

## **4. Estudios del sitio.**

### **4.1 Geología local.**

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias de edad paleozoica y sedimentos cuaternarios, así como rocas intrusivas de composición granítica ver mapa geológico (figura 4.1). A continuación se describe estratigráficamente la litología presente en el predio del Autoservicio.

#### **4.1.1. Paleozoico Pcz.**

Las rocas paleozoicas se encuentran aflorando en los cerros de la Campana, Tecoripa y Lomas El Rayo y los alrededores del vado del río. Estas rocas son consideradas de edad Carbonífero – Pérmico, en un ambiente de plataforma somera (Peiffer, 1978).

En los cerros antes mencionados afloran calizas y brechas calcáreas metamorfoseadas, donde la estratificación es de mediana a gruesa y en ocasiones se observa aspecto masivo debido al metamorfismo que los afecta. El color es de blanco a verdoso, con una superficie de intemperismo muy áspera e irregular.

En el cerro de la campana se encontraron fusulínidos que posiblemente sean similares a los reportados por Peiffer (1978) en la Calera Willard.

#### 4.1.2 Cuaternario

Los depósitos cuaternarios del área de estudio se dividieron en tres unidades litológicas:

- 1) Arenas gravas y limos (**Qgal**). Estos depósitos son producto de la erosión de las sierras que se encuentran a los alrededores y de materiales acarreados por los ríos. La composición de los sedimentos es principalmente de rocas ígneas y sedimentarias.
- 2) Talud **Q(t)**. Están formados por clásticos procedentes de partes más altas del área de estudio. Compuestos por gravas con gran cantidad de cuarzo y feldespato derivados de rocas graníticas.
- 3) Aluviones cuaternarios **Qal**. Está constituido por arcillas y arenas. Las arcillas corresponden a las llanuras de inundación de los ríos Sonora y San Miguel y forman las tierras que actualmente se emplean para cultivo y las arenas son provenientes de los cauces de los ríos. (Rodríguez, 1981).

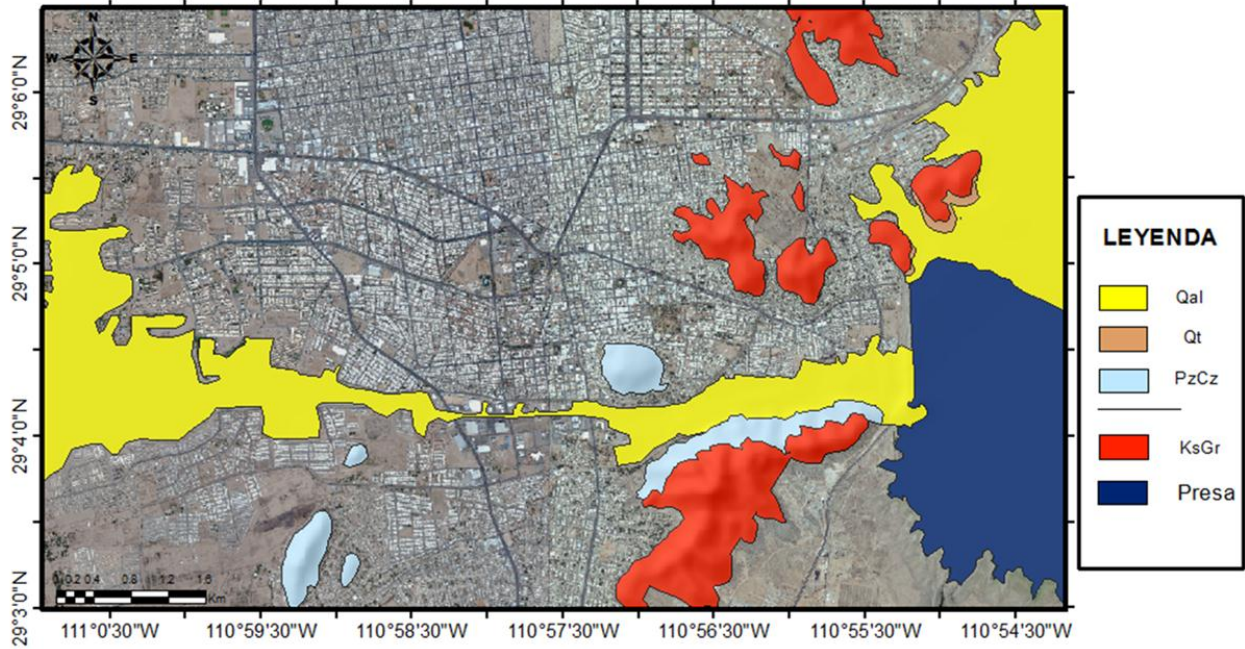
#### 4.1.3 Rocas ígneas. KGr.

Esta unidad Rodríguez, 1981, la define como Granito- Granodiorita y Coronado (2003) la denomina informalmente como Intrusivo Bachoco, formado por Sierras Alargadas con orientación principal de NNW. Su morfología es suave a semiabrupta; comúnmente forma lomeríos suaves a muy planos de suelos arenosos cuarzo feldespáticos y suelos residuales arcillosos.

Aflora en la Sierra el Bachoco, y los cerros El mariachi el Coloso, la Cementera, etc. Esta unidad intrusiva a las unidades del paleozoico y es cubierto por sedimentos cuaternarios.

Rodríguez (1981), determino edades de enfriamiento, en una muestra de los Cerros de la colonia El Mariachi; del análisis de K/Ar de horblenda y biotita se obtuvieron, respectivamente,  $64.1 \pm 1.4$  M.a. a una temperatura de  $475^{\circ}$  C y  $49.5 \pm 1.1$  M.a. a una temperatura de  $275^{\circ}$  C (Dr. P. Damon, comunicación personal a Rodríguez, 1981). Otra edad, fue determinada en el intrusivo que aflora en el Sur de Hermosillo, dando un resultado de 64 m.a. (Dr. T. H. Anderson, comunicación personal a Rodríguez, 1981). Estos estudios isotópicos permiten considerar que la edad mínima del cuerpo es de 64 M.a., que corresponde precisamente al límite entre el Cretácico y el Terciario.

# MAPA GEOLOGICO



Universidad de Sonora

Tesis Licenciatura en Geología  
**Obdulia Fernandez Villegas**  
Agosto del 2011



Departamento de Geología

Figura 4.1 Mapa geológica del área de estudio.

## 4.2 Mecánica de suelos

Estudio de Mecánica de Suelos del sitio donde se construirá o edificará el proyecto, para la construcción del edificio de Autoservicio Rosales, se tomó del reporte de Geotecnia y Mecánica de Suelos realizado Julio Luna Rodríguez (2008), donde se hicieron tres sondeos a cielo abierto (ver figura 4.2) con barrena helicoidal con barrenos intercambiables y tubos extensibles a profundidad de 2.5m y 1.5m.

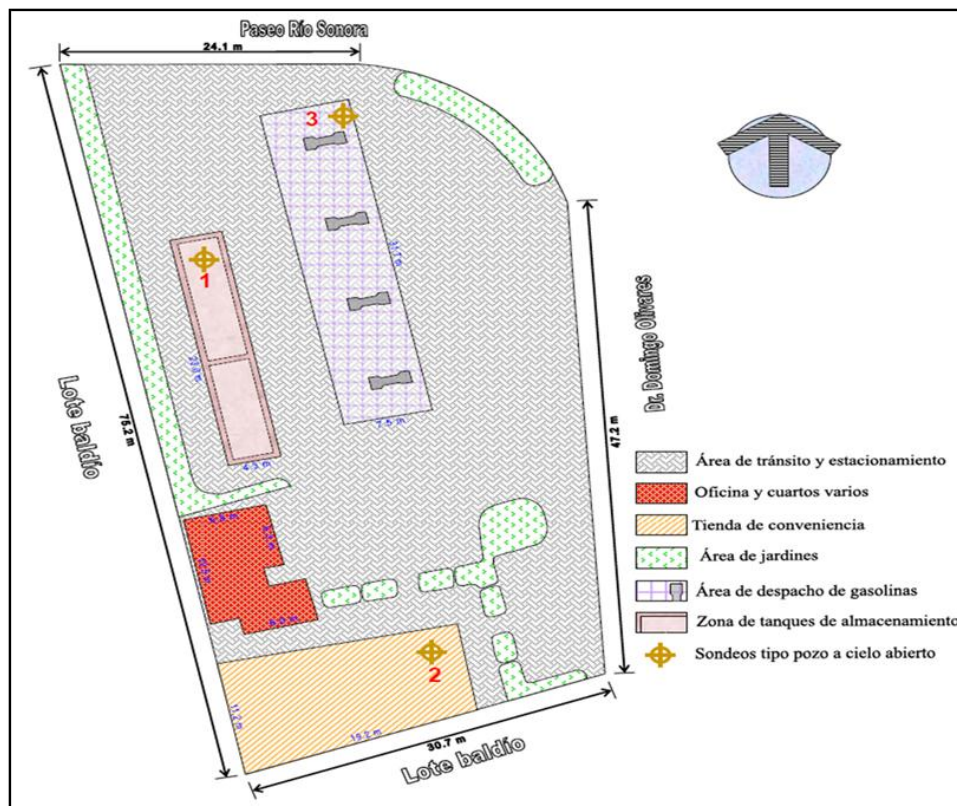


Figura 4.2. Localización de sondeos sobre la delimitación y función del área de estudio

En las Figs. 4.3, 4.4 y 4.5 muestran los perfiles estratigráficos de los tres sondeos, obtenidos a partir de los resultados de identificación de suelos, pruebas índices y pruebas de impacto y penetración efectuadas sobre el terreno.

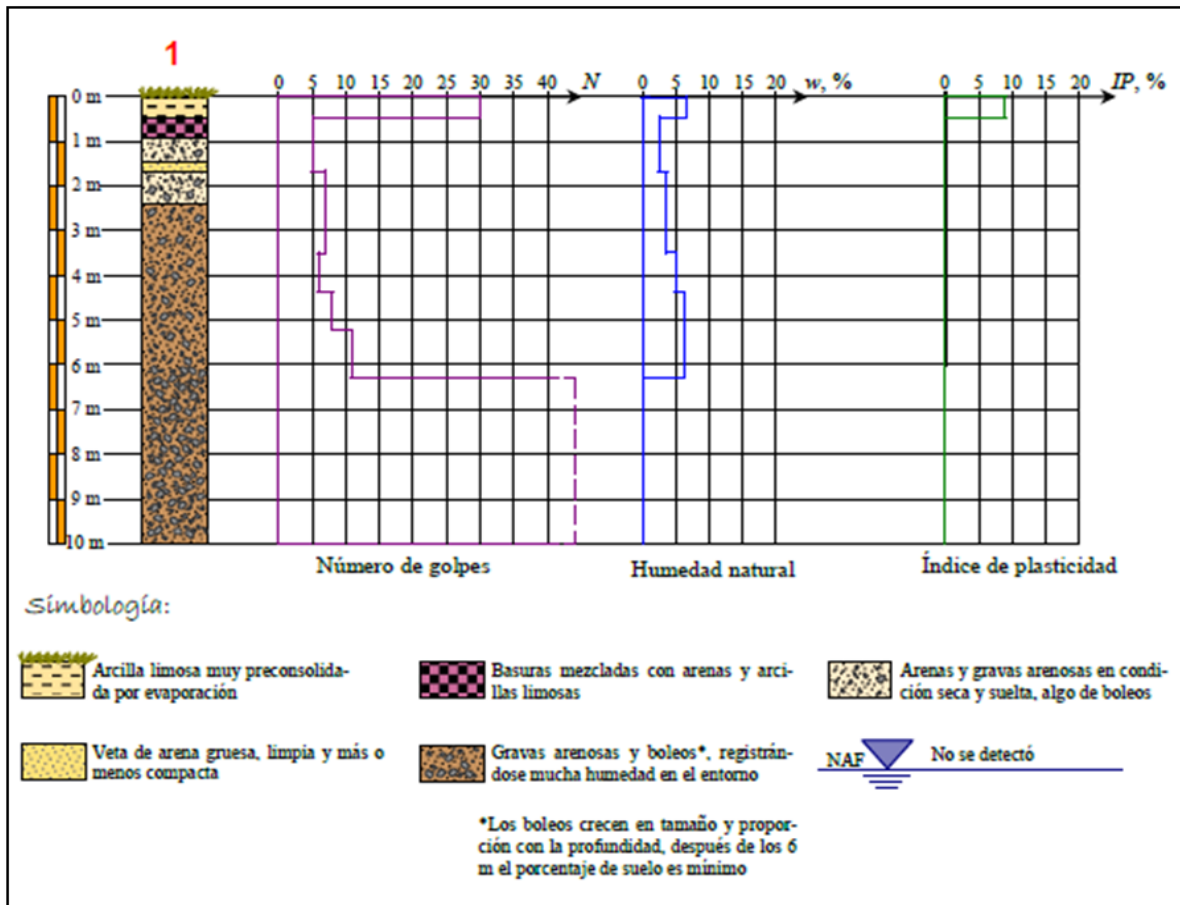


Figura 4.3. Estratigrafía del sondeo 1 (zona de tanques). Se muestra la variación del número de golpes, la humedad natural y el índice de plasticidad con respecto a la profundidad. Aun cuando se midieron grados de saturación cercanos al 100% después de 2.50 m de profundidad, se monitoreó el pozo durante varios días sin que se manifestara el espejo de agua.

