



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO BUENOS AIRES, DURANGO (2010)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓLOGO

PRESENTA

ISRAEL GALICIA MARTÍNEZ

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARIAS PAZ

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE DE 2012



Agradecimientos

Agradezco a mis padres, María Esther Martínez Rivera y Pablo Galicia Mora, por haberme inculcado el sentido de la responsabilidad, y por seguir de cerca mis pasos. Estando en los momentos más difíciles, sobre todo a mi madre, que me enseñó a ser independiente y a ser una persona de bien. A ellos les estimo profundamente y les dedico este y todos mis triunfos.

A todos mis hermanos (Rosario, Angélica, Guillermo, Marisol, Pablo), que de manera directa o indirecta, me ayudaron a seguir adelante, con un consejo, económicamente en momentos difíciles y sobre todo con su compañía.

A todos los compañeros y amigos, que conocí en la carrera, desde que entré a mi querida y heroica Facultad, mismos que me ayudaron a conseguir mis objetivos, y claro yo a los de ellos. A muchos ya no los he visto, pero hay algunos que quisiera volver a ver, espero así sea.

A todos los amigos y compañeros que me apoyaron en mis trabajos (grandes momentos los que vivimos durante casi 10 años), mientras “sacaba la carrera”. Ellos y en especial a dos jefes (Ing. Luis Manuel Zaragoza y el Ing. René Quezadas; de Sigsa), que me capacitaron con paciencia para realizar mi trabajo, y también me ayudaron a terminar mi carrera, dándome los tiempos necesarios, e ¡interminables permisos!, para cumplir en la escuela también. Siempre los recordaré con estima.

A mi director de tesis el Ing. Alberto Arias Paz, por su comprensión, por su paciencia, y sobre todo por ser un verdadero “facilitador”, que entiende cómo es la problemática de los alumnos, y quiere que su estadía en esta facultad sea de verdaderos colegas.

A los compañeros y amigos de la Conagua en oficinas centrales (Angélica Molina Maldonado, Gabriel Salinas Calleros, Victor Manuel Castañón Arcos, Araceli González López, Mario I. Herrera Torres, Félix Axayácatl Rodríguez Rodríguez, Alejandro Diaz Ponce y María Mireya Figueroa de Jesus), así como los compañeros de la Dirección Local de Durango (Ana Laura Villa Cato, Julio Sánchez Hernández y Luis Alonso Parra Azcona) por su hospitalidad y atenciones. Y otros más, que saben que los aprecio mucho, y que sin duda me han ayudado a tener el buen juicio y experiencia, para terminar este trabajo, y para estar hombro a hombro contribuyendo a un mejor México a través del servicio público, en estos dos últimos años, y los que faltan...

A mis sinodales Ing. Alberto Arias Paz, Ing. Gabriel Salinas Calleros, Ing. Héctor Luis Macias Gonzalez, Ing. Martín Carlos Vidal Garcia, y al Dr. José Antonio Hernández Espriú; por su dedicación y por su labor de facilitar todos los detalles referentes a mi carrera y a mi titulación, además de sus comentarios acertados y oportunos.

También agradezco a todos los maestros que compartieron y me dedicaron su tiempo, que me dejaron enseñanzas y sobre todo que creyeron en mí; para concluir esta carrera de la cual me siento orgulloso y afortunado. En mi querida Universidad, en la cual habita mi heroica Facultad de Ingeniería.

Por último, y no por eso menos importantes, agradezco el apoyo a mi querida amiga Bertha Miguel, y a Xicotencalt López Andrade, que me han apoyado en las buenas y en las malas, y son ejemplos de pasión por la vida y de lucha a pesar de las adversidades.

Pensamientos que han conducido mi actuar en la vida:

"Todos somos muy ignorantes. Lo que ocurre es que no todos ignoramos las mismas cosas."

Albert Einstein (1879-1955)

"Las voluntades débiles se traducen en discursos; las fuertes, en actos."

Gustave Le Bon (1841-1931), psicólogo social y escritor francés

"La falta de dinero no es un obstáculo. La falta de ideas es un obstáculo."

Ken Hakuta (1950), presentador de TV estadounidense

"Aquel que todo lo aplaza no dejará nada concluido ni bien hecho."

Demócrites, filósofo griego

"Si sigues pensando en qué quieres hacer o qué quieres que pase, ni lo harás, ni pasará."

Erasmus de Rotterdam (1466-1536), erudito y escritor holandés

"Sin duda no hay progreso."

Charles Darwin (1809-1882), científico británico

"La disciplina es la parte más importante del éxito."

Truman Capote (1924-1984), escritor estadounidense

"Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo."

Mahatma Gandhi (1869-1948), líder político y espiritual de India

"Voy despacio, pero jamás desandando lo andado."

Abraham Lincoln (1809-1865), político estadounidense

"Dejamos de temer aquello que se ha aprendido a entender."

Marie Curie (1867-1934), física francesa

"La vida es lo que ocurre mientras estamos ocupados haciendo planes."

John Lennon (1940-1980), cantante y compositor británico

"Es preciso saber lo que se quiere; después hay que tener el valor de decirlo, y cuando se dice, es menester tener el coraje de realizarlo."

Georges Benjamin Clemenceau (1841-1929), periodista y estadista francés

"Los hombres tardan más en reconocer las bendiciones que las desgracias."

Titus Livius (59 A.C.-17 D.C.), autor e historiador romano

"A veces las crisis ayudan a escribir mejor literatura."

Carlos Fuentes Macías (1928-2012), escritor panameño

"Nunca rompas el silencio si no es para mejorarlo."

Ludwig van Beethoven (1770-1827), músico y compositor alemán

"El fracaso es una gran oportunidad para empezar otra vez con más inteligencia."

Henry Ford (1863-1947), industrial estadounidense

"Si caes siete veces, levántate ocho."

Proverbio chino

"He fallado una y otra vez en mi vida, por eso he conseguido el éxito."

Michael Jordan (1963), deportista estadounidense

"Un hombre que no se alimenta de sus sueños envejece pronto."

William Shakespeare (1564-1616), poeta y dramaturgo británico

"Inspiración y genio son casi la misma cosa."

Víctor Hugo (1802-1885), novelista francés

"Si puedes soñarlo, puedes hacerlo."

Walter Disney (1901-1966), dibujante y productor estadounidense

"La innovación es lo que distingue a un líder de los demás."

Steve Jobs (1955), informático estadounidense

"Nunca se da tanto como cuando se dan esperanzas."

Anatole France (1844-1924), escritor francés

En la vida hay algo peor que el fracaso: el no haber intentado nada."

Franklin Delano Roosevelt (1882-1945), trigésimo segundo presidente de los Estados Unidos

"La inspiración existe, pero tiene que encontrarte trabajando."

Pablo Ruiz Picasso (1881-1973), artista español

"No hay secretos para el éxito. Se alcanza preparándose, trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso."

Colin Powell (1937), militar y político estadounidense

"Sí, hay dos caminos por los que puedes ir, pero en el largo siempre hay tiempo de cambiar de carretera."

Robert Plant (1948), cantante británico, Led Zeppelin

"Cuida tu ambición. Puede volar pero también arrastrarse."

Edmund Burke (1729-1797), estadista y filósofo político británico

"Únicamente la obediencia tiene derecho al mando."

Ralph Waldo Emerson (1803-1882), poeta y pensador estadounidense

"Sólo hay una guerra que puede permitirse el ser humano: la guerra contra su extinción."

Isaac Asimov (1920-1992), escritor y bioquímico estadounidense

"El conocimiento nos hace responsables."

Ernesto "Ché" Guevara (1928-1967), revolucionario y líder político argentino

"En algún sitio algo increíble espera ser descubierto."

Carl Sagan (1934-1996), astrónomo estadounidense

"La libertad es el derecho a vivir como queramos."

Epictetus (55-135), filósofo griego

"El sabio puede cambiar de opinión. El necio, nunca."

Immanuel Kant (1724-1804), filósofo alemán

"Al fin y al cabo no eres más que otro ladrillo en el muro."

George Waters (1943), músico británico, miembro de Pink Floyd

"La unidad es la variedad, y la variedad en la unidad es la ley suprema del Universo."

Isaac Newton (1643-1727), matemático inglés

"Generalizar siempre es equivocarse."

Hermann A. Von Keyserling (1880-1946), filósofo y científico alemán

"Pídeles consejos a los viejos y a los jóvenes, pero sigue tu propio sentido común."

Proverbio árabe

"Todo hombre será justo y honrado si mide sus derechos con la regla de sus deberes."

Proverbio chino

"No sé cuál es la clave del éxito, pero la clave del fracaso es intentar agradar a todo el mundo."

Willian Henry "Bill" Cosby Jr. (1937), actor, cómico y productor de TV estadounidense

"El poder no corrompe, el poder desenmascara."

Rubén Blades (1948), intérprete y compositor panameño

"El sentido común es el instinto de la verdad."

Max Jacob (1876-1944), escritor, poeta, dramaturgo y pintor francés

Un líder debe ceder para subir."

John C. Maxwell (1947), escritor estadounidense experto en liderazgo

"Comienza a manifestarse la madurez cuando sentimos que nuestra preocupación es mayor por los demás que por nosotros mismos."

Albert Einstein (1879-1955)

"¡Si no puedes arreglar las cosas, no te quejes!"

Lino Jardines Ortega

"¡No te preocupes y preocupes., ocúpate!"

Israel Galicia Martínez

"La verdadera humildad consiste en estar satisfecho."

Henri Frédéric Amiel (1821-1881), escritor y profesor suizo

"Cuando muera, simplemente sigue poniendo los discos."

Jimi Hendrix (1942-1970), músico de rock estadounidense



**CONTRIBUCIÓN DEL
GRUPO DE
HIDROGEOLOGÍA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA,
U.N.A.M.**



Este documento representa la
Décimo segunda tesis del
Grupo de Hidrogeología
de la
Facultad de Ingeniería (UNAM)
como parte de su contribución
científica y de formación
de recursos humanos
especializados en la
evaluación de acuíferos.

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Objetivo general
- 1.3 Objetivos particulares
- 1.4 Estructura de la tesis
- 1.5 Generalidades
 - 1.5.1 Localización del acuífero
 - 1.5.2 Vías de comunicación
 - 1.5.3 Servicios
 - 1.5.4 Población, actividades económicas y Grupos étnicos
 - 1.5.5 Tipos de suelo
 - 1.5.6 Usos de suelo
 - 1.5.7 Región hidrológica, cuenca y subcuenca
 - 1.5.8 Situación administrativa del acuífero
- 1.6 Metodología de trabajo

II FISIOGRAFÍA

- 2.1 Provincia fisiográfica
- 2.2 Geomorfología
- 2.3 Escurrimientos Superficiales (Hidrografía)
- 2.4 Clima
 - 2.4.1 Precipitación
 - 2.4.2 Eventos hidrometeorológicos destacados

III GEOLOGÍA

- 3.1 Geología regional
 - 3.1.1 Geología de la Sierra Madre Occidental
- 3.2 Estratigrafía
- 3.3 Estructuras geológicas
- 3.4 Geología del subsuelo
- 3.5 Geología histórica

IV HIDROGEOLOGÍA

- 4.1 Acuíferos (Introducción)
- 4.2 Tipo de acuífero (Acuífero Buenos Aires)
- 4.3 Censo e hidrometría subterránea
- 4.4 Piezometría
- 4.5 Comportamiento hidráulico
 - 4.5.1 Nivelación de brocales
 - 4.5.2 Profundidad al nivel estático
 - 4.5.3 Elevación del nivel estático
 - 4.5.4 Evolución del nivel estático
- 4.6 Parámetros hidráulicos
 - 4.6.1 Transmisividad y conductividad hidráulica
- 4.7 Modelo de funcionamiento hidrogeológico
 - 4.7.1 Análisis de sección geofísica
 - 4.7.2 Perfil geofísico y Descripción
- 4.8 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea
 - 4.8.1 Potencial hidrógeno (pH)

- 4.8.2 Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
- 4.8.3 Relación de Adsorción de Sodio (CE)
- 4.8.4 Sólidos totales disueltos (STD)
- 4.8.5 Familias de Agua
 - 4.8.5.1 Alcalinidad Total (CaCO_3)
 - 4.8.5.2 Bicarbonatos (HCO_3)
 - 4.8.5.3 Cloruros (Cl)
 - 4.8.5.4 Dureza Total
 - 4.8.5.5 Nitratos (NO_3^-)
 - 4.8.5.6 Sulfatos (SO_4)
 - 4.8.5.7 Calcio (Ca)
 - 4.8.5.8 Potasio (k)
 - 4.8.5.9 Sodio (Na)
 - 4.8.5.10 Magnesio (Mg)

V BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

- 5.1 Planteamiento de la ecuación de balance
 - 5.1.1 Entradas
 - 5.1.1.1 Recarga vertical (Rv)
 - 5.1.1.2 Entradas subterráneas por flujo horizontal (Eh)
 - 5.1.2 Salidas
 - 5.1.2.1 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)
 - 5.1.2.2 Evapotranspiración (ETR)
 - 5.1.2.3 Bombeo (B)

5.1.3 Cambio de almacenamiento $\Delta V(S)$

5.1.4 Solución de la ecuación de balance

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

6.2 Recomendaciones finales

6.3 Plan de gestión del acuífero para un período determinado

6.4 Bibliografía

- a) Estudios de empresas privadas e información generada por dependencias gubernamentales (mapas y cartas geológicas):
- b) Normas oficiales y documentos oficiales consultados:
- c) Libros y artículos consultados:
- d) Páginas de internet consultadas:
- e) Shapefiles utilizados para generar los mapas digitales:

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

- Figura 1. Localización del acuífero.
- Figura 2. Delimitación de los municipios contenidos en el acuífero.
- Figura 3. Vías de comunicación del acuífero.
- Figura 4. Poblaciones con más de 100 habitantes para el 2010.
- Figura 5. Tipos de suelo del acuífero.
- Figura 6. Usos de suelo y vegetación del acuífero.
- Figura 7. Regiones hidrológico-administrativas.
- Figura 8. Instrumentos legales (vedas) instalados en el acuífero.
- Figura 9. Esquema de la Ley de Darcy.
- Figura 10. Áreas seleccionadas para calcular la ETR.

CAPITULO II FISIOGRAFÍA

- Figura 1. Fisiografía del acuífero.
- Figura 2. Sub-provincias Fisiográficas para el acuífero Buenos Aires.
- Figura 3. Vista de planta de la geomorfología presente en el acuífero Buenos Aires.
- Figura 4. Hidrografía del acuífero.
- Figura 5. Ubicación de las estaciones climatológicas.
- Figura 6. Lluvia media con el método de Thiessen (ejemplo).
- Figura 7. Eventos meteorológicos (1970-2009).
- Figura 8. Condiciones de sequía registradas hasta el término del 2009.

CAPITULO III GEOLOGÍA

- Figura 1. Carta Geológica de la República Mexicana, escala: 1:2, 000, 000.
- Figura 2. Provincias fisiográficas de La República Mexicana.
- Figura 3. Estructuras y provincias neotectónicas de México.
- Figura 4. Geología de la Sierra Madre Occidental.
- Figura 5a. Geología de la Sierra Madre Occidental.
- Figura 5b. Geología de la Sierra Madre Occidental.
- Figura 5c. Geología de la Sierra Madre Occidental.
- Figura 6. Geología del Acuífero.
- Figura 7. Columna estratigráfica esquemática para el acuífero Buenos Aires.
- Figura 8. Secciones geológicas esquemáticas.
- Figura 9. Principales estructuras en el acuífero Buenos Aires.
- Figura 10. Sección Hidrogeológica Buenos Aires, orientada NW-SE en la parte central del acuífero.
- Figura 11. Transición entre Sierra Madre Occidental y el dominio geográfico de la Plataforma Coahuila.
- Figura 12. Sección esquemática de la Sierra Madre Occidental, entre Durango y Mazatlán; obtenida a lo largo de la carretera Federal No. 40.

CAPITULO IV HIDROGEOLOGÍA

- Figura 1. Tipos de acuíferos.
- Figura 2. Dinámica de los acuíferos.
- Figura 3. Materiales no consolidados.
- Figura 4. Clasificación de los acuíferos, por grado de confinamiento del material.
- Figura 5. Localización del acuífero libre.
- Figura 6. Sección Hidrogeológica Buenos Aires, orientada NW-SE en la parte central del acuífero.
- Figura 7. Clasificación de aprovechamientos en base al uso del agua que se extrae.
- Figura 8a. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-17.
- Figura 8b. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-33.
- Figura 8c. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-35.
- Figura 8d. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-02.
- Figura 9. Censo de pozos.
- Figura 10. Localización de los aprovechamientos con brocales nivelados.

- Figura 11. Profundidad al nivel estático en [m], (2010).
- Figura 12. Localización de los pozos según censo y líneas de E.N.E. (2010).
- Figura 13. Variación de la porosidad debido al acomodo y tamaño de los granos.
- Figura 14. Tipos de intersticios y relación de la porosidad.
- Figura 15. Porosidad en piedra pómez.
- Figura 16. Toba calcárea.
- Figura 17. Basaltos permeables.
- Figura 18. Estructura bandeada.
- Figura 19. Brechas piroclásticas.
- Figura 20. Rocas rocas metamórficas a escala de afloramiento.
- Figura 21. Localización de pruebas de bombeo.
- Figura 22a. Interpretación de la prueba de bombeo en etapa de abatimiento para la noria CNA-1013-003.
- Figura 22b. Interpretación de la prueba de bombeo en etapa de recuperación para la noria CNA-1013-003.
- Figura 23a. Resultados de la interpretación de la prueba de bombeo en etapa de abatimiento para el pozo CNA-1013-017.
- Figura 23b. Resultados de la interpretación de la prueba de bombeo en etapa de recuperación para el pozo CNA-1013-017.
- Figura 24. Ubicación de los TEM's para el acuífero Buenos Aires.
- Figura 25. Perfil de resistividad del acuífero Buenos Aires.
- Figura 26. Sección Hidrogeológica Buenos Aires, orientada NW-SE en la parte central del acuífero.
- Figura 27. Aprovechamientos muestreados.
- Figura 28. Concentraciones de Potencial de hidrógeno.
- Figura 29. Clasificación de Wilcox, para el acuífero Buenos Aires.
- Figura 30. Diagrama de Piper, para el acuífero Buenos Aires.
- Figura 31. Distribución espacial de las familias del agua.

CAPITULO V BALANCE

- Figura 1. Componentes en el ciclo hidrológico.
- Figura 2. Área de balance (en rojo) del acuífero Buenos Aires, según la distribución de los aprovechamientos.
- Figura 3. Vista esquemática que considera los canales de flujo o celdas y sus dimensiones.
- Figura 4. Celdas de flujo digitalizadas. (Entradas y Salidas).
- Figura 5. Calculo de Evapotranspiración Real (ETR), P, T, obtenidos de campo.
- Figura 6. Relación entre la ETR y la profundidad, en climas áridos y semiáridos.

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

Tabla 1.	Coordenadas de la poligonal simplificada del acuífero.
Tabla 2.	Sectores de productos y servicios (1999)
Tabla 3a.	Medidas de celdas de entrada.
Tabla 3b.	Medidas de celdas de salida.
Tabla 4.	Medidas (a, B) Vs valores previos (manejados en balance oficial).
Tabla 5a.	Datos complementarios (entradas).
Tabla 5b.	Datos complementarios (salidas).

CAPITULO II FISIOGRAFÍA

Tabla 1.	Estaciones climatológicas ubicadas en el área de influencia del acuífero.
Tabla 2.	Precipitación media anual, método de los polígonos de Thiessen.
Tabla 3.	Estaciones climatológicas ubicadas en el área de influencia del acuífero.

CAPITULO IV HIDROGEOLOGÍA

Tabla 1.	Censo de aprovechamientos, acuífero Buenos Aires.
Tabla 2.	Nivelación de brocales para conocer la dirección de flujo.
Tabla 3.	Valores típicos de la porosidad para diferentes materiales, los cuales dependen del grado de afectación física y química que ha sufrido.
Tabla 4.	Valores de permeabilidad para diferentes materiales.
Tabla 5.	Valores de porosidad en sedimentos y rocas.
Tabla 6.	Rango en valores de porosidad.
Tabla 7.	Rango de valores para la Porosidad Total y <i>Porosidad Efectiva o eficaz</i> .
Tabla 8.	Rangos de magnitud para <i>Porosidad eficaz</i> .
Tabla 9.	Coefficientes de almacenamiento típicos en diversos terrenos y acuíferos.
Tabla 10.	Valores de porosidad (n), porosidad eficaz (Sy) y conductividad hidráulica (K) para sedimentos no consolidados y rocas consolidadas más comunes.
Tabla 11.	Valores representativos de Conductividad hidráulica para varios tipos de rocas.
Tabla 12.	Valores representativos de Conductividad hidráulica en diferentes materiales
Tabla 13.	Características de almacenamiento de los materiales del acuífero.
Tabla 14.	Características de almacenamiento de los materiales del acuífero (PROMEDIOS).
Tabla 15.	Datos para $S_y = S$
Tabla 16.	Parámetros a considerar en el cálculo de la Rv, en el área de balance.
Tabla 17.	Cálculos y simulación de $\Delta V(S)$
Tabla 18.	Pruebas de bombeo.
Tabla 19.	Parámetros hidráulicos del acuífero.
Tabla 20.	TEM's realizados en el acuífero Buenos Aires.
Tabla 21.	Geoeléctrica del acuífero Buenos Aires.
Tabla 22.	Límites máximos permisibles (NOM-127-SSA1-1994).
Tabla 23.	Aprovechamientos muestreados en el acuífero Buenos Aires.
Tabla 24.	Clasificación de agua con base en la conductividad eléctrica (APHA, 1995).
Tabla 25.	Clasificación de aguas con base al contenido de STD, Frezee y Cherry (1974).

CAPITULO V BALANCE

Tabla 1.	Cálculo de entradas subterráneas por flujo horizontal.
Tabla 2.	Cálculo de salidas subterráneas por flujo horizontal.

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tabla 1.	Características de almacenamiento de los materiales del acuífero.
Tabla 2.	Datos para Sy.
Tabla 3.	Parámetros a considerar en el cálculo de la Rv, en el área de balance.
Tabla 4.	Cálculos y simulación de $\Delta V(S)$.

I INTRODUCCIÓN

En la región que comprende la Comarca Lagunera hacia al centro y sur del estado de Durango, se presentan los grandes valles, donde la actividad agrícola intensiva aprovecha el mayor volumen de agua dulce disponible, tanto superficial como subterránea.

En estos valles la extracción de agua subterránea se realiza en forma exhaustiva e incrementándose desde 1970. Agregándose además el servicio público urbano, uno de los sectores de mayor demanda del recurso. En esas regiones se han realizado estudios geohidrológicos dispersos a lo largo y ancho del estado que aunque no han tenido una continuidad y colectividad, al menos han permitido empezar a tener un control y entendimiento de las condiciones que guarda el agua subterránea y superficial.

Existen otras regiones, principalmente de menor desarrollo económico, ubicadas en pequeños valles intermontanos alargados, rodeados de sierras bajas y altas, al centro-norte del estado, hacia los límites con el estado de Chihuahua, con poca extracción para usos de agricultura, pecuario, o doméstico rural. En estas regiones, la mayor parte de las obras hidráulicas son excavadas a poca profundidad, con algunas excepciones a profundidades mayores a 100 metros. Por lo tanto, a menudo no se cuenta con información litológica e hidráulica y generalmente los usuarios no saben las características constructivas de las obras.

Por lo anterior, en la mayoría de estos acuíferos de la región es difícil conocer la distribución, relación y el comportamiento hidrodinámico en el subsuelo, pues no se cuenta con estudios anteriores que puedan servir para establecer análisis comparativos de su evolución, o comportamiento. Por lo que se requiere conocer datos puntuales de la posición de los niveles estáticos, la extracción por bombeo, y verificar que la principal fuente de recarga dentro de estos acuíferos es la precipitación pluvial.

Dada la falta de información en el acuífero Buenos Aires, el presente trabajo pretende hacer una compilación y presentación más detallada de la información disponible del acuífero, basada principalmente en los datos colectados del estudio preliminar realizado por la Universidad de Sonora, en su departamento de Geología en el 2010, denominado: "Estudio para determinar la disponibilidad del acuífero Buenos Aires, en el estado de Durango", mismo que fue entregado a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Para posteriormente determinar el balance de agua subterránea y presentar un análisis alternativo de sensibilidad con datos teóricos, respecto a la evolución de los niveles piezométricos en el acuífero Buenos Aires.

1.1 Antecedentes

Diversas instituciones tanto privadas como públicas han tenido un cierto interés en la Región Lagunera, y particularmente en el área que comprende el acuífero Buenos Aires, en el cual hacia la porción central está emplazada la presa "Lázaro Cárdenas", una obra de ingeniería que hoy en día esta activa.

A continuación se enlistan los diversos trabajos que se han acumulado en los últimos años, desde 1948, el año estudio más antiguo en el que se ha encontrado información de la región.

- “Cortes Litológicos del Municipio de Indé, Durango”. Realizado por la Comisión Nacional del Agua, Gerencial estatal de Durango, Subgerencia de Ingeniería de apoyo, Departamento de Aguas Subterráneas, 1980. Incluye la información de sondeos exploratorios con la profundidad en metros y su litología correspondiente, en varios ejidos dentro del municipio.
- “Plantas y Secciones Geológicas del Municipio de Indé, Durango”. Realizado por la Comisión Nacional del Agua, Gerencial estatal de Durango, Subgerencia de Ingeniería de apoyo, y Departamento de Aguas Subterráneas, 1982-1985. Incluye la localización de secciones en planta y en perfil con su litología correspondiente, las cuales se encuentran distribuidas en varios ejidos dentro del municipio.
- Del Servicio Geológico Mexicano (SGM), se consideró la sección A-A', de la carta geológica-minera escala 1:250,000 Santiago Papasquiaro (G13-8), pues ésta abarca a la totalidad del acuífero. Y también se consideró la carta geológica-minera escala 1:50,000 Indé (G13-C19), de la cual se tomó como referencia las secciones B-B' y C-C'.

A nivel regional se han publicado los siguientes trabajos que abarcan la totalidad del estado de Durango, incluyendo el área del acuífero.

- “Geología y algunos aspectos hidrológicos de la hoja Durango (G13-11) en el sector central del estado de Durango”. México, 1990. UNAM, Facultad de Ingeniería. Cruz Pineda, Manuel.
- “Estudio geológico de la Sierra La Candelaria (Coahuila y Durango), y sus implicaciones en la geología regional”. México, 1976. UNAM, Facultad de Ingeniería. Reyes Cortés, Ignacio Alfonso.
- “Diagnóstico técnico de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en pozos profundos y una propuesta de trabajos de rehabilitación en el sistema interestatal Coahuila-Durango, 2002”. México, 1988. UNAM, Facultad de Ingeniería. Pérez Mejía, Julio Humberto.
- “Determinación de la capacidad de uso de suelo, mediante imágenes de satélite, en el estado de Durango”. México, 1983. UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía. Salazar González, Alejandro.
- “Recursos hidráulicos de la Región Lagunera y la presa Lázaro Cárdenas: El Palmito, Durango”. México, 1948. UNAM, Facultad de Ingeniería. Vargas Gómez, Froylan.
- “BALANCE GEOHIDROLÓGICO DE LA ZONA DEL GUADIANA EN DURANGO”. México, 1987. UNAM, ENEP, ARAGON. Ascencio Rasgado, Raúl Rigoberto.
- “INFLUENCIA DEL BASURERO MUNICIPAL EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ACUÍFERO DE LA CIUDAD DE DURANGO, MÉXICO”. Pérez López, María E., Vicencio de la Rosa, María G., Alarcón Herrera, María T., Vaca Mier, Mabel. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 18(3) 111-116, 2002 VOL. 18, No. 3, AÑO 2002, PAG. 111-116.
- “ANÁLISIS DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA CUENCA ALTA DEL RIO NAZAS EN DURANGO, MEXICO”. Aguirre Calderón, O.A., Jiménez Pérez, Javier., Solís-Moreno, R., Treviño-Garza, E.J., Ybarra-Jurado, E. Revista Chapingo, serie de Ciencias Forestales y del Ambiente. VOL. 12, No. 2, AÑO 2006, PAG. 129-143.

- “EVALUACIÓN GEOTERMICA PRELIMINAR DEL ESTADO DE DURANGO”. Maciel Flores, Roberto. Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, oficina de geología, Michoacán. VOL. 2, No. 3, AÑO 1986, PAG. 265-276.
- “REMOCION DEL ARSENICO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN DOMICILIOS DE COMUNIDADES RERALES DE LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO”. Gutiérrez Ávila, Héctor., Becerra Winkler, Sergio., Brust-Carmona, Héctor., Juárez-Mendoza, Jorge., Juárez-Patiño, Jorge. Revista Salud Pública de México. VOL. 31, No. 3, AÑO 1989, PAG 305-313.
- “NIVELES DE FLUORUROS EN EL AGUA DE LOS POZOS DE LA CIUDAD DE DURANGO”. Trejo Vásquez, Rodolfo, Alarcón Herrera, Ma. Teresa., Martínez López, Yolanda., Romero Návar, Pedro., Salvador Moysén, Jaime. Revista Ingeniería Hidráulica en México. VOL. 12, No. 3, AÑO 1997, PAG. 51-57.
- “ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOQUÍMICO DEL AREA DE LOS OCOTES MUNICIPIO DE TAMAZULA, ESTADO DE DURANGO”. Cárdenas Vargas, José., Bustamante, Marco Antonio., Soberanes F. Bonifacio., Yáñez M. Carlos F. Revista Geomimet, (CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, Gerencia de exploración geológica) No. 119, AÑO 1982, PAG. 45-55.
- “PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE DURANGO, DGO”. Gámiz Medina, Mario Alberto. Revista UBAMARI VOL. 12, No. 35, AÑO 1995, PAG. 56-70.
- “BIOESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DEL JURASICO SUPERIOR EN SAN PEDRO DEL GALLO, DURANGO, MEXICO”. Martínez Cortés M., Gómez Luna, M. E., Contreras Montero Beatriz. Revista Instituto Mexicano del Petróleo (Subdirección de Tecnología de Exploración del IMP) VOL. 20, No. 3, AÑO 1988, PAG. 5-49.
- “REPARACION EN LA OBRA DE TOMA DE LA PRESA LAZARO CARDENAS “EL PALMITO”, DGO”. Rojas Tamez, Joel (Asesor de la Subdirección General de Construcción de la CONAGUA) Revista de la Facultad de Ingeniería. VOL. 67, No. 1, AÑO 1997, PAG. 25-32.
- “TARIFAS ÓPTIMAS EN LA EXTRACCION DE AGUA (Modelos de juegos discretos y de multiprocesos)”. Reyes Ortega, Pedro (CIDE). Revista “El trimestre económico” VOL. 61, No. 243, AÑO 1994, PAG. 525-563.
- “TARIFAS Y CONSUMO DE AGUA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA COMARCA LAGUNERA”. García-Salazar, J. Alberto, Mora-Flores, J. Saturnino. Revista: Región y Sociedad. VOL. 20, No. 42, AÑO 2008, PAG. 119-132.
- “EIDADES K/Ar DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS DEL OCCIDENTE, CENTRO Y SUR DE MÉXICO”. Solé Jesús., Salinas, Juan Carlos., González-Torres, Enrique., Cendejas-Cruz, José Eduardo. Revista: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. VOL. 24, No. 1, AÑO 2007, PAG. 104-119.

- “RECONSTRUCCION DE LA PRECIPITACION ESTACIONAL PARA EL BARLOVENTO DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL CON ANILLOS DE CRECIMIENTO DE *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco”. Villanueva-Díaz, José., Fulé Peter Z., Cerano-Paredes, Julián., Estrada-Ávalos, Juan., Sánchez-Cohen, Ignacio. Revista: Ciencia Forestal en México. VOL. 34, No. 105, AÑO 2009, PAG. 39-71.

Dichas referencias bibliográficas se han detallado, respecto a sus alcances y objetivos, relacionados con el presente trabajo, en el ANEXO II.

1.2 Objetivo general

Determinar el balance de agua subterránea del acuífero Buenos Aires, a partir de la información recabada en campo y literatura disponible; verificada y validada por el autor, en colaboración con ingenieros de la Gerencia de Aguas Subterráneas de la Subdirección General Técnica; en oficinas de la Comisión Nacional del Agua.

1.3 Objetivos particulares

A partir del conocimiento de las condiciones hidrogeológicas del acuífero, se pretende obtener un balance de agua subterránea, con el método tradicional o estacional que implica el considerar la piezometría recabada en campo, para el año 2010.

En particular se determinará lo siguiente:

- Configuración de la profundidad al nivel estático para el 2010 (mapa digital)
- Configuración de la elevación del nivel estático para el 2010 (mapa digital)
- Estimación (análisis de sensibilidad) del cambio de almacenamiento [$\Delta V(S)$], en el acuífero, con valores teóricos.
- Esbozar un plan de gestión integrada del recurso hídrico.

