



**UNIVERSIDAD DE
SONORA**
FACULTAD INTERDISCIPLINARIA
CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



MATERIA

HIDROLOGIA II

**“DETERMINACIÓN DE LA FRANJA DE AGUA
SALOBRE EN EL ACUÍFERO COSTERO DE
PUERTO, PEÑASCO, SONORA, MÉXICO.”**

PRESENTA: M.C. J. ALFREDO OCHOA G.

Contenido

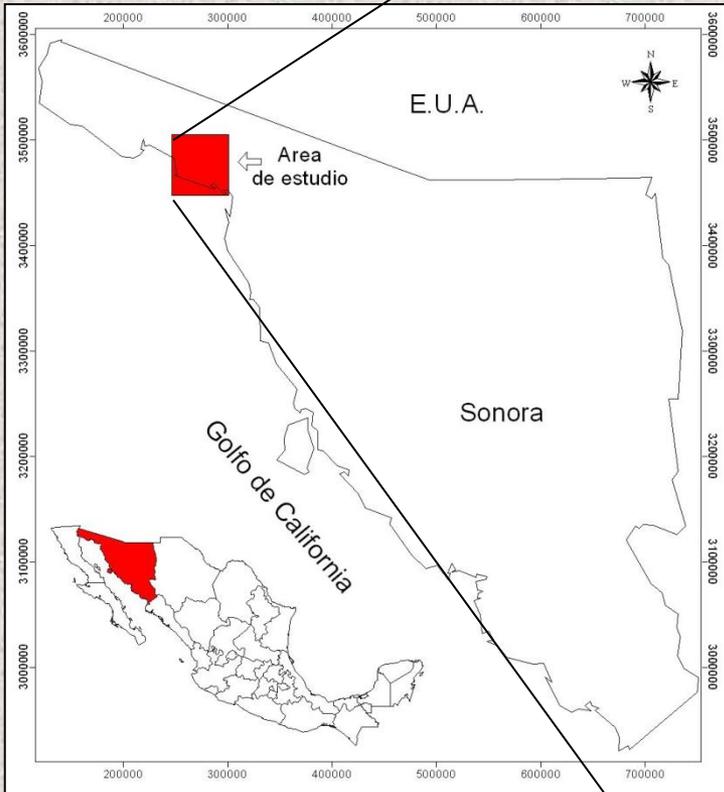
- Introducción
- Localización
- Objetivos
- Generalidades
- Geofísica
- Hidráulica
- Hidrodinámica
- Hidrogeoquímica
- Sondeos Electro-Magnéticos Transitorios
- Resumen
- Conclusión y Recomendación

Introducción

La zona de estudio se encuentra ubicada en la porción noroeste del Estado de Sonora y corresponde a una de las regiones más desérticas del país.

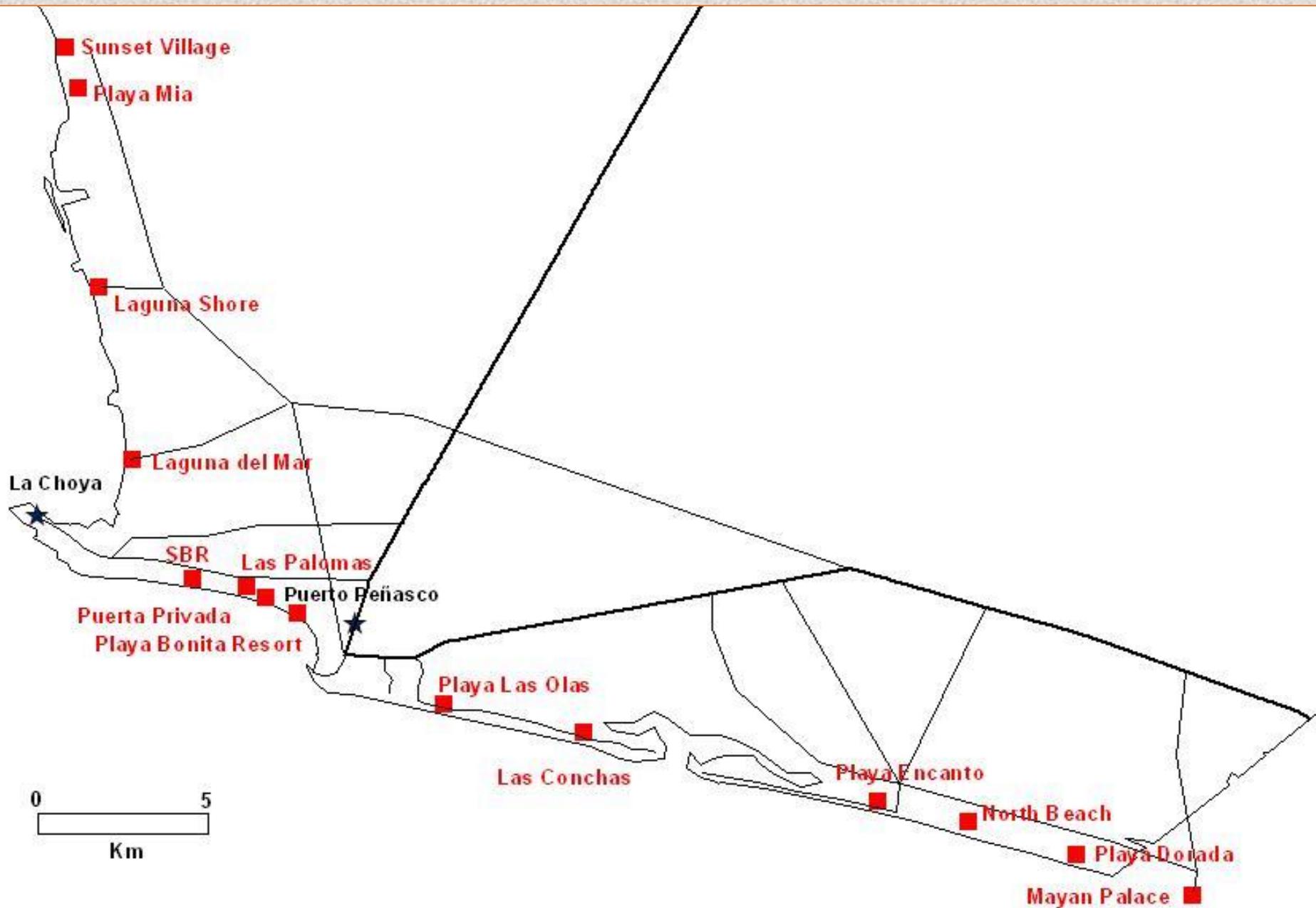
El régimen de lluvias es escaso, en consecuencia, es limitado el recurso hídrico, para garantizar el abastecimiento de este recurso en sus diferentes usos y mantener el desarrollo sustentable de la región que soporta su crecimiento explosivo.

Localización



El área de estudio cubre una superficie aproximada de 1,800 km².

Localización de las Desarrolladoras Turísticas



Objetivo

El presente estudio tuvo por objetivo conocer las características hidrogeoquímicas y de calidad del agua subterránea, mostrando su distribución espacial en las unidades geohidrológicas del acuífero, permitiendo con ello determinar la franja de agua salobre en las cercanías de Puerto Peñasco.

Objetivos Específicos

Las actividades a realizar en este estudio corresponden a una primera Etapa de Caracterización que tiene por objetivos:

- ⦿ Definir la posición de la franja de agua salobre (interfase salina) en el acuífero costero de Puerto Peñasco.
- ⦿ Con la determinación de las condiciones hidrogeológicas y los resultados hidrogeoquímicos del área de estudio, se indicarán zonas de explotación para determinar que las extracciones no afectarán al acuífero de aguas continentales.

- ⦿ **Segunda Etapa de Evaluación exploratoria:**

- ⦿ Con los resultados anteriores en una segunda etapa de estudios se propondrá el realizar estudios de zonas específicas de acuerdo con las ubicaciones y necesidades de los usuarios, así como los diseños de obras para el aprovechamiento de las aguas subterráneas mediante esquemas ilustrativos a escala.
- ⦿ En estas obras podrán llevarse a cabo pruebas hidráulicas e hidrogeoquímicas para que se puedan proponer acciones para la explotación de los acuíferos, así como recomendar el volumen óptimo de explotación, y con esta base la realización de perforaciones exploratorias.
- ⦿ Finalmente se propondrá la supervisión de la exploración y construcción de las obras de extracción y un programa de monitoreo en una red de pozos de observación.

GENERALIDADES



A Golfo de Santa Clara

Sierra Blanca

A Sonoyta

Carretera
Peñasco-Sonoyta

Río Sonoyta

Banco de
Materiales

Sierra Pinta

La Choya

Puerto peñasco

Puerto Peñasco

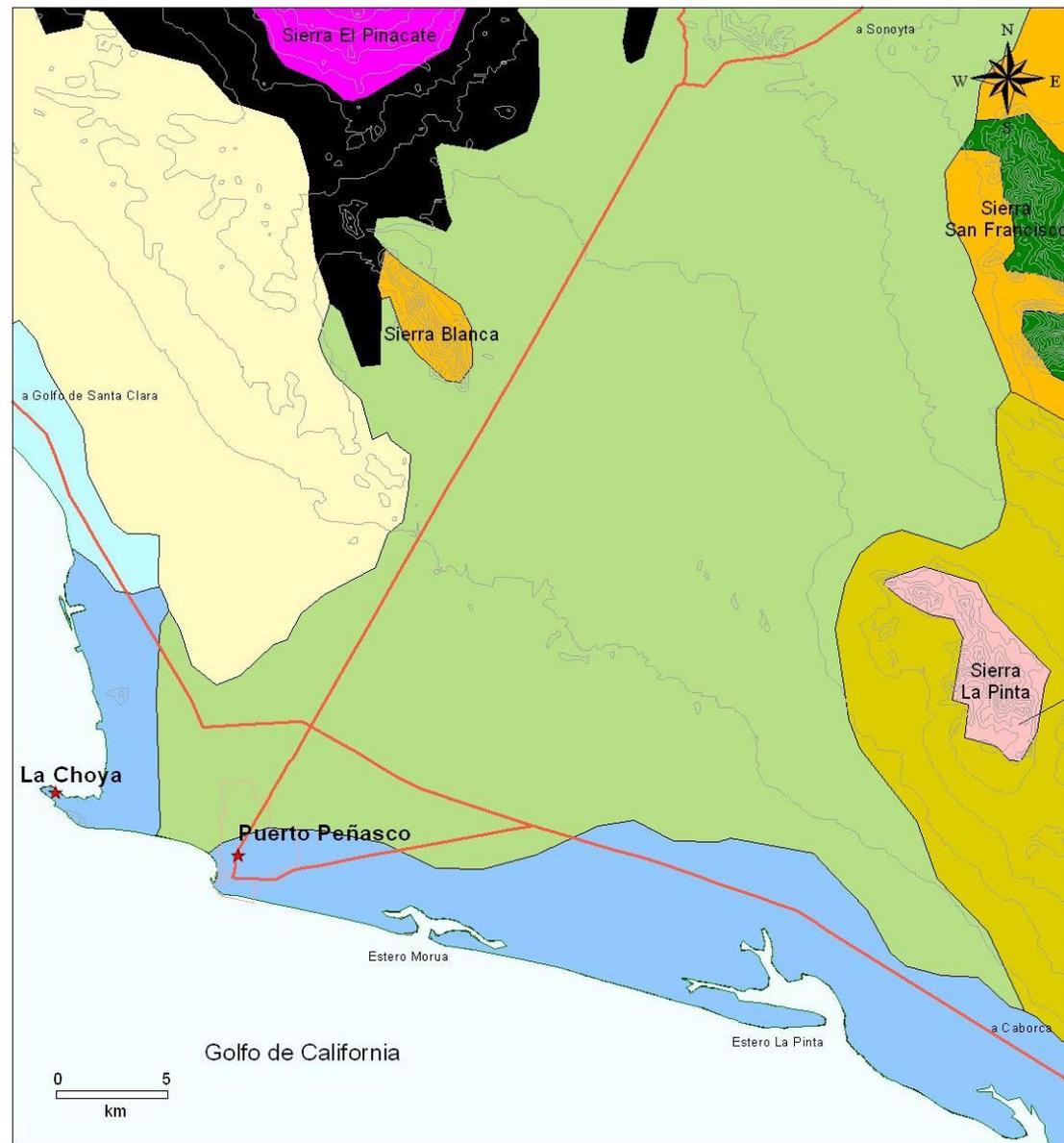
Estero de Morua

Estero La Pinta

A Caborca

Fisiografía

El área de estudio está incluida dentro de la Provincia Llanura Sonorense y ocupa parte de la Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses y de la Subprovincia Desierto de Altar, además de la Discontinuidad Sierra del Pinacate, y de acuerdo con las características del paisaje se representa por cinco tipos de unidades fisiográficas principales.



Leyenda

Localidad	Urbanidad	Fisiografía	Llanura costera salina con dunas
Ferrocarril	Litoral	Campo de dunas	Meseta basáltica con cráteres
	Topografía	Gran Bajada con lomerío	Sierra escarpada
		Llanura aluvial con dunas	Sierra escarpada aislada
		Llanura con dunas	Sierra escarpada del noroeste
		Llanura costera salina con ciénegas	Sierra escarpada volcánica el Pinacate

Clima



Leyenda



Localidad



Ferrocarril

Urbanidad

Litoral

Topografía

Clima. Muy Seco. Régimen de llluvias en verano. % de lluvia invernal >10.2. Semicálido con invierno fresco. TMA >18° C. TMMF < 18° C.

Vegetación



Leyenda

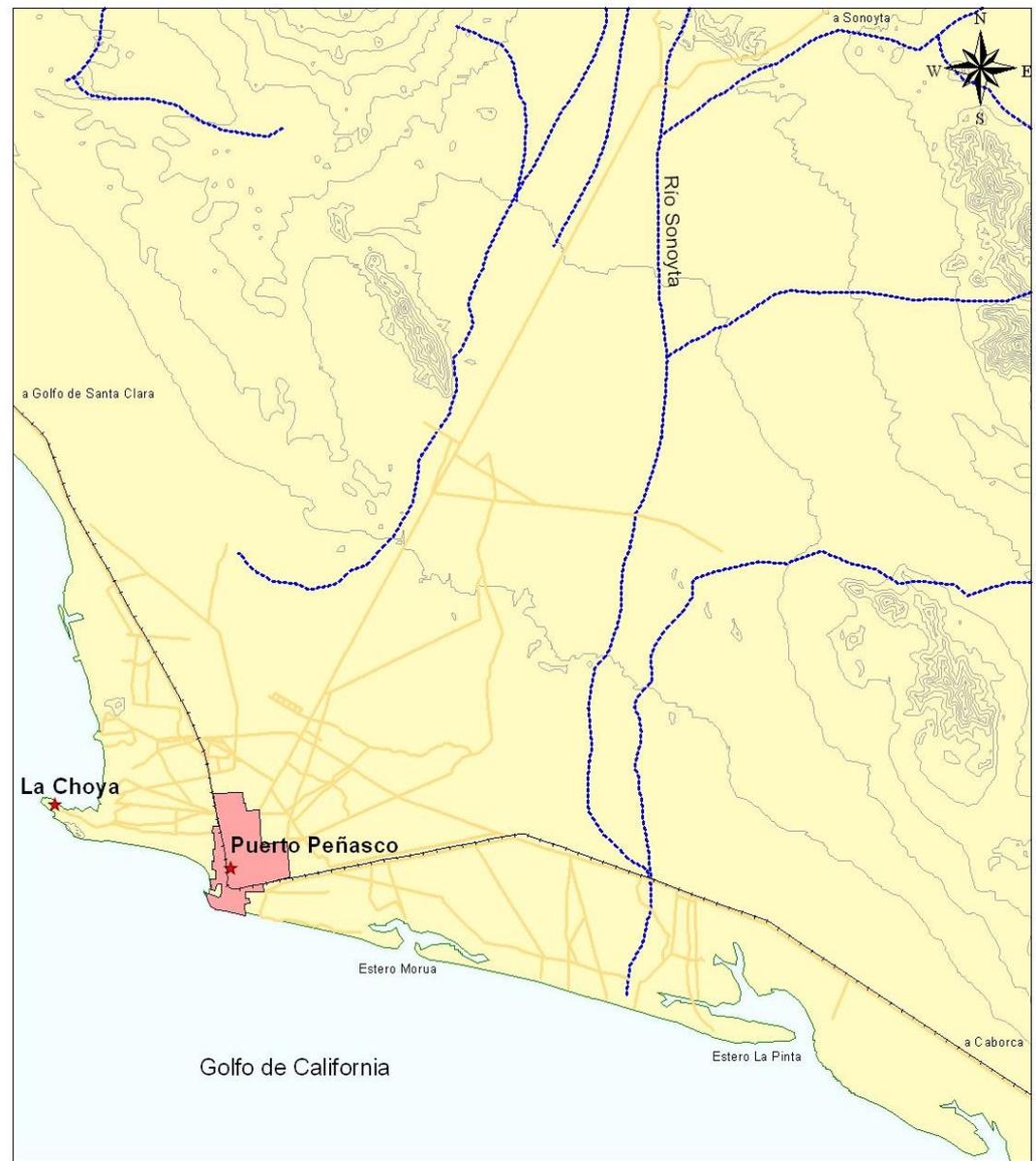
- ★ Localidad
- ⚡ Ferrocarril
- Urbanidad

- Litoral
- ⚡ Topografía
- ⚡ Carretera

Vegetación

- Matorral
- Pastizal
- Sin Vegetación Aparente
- Vegetación de Dunas
- Vegetación Halófila

Hidrografía



Leyenda



Localidad

Ferrocarril



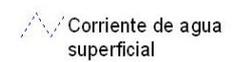
Caminos

Urbanidad



Litoral

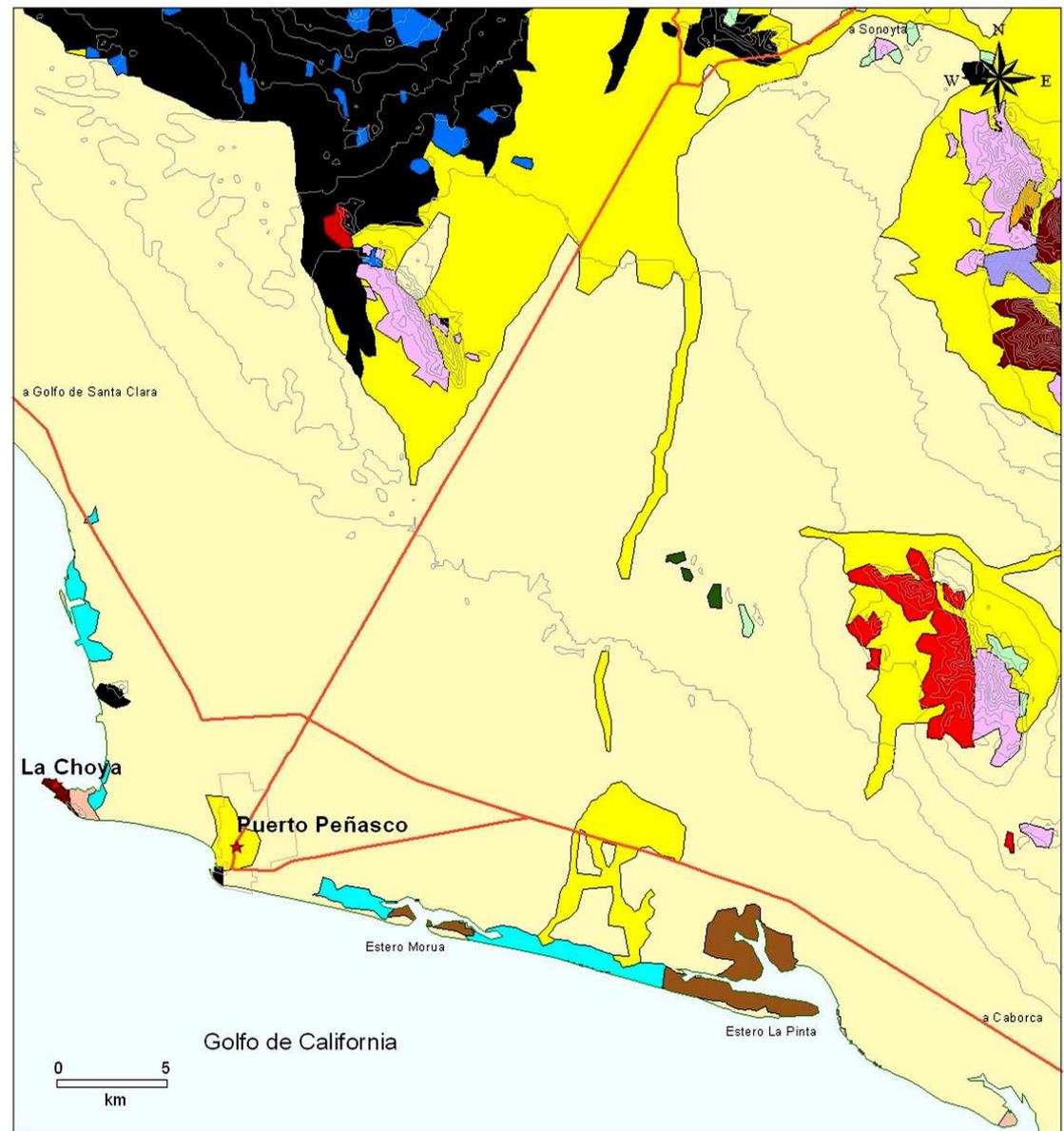
Topografía



Corriente de agua

superficial

Geología



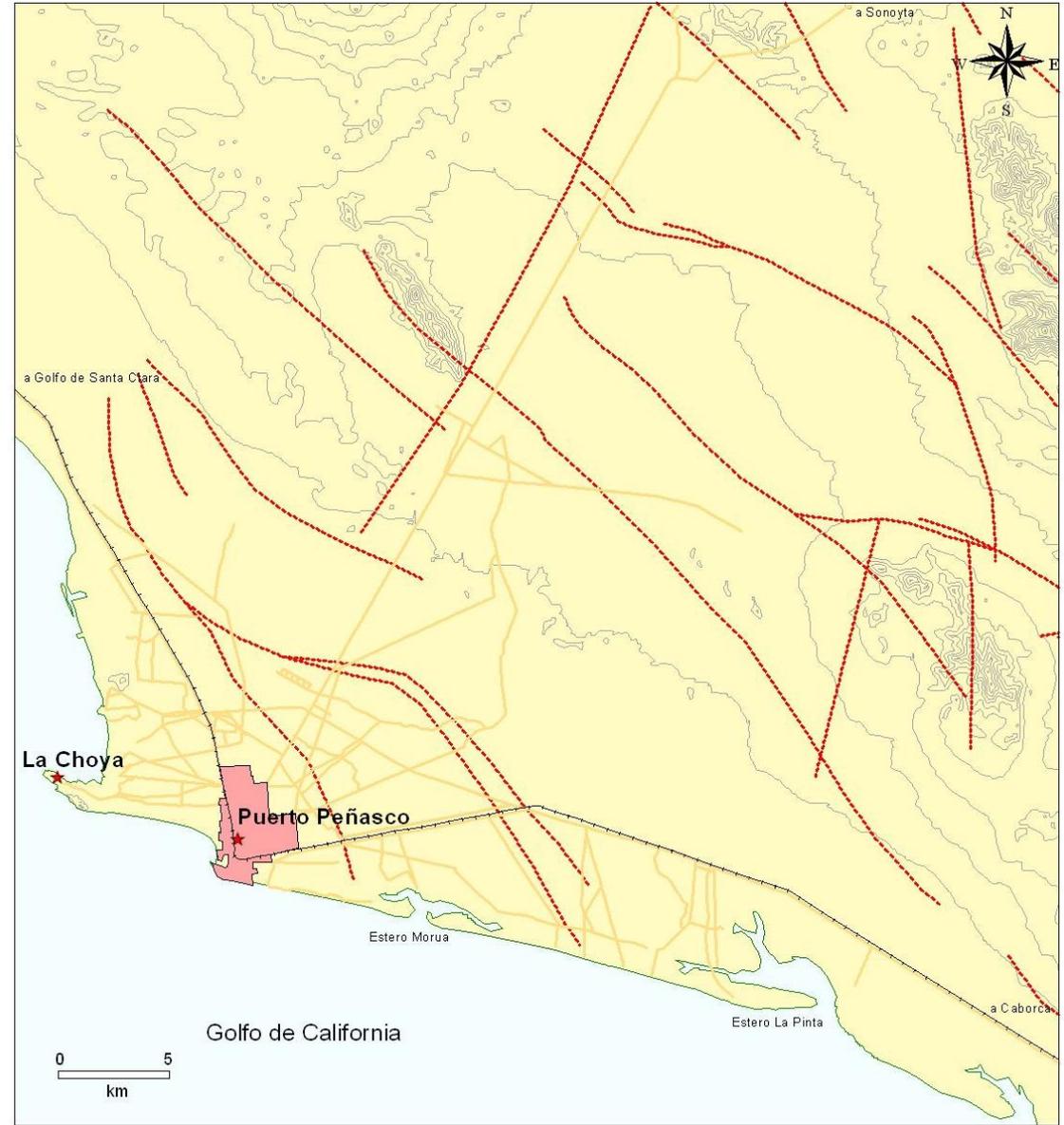
Leyenda

- ★ Localidad
- Ferrocarril
- Caminos
- Urbanidad
- Litoral
- Topografía

Geología

- Aluvión del Cuaternario
- Basalto del Cenozoico
- Brecha volcánica del Cenozoico
- Depósito eólico del Cuaternario
- Esquisto del precámbrico
- Gneiss del precámbrico
- Granito del mesozoico
- Granito del precámbrico
- Granodiorita del mesozoico
- Granodiorita del precámbrico
- Lacustre del Cuaternario
- Litoral del Cuaternario
- Palustre del Cuaternario
- Riolita del Terciario
- Tonalita del Terciario