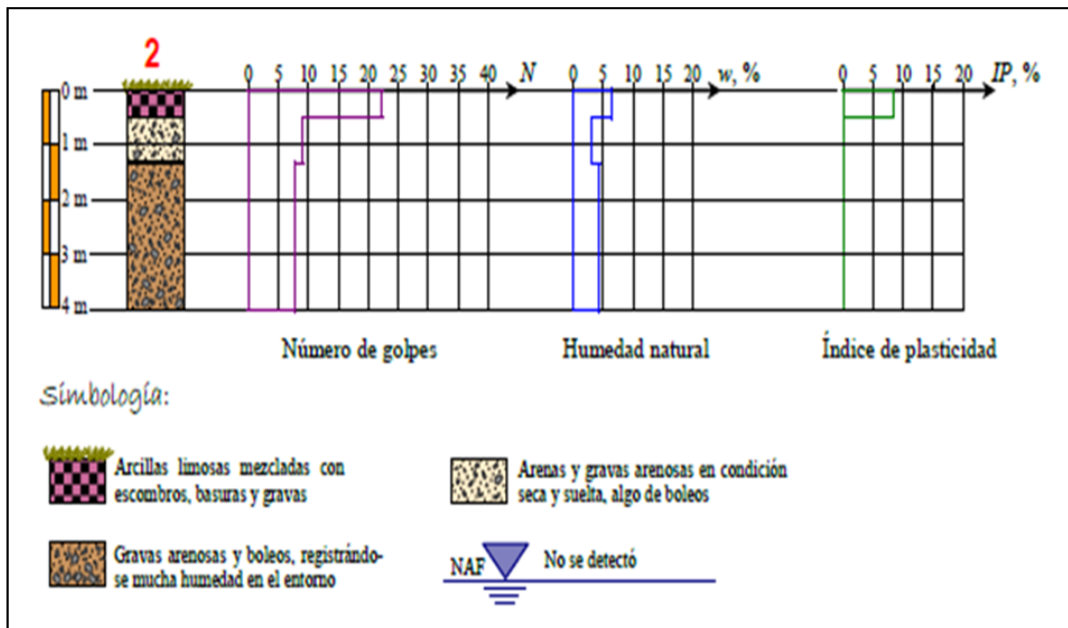


Figura 4.4. Estratigrafía del sondeo 2 (tienda de conveniencia). Se muestra la variación del número de golpes, la humedad natural y el índice de plasticidad con respecto a la profundidad.

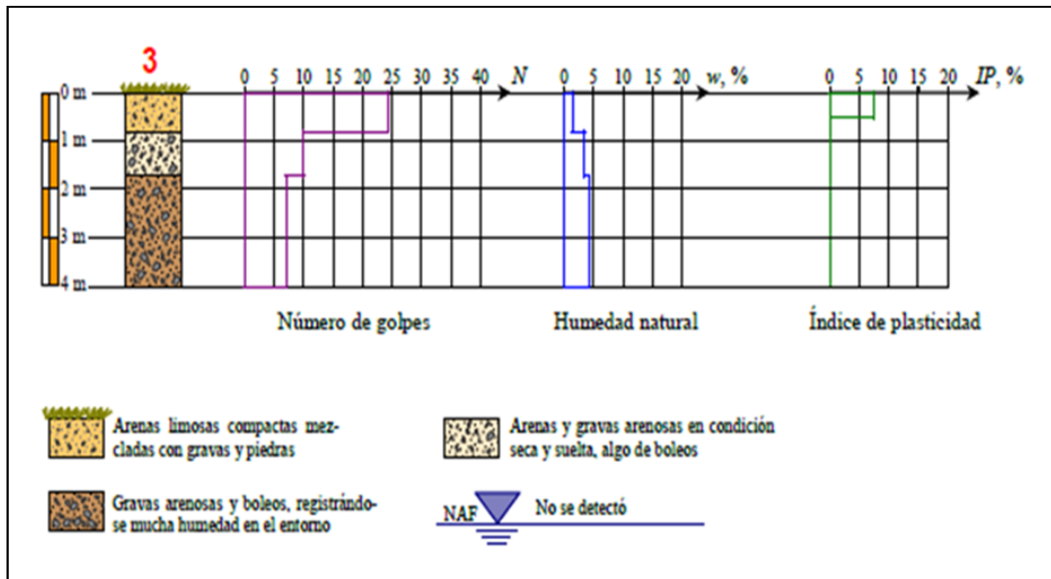


Figura 4.5. Estratigrafía del sondeo 3 (área de despacho de gasolinas), mostrándose la variación del número de golpes, la humedad natural y el índice de plasticidad con respecto a la profundidad.

El área de estudio se ubica sobre sedimentos del Cuaternario, ya que esta zona se aloja en lo que es el cauce del río Sonora, caracterizada por capas superficiales arcillo limosa mezcladas irregularmente con arenas finas en pequeños y a veces inexistentes espesores, después de lo cual se manifiestan estratos gravosos y areno-gravosos con escasa presencia de finos , intercalándose ocasionalmente lentes delgadas de arcilla o de grava; la tercer capa, subyacente a los dos anteriores, es típico encontrarse en los alrededores de la zona del proyecto, está constituida por abundantes gravas e incluso boleas bien redondeados empacados en arenas, de moderado a mal clasificados; dándose intercalaciones de vetas arcillosas y limosas. En estas dos últimas capas es frecuente la presencia de caliche. Posteriormente subyace el manto rocoso compuesto por una caliza arenosa del Paleozoico, estimándose que su profundidad con respecto a la superficie del terreno natural sea del orden de los 120m, deducidos a partir de una sección geofísica que pasa por la zona del proyecto y que localiza al manto rocoso en una de sus estaciones en el sitio del proyecto en ese rango de profundidad.

Debido a que dentro del estudio de mecánica de suelos se mencionan secciones de geofísica referenciada dentro de la carta geológico minera de Hermosillo que ubican un basamento compuesto por una caliza arenosa y al hecho de que los sondeos están retirados de la zona de estudio, se hizo necesario realizar un sondeo más cercano a él Autoservicio Rosales que arrojó como resultado que a una profundidad de 120 m hay manifestación de roca consolidada con posibles fracturas sin especificar tipo de roca, además de que a esas profundidades no hay posibilidad de circulación de agua. (Ver Tabla 4.1).

Las propiedades índices y mecánicas del subsuelo, determinadas a partir de pruebas de campo y de laboratorio, (Luna Rodríguez (2008) se enlistan en la Tabla 1.



Tabla 4.1 Resultado de resistividades en análisis geofísico

Unidad Geo-Eléctrica	Intervalo Resistivo (ohm-m)	Descripción
U3a	20 a 30	Es la Unidad resistiva predominante en los perfiles, se ubica en todo el perfil. Se le puede asociar con materiales granulares medianos a gruesos, con posibilidades de humedad, es la posible zona de infiltración.
U3b	30 a 110	Unidad resistiva de baja presencia en los perfiles, se desde el cadenamiento 50 al 210 metros el perfil. Se le puede asociar con materiales granulares medianos a gruesos, con posibilidades de saturación de agua, puede ser el nivel estático del acuífero.
U3c	110 a 280	Unidad resistiva alta, se localiza desde al cadenamiento 310 al 400. Se le puede asociar con boleos o block de roca fracturada, con posibilidades bajas de agua y con tendencia a la frontera impermeable de la zona de exploración.

Tablas 4.2 Propiedad índice y mecánicas de los suelos analizados

Sondeo	Localización	Prof. (m)	N	w	LL	LP	IP	$\phi'_{ec}$	$k_s$ (ton/m <sup>3</sup> )	S.U.C.S.
<b>1</b>	Tanques	0.20	30	6.4%	29.1%	20.3%	8.8%	36°	12,000	CL
		1.20	5	2.7%	—	—	—	28°	3,000	SP
		2.10	7	3.5%	—	—	—	30°	4,200	SP
		3.50	6	4.4%	—	—	—	30°	3,600	SW
		4.40	8	5.0%	—	—	—	30°	10,000	GW
		5.20	11	6.2%	—	—	—	30°	10,000	GW
		6.30	> 40	—	—	—	—	34°	40,000	BOLEOS
<b>2</b>	Tienda	0.20	22	6.6%	30.6%	22.3%	8.3%	33°	8,800	CL
		1.10	9	3.1%	—	—	—	30°	5,400	SP
		2.60	8	4.1%	—	—	—	30°	4,800	SP-GP
<b>3</b>	Surtidores	0.40	24	1.5%	31.0%	23.9%	7.1%	34°	9,600	SM
		1.60	10	3.2%	—	—	—	30°	6,000	SP
		2.10	7	4.2%	—	—	—	30°	4,200	GP

Golpes de la prueba de penetración estándar; **N**  
 La humedad natural del suelo; **W**  
 Límite líquido; **LL**  
 Límite plástico; **LP**

Índice de plasticidad; el ángulo de fricción correspondiente de estado crítico; **IP**  
 Módulo rasante o coeficiente de reacción de la subrasante **KS**

Sistema unificado de clasificación de suelos que se usó para identificar los suelos analizados **S.U.C.S** ver tabla 4.3.

Tabla 4.3 Tipos de suelos analizados

<b>S.U.C.S</b>	<b>Tipo de suelo</b>
<b>CL</b>	Arcillas de baja compresibilidad. Exclusivamente los finos influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo
<b>SP</b>	Arenas con porcentajes de finos arcillosos mayores que 12%, se considera que los finos influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo
<b>SW</b>	Arenas de tamaño variado con porcentajes de finos menores que 5%, considerándose que no influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo.
<b>GW</b>	Gravas de tamaño variado con porcentajes de finos menores que 5%, considerándose que no influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo.
<b>BOLEOS</b>	Fragmentos rocosos redondeados mezclados con arenas gruesas y grava, oscilan entre 4" y 10", aunque los tamaños grandes llegan a medir entre 20" y 25".
<b>SP-GP</b>	Arenas y gravas de tamaño uniforme en porcentajes similares dentro de la masa de suelo, con proporciones de finos menores que el 5%, considerándose que no influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo
<b>SM</b>	Arenas con porcentajes de finos limosos mayores que 12%, se considera que los finos influyen en el comportamiento mecánico de la masa de suelo.