1.4 Estructura de la tesis

El presente trabajo de tesis contiene 6 capítulos:

- a) *Capítulo I* “Introducción”: contiene la justificación del presente trabajo, así como los objetivos generales y particulares que dieron pie a la presente compilación-presentación del balance de agua subterránea. Adicionalmente se enlistan todos los trabajos de investigación y tesis enfocadas en la región, una caracterización general del acuífero Buenos Aires, en el estado de Durango, y por último las metodologías empleadas en la compilación, análisis y memoria de cálculo.
- b) *Capítulo II* “Fisiografía”: se detalla la caracterización geomorfológica de la región que enmarca el acuífero Buenos Aires, así como su hidrología superficial, clima, precipitación y un histórico breve de los eventos hidrometeorológicos más importantes.
- c) *Capítulo III* “Geología”: los temas a tratar son la geología general de la región, así como la geología regional, particularmente la ubicación espacial de la Sierra Madre Occidental, estratigrafía general de las secciones geológicas presentadas por el Servicio Geológico Mexicano, las estructuras geológicas, la geología del subsuelo y la cronología de los distintos paquetes litológicos regionales.
- d) *Capítulo IV* “Hidrogeología”: se presenta una breve introducción de los acuíferos y sus aspectos relevantes, así como el censo de aprovechamientos, hidrometría subterránea y las descripciones de la profundidad al nivel estático, elevación y el análisis de sensibilidad propuesto. También se revisan parámetros hidráulicos, y se presenta el modelo de funcionamiento hidrogeológico, análisis de la sección geológica, así como los parámetros de hidrogeoquímica tomados en campo.
- e) *Capítulo V* “Balance”: de acuerdo a la caracterización presentada previamente, se procede a plantear la ecuación general que contempla todos los elementos que intervienen en el cambio de almacenamiento del acuífero, tal es el caso de las entradas y las salidas del sistema.
- f) *Capítulo VI* “Conclusiones y Recomendaciones”: en este apartado se enlistan los aspectos más importantes derivados del análisis de la problemática, que aun cuando cuenta con disponibilidad de acuerdo a la Norma mexicana NOM-011-CONAGUA-2001, es necesario generar un plan de gestión integrada y sustentada de la cuenca-acuífero; aspectos enmarcados en las recomendaciones. Por último se enlistan las referencias bibliográficas que contribuyeron a darle forma al presente trabajo de tesis.
- g) “Anexos”: se presentan 4 anexos con contenidos en extenso de la información generada y evaluada tal como; el Anexo I, condensa todas las figuras generadas con los datos de mediciones, para las celdas de entrada y de salida (con el sistema de información geográfica Arc-Map versión 9.3); el Anexo II, presenta una tabla que concentra un resumen de los trabajos consultados, y también presenta el extenso de los mismos, así como las revistas consultadas para verificar los antecedentes de información generada en la región; el Anexo III, presenta las fichas de campo correspondientes a las pruebas de bombeo, y sus respectivas gráficas. Por último el Anexo IV presenta las fichas correspondientes al censo en campo realizado por la Universidad de Sonora (UNISON) en el 2010.

1.5 Generalidades

1.5.1 Localización del acuífero

El acuífero Buenos Aires, designado con la clave 1013 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la parte norte del estado de Durango. Entre las coordenadas 25° 27' y 26° 0' latitud norte y 104° 55' y 105° 15' longitud oeste, de forma irregular, con cierto alargamiento en dirección N-S; abarcando una superficie de 1,110 km² (figura 1).

Limita al norte con los acuíferos Revolución y Cabrera, al sur con San José de Nazareno, al sureste con La Victoria, al este con La Zarca–Revolución, y al oeste con el acuífero Matalotes-El Oro; todos ellos pertenecientes al estado de Durango.

Las poblaciones más importantes son El Palmito, Las Delicias y La Trinidad.

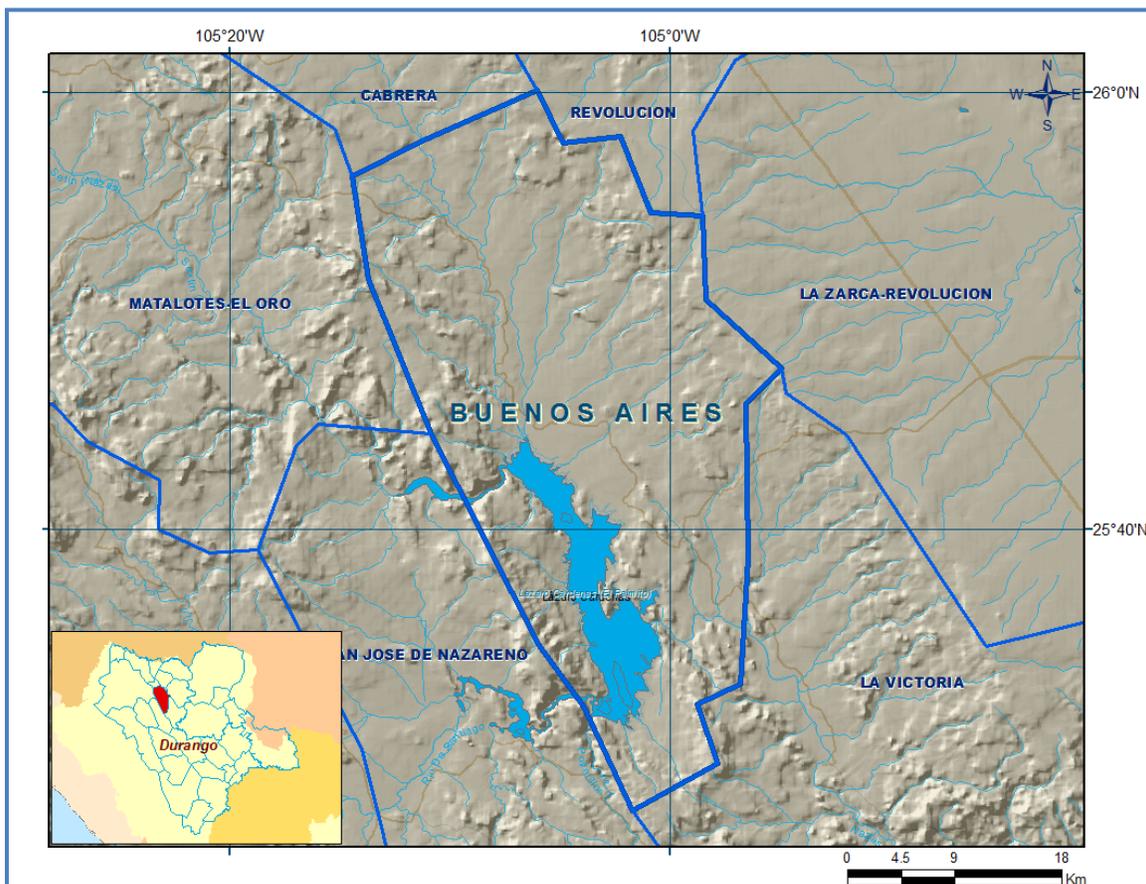


Figura 1. Localización del acuífero.

El acuífero se encuentra en su totalidad dentro del municipio de Indé, y pequeñas porciones de los extremos sur-occidental y oriental pertenecen a los municipios de El Oro e Hidalgo, respectivamente (figura 2). Con una altitud promedio de 1,860 msnm.

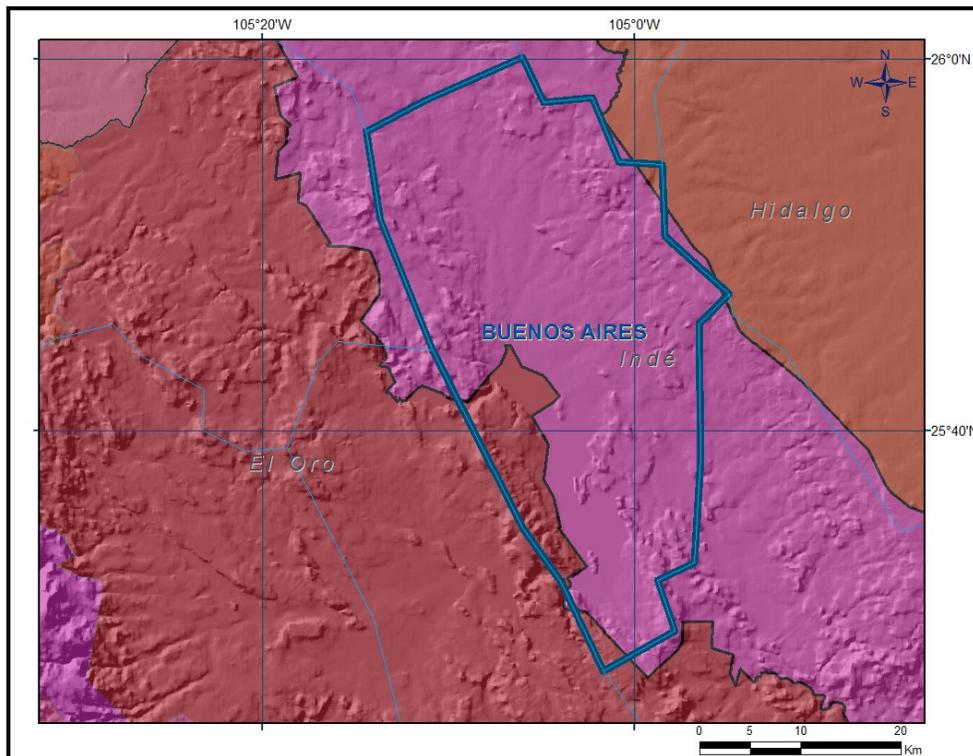


Figura 2. Delimitación de los municipios contenidos en el acuífero.

La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1, y que fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

Tabla 1. Coordenadas de la poligonal simplificada del acuífero.

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	104	58	23.5	25	50	29.7
2	104	54	56.5	25	47	21.7
3	104	56	33.9	25	45	45.9
4	104	56	28.0	25	38	39.7
5	104	56	47.4	25	32	54.3
6	104	58	46.1	25	31	57.6
7	104	57	49.4	25	29	15.7
8	105	1	42.2	25	27	6.0
9	105	3	56.2	25	31	51.7
10	105	5	59.7	25	34	44.5
11	105	10	51.1	25	44	23.0
12	105	13	41.6	25	51	27.2
13	105	14	26.0	25	56	8.7
14	105	11	15.9	25	57	46.9
15	105	6	3.3	26	0	6.4
16	105	4	52.4	25	57	41.5
17	105	2	16.3	25	57	58.4
18	105	0	51.7	25	54	28.7
19	104	58	30.1	25	54	21.0
1	104	58	23.5	25	50	29.7

1.5.2 Vías de comunicación

El acceso principal al área del acuífero es por la carretera federal México No. 45, la cual llega al poblado el Palmito, y de ahí para llegar al resto de las localidades se utilizan caminos de terracería transitables durante todo el año. Las poblaciones más importantes (figura 3) son: El Palmito, Las Delicias y La Trinidad. También tiene varias pistas de aterrizaje para avionetas y aviones bimotores.

La longitud de la red carretera en la región se distribuye en: 28 kilómetros de carretera alimentadora estatal pavimentada, 164.2 kilómetros de caminos rurales revestidos, 13.3 kilómetros de brechas; con un total de 235.5 kilómetros.

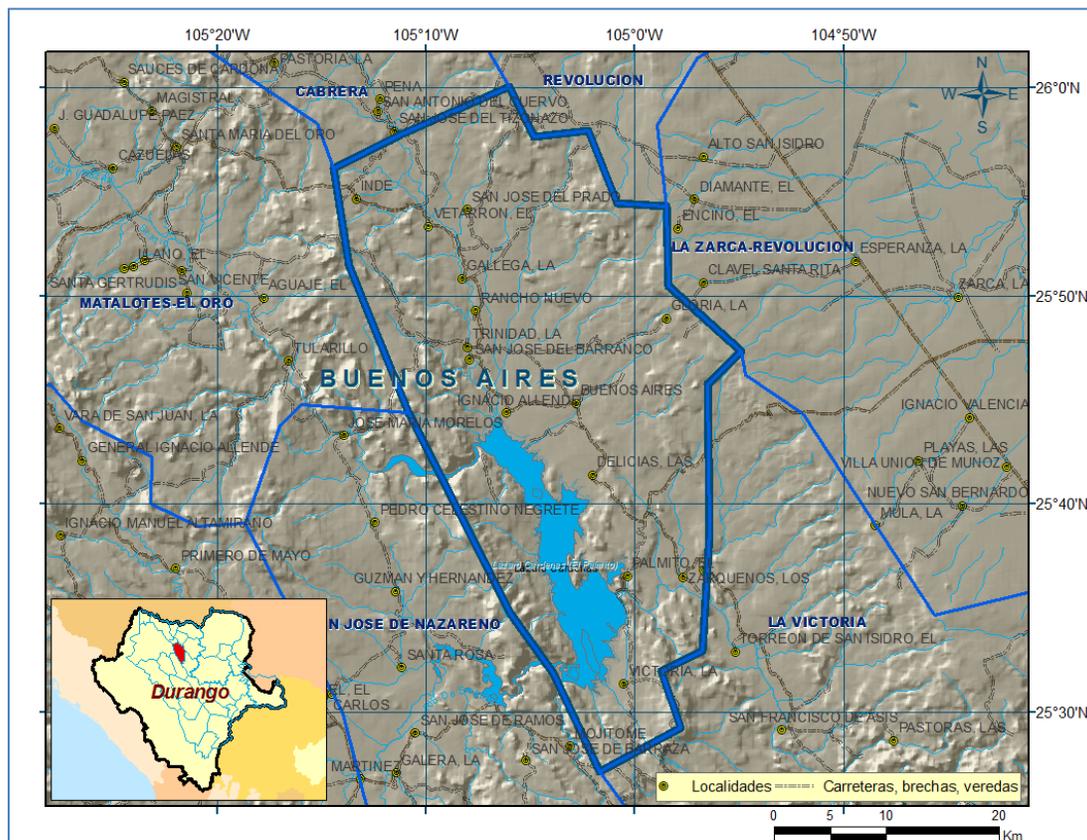


Figura 3. Vías de comunicación del acuífero.

1.5.3 Servicios

El municipio de Indé cuenta con servicio de correo, telégrafo y teléfono; por lo que se refiere al transporte rural, éste se realiza a través de autobuses públicos de pasajeros. Cuenta con una agencia telegráfica, 31 estaciones terrenas receptoras, 15 oficinas postales de las cuales: dos son administraciones, nueve agencias, un expendio y una institución pública.

El municipio ofrece a sus habitantes los servicios de energía eléctrica (95%), agua, mercado, panteón y seguridad pública. El 2.9% de las viviendas disponen de drenaje conectado a la red pública, el 32.9% disponen de drenaje conectado a fosa séptica, el 1.6% dispone de drenaje con desagüe al río,

y 11.11% dispone de drenaje con desagüe a grieta o barranca. Tiene 31 sistemas de drenaje y alcantarillado para 31 localidades con el servicio. Sin embargo el 51.49% no dispone de drenaje.

Del total de viviendas ocupadas en todo el municipio el 29.9% dispone de agua entubada dentro de la vivienda, el 61% dispone de agua entubada fuera de la vivienda pero dentro del terreno, el 0.86% dispone de agua entubada de llave pública y el 8.24% no dispone de agua entubada. El municipio cuenta con 38 fuentes de abastecimiento de agua potable.

Existe una presa denominada Lázaro Cárdenas (en la localidad de El Palmito) con una capacidad útil de almacenamiento de 2,936 millones metros cúbicos, y un volumen anual utilizado de 1,039 millones de metros cúbicos, cuya función es regular las aguas del río Nazas.

1.5.4 Población, actividades económicas y Grupos étnicos

Para el 2005, el INEGI reportó que de 2,606 habitantes; el 22% correspondía a la población de la localidad de Indé, 13% a la localidad de El Palmito y el 12% a la localidad Las Delicias, el 53% restante habita en 29 localidades rurales de hasta 237 habitantes. La mayor parte de la misma se concentra en la cabecera municipal y en las poblaciones de Concepción, San Francisco y el Palmito.

Para el 2010 (figura 4) la población comprendida en el área que cubre el acuífero fue de 2,977 habitantes, de los cuales Indé, Las Delicias, El Palmito, Rancho Nuevo, Los Zarqueños, La Victoria, La Trinidad y Buenos Aires; concentraban 2,265 habitantes. Mientras que en las 24 localidades rurales restantes (de un total de 32 en el área del acuífero), vivían 712 habitantes.

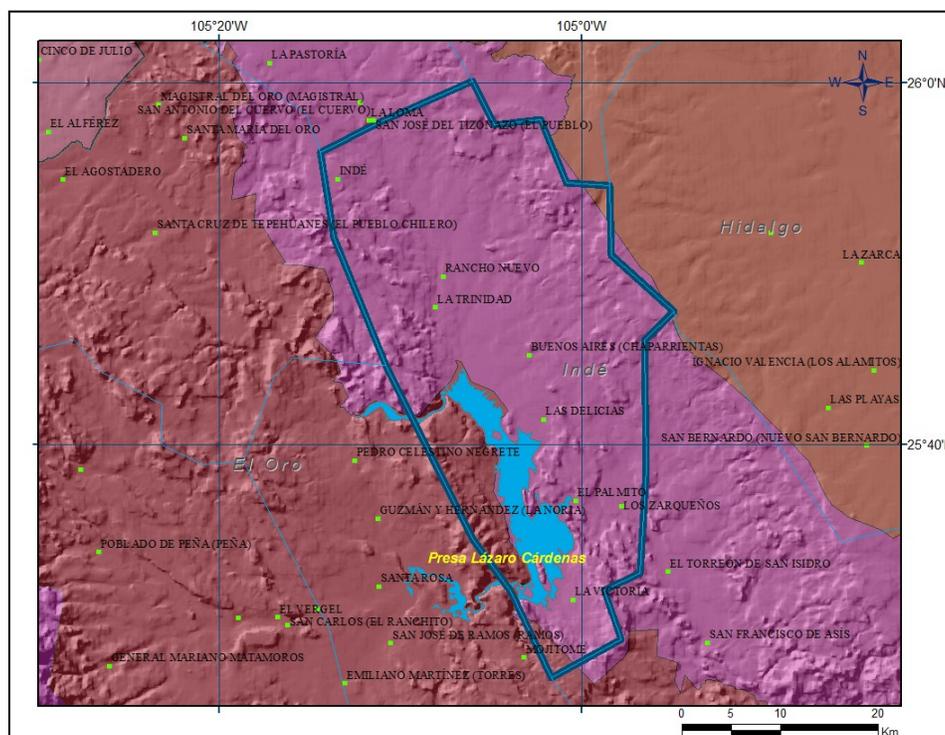


Figura 4. Poblaciones con más de 100 habitantes para el 2010.

La actividad económica principal de la región es la agricultura de temporal, seguido por la ganadería, y los principales cultivos sembrados son maíz y frijol de temporal, el ganado es para exportación; siendo autosuficientes.

El municipio de Indé ocupa casi la totalidad del acuífero, desarrollando las siguientes actividades económicas: Agricultura (avena forrajera, avena grano, frijol, maíz y trigo); Ganadería (caprino, ovino y bovino); Pesca (algunas especies en la presa Lázaro Cárdenas); Turismo (zona montañosa de Santa María y la presa Lázaro Cárdenas); Comercio (El municipio cuenta con establecimientos orientados a la satisfacción de las necesidades de su comunidad); Servicios (dos casas de alojamiento para visitantes).

La población económicamente activa para 1999 en el municipio de Indé, se conforma por 1,439 personas, cifra que representa el 25% de la población total del municipio; basando su actividad económica en la ganadería, explotación minera y pesca, (tabla 2).

Tabla 2. Sectores de productos y servicios (1999)

SECTOR	PORCENTAJE (%)
Primario (agricultura, ganadería, caza y pesca)	30
Secundario (minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	50
Terciario (comercio, turismo, servicios)	13
Otros	7

El municipio de Indé fue habitado por indios Tepehuanos antes de la llegada de los españoles, éstos al venir buscando minerales de oro y plata, decidieron fundar esta población en 1567. Hoy en día, la tenencia de la tierra es de propiedad ejidal y privada.

1.5.5 Tipos de suelo

Debido a la ubicación geográfica, que le confiere a la región características geológicas, topográficas y tipo de clima; el acuífero cuenta con diversos suelos en su territorio superficial (figura 5): Rendzina, Xerosol, Feozem, Litosol y Regosol, predominando la composición del tipo Rendzina.

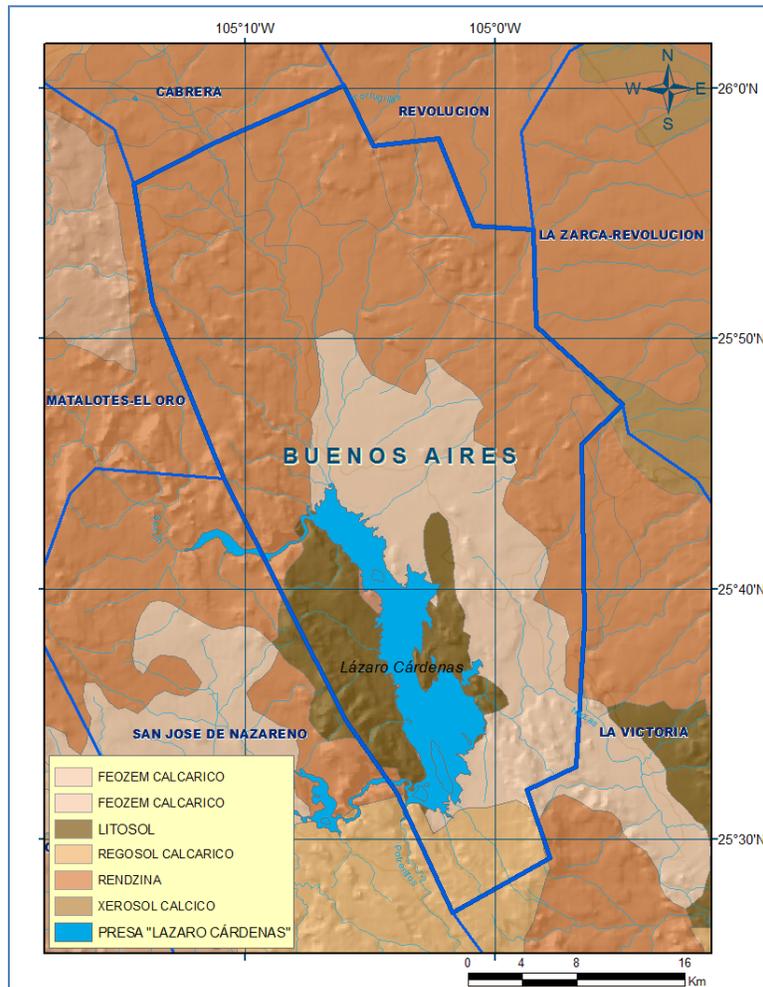


Figura 5. Tipos de suelo del acuífero.

Rendzina. Suelo poco profundo (10-15 cm), que se encuentra abarcando un área de 580.43 km², lo cual representa el 52% del área de estudio, y se encuentra distribuido en la parte norte y este del acuífero. Su composición tiene origen en rocas calizas, riolitas, tobas ácidas, así como conglomerados y aluviales.

Feozem. Suelo con superficie oscura, de consistencia suave, rica en materia orgánica y nutrientes. Se encuentra distribuido en la parte central y hacia el sur del acuífero, abarcando un área de 284.41 km². La composición geológica la debe a aluviales, riolitas y tobas ácidas.

Litosol. Suelo muy delgado, con espesor menor a 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo de tobas ácidas. Este tipo de suelo se encuentra presente en la parte centro y hacia el sur del acuífero, abarcando una extensión de 115.35 km² lo cual representa el 10%.

Regosol. Suelo poco desarrollado, constituido por material suelto semejante a la roca. Se encuentra en el extremo sur del acuífero y abarca un área de 55.14 km². Su composición se debe a la acumulación de conglomerados y riolitas.

Xerosol. Suelos áridos que contienen materia orgánica; la capa superficial es clara, debajo de ésta hay acumulación de minerales arcillosos y sales, como carbonatos y sulfatos. Se presenta en un área menor al 1% del total del área de estudio hacia el extremo este del acuífero.

Es importante mencionar que la presa Lázaro Cárdenas, se encuentra en la parte centro-sur, ocupando un área importante del acuífero.

1.5.6 Usos de suelo

En el área que comprende el acuífero (figura 6), la vegetación natural es de matorral, selva y bosque, y hacia el noreste existe una capa superficial rica en humus muy fértil, misma que descansa sobre roca caliza, no muy profunda. Sin embargo para este caso, se pueden clasificar seis tipos de vegetación y/o usos de suelo: pastizal, bosque, área agrícola, matorral y pequeñas zonas urbanas, así como cuerpos de agua. Las formaciones calizas constituyen la región semiárida y se prologan por el norte a través de la meseta de la Zarca hasta las cordilleras de Indé.

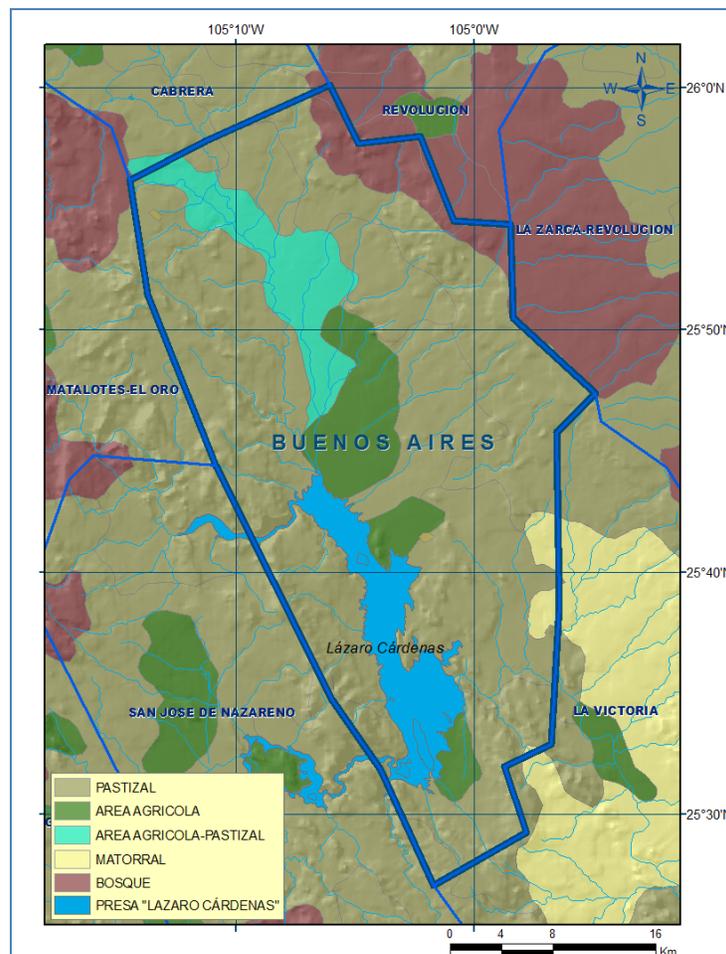


Figura 6. Usos de suelo y vegetación del acuífero.

Bosque. Se presenta en pequeñas porciones, hacia la parte norte del acuífero. Cubriendo un área de 49.64 km², que representa el 4.47% del área total.

Área agrícola. Regiones distribuidas sobre la parte central y hacia el sur del acuífero, cubriendo una superficie de 175.08 km², que representa el 15.77%.

Pastizal. Cubre la mayor parte del acuífero y está distribuido en toda la región, abarca un área de 761.47 km², que corresponde con el 68.60%.

Matorral. Ocupa una pequeña porción al extremo sureste del acuífero, con 16.23 km², que representa el 1.46%.

Agricultura de riego. Se presenta en el cauce del Río Bambuto, ya que es donde se encuentran los pozos y norias utilizados para el riego. Abarca un área de 16.29 km², que corresponde al 1.47%.

Área urbana y cuerpos de agua. Abarca un total 0.87 km², (1%), representada principalmente hacia el sur del acuífero por la presa Lázaro Cárdenas (7.22% del área total del acuífero).

1.5.7 Región hidrológica, cuenca y subcuenca

El acuífero se ubica en la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval, casi en su totalidad en la cuenca "Presa Lázaro Cárdenas", y una porción de su territorio hacia el sureste, se encuentra contenida en la cuenca "Río Nazas-Rodeo".

Más específicamente en la subcuenca de los ríos Ramos y El Oro. Esta Región se encuentra situada al norte del país, en la altiplanicie septentrional; ocupando porciones de los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas. Está comprendida entre los meridianos 101°31' y 106°14' de longitud oeste, y los paralelos 22°39' y 26°35' de latitud norte, abarcando una superficie de 89,239 km²; limita al norte con la región hidrológica 35, al noroeste con la región hidrológica 24c, al este con la región hidrológica 37, al sur con la región hidrológica 12, al suroeste con la región hidrológica 11, al oeste con la región hidrológica 10, y al noroeste con la región hidrológica 24a.

1.5.8 Situación administrativa del acuífero

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VII "Cuencas Centrales del Norte" (figura 7) y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Durango. Y de acuerdo a la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2011, los municipios Indé, El Oro e Hidalgo se clasifican en zona de disponibilidad 7, lo cual indica que es una de las tres tarifas más bajas en el país.



Figura 7. Regiones hidrológico-administrativas (CONAGUA, 2011).

En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS). Su territorio no se encuentra sujeto a ninguna veda (figura 8) para la extracción de agua subterránea.

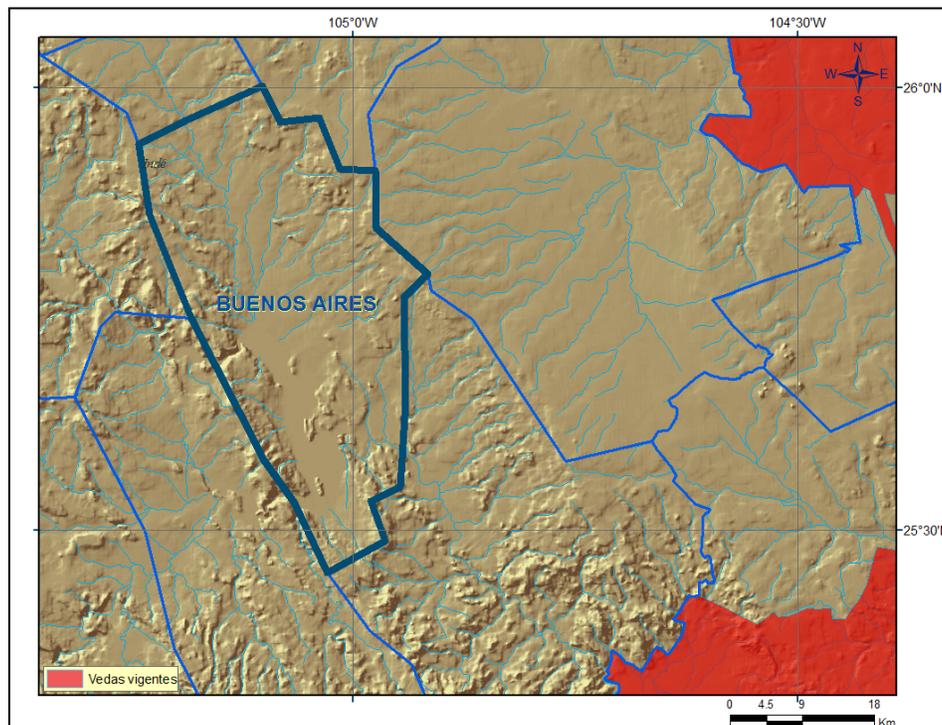


Figura 8. Instrumentos legales (vedas) instalados en el acuífero.

1.6 Metodología de trabajo

El presente trabajo de tesis consistió en recopilar y validar toda la información disponible del acuífero Buenos Aires, así como la generación de nueva información derivada de ésta, con los siguientes tópicos a considerar:

- 1) Recopilación y análisis de la cartografía impresa y digital de la zona de estudio, bases de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la CONAGUA para el 2010, literatura acerca de la fisiografía, climatología, cartas geológicas del Servicio Geológico Mexicano (SGM), del 2005, cartas edafológicas del Instituto nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de suelos y vegetación para el 2011 y estudios hidrogeológicos de la región.
- 2) Recopilación y verificación de las mediciones tomadas de campo de los niveles de profundidad y elevación de los 36 aprovechamientos del acuífero, a partir del censo contratado en 2010, que consideró importantes las siguientes características a describir: geoposicionamiento del aprovechamiento, fotografía del sitio, clave de identificación del aprovechamiento, estado, clave, fecha del censo, municipio, localidad, ejido, propietario, tipo de captación, uso, actividad, tipo de bomba, motor, diámetro de descarga, altura del brocal, profundidad total, características constructivas, profundidad al nivel estático y dinámico, así como datos fisicoquímicos del agua subterránea.
- 3) Recopilación de la información hidrológica, climatológica, geológica, geofísica y piezométrica.
- 4) Elaboración de mapas y figuras digitales para describir la localización del acuífero.
- 5) Compilación y validación de la confiabilidad de las mediciones en campo, de los parámetros físicos y químicos del agua subterránea para los pozos seleccionados.
- 6) Elaboración de mapas digitales para ubicar los aprovechamientos censados en campo y su caracterización (pruebas de bombeo, aprovechamientos muestreados y nivelación de brocales, secciones geofísicas y geológicas), a partir de la literatura encontrada de la región.
- 7) Elaboración de mapas digitales que contienen curvas de profundidad y elevación del nivel estático, a fin de describir las configuraciones piezométricas del acuífero.
- 8) Elaboración de mapas digitales para ubicar los aprovechamientos y sus parámetros físico-químicos medidos en campo tales como pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos; con el fin de identificar las zonas con adecuada calidad de agua para consumo humano y actividades como la agricultura.
- 9) Cálculo de los parámetros que intervienen en el balance de agua subterránea tales como: Recarga vertical (R_v), Entradas subterráneas por flujo horizontal (E_h), Bombeo (B), Salidas subterráneas por flujo horizontal (S_h), Evapotranspiración real (ETR), Cambio en el volumen almacenado [$\pm \Delta V(S)$]; todos ellos insumos para determinar el balance de agua subterránea.

De la información recopilada se procede a caracterizar al acuífero de la siguiente manera:

- Se describió la génesis, evolución geológica y la estratigrafía del acuífero.
- Se describieron rasgos hidrológicos como la precipitación pluvial, escurrimientos, evapotranspiración e infiltración presentes en el acuífero.
- Se llevó a cabo un análisis piezométrico del acuífero con la información obtenida de las mediciones de campo.
- Se elaboraron curvas de profundidad y elevación del nivel estático y se determinó la dirección del flujo subterráneo.
- Se considero los valores obtenidos en campo de las pruebas de bombeo, para las propiedades de transmisividad (T) y conductividad hidráulica (k), interpretadas mediante los métodos de Theis y Jacob.
- Se verificó el volumen de extracción en base a los datos obtenidos en el censo de aprovechamientos y se realizó el balance de agua subterránea del acuífero, con la finalidad de conocer su condición para el 2010.
- De acuerdo a los trabajos de campo efectuados en el área del acuífero Buenos Aires, se ejecutaron 3 sondeos transitorios electromagnéticos (TEM), con el objetivo de mostrar las características geológicas del subsuelo, basados en la caracterización resistiva de éste. Y con base en esta distribución de los TEM dentro del acuífero se definió el perfil geoelectrico, y descripción en base a la variación de la resistividad. Esta información permitió hacer una correlación geológico-geofísica, que generó un perfil de la zona de localización del acuífero Buenos Aires.
- Se recolectaron en campo y analizaron en laboratorio 5 muestras del agua subterránea de los aprovechamientos dentro del área del acuífero. Los parámetros analizados fueron: cloruro, dureza total, fluoruros, fósforo total, nitratos, sulfatos, nitrógeno amoniacal, cadmio, cobre, cromo total, hierro, magnesio, manganeso, plomo, potasio, sodio, zinc, arsénico, mercurio, coliformes fecales, coliformes totales, alcalinidad parcial, alcalinidad total, bicarbonatos, carbonatos; de los cuales en el capítulo IV se presentan los indicadores más importantes, para determinar el uso para consumo humano y las actividades primarias y secundarias en la región.