Geología Estructural



Leyenda

 Localidad	 Caminos	 Litoral	 Lineamientos Estructurales
 Ferrocarril	 Urbanidad	 Topografía	

GEOFÍSICA

Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) *CESUES 2005*

Plano de Resistividades Elevación 0 msnm

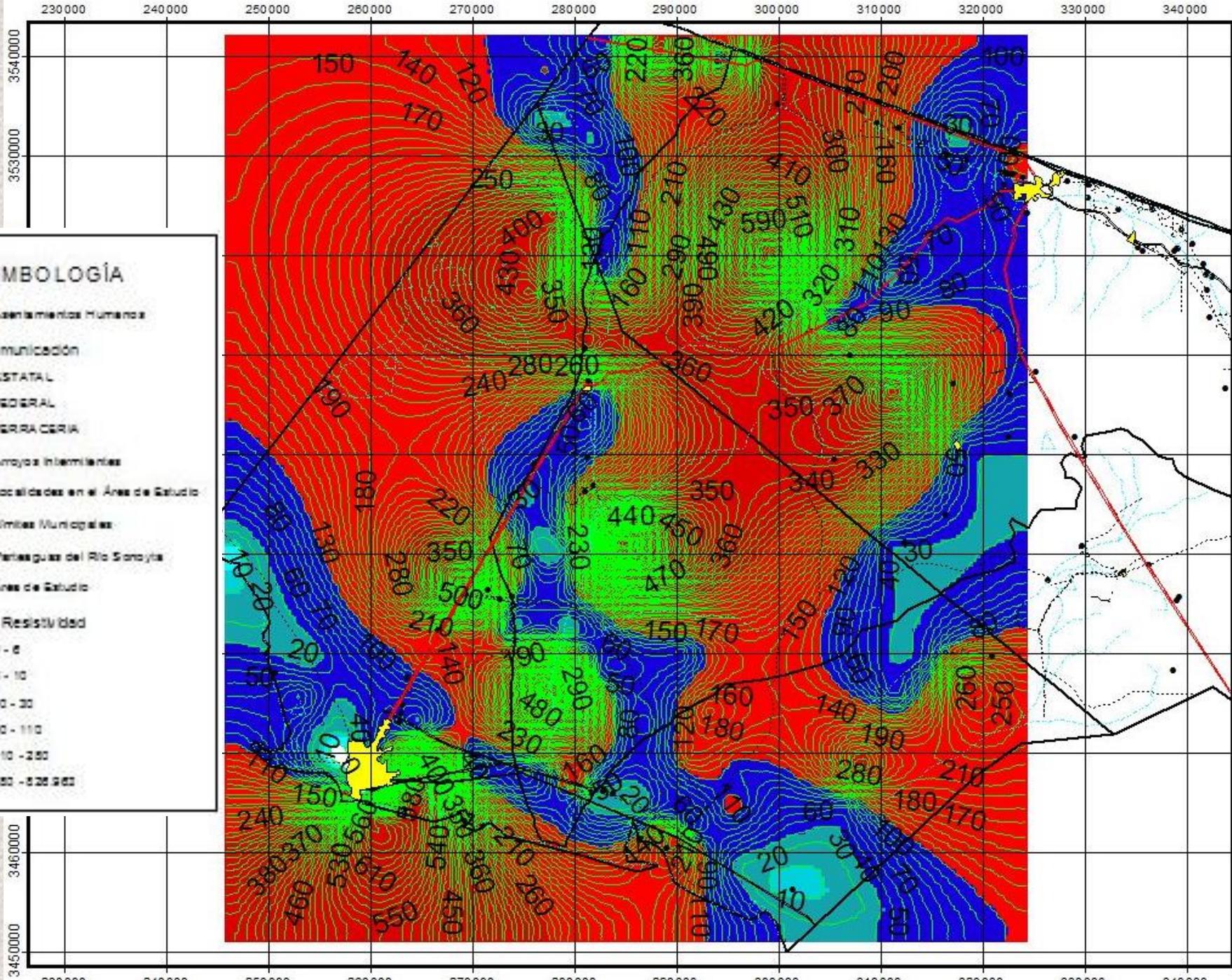
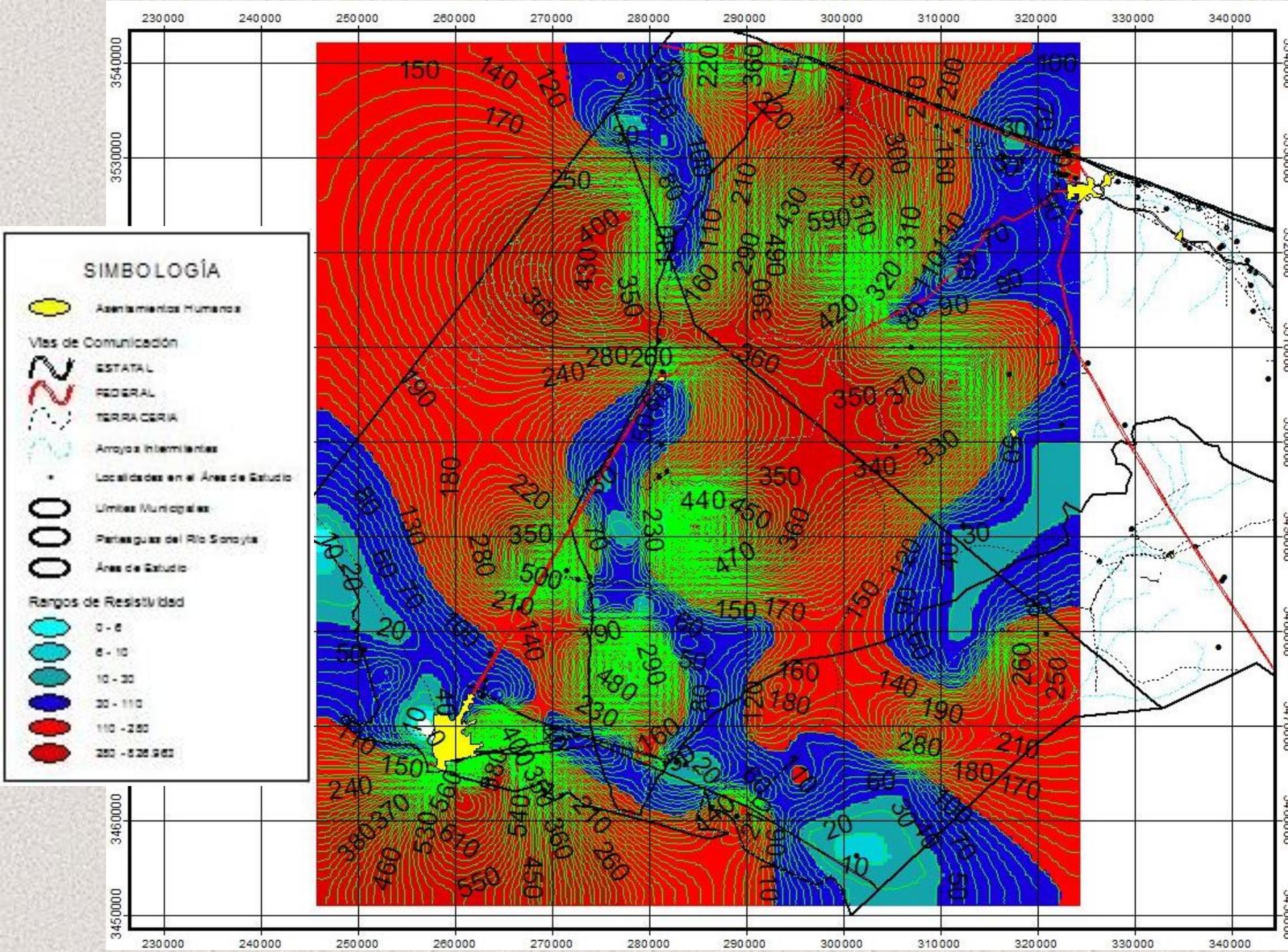
Este plano representa una profundidad de exploración de hasta 430 metros en el norte de la región y 10 metros en la zona costera. Las resistividades están representadas por cuatro unidades geoelectricas principales:

U3b Boleos o rocas fracturadas de basaltos del Cuaternario, posible saturación de agua.

U3a Materiales granulares grueso a boleos, con posible saturación de agua.

U2b Materiales granulares de finos a medianos con posibilidades de agua salobres.

U2a Materiales granulares medianos a finos con posibilidades de agua salobre.



Gravimetría CESUES 2005

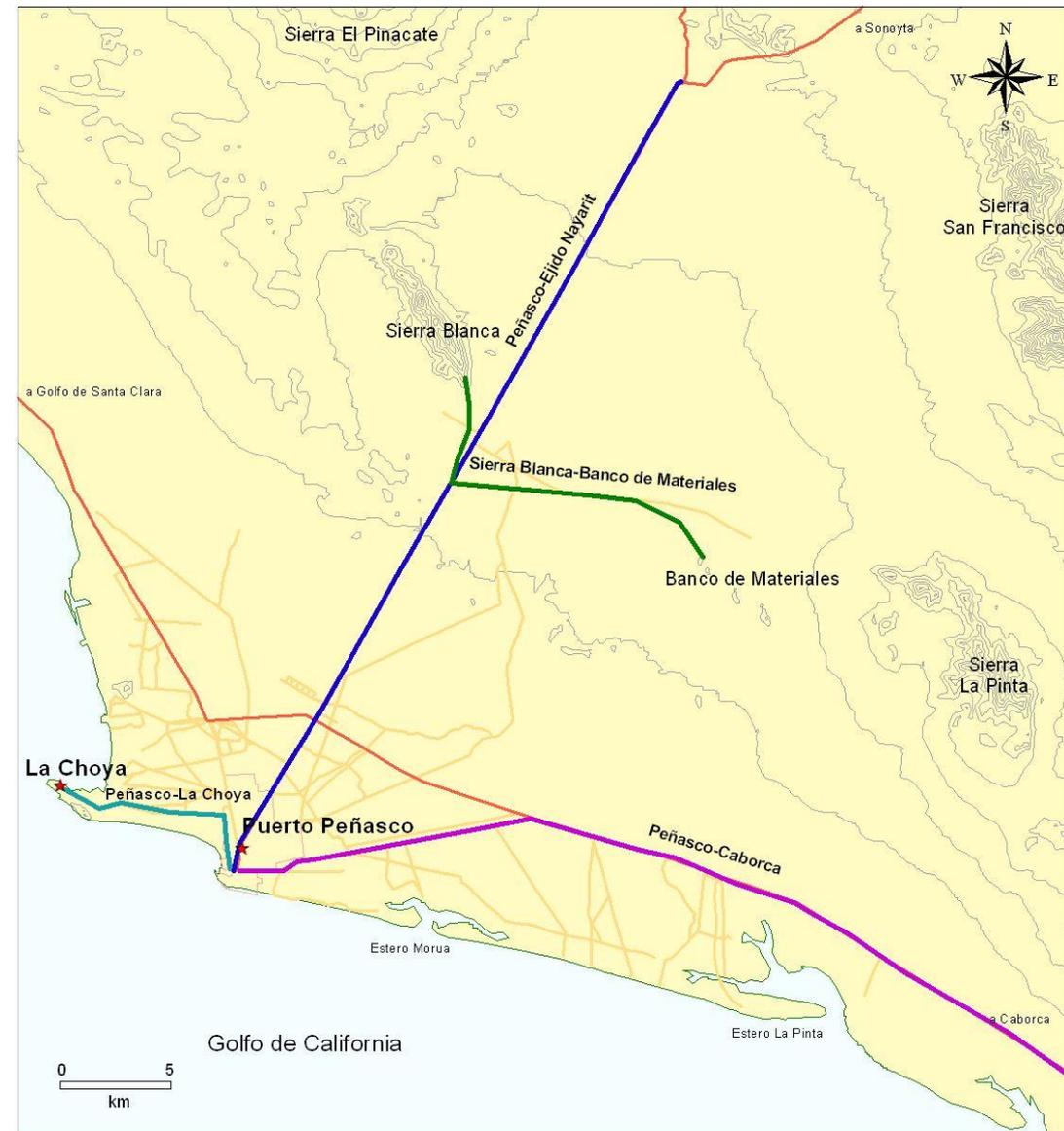
Metodología

El equipo utilizado para el levantamiento gravimétrico fue un Gravímetro *Scintrex AUTOGRAV CG-5* (foto) completamente automatizado; los software empleados para el procesamiento de los datos fueron los siguientes : *WinGLink, Modeling y Grbasin*.



Localización de estaciones gravimétricas

(Modificado de Unison para Cesues, 2005)



Leyenda

★ Localidad
— Ferrocarril

— Carretera
— Camino

— Litoral
— Urbanidad

— Topografía
— Línea gravimétrica

PERFIL GRAVIMÉTRICO PEÑASCO - EJIDO NAYARIT

Ubicación: Carretera Puerto Peñasco-Sonoyta.

Orientación: S W – N E.

Longitud total: 53,067.79 m

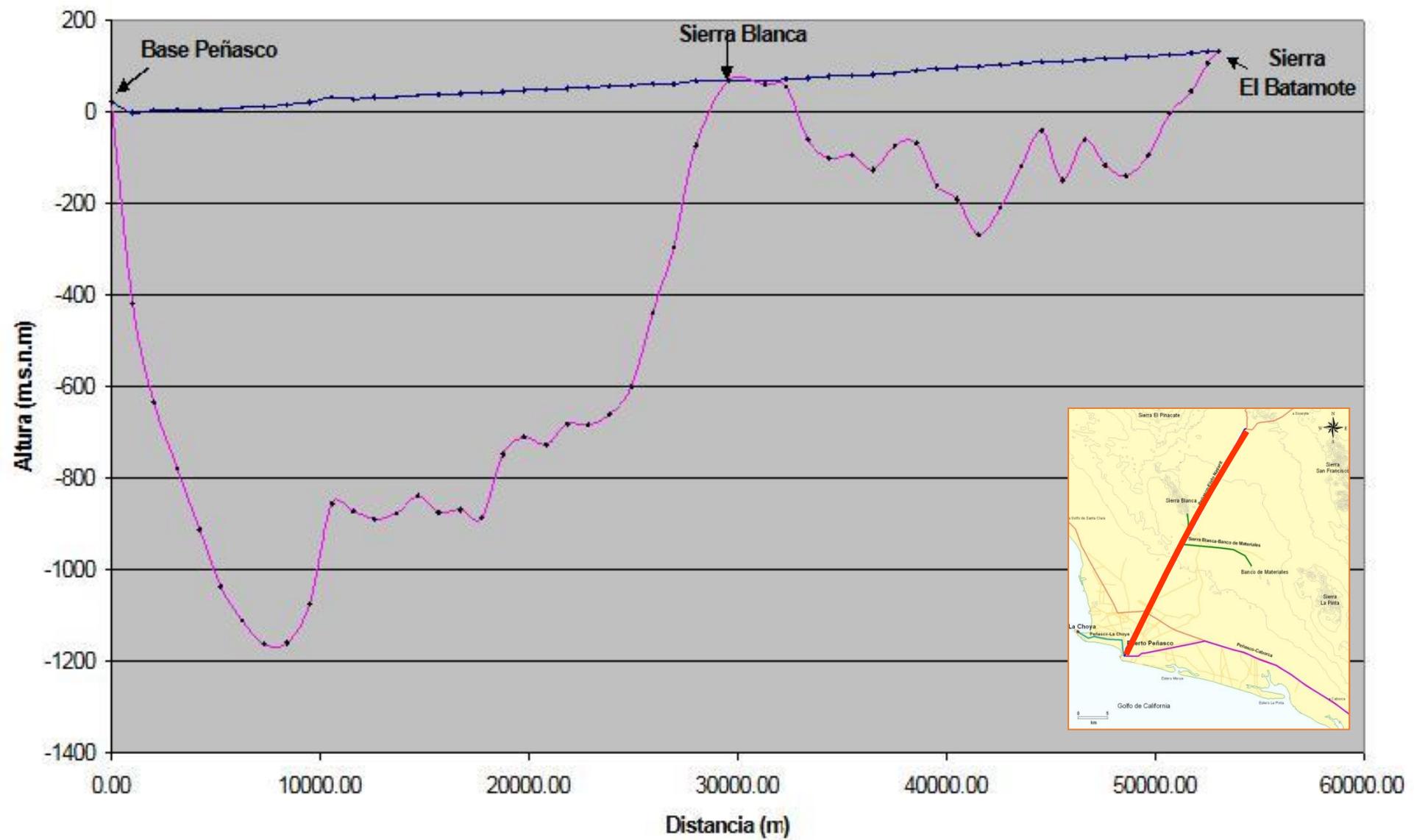
Número de estaciones: 51

Espaciamiento promedio entre estaciones: 1000 m

Inicia en Puerto Peñasco; afloramientos de coladas basálticas (Base Peñasco).

Termina en la Sierra Batamote, al norte del ejido Nayarit; basaltos con estructuras de almohadillas, dentro de la Reserva del Pinacate.

Perfil Gravimétrico Peñasco - Ejido Nayarit (Vista al NW)



PERFIL GRAVIMÉTRICO PEÑASCO - EL MILAGRO

Ubicación: Sobre la carretera que conduce de P. Peñasco a Caborca, desviándose por camino de terracería hacia el Rancho El Milagro.

Orientación general: W –E

Longitud total: 46,472.64 m

Número de estaciones: 45 incluyendo Base.

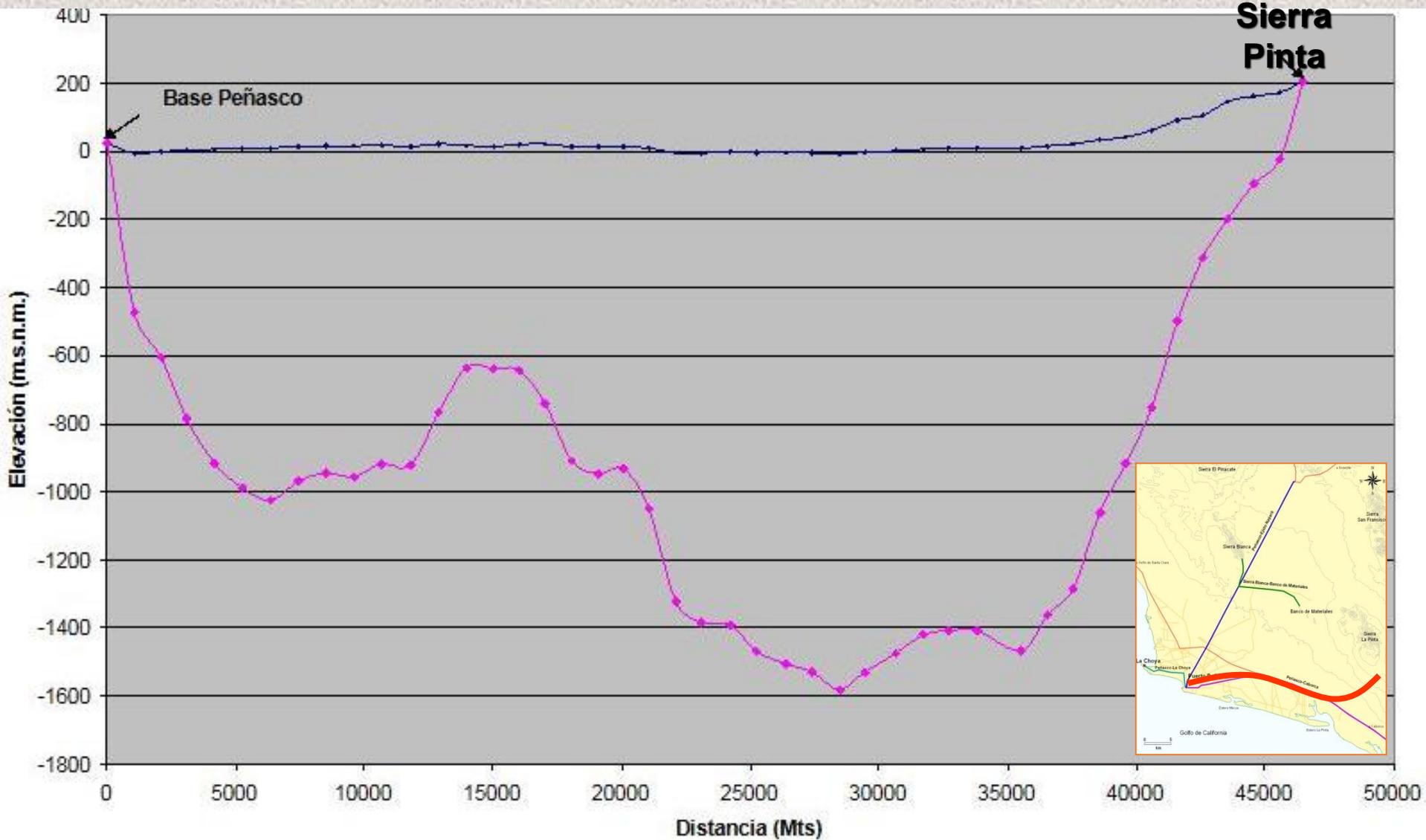
Espaciamiento promedio entre estaciones: 1000 m

Inicia en P. Peñasco; afloramiento de Basaltos.

Termina en el Rancho El Milagro al norte de Sierra Prieta; afloramiento de Gneis Qz-Feldespático.

Perfil Gravimétrico Peñasco - El Milagro

(Vista al N)



PERFIL GRAVIMÉTRICO PEÑASCO – LA CHOYA

Ubicación: Blvd. Paseo de las Dunas entre P. Peñasco y Bahía La Choya.