En la **carta de plasticidad**, en la que además se ubican las zonas de dominio de los diferentes minerales asociados con el grado de actividad de la matriz fina (Fig. 4.6), **permite deducir que los suelos de la zona de proyecto son inertes ante cambios de humedad, temperatura y presión** sucedidos en su entorno.

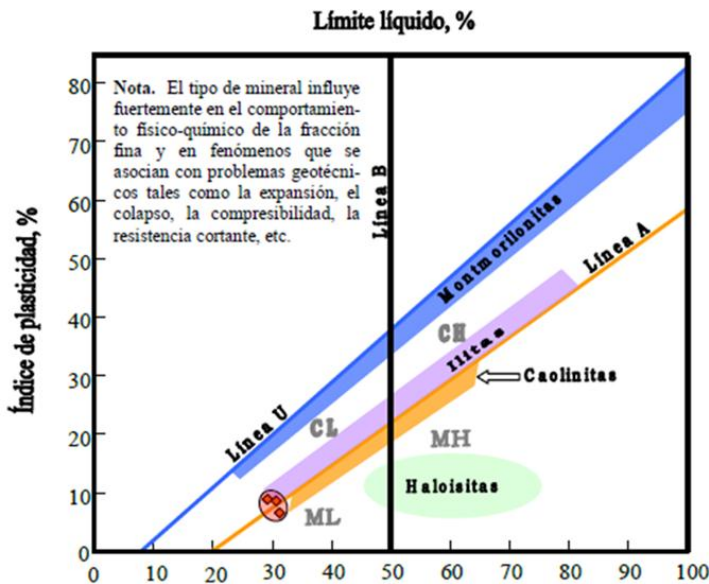


Figura 4.6. La pequeña elipse encierra la fracción fina constituyente de los suelos del área de proyecto, con respecto a la ubicación de los minerales más activos en la carta de plasticidad, deduciéndose escasa o moderada actividad de estos minerales, **considerándose como inertes para fines de este trabajo.**

#### 4.2.1 Recomendaciones para el Área de Tanques.

Del estudio de suelos de Julio Luna Rodríguez (2008) estos autores, hacen las siguientes conclusiones y recomendaciones para el área en la que se introducirán los tanques:

**ESTABILIDAD LATERAL.** A corto plazo las paredes excavadas hasta 1.5 m de profundidad son adecuadas para auto sostenerse sin necesidad de elementos de soporte (muros de retención o tablaestacas), mas no así el resto gravo-arenoso con boleos que subyace a la capa superficial, proporcionándose en la sección anterior recomendaciones de cómo resolver esta situación mediante un tablestacado de madera.

**NIVEL FREÁTICO.** No se encontró un nivel establecido de aguas freáticas en toda la profundidad de exploración, volviéndose improbable la generación de subpresiones que pudieran levantar el tanque vacío, aunque sí se determinaron grados de saturación elevados, como consecuencia de la facilidad que presta el entorno permeable a la circulación de agua, por lo que aconsejamos sean colocados muertos de concreto con cinchos de acero que mantengan en su sitio a los tanques ante cualquier eventualidad.

**CAPACIDAD DE CARGA.** La capacidad de carga en la profundidad de desplante de los tanques, resulta adecuada para resistir una falla cortante o un asentamiento excesivo que pudiera ocasionar la condición de carga máxima, correspondiente a la condición de tanques llenos.

**CAMA DE ARENA.** Se recomienda la colocación de una cama de arena del al menos 30 cm de espesor para asiento de los tanques, tal como se indica en la Fig.4.7

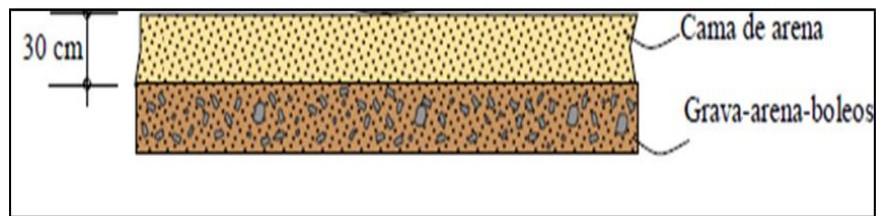


Figura 4.7 Cama de arena.

### 4.3 Fenómenos derivados de agentes destructivos de origen geológico.

Este apartado se realizó en base al análisis de la imagen de satélite, visitas al campo y recopilación bibliográfica, enfocándose principalmente en cuatros tipos de peligros a lo que la zona de estudio pudiese ser más susceptible.

#### 4.3.1 Peligro Sísmicos

Sismo. Son las vibraciones de la Tierra ocasionadas por la propagación en el interior o en la superficie de ésta, de varios tipos de ondas. Es sinónimo de terremoto o temblor, (CENAPRED, 2011).

En el marco nacional el estado de Sonora es ocupado en gran parte por la zona de actividad sísmica media, de acuerdo al Mapa de Zonas Sísmicas de la República Mexicana Figura 4.8.

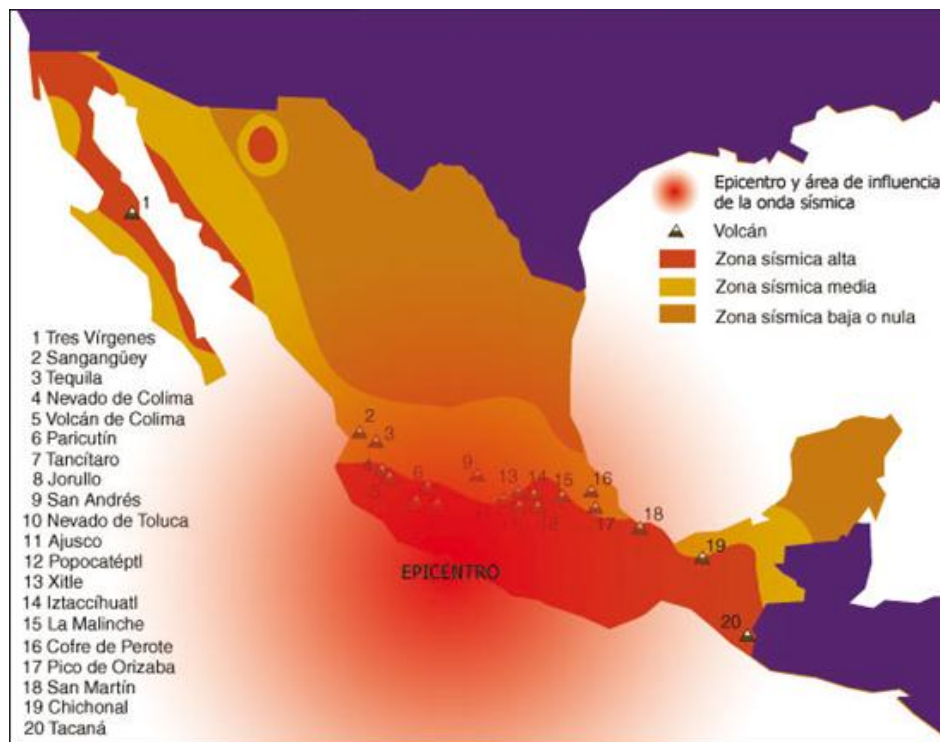


Figura 4.8 Regionalización sísmica y volcanes de México tomado de CENAPRED (2011)

Se realizó el mapeo de los focos sísmicos a partir de las bases de datos del Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica de la UNAM, CENAPRED, CICESE y USGS (U.S. Geological Survey). Se analizó la información de magnitud, intensidad y recurrencia para establecer mapas de peligro sísmico basados en isosismas de intensidad. Esto de acuerdo a la metodología empleada por Westen (2000).

Históricamente el fenómeno de relevancia en el Estado fue el ocurrido el 3 de mayo de 1887, el cual estremeció la parte noreste de la Entidad; se sintió hasta Sinaloa y Chihuahua, incluso en el vecino país. La magnitud de este evento sísmico fue estimada en 7.2<sup>o</sup> Richter, ubicándose el epicentro en el límite del Valle San Bernardino, al frente Oeste de la Sierra Madre Occidental, aproximadamente 50 km al noroeste de la población de Bavispe. Las poblaciones más afectadas fueron Bavispe, Bacadéhuachi, Bacerac, Arizpe, Moctezuma, Villa Hidalgo, Huachineras, Fronteras, Cumpas y Tepache.

Recientemente el 4 de abril de 2010 en Mexicali, Baja California de 7.2 grados Richter que afectó a San Luis Rio Colorado y se sintió en Puerto Peñasco, Sonora. Los daños causados por este sismo fueron: suspensión de los servicios de energía eléctrica, agua potable y teléfono, además de daños en estructuras de edificios públicos y particulares.

En los últimos 103 años en el municipio de Hermosillo se tiene un registro de nueve eventos sísmicos distribuidos desde la porción central hacia el suroeste del municipio, los cuales presentaron profundidades de que van desde los 10 Km a 33 Km de profundidad, en la tabla 4.4, se presentan las fechas de ocurrencia, magnitudes y profundidades de los eventos antes mencionados. (Ver plano de sismos, figura 4.9).

En Sonora podemos mencionar dos tipos principales de sismos; cuya zona de influencia es la región noroeste y costera del Estado, además de los ubicados en las fallas activas que la atraviesan, sobre todo la parte noreste del territorio sonorense; tomando en consideración este antecedente y la tabla que presenta

los sismos ocurridos en el Municipio de Hermosillo (tabla 4.4 ) y analizando la tabla 4.5 de aceleraciones máximas por período de retorno concluimos que el predio tiene un **riesgo bajo** en cuanto a que se registre un sísmico en la zona de estudio.

Tabla 4.4 sismos ocurridos en el Municipio de Hermosillo, Sonora

Fecha	Magnitud	Profundidad
22/03/1964	3.79	33.00
17/09/1964	3.70	33.00
27/01/1965	4.30	33.00
27/02/1965	3.09	33.00
26/11/1965	4.50	33.00
05/12/1965	4.19	33.00
24/12/1980	4.92	15.00
05/09/1986	5.30	10.00
27/03/1986	4.40	10.00

Tabla 4.5 Aceleraciones máximas por período de retorno (TR).

TR (años)	Rango de aceleraciones máximas (Gals)
10	34-11
100	27-81-135
500	45-135-225

Las aceleraciones máximas del terreno por período de retorno (TR), indican el tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada. La tabla 4.5, mencionada en párrafos anteriores, muestra los rangos para diferentes períodos de retorno en el municipio de Hermosillo.

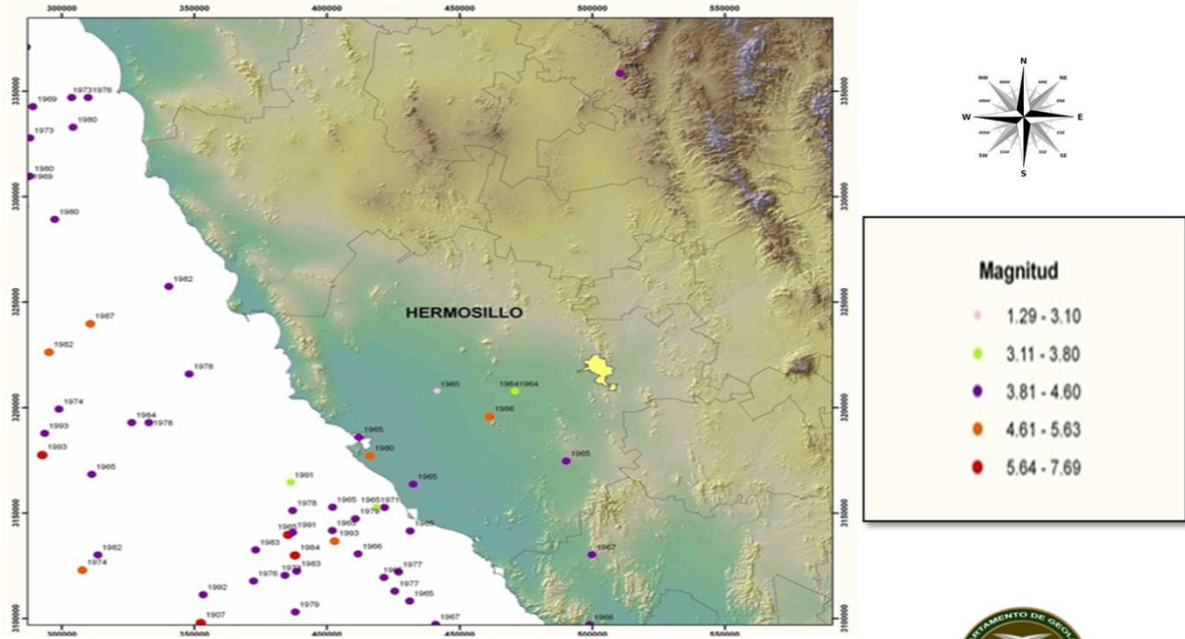
El período promedio de repetición de una aceleración mínima puede producir daños importantes a las construcciones. Los daños son considerables en los tipos constructivos que predominan en el país a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre); por tal razón, la Comisión Federal de Electricidad generó Períodos de Retorno para Aceleraciones de 0.15 de g o mayores. Es así, que para la localidad de Hermosillo

la probabilidad de ocurrencia de que los sismos generen una aceleración mayor o igual a 0.15 g es de un período de retorno (TR) de 7682 años.