Esta información permite relacionar la calidad del agua asociada a la profundidad de los pozos, manantiales y norias, como consecuencia de la geología presente en la región.

- Para llegar al calculo de la Longitud (B), y el ancho (a) de cada una de las celdas, tanto las de entrada como de salida; se recurrió al software “Arc-Map”, versión 9.3 de ESRI, con la ayuda de una herramienta de medición de longitudes llamada “Measure”. Las unidades están expresadas en metros (tablas 3a y 3b).

Tabla 3a. Medidas de celdas de entrada.

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h_2-h_1 (m)
E1	3247.678	825.708	10
E2	2680.475	831.755	40
E3	3132.220	3074.362	40
E4	2024.531	1016.487	40
E5	4377.129	959.010	40
E6	2900.205	656.343	20
E7	4356.451	1633.753	30
E8	5748.886	1816.180	20
E9	2487.165	1090.794	50
E10	2785.925	3612.965	50
E11	1280.599	934.331	50
E12	3077.058	2548.911	50

Tabla 3b. Medidas de celdas de salida.

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h_2-h_1 (m)
S1	5971.718	1220.624	10
S2	2495.842	1464.315	10

Cabe resaltar que el valor de h_2-h_1 , esta dado por la diferencia de altura entre las equipotenciales de la configuración de la elevación del nivel estático.

Las figuras correspondientes a la medición de las celdas de entrada y salida, en sus parámetros de longitud (B) y ancho (a); están contenidas en el ANEXO I.

La figura 9, presenta las dimensiones que hay que considerar para calcular el volumen de agua que pasa por la celda, así como los parámetros hidráulicos a considerar en las pruebas de bombeo (K, T).

- Q = gasto que pasa por un determinado canal de flujo
- T = transmisividad en el canal de flujo ($m^2/día$)
- B = ancho de la celda
- i = gradiente hidráulico ($i=h_2-h_1/a$); (h) y (a) son la diferencia y distancia respectivamente entre las equipotenciales (h) que conforman el canal de flujo

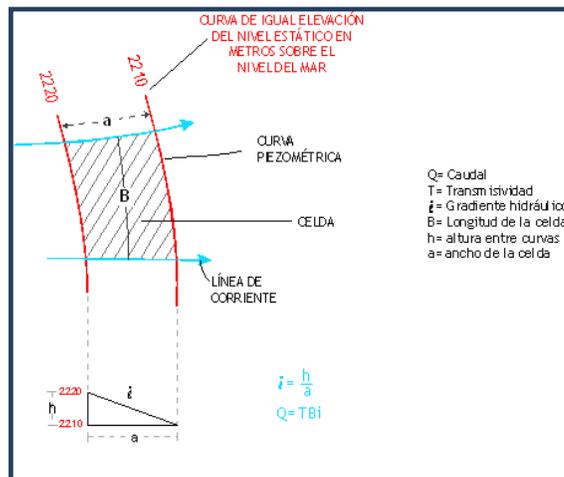


Figura 9. Esquema de la Ley de Darcy.

Por ultimo, es importante resaltar que las mediciones hechas a las celdas de entrada y salida, con el software Arc-Map; varían un poco, respecto del primer ejercicio hecho en gabinete.

Esto se debe a que en Arc-Map, hay que capturar o “trazar” (para lograr calcular el caudal o volumen que pasa por cada celda o canal de flujo): las líneas equipotenciales de elevación del nivel estático, los polígonos correspondientes (para la representación estética, y la medición de a y B).

Y como se sabe, acarrea error humano, y aunado a la experiencia en el trazo (ya de modelos de cartografía a diferentes escalas y estar familiarizado con este tipo de herramientas), es común este error, pero no por eso despreciable la opción práctica y de presentación que nos brinda este software.

Diseño de las celdas de entrada y salida.

Las configuraciones de las elevaciones de nivel estático (E.N.E) de la zona de estudio, y las configuraciones de las equipotenciales de elevación de nivel estático; facilitaron el diseño de las celdas de entrada y salida.

A continuación se presenta la tabla 4, los valores de a y B, donde se muestra el procedimiento seguido en Arc-Map, y una comparación *versus* los valores obtenidos en el balance oficial; ya que en el momento en que se realizaron las mediciones de estas celdas, se midieron y diseñaron en gabinete, sin embargo con las tecnologías actuales, con ayuda de los sistemas de información geográfica, también es posible diseñar y obtener las mediciones de las celdas de entrada y salida.

Tabla 4. Medidas (a, B) Vs valores previos (manejados en balance oficial).

CELDA	ANCHO			ANCHO a (m)	LONGITUD			LONGITUD B (m)	h ₂ -h ₁ (m)
	a1 (metros)	a2 (metros)			B1 (m)	B2 (m)			
E1	835.369	816.047	825.708	650	3347.076	3148.280	3247.678	2610	10
E2	479.352	1184.159	831.755	815	2860.247	2500.702	2680.475	4245	40
E3 (*)			3074.362	1960			3132.220	2610	40
E4	982.898	1050.076	1016.487	1305	2245.762	1803.301	2024.531	1960	40
E5	872.705	1045.314	959.010	980	4104.806	4649.452	4377.129	4570	40
E6	765.512	547.174	656.343	980	3243.193	2557.217	2900.205	3920	20
E7	1753.288	1514.218	1633.753	1960	4402.879	4310.024	4356.451	4900	30
E8	1514.217	2118.142	1816.180	1630	5672.921	5824.850	5748.886	6200	20
E9	1076.617	1104.970	1090.794	1470	2741.660	2232.67	2487.165	2610	50
E10 (*)			3612.965	1960			2785.925	4245	50
E11	757.519	1111.144	934.331	650	1613.049	948.150	1280.599	1960	50
E12 (*)			2548.911	2120			3077.058	5880	50
S1	1178.279	1262.968	1220.624	1330	5970.751	5972.685	5971.718	9670	10
S2	1219.025	1709.606	1464.315	1000	3079.042	1912.642	2495.842	3670	10

*Debido a la forma irregular de la celda, se toman dos valores representativos de ancho y longitud.

En el ANEXO I (CAPITULO I), se puede verificar cada una de las celdas propuestas y las medidas tomadas.

Los valores de los caudales (Q) para las celdas de entrada y salida, se calcularon de la siguiente manera:

Donde:
$$Q = T * B * i$$

Los valores de T (transmisividad), se obtienen de la observación de los aprovechamientos durante las 2 pruebas de bombeo, que se pudieron realizar.

Las tablas 5a y 5b, muestran los valores oficiales para las celdas, mismos que se consideran para el balance.

Tabla 5a. Datos complementarios (entradas).

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h_2-h_1 (m)	Gradiente i	T (m^2/s)	CAUDAL Q (m^3/s)	VOLUMEN ($hm^3/año$)
E1	2610	650	10	0.0154	0.0003	0.0120	0.4
E2	4245	815	40	0.0491	0.0003	0.0625	2.0
E3	2610	1960	40	0.0204	0.0005	0.0266	0.8
E4	1960	1305	40	0.0307	0.0003	0.0180	0.6
E5	4570	980	40	0.0408	0.0003	0.0560	1.8
E6	3920	980	20	0.0204	0.0005	0.0400	1.3
E7	4900	1960	30	0.0153	0.0006	0.0450	1.4
E8	6200	1630	20	0.0123	0.0006	0.0456	1.4
E9	2610	1470	50	0.0340	0.0004	0.0355	1.1
E10	4245	1960	50	0.0255	0.0003	0.0325	1.0
E11	1960	650	50	0.0769	0.0003	0.0452	1.4
E12	5880	2120	50	0.0236	0.0003	0.0416	1.3
Total entradas							14.5

Tabla 5b. Datos complementarios (salidas).

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h_2-h_1 (m)	Gradiente i	T (m^2/s)	CAUDAL Q (m^3/s)	VOLUMEN ($hm^3/año$)
S1	9670	1330	10	0.0075	0.0030	0.2181	6.9
S2	3670	1000	10	0.0100	0.0030	0.1101	3.5
Total salidas							10.4

Para el cálculo del gradiente hidráulico, se calculo con la siguiente formula:

$$i = (h_2 - h_1) / \text{ancho (a)}$$

En el acuífero Buenos Aires se realizaron dos pruebas de bombeo de corta duración y con etapa de abatimiento y de recuperación; para los aprovechamientos: CNA-1013-003 y CNA-1013-017. Para el análisis e interpretación de las pruebas de bombeo, los métodos utilizados para determinar la transmisividad y conductividad hidráulica en el acuífero fueron los de Theis & Jacob.

La transmisividad se define como el caudal que pasa a través de una franja vertical de terreno de ancho y altura igual a la del espesor saturado, bajo un gradiente unidad. Este término utilizado en hidrogeología fue propuesto por Theis (1935) para describir la capacidad de un acuífero de dejar pasar el agua a través una unidad de prisma de base unitaria y espesor saturado.

Para el cálculo del Volumen anual en hm³ por año, se obtuvo de la siguiente manera:

$$V = [Q * 86400 * 365] / 1000000$$

Sin embargo, se puede simplificar la parte numeral de la ecuación para efectos prácticos.

Quedando de la siguiente manera: $V = Q * 31.536$

El en ANEXO II (CAPITULO I), se pueden verificar los datos obtenidos de los aprovechamientos mencionados, en relación a las pruebas e bombeo, así como las graficas bajo los métodos de Theis & Jacob.

Metodología para la Ejecución de una Prueba de bombeo

Para obtener información sobre las características del acuífero tales como transmisividad, coeficiente de almacenamiento, existencia de barreras impermeables cercanos y zonas de recarga representadas por ríos o lagos; es necesaria la implementación de una prueba de bombeo.

Ejecutar una prueba de bombeo consiste en bombear un pozo durante en un tiempo establecido, a un determinado caudal; la cual también permitirá medir la evolución del nivel del agua debida al bombeo, y el comportamiento de los abatimientos de los niveles.

Información Preliminar

Como paso previo a la realización de una prueba de bombeo, hay que recopilar la información sobre la geología e hidrología superficial, a fin de conocer las características del acuífero, como la litología, el espesor y sus límites horizontales, así como las características geológicas y comportamiento de las rocas que lo limitan. El conocimiento de la geología de la zona permite optimizar el número y la localización de las pruebas y es de gran importancia tomar en cuenta las condiciones de frontera, para analizar los datos de las pruebas.

Existen otros acuíferos que tienen poca extensión, limitada por un material impermeable, tales como fallas o cambios litológicos en el acuífero, que describen y delimitan perfectamente al valle.

También se deberán considera los límites de recarga, como puede ser el caso de un acuífero conectado a un río o lago. Al bombear un pozo ubicado en estos límites, no se produce ningún abatimiento del nivel de agua. Tal es el caso del acuífero Buenos Aires, el cual presume una dirección de flujo hacia la Presa Lázaro Cárdenas. Para fines prácticos y de interpretación de la prueba de bombeo, se deberá considerar que el acuífero es de extensión lateral infinita.

Elección del sitio de prueba

Casi siempre se tienen que utilizar pozos ya existentes, y acoplar la prueba de bombeo de acuerdo a la operación normal del pozo; para no provocar afectaciones. Sin embargo, lo ideal es poder escoger el sitio más apropiado para la realización de la prueba.

Para la selección del sitio se deben considerar los siguientes puntos:

- Las condiciones hidrogeológicas del sitio no deben cambiar en distancias cortas y deben ser representativas de la zona de estudio.
- El sitio donde se localiza el pozo debe ser de fácil acceso para el personal y el equipo.
- El pozo de bombeo y los de observación deben ser fácilmente sondeables.
- El conjunto motor-bomba debe ser capaz de trabajar continuamente a caudal constante, durante la duración de la prueba.

- El agua extraída no debe retornar al acuífero.
- Los pozos de observación deben estar, en general, entre 10 y 100 m de separación del pozo de bombeo, en función del tipo de acuífero y duración de la prueba.
- De preferencia, el pozo de bombeo debe ser totalmente penetrante. Para el caso de este acuífero no se cumple esta condición.

Realización de las pruebas de bombeo

Durante la prueba de bombeo es primordial medir el abatimiento (o recuperación) en los pozos de observación y en el de bombeo. Como el abatimiento y la recuperación de los niveles son mayores durante las primeras dos horas, las lecturas se deben realizar a intervalos cortos y se van aumentando conforme se prolonga el bombeo. El equipo a utilizar en las pruebas de bombeo realizadas incluye sonda eléctrica, cronómetro y flexómetro.

Cuando se inicia un bombeo se produce un descenso del nivel del agua a fin de establecer un gradiente hidráulico que ponga en movimiento el agua hacia la captación. En el pozo el agua pasa por una superficie relativamente pequeña y por lo tanto precisa un gradiente importante para que, de acuerdo con la ley de Darcy, exista un flujo igual al caudal bombeado. A medida que la distancia al pozo aumenta, la superficie cilíndrica también, de modo que el gradiente disminuye, ya que el caudal que pasa es el mismo. Este hecho justifica la forma de embudo del nivel piezométrico (Díaz et al. 2005).

La extensión del cono de abatimiento puede obtenerse realizando observaciones en pozos cercanos al que se encuentra bombeando. A estos se les denomina como “pozos de observación” durante la prueba.

Para el caso particular del acuífero Buenos Aires, esta prueba se realizó a caudal constante y de corta duración en abatimiento y recuperación, debido a la poca profundidad de la captación.

Selección y cálculo de las áreas correspondientes a la Evapotranspiración Real

Para determinar el volumen de evapotranspiración Real, se localizaron todas las áreas con profundidad al nivel estático menor a tres metros, con la ayuda de los sistemas de información geográfica (Arc-Map, versión 9.3), obteniendo la siguiente figura:

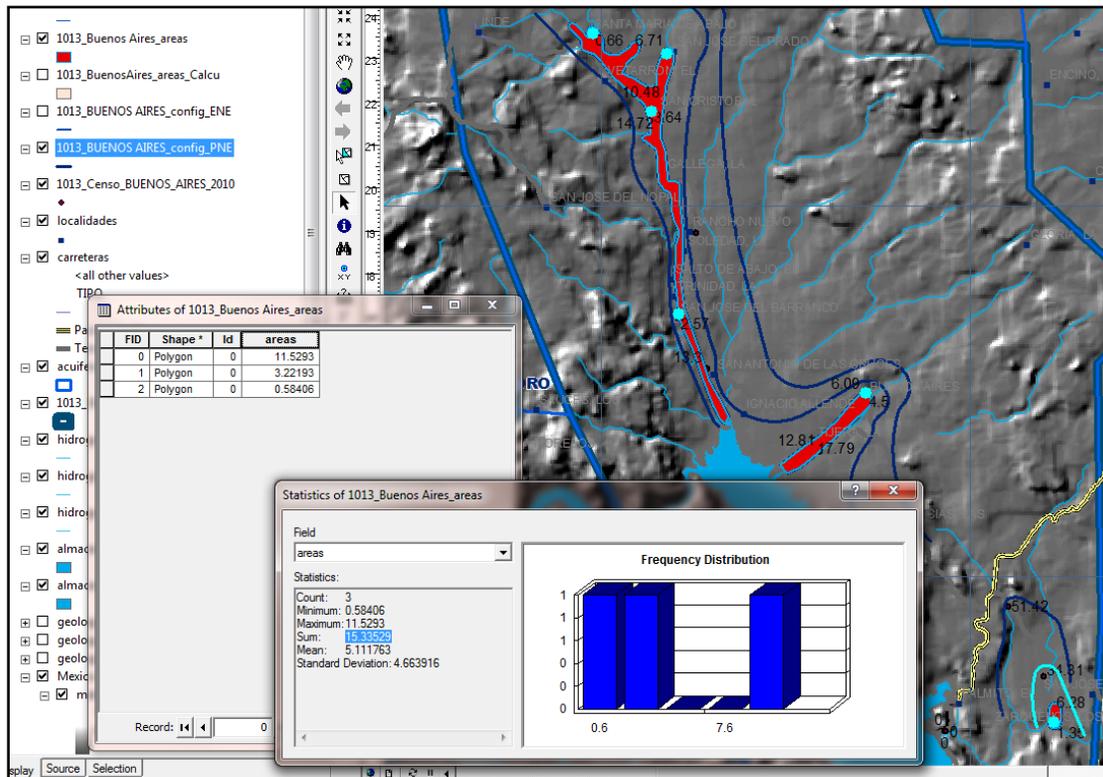


Figura 10. Áreas seleccionadas para calcular la ETR.

Después se verificó que la proyección del shape estuviera en el sistema de referencia adecuado (NAD_1927_UTM_Zone_13N), para poder calcular áreas. Después, se identificaron los registros que contenían a las líneas de P.N.E., con los valores propuestos menores o igual a 10 metros. Posteriormente se creó un nuevo Shapefile (y se le heredó el sistema de proyección NAD_1927_UTM_Zone_13N), para crear polígonos (en rojo, figura 10), y por último se calculó con una herramienta estadística el área correspondiente (las zonas coloreadas en rojo, figura 10).

II FISIOGRAFÍA

2.1 Provincia fisiográfica

El área superficial del acuífero Buenos Aires, se encuentra ubicado dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental (Raisz, 1964), que abarca parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y en este caso al estado de Durango. En ella predominan rocas ácidas (ricas en sílice) e intermedias (contenido medio de sílice). (Figura 1).

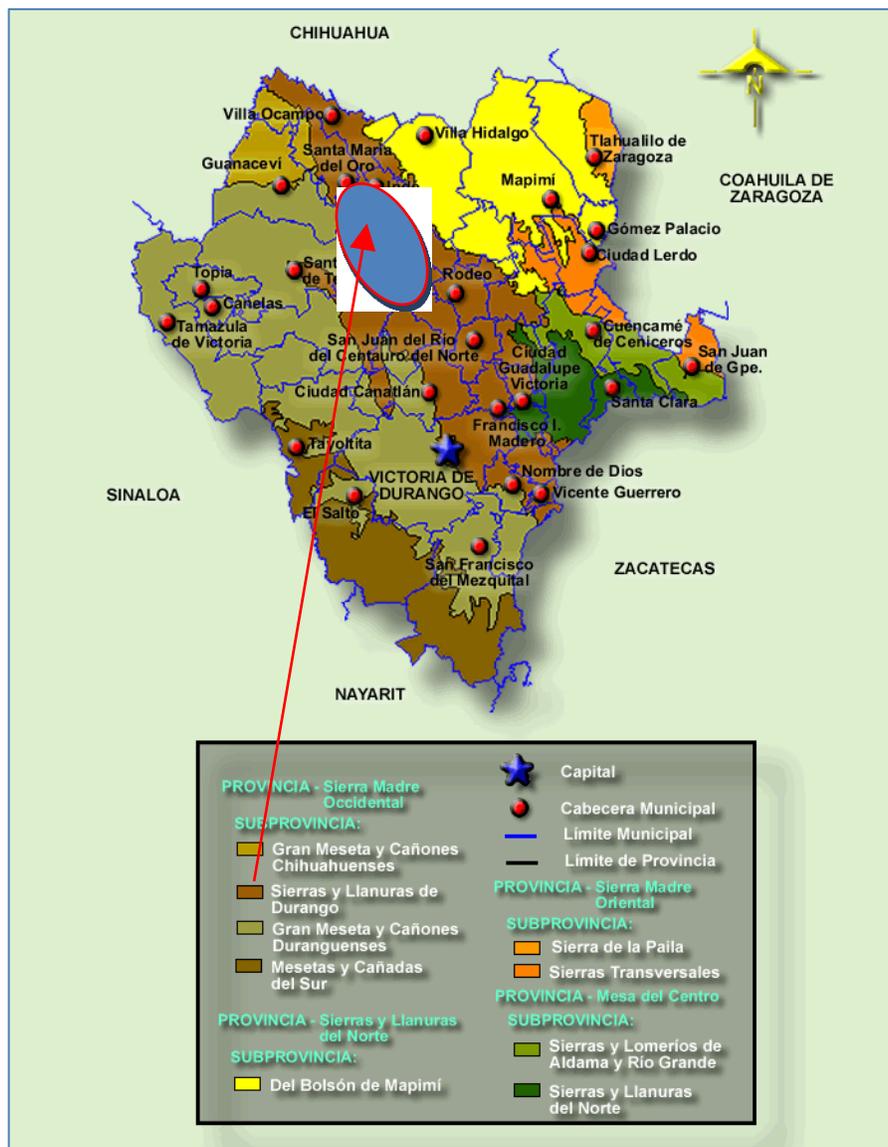


Figura 1. Fisiografía del acuífero (INEGI, 2011)

En cuanto a la composición y eventos que dieron origen a la Provincia Sierra Madre Occidental, se sabe que está formada por una extensa meseta volcánica afectada por grabens y fallas normales. El borde oriental de la sierra varía gradualmente hacia la Provincia Cuencas y Sierras de Chihuahua, en tanto que el borde occidental constituye una terminación abrupta con fallas normales de grandes desplazamientos y zonas de profundas barrancas.

Según Mc Dowell y Clabaugh (1979), la Sierra Madre Occidental está compuesta por dos importantes secuencias ígneas, cuyo contacto marca un periodo intermedio de calma volcánica. La secuencia más antigua la forman rocas volcánicas, principalmente intermedias, y cuerpos ígneos cuyas edades varían entre 100 y 45 millones de años. La más reciente está integrada por ignimbritas riolíticas y riodacíticas en posición generalmente horizontal, o ligeramente inclinada y con edades que varían entre 34 y 27 millones de años.

El complejo volcánico inferior posee una forma dominante de derrames y unidades piroclásticas de composición andesítica, pero también cuenta con intercalaciones de ignimbritas silíceas. Este complejo inferior contrasta en gran medida con el superior, por su carácter ligeramente deformado e intensamente fallado y alterado; las secuencias que los constituyen son, por lo general, rocas encajonantes de las principales mineralizaciones de gran parte de esta región de México. Los afloramientos de este complejo inferior, son por tanto, más restringidos que los del superior y han sido reconocidos sobre todo en la vertiente del Pacífico, en los estados de Sonora y Sinaloa. El contacto superior se manifiesta por la superficie irregular de un fuerte paleorelieve y por el marcado contraste en la alteración de las secuencias.

El complejo superior constituye la cubierta ignimbrítica continua más extensa de la Tierra, y se observa en un área alargada de orientación noroeste-sureste con 250 km de ancho y más de 1,200 km de largo. Hacia el norte, esta cubierta tiene sus últimos afloramientos a la altura de la frontera con Estados Unidos de América, y hacia el sur desaparece debajo de las rocas intermedias y básicas del Eje Neovolcánico.

El complejo volcánico inferior constituye un típico arco magmático de carácter calcoalcalino, relacionado con una margen continental convergente en donde la Placa de Farallón se hundía debajo de la corteza continental de México. Este fenómeno de convergencia duró hasta hace 29 millones de años cuando el sistema de expansión, del Pacífico del este chocó contra la margen occidental de México (Atwater, 1970). Sin embargo, la interrupción del magmatismo en el intervalo 45-34 millones de años, manifiesta una irregularidad en la continuidad de estos procesos. Mc Dowell y Clabaugh (1979) consideran que este periodo de calma se debió a dos posibles causas: una de ellas es la disminución en el porcentaje de convergencia o en el cambio de inclinación de la placa subduccionada; la otra es la subducción de una dorsal oceánica activa.

Demant y Robin (1975) explican el origen de la cubierta ignimbrítica de la Sierra Madre Occidental, como el volcanismo típico de una zona de "rift", atrás de un arco andesítico, por reacción de la corteza a los movimientos de subducción, y señalan la coexistencia de un volcanismo de tipo compresivo y un volcanismo de tipo distensivo.

A su vez, el área del acuífero esta emplazada en la subprovincia fisiográfica Sierras y Llanuras de Durango. (Figura 2).

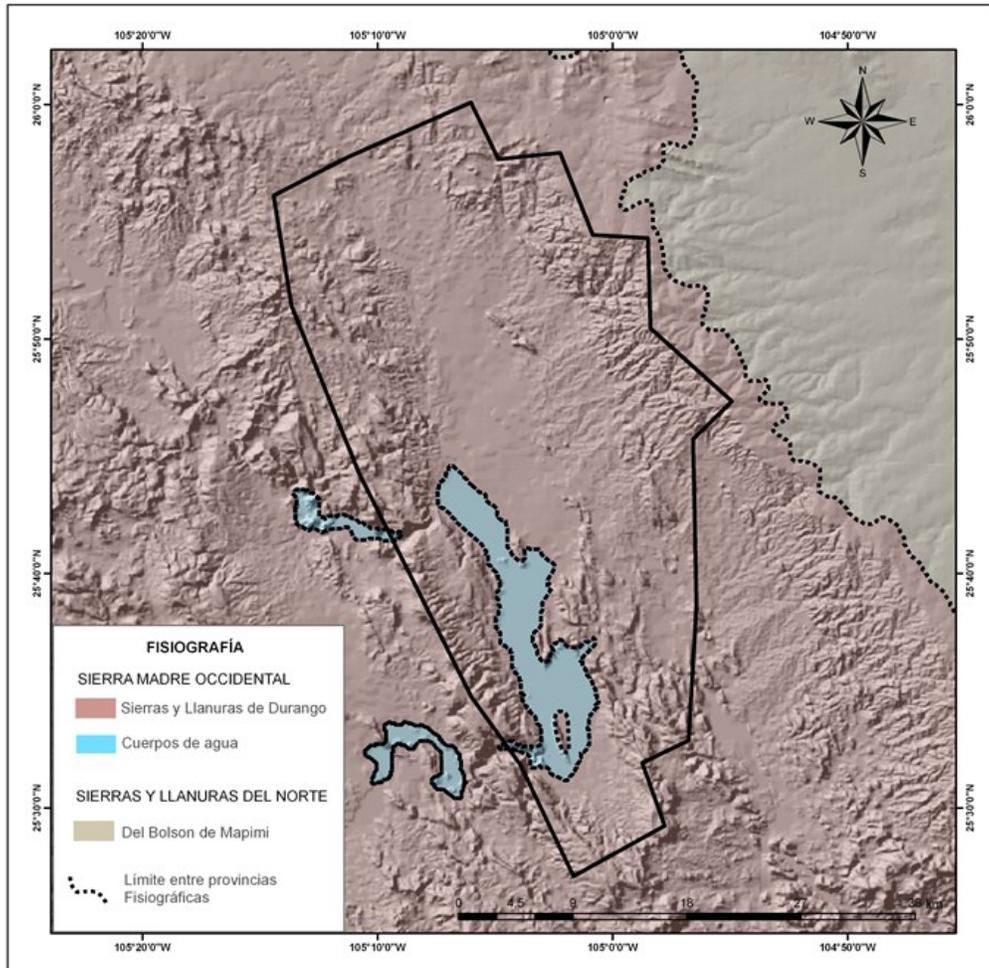


Figura 2. Sub-provincias Fisiográficas para el acuífero Buenos Aires

2.2 Geomorfología

La Sierra Madre Occidental, con alturas de hasta 3,000 metros sobre el nivel del mar (msnm); presenta hacia el occidente, un importante escarpe, en tanto que hacia el oriente desciende gradualmente a las regiones llanas del centro. En esta franja oriental se tienen cadenas y valles de orientación NE-SW. Sobre el dorso central de la sierra, los materiales volcánicos se encuentran en amplios mantos tendidos que dan conformación a las elevadas mesetas que son típicas de la provincia.

Una particular conjunción de actividad tectónica, rasgos litológicos, distribución de fracturas y procesos erosivos hídricos propició la excavación de profundos cañones cuyos ejemplos más espectaculares se presentan sobre las vertientes occidentales de la sierra (figura 3).

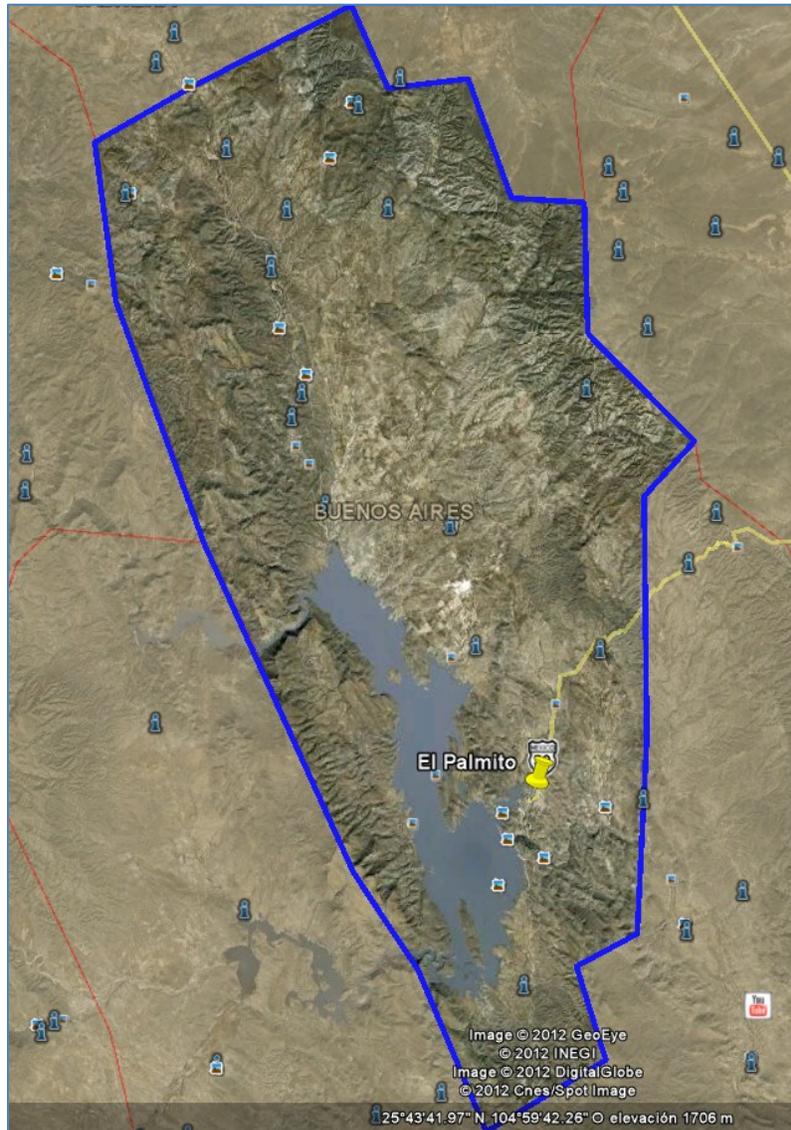


Figura 3. Vista de planta de la geomorfología presente en el acuífero Buenos Aires.
(GOOGLE, 2010)

2.3 Escurrimientos Superficiales (Hidrografía)

El acuífero se ubica en la Región Hidrológica 36 Nazas – Aguanaval, Cuenca de la Presa Lázaro Cárdenas (figura 4), subcuenca de los ríos Ramos y El Oro. Esta Región se encuentra situada al norte del país, en la altiplanicie septentrional; ocupando porciones de los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas. Está comprendida entre los meridianos 101°31' y 106°14' de longitud oeste, y los paralelos 22°39' y 26°35' de latitud norte, abarcando una superficie de 89,239 km²; limita al norte con la región hidrológica 35, al noroeste con la región hidrológica 24c, al este con la región hidrológica 37, al sur con la región hidrológica 12, al suroeste con la región hidrológica 11, al oeste con la región hidrológica 10, y al noroeste con la región hidrológica 24a.

El Río Nazas es el más importante en la región, y nace en el estado de Durango, junto con el Río Aguanaval (con origen en el estado de Zacatecas). El acuífero Buenos Aires se encuentra emplazado en el Arroyo Grande, lugar donde también se instaló la Presa Lázaro Cárdenas.

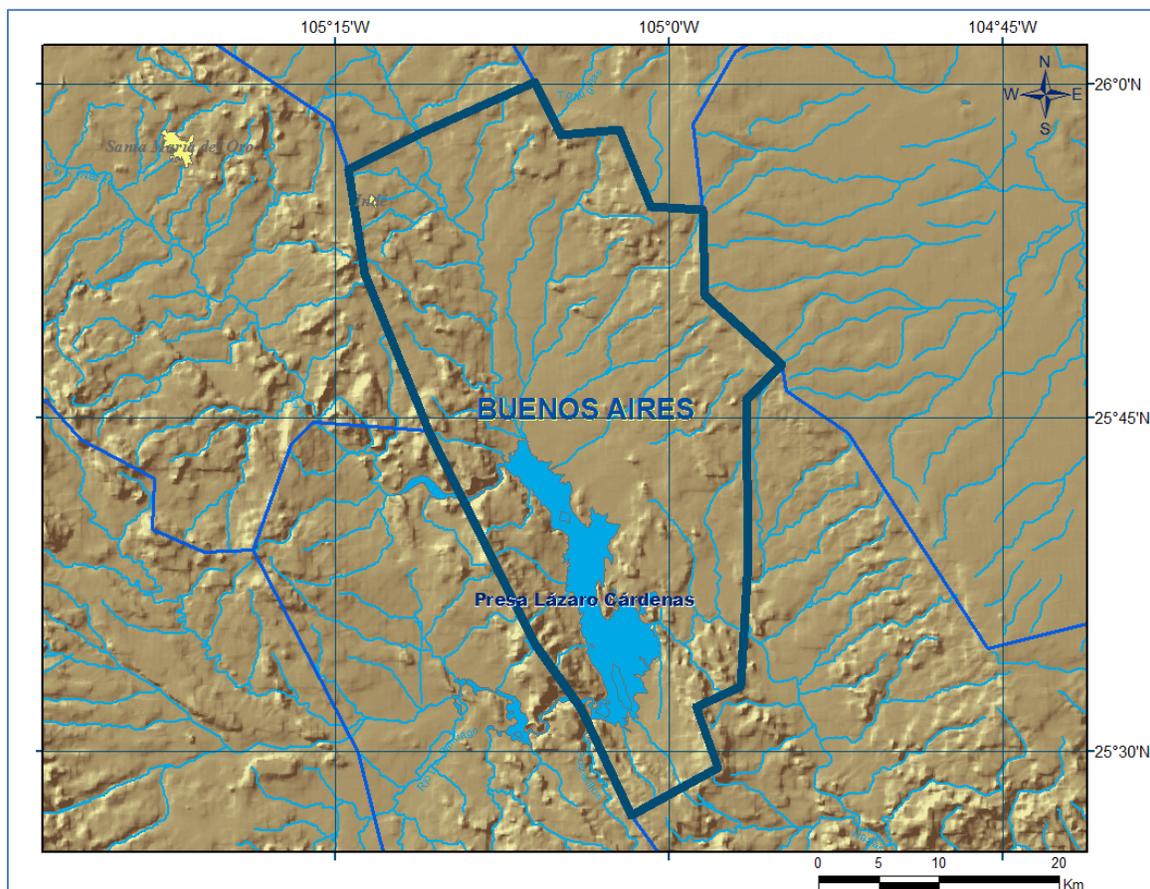


Figura 4. Hidrografía del acuífero (INEGI, 2011).