Orientación general: SE – NW

Longitud total: 8,858.50 m

Número de estaciones: 9

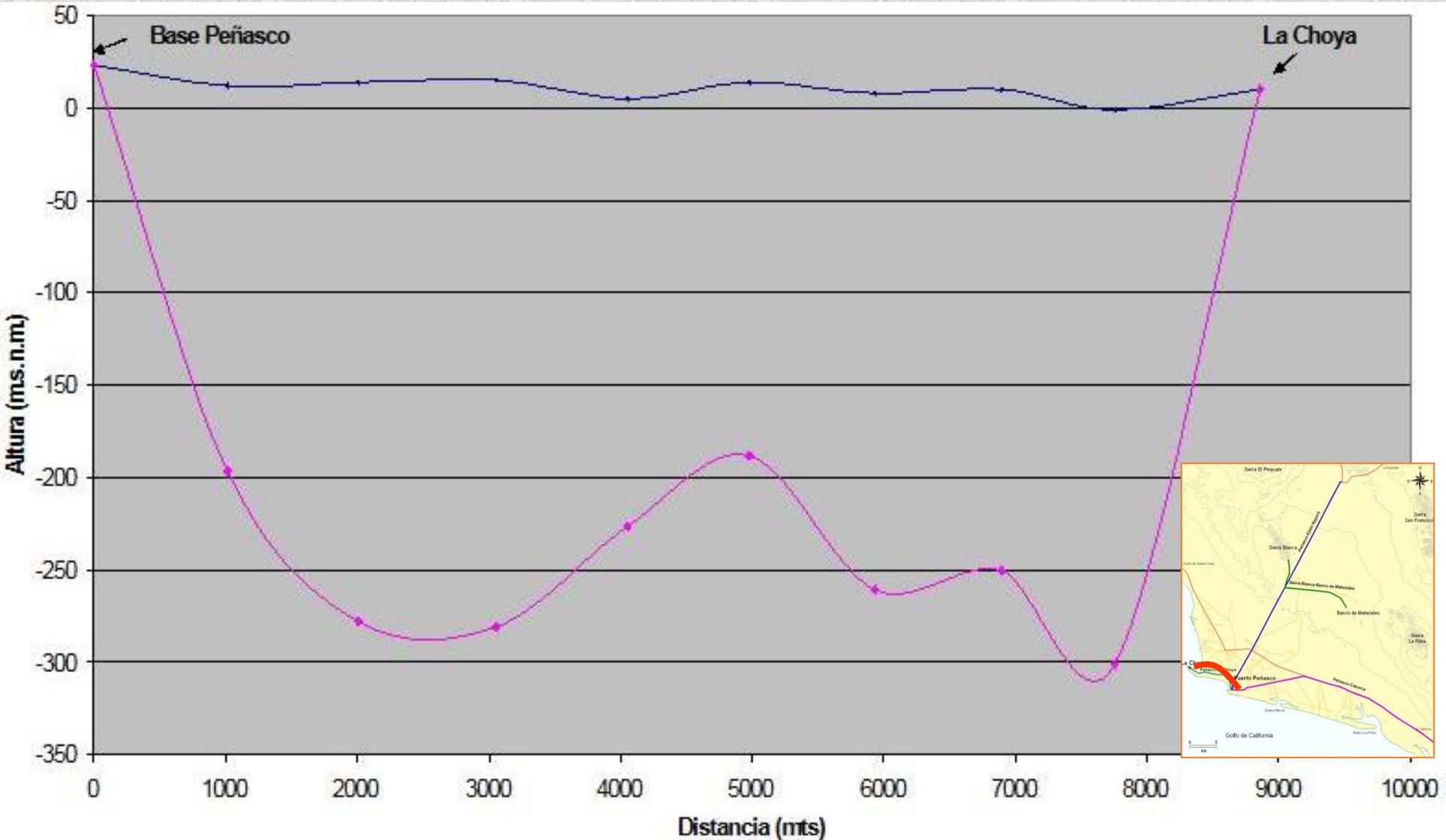
Espaciamiento promedio entre estaciones: 1000 m

Inicia en Base Peñasco; afloramiento de coladas Basálticas.

Termina en Bahía La Choya; afloramiento intrusivo granítico.

Perfil Gravimétrico Peñasco – La Choya

(Vista al S)



PERFIL GRAVIMÉTRICO SIERRA BLANCA – BANCO DE MATERIALES

Ubicación: En el k m. 30 hacia el oriente se localiza Sierra Blanca, desviándose por el camino hacia el Ejido Agua Zarca, aproximadamente 20 km. se ubica el Banco de Materiales.

Orientación general: W – E

Longitud total: 19, 832.99 m.

Número de estaciones: 21

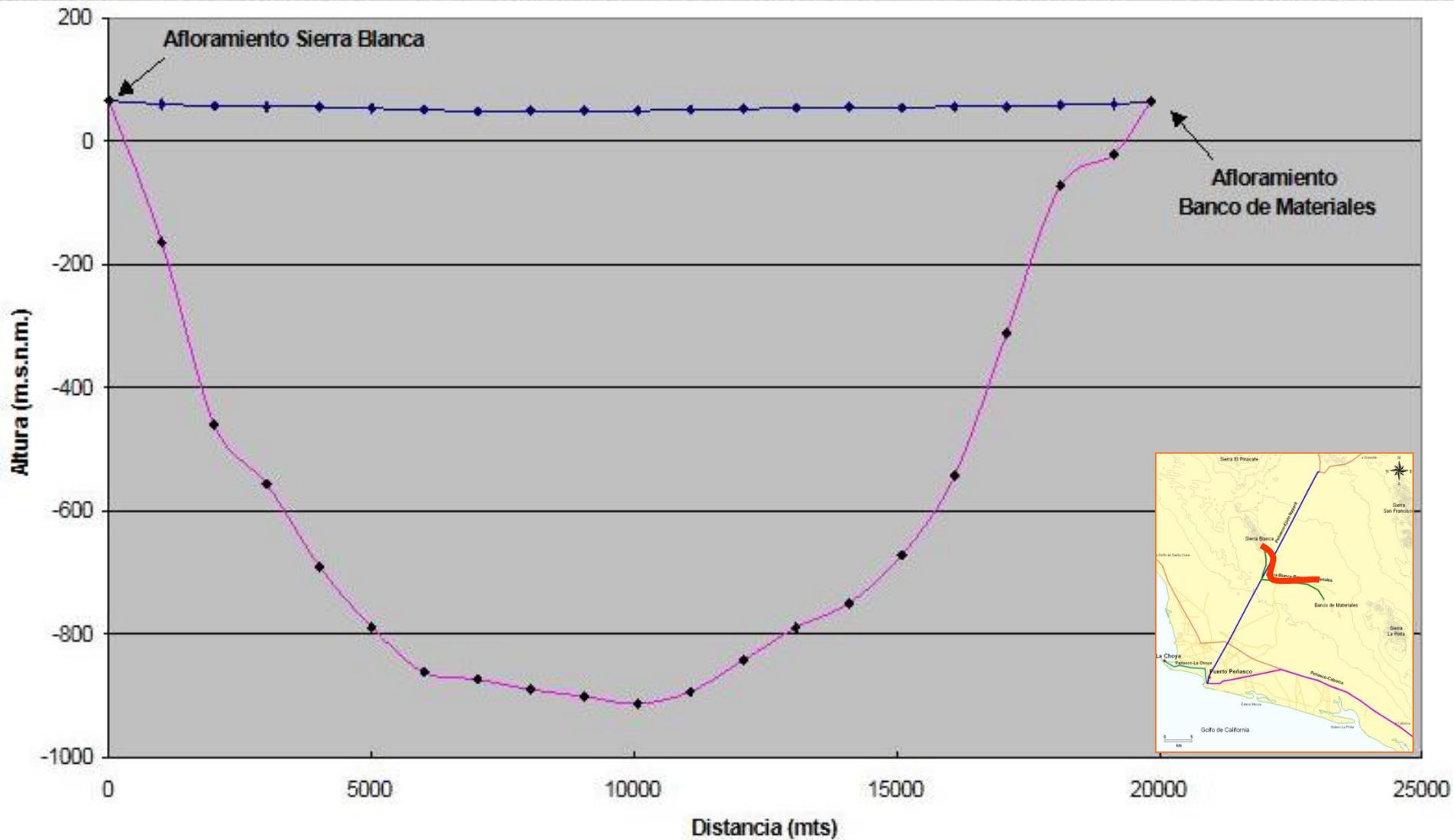
Espaciamiento promedio entre estaciones: 991.65 m.

Inicia en Sierra Blanca; afloramiento de roca metamórfica esquisto - gneisses.

Termina en Banco de Materiales; afloramiento de roca basáltica.

Perfil Gravimétrico Sierra Blanca – Banco de Materiales

(Vista al NE)



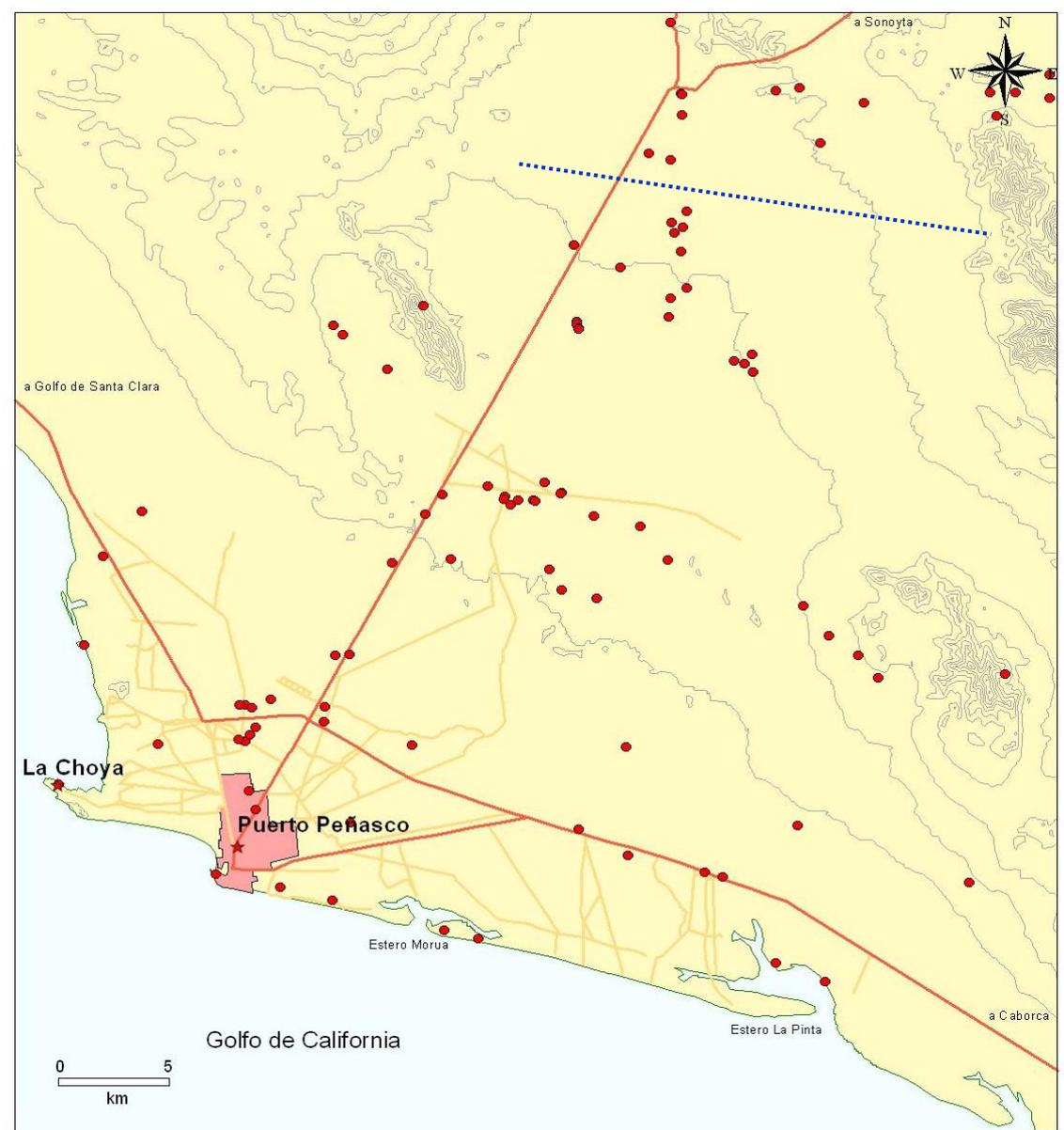
HIDRAULICA

APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

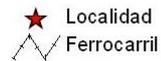
Los aprovechamientos que se encuentran en el registro Público del Agua (REPDA, 2003) no se encuentran actualizados para la zona, ya que muchos de ellos se encontraron cancelados debido a migración de la población y otros porque ya cumplieron su vida útil.

Localización de los aprovechamientos registrados en REPDA

Para este estudio solamente se levantó registro de pozos localizados en la cuenca baja (de la línea punteada de color azul hacia al sur, en total 83)



Leyenda



Localidad
Ferrocarril



Caminos
Urbanidad



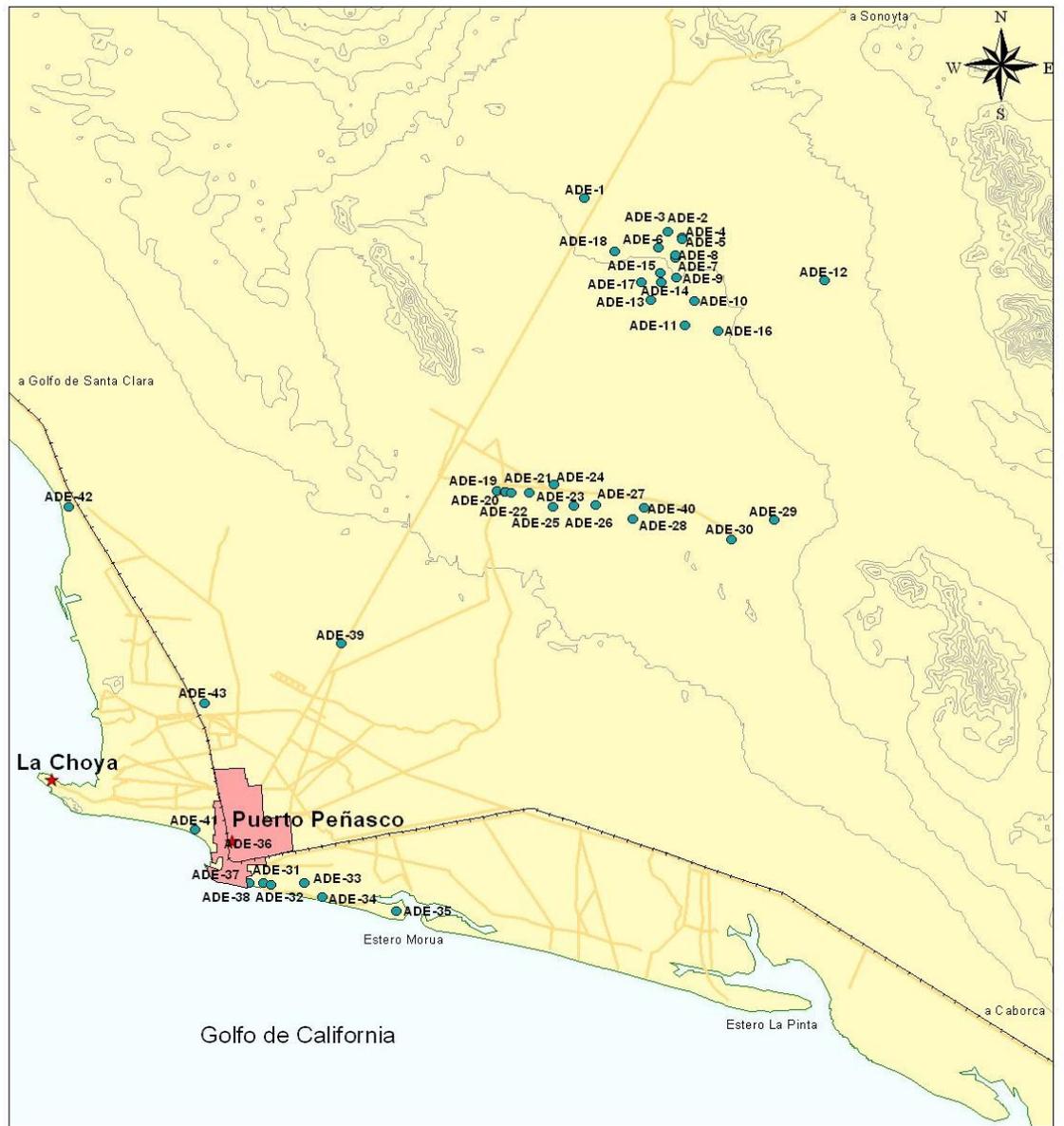
Litoral
Topografía



Aprovechamientos
REPDA

Visita de Actualización del Censo de aprovechamientos existentes 43

(ADE, Agosto 2006).



Aprovechamientos de OOMAPAS



Zona Media



Zona Alta

Otros aprovechamientos



Zona Media

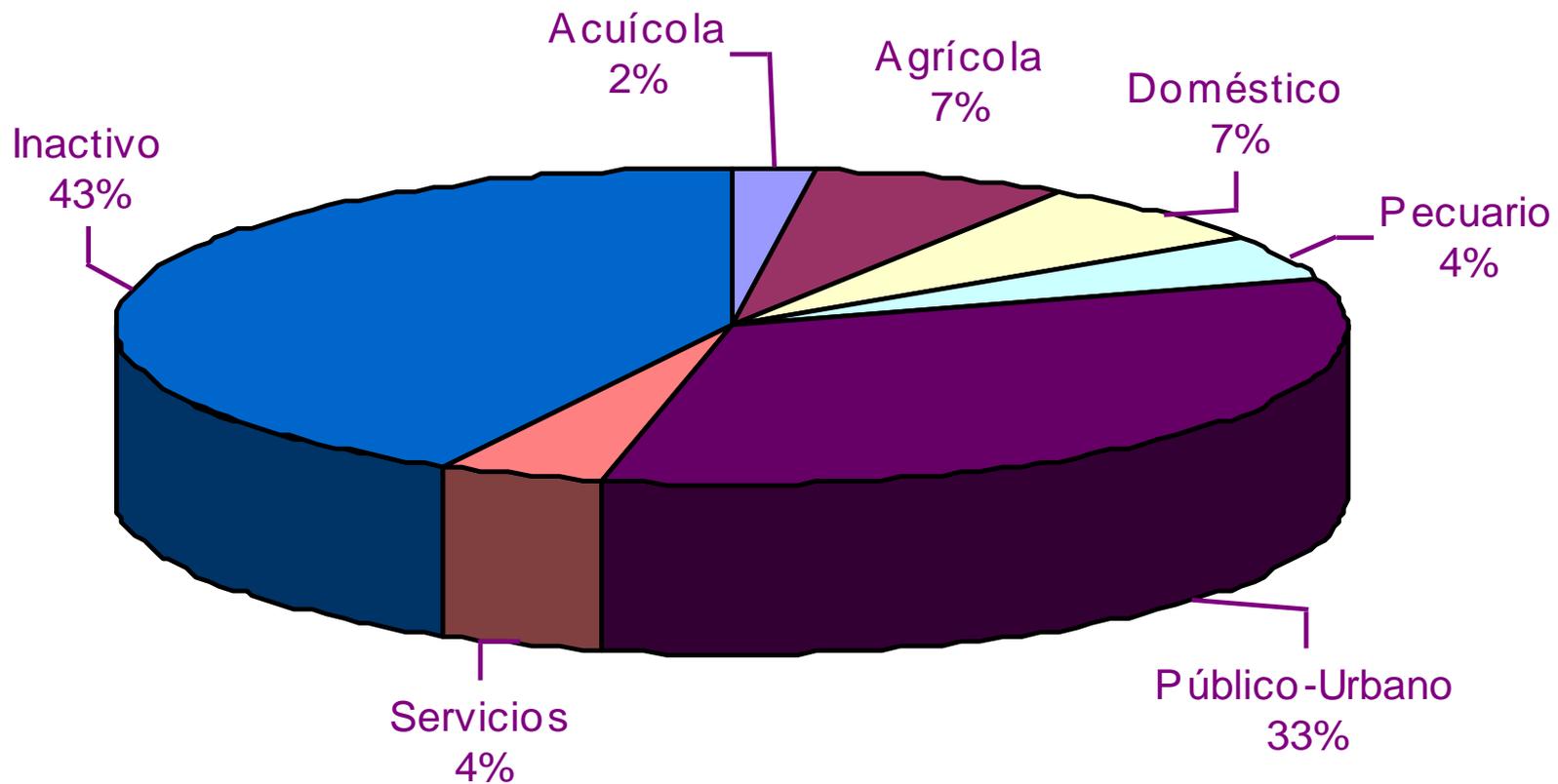


Zona Baja

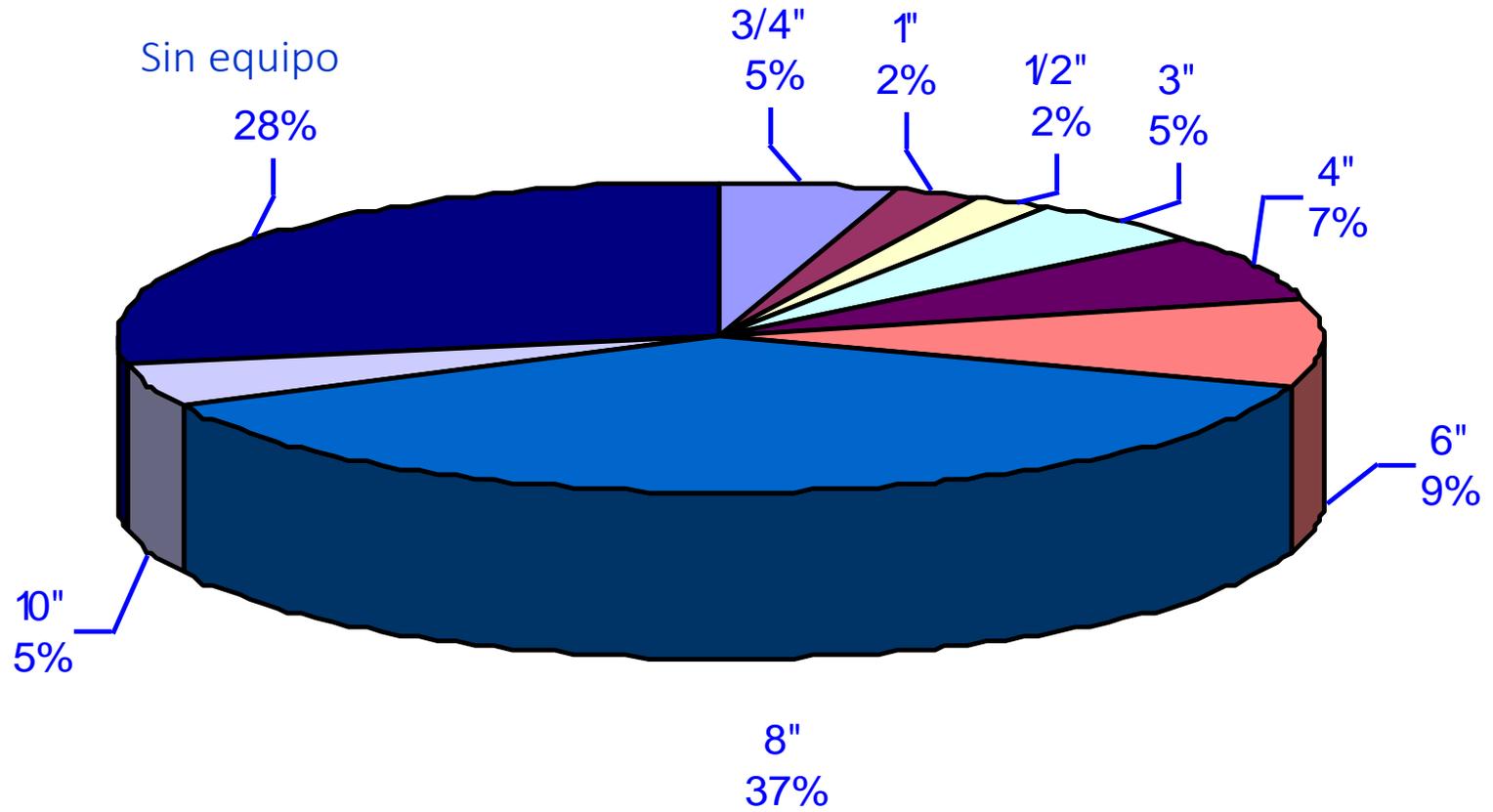
Pozo de Monitoreo CEA Playa Las Conchas



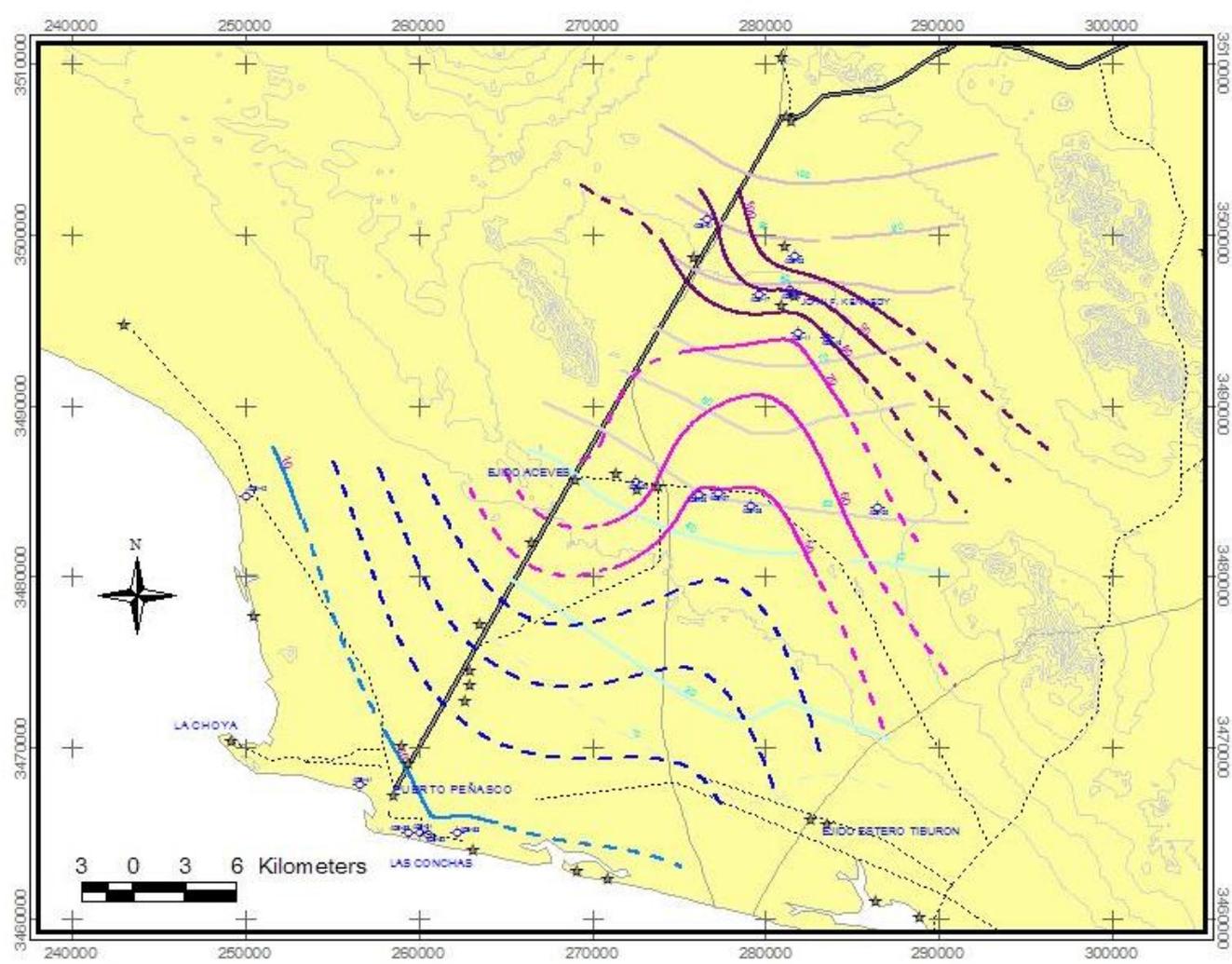
Uso



Diámetros de descarga (pulgadas)



HIDRODINÁMICA



LEYENDA

- Aprovechamiento medido.....
- Poblados.....
- Curva de nivel (equidistancia entre curvas 50m)
- VÍAS DE COMUNICACIÓN
- Carretera estatal.....
- Terracería.....