Por ejemplo, para una localidad donde el período de retorno es de 25 años, significa que podrá ser afectada por una aceleración igual o mayor al 15% de g, 4 veces en un siglo u 8 veces en 200 años, a consecuencia de sismos con epicentro en un cierto entorno de dicha localidad.



# MAPA DE FOCOS SISMICOS HISTORICOS



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología  
**Obdulia Fernández Villegas**  
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.9 Plano de sismos

#### **4.3.2 Peligro por fallamiento y fracturamiento.**

No se tiene conocimiento de estructuras de este tipo en la zona por lo que se hace necesario contar con sondeos de geofísica más cercanos al área de estudio lo que permitirían tener la certeza de si existen fallas y/o fracturas, ya sea dentro del sitio de construcción o los alrededores más cercanos que pudiesen afectar la infraestructura del Autoservicio Rosales.

#### **4.3.3 Susceptibilidad a deslizamientos.**

Se realizó un análisis topográfico de la carta Hermosillo, H12D41 a escala 1:50,000; y datos obtenidos en el campo.

El predio se localiza sobre el lecho del Río Sonora, constituido por material aluvial con alto grado de porosidad; por lo que, las partículas buscan una mejor estabilidad mediante el reacomodo de las mismas, disminuyendo los espacios vacíos. Además, la pendiente natural del terreno contribuye a este arreglo. El área de estudio es susceptible a sufrir un evento de este tipo, debido a las condiciones actuales de la zona; sin embargo, con un manejo adecuado de estas características y siguiendo las recomendaciones de la mecánica de suelos es posible disminuir al máximo posible la probabilidad de ocurrencia. Por lo tanto el riesgo es bajo.

Al sur oeste del sitio de estudio y a unos 450m, aflora un cerro con una altura de alrededor de 60m, y como describimos en párrafos anteriores es una roca calcárea y con intenso fracturamiento lo que parece provocar deslizamientos o derrumbes ya sea por intensas lluvias o simplemente por gravedad, pero los factores de pendiente natural hacia el oeste y la distancia entre este cerro y el predio, protegen a las instalaciones del Autoservicio de este tipo de fenómenos; lo que lo coloca en un **riesgo bajo**.

#### 4.3.4 Peligro Volcánico.

Respecto a la actividad volcánica, las instalaciones del Autoservicio, se encuentra ubicado en una zona con riesgo bajo, ya que se encuentra ubicado a más de 200 Km del complejo volcánico más cercano dado que los datos históricos hablan de una actividad volcánica con una antigüedad de entre los 12 millones de años a 250 años, además sin ningún indicio de actividad registrada en los últimos 200 años, aunado que ese vulcanismo ocurrió en zonas considerablemente lejanas como para representar un riesgo a la ciudad de Hermosillo; lo que indica que en el predio, la probabilidad de que sea afectado por un evento catastrófico de este tipo es **muy baja**.

#### **Actividad volcánica**

El Complejo Volcánico Tres Vírgenes es un centro volcánico calco-alcalino de edad cuaternaria, situado en la Sierra San Francisco, en el estado de Baja California Sur, México; es uno de los pocos volcanes históricamente activos localizados en el margen del rift del Golfo de California. Se localiza 200 km al Norte de una trinchera oceánica fósil, cuyo proceso de convergencia cesó hace aproximadamente 12.5-11 Ma, (Mammerix and Klitgord, 1982). Su actividad volcánica está probablemente relacionada con el Sistema de Fallas del Cuaternario, predominantemente extensionales; mientras que su naturaleza alcalina se debe a procesos de contaminación por corteza.

Los productos del volcán Tres Vírgenes que pueden ser peligrosos para las poblaciones que se encuentran a en los alrededores del complejo volcánico son: flujos piroclásticos, caída de ceniza, lahares, derrumbes y avalanchas, que afectan las rutas de transporte terrestre y aéreo. **Se considera que el área de estudio se encuentra libre de éstos peligros volcánicos, pues está ubicada a 245 km de la zona de afectación del volcán.** El pasado eruptivo del mismo indica que es probable que los depósitos de ceniza no alcancen distancias mayores a un radio de 25 km.

## **4.4 Fenómenos derivados de agentes de origen hidrometeorológico.**

### **4.4.1 Tormentas Extremas.**

#### **4.4.1.1 Ciclones y tormentas tropicales.**

En nuestro país la temporada de ciclones y tormentas tropicales inicia la segunda quincena de mayo y termina la primera quincena de octubre, mientras que el municipio de Hermosillo es afectado por perturbaciones de tipo tormentas tropicales a lo largo del verano.

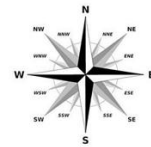
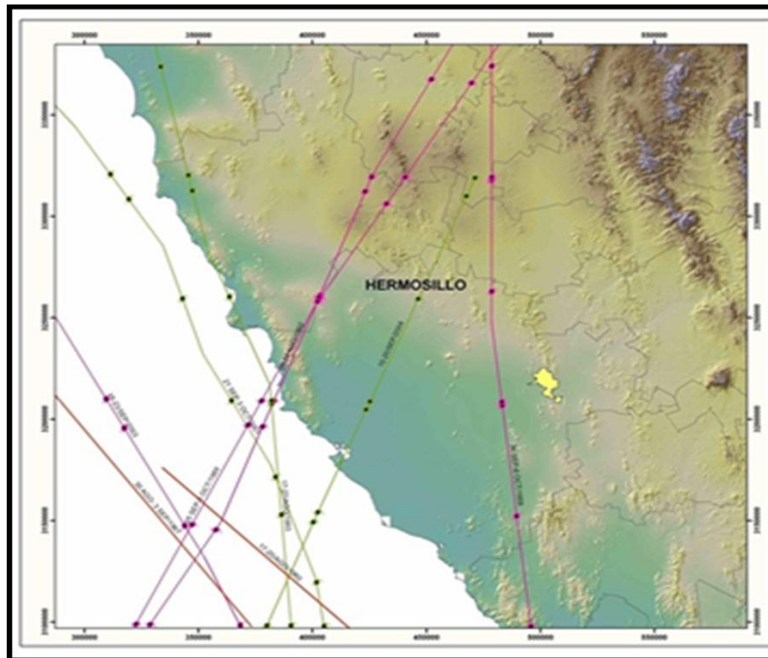
Se tienen registros de aproximadamente 27 tormentas tropicales que han tocado las costas de Sonora en el transcurso de 52 años de observación, las cuales ocurren en su mayoría a partir de la mitad de Septiembre. El plano de trayectorias históricas de tormentas tropicales (figura 4.10) muestra los recorridos de estos eventos en Sonora, mientras que la tabla 4.6 muestra la fecha, nombre y categoría de dichas tormentas.

Tabla 4.6 Tormentas Tropicales en Sonora (Unisys, 2010).

FECHA	TORMENTA TROPICAL	CATEGORÍA	FECHA	TORMENTA TROPICAL	CATEGORÍA
01-06/OCT/195	S/N	H1-DT	20 - 24/AGO/1992	LESTER	TT
30 SEP - 06 OCT/1958	S/N	H1-TT-DT	26 AGO/1993,	HILARY	TT DT
17-20/AGO/1960	DIANA	H1	12-15/SEP/1995	ISMAEL	TT
06-07/JUL/1964	NATALIE	DT	14 SEPT/1996,	FAUSTO	H1-TT
09-17/SEP/1966	HELGA	DT	25 SEPT/1997,	NORA	TT
26-29/SEP/1966	KIRSTEN	TT-DT	03 SEPT/1998,	ISIS	TT
30 AGO-02 SEP/1967	KATRINA	H1-TT	30 SEPT-02 OCT/2001,	JULIETTE	DT
06-14/OCT/1967	OLIVIA	H3-H3-H1	22 SEPT/2003,	MARTY	H1-TT-DT
17-21/AGO/1968	HYANCINTH	TT-DT	19 SEPT/2004,	JAVIER	DT
26 SEP-10 OCT/1968	PAULINE	TT	30 AGO - 6 SEP/2007,	HENRIETTE	H1-TT
30 SEP- 06 OCT/1972	JOANNE	TT	25 AGO/2008,	JULIO	TT-DT
25 SEP- 01 OCT/1976	LIZA	H1-H3	12 OCT/2008	NORBERT	H1
23 SEPT/1986	NEWTON	H1	29 AGO-4 SEPT 2009	JIMENA	H1
25 SEP- 5 OCT/1989	RAYMOND	TT			

No se tienen registros de huracanes que hallan tocado la ciudad de Hermosillo; pero La Secretaría de Gobernación emitió la declaratoria de emergencia por el huracán Norbert en octubre del 2008 en los municipios de Álamos, Municipio de Benito Juárez, Bácum, Cajeme, Empalme, Etchojoa, Guaymas, Huatabampo, Mazatán, La Colorada, Navojoa, Onavas, Quiriego, Rosario, San Ignacio Río Muerto, San Javier, Suaqui Grande y Yécora

## TRAYECTORIA HISTORICAS DE TORMENTAS TROPICALES



### SIMBOLOGIA

#### TRAYECTORIA DE TORMENTAS TROPICALES

— HURACANES

— DEPRESION TROPICAL

— TORMENTA TROPICAL



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología

**Obdulia Fernández Villegas**

Agosto 2011

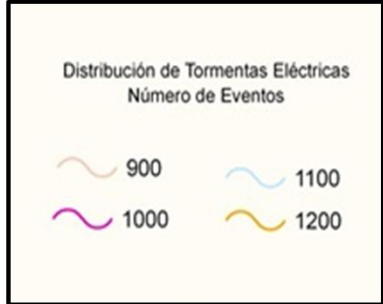
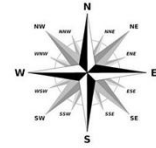
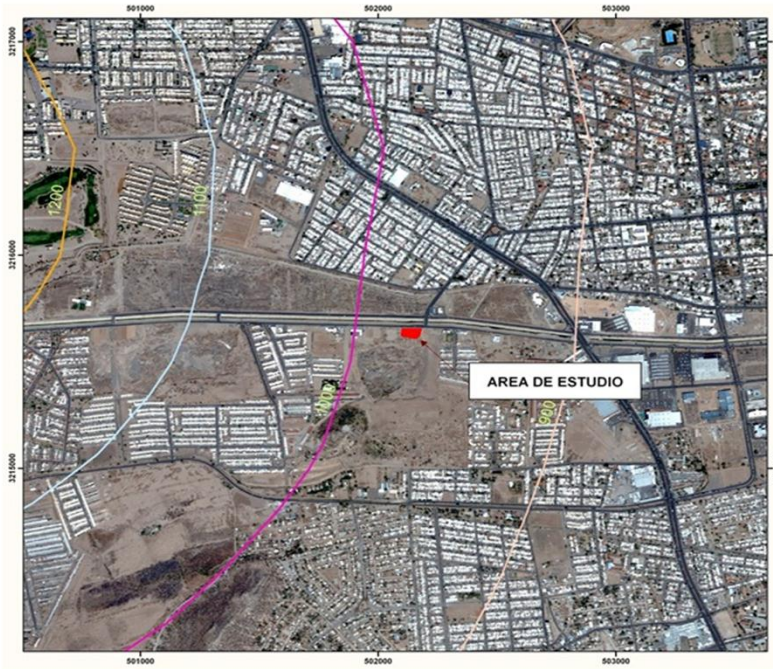


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.10 Plano de Trayectorias de Tormentas Tropicales



# MAPA DE TORMENTAS ELECTRICAS



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología  
**Obdulia Fernández Villegas**  
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.11 Plano de tormentas eléctricas



#### 4.4.2 Heladas.

Las heladas se caracterizan por la presencia de masas de aire polar con poco contenido de humedad y ocurren cuando la temperatura mínima en una cuenca hidrológica alcanza temperaturas menores o iguales a los 0 °C. (Tabla 4.8).