2.4 Clima

De acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el acuífero Buenos Aires, se presentan climas secos esteparios (BS), principalmente de dos tipos: BS₁kw(w), BS₀kw(w) y BS₀hw(w), que son los menos secos. El primero predomina en más de la mitad del acuífero, principalmente en la porción norte.

El subtipo (1) indica que se trata de un clima semiseco. Mientras que el subtipo (0) indica que es seco.

El comportamiento en el régimen de lluvia (w), indica que la temporada en la que se concentra la mayor cantidad, es en verano; con la máxima precipitación en el período junio-septiembre; registrándose un período con menores lluvias en el invierno, durante los meses de diciembre y enero, principalmente; el período más seco se registra en los meses de febrero a mayo.

Por otro lado, también se tienen registros históricos de precipitaciones en la zona central del municipio de 400 a 500 mm; hacia el norte y noroeste del territorio del municipio han registrado entre 500 a 600 mm y en la zona ubicada al extremo sur, valores de entre 300 a 400 mm; datos que indican un descenso en la precipitación a medida que se avanza de la Sierra hacia el Bolsón de Mapimí.

Sin embargo, con el fin de precisar las variables climatológicas en el área superficial del acuífero, se contó con información de las únicas cuatro estaciones climatológicas (operadas por la CONAGUA) que tienen influencia en el área del acuífero: Indé, El Mirador, El Palmito y General Escobedo, cuyo registro comprende los periodos 1979-2007, 1979-2006, 1938-2007 y 1978-2007, respectivamente (tabla 1), con los siguientes registros:

Tabla 1. Estaciones climatológicas ubicadas en el área de influencia del acuífero.

CLAVE	ESTACION	AREA (km ²)	TEMPERATURA MEDIA (°C)	OBSERVACIONES
10143	Indé	574.5	18.5	Dentro del área del acuífero
10144	El Mirador	186.6	14.8	Fuera del área del acuífero
10021	El Palmito	157.3	19.8	Fuera del área del acuífero
10149	General Escobedo	191.6	19.8	Fuera del área del acuífero
	TOTAL	1,109.9	18.3	

De los datos colectados, se determinó una temperatura promedio anual de 18.3°C.

2.4.1 Precipitación

El régimen pluvial presenta en términos generales dos períodos de ocurrencia, uno de julio a septiembre correspondiente a la temporada de verano que es cuando se registran los valores más altos, y otro de lluvias invernales que abarca de diciembre a febrero, con precipitaciones menos significativas, las cuales son provocadas principalmente por los frentes fríos que afectan la región. La tabla 2 presenta un promedio de la precipitación media anual de 399.2 mm.

Tabla 2. Precipitación media anual, método de los polígonos de Thiessen.

CLAVE	ESTACION	AREA (km ²)	FACTOR THIESSEN	PRECIPITACION TOTAL (mm)	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)
10143	Indé	574.5	0.5176	358.7	185.7
10144	El Mirador	186.6	0.1681	477.4	80.3
10021	El Palmito	157.3	0.1417	367.7	52.1
10149	General Escobedo	191.6	0.1726	470.3	81.2
	TOTAL	1,109.90	1		399.2

En la tabla 3, presenta un concentrado de las estaciones climatológicas (figura 5), con los promedios anuales de temperatura y precipitación.

Tabla 3. Estaciones climatológicas ubicadas en el área de influencia del acuífero.

ESTACION	NOMBRE	PERIODO	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)
10143	Indé	1979-2007	358.7	18.5
10144	El Mirador	1979-2006	477.4	14.8
10021	El Palmito	1938-2007	367.7	19.8
10149	General Escobedo	1978-2007	470.3	19.8
PROMEDIOS			399.2	18.3

De los datos colectados en las cuatro estaciones climatológicas, se obtuvo una evaporación potencial promedio anual de 2,196.3 mm.

Cabe resaltar que los valores de evaporación potencial, precipitación y temperatura media anual, se determinaron aplicando el método de los Polígonos de Thiessen, adicionalmente los datos de precipitación también fueron analizados por el método de las isoyetas.

A continuación se explican brevemente los métodos antes mencionados:

Para evaluar la lluvia o temperatura, sobre un área determinada, se pueden utilizar los datos colectados por los pluviómetros ubicados en el área de interés, aún si se encuentran fuera del área de influencia. Si sólo hay un pluviómetro en la zona, el área de la cuenca puede estar representada por este pluviómetro. A menudo existe más de un pluviómetro para evaluar cual es el valor de lluvia o temperatura que se puede asociar.

A este respecto, se utilizan varios métodos; el método de la media aritmética, el método de los polígonos de Thiessen, el método del inverso de la distancia al cuadrado, el método de las isoyetas.

Método de Thiessen:

Consiste en asignar a cada estación climatológica, una zona de influencia limitada por rectas que bisectan a las líneas que unen las estaciones más próximas entre sí y que son normales a dichas líneas, y por el parteaguas de la cuenca; de este modo se forman los llamados “Polígonos de Thiessen” (figura 5).

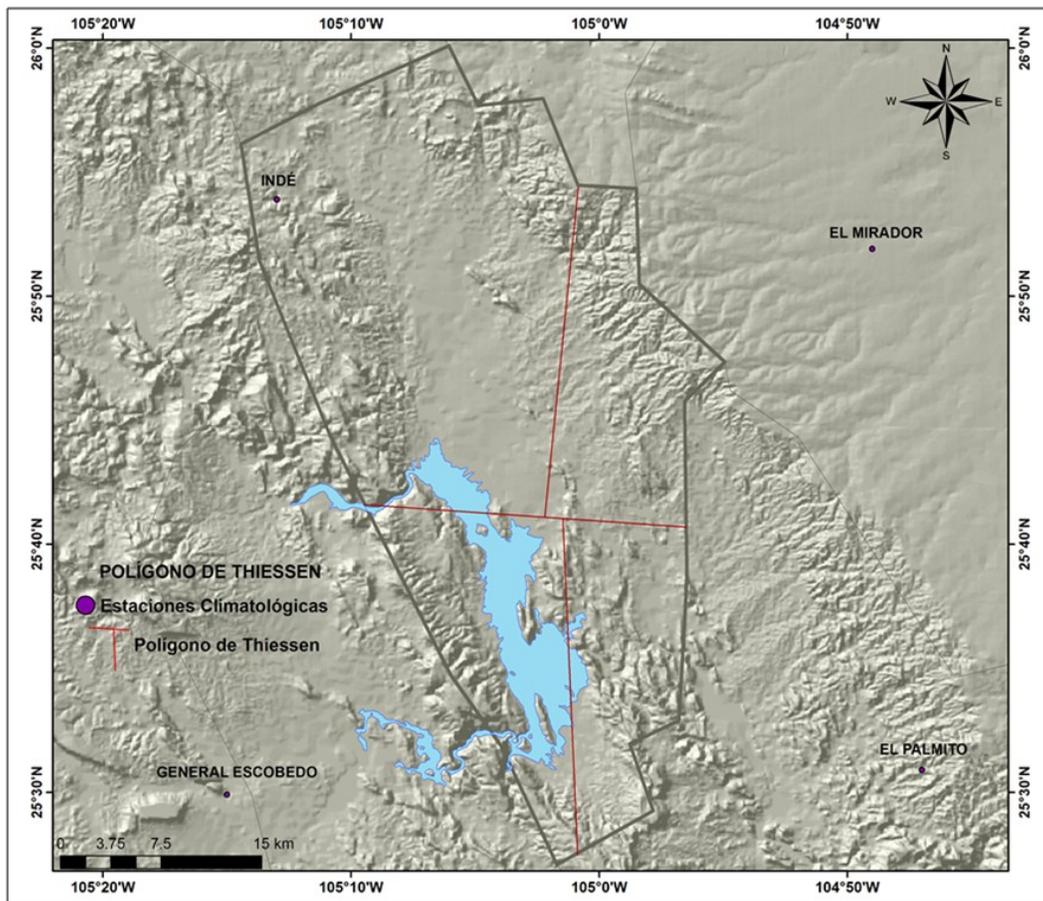


Figura 5. Ubicación de las estaciones climatológicas (UNISON, 2010).

La lluvia media se calcula entonces como un promedio de las precipitaciones registradas en cada estación, usando como peso el área de influencia correspondiente (figura 5); esto se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$\bar{h}_p = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^n A_i h_{pi}$$

Donde:

\bar{h}_p = Lluvia media buscada (mm)

AT = Área total de la cuenca (km²)

n = Número de estaciones

A_i = Área de influencia de la estación i (%)

h_{pi} = Precipitación de la estación i (mm)

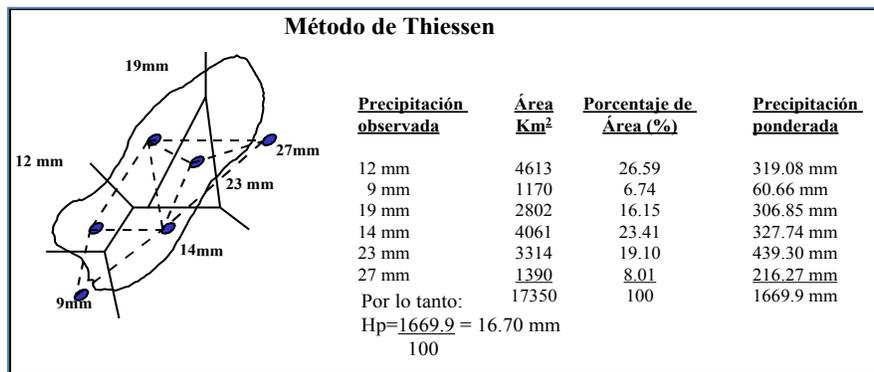


Figura 6. Lluvia media con el método de Thiessen (ejemplo).

El método de los Polígonos de Thiessen toma en cuenta la distribución espacial de las estaciones, pero no la topografía del área (factor que afecta la distribución de la lluvia, Figura 6).

Sin embargo, este método es conveniente en esta zona, debido a las dimensiones y condiciones topográficas de la cuenca; aunado a que las estaciones son representativas del comportamiento de la lluvia en la cuenca (Universidad de Sonora).

Inicialmente los polígonos de Thiessen (método creado en 1911), fueron utilizados para el análisis de datos meteorológicos de las estaciones pluviométricas. Sin embargo, en la actualidad se aplica para determinar áreas de influencia en centros hospitalarios, estaciones de bomberos, centros comerciales, control del tráfico aéreo, telefonía móvil, etc. Además de que es una de las funciones de análisis básicas en los sistemas de información geográfica (SIG).

El método de las isoyetas:

Consiste en trazar líneas de igual precipitación llamadas isoyetas a partir de los datos puntuales reportados por las estaciones meteorológicas. Al área entre dos isoyetas sucesivas, se le asigna el valor de precipitación promedio entre tales éstas. Conociendo el área encerrada entre pares sucesivos, obtenemos la precipitación regional.

2.4.2 Eventos hidrometeorológicos destacados

Los ciclones son fenómenos naturales que generan la mayor parte del transporte de humedad del mar hacia las zonas semiáridas del país. En algunas regiones del país, las lluvias ciclónicas representan la mayor parte de la precipitación pluvial anual. El huracán es un ciclón tropical con vientos máximos sostenidos son mayores de 118 km/h. En este caso el área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo lluvias intensas.

Cerca del área que cubre el acuífero Buenos aires, se han registrado los siguientes ciclones cercanos a la región (figura 7), para el período 1970-2009. (Estadísticas del agua en México, 2011, Comisión Nacional del Agua, página 25).

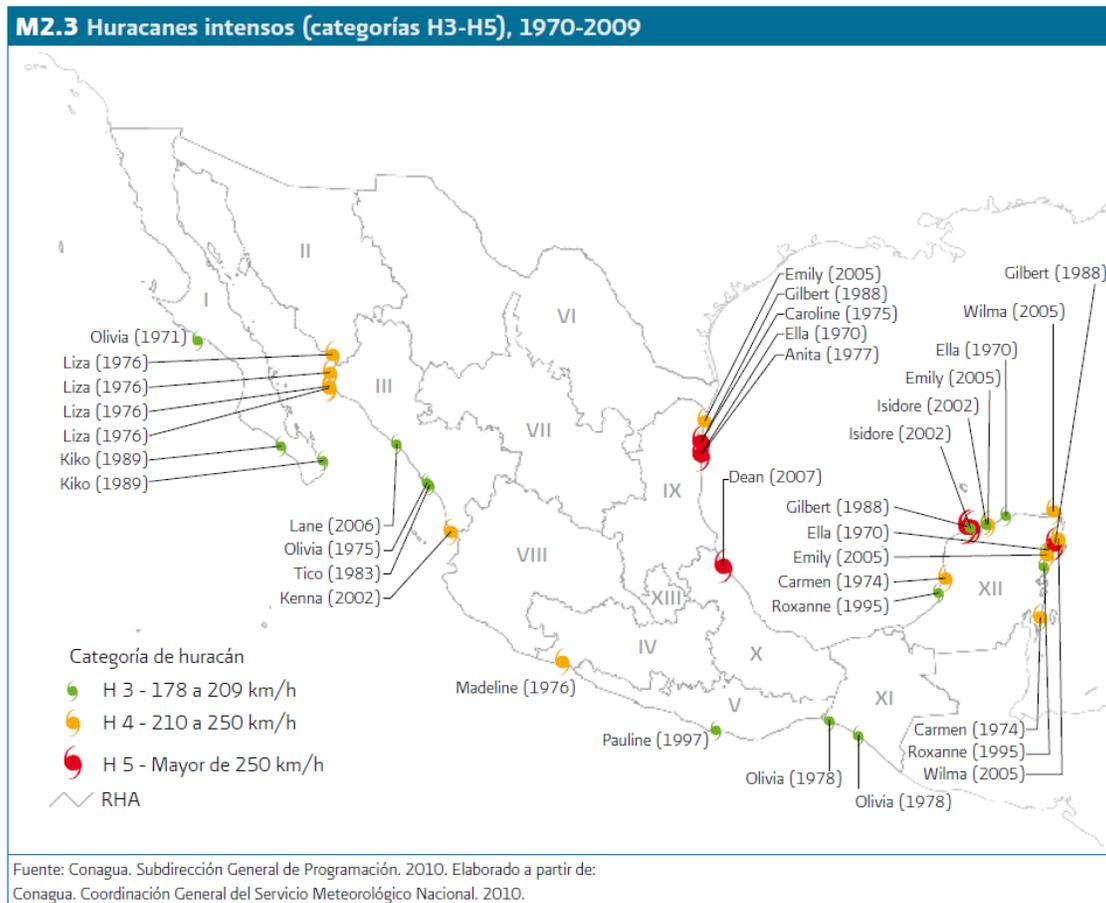


Figura 7. Eventos meteorológicos (1970-2009).

Respecto de las sequías, se realizan anualmente dos estimaciones de la sequía a nivel de Norteamérica, en el marco del proyecto "Monitor de Sequía para América del Norte".

Para la primera estimación de sequía, correspondiente al final de la temporada de estiaje, en mayo del 2009, se tuvieron precipitaciones 16% por arriba de lo normal, con anomalías positivas en Durango, Sonora, Sinaloa, Jalisco y Chihuahua. En contraste tuvieron anomalías negativas Baja California, Baja California Sur, Yucatán, Campeche, Tamaulipas y Nuevo León.

La península de Baja California permaneció con condición de anormalmente seca a severa, en tanto que el noreste de México presentó un incremento en la intensidad, de anormalmente seca (D0) a sequía extrema (D3).

En Sonora y Chihuahua la condición de sequía continuó sin cambios a pesar de las precipitaciones, en tanto que se registró la condición de sequía con impacto hidrológico en el centro del país con intensidades de anormalmente seca (D0) a severa (D2), destacando la intensidad D2 para Michoacán, México y el Distrito Federal.

La lluvia en el sureste (Chiapas), provocó la desaparición del área anormalmente seca (D0) que la cubría. Ciertas áreas en el norte de la península de Yucatán continuaron con afectaciones de sequía severa (D2), presentándose sequía moderada (D1) en Quintana Roo, aunada a incendios forestales.

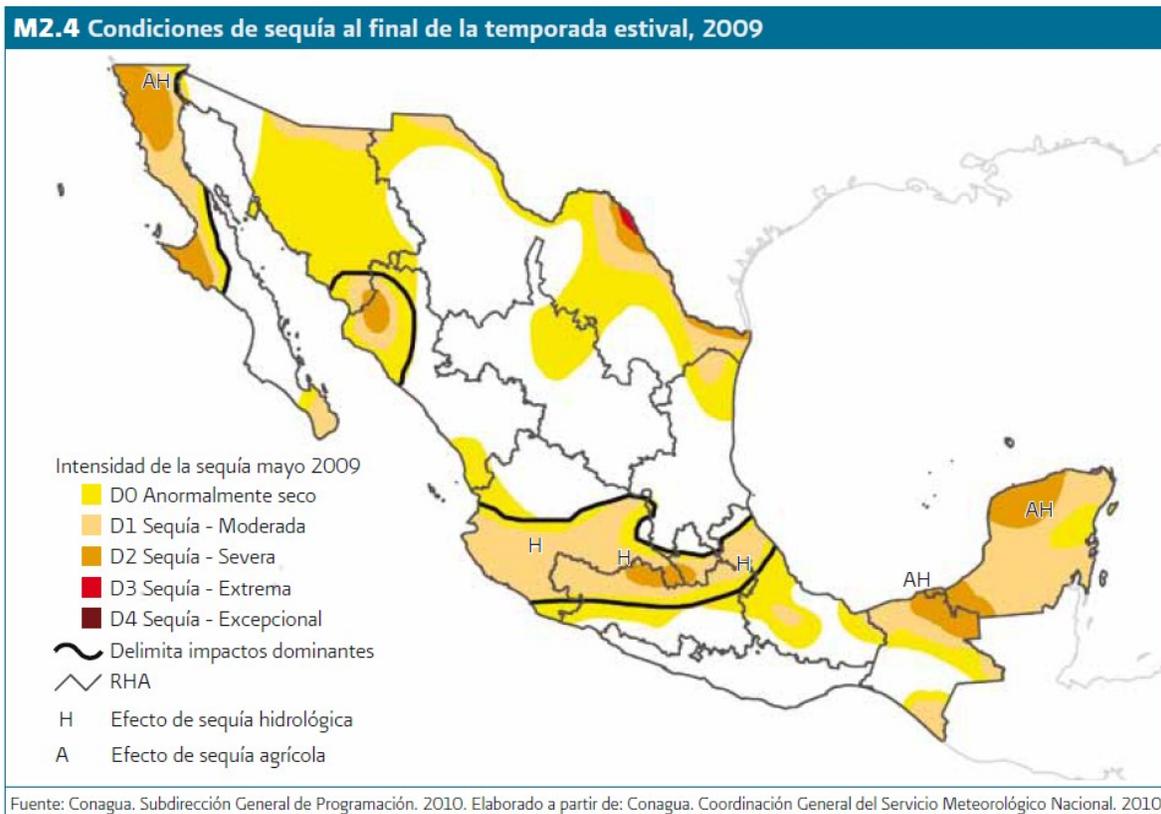


Figura 8. Condiciones de sequía registradas hasta el término del 2009.

Como se puede observar en la figura 8, las condiciones de sequía de la región, que afectaron al acuífero Buenos Aires son las cercanas a la clasificación anormalmente seco, mismas que se agravaron hacia finales de 2011 e inicios de 2012. Sin embargo, este último año la región experimento una considerable reducción de este fenómeno, con la llegada (dicen los lugareños) de un buen ciclo de lluvias anuales constantes. (Estadísticas del agua en México, 2011, Comisión Nacional del Agua, página 25).

La Comisión Nacional del Agua reportó disminuciones de disponibilidad en las presas de las regiones noroeste, centro-norte, noreste, centro y sur. Para la segunda estimación de sequía, al finalizar la temporada de lluvia, en noviembre del 2009 se reportaron lluvias superiores a la normal, originada por frentes fríos y el huracán Ida, que afectó a la península de Yucatán, con anomalías positivas en Nayarit, Quintana Roo, Nuevo León y Campeche, en tanto que Baja California Sur, Estado de México, Querétaro y Morelos presentaron anomalías negativas.

III GEOLOGÍA

3.1 Geología regional

La configuración de las rocas emplazadas en la República Mexicana (figura 1), alberga una serie de eventos geológico-estructurales que hoy en día explican la delimitación de casi todos los acuíferos.

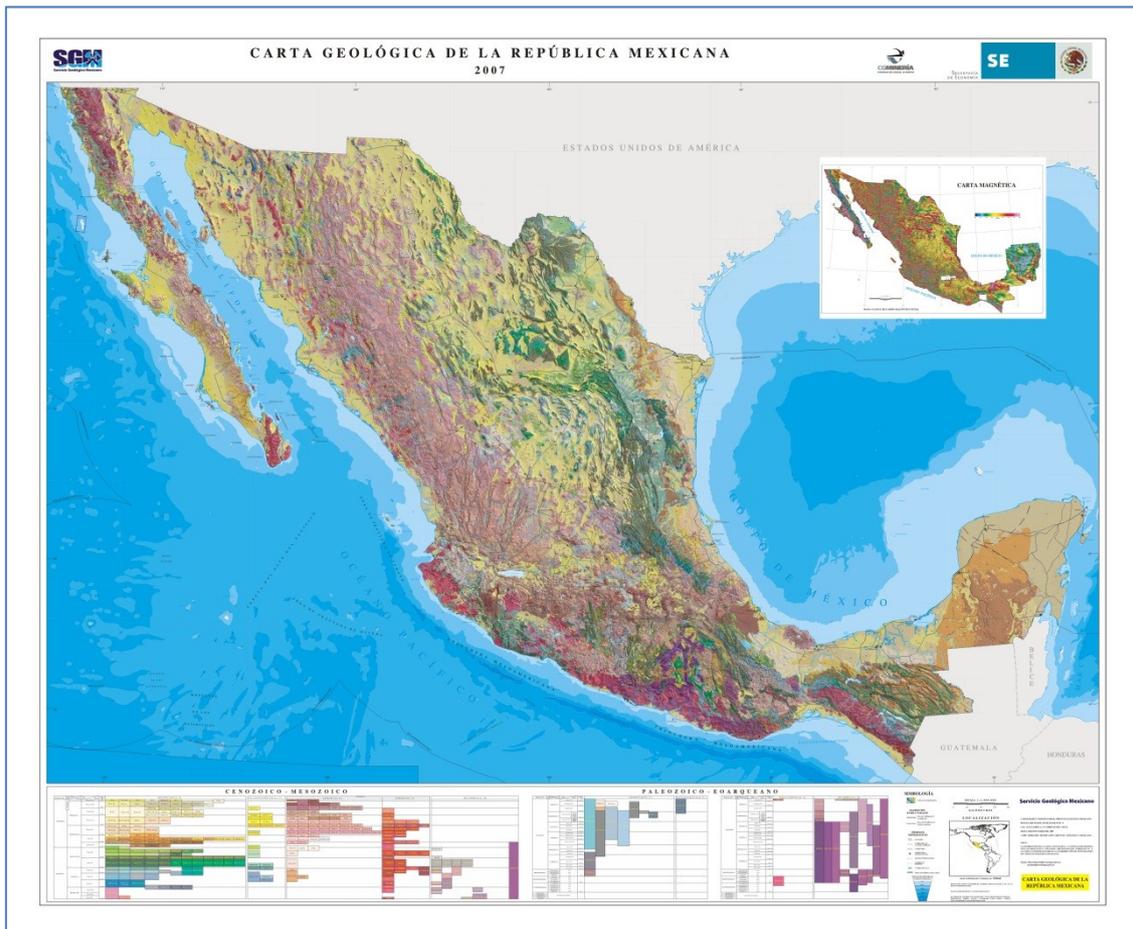


Figura 1. Carta Geológica de la República Mexicana, escala: 1:2, 000, 000 (SGM).

La Sierra Madre Occidental (Provincia Fisiográfica No. 3) es una gran cordillera montañosa que se formó por el depósito de material volcánico durante el Paleógeno-Neógeno, a una escala colosal con espesores que van de los 1,500 a los 1,800 metros (figura 2). La actividad volcánica está compuesta principalmente de rocas ácidas a intermedias.

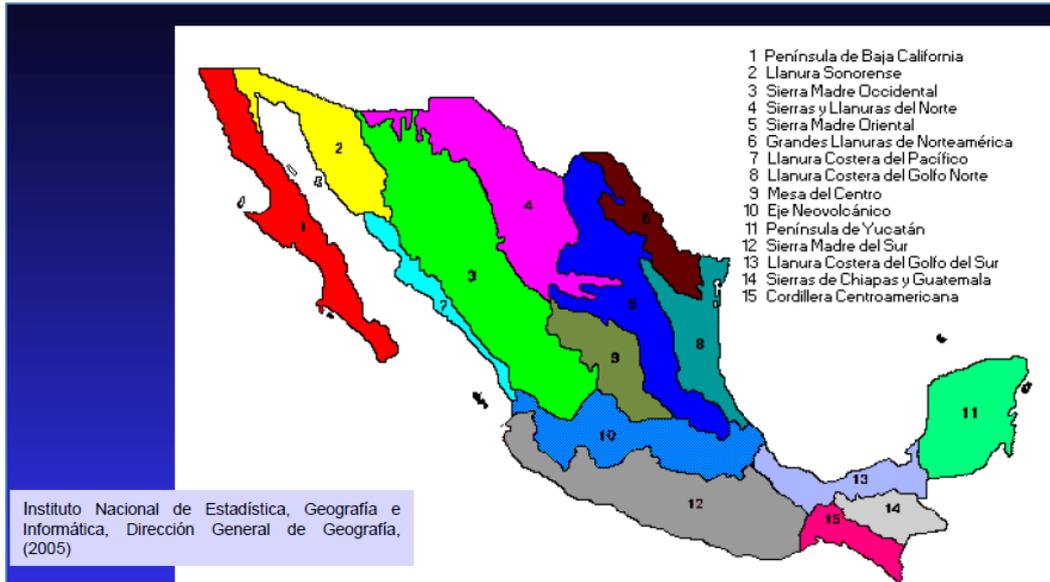


Figura 2. Provincias fisiográficas de La República Mexicana.

3.1.1 Geología de la Sierra Madre Occidental

La provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental es una provincia volcánica que se extiende desde la frontera de México con Estados Unidos y hacia el sur (figura 3), hasta intersectarse con la Faja Volcánica Transmexicana; está limitada al oeste por el Golfo de California y al este por la denominada Mesa Central.

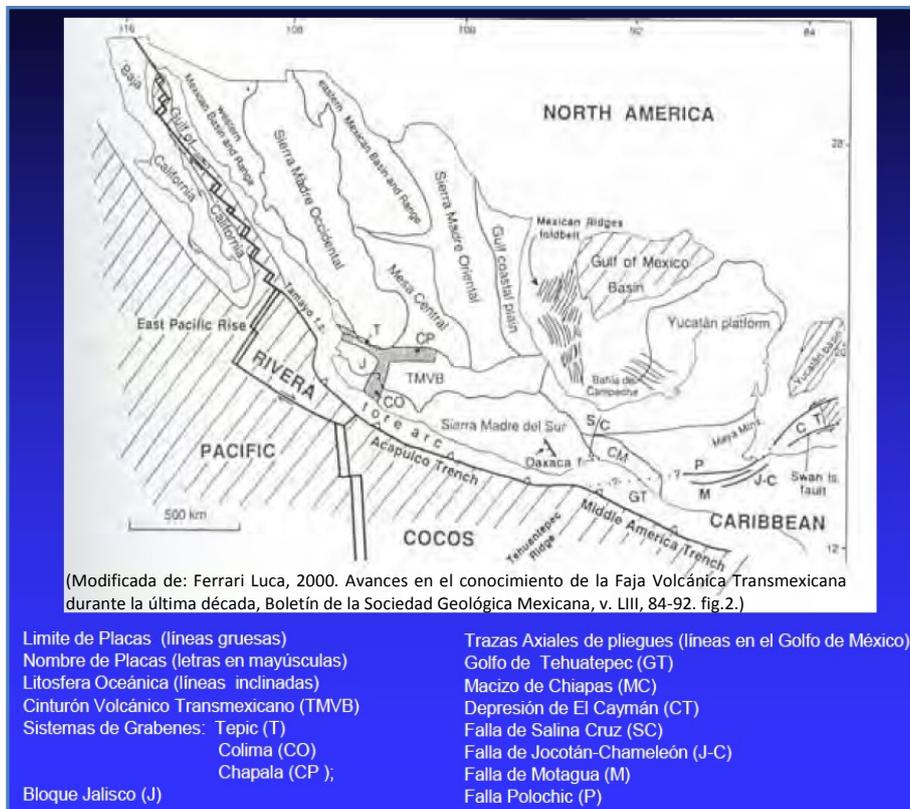


Figura 3. Estructuras y provincias neotectónicas de México.

[Tomada del curso: "Geología de México", Dr. Dante Moran Zenteno (Geología de la Península de Baja California)]

Consiste de una de las provincias silíceas más grandes del mundo, que cubre un área aproximada de 300,000 km².

Está orientada al noroeste definiendo un paralelismo con la costa del Océano Pacífico. Y consiste en una serie de conjuntos ígneos que conforman la Sierra Madre Occidental.

La extensión de los conjuntos del Cretácico-Eoceno esta en parte inferida debido a la extensa cubierta de las ignimbritas del Oligoceno y Mioceno Temprano (Ferrari et. al. 2005).

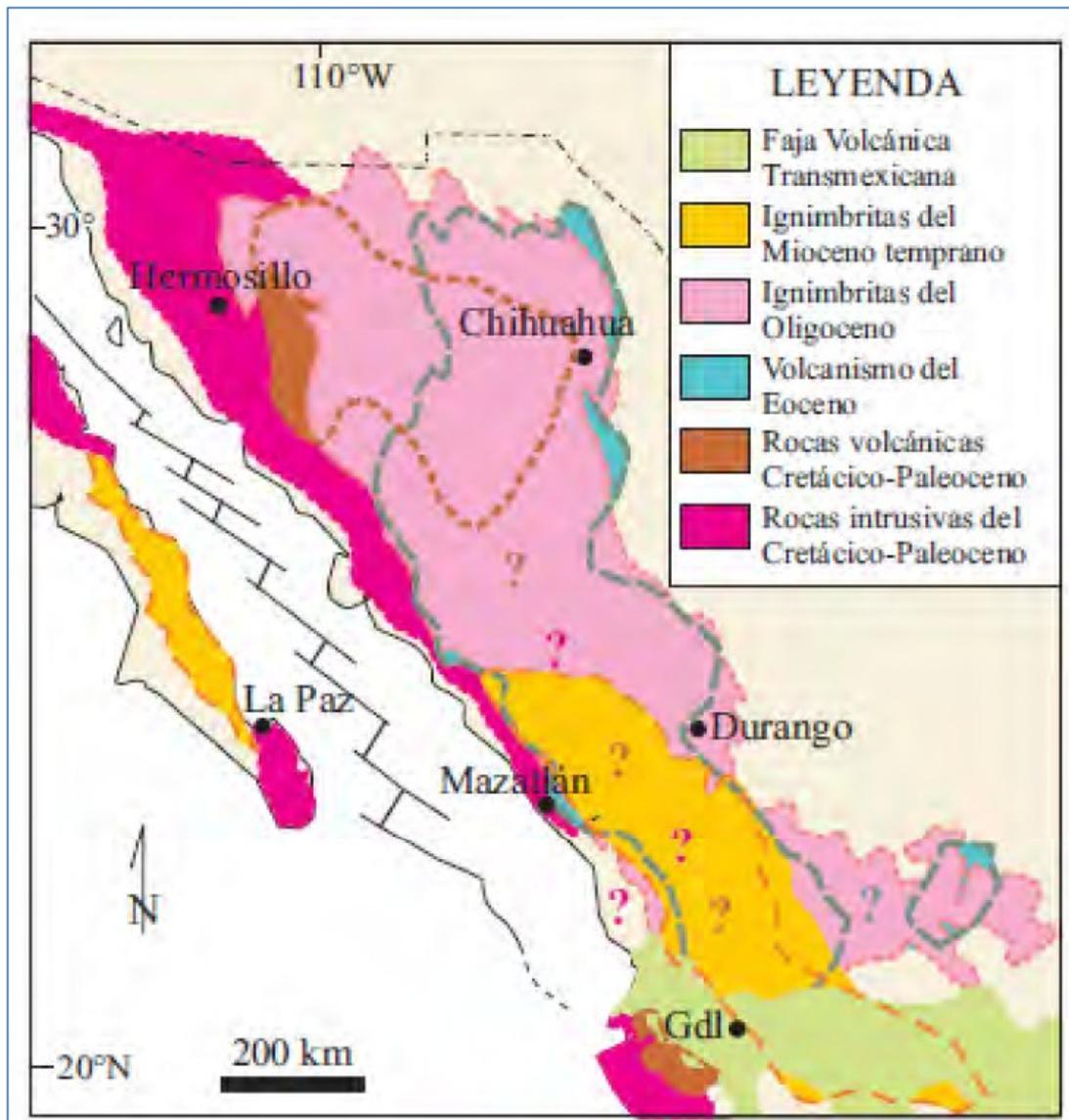


Figura 4. Geología de la Sierra Madre Occidental (Ferrari et. Al. 2005).