Curvas de igual profundidad al nivel estático

	Real	Inferida	1977
0 - 10.....			
11 - 40.....			
41 - 70.....			
71 - 100.....			

Zoneamiento de acuerdo a las profundidades del nivel de agua subterránea

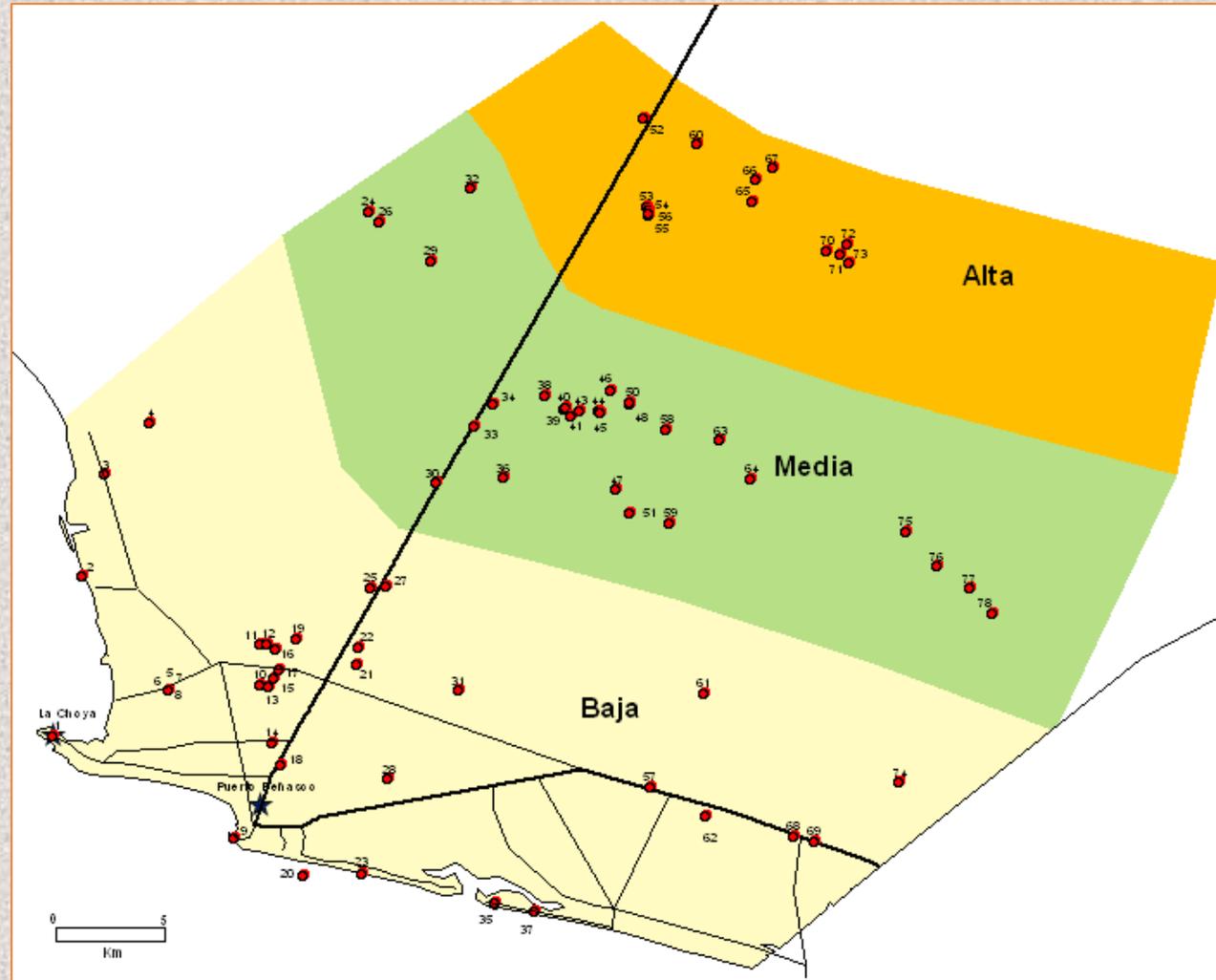
Zona Baja: Se refiere a la línea costera la cual a su vez se divide en dos sub-zonas:

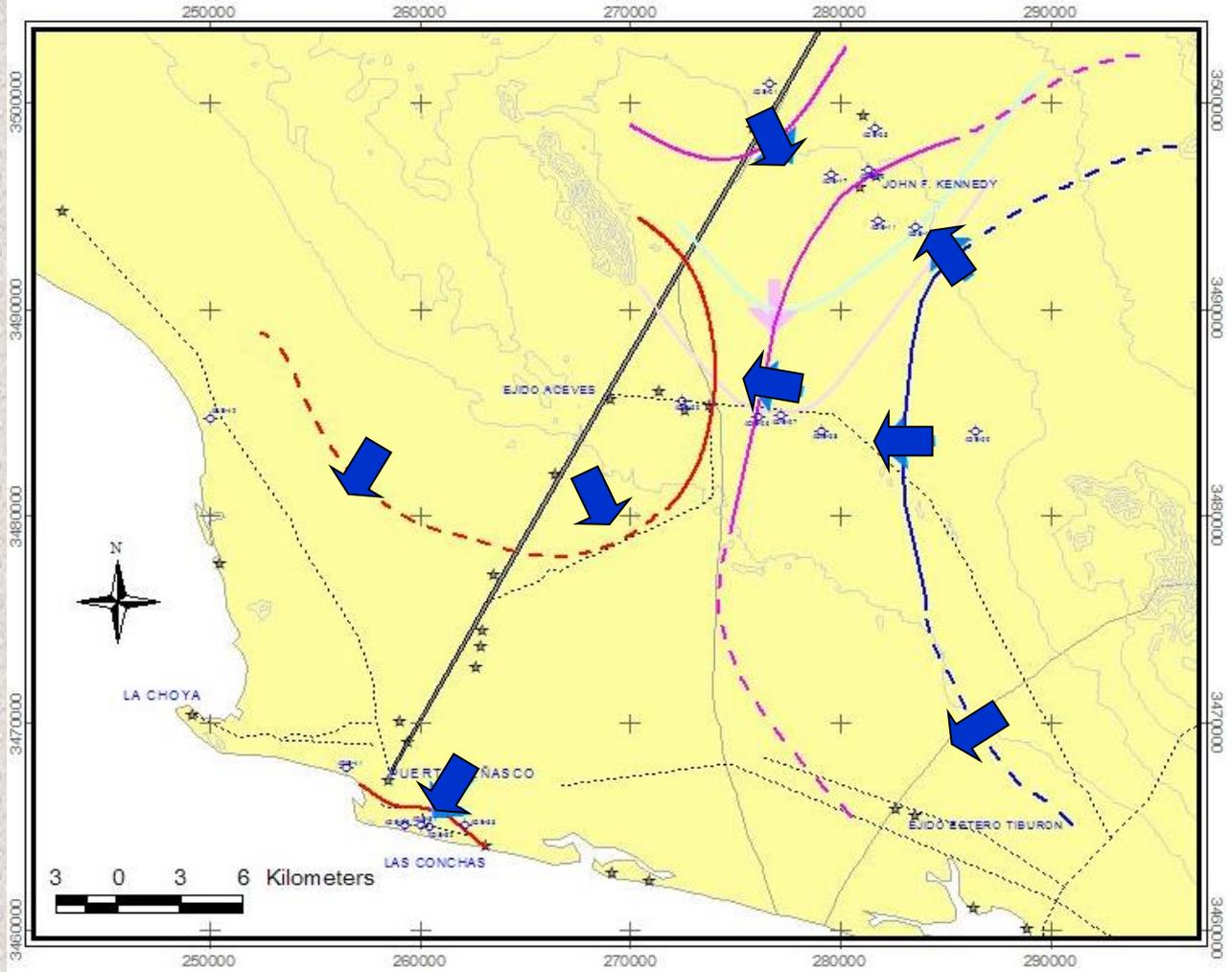
Sub-zona A: Que se encuentra a 100 m del mar, con profundidades menores a 10 m y con un alto contenido de sales; y

Sub-zona B: los que se localizan a 5 km del mar. Estos tienen profundidades al nivel estático someras de hasta 15 m, y un alto contenido de sales.

Zona media: Se localiza a 15 km del mar presenta niveles estáticos de 30 a 60 m y agua tipo dulce-salobre.

Zona Alta: Se localiza a 20 km del mar y presenta niveles estáticos de 90 m o más con agua de tipo dulce.





LEYENDA

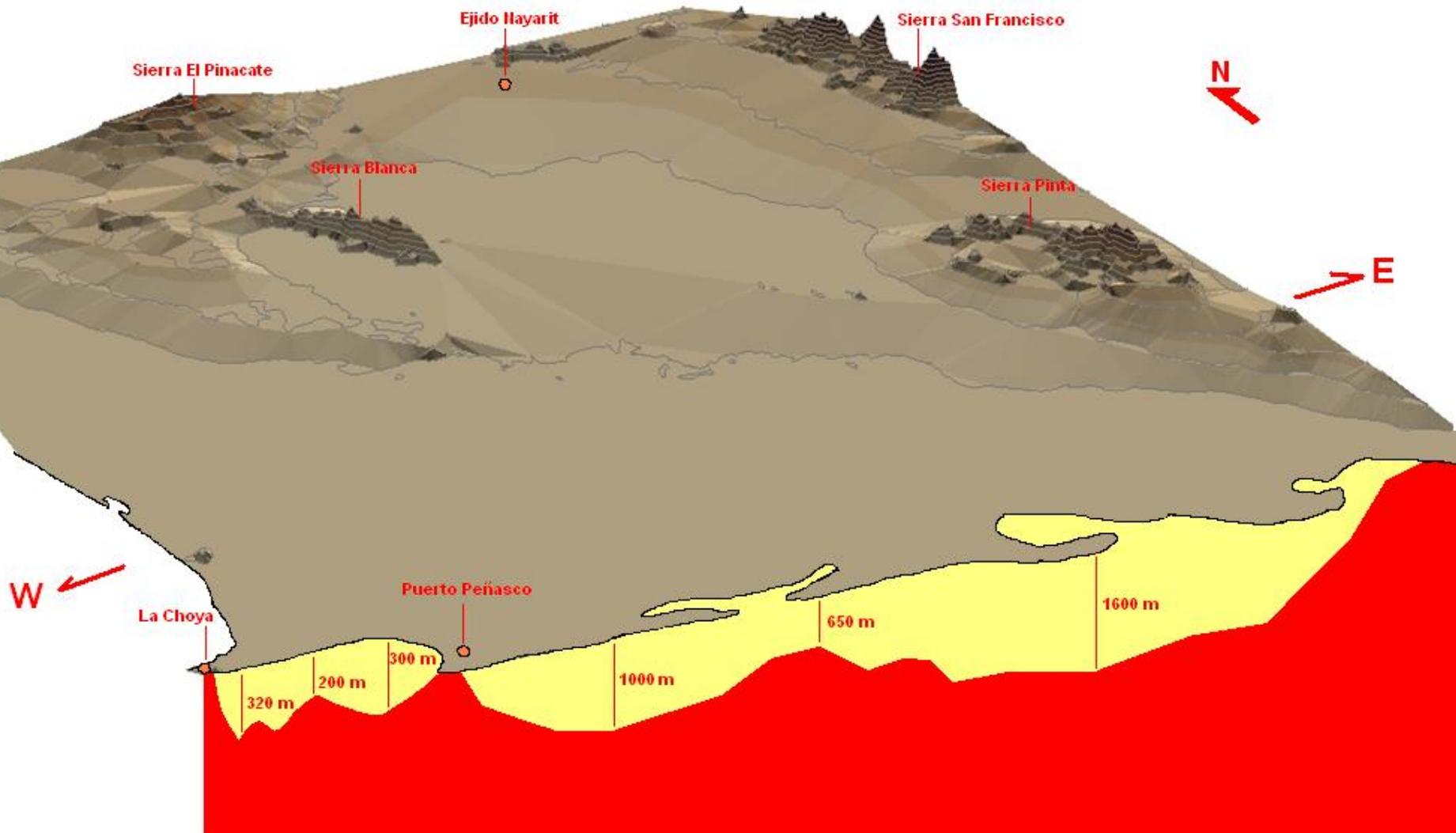
- Aprovechamiento medido.....
- Poblado.....
- Dirección de flujo subterráneo (2006)
- Dirección de flujo subterráneo (1997)
- Curva de nivel (equidistancia entre curvas 50m)

- VÍAS DE COMUNICACIÓN
- Carretera estatal.....
 - Terracería.....
- CURVAS DE IGUAL VALOR DE ELEVACION DEL NIVEL ESTÁTICO (msnm)
- | | Real | Inferida | 1977 |
|---------|------|----------|------|
| 0..... | | | |
| 10..... | | | |
| 20..... | | | |

MODELO TRIDIMENSIONAL HIDROGEOLÓGICO

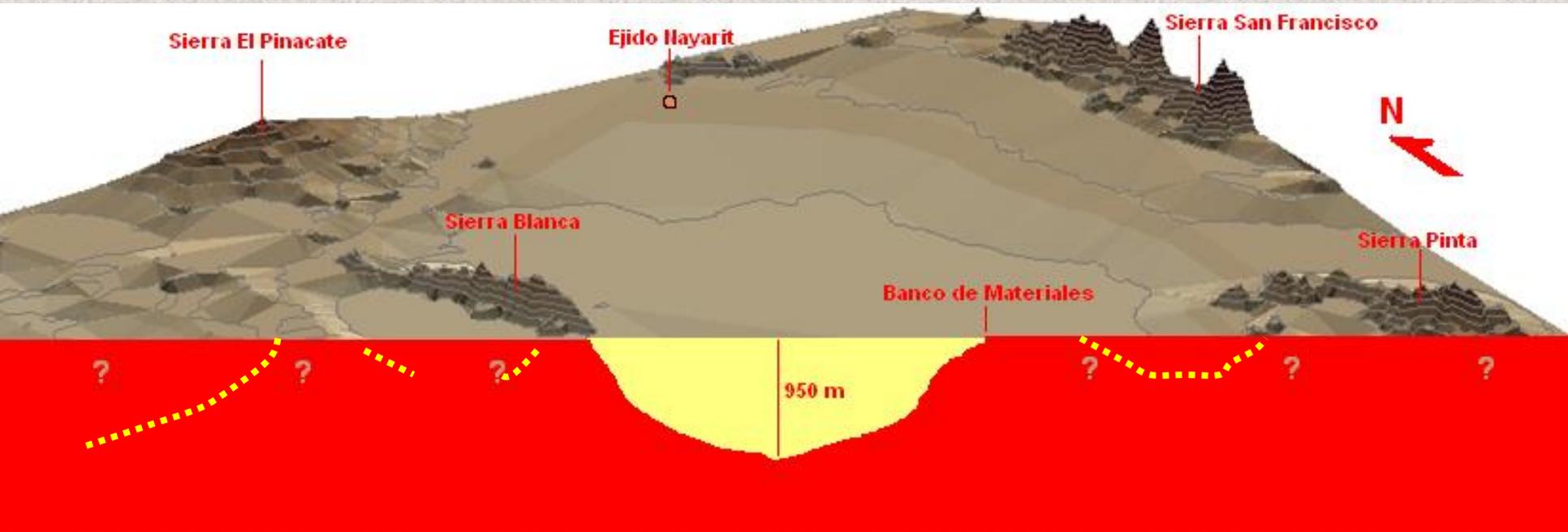
A partir de la información gravimétrica existente, se obtuvieron los modelos tridimensionales esquemáticos que representan los espesores de relleno sedimentario no consolidado y la topografía del basamento del área de estudio.

Perfil gravimétrico compuesto de La Choya-Peñasco-Sierra Pinta.
(El color amarillo corresponde al relleno sedimentario, y el rojo al basamento cristalino).



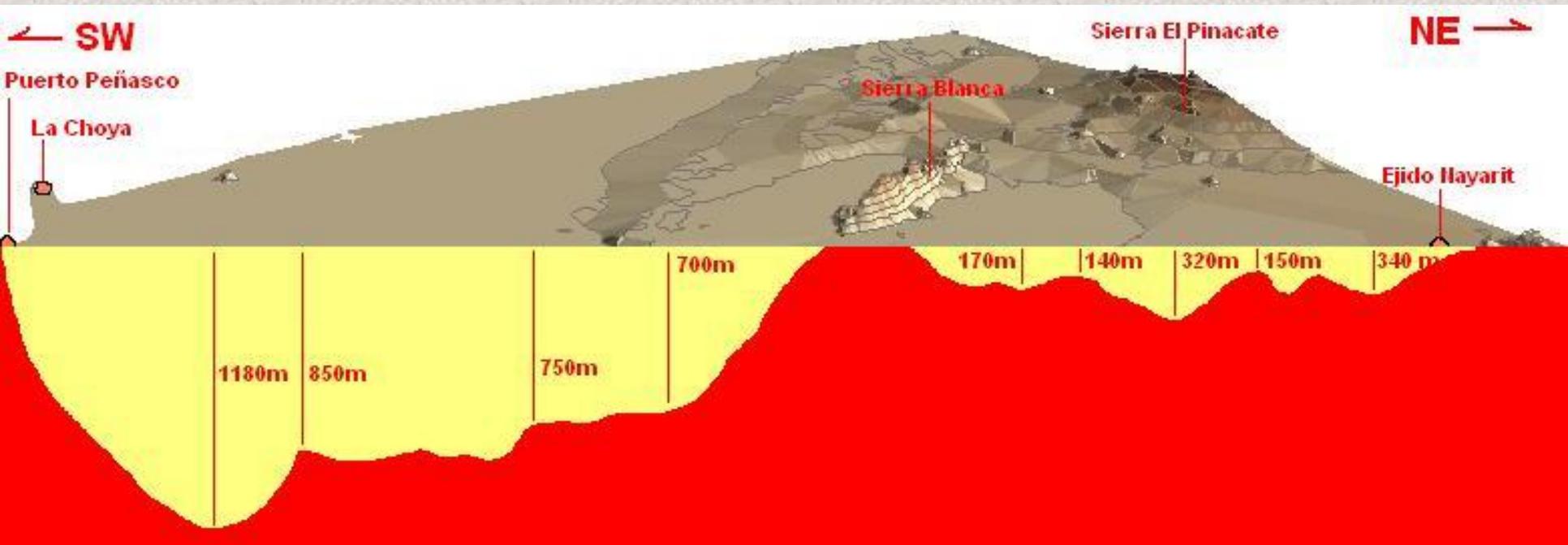
PERFIL GRAVIMÉTRICO SIERRA BLANCA-BANCO DE MATERIAL.

(El color amarillo corresponde al relleno sedimentario, y el rojo al basamento cristalino).



Perfil gravimétrico Peñasco-Ejido Nayarit.

(El color amarillo corresponde al relleno aluvial, y el rojo al basamento cristalino).



