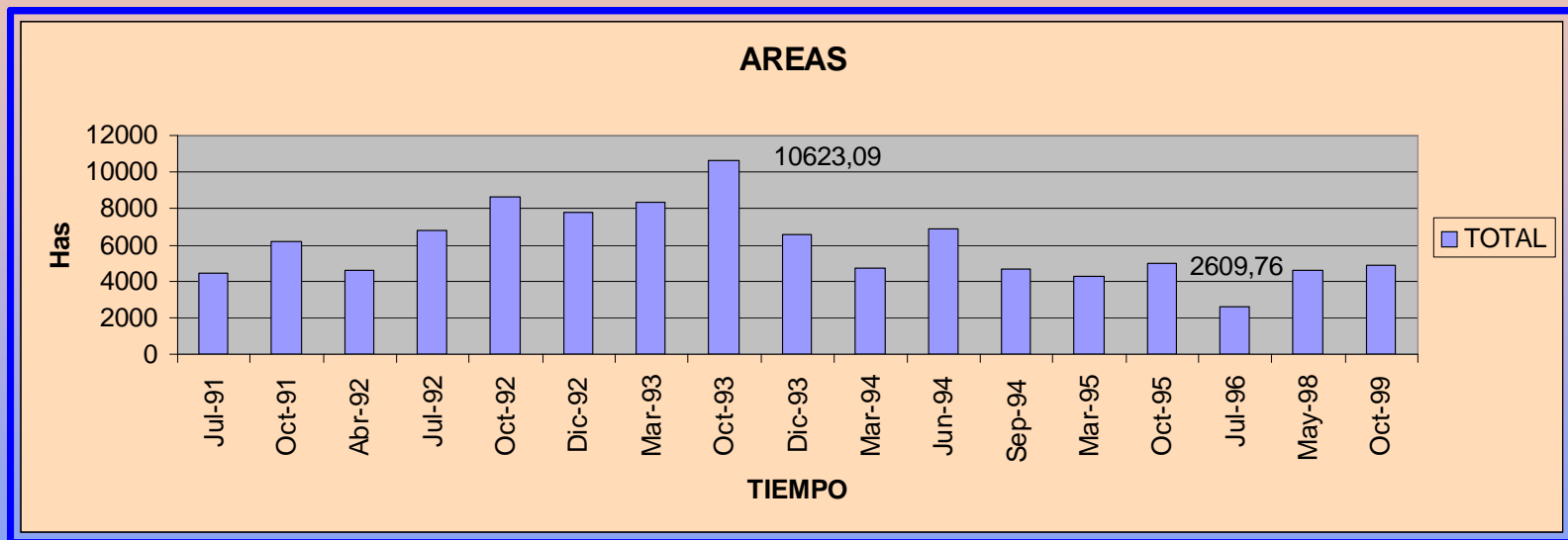
REFERENCIAS  
MAR95

- 1.00 m de la superficie
- 1.50 m de la superficie
- 2.00 m de la superficie
- 2.50 m de la superficie
- 3.00 m de la superficie