La presencia de heladas en el municipio de Hermosillo es escasa, abarcando los meses de diciembre a febrero, con una incidencia de 0 a 20 días por año.

Tabla 4.8 Promedio mensual de heladas en 37 años de observación, fuente CNA

MES	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
Heladas	0.86	0.22	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.7	1.9
Años con Datos	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37

#### 4.4.3 Inundaciones Pluviales y Fluviales.

Las inundaciones son una de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo y se asocian frecuentemente a las grandes lluvias, pero existen además otras clases de inundaciones generadas por la excesiva precipitación o por fallas mecánicas y/o humanas, así como combinaciones de las anteriores.

Las clases de inundación son:

- Exceso de precipitación
- Fusión de Nieve
- Rotura de Presas
- Actividades humanas

La ciudad presenta inundaciones por lluvias excesivas de tipo ciclónicas, otro riesgo puede presentarse por la ruptura de la cortina de la presa Abelardo L. Rodríguez.

Las lluvias excesivas se presentan durante los meses de julio a septiembre, asociada principalmente a un ciclón o tormenta tropical. Estas precipitaciones provocan algunas inundaciones sobre las calles o canales que transportan los flujos hacia el canal del Río Sonora. La calle o canal Z. Cubillas se ubica paralela al boulevard Serna, sus corrientes tienen un sentido casi Este-Oeste y se une al canal del Río Sonora.

Para que se presente una ruptura de la cortina de la presa se deben de considerar dos factores:

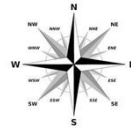
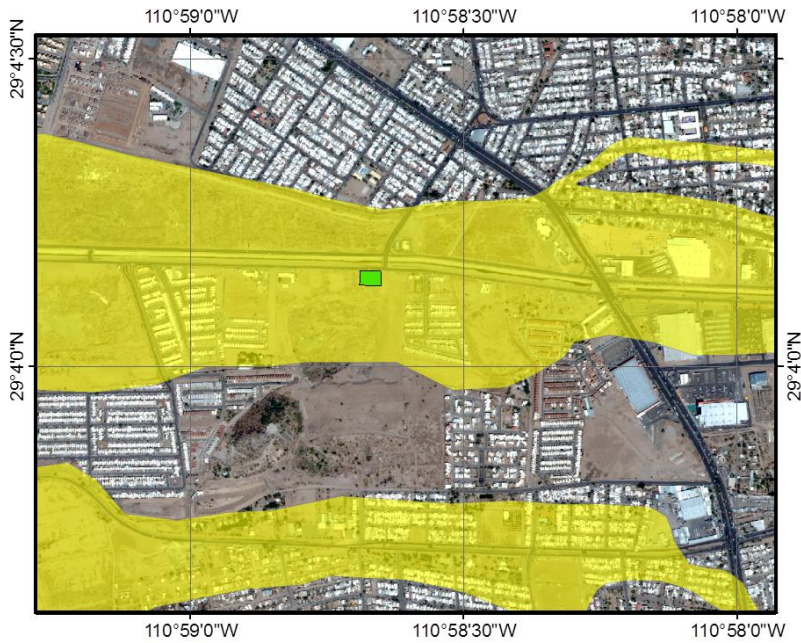
- 1) Capacidad arriba del 50%
- 2) Cortina presente un daño estructural importante.

En cualquiera de los casos anteriores es importante destacar que el daño en la infraestructura sería grave, dado que a lo largo del canal del Río Sonora se encuentran asentadas varias colonias de interés de bajo a medio-alto, además de los edificios públicos y privados de alto interés financiero.

Las inundaciones son una de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen a nivel mundial (Fuentes y Franco, 1997).

Las principales causas de las inundaciones son el exceso de precipitación y la falta de absorción del terreno; esto significa que no puede absorber o almacenar tal cantidad de agua, ya que, resbala por la superficie y sube el nivel de los arroyos. El plano de inundación muestra las zonas susceptibles a ser inundadas por los arroyos en el área de estudio.

# MAPA DE INUNDACIÓN



## LEYENDA

-  Peligro medio
-  Zona de inundación
-  Área de estudio



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología  
**Obdulia Fernández Villegas**  
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.12 Plano de inundación

#### **4.4.4 Hidrología superficial**

##### **4.4.4.1 Región hidrológica**

La ciudad de Hermosillo pertenece a la Región Hidrológica Sonora Sur RH09, que cuenta con una superficie de 17,472 km<sup>2</sup>, abarca la Cuenca del Río Sonora y la del Río Bacoachi; de acuerdo con INEGI y CONAGUA se encuentra dividida en las diez siguientes subcuencas:

- ✓ Subcuenca Río Sonora-Hermosillo (9Da)
- ✓ Subcuenca Río Sonora-Banámichi (9Db)
- ✓ Subcuenca Río Sonora-Arizpe (9Dc)
- ✓ Subcuenca Río Bacanuchi (9Dd)
- ✓ Subcuenca Río San Miguel (9De)
- ✓ Subcuenca Río Zanjón (9Df)
- ✓ Subcuenca Arroyo La Bandera (9Dg)
- ✓ Subcuenca Arroyo El Bajío (9Dh)
- ✓ Subcuenca Arroyo La Poza (9Di)
- ✓ Subcuenca Arroyo La Junta (9Dj)

Para la ciudad de Hermosillo se delimitaron 19 Microcuencas con base en las corrientes superficiales, localizándose el área de estudio en la Microcuenca Vado del Río. (Ver plano microcuencas 4.13 y tabla 4.9).

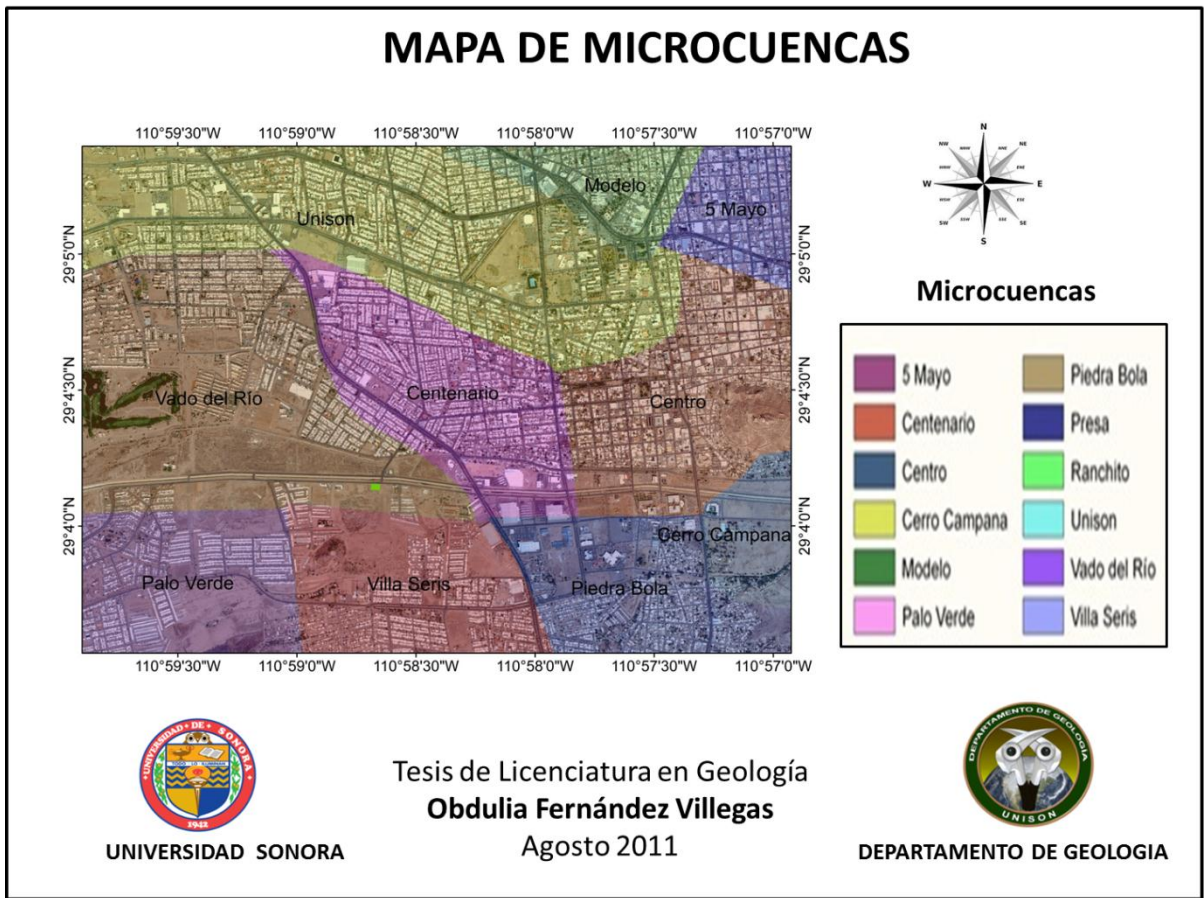


Figura 4.13 Mapa de Microcuencas Urbanas de la Ciudad de Hermosillo

Tabla 4.9 Microcuencas urbanas de la ciudad de Hermosillo

<b>Microcuenca urbana</b>	<b>Superficie (km2)</b>
Bachoco progreso	82.89
Aeropuerto	63.00
Bachoco	8.643
UNISON	8.92
Quiroga	2.748
La manga	2.782
Modelo	5.137
Gómez Farías	1.658
El ranchito	3.776
Cerro de la campana-san juan	7.266
5 de mayo	2.627
Centro	2.183
Centenario	1.815
Vado del río	12.928
Palo verde	72.123
Villa de Seris	28.665
Piedra bola	11.386
Presa Abelardo I. Rodríguez	50.096
Parque industrial	52.514

#### 4.4.4.2 Corrientes urbanas

La Ciudad de Hermosillo cuenta con una serie de canales conductores de aguas pluviales y por su cercanía con Autoservicio se prestará especial atención al canal del Río Sonora. El Río Sonora se encuentra como la corriente principal de la ciudad, atraviesa la misma en dirección Este-Oeste y en ésta convergen algunos tributarios, con sentido de Norte a Sur y viceversa, además del canal del Río Sonora, se muestran en el plano (2.4), las principales corrientes urbanas, entre las que destacan el canal principal, San Benito y Yucatán.