HIDROGEOQUÍMICA

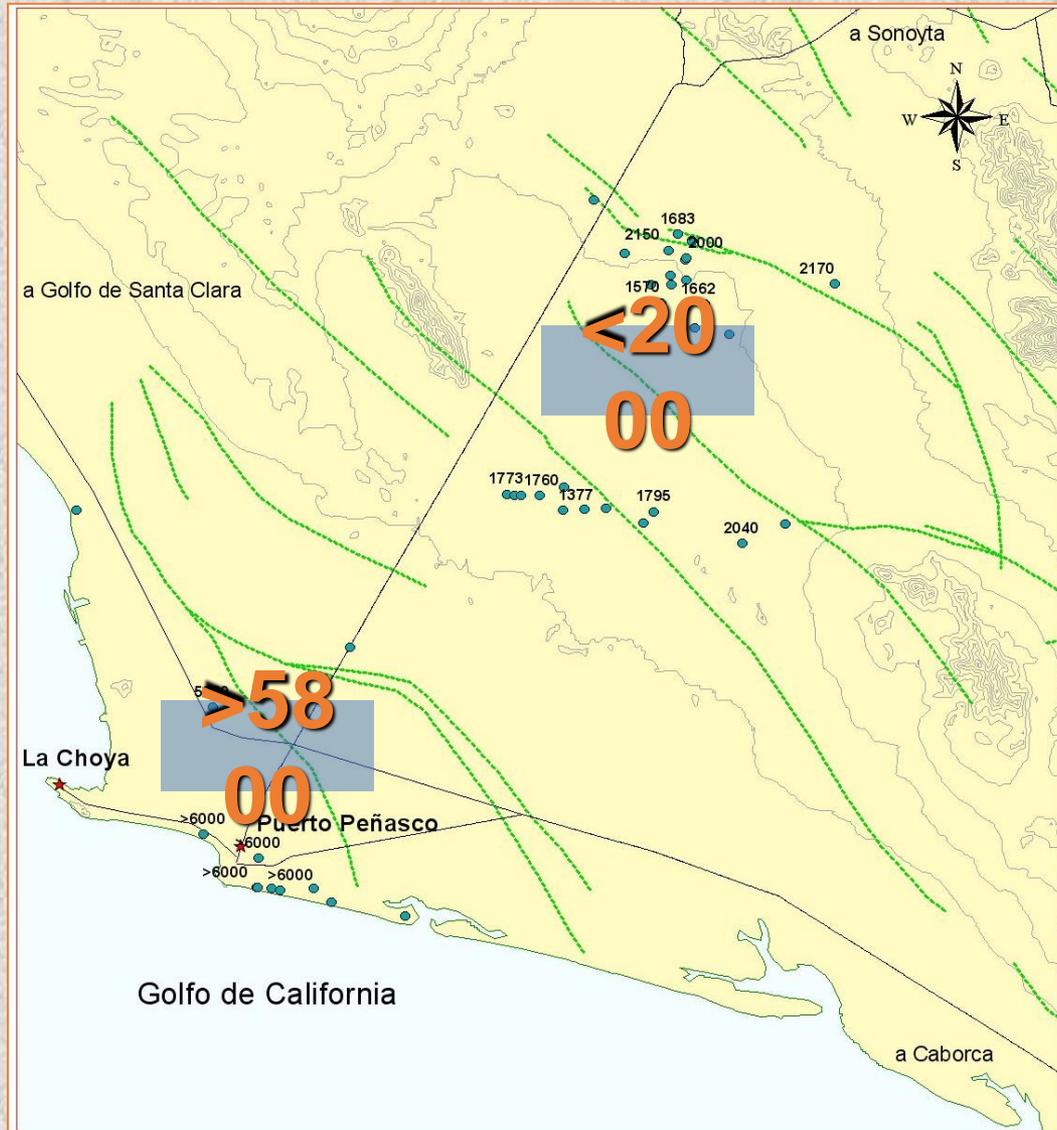
Resultados de campo

Hidrogeoquímica

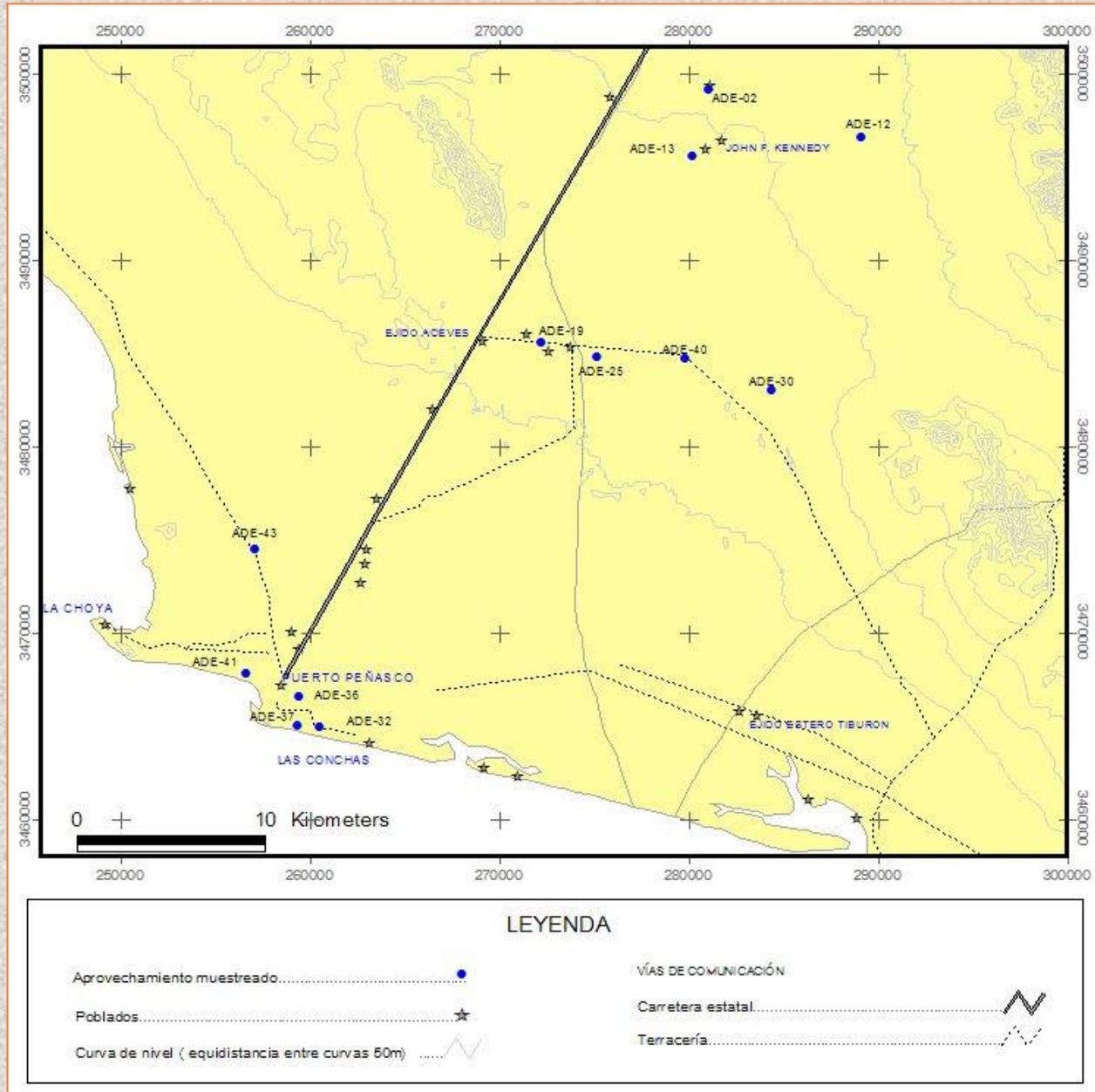
Como parte del objetivo principal del estudio, se muestrearon un total de doce (12) aprovechamientos.

FECHA	CLAVE	LOCALIDAD	X wgs84	Y wgs84	TIPO APROV	USO	C.E. (MS)	pH	T (°C)
31-Ago-06	ADE-37	Puerto Peñasco	259345	3465085	Pozo	Acuícola	>6000	7.2 6	30.5
28-Ago-06	ADE-02	Ejido Kennedy	281056	3499188	Pozo	Público-Urbano	1683	7.9 0	36.7
28-Ago-06	ADE-12	El Guayabito	289126	3496626	Pozo	Doméstico	2170	7.4 1	33.0
29-Ago-06	ADE-13	Ejido Kennedy	280169	3495623	Pozo	Público-Urbano	1570	8.1 1	31.7
29-Ago-06	ADE-19		272237	3485627	Pozo	Público-Urbano	1773	8.2 2	31.9
29-Ago-06	ADE-25	La Virgen Morena	275119	3484783	Pozo	Agrícola	1377	7.9 7	31.2
29-Ago-06	ADE-30		284344	3483060	Pozo	Pecuario y doméstico	2040	7.6 9	31.6
30-Ago-06	ADE-32	Las Conchas	260537	3464946	Pozo	Público-Urbano	>6000	7.4 4	28.5
30-Ago-06	ADE-36	Puerto Peñasco	259435	3466593	Pozo	Público-Urbano	>6000	7.1 6	27.9
31-Ago-06	ADE-40		279802	3484709	Pozo	Servicios	1795	8.1 8	32.4
31-Ago-06	ADE-41	Playa Bonita	256603	3467862	Pozo	Servicios	>6000	7.3 0	28.0
31-Ago-06	ADE-43		257095	3474504	Pozo	Pecuario y doméstico	5830	7.9 7	29.5

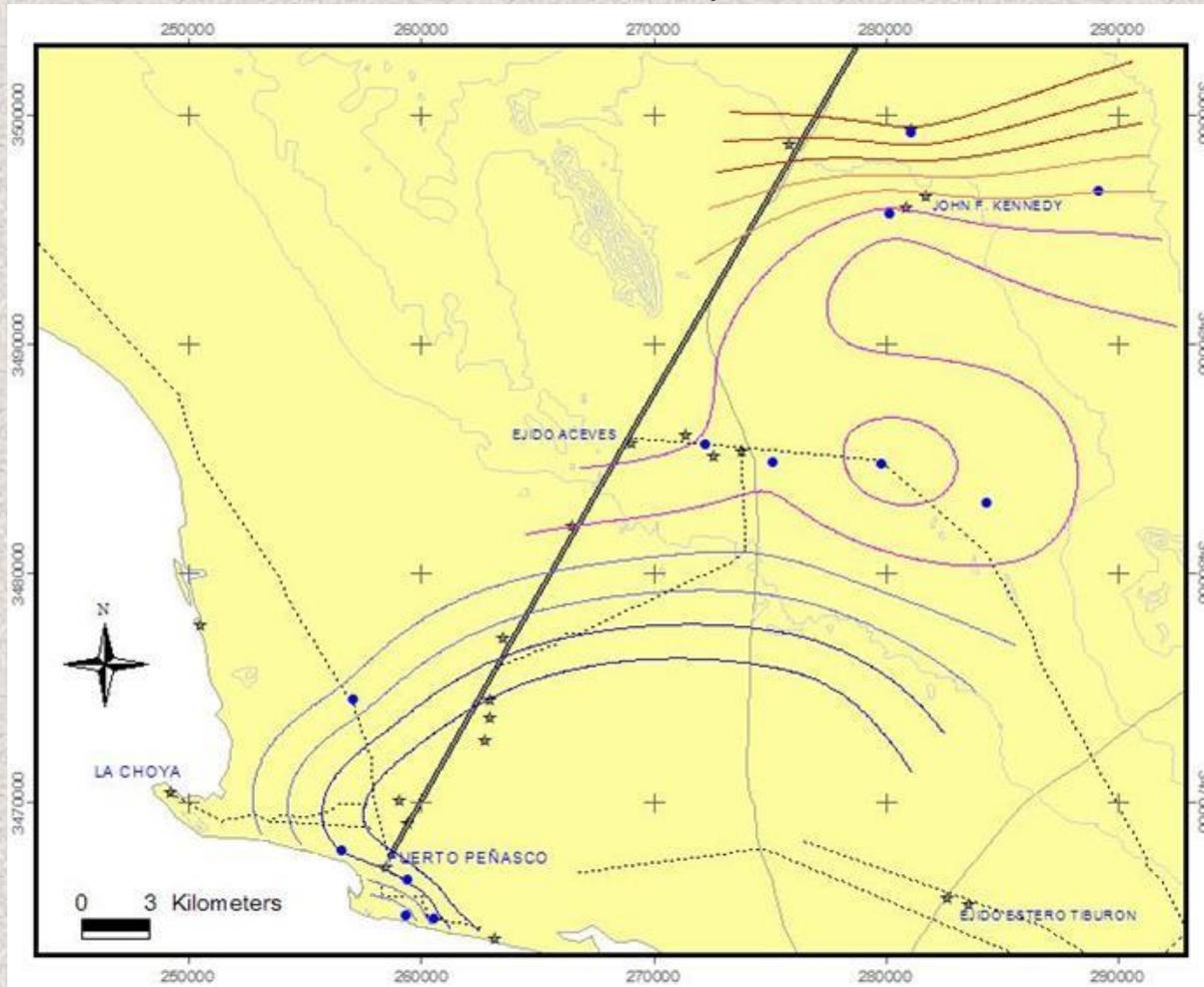
Valores de conductividad eléctrica (micro siemens/cm)



Localización de los aprovechamientos subterráneos muestreados.



Isovalores de Temperatura °C



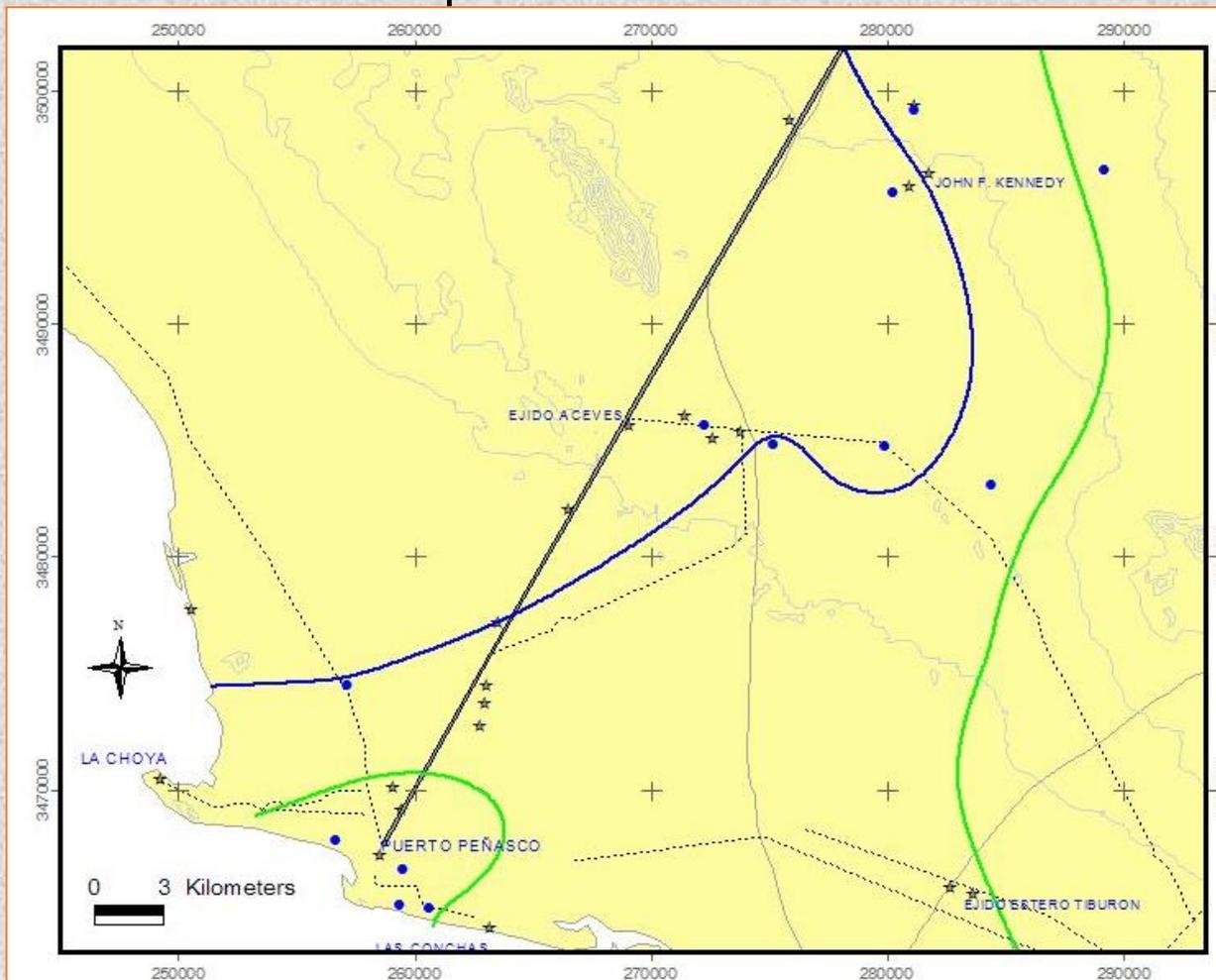
LEYENDA

- Aprovechamiento medido.....
- Poblados.....
- Curva de nivel (equidistancia entre curvas 50m)
- VÍAS DE COMUNICACIÓN
- Carretera estatal.....
- Terracería.....

CURVAS DE IGUAL VALOR DE TEMPERATURA (°C)

- 27 - 28.....
- 29 - 30.....
- 31 - 32.....
- 33 - 34.....
- 35 - 37.....

Isovalores de pH en el área de estudio

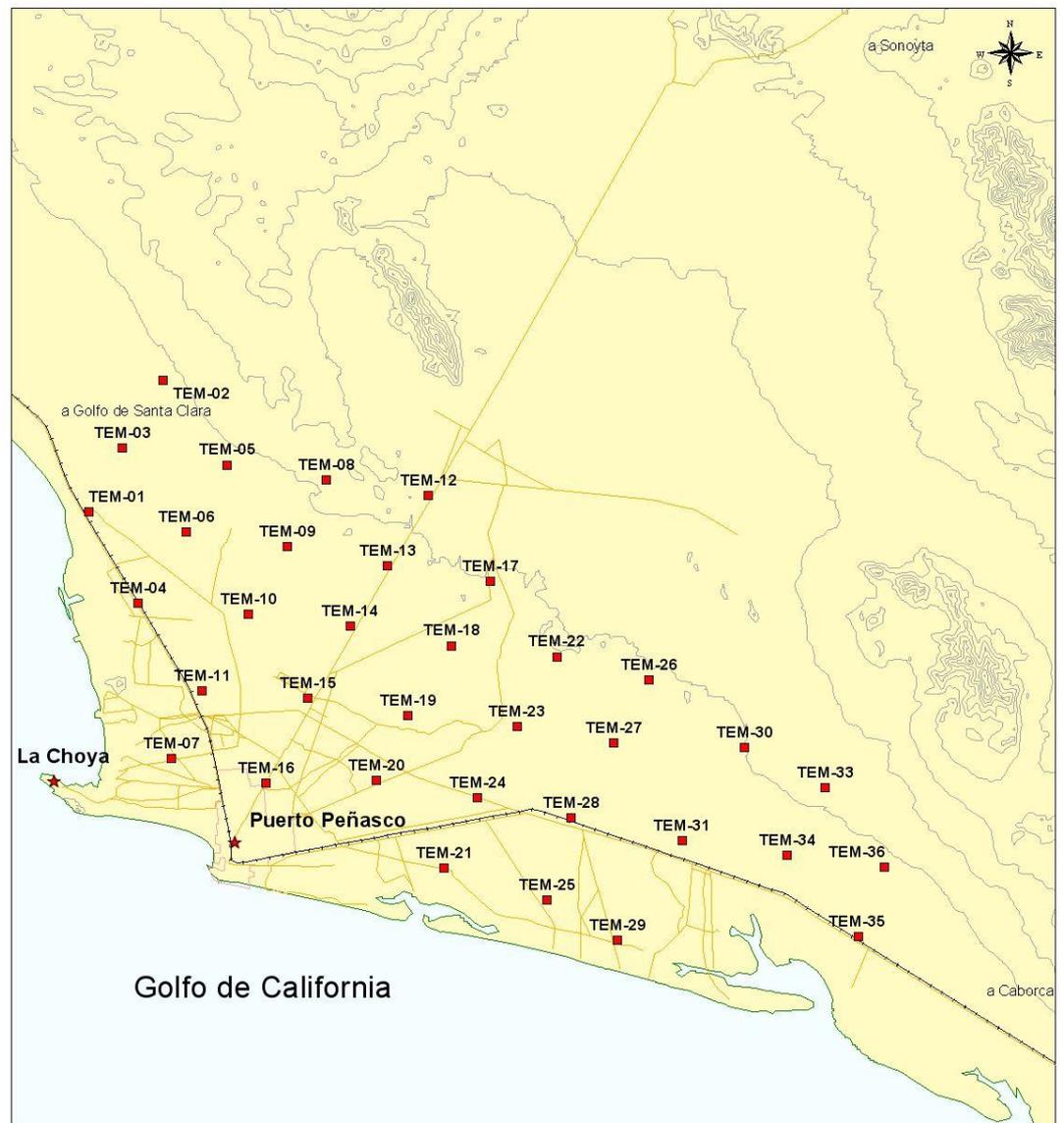


RESULTADOS PRELIMINARES

Sondeos Electro-Magnéticos Transitorios

(Resistividad del medio)

Localización de los TEM's.



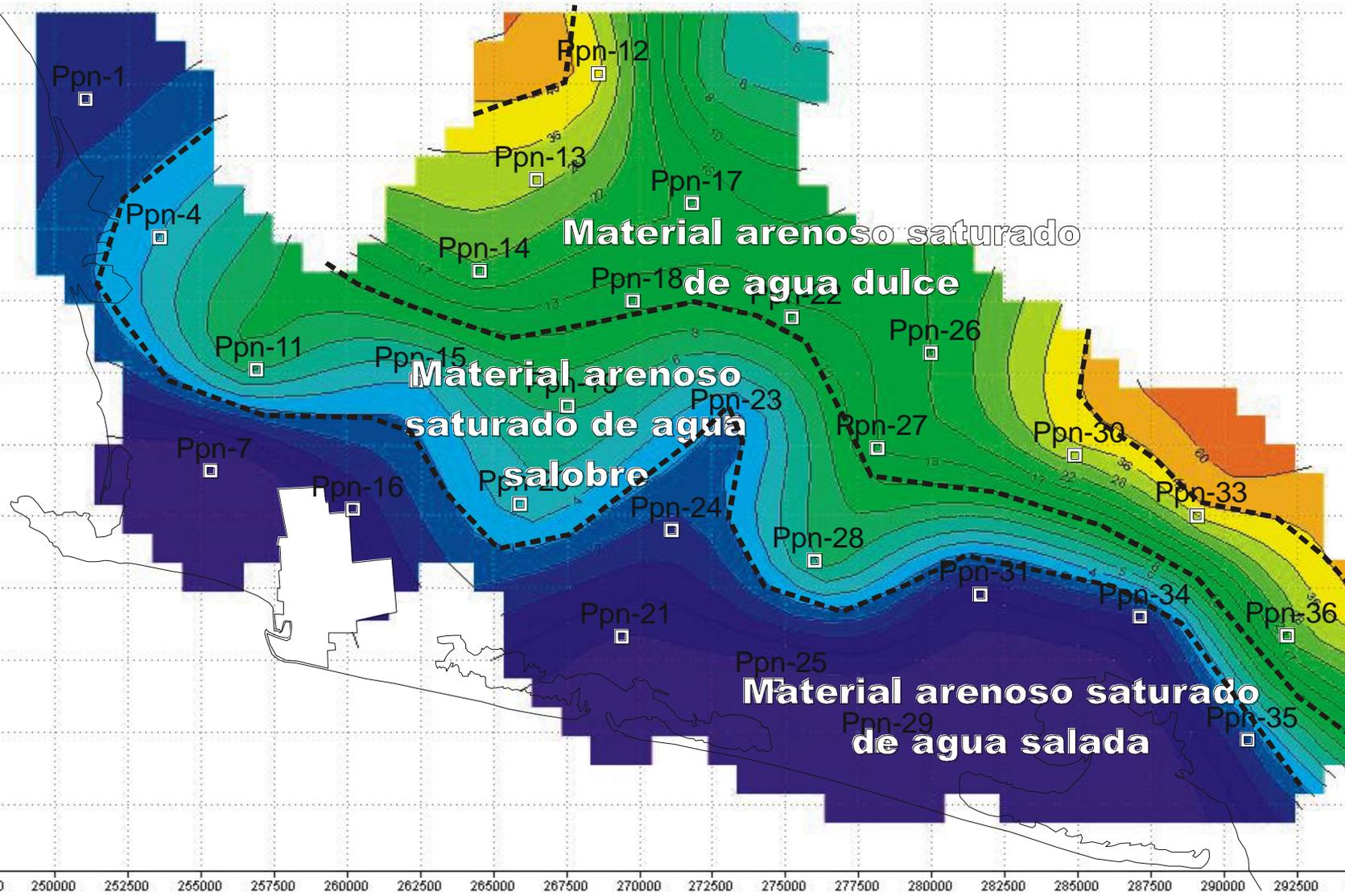
Leyenda



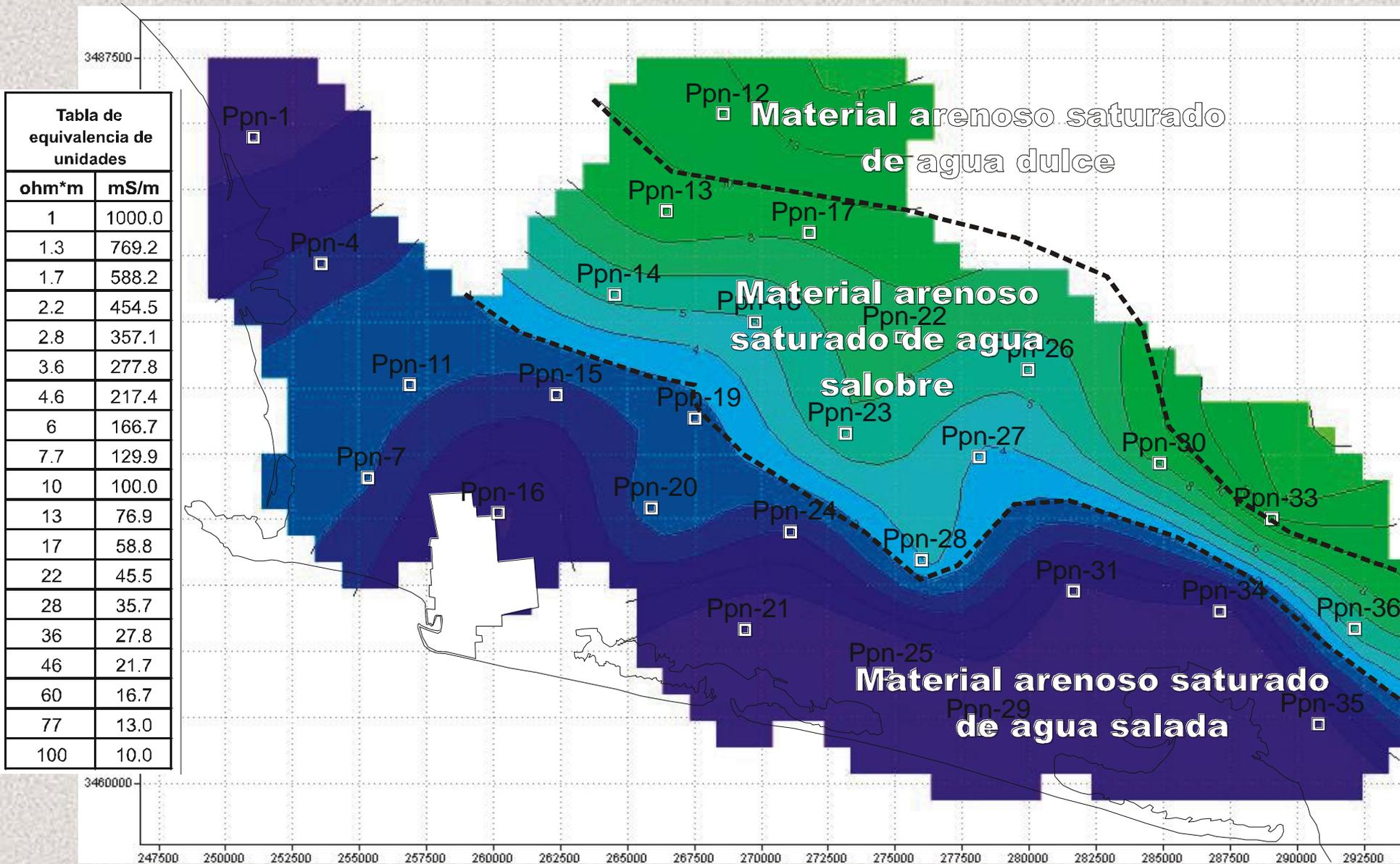
Mapa de resistividad a 20 m de profundidad.