Las figuras 5a, 5b y 5c, presentan una sección esquemática que muestra los cambios en la geometría de la placa Farallón a través del tiempo (según Humphreys *et. al.*, 2003).

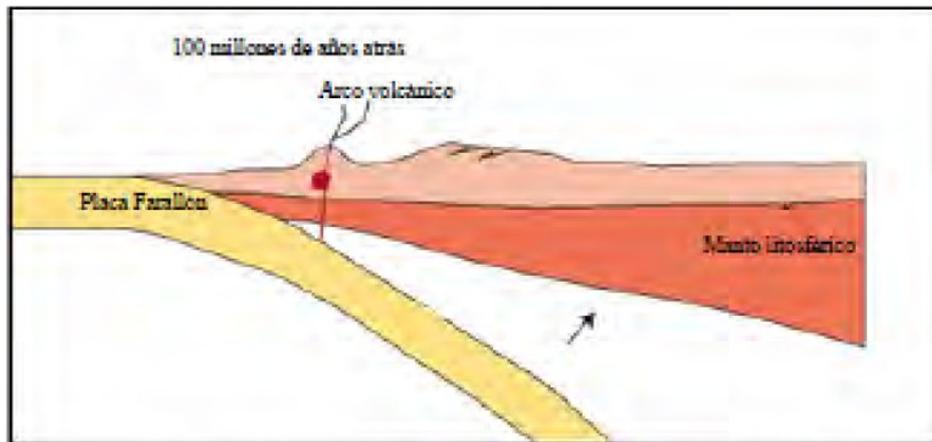


Figura 5a. Geología de la Sierra Madre Occidental.
(Adaptado por Vidal-Amaro, Margarita, 2010. De: Humphreys et. al., 2003).

Al complementar las observaciones al modelo de Coney y Reynolds (1977) postulan la migración de un arco magmático y la regresión de la margen continental al Suroeste en el Mesozoico Tardío-Cenozoico hace 140 Ma, a lo largo de 1,600 km de ancho, hacia el este, hasta hace 40 Ma, y posteriormente regresa al oeste hace 15 Ma. (Clark et. al., 1979).

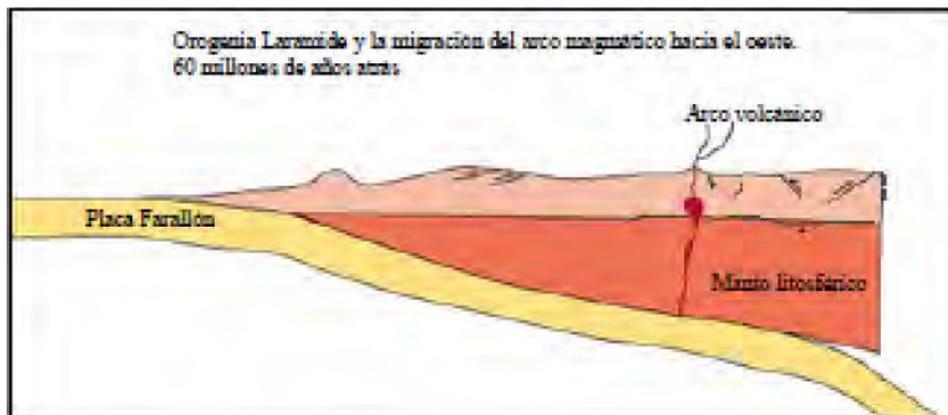


Figura 5b. Geología de la Sierra Madre Occidental.
(Adaptado por Vidal-Amaro, Margarita, 2010. De: Humphreys et. al., 2003).

La migración del frente volcánico hacia la trinchera durante el Oligoceno y Mioceno, está bien documentada, la mayor parte de la extensión se sucedió simultáneamente a la subducción de la placa Farallón y a la migración hacia el oeste del arco volcánico.

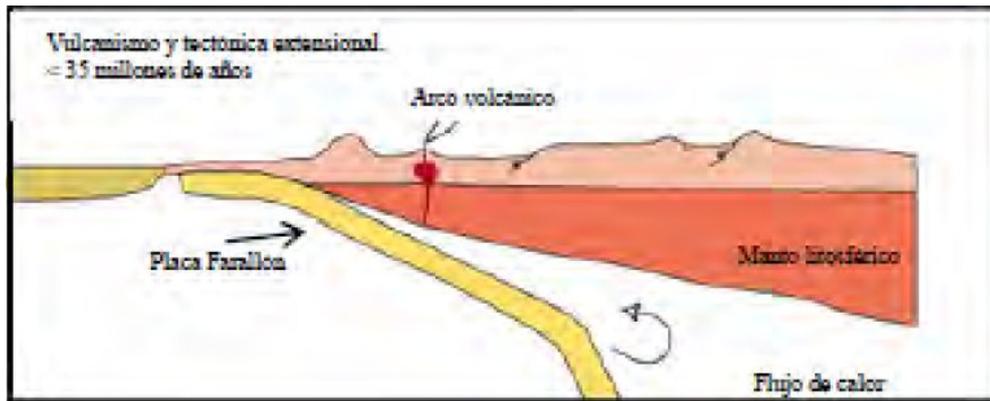


Figura 5c. Geología de la Sierra Madre Occidental.
(Adaptado por Vidal-Amaro, Margarita, 2010. De: Humphreys et. al., 2003).

La región que comprende al acuífero (figura 6), presenta rocas sedimentarias detríticas y carbonatadas, así como un intrusivo y una serie de rocas volcánicas, principalmente andesitas, brechas andesíticas, ignimbritas brechoideas y tobas riolíticas, así como por la presencia de cuerpos intrusivos. También se pueden apreciar rocas metasedimentarias hacia el nor-oeste del área delimitada para el acuífero. Hacia la parte superior se presentan conglomerados y materiales aluviales.

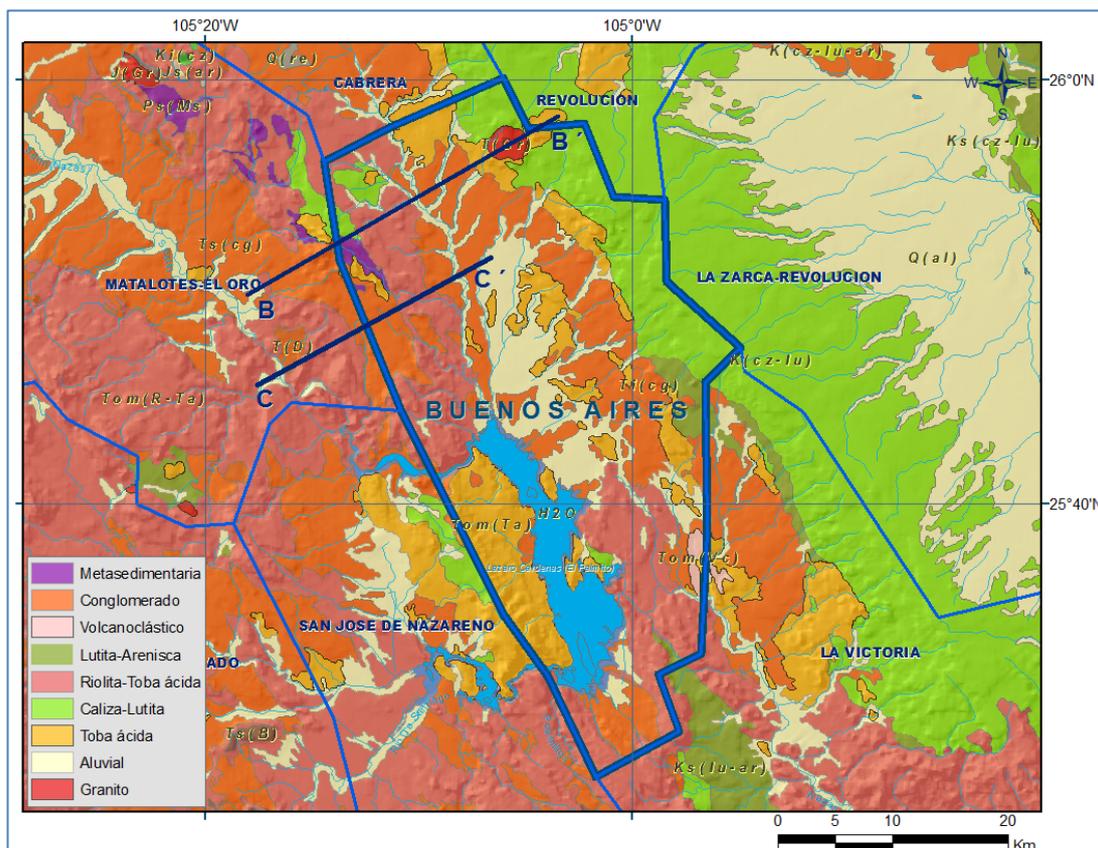


Figura 6. Geología del Acuífero.

3.2 Estratigrafía

La estratigrafía está representada por unidades litológicas cuyo rango de edad varía del Paleozoico al Reciente, que comprende rocas metasedimentarias (metamórficas), ígneas (intrusivas y extrusivas) y sedimentarias. Se describen a continuación de acuerdo a su posición estratigráfica.

Paleozoico Superior

Formación Gran Tesoro

Son las rocas más antiguas de la región y están compuestas por micaesquistos, metalavas y calizas que fueron definidas formalmente en la localidad de Santa María del Oro.

Aflora en el extremo noroeste del acuífero, sobre el Arroyo Pescaditos, en donde se reconoce una secuencia de esquistos de muscovita y augen gneis de facies de esquistos verdes intercalados, posiblemente en contacto tectónico con filitas de sericita, areniscas y metaandesitas.

La edad es del Carbonífero, definida con fenestélidos y crinoides en las calizas y por radiometría se dató el metamorfismo en los esquistos con el método de K-Ar en muscovita.

Las rocas de esta unidad fueron descritas por primera vez por Russell R.W. (en Berumen E.R. y Pavón L.R. 1983) de manera informal, utilizando el nombre de Gran Tesoro y considerándolas de edad Permo-Triásico; posteriormente varios autores la mencionan y suponen la presencia del Paleozoico. En 1983 Garduño M. y Zaldívar R., las consideran como base del conjunto petrotectónico Santa María.

El espesor mínimo propuesto por diversos autores que han estudiado el área, es de 150 metros.

Cretácico Superior

Grupo Mezcalera

En 1986, Araujo M. y Arenas P. la proponen de manera formal como Formación Mezcalera y en la hoja Indé (G13-C19 escala 1:50,000) se definieron y cartografiaron cuatro unidades por lo que en términos del Código de Nomenclatura Estratigráfico (1983) se conviene denominarla como Grupo Mezcalera. Está representado por una alternancia rítmica tipo flysch de areniscas y lutitas, cuyos afloramientos principales se ubican en las porciones suroriental y oriental del acuífero. Litológicamente está constituida por una secuencia rítmica de areniscas de grano fino y lutitas intercaladas con horizontes gruesos de calizas y limolita. Como cambio de facies de esta secuencia, se presentan rocas calcáreas de la Formación Aurora (KaCz-Lu), constituida por calizas, dolomías, pedernal y horizontes arcillosos, que afloran en la sierra La Sierrita y al noroeste en los cerros Andrés y Sotoles.

Formación Aurora

El nombre Formación Aurora fue propuesto por Burrows (1910) para aquellas rocas que afloran en la porción noreste del estado de Chihuahua, donde están constituidas por capas gruesas de calizas fosilíferas, que presentan abundantes nódulos de pedernal.

Está constituida por calizas de estratificación media a gruesa con diversos desarrollos arrecifales y algunos horizontes de calcarenitas. Presenta una coloración de tonalidad gris a oscura, escasos nódulos de pedernal y hematita hacia la cima.

Presenta fracturamiento general que varía de moderado a intenso, estructuralmente forma pliegues anticlinales cuyo eje se orienta al noroeste-sureste y echados suaves más o menos uniformes.

Paleógeno

Paleoceno-Oligoceno

Secuencia volcánica inferior andesítica y brechas andesíticas (TpaA- BvA)

Es considerada de manera informal en el área de Tayoltita por Henshaw (1953), Randall y compañía Minas de San Luis (1975). Posteriormente es estudiada sobre la carretera del Mezquital, Durango por Keizer en 1974. Y sobre la carretera a Mazatlán por McDowell y Clabaugh (1976).

Los primeros autores la mencionan constituida por riolitas, toba andesítica y andesitas con un espesor de 800 metros; mientras que Lemish reporta un espesor de 1,400 metros en una alternancia de andesitas y tobas en la Sierra de Registro y Sierra Colorada, ubicadas al Suroeste de la Ciudad de Durango (Clark y otros, 1977).

Esta secuencia se compone por andesitas y brechas andesíticas; megascópicamente las andesitas presentan una textura afanítica de color gris, gris claro, verde oscuro y rojiza; las brechas andesíticas están conformadas por fragmentos angulosos de andesitas y riolitas de pequeñas dimensiones de color variable con tonalidades de púrpura al gris claro. Generalmente esta secuencia tiene la característica especial de presentarse en forma de pseudoestratos de 0.5 a 1.5 metros y se encuentra aflorando en forma de ventanas estructurales debido a la tectónica y a la erosión. Se consideran espesores de hasta 700 metros en la zona de Tayoltita y Bacís y espesores de 250 metros en Tejámen, Alamito, Coneto de Comonfort y San Lucas de Ocampo. La andesita fue datada por el método de K-Ar en la localidad de San Lucas de Ocampo reportando una edad de 38.8 millones de años (Damon, 1975). Otra datación en la carretera Durango - Mazatlán arrojó una edad de 52 millones de años (McDowell y Clabaugh, 1976); por lo que la andesita queda ubicada en el Paleoceno - Eoceno Temprano a Tardío.

Grupo Carpintero (Tolg-TR)

Esta unidad fue definida en la localidad del arroyo del Carpintero, al NW de la ciudad de Durango, relacionándolo con la Formación de la Caldera de Chupaderos (Swanson et al., 1978).

Este grupo se conforma por las Formaciones El Águila, Cacaria y Santuario, además de una serie de domos y estructuras tipo plugs latíticos, traquíticos y riolíticos; rocas volcánicas ácidas como tobas riolíticas, riolitas, brechas riolíticas e ignimbritas. La edad de esta unidad es del Oligoceno Medio, a partir de datación radiométrica por el método K-Ar de 28.3 millones de años a 31.4 millones de años.

Granodiorita (Te-Gd)

En la carta geológica-minera "Indé" (escala 1:50,000) afloran dos cuerpos importantes de granodiorita. Al norte del acuífero Buenos Aires aflora un tronco intrusivo conocido como Cerro Blanco, que está emplazado en la secuencia pelítico-calcárea del Grupo Mezcalera y cubierto por tobas e ignimbritas de la Formación Indé.

Corresponde a un afloramiento casi circular de aproximadamente 3 kilómetros de diámetro. Este tronco está constituido de una granodiorita de textura equigranular gruesa, constituida por cuarzo, albita, oligoclasa microclina, biotita y piritita. Se observa alteración débil de cuarzo, epidota, sericita, magnetita y clorita. Es típica su exfoliación en "cebolla". El segundo cuerpo se localiza al suroeste del poblado de Indé, corresponde a un afloramiento irregular más pequeño formando una anomalía topográfica invertida. Se trata de una granodiorita de biotita.

Cuaternario

Conglomerado polimíctico de la Formación Santa Inés (Tn-Cgp)

Fue propuesto para designar depósitos clásticos continentales que afloran al surponiente y suroriente de Cuencamé, Durango; con un espesor de 5 a 30 metros (E. de la Vega, 1968). Consiste de clastos de roca volcánica ácida subredondeados a subangulosos del tamaño de guijas finas a cantos rodados medianos que varían de no consolidados a bien cementados, en una matriz de grava y arena. La litología consta de fragmentos líticos de rocas volcánicas ácidas como tobas riolíticas, riolitas, brechas riolíticas e ignimbritas con un grado de esfericidad de subredondeado a subanguloso, mal clasificados, con diámetros variables de 1 a 40 centímetros, semi-compactos a cementados en una matriz arenosa, constituyendo en ocasiones estratificación mientras que en otros sitios se encuentran en forma caótica.

Por la similitud litológica y relación estratigráfica que se aprecian, estos depósitos se correlacionaron con la Formación Los Llanos, asignándole una edad correspondiente al Plioceno Tardío.

Los depósitos aluviales se presentan a lo largo de los arroyos, en las planicies de inundación y alrededor del vaso de la presa Lázaro Cárdenas. Están constituidos por sedimentos de granulometría variable, de gravas a arcillas.

La columna estratigráfica (figura 7), describe las litologías descritas con anterioridad en el mapa de planta (figura 6).

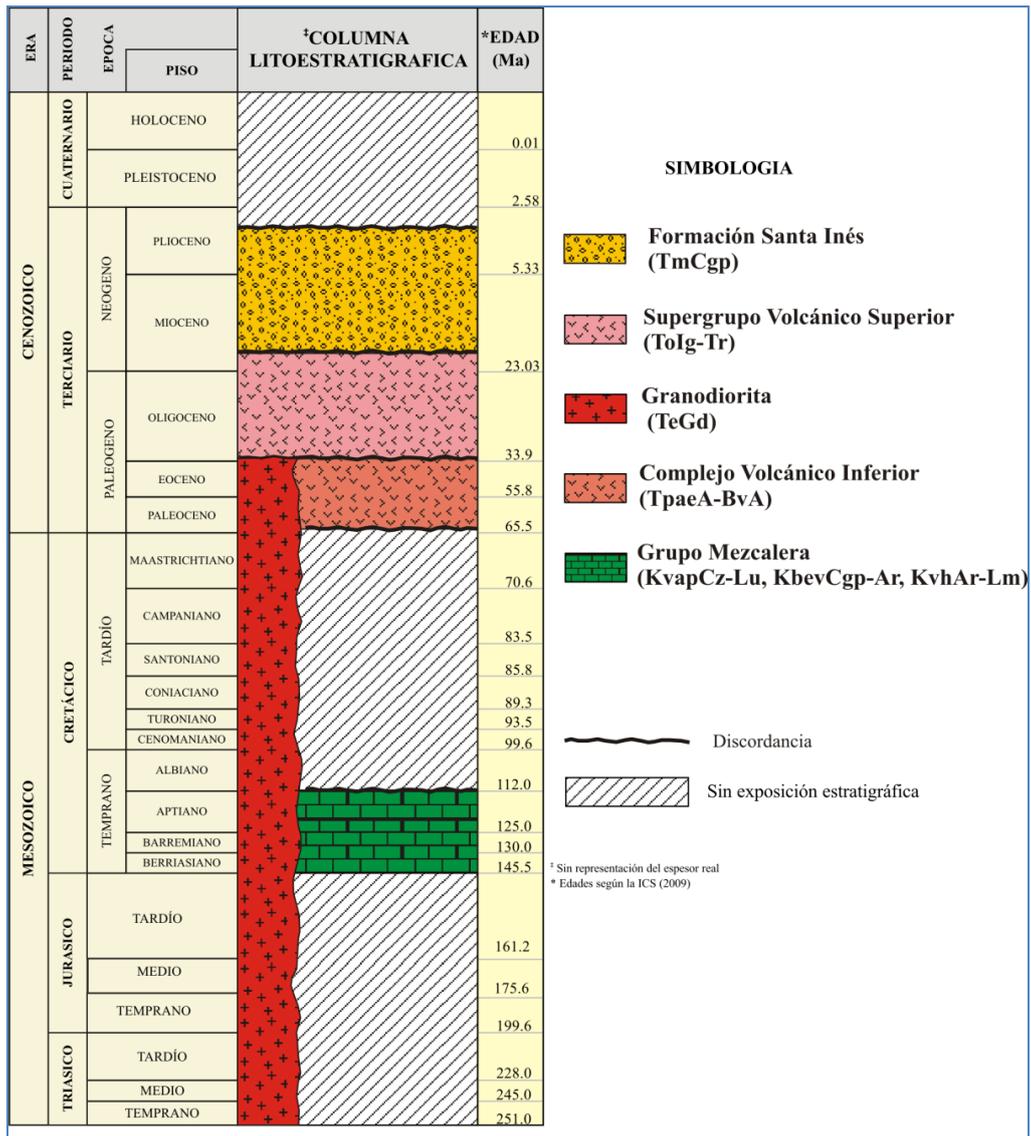
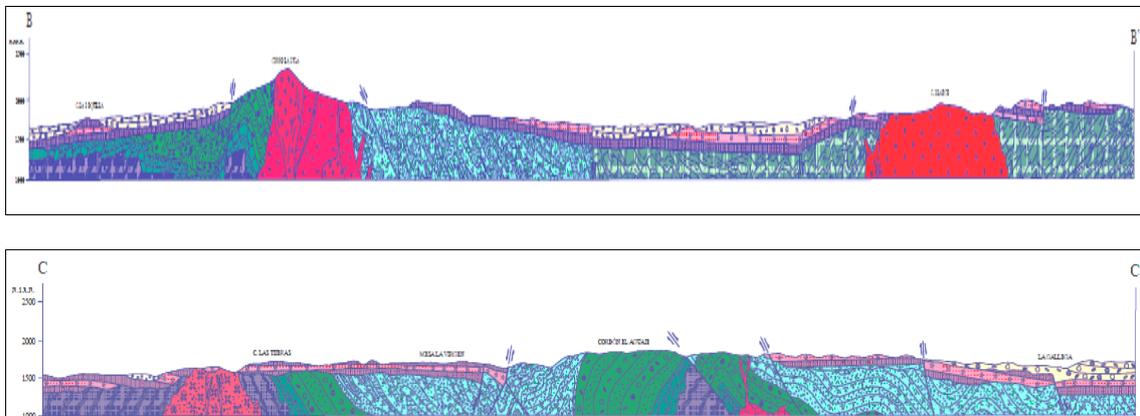


Figura 7. Columna estratigráfica esquemática para el acuífero Buenos Aires (UNISON, 2010).

Las secciones B-B' y C-C, tomadas de la carta geológica-minera del Servicio Geológico Nacional, describen la distribución de las litologías comprendidas en el acuífero (figura 8).



Fuente: Carta Geológica-Minera G13-C19 "Indé" Esc. 1:50 000 (SGM, 2005)

Figura 8. Secciones geológicas esquemáticas.

3.3 Estructuras geológicas

Las estructuras más antiguas detectadas en la región afectan a las rocas de la Formación Gran Tesoro. Estas estructuras consisten en pliegues muy cerrados de tipo “chevrón”, en zigzag, cabalgaduras de poca extensión y foliación subparalela a la estratificación.

Posterior a las estructuras que afectan la Formación Gran Tesoro, ocurrieron las deformaciones y fallamientos que actuaron sobre las rocas filíticas y sobre las rocas del Grupo Mezcalera, siendo el contacto de entre estas dos últimas formaciones una cabalgadura vergiendo hacia el oriente. Dichas estructuras consisten en pliegues anticlinales, sinclinales, pliegues muy cerrados tipo chevrón y zigzag.

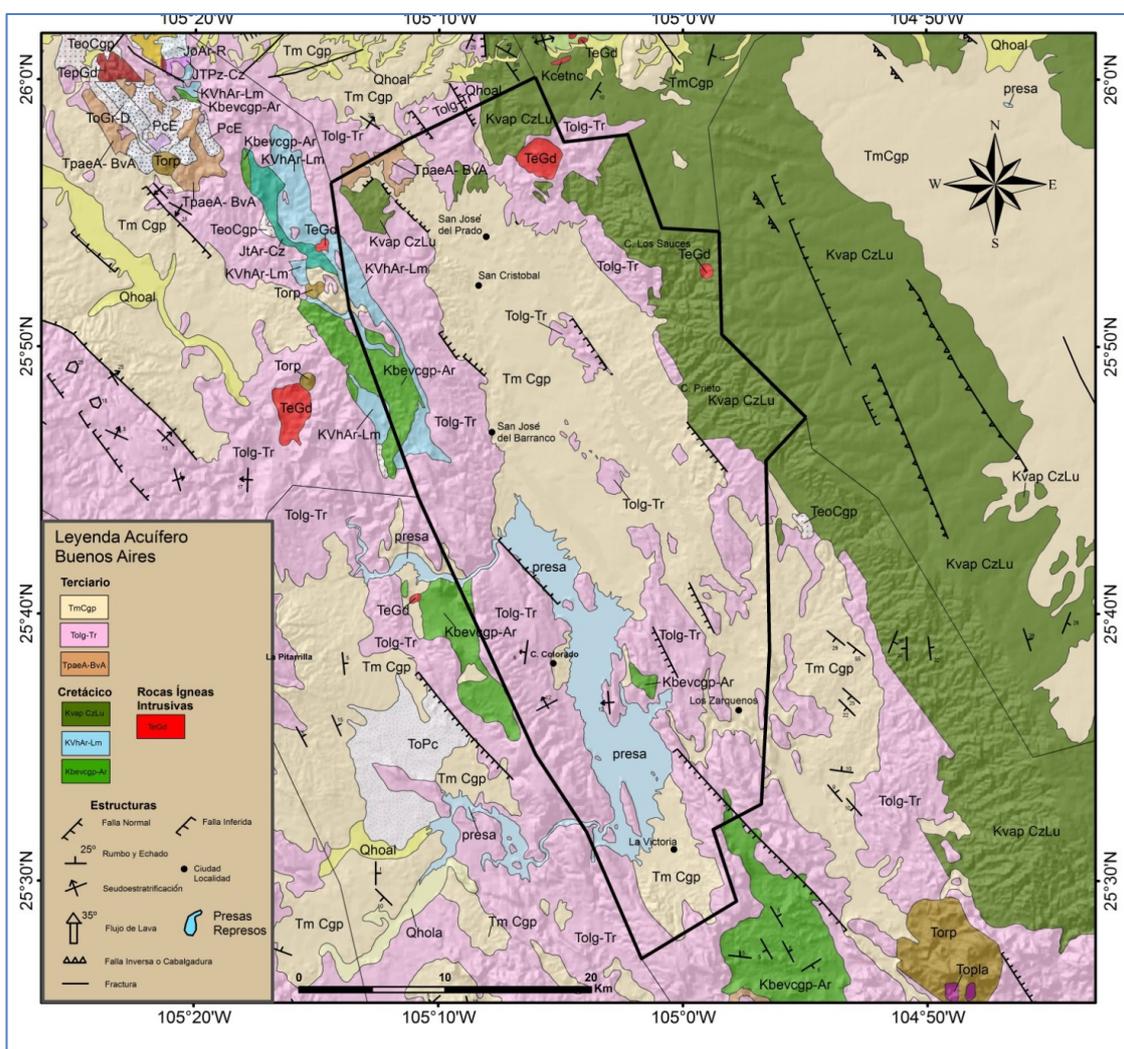


Figura 9. Principales estructuras en el acuífero Buenos Aires (UNISON, 2010).

Afectando a todas las unidades que afloran en el área, se presenta un fallamiento normal con direcciones preferenciales NW y echados NE, con fallas menores asociadas de rumbo NE a E-W (figura 9). Las fallas normales forman un conjunto de fosas y pilares, orientados norte-noroeste y paralelos entre sí.

Otro sistema de fallas menor, perpendicular al sistema NW-SE, tiene dirección NE con algunas fallas que delimitan al norte y al sur a las fosas o bajos estructurales formados por las fallas NW-SE.

3.4 Geología del subsuelo

De acuerdo con la información geológica y geofísica recaba en campo y por correlación con acuíferos vecinos, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos fluviales que constituyen el lecho y la llanura de inundación de los arroyos así como en los depósitos de conglomerados.

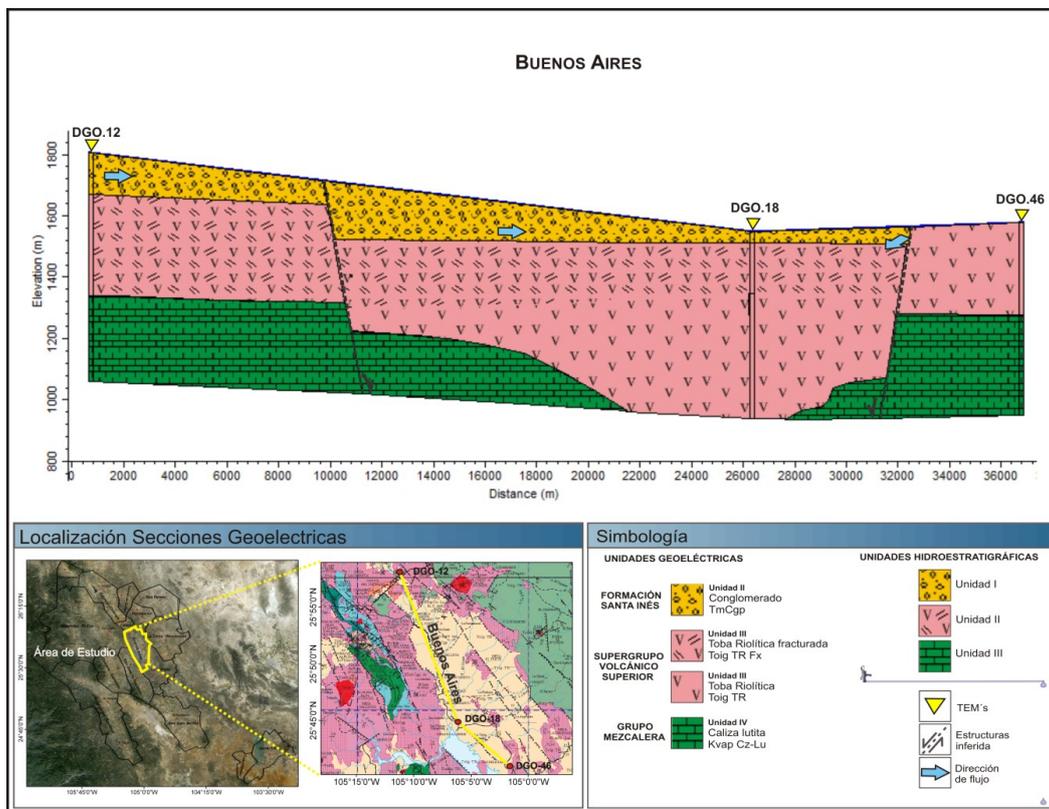


Figura 10. Sección Hidrogeológica Buenos Aires, orientada NW-SE en la parte central del acuífero (UNISON, 2010).

La unidad de conglomerados y aluviales (ver sección, parte superior, figura 10), es la que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región. La porción inferior aloja una secuencia de rocas volcánicas de tobas ácidas, riolitas e ignimbritas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. A mayor profundidad en las rocas calizas se aloja un acuífero potencial.

Las fronteras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico del acuífero están representados por las mismas rocas volcánicas, al desaparecer el fracturamiento, y a mayor profundidad las lutitas que forman parte de la secuencia que constituye la Formación Mezcalera.

Los depósitos granulares y conglomeráticos tienen varios cientos de metros de espesor y fueron, en gran parte, el relleno de depresiones o cuencas formadas en fosas tectónicas que se produjeron durante la Orogenía Laramide.

3.5 Geología histórica

Las rocas y secuencias presentes en la región que ocupa el acuífero, son de una complejidad importante, desde el punto de vista litológico-estructural, de tal forma que están genéticamente asociadas a diversos procesos geológicos ocurridos en esta porción de la República Mexicana.

La siguiente descripción trata explicar los eventos tectonoestratigráficos, que dieron origen a la configuración que hoy tenemos en la región que comprende el acuífero Buenos Aires.

Es importante establecer (López-Ramos, 1981; Eguiluz de Antuñano y Campa-Uranga, 1982), que el estado de Durango se ubica morfo tectónicamente en la transición entre el dominio geográfico de la Sierra Madre Occidental (A), y el dominio geográfico de la Plataforma Coahuila (B).

En este contexto, las litologías presentan una mezcla de evidencia geológico-estructural que obedece principalmente a la sobreposición de diversos ambientes tectónicos (figura 11).

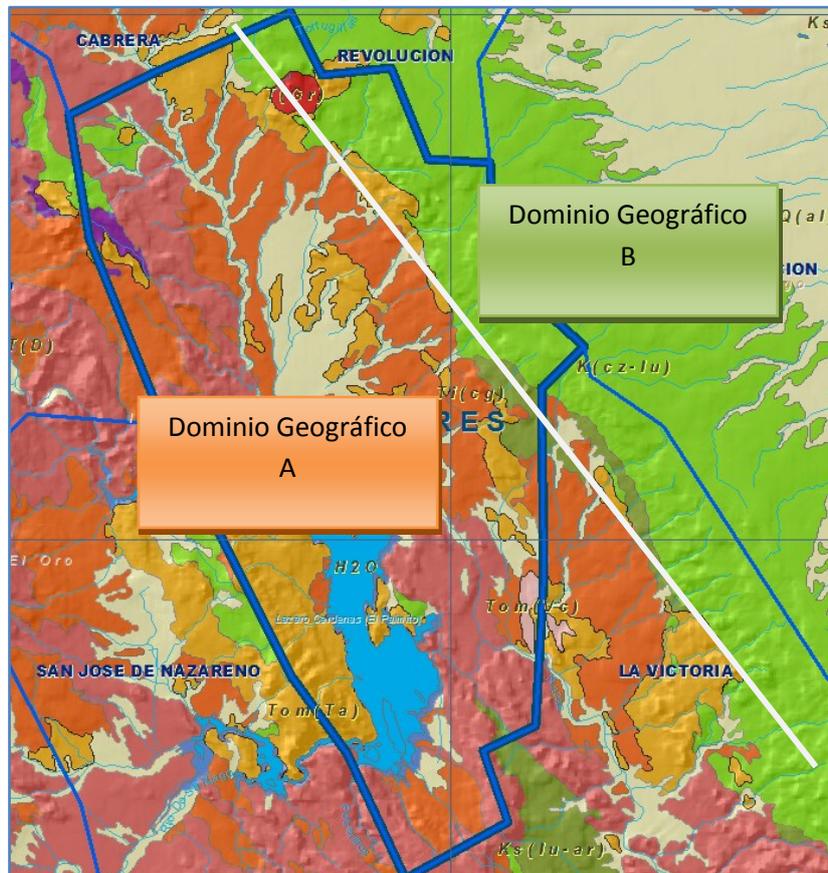


Figura 11. Transición entre Sierra Madre Occidental y el dominio geográfico de la Plataforma Coahuila

Por otro lado, en ninguno de los estudios geológicos consultados se reportan rocas pre-Mesozoicas, ni tampoco se menciona algún tipo de basamento en la región (Córdoba, 1988); por lo que es posible establecer que las edades de las rocas o secuencias principales oscilan entre el Cretácico Temprano y el Holoceno.