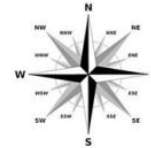
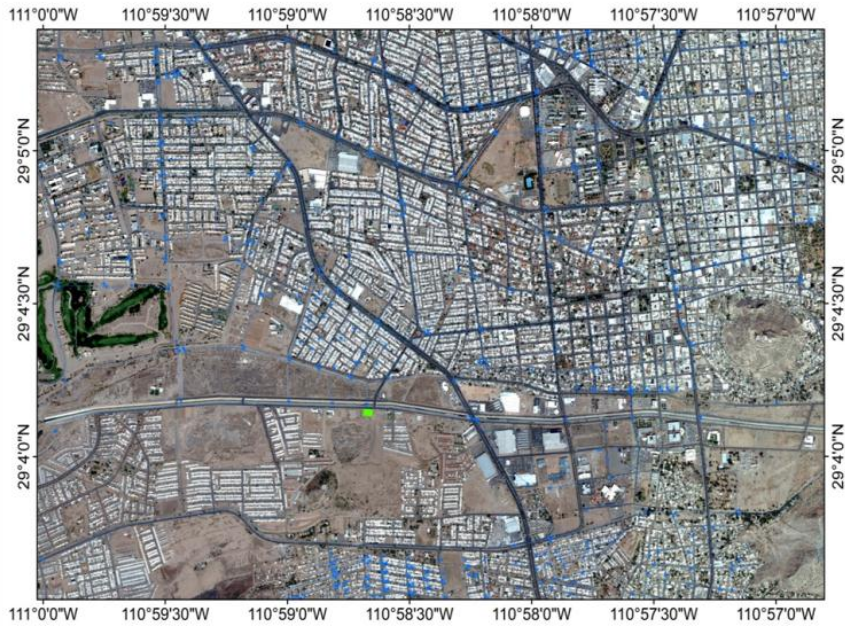
El canal Yucatán, cruza a cielo abierto en la parte posterior de los campos deportivos de la Universidad de Sonora y se encuentra embovedado en el tramo de la calle Sahuaripa hasta la calle Carlos Quintero Arce, bordea la prolongación

de esta calle en cauce natural sin revestir, y termina su recorrido en el vado del Río Sonora, al poniente de la Ciudad.

Otros canales son el San Antonio y el principal de Villa de Seris; este último funcionó para riego, cruza la Ciudad al sur del Río Sonora, se prolonga hacia el poniente sobre el Boulevard Paseo del Seri y posteriormente se dirige hacia los campos agrícolas al poniente, tramo donde actualmente se utiliza para riego con aguas residuales de la localidad.

Se ubican zonas de inundación hacia el Norte y noreste de la Presa Abelardo L. Rodríguez y en los márgenes del Río Sonora al Poniente de la localidad, que se presentarían en caso de avenidas extraordinarias, ver (figura 4.14).

# MAPA DE HIDROGRAFIA



**Dirección de corrientes**

→ Corrientes urbanas



UNIVERSIDAD SONORA

Tesis de Licenciatura en Geología  
**Obdulia Fernández Villegas**  
Agosto 2011



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Figura 4.14 Plano de corrientes urbanas



#### 4.4.4.3 Tránsito de Avenidas Máximas

Una vez establecidos los caudales máximos, se comparan con la capacidad máxima del canal del Río Sonora.

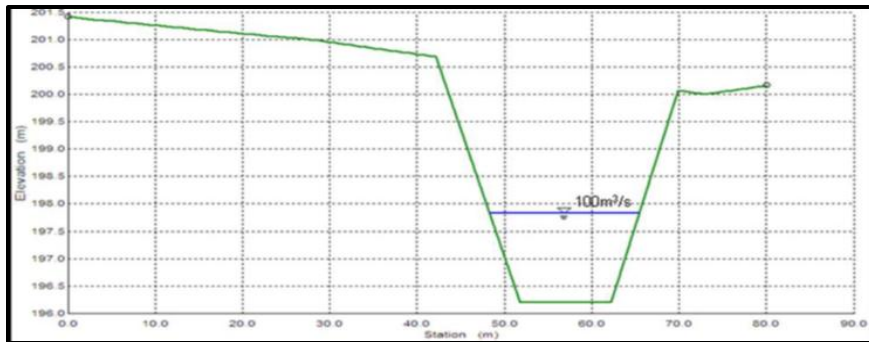
El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en el año 2004 realizó un estudio llamado “Estudio del análisis del escurrimiento en la parte baja del Río Sonora”. Realizaron 20 secciones transversales en puntos significativos del canal del Río Sonora, con el objetivo de interpretar la geometría real del canal. La sección en el punto más bajo se nombró estación 50, misma que tiene 50 m hacia aguas abajo y la sección en el punto más elevado es la 7950.75. A continuación se muestran las secciones consideradas en el canal, (Tabla 4.10).

Tabla 4.10 Secciones geométricas del canal de conducción

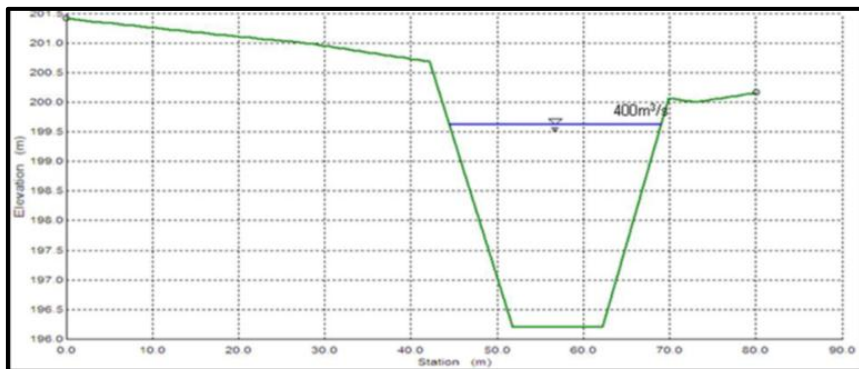
<b>GEOMETRÍA DE PROYECTO DE LAS SECCIONES CANAL RÍO SONORA</b>						
ID	Cadenamiento	Estación	Base	Prof.	Talud	Pendiente
1	8+025.75	50	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
2	7+975.75	100	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
3	7+925.75	150	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
4	7+875.75	200	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
5	7+673.73	402.02	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
6	7+638.34	437.41	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
7	6+646.61	1423.76	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
8	6+591.99	1429.14	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
9	5+512.75	2562.99	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
10	5+449.39	2626.35	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
11	4+948.10	3127.65	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
12	4+895.04	3180.71	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
13	4+438.57	3637.18	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
14	4+366.83	3708.92	10.5	4.5	1.75:1	0.002125
15	3+000.00	5075.75	10.5	4.5	1.75:1	0.002873
16	0+918.10	7157.65	10.5	4.5	1.75:1	0.002873
17	0+700.00	7375.75	10.5	6	1.75:1	0.002873
18	0+696.77	7378.98	10.5	6.32	1.75:1	0.002873
19	0+676.77	7398.98	15	6.36	1.25:1	0.00032
20	0+125.00	7950.75	15	7.51	1.25:1	0.00032

La ubicación de las secciones geométricas del canal de conducción del Río Sonora, realizadas por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, se exhibe en la figura 4.14

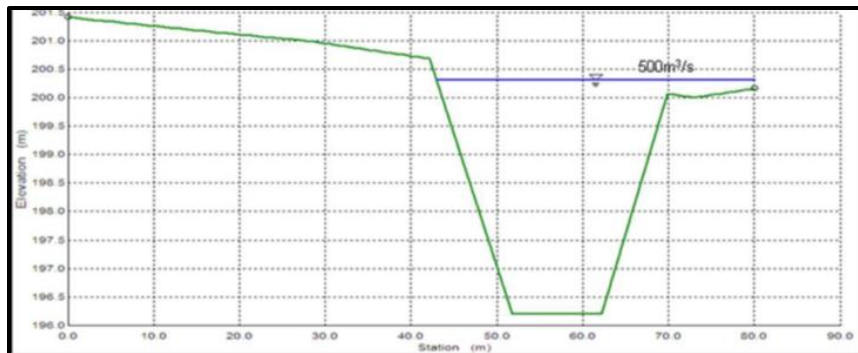
A continuación se presentan las gráficas (4.1, 4.2 y 4.3) de la sección transversal correspondiente al área de estudio, así como sus características hidráulicas indicando el nivel máximo de agua para diferentes gastos.



Gráfica 4.1 Sección Transversal del Canal del Vado del Río para un Gasto de 100m<sup>3</sup>/s.



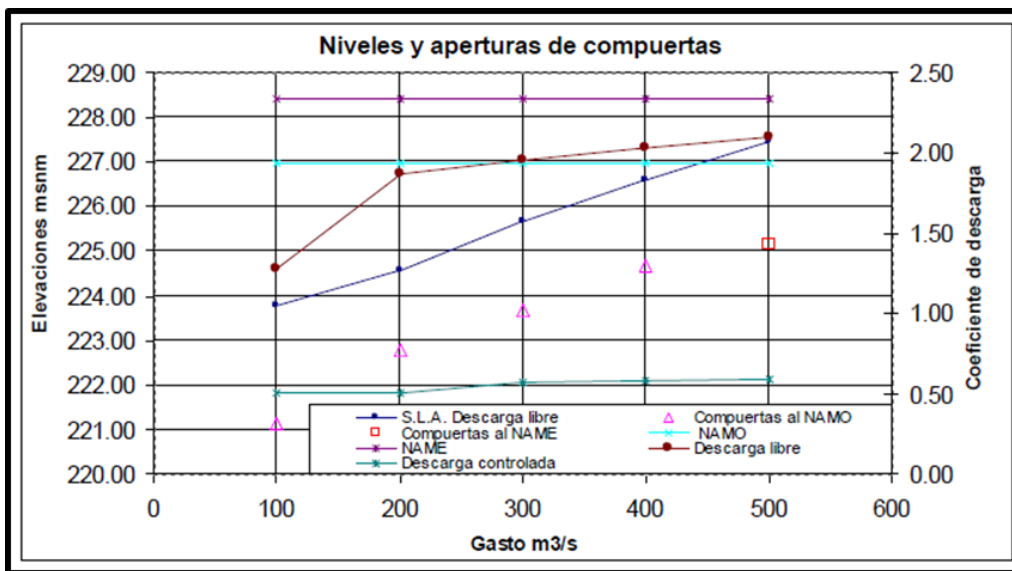
Gráfica 4.2 Sección Transversal del Canal del Vado del Río con un Gasto de 400m<sup>3</sup>/s



Gráfica 4.3 Sección Transversal del Canal del Vado del Río con un Gasto de 500m<sup>3</sup>/s

Como se observa en las secciones anteriores, el canal del Río Sonora está diseñado para soportar un flujo aproximado de 450 m<sup>3</sup>/s, cifra que no es superada por los caudales máximos de una tormenta con período de retorno de 100 años (225.1 m<sup>3</sup>/s).

Además del cálculo de avenidas máximas en la cuenca, se debe tomar en cuenta los efectos por desfogue de la presa Abelardo L. Rodríguez, mostrándose a continuación la gráfica 4.4 con los niveles y aperturas de la misma. La gráfica fue elaborada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en el año 2004 y muestra que las compuertas se abrirán si se reciben 500m<sup>3</sup>/s, cauce que supera los 100 años de período de retorno.