Tabla de equivalencia de unidades

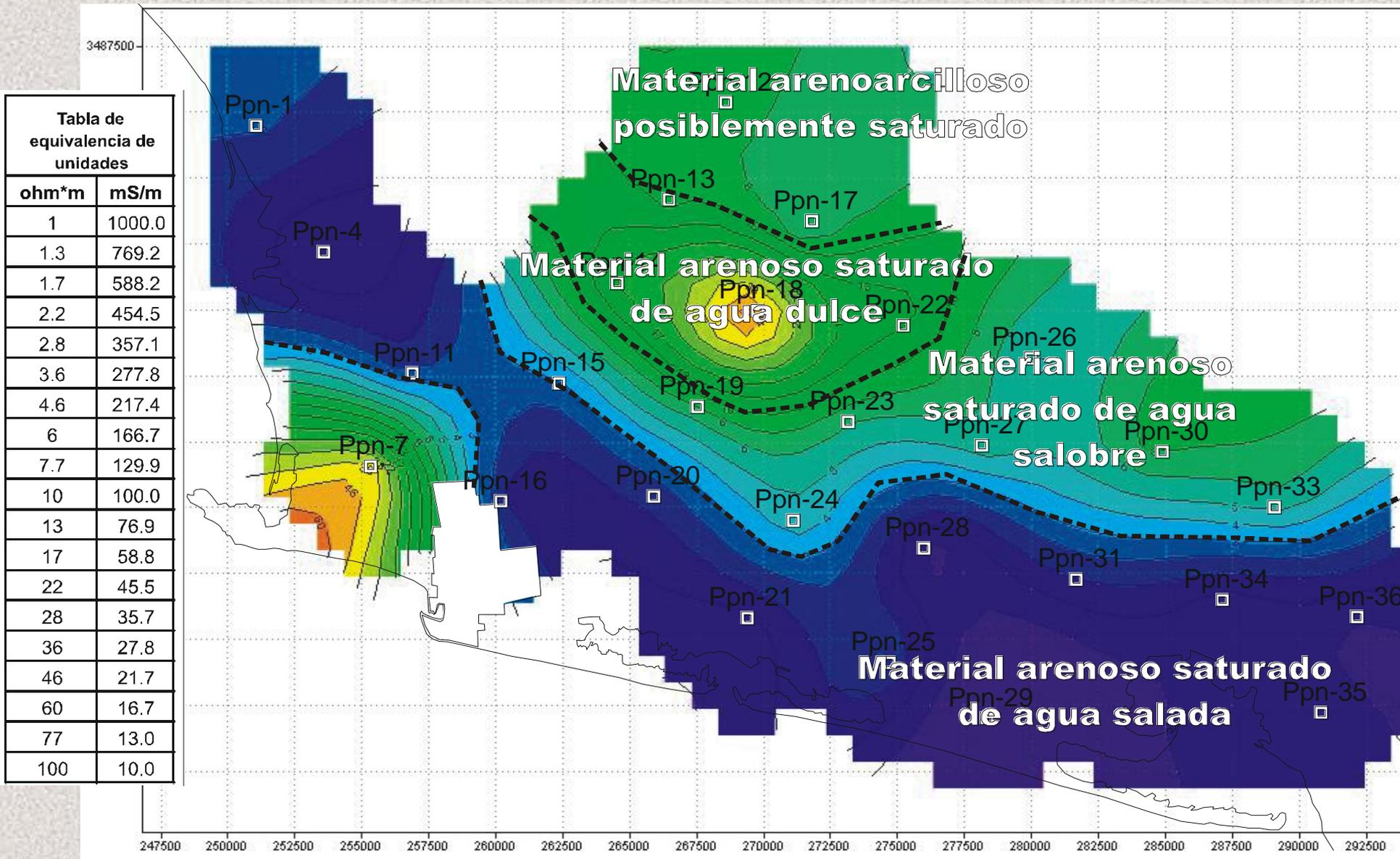
ohm*m	mS/m
1	1000.0
1.3	769.2
1.7	588.2
2.2	454.5
2.8	357.1
3.6	277.8
4.6	217.4
6	166.7
7.7	129.9
10	100.0
13	76.9
17	58.8
22	45.5
28	35.7
36	27.8
46	21.7
60	16.7
77	13.0
100	10.0



Mapa de resistividad a 50 m de profundidad.



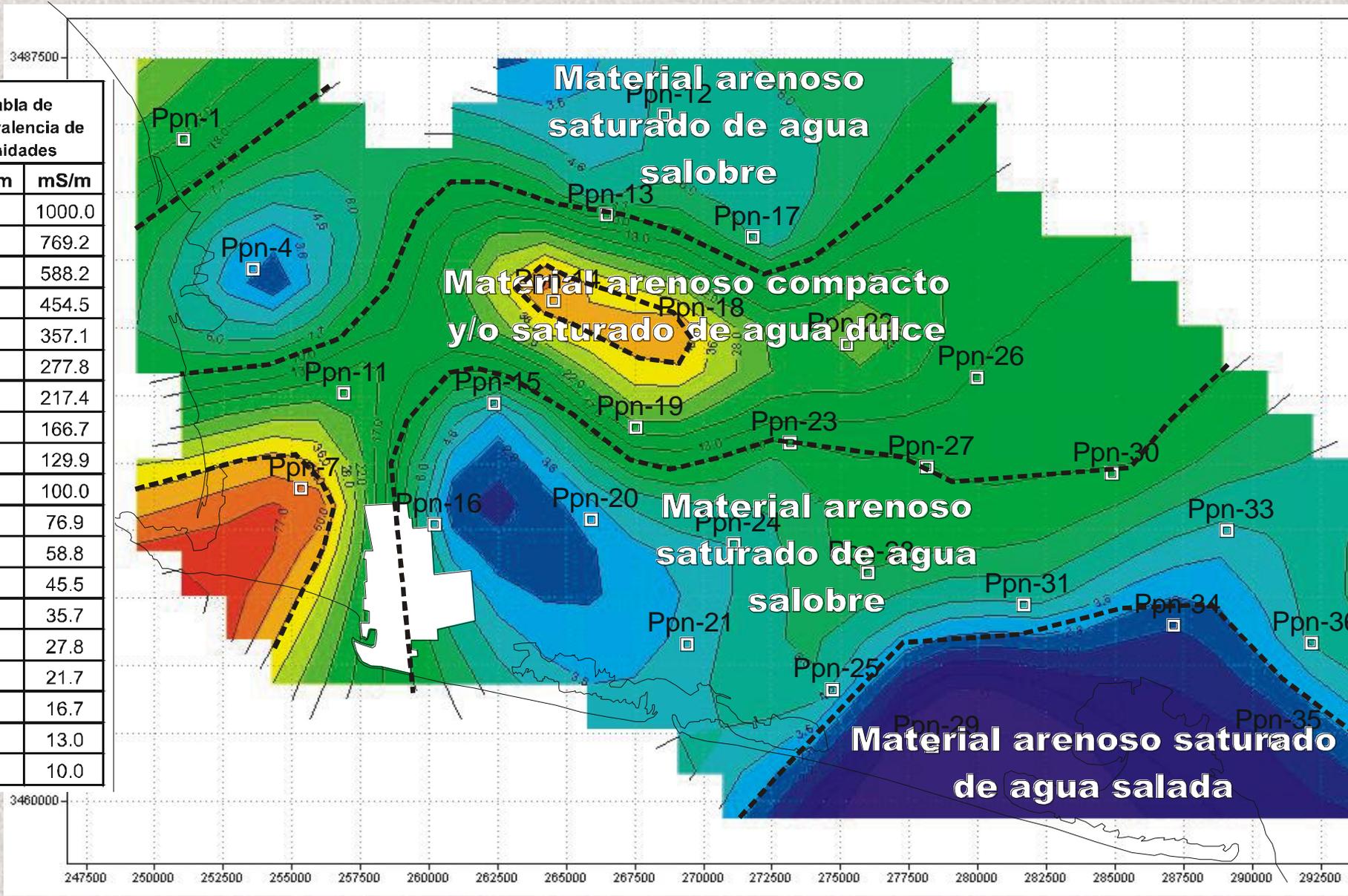
Mapa de resistividad a 100 m de profundidad.



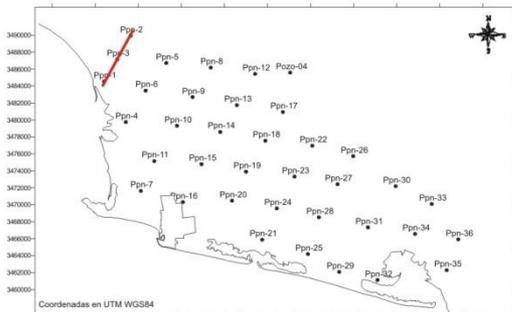
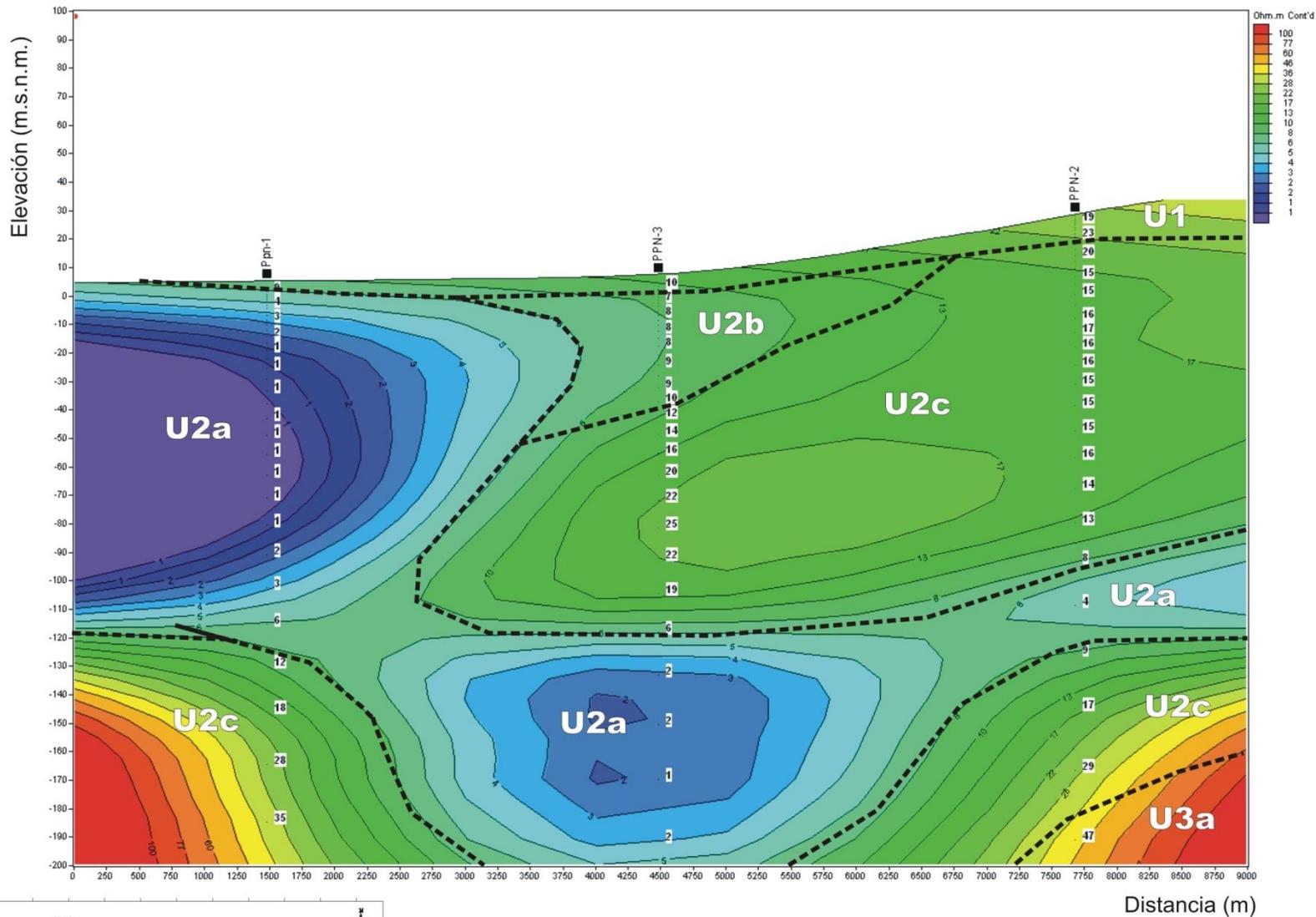
Mapa de resistividad a 150 m de profundidad.

Tabla de equivalencia de unidades

ohm*m	mS/m
1	1000.0
1.3	769.2
1.7	588.2
2.2	454.5
2.8	357.1
3.6	277.8
4.6	217.4
6	166.7
7.7	129.9
10	100.0
13	76.9
17	58.8
22	45.5
28	35.7
36	27.8
46	21.7
60	16.7
77	13.0
100	10.0



Secciones Transversales a la Línea Costera



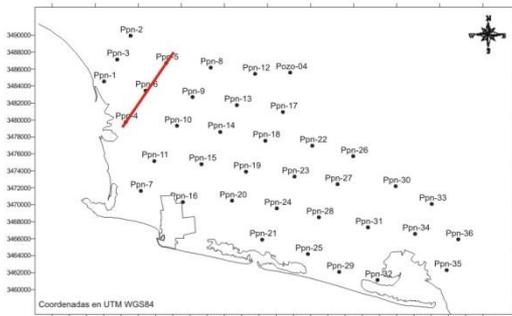
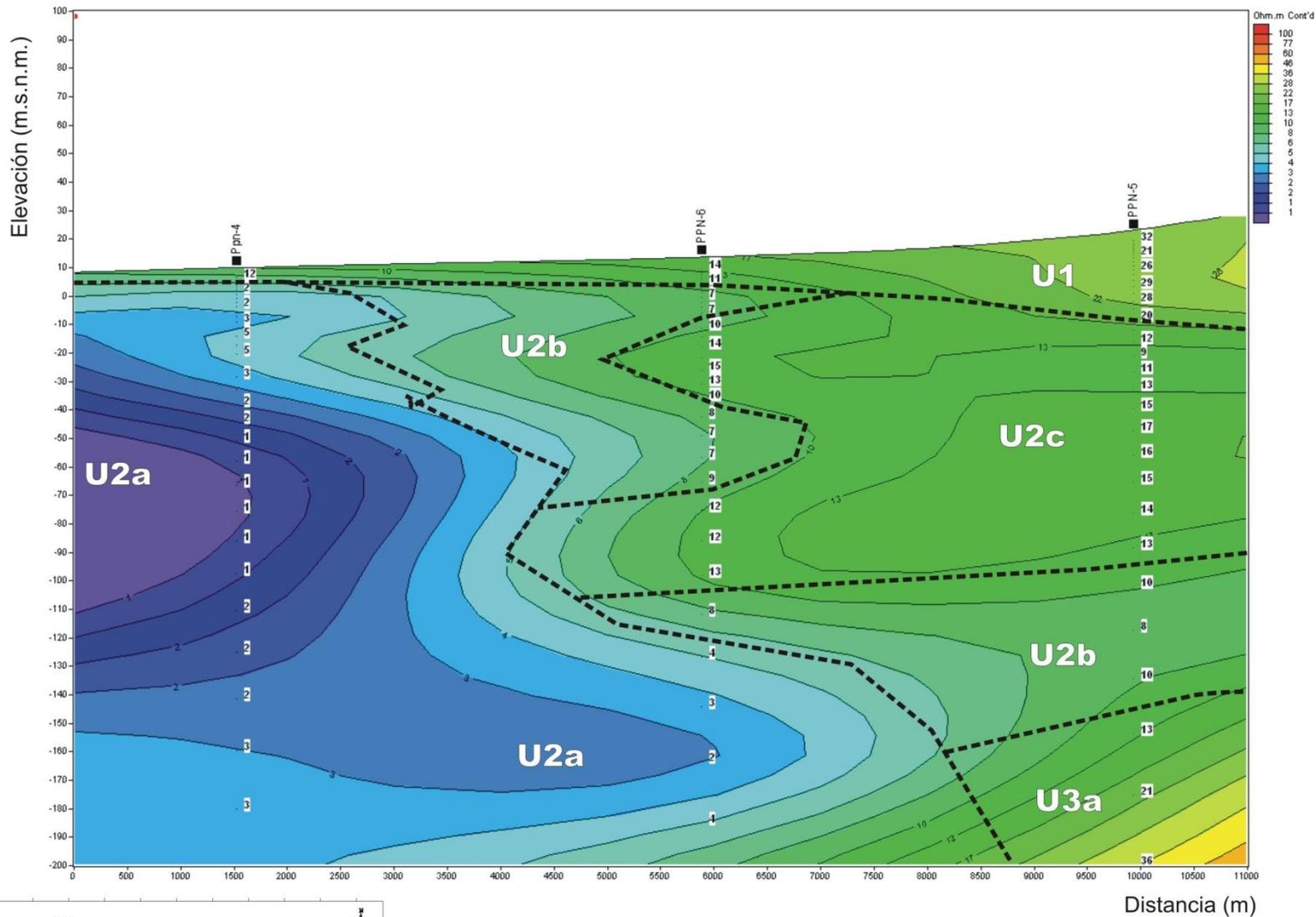
Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a 1 a 5	Material arenoso saturado de agua salada
	b 5 a 10	Material arenoso saturado de agua salobre
	c 10 a 22	Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a 22 a 36	Material arenoso saturado de agua dulce
	b 36 a 60	Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a 60 a 100	Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b mayor a 100	Roca probablemente sana, impermeable.

Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 1

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

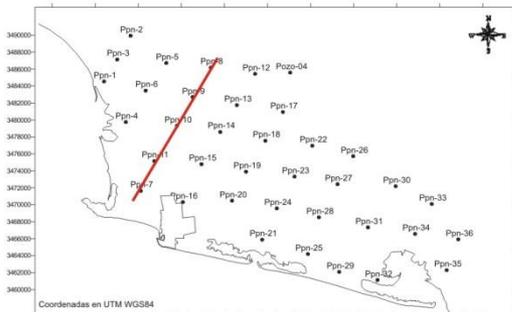
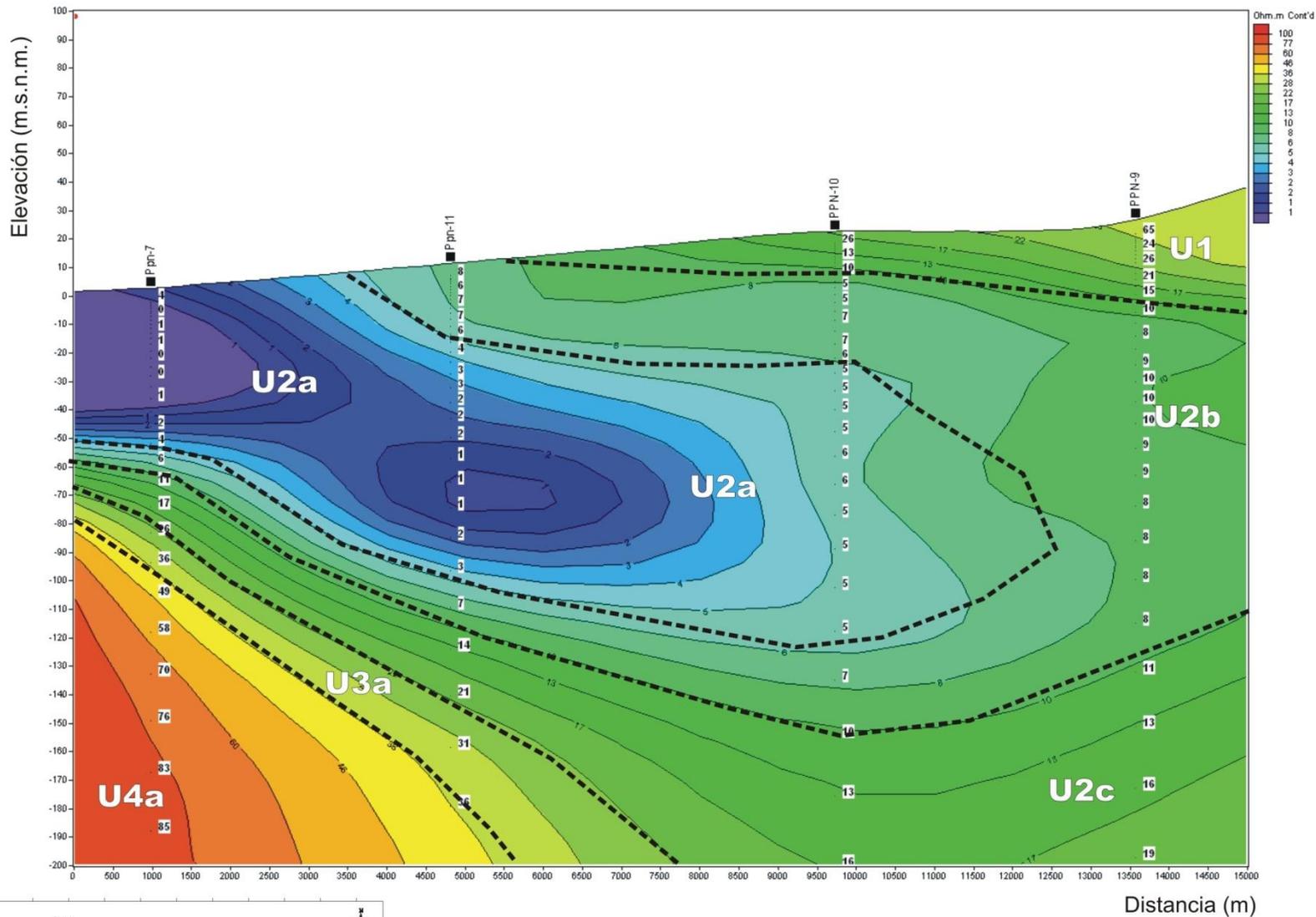


Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 2

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.**



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

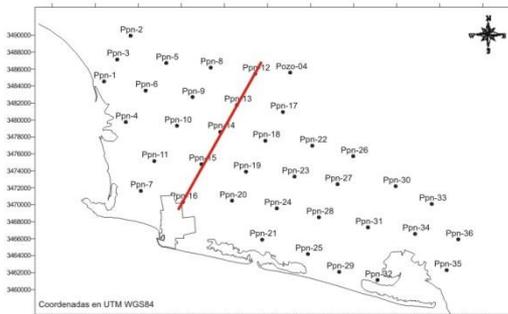
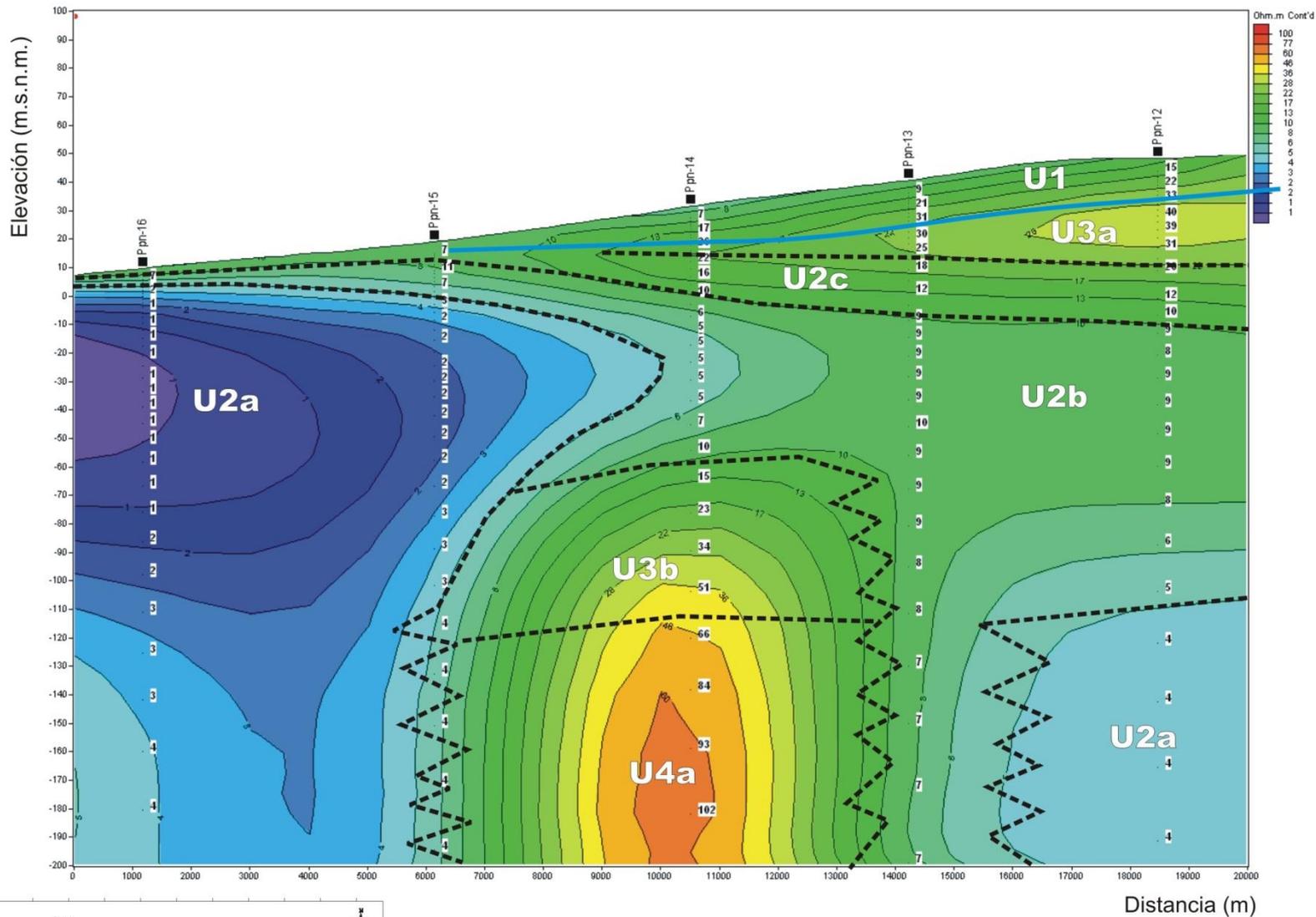


Aquifer Development & Environment
 Estuio Geofísico de resistividad.
 Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 3

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.**

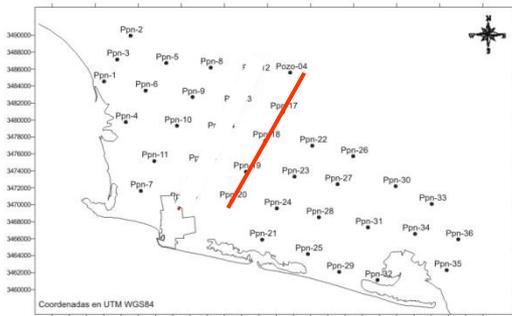
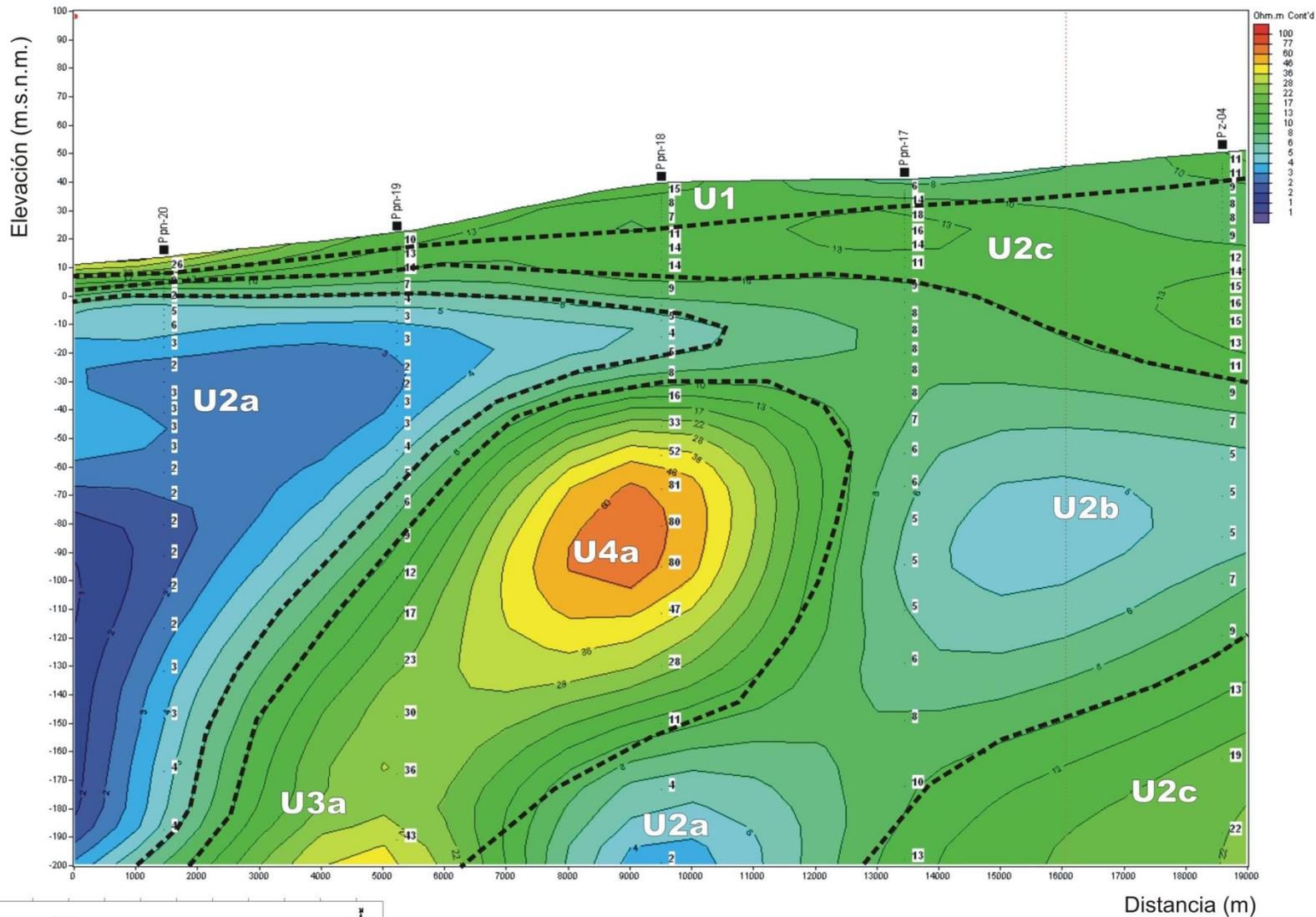


Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora
Perfil de resistividad Transversal 4

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.

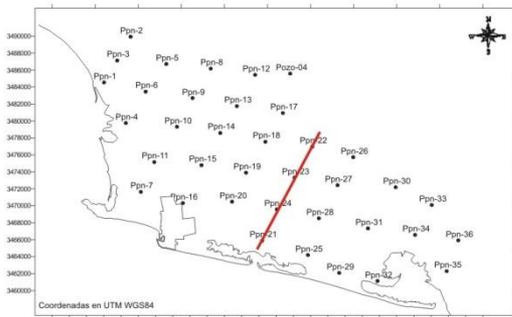
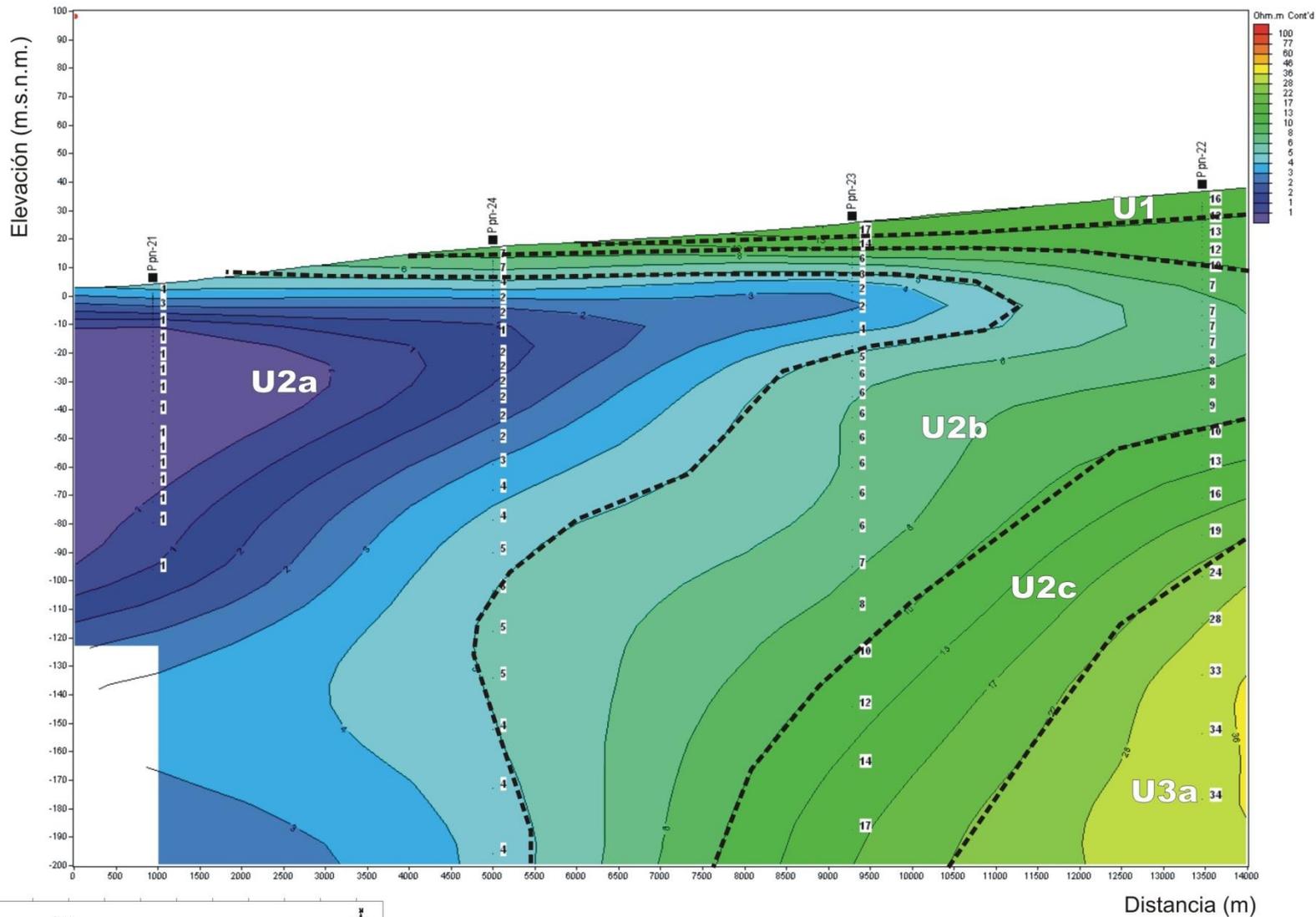


Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora
Perfil de resistividad Transversal 4

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.



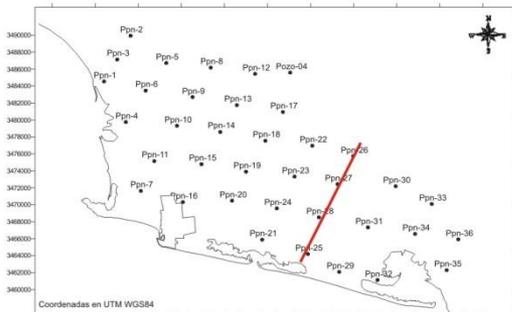
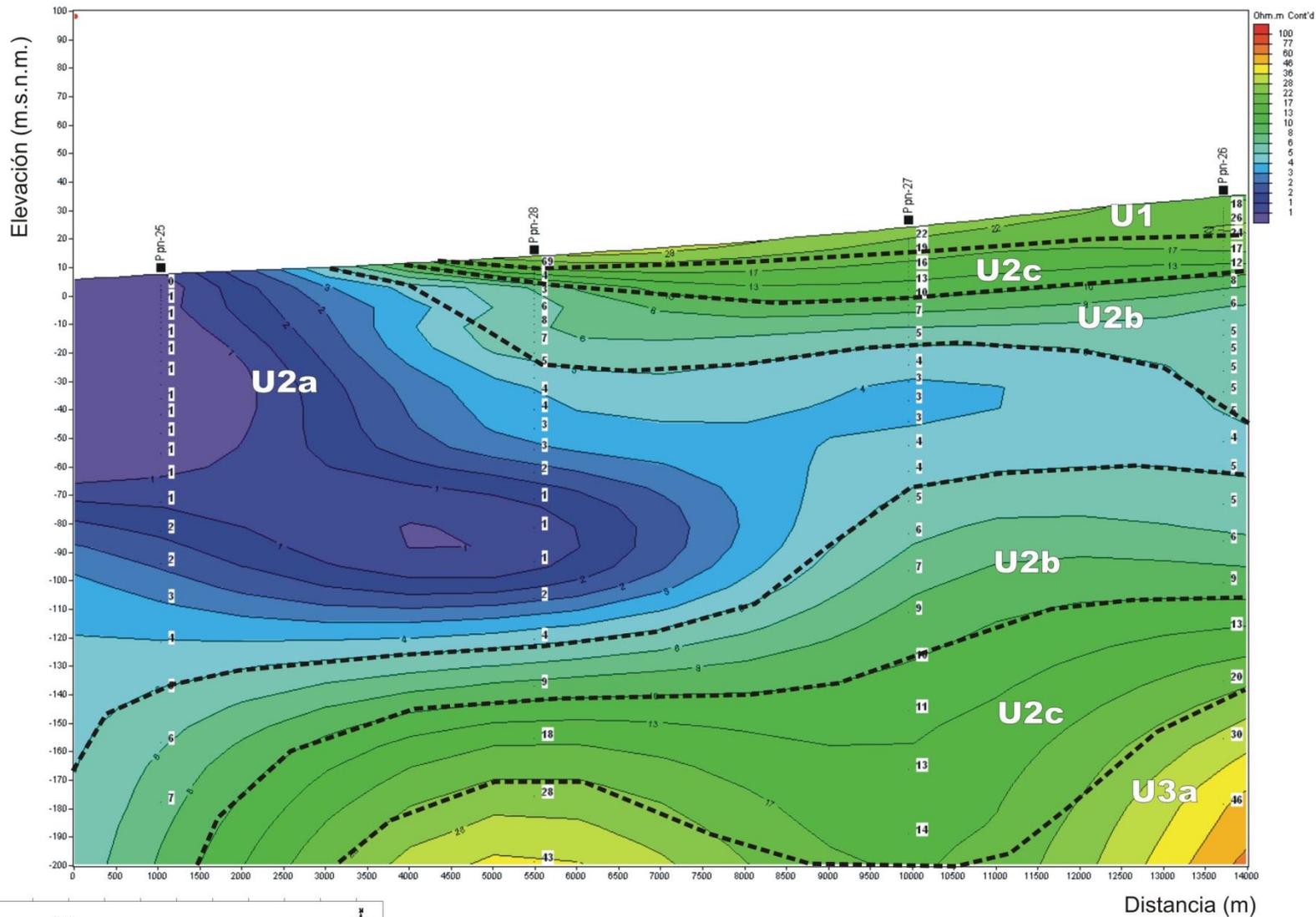
Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a 1 a 5	Material arenoso saturado de agua salada
	b 5 a 10	Material arenoso saturado de agua salobre
	c 10 a 22	Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a 22 a 36	Material arenoso saturado de agua dulce
	b 36 a 60	Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a 60 a 100	Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b mayor a 100	Roca probablemente sana, impermeable.

Aquífer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 6

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.



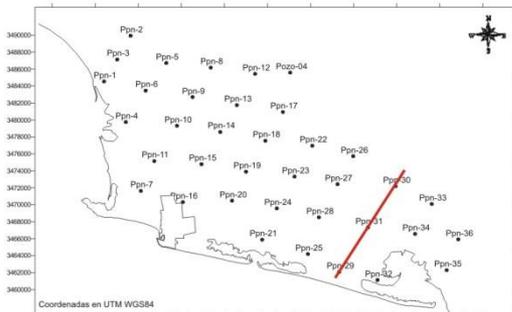
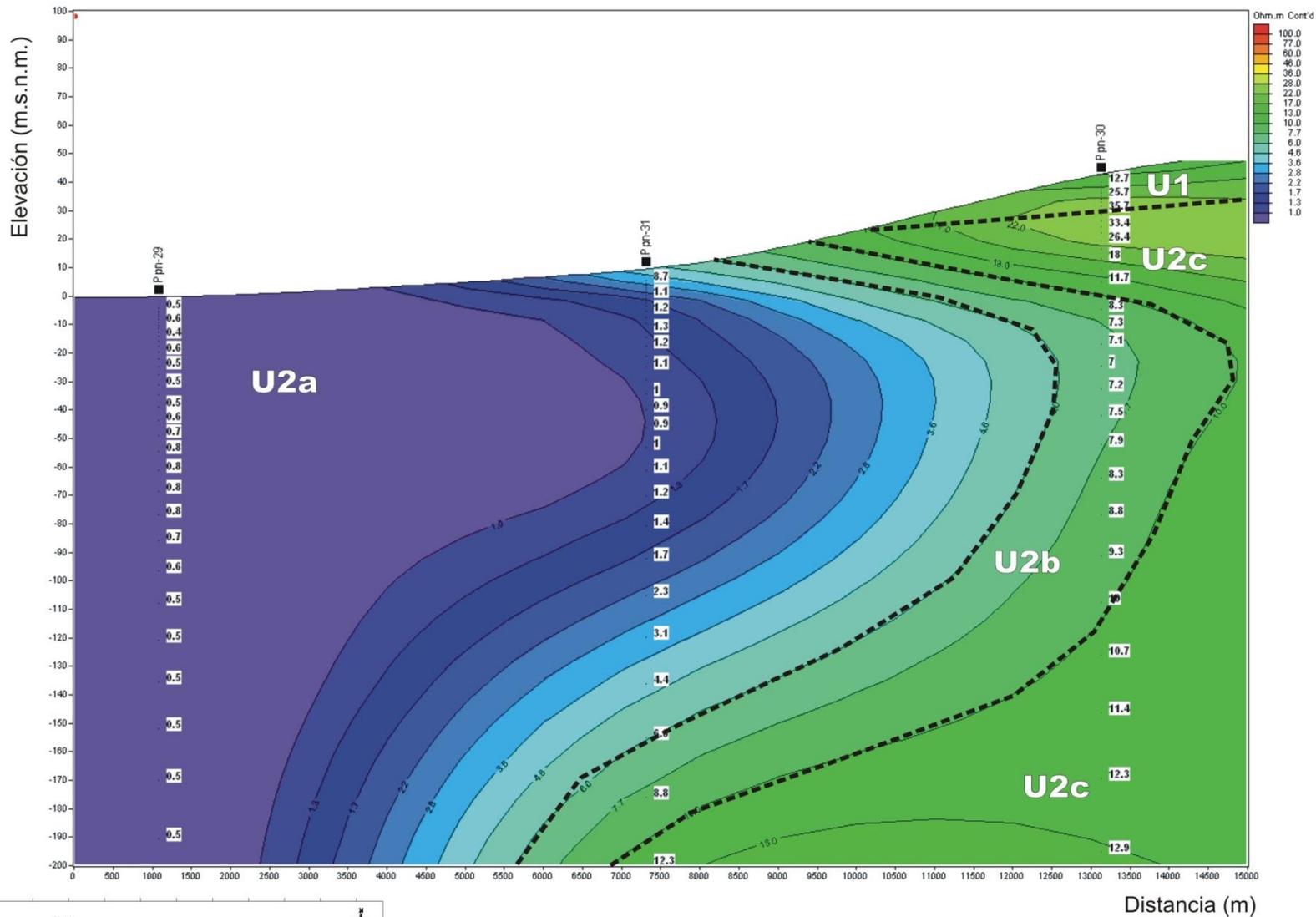
Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 7

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.

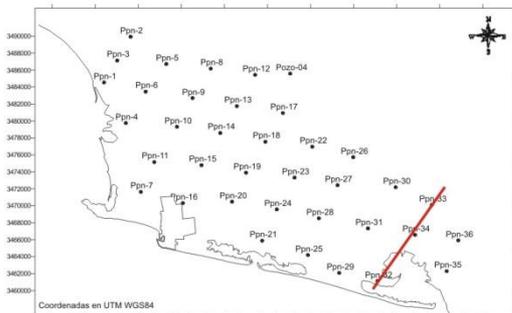
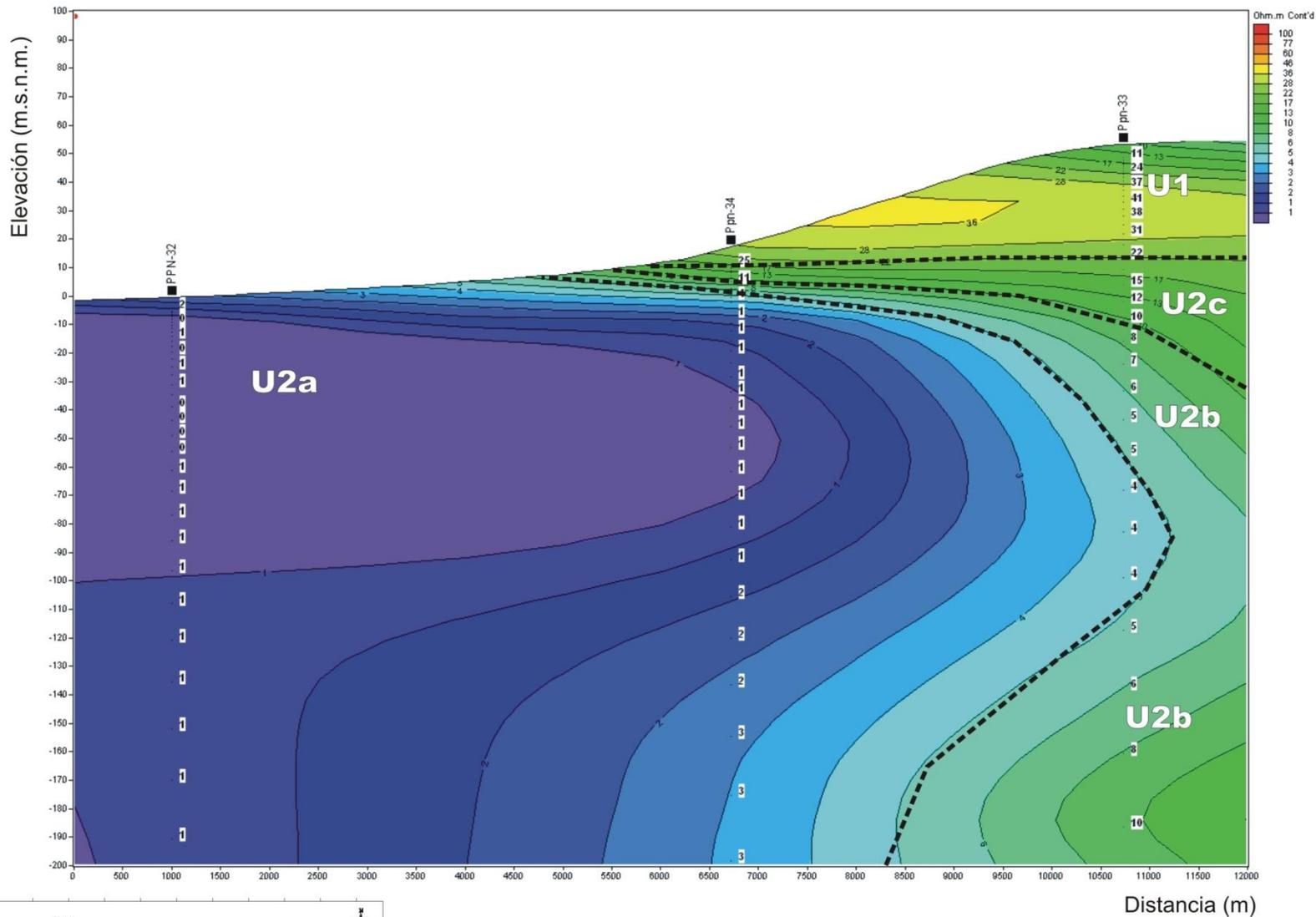


Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora
Perfil de resistividad Transversal 8

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

IGSA Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

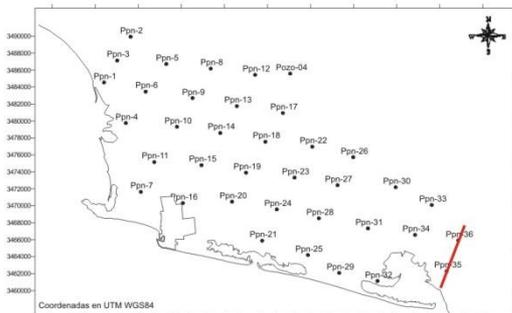
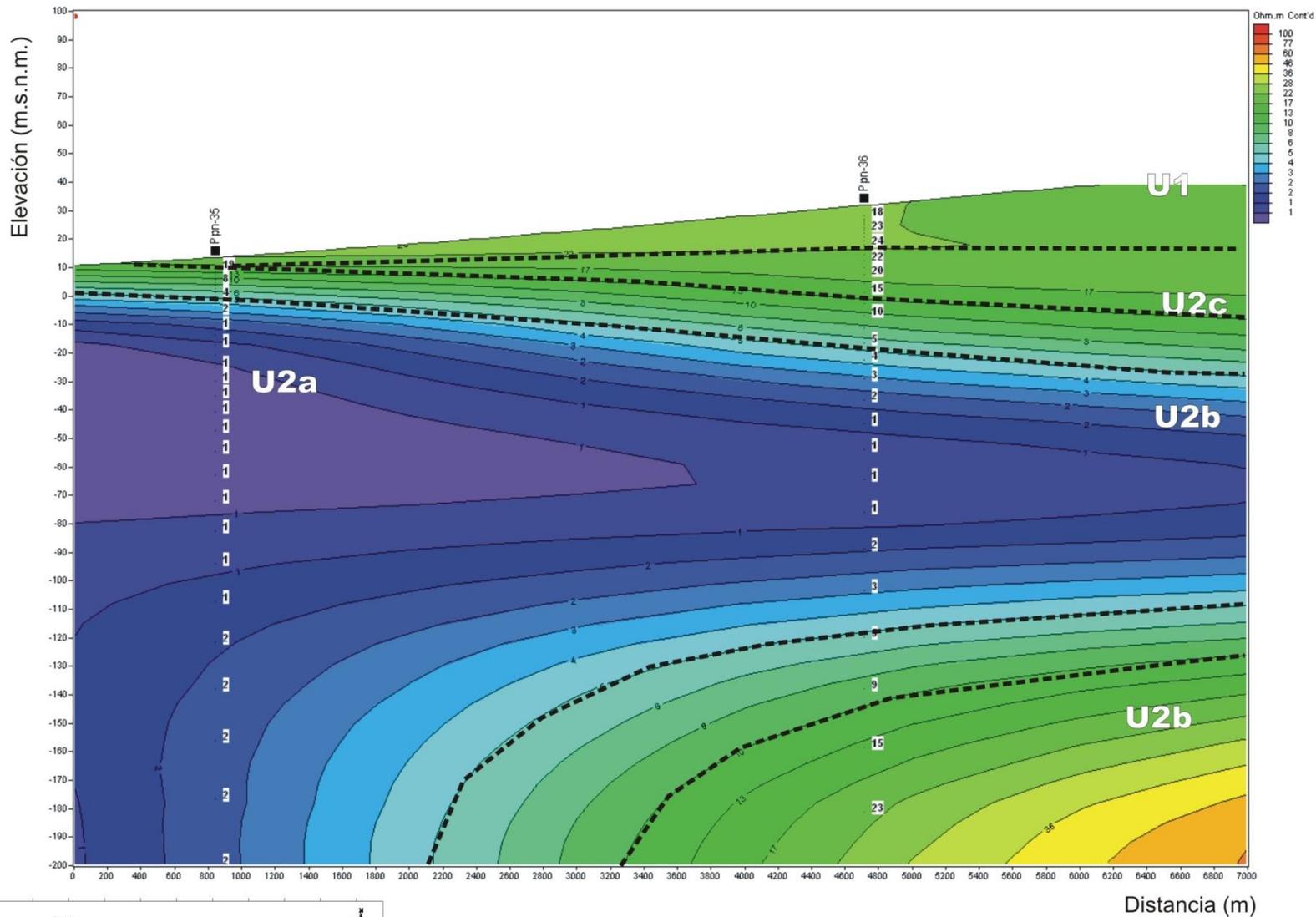


Aquifer Development & Environment
 Estuio Geofísico de resistividad.
 Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 9

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **IGSA** Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a 1 a 5	Material arenoso saturado de agua salada
	b 5 a 10	Material arenoso saturado de agua salobre
	c 10 a 22	Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a 22 a 36	Material arenoso saturado de agua dulce
	b 36 a 60	Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a 60 a 100	Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b mayor a 100	Roca probablemente sana, impermeable.

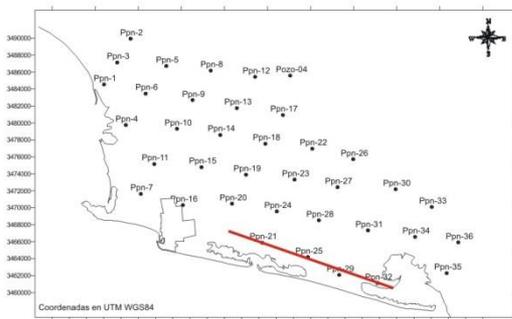
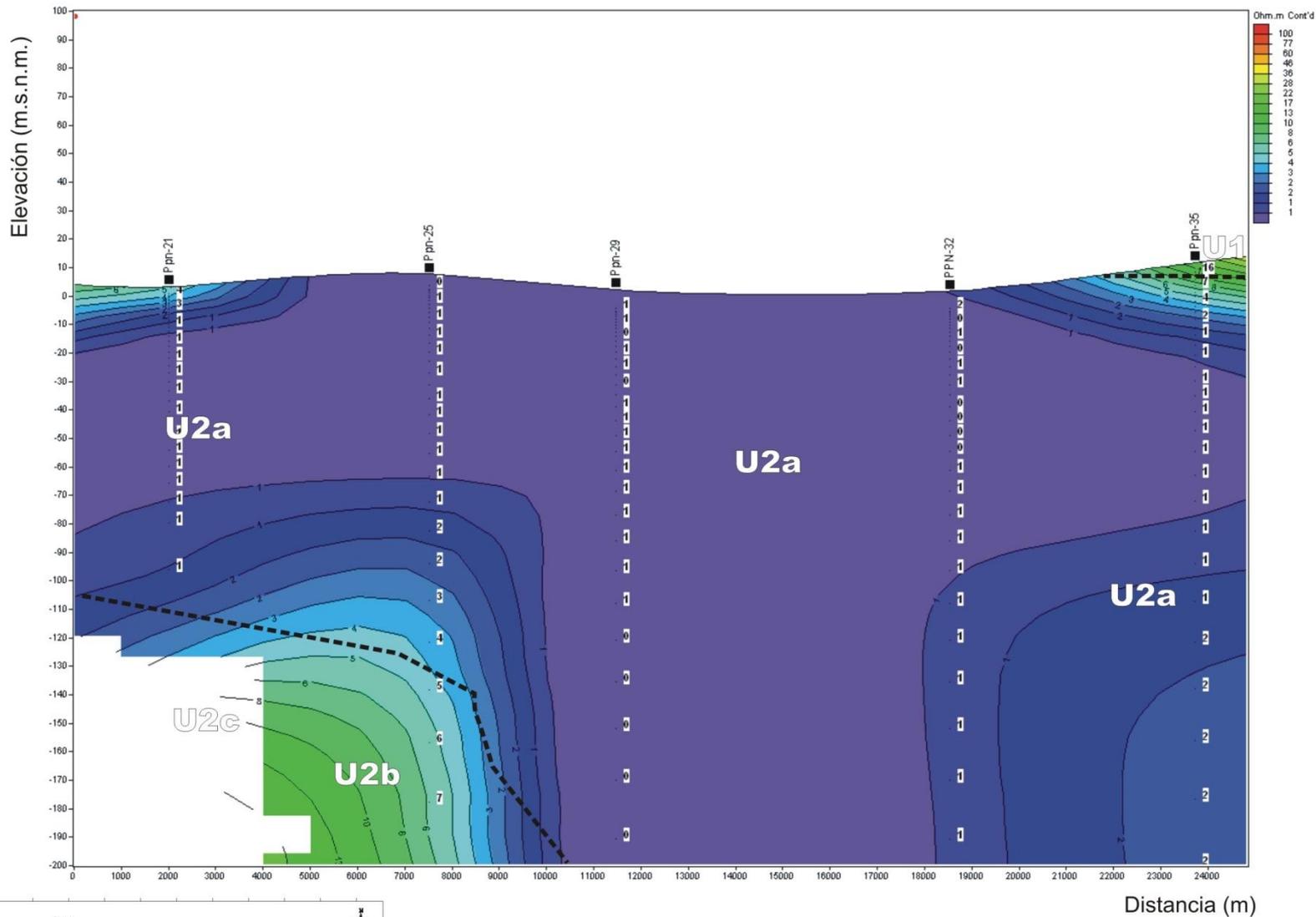
Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Transversal 10

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

IGSA Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.

Secciones Longitudinales a la Línea Costera



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

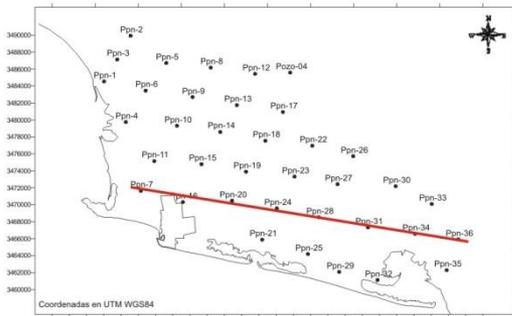
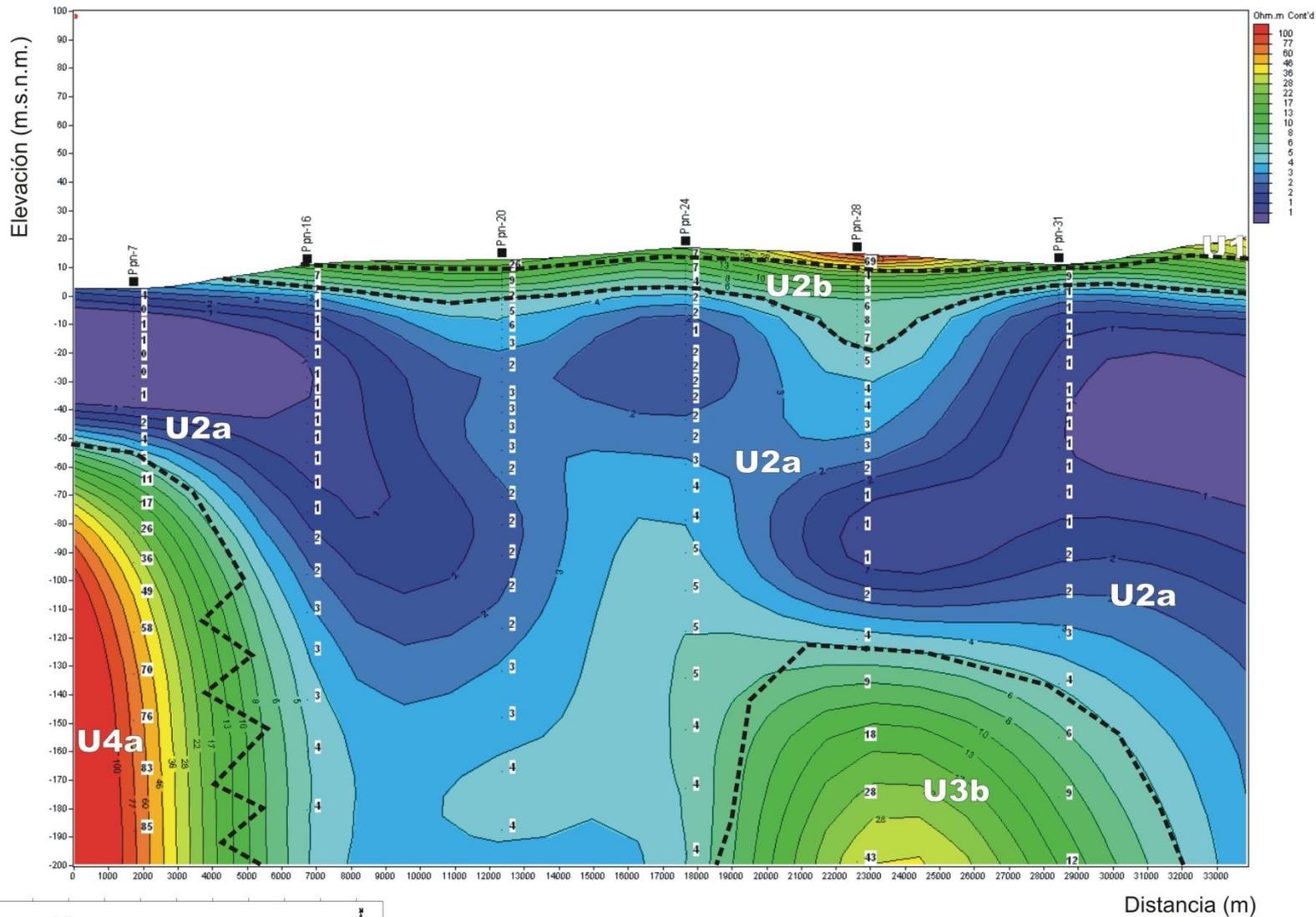


Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Longitudinal 1

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.**



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

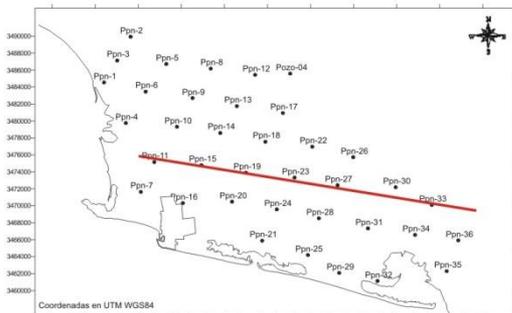
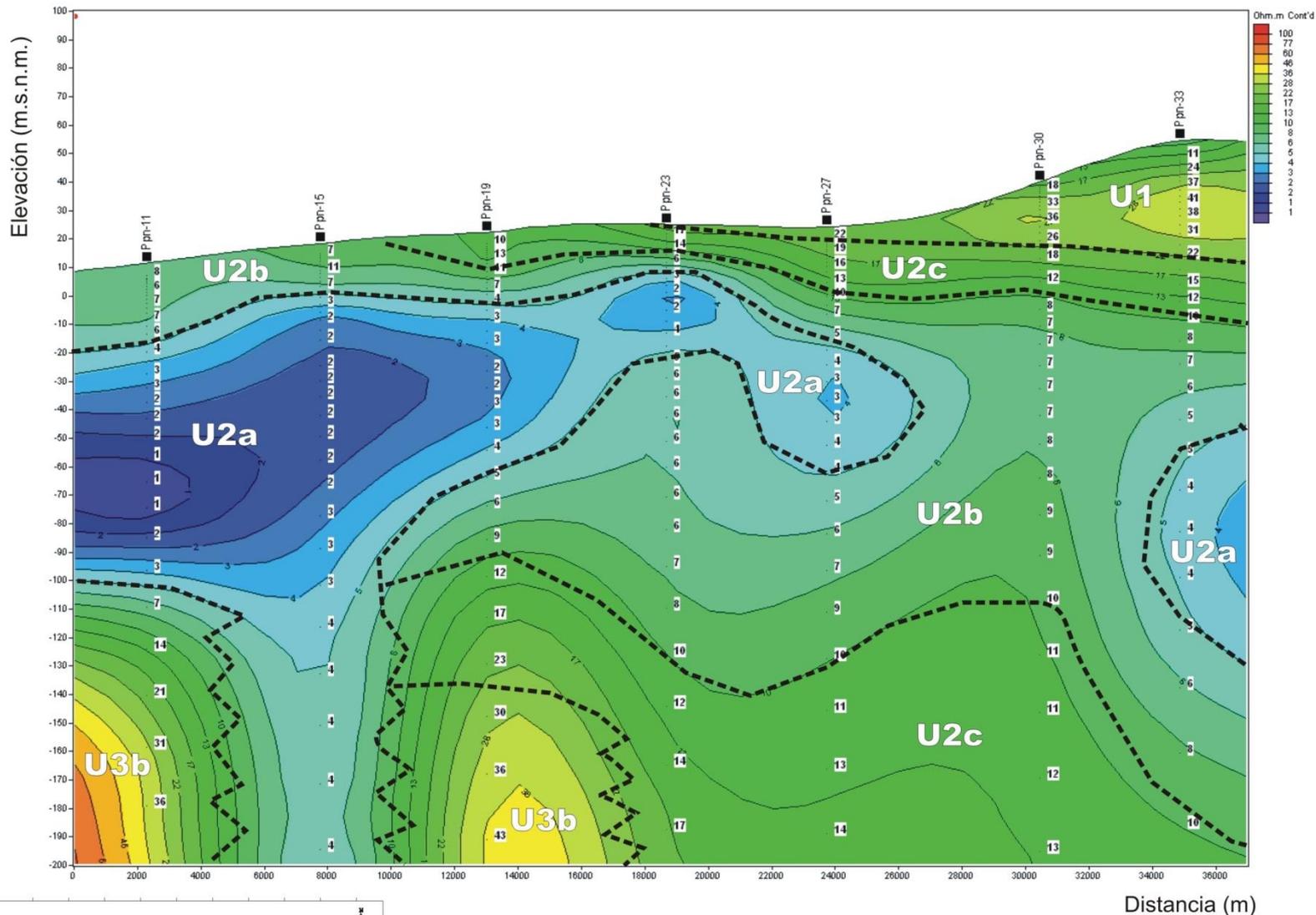


Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Longitudinal 2

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.**



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.

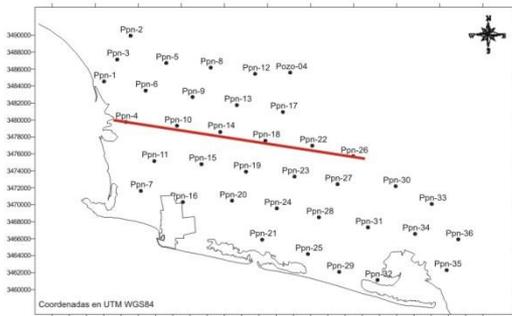
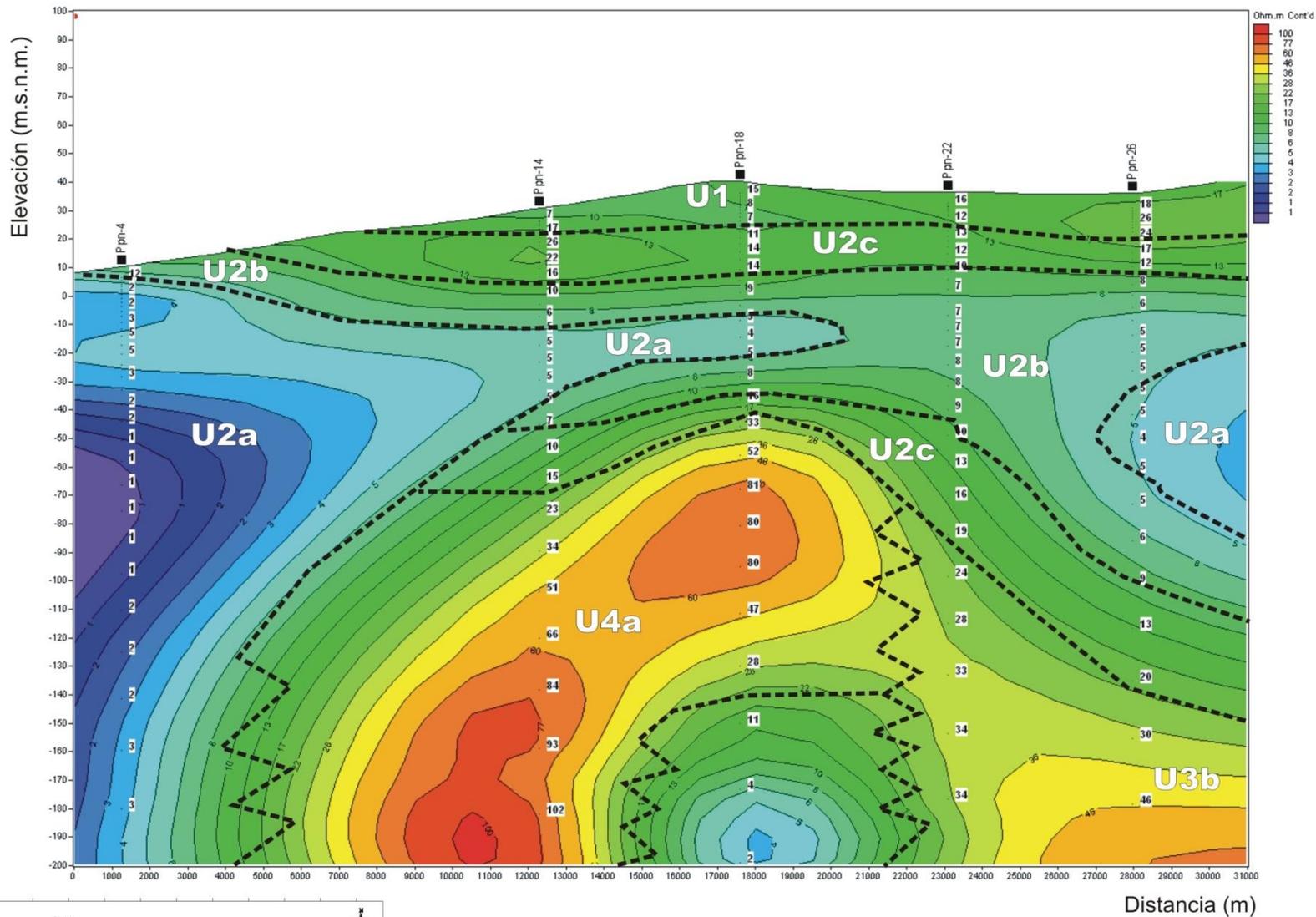


Aquifer Development & Environment
Estuo Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Longitudinal 3

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.**



Clasificación Geofísica		
Unidad geoelectrica	Intervalo resistivo (ohm*m)	Asociación
U1	variable	Material arenoso no saturado
U2	a	1 a 5 Material arenoso saturado de agua salada
	b	5 a 10 Material arenoso saturado de agua salobre
	c	10 a 22 Material arenoso saturado de agua mayormente salobre
U3	a	22 a 36 Material arenoso saturado de agua dulce
	b	36 a 60 Material arenoso compacto posiblemente saturado de agua dulce
U4	a	60 a 100 Roca fracturada poco permeable saturada de agua dulce
	b	mayor a 100 Roca probablemente sana, impermeable.



Aquifer Development & Environment
Estuio Geofísico de resistividad.
Puerto Peñasco, Sonora

Perfil de resistividad Longitudinal 4

Trabajo realizado por: _____ Octubre de 2006

 **Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.**

RESUMEN DE ACTIVIDADES

- Se registraron un total de **43** aprovechamientos de agua subterránea, los cuáles todos son pozos.
- Solo **24** pozos se encuentran en operación, los **19** restantes sin equipo o abandonados.
- Se tomó muestra de agua para análisis químico en **11** pozos (actualmente en laboratorio).
- Se realizaron un total de **35** Sondeos Electro-Magnéticos Transitorios (TEM's) los cuales cubrieron la totalidad de la franja.

CONCLUSIONES

- El rango de temperatura en el agua subterránea es de 33 a 37 °C en la Zona Alta; de 31 a 32 °C en la Zona media y de 27 a 31 °C en la Zona Baja.
- Los valores de pH varían de 7.5 a 8; de 7.5 en la parte este y sur del área de estudio, y de 8 en la parte oeste Sierra Blanca y Sierra El Pinacate.
- Los valores de conductividad eléctrica para la zona alta y media son de 1377 a 2150 micro siemens/cm mientras que en la zona baja a 5 km de la costa se tienen >5800 micro siemens/cm.
- Se determinó una “cuña” de intrusión de agua salina de espesor variable entre 200 a 50 metros, la cual disminuye conforme se interna al continente hasta una distancia de 10 km.

**POR SU ATENCIÓN
GRACIAS**