11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

## COMPARACION DE AREAS REVENIDAS

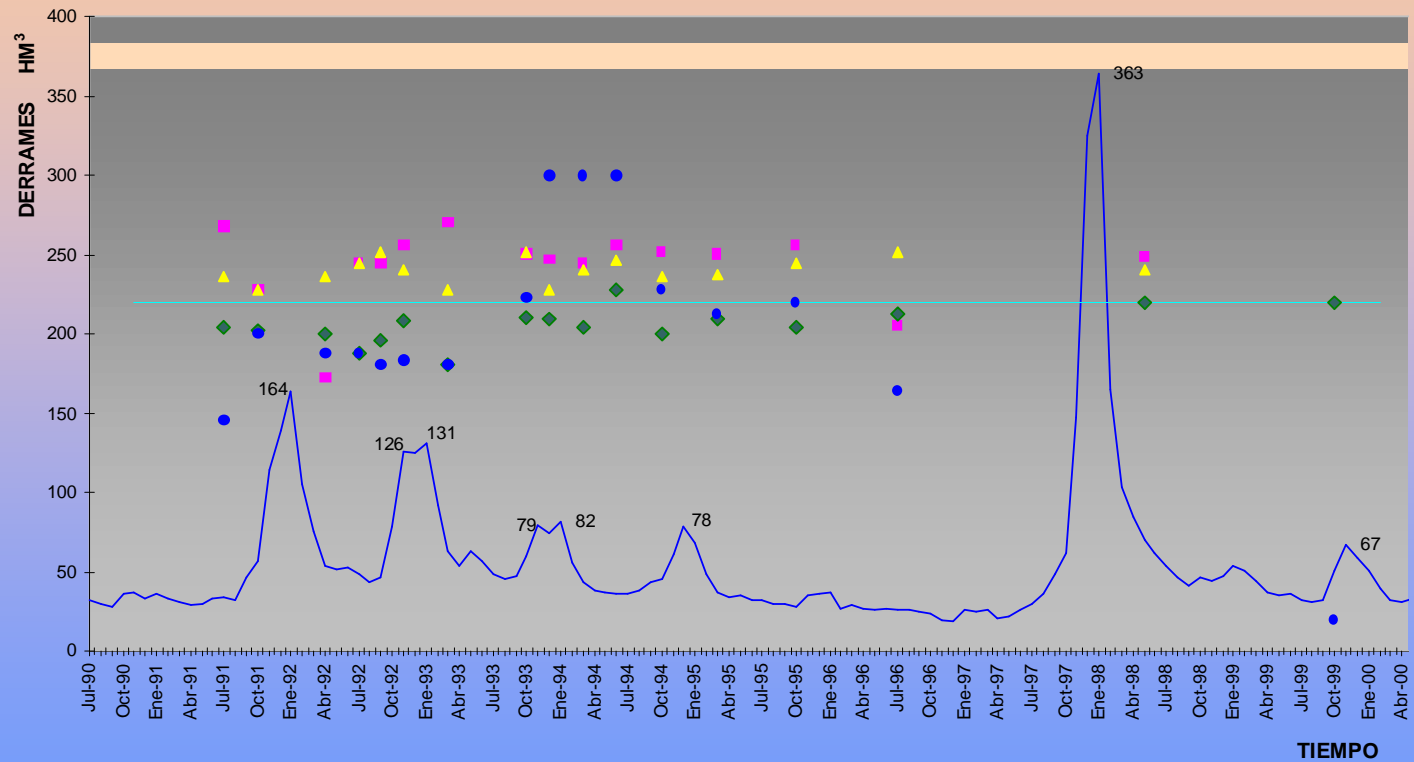


11/7/2007

# METODOLOGÍA EMPLEADA

## COMPARACION

DERRAMES MENSUALES AGUAS ABAJO DEL DIQUE I. DE LA ROZA  
Y NIVELES FREÁTICOS EN EL DPTO RAWSON



11/7/2007

— DERRAME    ■ F 16    ▲ F 18    ◆ F 30    ● F 34    - - NIVELMEDIO

# CONCLUSIONES

## APLICACIONES FUTURAS

- **ORDENAMIENTO EN LA DISTRIBUCION DEL RECURSO**
- **MEJORAR RED DRNAJE**
- **REDUCIR LA SALINIZACION**

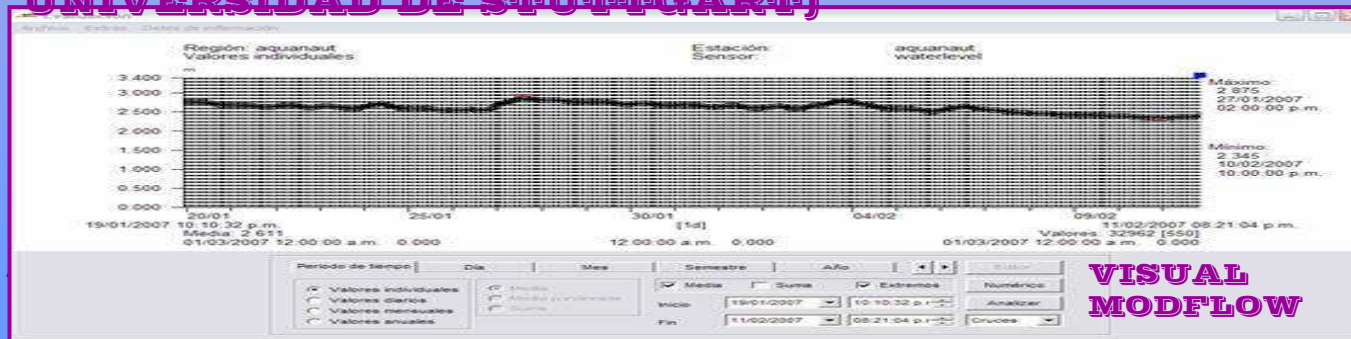
## EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE NIVELES FREÁTICOS:



**sensor  
Aquanaut  
OTT**



## VISUAL MODFLOW PARA ENTRENAR MODELOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES (SIMULADOR SNNs DE LA UNIVERSIDAD DE STUTTGART)





# FOTOS



**Fig. N° 1: Campo salitroso frente al Dren**



**Fig. N° 2: Dren con falta de mantenimiento**



**Fig. N° 3: Dren con agua estancada.**

**11/7/2007**



**Fig. N° 4: Dren en buenas condiciones de funcionamiento**

# FOTOS



**Fig. Nº 5: Dren con Cabecera del pasante de calle, deteriorada**



**Fig. Nº 6: Dren Sen buenas condiciones de limpieza y funcionamiento .**

**11/7/2007**





**FIN - MUCHAS GRACIAS**

**Ing. Patricia Oviedo  
FACULTAD DE INGENIERÍA UNSJ**

**PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL DE  
CUENCAS**

**[patryoviedo@yahoo.es](mailto:patryoviedo@yahoo.es)  
[patryoviedo@gmail.com](mailto:patryoviedo@gmail.com)**

**11/7/2007**