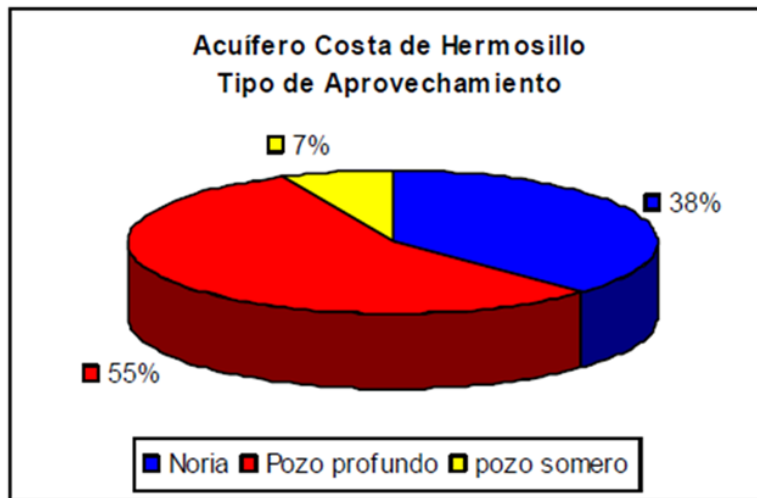


Gráfica 4.4 Niveles y Apertura de Compuertas, elaborada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en el año 2004.

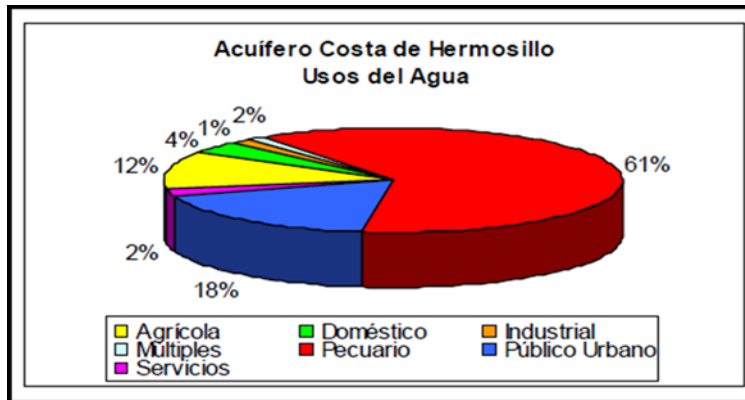
#### 4.4.5 Hidrología subterránea

Hidrología subterránea. Localización del recurso, profundidad y dirección; usos principales y calidad de agua.

El área de estudio se localiza sobre el acuífero de La Costa de Hermosillo, en el cual, según el REPDA, se encuentran registrados 455 aprovechamientos, de los cuales 171 corresponden a norias y 252 a pozos profundos; ver Gráfica 4.5. El agua se destina principalmente al uso pecuario con el 61%, seguido por el uso público-urbano con el 18%, el uso agrícola representa el 12%, para fines domésticos el 4% y el 5% es destinado para uso industrial, servicios y uso múltiple; ver Gráfica 4.6. Respecto a la calidad de agua reportada en la cartografía de SPP-INEGI (1981), su rango varía de dulce a tolerable.



Grafica 4.5 tipo de Aprovechamientos del Acuífero Costa de Hermosillo según REPDA



Grafica 4.6 Uso de aprovechamiento de la costa de Hermosillo según REPDA

Como se observa en la figura 4.15, el flujo subterráneo del acuífero Costa de Hermosillo tiene una dirección noreste-suroeste, no existen pozos cercanos al área de estudio (radio de 500 metros), y se cuenta con un nivel estático aproximado de 100-140 metros. Además, la tabla 4.11 muestra el comportamiento del nivel estático en el acuífero, a lo largo de 53 años de estudio, exhibiendo un descenso de 46.32 metros en el nivel estático medio

Figura 4.15 Elevación del Nivel Estático, Pozos y Dirección de Flujo para el Acuífero de la Costa de Hermosillo.

(Tomado de "Diseño de Red de Monitoreo Piezométrico y Atlas de Agua Subterránea en el Estado de Sonora", Universidad de Sonora CONAGUA, 2006).

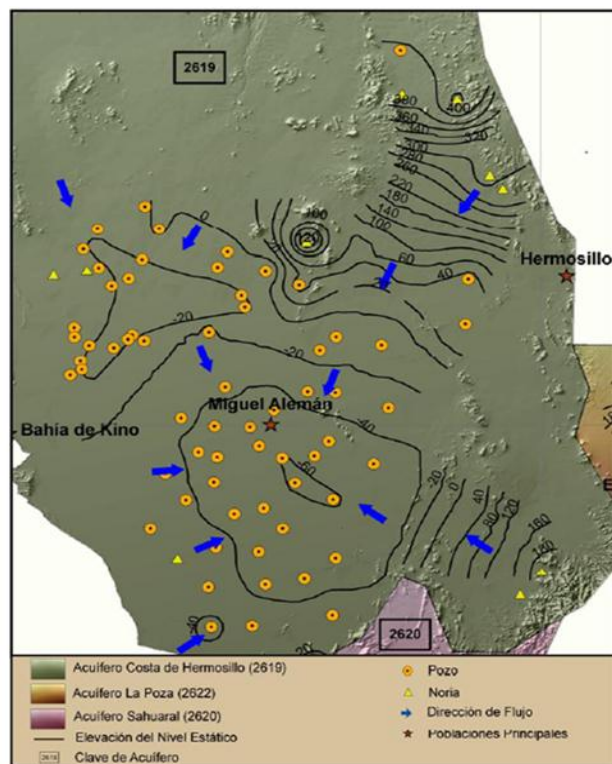


Tabla 4.11 Elevación Media del Nivel Estático para la Costa de Hermosillo (CNA, 2002).

Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)	Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)	Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)	Año	Extracción (mm3)	Elevación media N.E. (m)
1945	17.50	10.91	1959	804.60	-1.64	1973	861.00	-16.79	1987	610.40	-29.28
1946	41.00		1960	<b>988.60</b>	-1.30	1974	845.50	-18.22	1988	552.30	-30.09
1947	87.80		1961	969.90	-3.48	1975	774.30	-18.96	1989	473.10	-30.78
1948	152.10		1962	882.10	-3.88	1976	810.00	-20.06	1990	448.70	-31.14
1949	227.00		1963	915.80	-5.53	1977	825.70	-21.39	1991	422.30	-31.64
1950	301.90	8.05	1964	1136.8	-7.48	1978	783.60	-22.51	1992	346.70	-32.08
1951	386.90		1965	1015.0	-8.68	1979	758.50	-23.28	1993	388.50	-31.49
1952	463.90		1966	910.00	-9.38	1980	784.90	-24.20	1994	431.20	-32.34
1953	531.80		1967	902.80	-10.27	1981	785.50	-25.20	1995	395.30	-32.50
1954		5.83	1968	771.00	-11.01	1982	760.00	-25.96	1996	471.20	-34.80
1955	757.70	3.80	1969	876.50	-12.01	1983	638.70	-26.49	1997	459.80	-34.87
1956	759.00	1.95	1970	939.70	-13.35	1984	588.30	-27.15	1998	393.70	-35.41
1957	801.00	0.54	1971	955.90	-14.62	1985	594.10	-27.82			
1958	807.00	-0.25	1972	855.70	-15.73	1986	616.00	-28.50			

## **4.5. Fenómenos derivados de agentes destructivos químico-tecnológicos**

### **4.5.1 Localización de los materiales y residuos peligrosos.**

Durante la etapa de construcción de las instalaciones para el Autoservicio ROSALES y Tienda de Conveniencia se utilizarán combustibles (gasolina y diesel) para los vehículos de trabajo. Los combustibles que se utilizarán durante esta etapa se surtirán en estaciones de servicio de la ciudad, mismos que se cargaran cada vez que sea necesario. En esta etapa las medidas de seguridad serán los requeridos en este tipo de procesos, tales como; casco, lentes, mascarillas contra polvo, entre otros.

En la etapa de operación los materiales y residuos peligrosos se localizarán en el área de tanques, en la que se muestran tanto los cuartos de sucios donde serán depositados los residuos del Autoservicio Rosales y la Tienda de Conveniencia, así como los dos tanques subterráneos, uno de 80,000 litros, el cual será de gasolina magna y 50,000 para gasolina premium. Los tanques tendrán una profundidad de 1.25 m desde la parte superior del tanque al nivel del piso terminado. Los tanques serán de doble pared y cumplirán con las especificaciones técnicas de Pemex.

En base a la normatividad **Manual de operación de la Franquicia PEMEX Capítulo 7**, los residuos generados en el Autoservicio ROSALES se clasificaran como residuos peligrosos y no peligrosos, por la naturaleza de los mismos se dispondrá de zonas de almacenamiento perfectamente identificadas.

**Residuos peligrosos.** Son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o biológicas infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. En la Estación de Servicio se pueden producir los residuos peligrosos que se indican a continuación: Estopas, papeles y telas impregnadas de aceite o combustible, envases de lubricantes, aditivos o líquidos para frenos, arena o aserrín utilizado para contener o limpiar derrames de combustibles, residuos de

las áreas de lavado y trampas de grasa y combustibles, lodos extraídos de los tanques de almacenamiento.

**Residuos no peligrosos.** Son todos aquellos no incluidos en la definición anterior y pueden ser retirados por el servicio de limpieza.

Durante la operación del Autoservicio se considera que aproximadamente se generaran los residuos descritos en la tabla 4.12.

Tabla 4.12 Residuos de la etapa de operación

Residuo	Cantidad generada	Tipo de almacenamiento	Clasificación de residuo	Disposición final
Orgánicos	40 Kilos/Mes	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Plásticos	20 Kilos/Mes	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Otros	20 Kilos/Mes	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal

Los residuos serán recolectados temporalmente en contenedores de 2,000lt (aprox. de 204x95x142cm), los cuales se cerrarán herméticamente e identificarán con un letrero que alerte y señale su contenido. La recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final serán realizados por Urbaser, que es una empresa especializada en la recolección de desechos en la ciudad de Hermosillo. Los contenedores serán transportados al relleno sanitario ubicado en la carretera camino a la Mina NYCO, claro con la previa autorización del Municipio.

#### 4.5.2. Descripción de la maquinaria y equipo

##### 4.5.2.1 Descripción de la maquinaria y equipo

En general la ubicación de las zonas, mismas que se han dividido, en: área de servicio (donde llegarán los automóviles a llenar la gasolina), oficinas, tienda de conveniencia y área de tanques (almacenamiento de la gasolina); en las Tablas 4.13 se describirá el equipo a utilizar en la tienda y en el área de la estación de servicio.



Tabla 4.13 Descripción de maquinaria y equipo Autoservicio Rosales.

Concepto	Cantidad	Capacidad	Tiempo Estimado de Uso	Vida Útil
Dispensarios	3		24hrs/día	15 años
Compresor de Aire Hidroneumático	1	20 Gals	24hrs/día	10 años
Cisterna	1	10,000 lt	24hrs/día	15 años
Computadora	3		16hrs/día	5 años
Equipo de Aire Acondicionado	2		16hrs/día	5 años
Equipo de control volumétrico	1	1 ton	24hrs/día	
Extintor Tipo ABC, sin gabinete	7		24hrs/día	4 años
Alarma MASTER GUARD	1	9Kg	24hrs/día	
Cámara de Seguridad	6		24hrs/día	
Tanque de Almacenamiento	1	80000 lt	24hrs/día	20 años
Tanque de Almacenamiento	1	50000 lt	24hrs/día	20 años

#### 4.5.3 Identificación de los riesgos con base en los DTI's

DTI's.- es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías y accesorios que conforman una sección de una planta (batería de separación, de compresión, rebombeo, centro operativo, centro de proceso, etc.

Con base en los DTI's (diagrama de tubería e instrumentación) de la ingeniería de detalle, se identificaron los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte.

En base a las actividades que se realizarán en las distintas áreas del proyecto se obtuvo la siguiente tabla (4.14)

Tabla 4.14 Riesgos en las distintas zonas de Autoservicio Rosales.