Los eventos tectónicos de los que se tiene registro para este rango de edades en la región corresponden principalmente a aquellos relacionados a:

- a) el desarrollo de una cuenca mesozoica asociada a la apertura del Golfo de México (Rueda-Gaxiola, 2004),
- b) un proceso de subducción a lo largo de la margen pacífica de Norteamérica desde el Mesozoico y hasta el Cenozoico Tardío (Ferrari et al., 2005),
- c) la presencia de un evento compresivo en el marco de un ambiente de retro-arco a finales del Cretácico e inicios del Paleógeno (Eguiluz de Antuñano et al., 2000), y
- d) la distensión cortical asociada a la provincia extensional del *Basin and Range* (Henry y Aranda-Gómez, 1992).

El origen del Golfo de México está relacionado principalmente con la presencia de un punto triple desarrollado durante el Jurásico Medio, y su evolución en el Jurásico Tardío con la presencia de corteza oceánica por dos de sus brazos (Rueda-Gaxiola, 2004).

El brazo abortado de este punto triple (aulacógeno) permite la generación de la denominada Cuenca Sabinas-Chihuahua, dentro de la cual desde este tiempo y hasta el Cretácico Tardío, se depositaron una serie de secuencias sedimentarias detrítico-carbonatadas que ahora están representadas en las columnas estratigráficas de la Sierra Madre Oriental.

Dentro del área estudiada y como parte de este proceso de sedimentación, se tiene el depósito de la Formación Mezcalera durante el Cretácico Temprano.

La Orogenia Laramide es un evento compresivo que se llevó a cabo a finales del Cretácico e inicios del Paleógeno en un ambiente de retro-arco, y dio como resultado estructuras orientadas NW-SE con una vergencia predominantemente hacia el NE (Eguiluz de Antuñano et al., 2000).

En la región que comprende el acuífero, las rocas de la Formación Mezcalera son fuertemente afectadas por esta orogenia, y debido a que se comportan plásticamente, esta deformación se caracteriza por la abundancia de pliegues muy cerrados, que incluyen formas en “*chevron*”, con ejes axiales orientados de manera general NW-SE e inclinados hacia el NE; esto último sugiere que los esfuerzos compresivos hayan actuado del SW al NE.

La deformación anterior está estrechamente ligada a la historia de la subducción de la placa Farallón bajo Norteamérica, ya que es detrás del arco desarrollado por este evento donde se dio la deformación laramídica. Particularmente en la región estudiada, este proceso es el responsable de la historia magmática de la Sierra Madre Occidental.

En un contexto general, la evolución del magmatismo de la Sierra Madre Occidental, se inserta en el patrón de migración del arco volcánico hacia el interior del continente y su posterior regreso hacia la trinchera que ha sido reconocida desde hace tiempo hacia el suroeste de la Cordillera Norteamericana entre el Cretácico Tardío y el presente (Damon *et al.*, 1983).

De acuerdo con este modelo, la migración del arco estuvo esencialmente controlada por la variación del ángulo de subducción de la placa Farallón debajo de Norteamérica.

A principio del Cretácico Tardío, el arco se encuentra próximo a la trinchera (Sierra Nevada, batolitos peninsulares de Baja California), luego empieza paulatinamente a migrar hacia el este conforme el *slab* se vuelve subhorizontal. Durante este periodo tiene lugar la orogenia Laramide.

Una vez cesada la contracción, a finales del Eoceno, iniciaría el regreso del arco a medida que la placa subducida aumenta su ángulo. Esta evolución tectónica deja dos productos importantes dentro del área estudiada.

Por una lado, permite el desarrollo del volcanismo intermedio a félsico del Complejo Volcánico Inferior durante el Eoceno; y por otro, los grandes volúmenes de rocas principalmente piroclásticas félsicas del Supergrupo Volcánico Superior.

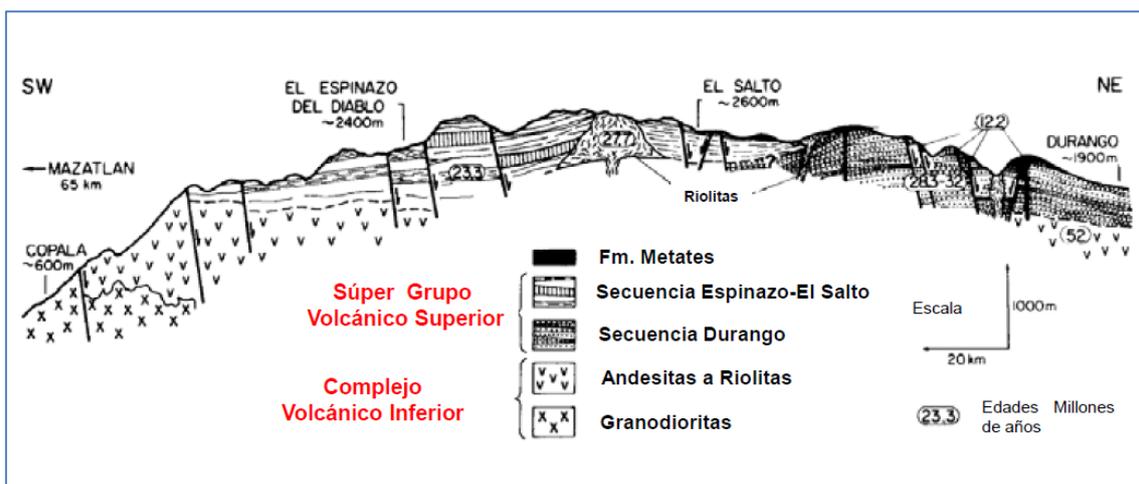


Figura 12. Sección esquemática de la Sierra Madre Occidental, entre Durango y Mazatlán; obtenida a lo largo de la carretera Federal No. 40. (Fred W. McDowell and Richard P. Keizer. 1977. Pág. 1481)



Las secuencias ignimbríticas del Supergrupo Volcánico Superior dentro de la Sierra Madre Occidental (figura 12), están coronadas por rocas volcánicas de composición andesítico-basáltico, a las que se les ha denominado andesitas "SCORBA". Estas rocas tienen un gran significado tectónico ya que marcan el cambio de un ambiente de subducción a otro de distensión intraplaca (Cameron et al., 1989).

Este evento extensional debió haber iniciado a principios del Mioceno y generó una serie de cuencas continentales, cuyo relleno sedimentario, para aquellas desarrolladas en la región, está representado por la secuencias conglomeráticas que incluyen actividad volcánica sincrónica dentro de éstas.

A finales del Mioceno, después de los 12 millones de años (Ma), de nuevo una actividad tectónica distensiva provoca el basculamiento de las rocas del relleno sedimentario antes mencionado y la reactivación del volcanismo (Ferrari et al., 2005; Henry y Aranda-Gómez, 2000).

Finalmente, los procesos de erosión y depósito dentro de cuencas continentales actuales permiten el depósito de sedimentos en ambientes predominantemente continentales.

IV HIDROGEOLOGÍA

4.1 Acuíferos (Introducción)

En la naturaleza existen dos tipos de abastecimiento de agua dulce, de la cual hace uso el hombre para sus diversas necesidades. El agua superficial, es la que encontramos a simple vista y de fácil acceso en lagos, lagunas, ríos, arroyos, y el mar. Mientras que por el contrario, para tener acceso al agua que se encuentra en el subsuelo, como la de norias y pozos; frecuentemente es necesario hacer excavaciones, para poder aprovecharla.

Los siguientes conceptos (figura 1), pretenden simplificar el extenso conocimiento en relación al agua subterránea.

Acuífero libre. Aquel en que el límite superior de saturación está a la presión atmosférica. También se llama acuífero freático. Salvo indicación de lo contrario no se tendrá en cuenta la existencia de la franja capilar. En general se considera que cuando existe la recarga de la lluvia o de riego, es uniforme en el espacio y en el tiempo. (Custodio et al., 1976).

Acuífero Confinado. Aquel en que el agua está en cualquier punto del mismo a mayor presión que la atmosférica y por tanto al efectuar una perforación, el agua asciende hasta un nivel superior al del techo del acuífero. (Custodio et al., 1976).

Acuífero Semiconfinado o Semicautivo. Es un acuífero que puede recibir recarga o perder agua a través del techo o base semipermeable. En general se acepta que la recarga es proporcional a la diferencia de niveles entre los del acuífero en cuestión y de los que están encima o debajo. Si la diferencia de niveles es negativa se produce una descarga. Si se trata de un acuífero libre con la base semipermeable se habla a veces de un *acuífero semi-libre*. (Custodio et al., 1976).

Acuitardo. Medio poco permeable (semipermeable) pero que es capaz de transmitir lentamente agua. (Custodio et al., 1976).

Un acuífero semiconfinado está limitado al menos por un acuitardo. Es de gran interés considerar la permeabilidad vertical del medio semipermeable en cuestión. (Custodio et al., 1976).

Como se puede apreciar, cada definición contiene ciertas consideraciones que han sido verificadas empíricamente, y considerando aspectos hidrogeológicos y económicos, se pueden considerar como válidas las siguientes definiciones:

Acuífero: Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre si, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. (Ley de Aguas Nacionales, 2012. Página 1).

Tipos de acuíferos:

Acuicludos. Son paquetes de roca o formaciones geológicas que contienen agua, pero no la transmiten, por lo que su explotación es a menudo muy difícil de efectuar.

Acuitardos. Son paquetes de roca o formaciones geológicas semipermeables que transmiten muy lentamente el agua que contienen. Por esta razón, los acuitardos no son aprovechables localmente; sin embargo, a nivel regional pueden ceder agua en cantidades significativas al balance de agua subterránea.

Acuifugos. Son paquetes de roca ó formaciones impermeables que no contienen agua, como las rocas ígneas extrusivas e intrusivas, que no se encuentran fracturadas o alteradas y las rocas carbonatadas en las mismas condiciones (mudstone y wackestone).

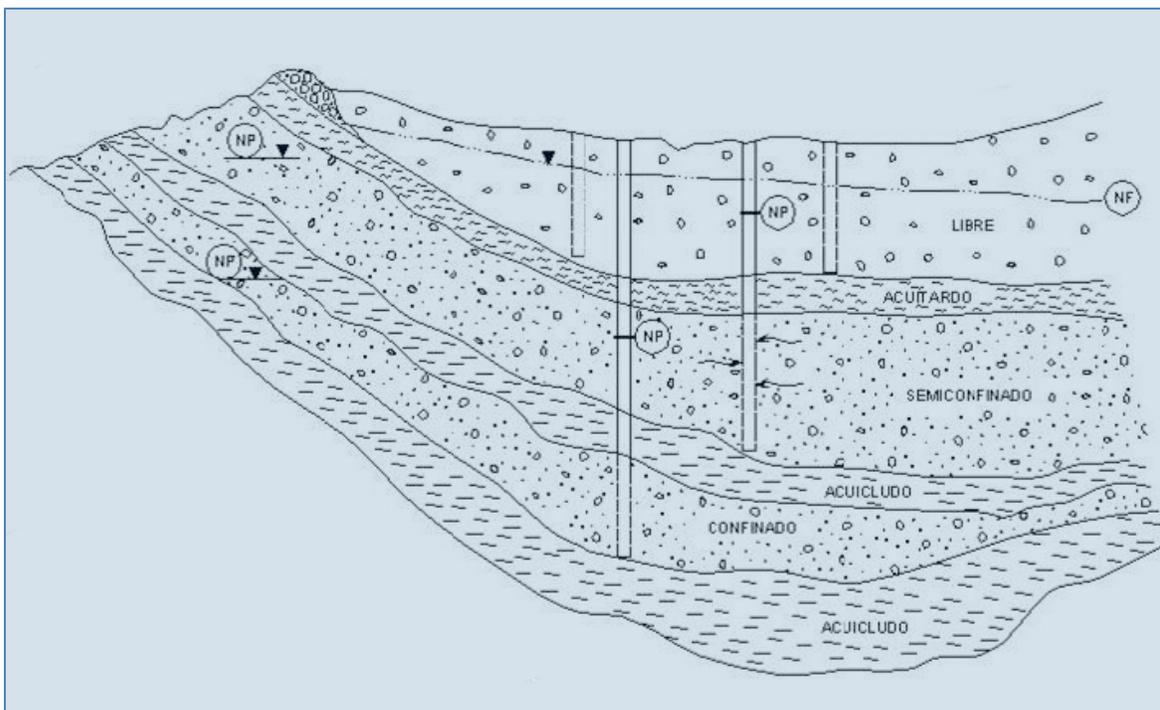


Figura 1. Tipos de acuíferos.

(Tomado de: "Notas no publicadas del curso de Hidrogeología"; Macías, Hector)

Luego entonces, los aspectos que se pretende conocer de los acuíferos son: origen, tipos de roca que los contiene, distribución, ubicación, movimiento del agua subterránea, cuantificación del volumen contenido (recarga, descarga), y evolución de los niveles piezométricos. (Figura 2).

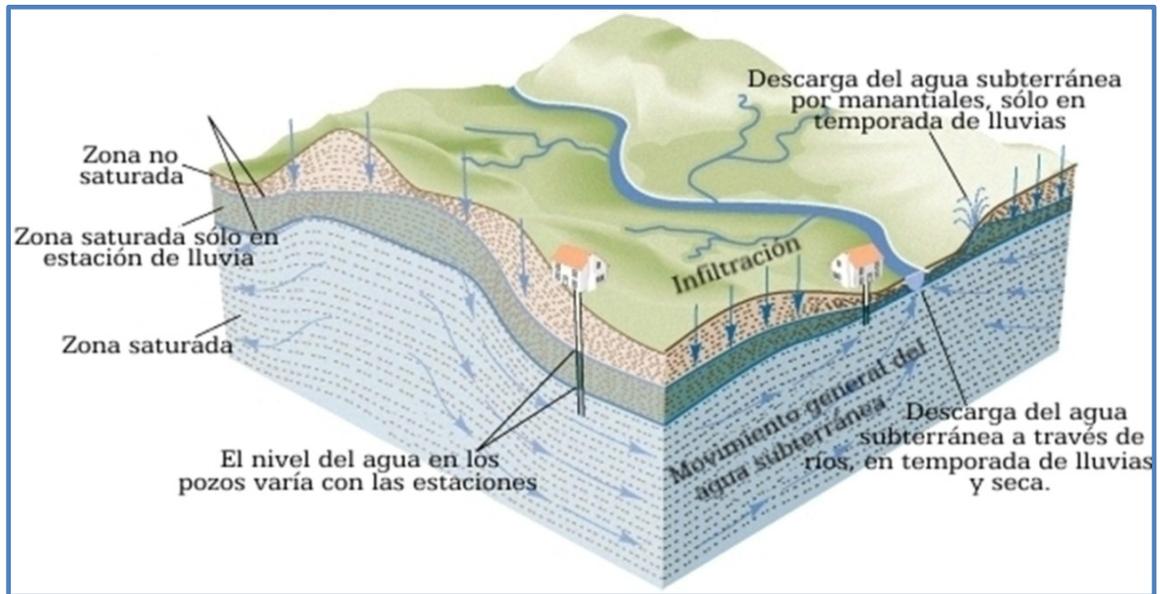


Figura 2. Dinámica de los acuíferos.

Rocas que constituyen acuíferos:

- Materiales no consolidados (sedimentos y suelos): de grano grueso, medio y fino.
- Materiales consolidados (rocas): ígneas, sedimentarias y metamórficas.
- Medios por los cuales circula el agua subterránea: poroso y fracturado.



Figura 3. Materiales no consolidados.

Según el grado de confinamiento de las aguas que contienen, los acuíferos pueden ser clasificados como:

Acuífero Libre. El agua subterránea presenta una superficie libre sujeta a presión atmosférica. Esta superficie libre es el límite superior de la zona de saturación y se le conoce como superficie freática (ó nivel freático).

Acuífero Confinado. El acuífero está limitado superior e inferiormente por formaciones impermeables, y que contienen agua a mayor presión que la atmosférica.

Acuífero Semiconfinado. Son paquetes de roca completamente saturados y sometidos a presión, limitados en su parte superior por un paquete de rocas menos permeables a través del cual reciben agua.

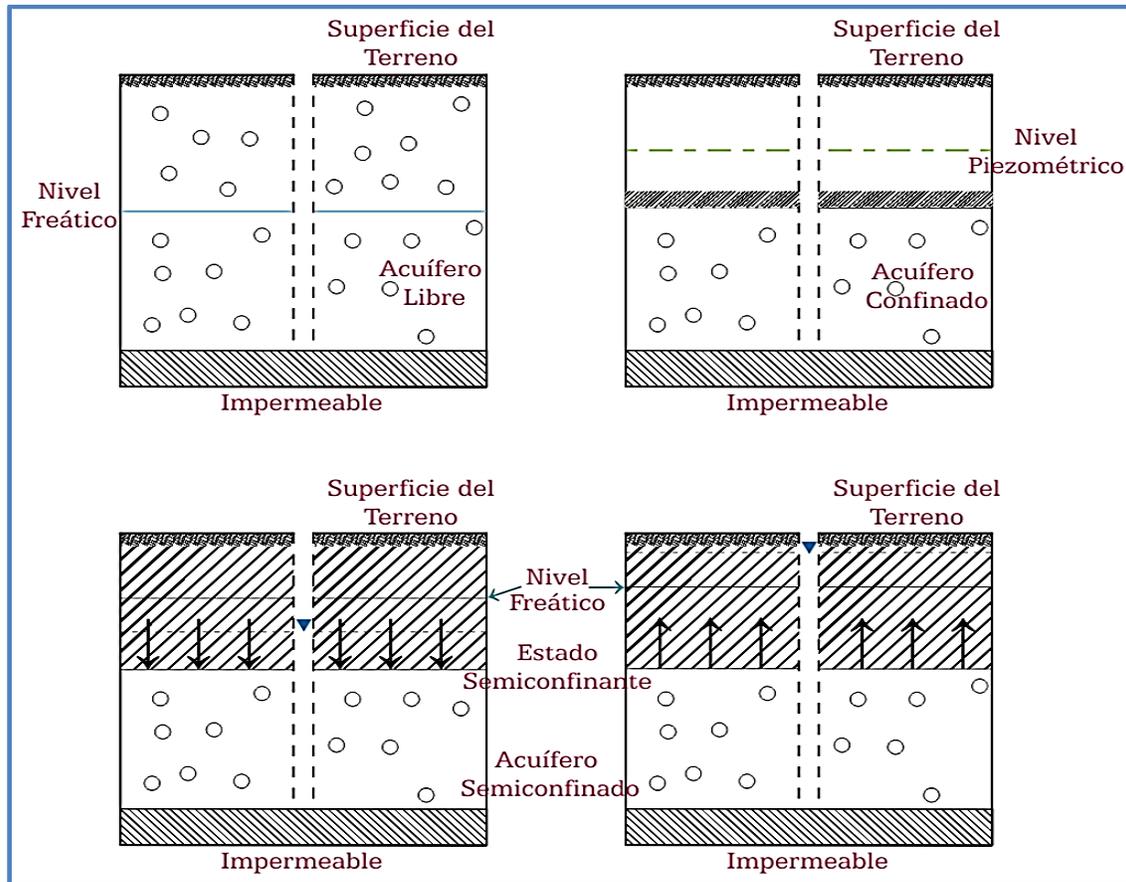


Figura 4. Clasificación de los acuíferos, por grado de confinamiento del material.

4.2 Tipo de acuífero (Acuífero Buenos Aires)

Un análisis detallado de las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas que guarda el acuífero Buenos Aires, permite tratar a este almacenamiento de agua subterránea como un *acuífero libre*, heterogéneo y anisótropo (las propiedades medidas, varían según la dirección en las que se analizan); constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede

alcanzar varios cientos de metros en el centro de los valles, principalmente los de origen tectónico. (Figura 5).

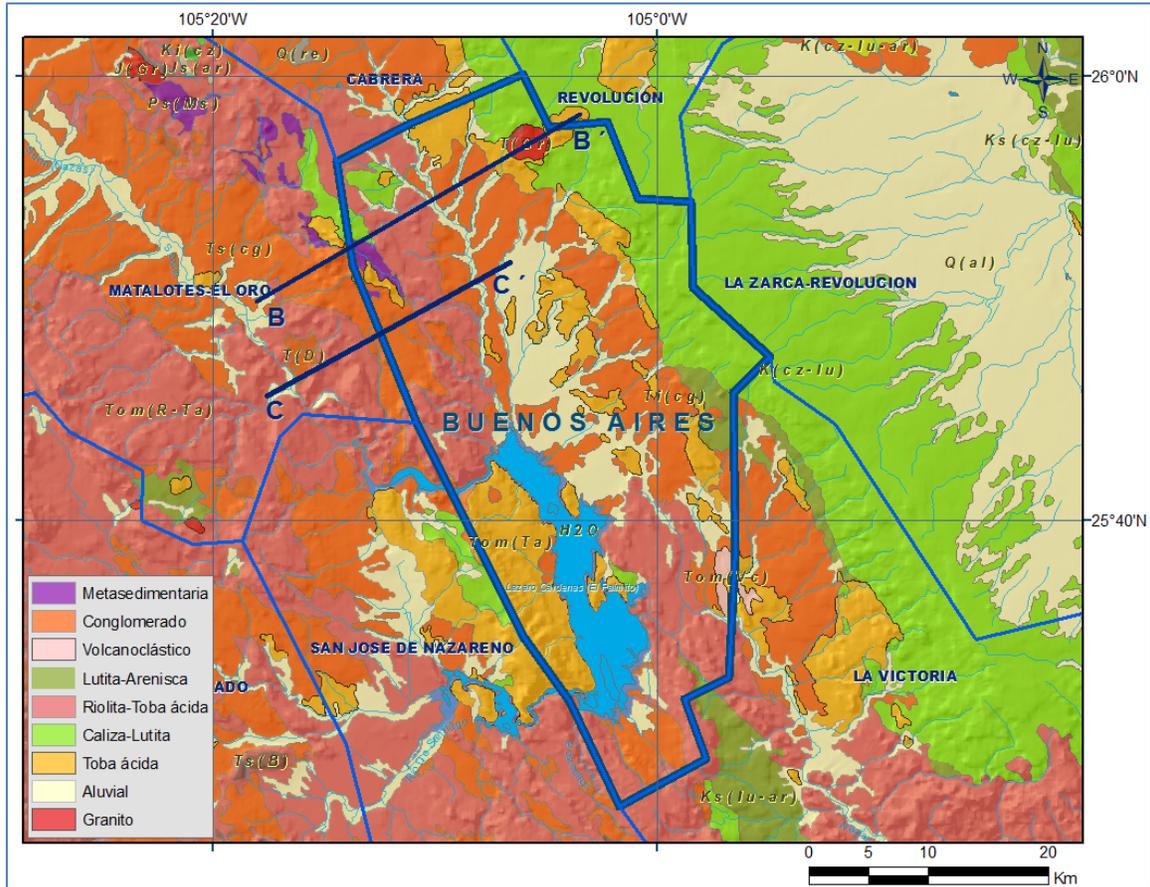


Figura 5. Localización del acuífero libre.

Por otro lado en la porción inferior se aloja una secuencia de rocas volcánicas entre las que destacan tobas ácidas, riolitas e ignimbritas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Sin embargo, a mayor profundidad, las rocas calizas conforman un acuífero potencial que puede estar confinado por lutitas. (Figura 6).

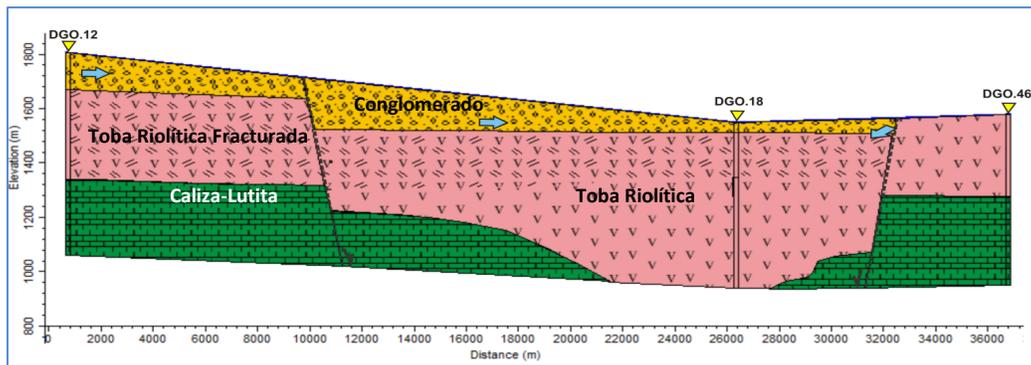


Figura 6. Sección Hidrogeológica Buenos Aires, orientada NW-SE en la parte central del acuífero.

4.3 Censo e hidrometría subterránea

De acuerdo al censo de aprovechamientos realizado en 2010, se registraron 36 aprovechamientos en el acuífero, de los cuales 23 son pozos y 13 norias.

En los aprovechamientos que así lo permitió la situación; se tomaron datos generales, tales como localización, propietario; características constructivas: tipo de obra, equipo de bombeo, motor; profundidad al nivel estático, uso y régimen de operación: horas de uso, tipo y cantidad de ganado, número de personas abastecidas. (tabla 1).

Del censo se estima que el volumen de extracción es de 612,442.50 m³ (0.6 hm³) anuales, identificando que la mayoría de los aprovechamientos están destinados para uso público-urbano con 36 %, seguido por los de uso doméstico con 17%, y finalmente el 11% para el uso pecuario. (figura 7).

Es importante destacar que un 36% de los aprovechamientos corresponden a pozos y norias que se encuentran inactivos.

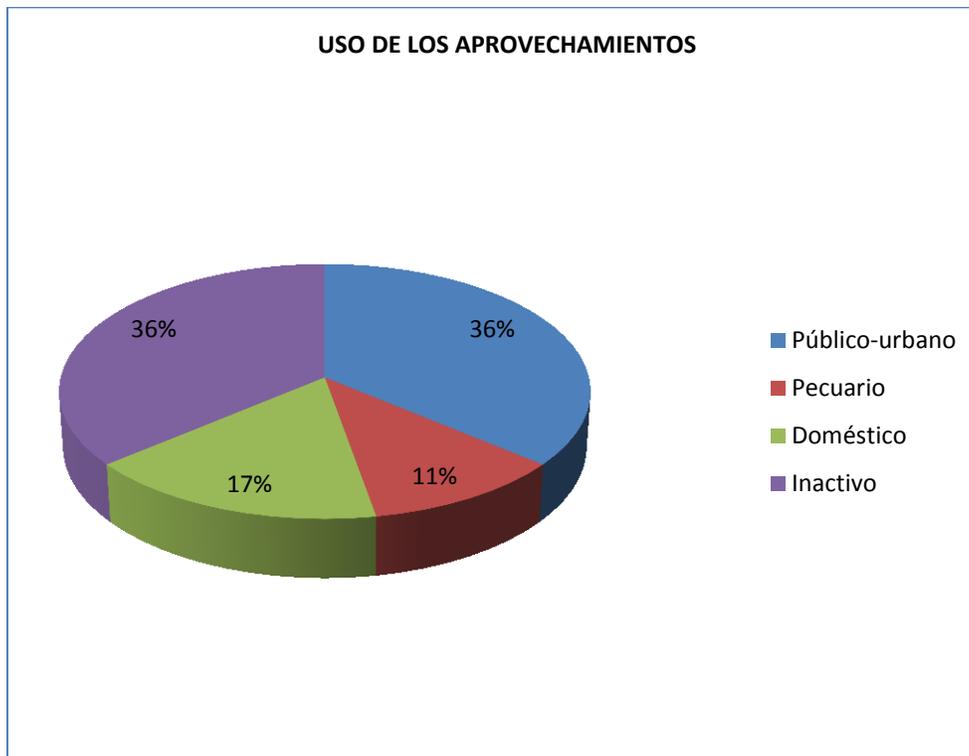


Figura 7. Clasificación de aprovechamientos en base al uso del agua que se extrae. (UNISON, 2010).

Es importante resaltar que el uso agrícola esta presente en la región de manera importante, y sustentado en gran medida por la presa Lázaro Cárdenas.

Las siguientes imágenes corresponden a parte de los aprovechamientos visitados, durante el censo de 2010:



Figura 8a. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-17



Figura 8b. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-33



Figura 8c. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-35



Figura 8d. Censo de aprovechamientos Pozo 1013-02

En lo que respecta a su nivel estático, la mayoría registró una profundidad somera, con menos de 10 metros, seguidos por 6 captaciones que se encuentran entre 10 a 30 metros, mientras que 4 se ubicaron a profundidades mayores a 30 metros. Del resto no se pudo obtener su dato de nivel estático.

Tabla 1. Censo de aprovechamientos, acuífero Buenos Aires.

Clave	Longitud[X]	Latitud [Y]	Tipo de aprovechamiento	REGIMEN DE OPERACIÓN ANUAL (m ³ anuales)
Cna-1013-001	-105.007422	25.521289	Pozo	5,184.00
Cna-1013-002	-104.982374	25.651133	Pozo	0.0
Cna-1013-003	-104.961757	25.599121	Pozo	20,736.00
Cna-1013-005	-104.962810	25.608341	Pozo	0.0
Cna-1013-006	-104.961696	25.604521	Noria	0.0
Cna-1013-007	-104.966422	25.619757	Pozo	9,909.75
Cna-1013-008	-105.045663	25.691430	Pozo	17,739.00
Cna-1013-009	-105.067954	25.720934	Pozo	0.0
Cna-1013-010	-105.070090	25.725656	Pozo	2,628.00
Cna-1013-011	-105.044577	25.746328	Pozo	16,425.00
Cna-1013-012	-105.047070	25.747031	Noria	0.0
Cna-1013-013	-105.046891	25.747338	Noria	0.0
Cna-1013-014	-105.046631	25.747104	Noria	2,592.00
Cna-1013-015	-105.047259	25.745911	Noria	1,296.00
Cna-1013-016	-105.047219	25.746164	Noria	0.0
Cna-1013-017	-105.118303	25.758432	Pozo	2,737.50
Cna-1013-018	-105.002605	25.491650	Noria	10,368.00
Cna-1013-019	-105.110157	25.771091	Pozo	1,800.00
Cna-1013-020	-105.088794	25.782149	Noria	0.0
Cna-1013-021	-105.131312	25.782695	Noria	2,628.00
Cna-1013-022	-105.132011	25.791725	Pozo	6,679.50
Cna-1013-023	-105.105949	25.804516	Pozo	0.0
Cna-1013-024	-105.123212	25.819258	Noria	0.0
Cna-1013-025	-105.127654	25.821891	Pozo	12,975.75
Cna-1013-026	-105.144759	25.874125	Noria	1,296.00
Cna-1013-027	-105.143521	25.874144	Noria	2,518.50
Cna-1013-028	-105.136564	25.900032	Pozo	0.0
Cna-1013-029	-105.135955	25.900755	Pozo	0.0
Cna-1013-030	-105.130000	25.905474	Pozo	4,380.00
Cna-1013-031	-105.115496	25.928324	Pozo	0.0
Cna-1013-032	-105.139635	25.888289	Pozo	336.00
Cna-1013-033	-105.133792	25.806127	Pozo	2,190.00
Cna-1013-034	-105.011131	25.594782	Pozo	18,286.50
Cna-1013-035	-105.010633	25.594917	Pozo	273.50
Cna-1013-035A	-105.010583	25.594944	Pozo	6,679.50

Cna-1013-036	-105.169962	25.909316	Noria	5,184.00
TOTAL				154,842.50

El siguiente mapa (figura 9), muestra la distribución de los aprovechamientos a lo largo de la delimitación oficial del acuífero.

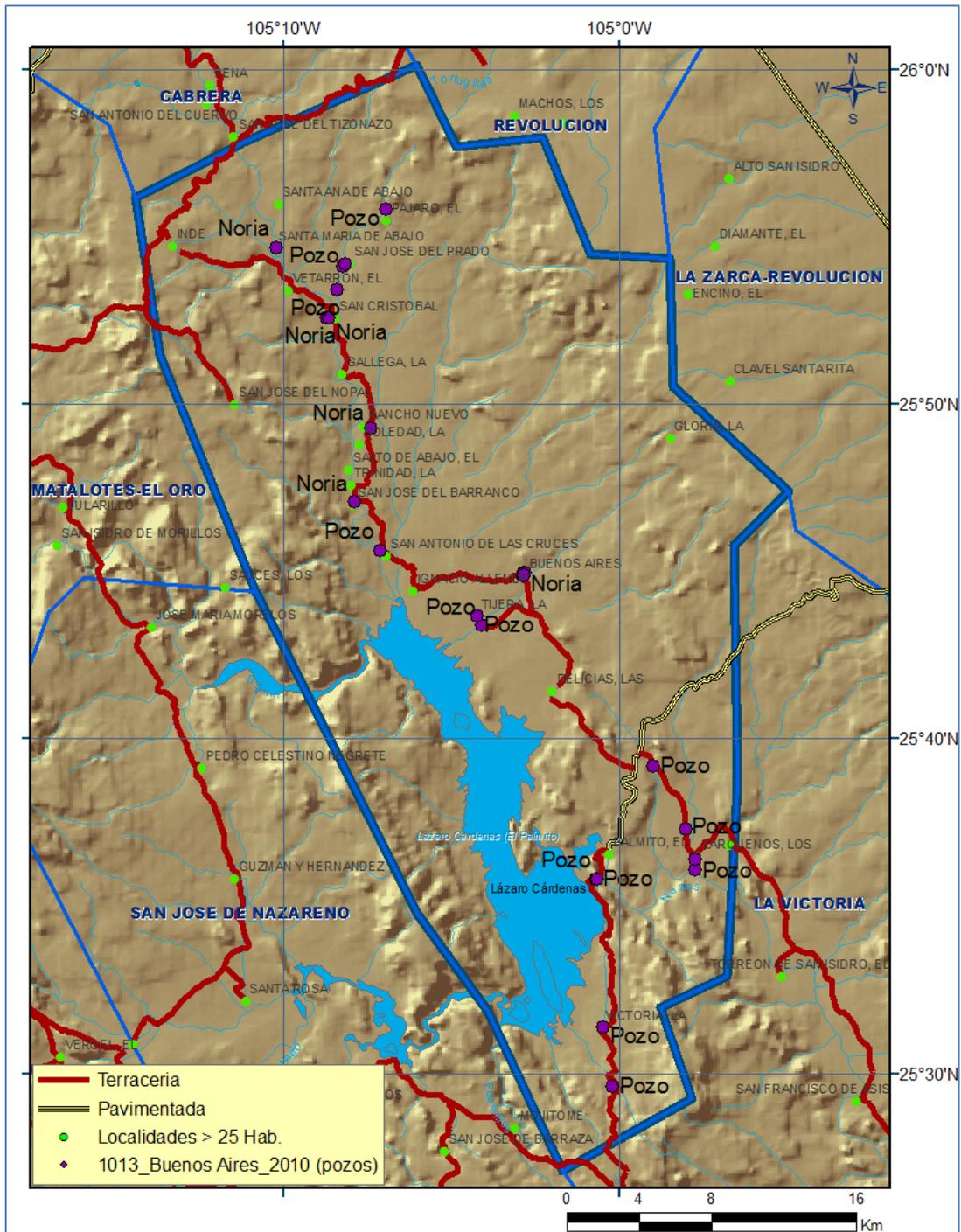


Figura 9. Censo de pozos.