Áreas	Riesgo identificado
Oficinas	Incendio Exposición-Intoxicación Accidentes vehiculares Corto Circuito
Tienda de Conveniencia	Incendio Accidentes vehiculares Corto Circuito
Tanques	Corto Circuito Tanques Incendio Explosión Fugas Derrames Ruptura de válvulas
Área de Servicio	Incendio Explosión Fugas Derrames Ruptura de válvulas Exposición-Intoxicación Accidentes vehiculares Corto Circuito

#### 4.5.4 Delimitación de zona de influencia de posibles eventos Químico Tecnológico.

##### 4.5.4.1 Origen de los posibles riesgos derivados por este tipo de agentes:

##### Incendios-Explosiones

**Incendio.** Un incendio es fuego no controlado que se presenta súbita, gradual o instantáneamente, seguido de daños materiales que pueden interrumpir procesos, ocasionar lesiones o pérdida de vidas, así como deterioro ambiental. Las causas más frecuentes de los incendios industriales son generalmente sobrecargas, falta de mantenimiento en circuitos eléctricos, cortos en instalaciones defectuosas, uso inadecuado de equipo, negligencia o desconocimiento en el

manejo de sustancias peligrosas o inflamables, falta de uso de equipo de seguridad, además de falta de aplicación de normas de seguridad.

Las instalaciones eléctricas de tanto de las oficinas como as áreas de servicio y de tanques del Autoservicio Rosales deberán estar debidamente supervisadas durante su construcción, así mismo se debieron haber utilizado materiales de buena calidad, donde solo personal capacitado tenga acceso al uso y mantenimiento de dichas instalaciones. Aunado a esto deberán ser a prueba de explosión, con el objetivo de disminuir la probabilidad de ocurrencia de una catástrofe. De igual manera los extintores deberán estar ubicados estratégicamente y el personal deberá contar con los conocimientos básicos para saber utilizarlos.

Fugas o derrames. Las fugas de sustancias tóxicas, desde contenedores o tuberías, así como los derrames ocurridos durante la manipulación de productos, pueden ocasionar contaminantes importantes del suelo, aguas superficiales y subterráneas. Aunque las fugas o derrames sean pequeños, tienen el mismo efecto nocivo. En caso de que ocurra un derrame, se deben de contar con elementos básicos para evitar la propagación de un derrame, así como su infiltración al subsuelo.

El escurrimiento se puede detener con canaletas o barreras de contención alrededor, para luego recogerlo con algún material absorbente.

Autoservicio Rosales cuenta con sistema de detección de fugas con el propósito de mitigar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte.

**Intoxicaciones y envenenamientos.** El estado de intoxicación se define como el conjunto de manifestaciones patológicas creadas por la penetración en el organismo de una sustancia extraña no viva, cualquiera que sea su origen.

Los agentes tóxicos en términos generales provienen de los medicamentos, de las sustancias de uso doméstico, industrial y de los alimentos, además se encuentran tóxicos en la tierra, agua y aire, aumentando día a día el número de dichas sustancias tóxicas de uso doméstico e industrial en los hogares. Para prevenir las intoxicaciones y envenenamientos se contará con equipo de primeros auxilios, así como capacitación para empleados.

**Ruptura de válvulas.** La ruptura de válvulas se puede producir por fallas técnicas e imprudencias de personal, podrían ocurrir en áreas de almacenamiento y de servicio (dispensadores), por lo que todas las actividades de mantenimiento se realizarán con base en los manuales de mantenimiento recomendados por PEMEX.

**Accidentes terrestres.** Los accidentes terrestres que podrían ocurrir en las instalaciones de Autoservicio Rosales, se deben principalmente a fallas mecánicas, fallas humanas, imprudencia de trabajadores y público en general, falta de señalización adecuada. Las áreas expuestas abarcan islas dispensadoras, tanques de almacenamiento y estacionamiento; por lo que será necesario capacitar al personal, contar con señalización adecuada, iluminación suficiente y protección en extremos de islas.

#### **4.5.4.2 Jerarquizar los posibles riesgos derivados por este tipo de agentes.**

Para la identificación y jerarquización de riesgos se utilizó la siguiente metodología:

##### **1. Identificación de riesgos:**

La identificación de riesgos químico tecnológicos se estableció con base en la clasificación designada por el Sistema Nacional de Protección Civil, que integra a las calamidades generadas por la acción violenta de diferentes sustancias

producto de su interacción molecular o nuclear. Además se tomarán en cuenta los accidentes vehiculares, pues podrían desencadenar eventos químicos.

## 2. Determinación de receptor:

Tabla 4.15 Receptores de Riesgo.

Tipo de Riesgo	Receptor
Explosión o incendio	Estación de servicio y alrededores; clientes y personal
Fugas	Estación de servicio y alrededores
Derrames	Estación de servicio y alrededores
Ruptura de válvulas	Estación de servicio
Intoxicaciones o envenenamientos	Personal en general y pobladores
Contactos Eléctricos	Personal en general
Accidentes Terrestres	Vehículos del contratista y particulares

## 3. Estimación de dimensión de riesgos

El cálculo de la dimensión del riesgo se deriva del producto de la probabilidad (P) por la exposición (E) por la consecuencia (C); de cada uno de los riesgos identificados, la misma que se expresa en la siguiente ecuación que corresponde al modelo de Kaplan-Garrik, modificado por PEMEX:

$$DR = P \times E \times C$$

DR= Dimensión de Riesgo

P=Probabilidad

C=Consecuencia

La probabilidad describe la posibilidad de que un evento no deseado se presente durante un período de tiempo, no posee unidades y sus valores se muestran a continuación:

Tabla 4.16 Probabilidad de Riesgo.

Probabilidad	Características	Valor cuantitativo
Prácticamente no ocurre	El riesgo es mínimo, las condiciones de trabajo impiden que el riesgo se manifieste.	0,1
Puede ocurrir	El riesgo es poco probable pero puede manifestarse.	3,0
Ocurre frecuentemente	El riesgo se manifiesta con frecuencia.	6,0
Inminente	El riesgo se manifiesta a pesar de las medidas preventivas que se toman.	10,0

La exposición (E) es el proceso mediante el cual un organismo entra en contacto con un peligro; la exposición o acceso es lo que cubre la brecha entre el peligro y el riesgo, y sus valores se muestran a continuación:

Tabla 4.17 Exposición de Riesgo.

Tipo de Exposición	Características de la exposición	Valor cuantitativo
Mínima	La exposición al riesgo es mínima, el riesgo no se manifiesta fácilmente.	0,1
Rara	La exposición es rara, el riesgo se manifiesta con dificultad.	1,0
Ocasional	La exposición es ocasional de acuerdo a las características de la actividad desarrollada.	3,0
Continua	La exposición al riesgo es continua, y se manifiesta fácilmente.	10,0

Las consecuencias (C), representan otro factor importante para evaluar la dimensión del riesgo, se refiere al grado de efecto sobre el receptor al manifestarse el riesgo. En la tabla III.3.14 se presentan valores cuantitativos de consecuencias:

Tabla 4.18 Consecuencias de Riesgo.

Tipo de consecuencias	Características de consecuencias	Valor cuantitativo
Leve	La consecuencia es baja, daños personales y materiales leves.	1,0
Grave	La consecuencia es moderada, daños personales y materiales altos, pérdidas económicas moderadas.	7,0
Desastrosa	La consecuencia es alta, daños personales y materiales severos.	40
Trágica	La consecuencia es muy alta, pérdida de vidas humanas y daños materiales irreversibles	100

Una vez determinados los valores cuantitativos de cada factor se procede a estimar la dimensión del riesgo en base a los valores establecidos para cada tipo de riesgo identificado.

El valor cuantitativo que se obtuvo del cálculo de la dimensión del riesgo en base a los valores asignados para la probabilidad, exposición y consecuencia de cada riesgo identificado determinan las prioridades de atención para evitar que dichos riesgos se manifiesten durante la fase de ejecución y operación del proyecto. La tabla III.3.15 presenta valores de dimensión de riesgo y su interpretación que permita establecer prioridades de acción.

Tabla 4.19 Dimensión de Riesgo.

<b>Dimensión del Riesgo</b>	<b>Características de consecuencias</b>
Mayor de 400	El riesgo es muy alto, medidas de seguridad estrictas.
200 a 400	El riesgo es alto. Se debe aplicar medidas de seguridad adecuadas
70 a 199	El riesgo es moderado. Se deben aplicar medidas de seguridad
20 a 69	El riesgo es posible y reclama atención
Menor de 20	El riesgo es aceptable en el estado actual

En la tabla 4.20 se muestra la jerarquización de riesgos derivados de agentes químicos, que se obtuvo como resultado del paso de la metodología antes mencionada.

Tabla 4.20 Jerarquización de Riesgos

<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Exposición</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Dimensión de Riesgo</b>	<b>Categoría</b>
Incendios	3	1	40	120	<b>Moderado</b>
Explosión	3	1	100	300	<b>Alto</b>
Fugas	3	1	7	21	<b>Bajo</b>
Derrames	6	3	7	126	<b>Moderado</b>
Intoxicaciones o envenenamientos	3	1	1	3	<b>Muy Bajo</b>
Ruptura de válvulas	3	3	7	63	<b>Bajo</b>

## **4.6 Fenómenos derivados de agentes destructivos de origen sanitario-ecológico**

### **4.6.1 Identificación cualitativa y cuantitativa de las descargas de contaminantes a los diferentes elementos naturales de la zona de influencia del área de estudio**

En el predio se descargarán residuos sólidos y aguas residuales, siendo basura de oficina y doméstica generada por el personal de trabajo y clientes; estas aguas residuales se descargarán al sistema de drenaje municipal.

La basura generada por el suministro de gasolina, tal es el caso de estopas, envases de lubricantes y equipo de limpieza será depositada en contenedores cerrados y resguardados en el área de sucios hasta el momento de su disposición final. La recolección, transporte, almacenamiento temporal y depositación final en el relleno sanitario ubicado en la carretera a la Mina NYCO, está a cargo de la empresa especializada Urbaser.

Se debe tomar en cuenta que otro punto importante son las emisiones de los hidrocarburos por los escapes de los automóviles que llegan al sitio al recibir el servicio. Por otro lado, cuando existan residuos generados por el derrame de combustible al momento de llenado de tanques o automóviles en los dispensarios, los pisos serán lavados con agua y las sustancias serán recolectadas en el interior del drenaje de la Estación mediante filtros especiales; dispuestos por PEMEX para evitar que se descarguen al drenaje hermosillense.

La operación de llevar un residuo del punto de generación hasta su destino final, involucra generalmente colecta, transporte y almacenamiento dentro de la propia industria, así como colecta y transporte hasta el local de tratamiento o disposición ver tabla 4.21.

Tabla 4.21 Residuos de la etapa de operación

<b>Residuo</b>	<b>Cantidad generada</b>	<b>Punto de generación</b>	<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Clasificación de residuo</b>	<b>Disposición final</b>
Orgánicos	40 Kilos/Mes	Inmueble	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Plásticos	20 Kilos/Mes	Inmueble	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal
Otros	20 Kilos/Mes	Inmueble	Contenedor	Urbano	Relleno Municipal



#### **4.6.2 Niveles de concentración basales**

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, en el predio se pretende dar atención al público en general. Consistirá en una estación de servicio de gasolina, con tienda de conveniencia y locales comerciales; por lo tanto, la basura que se generará es de tipo doméstica y de oficina.

La distribución de metales pesados en el aire para Hermosillo depende del área en que nos encontremos, de la topografía y la localización de las fuentes de emisión. De acuerdo con estudios realizados en diferentes muestras de polvo distribuidas en la Ciudad, se ha determinado que el sur contiene mayores concentraciones de metales pesados que la porción centro-norte (Meza et al. 2006).

Se han encontrado concentraciones elevadas de Zn (2012 mg/kg), Pb (101.88 mg/kg), Cr (38.13 mg/kg) y Cd (28.38 mg/kg) cerca de las áreas industriales y se encuentran relacionadas con fuentes de tráfico. También tenemos concentraciones de Fe, Co, y Ba proveniente de recursos minerales en su mayoría. El V y Ni se encuentran altamente correlacionados y posiblemente relacionados con procesos de combustión de gasolina, mientras que el Ba y Co provienen principalmente de la corteza.