4.4 Piezometría

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea, únicamente se cuenta con la información recabada de las actividades del estudio realizado en el año 2010.

4.5 Comportamiento hidráulico

4.5.1 Nivelación de brocales

La nivelación de brocales se realizó para conocer con precisión la elevación, con respecto al nivel del mar, del nivel estático en los aprovechamientos censados y así determinar la dirección del flujo subterráneo en el acuífero.

La nivelación se realizó en 11 aprovechamientos (4 norias y 7 pozos), cuyas coordenadas y la elevación obtenidas, se muestran en la tabla 2 y figura 10.

Tabla 2. Nivelación de brocales para conocer la dirección de flujo.

Clave	Longitud [X]	Latitud [Y]	Tipo de Aprovechamiento
CNA-1013-01	-105.007422	25.521289	Pozo
CNA-1013-03	-104.961757	25.599121	Pozo
CNA-1013-06	-104.961696	25.604521	Noria
CNA-1013-07	-104.966422	25.619757	Pozo
CNA-1013-14	-105.046631	25.747104	Noria
CNA-1013-17	-105.118303	25.758432	Pozo
CNA-1013-21	-105.131312	25.782695	Noria
CNA-1013-28	-105.136564	25.900032	Noria
CNA-1013-29	-105.135955	25.900755	Pozo
CNA-1013-31	-105.115496	25.928324	Pozo
CNA-1013-32	-105.139635	25.888289	Pozo

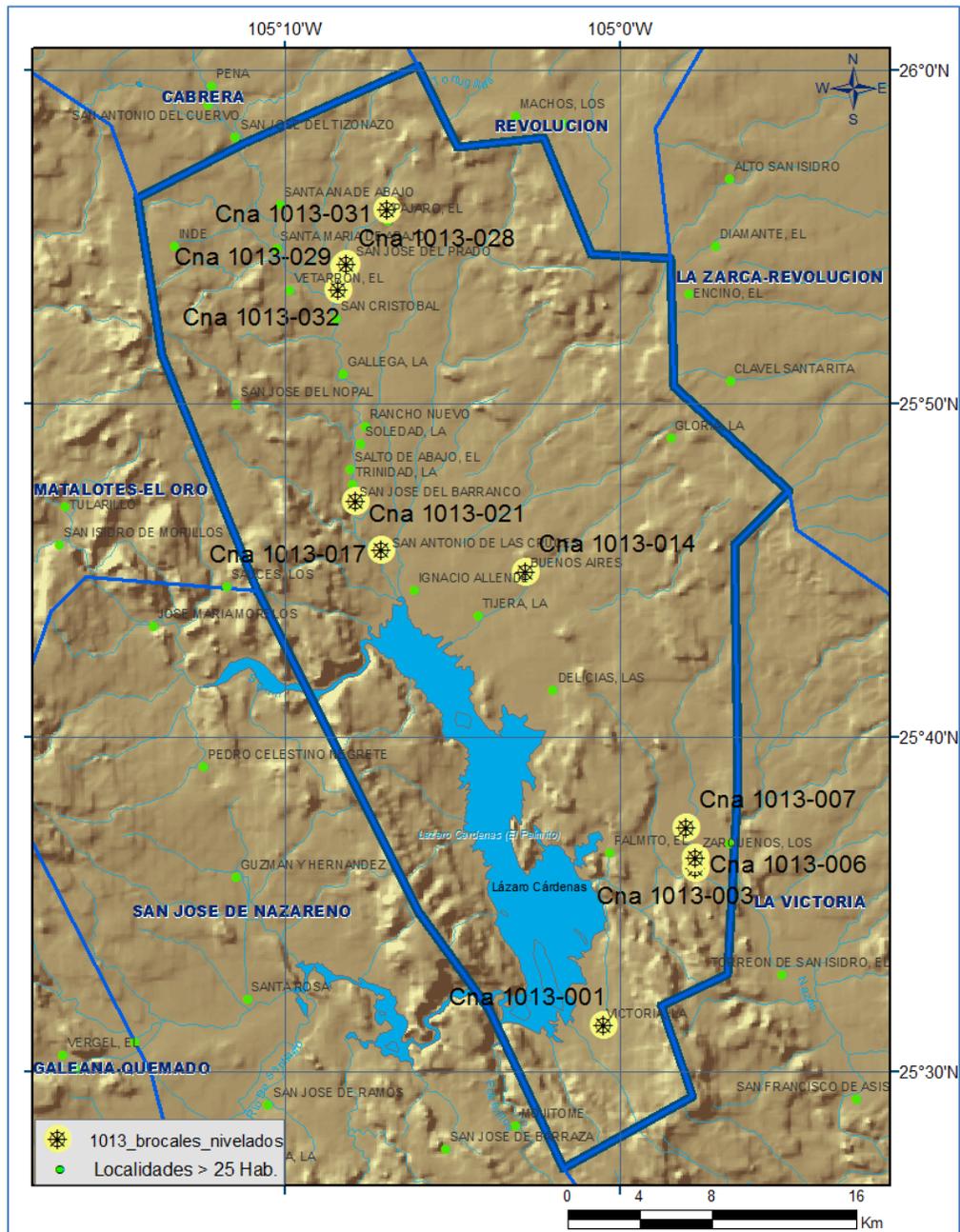


Figura 10. Localización de los aprovechamientos con brocales nivelados.

4.5.2 Profundidad al nivel estático

De acuerdo con la configuración de la profundidad al nivel estático para el año 2010, los valores varían desde algunos metros, siguiendo la trayectoria de los arroyos, hasta llegar a los 50 metros, aumentando gradualmente hacia las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero. (Figura 11).

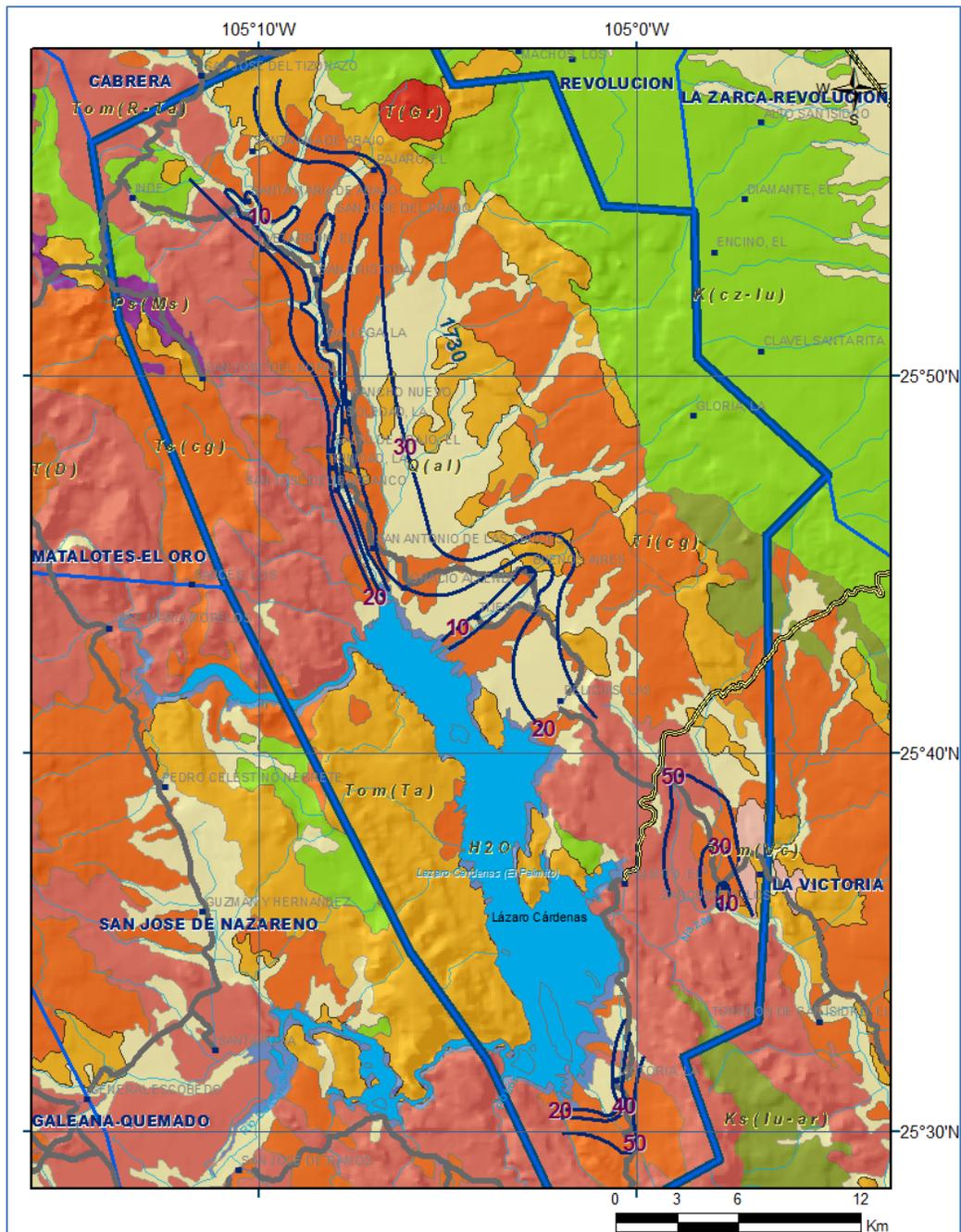


Figura 11. Profundidad al nivel estático en [m], (2010).

4.5.3 Elevación del nivel estático

De acuerdo a la ubicación de los aprovechamientos y con la configuración de elevación del nivel estático (figura 12), se observa que los valores varían entre 1,730 a 1,440 metros sobre el nivel del mar, mostrando el reflejo de la topografía, al igual que los valores de profundidad, lo que indica que el flujo subterráneo no ha sufrido alteraciones causadas por la concentración de pozos o del bombeo. Los valores más bajos se localizan en la porción centro y sureste del acuífero, en las inmediaciones de la presa Lázaro Cárdenas y hacia el Río Nazas Zarqueños, desde donde se incrementan gradualmente por efecto de la topografía hacia los extremos norte y sur.

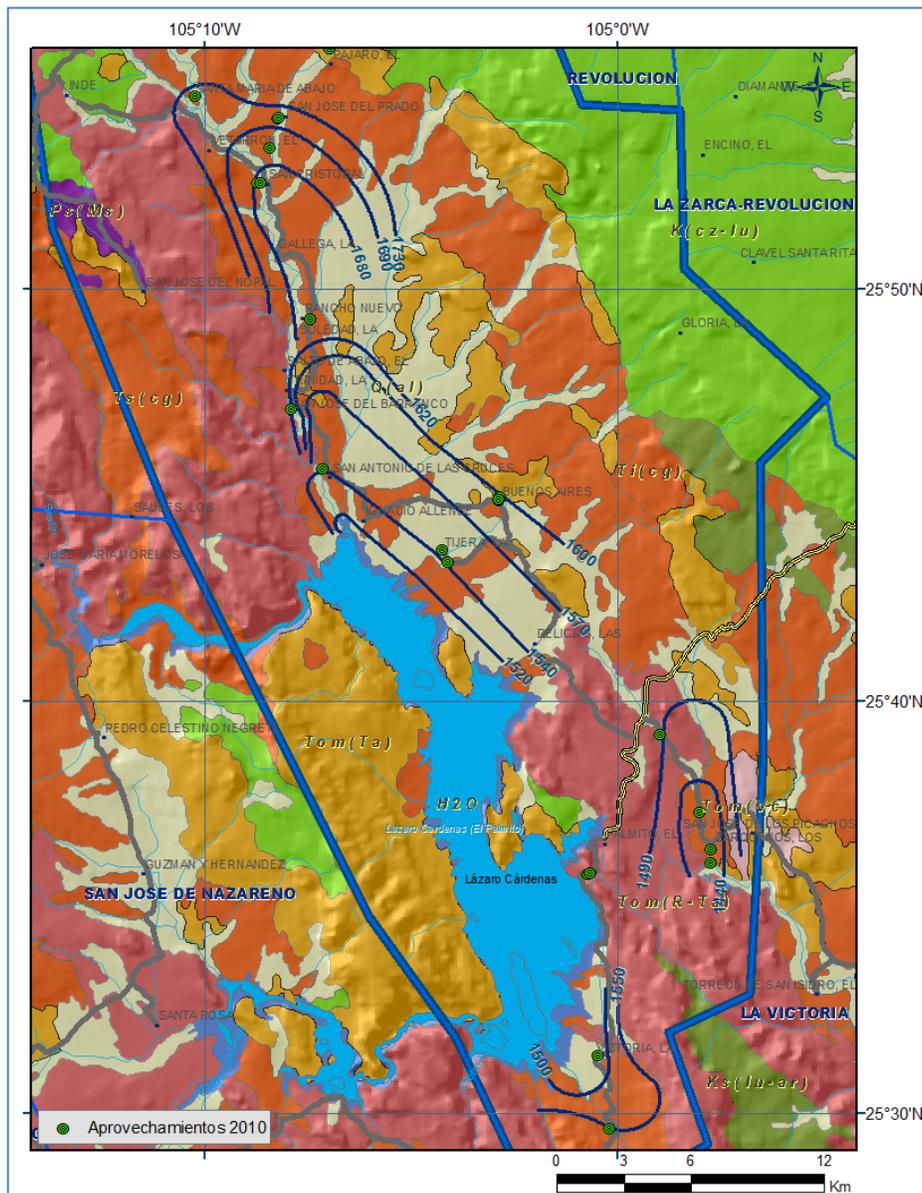


Figura 12. Localización de los pozos según censo y líneas de E.N.E. (2010).

4.5.4 Evolución del nivel estático

Con respecto a la evolución del nivel estático, no se cuenta con información piezométrica histórica que permita elaborar la configuración. Las escasas mediciones recabadas no son suficientes y únicamente cubren la porción del acuífero en la que actualmente existen aprovechamientos para su explotación, por lo que no es posible realizar una configuración de evolución del nivel estático.

Sin embargo, como información alternativa y como método de apoyo para describir la evolución del cambio de almacenamiento del acuífero $\Delta V(S)$; se cuenta con la configuración de la elevación del nivel estático (E.N.E.), la cual indica que no hay alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de pozos o norias con extracciones intensivas.

Por estas razones y para fines prácticos, se puede considerar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no han sufrido alteraciones importantes en el transcurso del tiempo (considerando que a partir del estudio del 2010 es una etapa final o inicial), por lo que el cambio de almacenamiento tiende a ser nulo. Es decir: $\Delta V(S) = 0$

Por otro lado, (y solo con fines didácticos, para el caso particular en el que no se tengan datos piezométricos históricos para estimar una evolución en el volumen almacenado); se ha optado por obtener parámetros como *porosidad*, *porosidad eficaz*, *permeabilidad*, *coeficiente de almacenamiento* y *conductividad hidráulica*, de las diferentes litologías contenidas en el acuífero Buenos Aires.

Para hacer este ejercicio, será necesario definir algunos conceptos e ideas:

El flujo de agua subterránea, ya sea a escala local o regional, está en función de las propiedades del material geológico que constituye el acuífero. Son cuatro las propiedades físicas de interés en un medio poroso:

- i) Porosidad
- ii) Permeabilidad
- iii) Compresibilidad
- iv) Densidad.

Porosidad. Es una propiedad intrínseca de todo el material terrestre y se define como el volumen de aberturas, huecos u oquedades; es decir, todo tipo de espacio intergranular de las rocas y sedimentos. El término porosidad se expresa como el porcentaje de espacios (figura 13) con relación a un volumen unitario de roca o sedimento y se representa matemáticamente como:

$$\eta(\%) = (V_v/V)100$$

Donde:

- η = Porosidad (adimensional)
 V_v = Volumen de espacios (L^3)
 V = Volumen unitario de roca o sedimento; incluye el material sólido y los espacios intergranulares (L^3)

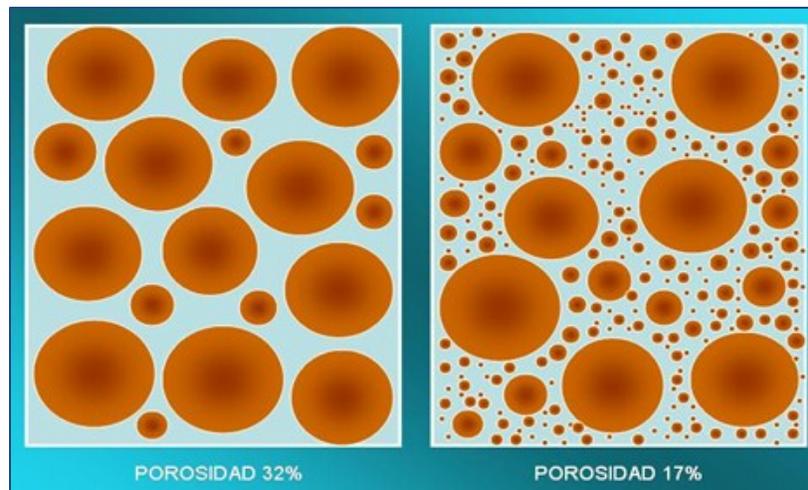


Figura 13. Variación de la porosidad debido al acomodo y tamaño de los granos.

Tabla 3. Valores típicos de la porosidad para diferentes materiales, los cuales dependen del grado de afectación física y química que ha sufrido.

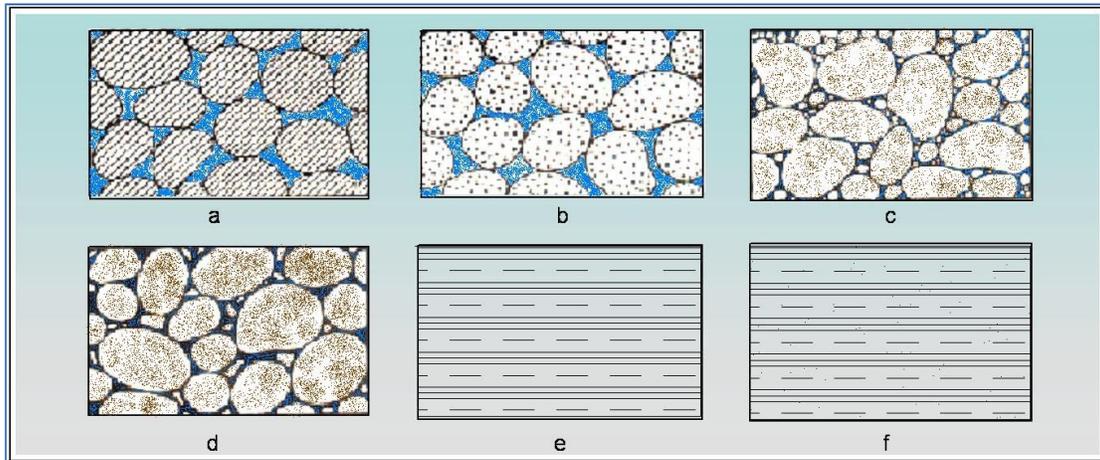
TIPO DE MATERIAL	POROSIDAD [%]	TIPO DE MATERIAL	POROSIDAD [%]
Materiales no consolidados		Materiales consolidados	
Grava gruesa	28-12	Arenisca	5-30
Grava media	32-13	Caliza y dolomía	0-40
Grava fina	34-21	Caliza cárstica	0-40
Arena con grava	39-20	Pizarras y lutitas	0-10
Arena gruesa	35-20	Basalto fracturado	5-50
Arena media	39-15	Roca cristalina fracturada	0-10
Arena fina	43-10	Roca cristalina densa	0-5
Arcilla arenosa	12-3	Granito alterado	34-57

En general, los sedimentos de granulometría gruesa poco consolidados y con escasa cementación son los que presentan los valores máximos (tabla 3), mientras que los valores mínimos se presentan en las rocas ígneas o metamórficas con escaso fracturamiento.

Por esta razón, al momento en que se forma una roca o se acumula material granular (sedimentos), también se crea la porosidad, que son los huecos u oquedades de la estructura física del material terrestre (figura 14). Estos espacios se identifican como:

- Poros
- Vesículas
- Fisuras
- Fracturas de enfriamiento
- Diaclasas
- Juntas

Figura 14. Tipos de intersticios y relación de la porosidad.
(Tomado de: "Notas no publicadas del curso de Hidrogeología"; Macias, Hector)



a) Depósito sedimentario bien clasificado de alta porosidad. b) Depósito sedimentario bien clasificado con partículas de alta porosidad en conjunto. c) Depósito sedimentario mal clasificado en el que las partículas pequeñas reducen espacio al agua. d) Depósito sedimentario bien clasificado, pero con cementación posterior que sella los espacios. e) Corresponde al depósito sedimentario más poroso de los mostrados. f) Arcillas y limos, porosidad alta.

También existe otro tipo de oquedades o aperturas que se originan después de formada la roca o el depósito granular, por lo que se consideran de origen secundario:

- Grietas
- Fracturas y fallas tectónicas
- Huecos o poros de disolución

Ahora bien, sí la porosidad se refiere a una componente total, considerando todo tipo de poros interconectados, sin interconexión y aquellos pequeños conductos que impiden la circulación de moléculas de agua; no se puede olvidar que no todos los poros de un material se encuentran comunicados entre sí y por lo tanto existen algunos que no permiten la libre circulación del agua u otro fluido subterráneo.

La porosidad de los sedimentos de grano fino decrece con la profundidad en un orden del 50 al 90%. Su posterior compactación crea nuevas porosidades a profundidad, que incluso llegan a ser inferiores al 0.5 %.

En el caso de la porosidad total en las areniscas, ésta suele variar entre 5 y 30%, y esta variación está en función de su clasificación de los granos que la componen, su geometría, tipo de empaquetado y grado de cementación (arcillas, calcita, dolomita y cuarzo).

La porosidad en rocas volcánicas no fracturadas (figura 15), es menor al 1% y hasta un 5% en diques volcánicos, sin embargo en basaltos compactos como la piedra pómez supera el 85%.

Luego entonces las rocas volcánicas masivas poseen una porosidad media entre 1 y 10%, y las rocas volcánicas fracturadas están en un rango del 10 y 50%.

Las formaciones sedimentarias intercaladas entre las lavas contribuyen a aumentar considerablemente la porosidad media de los grandes volúmenes de las rocas volcánicas. Bajo circunstancias favorables, estas formaciones sedimentarias proporcionan grandes espacios vacíos para el almacenamiento del agua subterránea.

De acuerdo con su origen y presencia, las rocas metamórficas y plutónicas no alteradas presentan siempre una porosidad total en la mayoría de los casos menor al 3%. Muchas rocas metamórficas y un reducido número de rocas plutónicas contienen minerales carbonatados, que son susceptibles de ser rápidamente disueltos por la circulación de las aguas subterráneas.

En el mármol se pueden originar cavidades por disolución y con ello aumentar considerablemente su permeabilidad local. Sin embargo, los espacios ocupados por el conjunto de poros y huecos son siempre inferiores al 5% e incluso al 2% del volumen total de la roca. Esta situación es ocasionada porque la solución de las rocas actúa a lo largo de zonas preferenciales, tales como fracturas, y no afecta a la roca en su totalidad.



Figura 15. Porosidad en piedra pómez.

No obstante, en las regiones sometidas a fuerte meteorización, los efectos de la descomposición meteórica de este tipo de rocas pueden extenderse hasta profundidades superiores a los 100 metros, pero las profundidades hasta las que los efectos son todavía prácticamente apreciables, frecuentemente oscilan entre 1.5 y 15 metros.

Esta situación conduce a la definición de otro término denominado **porosidad efectiva** que se refiere al porcentaje de poros interconectados que permiten la circulación de fluidos.

Es muy importante distinguir entre la porosidad total y efectiva, al menos en depósitos granulares, pues existen trabajos de investigación que han demostrado que la diferencia entre estos dos conceptos es de aproximadamente un orden de magnitud. La problemática surge en las rocas fracturadas, que se caracterizan por tener una gran porosidad total, pero con una desconexión de poros importante. En este caso es conveniente tratar de relacionar la porosidad efectiva con la permeabilidad de la roca en lugar de la porosidad total.

Permeabilidad. En el subsuelo, el material geológico cercano a la superficie terrestre generalmente contiene vacíos que se encuentran comunicados entre sí, por lo que tienen la capacidad de almacenar y transmitir agua. A esta propiedad intrínseca, sin considerar las propiedades del líquido que contiene, se le conoce como permeabilidad o permeabilidad intrínseca, término de uso amplio en la industria petrolera.

La permeabilidad se expresa matemáticamente como el producto del diámetro promedio de los granos del material geológico y una constante de proporcionalidad intrínseca del medio. Es decir:

$$K = Cd^2$$

C = constante de proporcionalidad denominada factor de forma
d = diámetro promedio de los granos del material geológico

Las unidades para la permeabilidad se dan en L^2 , que pueden ser m^2 , cm^2 , etc. En la industria del petróleo la unidad de medida es el Darcy, que equivale a $9.87 \times 10^{-9} cm^2$. En la Tabla 4, se reportan los valores de permeabilidad correspondientes a diversos materiales geológicos.

La asignación de un valor de la permeabilidad a un material es tarea más complicada que asignarle una porosidad, ya que el margen de variabilidad de la permeabilidad es mucho mayor, está más afectada por pequeñas desviaciones de composición y puede variar con la orientación (Custodio, 1975. Cap. 8.6. Pagina 521. Vol. I).

Tabla 4. Valores de permeabilidad para diferentes materiales.

TIPO DE MATERIAL	PERMEABILIDAD [Darcy]	TIPO DE MATERIAL	PERMEABILIDAD [Darcy]
Materiales no consolidados		Materiales consolidados	
Grava	$10^5 - 10^2$	Arenisca	$10^{-1} - 10^{-5}$
Arena limpia	$10^3 - 0.5$	Caliza y dolomía	$10^{-1} - 10^{-4}$
Arena limosa	$10^2 - 10^{-2}$	Caliza cárstica	$10^3 - 10^{-1}$
Loess, limo	$1 - 10^{-4}$	Pizarras y lutitas	$10^{-4} - 10^{-8}$
Arcilla marina	$10^{-4} - 10^{-7}$	Basalto fracturado	$10^3 - 10^{-2}$
		Roca cristalina fracturada	$10 - 10^{-3}$
		Roca cristalina densa	$10^{-5} - 10^{-8}$

La permeabilidad es un término que comúnmente es utilizado en medios granulares de manera cualitativa para describir la propiedad de un material para transmitir un fluido. Es común que esta palabra se aplique en forma incorrecta como un sinónimo de conductividad hidráulica, lo que en ocasiones conduce a confusiones. En sentido estricto, la permeabilidad describe la capacidad para permitir el flujo de cualquier fluido a través de un medio poroso específico.

Son varios los factores que condicionan los valores de permeabilidad en los materiales geológicos. Debido a la presencia del material cementante y la compactación que presentan, la permeabilidad de las areniscas suele ser del orden de una a tres veces menores que la permeabilidad de los correspondientes sedimentos no consolidados ni cementados. Adicionalmente, es importante considerar la dirección de las mediciones, pues existen estudios que han mostrado que la permeabilidad medida en la dirección del buzamiento de las capas, es dos o tres órdenes de magnitud mayor que la permeabilidad media del conjunto.

Determinados tipos de rocas sedimentarias calcáreas como la caliza y dolomía, se originan a partir de una gran variedad de materiales sedimentarios, tales como fragmentos de conchas, depósitos de talud, arenas calcáreas, arrecifes y restos de pequeños organismos planctónicos (figura 16).



Figura 16. Toba calcárea.

Por tanto, la porosidad y la permeabilidad originales de muchos de estos sedimentos se modifican rápidamente cuando tienen que soportar el peso de los depósitos superiores, de tal forma que en la mayoría de las ocasiones las estructuras sedimentarias primarias apenas se suelen conservar, luego entonces la permeabilidad primaria y la porosidad resulta baja.

Por otro lado la caliza cristalina compacta posee generalmente una permeabilidad escasa, pero en condiciones favorables puede incrementarse debido a condiciones de disolución por el agua a lo largo de los planos de estratificación y zonas de porosidad primaria. Otro factor importante es la transformación de calcita a dolomita por procesos diagenéticos.

Porosidad y Permeabilidad

Aunque la porosidad de las rocas volcánicas en ocasiones puede ser muy elevada (figura 17), su permeabilidad varía en gran proporción, siempre en función del conjunto de estructuras primarias y secundarias más que de su propia naturaleza litológica. Las diaclasas originadas por enfriamiento, los túneles de lava, las pequeñas burbujas intercomunicadas, los moldes de árboles sepultados, las grietas originadas por la resistencia a la deformación plástica de las corrientes de lava parcialmente solidificadas y los espacios huecos que pueden quedar entre dos coladas superpuestas son algunos de los factores principales que proporcionan a la andesita y los basaltos recientes su frecuentemente elevada permeabilidad.



Figura 17. Basaltos permeables.

También existe otra serie de factores que actúan directamente sobre la permeabilidad primaria, como los efectos de la descomposición y alteración meteórica de las rocas, que dan lugar al desarrollo de permeabilidad de tipo secundario. Los suelos enterrados suelen presentarse frecuentemente en las potentes series de coladas lávicas superpuestas; en la mayoría de los casos estos suelos, menos permeables que la roca volcánica que los sepulta, constituyen horizontes de muy baja permeabilidad que dan lugar a la formación de acuíferos colgados en zonas topográficamente altas.

Esto es importante si se considera que existen valles próximos a los focos de erupción volcánica, donde las lavas suelen correr por su fondo sepultando todas las formaciones aluviales que encuentran a su paso.

Para el análisis del flujo de agua subterránea, es conveniente considerar cuando menos dos componentes principales de la permeabilidad. La permeabilidad horizontal de las rocas volcánicas se debe en su mayor parte a la presencia de los huecos que suelen existir entre dos coladas de lava superpuestas, mientras que la permeabilidad vertical se debe principalmente al resquebrajamiento de las lavas durante los últimos momentos de su fluidez y a las fracturas de contracción como consecuencia de su posterior enfriamiento. Por lo general, la permeabilidad vertical de las rocas volcánicas suele ser muy pequeña en comparación con su permeabilidad horizontal (figura 18). Tanto la permeabilidad como la porosidad de las rocas volcánicas tienden a decrecer lentamente con el tiempo geológico. Parte de esta disminución se debe a la compactación de las rocas; pero el relleno de los espacios huecos mediante minerales secundarios suele ser la causa más importante.



Figura 18. Estructura bandeada (capas de cromita y rocas máficas-ultramáficas; Oxford Earth Sciences Image Store).

Las rocas de origen piroclástico (tobas), cuando se encuentran inalteradas, poseen una permeabilidad directamente relacionada con el tamaño de los clastos, con la uniformidad de su tamaño y con su grado de cementación y compactación. Cuando se presenta una clasificación deficiente en el tamaño de los clastos presentes en una unidad de tipo piroclástico (figura 19) y existe al mismo tiempo abundante material fino, ocurre que aun manteniéndose elevada la porosidad, la permeabilidad es más bien baja.

Las tobas soldadas constituyen una clase especial de depósitos piroclásticos formados por la fusión de fragmentos, todavía incandescentes, de rocas volcánicas en el momento de su deposición y acumulación sobre la superficie del suelo. Por esta razón, las tobas soldadas poseen permeabilidad primaria baja.



Figura 19. Brechas piroclásticas.

Considerando la génesis y origen de las rocas metamórficas e ígneas intrusivas, éstas presentan un mínimo de poros o espacios abiertos, que generalmente son muy pequeños y sin conexión entre sí. En consecuencia, sus valores de permeabilidad característicos son tan pequeños que pueden considerarse prácticamente nulos.

Sin embargo, a través de las fracturas y zonas de intemperismo (figura 20), puede desarrollarse una considerable porosidad y permeabilidad secundaria. Las fracturas aisladas que no están asociadas a importantes sistemas de fallas producen solamente un pequeño aumento de la porosidad total de estas rocas.



Figura 20. Rocas rocas metamórficas a escala de afloramiento.

Microscópicamente, la permeabilidad varía entre cerca de cero, en caso de rocas compactas y valores altos, en el caso de rocas densamente fracturadas. La permeabilidad global de estas rocas, consideradas en grandes volúmenes, es anisotrópica a causa de la orientación variada de las fracturas que contienen el agua.

En general, los mayores valores de permeabilidad se encuentran entre las rocas parcialmente descompuestas por debajo de la zona en la que abundan las arcillas. A juzgar por los caudales de explotación observados en numerosos pozos, se deduce que la permeabilidad en la parte más profunda de las rocas alteradas suelen ser, por lo general, más elevadas que en la roca inalterada. La permeabilidad media de las rocas plutónicas y metamórficas disminuye de modo general a medida que la profundidad aumenta, al peso de las rocas suprayacentes, a la limitación que a profundidad alcanzan los efectos que producen la alteración meteórica y la descomposición de las rocas. Las diaclasas, las fallas y demás fracturas tienden a cerrarse a profundidad por efecto litoestáticos.

Entre los agentes de alteración y descomposición superficial que dan lugar a la permeabilidad de las rocas metamórficas y plutónicas se encuentran:

- Deslizamientos
- Asentamientos
- Erosión superficial
- Descomposición química
- Raíces de las plantas
- Acción del hielo
- Actividades humanas.

Compresibilidad. La compresibilidad es el inverso del módulo de elasticidad, por lo que refleja la cantidad de deformación de un volumen representativo del material poroso cuando es afectado por un esfuerzo. Aunque existen varios tipos de compresibilidad: *i)* uno para la fase sólida del medio, *ii)* otro para el medio poroso incluyendo los espacios vacíos y *iii)* otra para el acuífero; la primera es mínima, por lo que generalmente se desprecia. La compresibilidad del medio poroso, incluyendo los espacios vacíos, se define como el porcentaje de cambio en el volumen total del medio poroso dividido por el cambio en el esfuerzo efectivo que causa la deformación. En forma matemática se expresa de la siguiente manera:

$$\alpha = (-1/V_T)(\delta V_T/\delta \sigma_e)$$

En donde V_T es el volumen total de la masa sólida y $\delta \sigma_e$ es el cambio en el esfuerzo efectivo (Freeze and Cherry, 1979). En materiales granulares, la reducción en el volumen total V_T producido por el incremento en el esfuerzo efectivo, produce un reacomodo de las partículas que componen el medio. Aplicando el concepto de compresibilidad del medio al espesor completo del acuífero, es posible definir la compresibilidad del acuífero como el porcentaje de cambio en el espesor del acuífero, dividido por el cambio en el esfuerzo efectivo.

$$\alpha = (-1/b)(\delta b/\delta \sigma_e)$$

La ecuación anterior es la representación matemática de la compresibilidad vertical del acuífero, por lo que la letra “b” representa el espesor de dicho acuífero.

Aunque estrictamente no es válido, para simplificar el problema es conveniente suponer que la compresibilidad es un parámetro isotrópico, en donde la componente de interés es en el sentido vertical, ya que es la dirección en donde se producen los mayores cambios en el esfuerzo efectivo.

Densidad. Por definición, la densidad volumétrica (ρ_b) es la masa seca por unidad de volumen (incluyendo los espacios vacíos) del medio poroso inalterado. En depósitos no consolidados, la densidad volumétrica estará establecida por su mineralogía y por la cantidad de espacios vacíos (porosidad) de la muestra. La densidad de la fase sólida (ρ_s) está definida como la masa seca de sólidos por unidad de volumen de sólidos.

Coeficiente de almacenamiento y rendimiento específico:

“El coeficiente de almacenamiento (S) y el rendimiento específico (S_y) vienen definidos ambos, como el volumen de agua liberada o almacenada por unidad de superficie del acuífero, para un cambio de una unidad en la carga hidráulica perpendicular a la superficie”. Ambos son adimensionales. El coeficiente de almacenamiento está referido únicamente a las partes confinadas de un acuífero y depende de la elasticidad del material del acuífero y del fluido. Su orden de magnitud es de 10^{-4} a 10^{-6} .

El rendimiento específico (S_y) está relacionado con las zonas libres de un acuífero. En la práctica se puede considerar igual a la *porosidad efectiva* o al *espacio poroso drenable*, ya que en acuíferos libres, los efectos de la elasticidad del material del acuífero y del fluido son generalmente despreciables.

En las tablas 5, 6, 7 y 8; se presentan algunos valores de porosidad y porosidad eficaz, en materiales conocidos y tipos de rocas, en porcentajes:

Tabla 5. Valores de porosidad en sedimentos y rocas.

MATERIAL	POROSIDAD %
Arcillas	40 – 55 %
Arena	30 – 40 %
Grava	30 – 40 %
Arena y grava	20 – 35 %
Areniscas	10 – 20 %
Calizas	1 - 20 %

Tabla 6. Rango en valores de porosidad.

Material	Porosidad (%)
SEDIMENTARIO	
Grava gruesa (gravel coarse)	24-36
Grava fina (gravel fine)	25-38
Arena gruesa (sand coarse)	31-46
Arena fina (sand fine)	26-53
Limos (silt)	34-61
Arcilla (clay)	34-60
ROCAS SEDIMENTARIAS	
Arenisca (Sandstone)	5-30
Limolita (Siltstone)	21-41
Caliza (Limestone), dolomite (dolomita)	0-40
Calizas karstificadas (Karst limestone)	0-40
Esquisto, pizarra (Shale)	0-10
ROCAS CRISTALINAS	
Rocas cristalinas fracturadas	0-10
Rocas cristalinas densas	0-5
Basalto	3-35
Granito fracturado o erosionado (Weathered granite)	34-57
Gabro fracturado o erosionado (Weathered gabbro)	42-45

Tomadas de Davis (1969) y Johnson & Morris (1962)

Tabla 7. Rango de valores para la Porosidad Total y *Porosidad Efectiva o eficaz*.

Material	Porosidad Total (%)	Porosidad Efectiva o eficaz (%)
Anhidrita ¹	0.5-5	0.05-0.5
Yeso (Chalk ¹)	5-40	0.05-2
Caliza (Limestone), dolomita (dolomite ¹)	0-40	0.1-5
Arenisca (Sandstone ¹)	5-15	0.5-10
Esquisto, pizarra (Shale ¹)	1-10	0.5-5
Agua salada o salobre (Salt ¹)	0.5	0.1
Granito (granite ²)	0.1	0.0005
Fractured crystalline	–	0.00005-0.01
Roca (rock ²)		

¹ Dato de Croff & otros (1985)

² Dato de Norton & Knapp (1977)

Tabla 8. Rangos de magnitud para *Porosidad eficaz*.

Descripción	Material	Porosidad eficaz (%)
Rocas masivas	Granito	0 a 0.5
	Caliza masiva	0 a 1
Rocas metamórficas		0 a 2
Rocas volcánicas	Piroclástos	0 a 20
	Escorias	1 a 50
	Pumitas	0 a 20
Rocas sedimentarias consolidadas	Pizarras sedimentarias	0 a 5
	Areniscas	0 a 20
	Caliza detrítica	0.5 a 20
Rocas sedimentarias sueltas	Aluviones	5 a 35
	Gravas	15 a 35
	Arenas	10 a 35
	Limos	2 a 20
	Arcillas sin compactar	0 a 10

Custodio y Llamas (1976)

Así, para arena el rendimiento específico es del orden de 0.1 a 0.2. En la literatura americana se usa a menudo los términos coeficiente de almacenamiento (S) y rendimiento específico (Sy) como sinónimos. (Kruseman et al.1970).

También en la tabla 9, se presentan valores típicos de S.

Tabla 9. Coeficientes de almacenamiento típicos en diversos terrenos y acuíferos. (Pozos y acuíferos. IGME, 1984).

Material Permeable	Acuífero	S (Valores medios)
Kárstico (calizas y dolomías jurásicas)	Libre	2×10^{-2}
	Semiconfinado	5×10^{-4}
	Confinado	5×10^{-5}
Calizas y dolomías cretácicas y terciarias	Libre	$2 \times 10^{-2} - 6 \times 10^{-2}$
	Semiconfinado	$10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
	Confinado	$10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$
Poroso intergranular; gravas y arenas	Libre	$5 \times 10^{-2} - 15 \times 10^{-2}$
	Semiconfinado	10^{-3}
	Confinado	10^{-4}
Kársticos y porosos (calcarenitas marinas terciarias)	Libre	$10 \times 10^{-2} - 18 \times 10^{-2}$

Al sintetizar las definiciones presentadas se tiene lo siguiente:

Sabemos que el Coeficiente de Almacenamiento y el Rendimiento Específico se definen como el volumen de agua liberada o almacenada por unidad de superficie de acuífero, para un cambio de una unidad en la carga hidráulica perpendicular a la superficie. Ambos se representan por la letra S (Kruseman et al.1970), y son adimensionales.

Luego entonces: **cuando se trata de acuíferos libres, el valor del coeficiente de almacenamiento coincide con el valor de la porosidad eficaz.** (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de porosidad (n), porosidad eficaz (Sy) y conductividad hidráulica (K) para sedimentos no consolidados y rocas consolidadas más comunes.

ROCA	Porosidad	Porosidad Eficaz	Conductividad Hidráulica
	n [%]	Sy [%]	K [m/s]
Arcilla	40-70	1-10	$10^{-11} - 10^{-2}$
Arena	25-40	10-30	$5 \times 10^{-6} - 10^{-2}$
Grava	25-40	15-30	$10^{-3} - 10^{-2}$
Arenisca	5-30	3-15	$10^{-10} - 10^{-6}$
Caliza	5-40	1-5	$10^{-5} - 10^{-1}$
Basalto	5-50	1-10	$10^{-6} - 10^{-1}$

Las tablas 11 y 12, presentan valores de conductividad hidráulica típicos, según su origen y tipo de material consolidado:

Tabla 11. Valores representativos de Conductividad hidráulica para varios tipos de rocas.

Material	Conductividad Hidráulica k (%)
SEDIMENTARIO	
Grava (Gravel)	$3 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-2}$
Arena gruesa (Coarse sand)	$9 \times 10^{-7} - 6 \times 10^{-3}$
Arena medianamente gruesa (Medium sand)	$9 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-4}$
Arena fina (Fine sand)	$2 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-4}$
Limos (Silt), (loess)	$1 \times 10^{-9} - 2 \times 10^{-5}$
Till	$1 \times 10^{-12} - 2 \times 10^{-6}$
Arcilla (Clay)	$1 \times 10^{-11} - 4.7 \times 10^{-9}$
Arcilla marina no erosionada (Unweathered marine clay)	$8 \times 10^{-13} - 2 \times 10^{-9}$

ROCAS SEDIMENTARIAS	
Calizas karstificadas de ambiente arrecifal (Karst and reef limestone)	1×10^{-6} – 2×10^{-2}
Caliza (Limestone), dolomita (dolomite)	3×10^{-9} – 6×10^{-6}
Arenisca (Sandstone)	3×10^{-10} – 6×10^{-6}
Limos compactos (Siltstone)	1×10^{-11} – 1.4×10^{-8}
Sal (Salt)	1×10^{-12} – 1×10^{-10}
Anhydrite	4×10^{-13} – 2×10^{-8}
Esquisto, pizarra (Shale)	1×10^{-13} – 2×10^{-9}
ROCAS CRISTALINAS	
Basalto permeable (permeable basalt)	4×10^{-7} – 2×10^{-2}
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	8×10^{-9} – 3×10^{-4}
Granito fracturado (Weathered granite)	3.3×10^{-6} – 5.2×10^{-5}
Gabro fracturado (Weathered gabbro)	5.5×10^{-7} – 3.8×10^{-6}
Basalto (basalt)	2×10^{-11} – 4.2×10^{-7}
Rocas Igneas y metamórficas no fracturadas	3×10^{-4} – 3×10^{-2}

Tabla 12. Valores representativos de Conductividad hidráulica en diferentes materiales

Material	K [cm/seg]	K [m/día]
Grava limpia	>1	>1000
Arena gruesa limpia	1 a 10^{-2}	1,000 a 10
Mezcla de arena	10^{-2} a 5×10^{-3}	10 a 5
Arena fina	5×10^{-3} a 10^{-3}	5 a 1
Arena limosa	2×10^{-4} a 10^{-4}	2 a 0.1
Limo	5×10^{-4} a 10^{-5}	0.5 a 0.001
Arcilla	$<10^{-6}$	<0.001

(25) el factor de conversión es 864 pero se ha redondeado a 1000 SILIN-BEKCHURIN (en Harr, 1928. Página 8)

Sin embargo, en días pasados, durante su estadía en México (Noviembre de 2012), el Dr. Emilio Custodio, me ha dado su valiosa opinión acerca de estos y otros conceptos (S vs Sy), tan discutidos en el ambiente de la hidrogeología:

“Lo que menciona es objeto frecuente de confusión ya que se utilizan los mismos términos para cosas distintas, aunque matemáticamente pueden jugar el mismo papel en las ecuaciones. Para evitar confusiones estamos hablando, por lo menos yo lo hago, de **coeficiente de almacenamiento elástico para acuíferos cautivos** (se refiere a duraciones cortas ya que a la larga puede variar por la componente no elástica) y **porosidad drenable en el caso de acuíferos que funcionan como libres o freáticos**; el uso de **porosidad eficaz** está muy difundido, pero como con el mismo nombre también se designa otras cosas, estoy usando **porosidad drenable para el bombeo**; en la **recuperación y ensayos de recarga es más apropiado hablar de porosidad saturable**, que difiere algo de la anterior a causa de la histeria en la relación humedad-succión, poro en gravas, arenas y rocas fisuradas la diferencia es despreciable. Lo que se obtiene de un ensayo de bombeo en un pozo que penetra un medio estratificado no es ni una cosa ni otra, y debe recurrirse a la separación con un modelo interpretativo adecuado.”

No obstante, se generó la tabla 13, que presenta un concentrado con las litologías del acuífero, y valores teóricos de coeficientes de almacenamiento, que sirven como referencia:

Tabla 13. Características de almacenamiento de los materiales del acuífero.

Material	Transmisividad [$T=k*b$ (m ² /s)] K= conductividad hidráulica [L/T] b= espesor saturado [L]	Porosidad [n%]	EN ACUÍFEROS LIBRES		Coeficiente de almacenamiento [S]
			Porosidad eficaz Sy [%]	Conductividad Hidráulica k [%] es igual a la Porosidad eficaz (Sy)	
Metasedimentaria	No considerada	1 - 10	0.5 - 5	1×10^{-13} - 2×10^{-9}	-
Conglomerado	0.0030	25 - 40	15 - 30	3×10^{-10} - 6×10^{-6}	3×10^{-10} - 6×10^{-6}
Volcanoclástico	0.0003	5 - 50	1 - 10	3×10^{-4} - 3×10^{-2}	3×10^{-4} - 3×10^{-2}
Lutita-arenisca	No considerada	5 - 30	3 - 15	3×10^{-10} - 6×10^{-6}	-
Riolita-toba ácida	0.0004	5 - 50	1 - 10	8×10^{-9} - 3×10^{-4}	8×10^{-9} - 3×10^{-4}
Caliza-lutita	No considerada	5 - 40	1 - 5	1×10^{-6} - 2×10^{-2}	-
Toba ácida	0.0005	5 - 50	1 - 10	8×10^{-9} - 3×10^{-4}	8×10^{-9} - 3×10^{-4}
Aluvial (arena, grava, limos- arcillas)	0.0006	25 - 40	15 - 30	3.7×10^{-5} - 4.5×10^{-3}	3.7×10^{-5} - 4.5×10^{-3}
Granito	No considerada	5 - 50	1 - 10	3.3×10^{-6} - 5.2×10^{-5}	-

Al calcular el promedio del coeficiente de almacenamiento para cada tipo de roca presente en la región contenida en la delimitación del acuífero se obtiene:

Tabla 14. Características de almacenamiento de los materiales del acuífero (PROMEDIOS).

Material	Coefficiente de almacenamiento [S] ó (Sy)	PROMEDIO
Metasedimentaria	X	X
Conglomerado	$3 \times 10^{-10} - 6 \times 10^{-6}$	0.000003000
Volcanoclástico	$3 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-2}$	0.01515
Lutita-arenisca	X	X
Riolita-toba ácida	$8 \times 10^{-9} - 3 \times 10^{-4}$	0.000150004
Caliza-lutita	X	X
Toba ácida	$8 \times 10^{-9} - 3 \times 10^{-4}$	0.000150004
Aluvial (arena- grava, limos- arcillas)	$3.7 \times 10^{-5} - 4.5 \times 10^{-3}$	0.0022685
Granito	X	X
	PROM	0.003544302

Por lo que $S = 0.003544302$

Y con los datos del área de balance:

Tabla 15. Datos para $S_y = S$

DATOS	
h=incrementos de 1 metro	1
A= 200 km ²	200,000,000.00
Sy = S =	0.003544302

Y teniendo como referencia la solución de la ecuación de balance para el acuífero:

Tabla 16. Parámetros a considerar en el cálculo de la Rv, en el área de balance.

E.C. BALANCE
$R_v = Sh + B + ETR - \Delta V(S) - Eh$
$R_v = 10.4 + 0.6 + 3.9 - 0.0 - 14.5$
$R_v = 0.4$

Generamos un análisis de la sensibilidad de $\Delta V(S)$ para los siguientes casos:

Tabla 17. Cálculos y simulación de $\Delta V(S)$

CASOS [metros]	$\Delta V(S)$	Rv	
1	0.70886033	1.10886033	
2	1.41772065	1.81772065	
3	2.12658098	2.52658098	
0	0	0.4	
-1	-0.70886033	1.10886033	son valores que no tienen sentido
-2	-1.41772065	1.81772065	
-3	-2.12658098	2.52658098	

EXPLICACION:

La recarga para el acuífero (valores positivos de $\Delta V(S)$ y Rv), significa el incremento en el almacenamiento de agua, ocasionada por los siguientes factores:

Eh = entradas por flujo subterráneo

Ri = recarga inducida

Rv = recarga vertical

Al contrario de la no recarga [valores negativos de $\Delta V(S)$], que representa la inmovilidad de la Rv y el incremento en el cualquiera de los siguientes factores:

B = bombeo debido a los aprovechamientos

Sh = salidas por flujo subterráneo

Dm = descarga por manantiales

ETR = evapotranspiración potencial

Sin embargo, las mediciones realizadas a partir del 2010, serán el punto de partida para el establecimiento del monitoreo de los niveles del agua subterránea, para configurar una primer mapa que describa la evolución del cambio de almacenamiento en el acuífero.

4.6 Parámetros hidráulicos

4.6.1 Transmisividad y conductividad hidráulica

Como parte del estudio realizado en el 2010, se realizaron dos pruebas de bombeo de corta duración en etapas de abatimiento y de recuperación. (Tabla 18 y figura 21).

Tabla 18. Pruebas de bombeo.

clave	Longitud [X]	Latitud [Y]	Tipo de Aprovechamiento
Cna-1013-003	-104.961757	25.599121	Pozo
Cna-1013-017	-105.118303	25.758432	Pozo

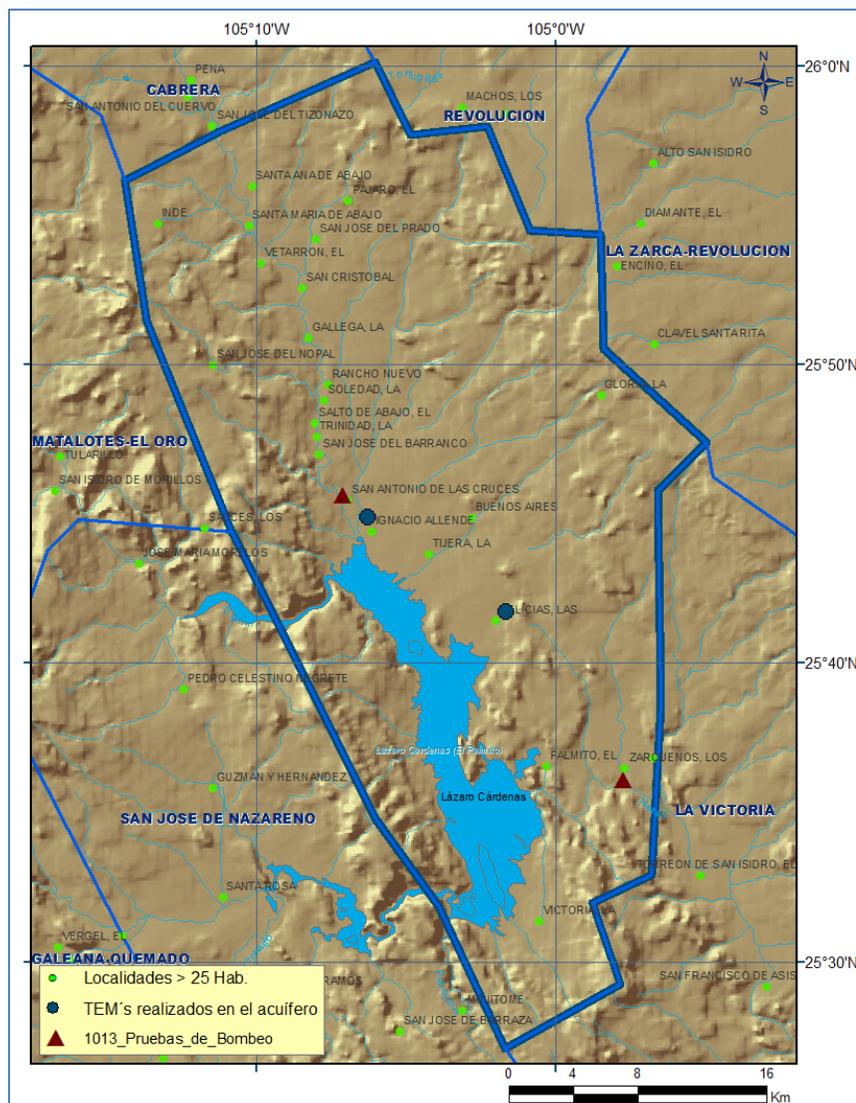


Figura 21. Localización de pruebas de bombeo.

El criterio de Wilcox (1955), relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), entonces las características hidráulicas del sitio de bombeo (aprovechamientos CNA-1013-003 y CNA-1013-017), tales como conductividad hidráulica y transmisividad; que se asumirán como representativos del acuífero, fueron interpretados con el programa Aquitest, mediante el método de Theis para el abatimiento y el método de Theis-Jacob para los datos de recuperación.

Las gráficas 22a y 22b, muestran el comportamiento para el abatimiento (interpretado por el método de Theis) y recuperación (interpretado por el método de Theis & Jacob) del aprovechamiento CNA-1013-003.

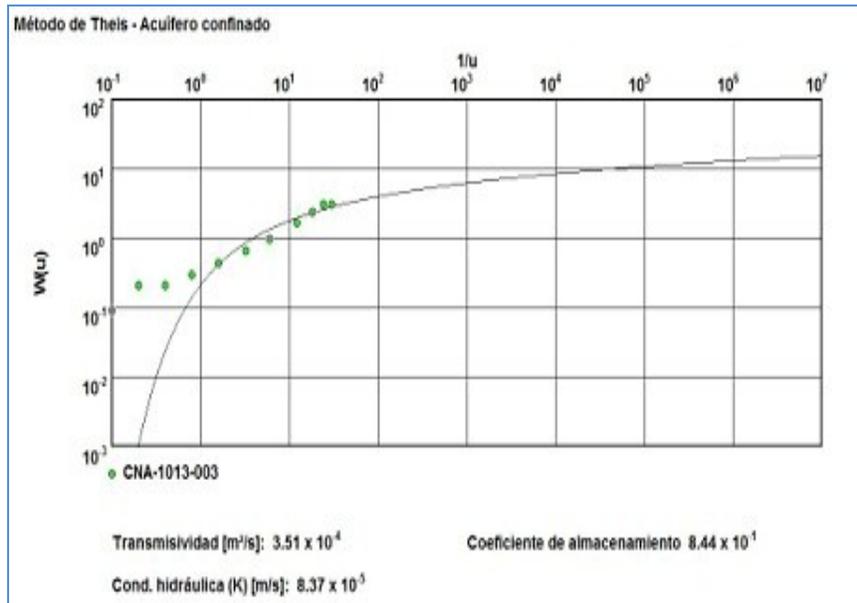


Figura 22a. Interpretación de la prueba de bombeo en etapa de abatimiento para la noria CNA-1013-003.

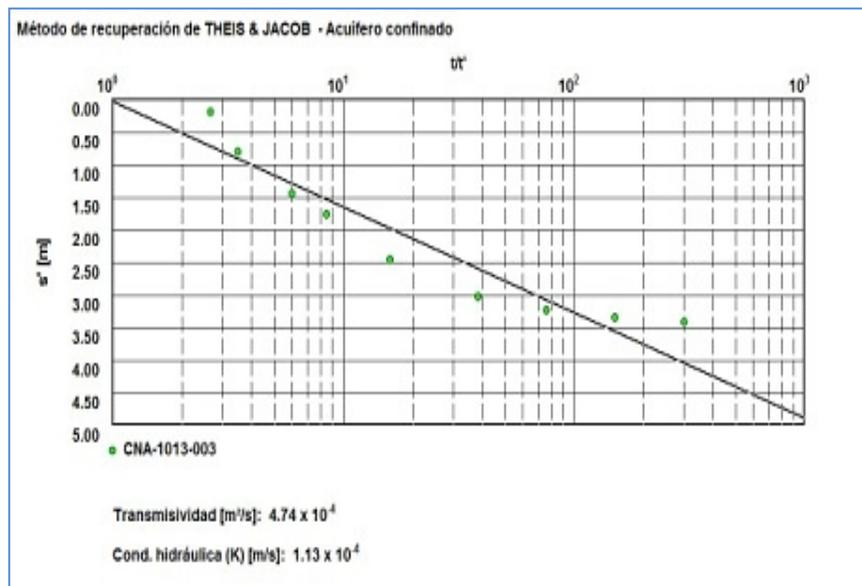


Figura 22b. Interpretación de la prueba de bombeo en etapa de recuperación para la noria CNA-1013-003.

Las gráficas 23a y 23b, muestran el comportamiento para el abatimiento (interpretado por el método de Theis) y recuperación (interpretado por el método de Theis & Jacob) del aprovechamiento CNA-1013-017.

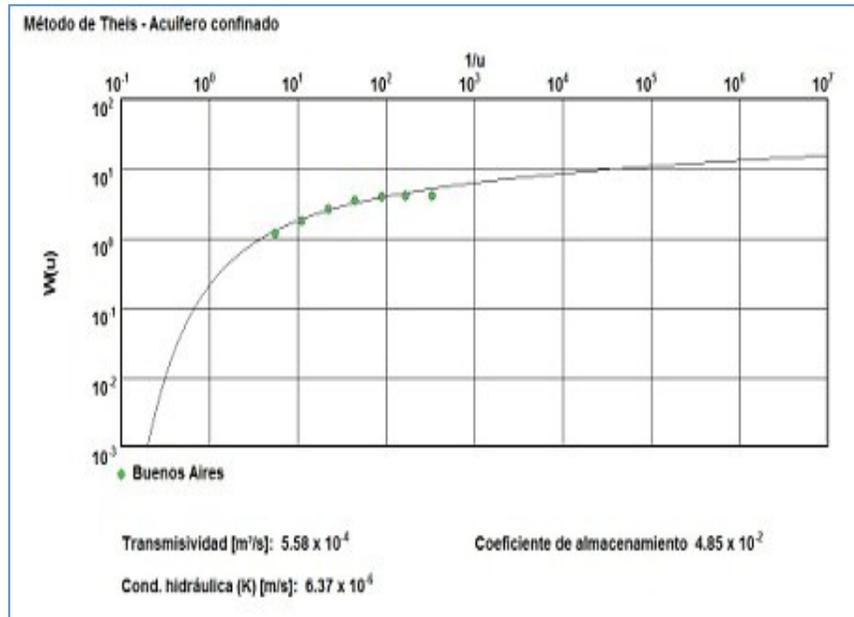


Figura 23a. Resultados de la interpretación de la prueba de bombeo en etapa de abatimiento para el pozo CNA-1013-017.

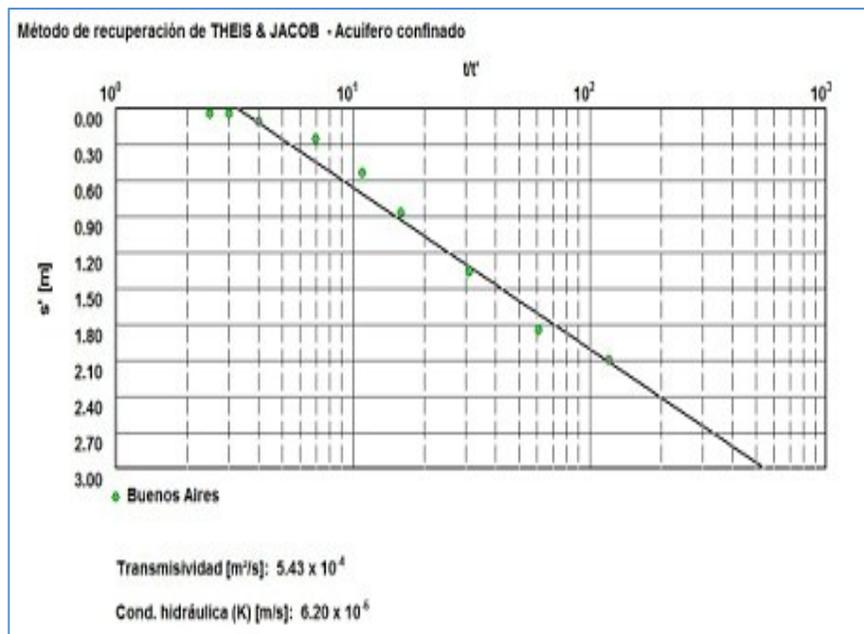


Figura 23b. Resultados de la interpretación de la prueba de bombeo en etapa de recuperación para el pozo CNA-1013-017.

Conductividad hidráulica

La conductividad hidráulica (K) mide la facilidad con que un fluido se mueve a través de un medio poroso.

En la noria CNA-1013-003 el valor de K es de 8.37×10^{-6} m/s en la etapa de abatimiento y de 1.13×10^{-4} m/s en la etapa de recuperación.

Para la noria CNA-1013-017 el valor de K es de 6.37×10^{-6} m/s en la etapa de abatimiento y de 6.20×10^{-6} m/s en la etapa de recuperación.

Transmisividad

La transmisividad se define como el caudal que pasa a través de una franja vertical de terreno de ancho y altura igual a la del espesor saturado, bajo un gradiente unidad. Se expresa como el producto de la conductividad hidráulica por el espesor de la porción saturada del acuífero, es decir:

$$T = K \cdot b$$

donde:

T = Transmisividad, (Área/Tiempo)

K = Conductividad Hidráulica (longitud/tiempo)

b = Espesor saturado del acuífero (longitud)

Entonces, los valores obtenidos para k y T que representan el área de estudio son:

Tabla 19. Parámetros hidráulicos del acuífero.

		<i>Abatimiento</i>		<i>Recuperación</i>	
Aprovechamiento	Tipo	T(m ² /s)	K(m/s)	T(m ² /s)	K(m/s)
CNA-1013-017	Pozo	5.58×10^{-4}	6.37×10^{-6}	5.43×10^{-4}	6.20×10^{-6}
CNA-1013-003	Noria	3.51×10^{-4}	8.37×10^{-5}	4.74×10^{-4}	1.13×10^{-4}

Cabe destacar que ninguna de las pruebas de bombeo contó con pozo de observación, por lo que no se pudieron obtener valores en campo, del coeficiente de almacenamiento, el cual ya fue obtenido con valores teóricos.

4.7 Modelo de funcionamiento hidrogeológico

4.7.1 Análisis de sección geofísica

En el área del acuífero Buenos Aires, se ejecutaron 3 sondeos transitorios electromagnéticos (TEM), con el objetivo de mostrar las características geológicas del subsuelo, basados en la caracterización resistiva de éste (figura 20).

Tabla 20. TEM's realizados en el acuífero Buenos Aires.

Clave	Longitud [X]	Latitud [Y]
TEM 3 DGO-12	-105.1970	25.9690
TEM 1 DGO-18	-105.1024	25.7478
TEM 2 DGO-46	-105.0268	25.6833

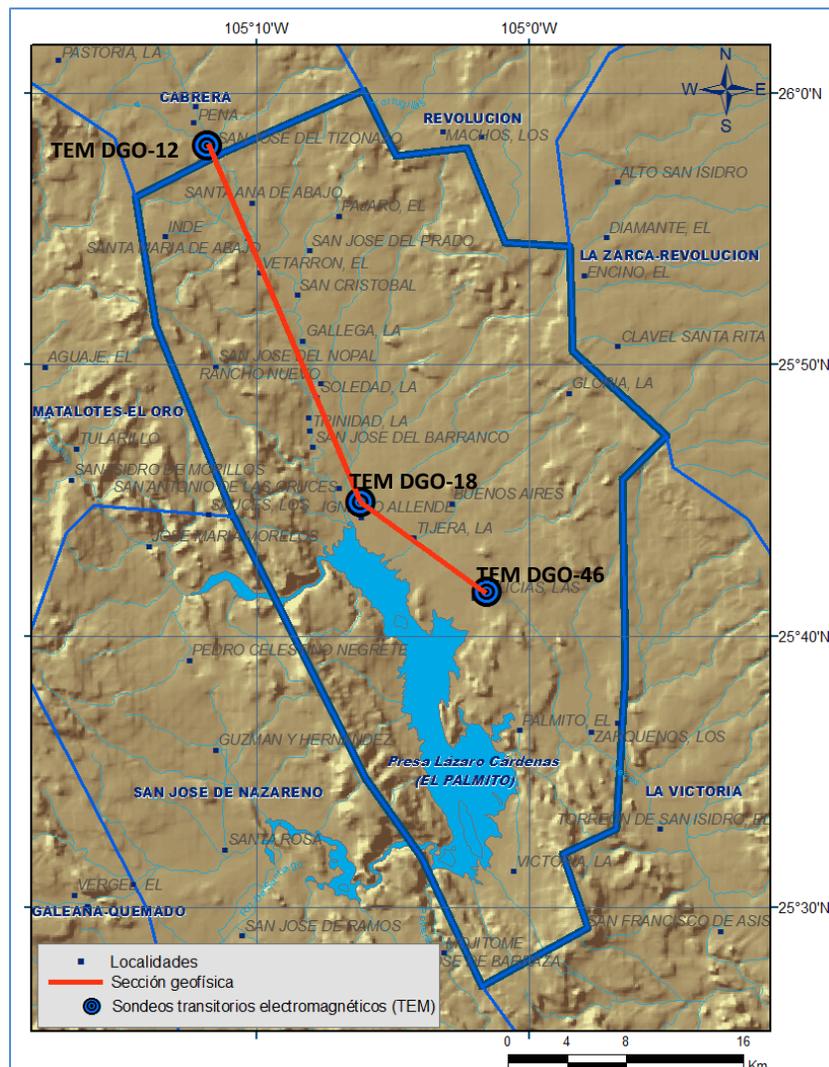


Figura 24. Ubicación de los TEM's para el acuífero Buenos Aires.

PERFIL GEOFÍSICO BUENOS AIRES

El perfil geoelectrico Buenos Aires está integrado por los TEM DGO-12, DGO-18 y DGO-46, presenta un rumbo general NW-SE y tiene una longitud de 40 km (figura 25). Los valores de resistividad obtenidos permiten identificar cuatro unidades geoelectricas.

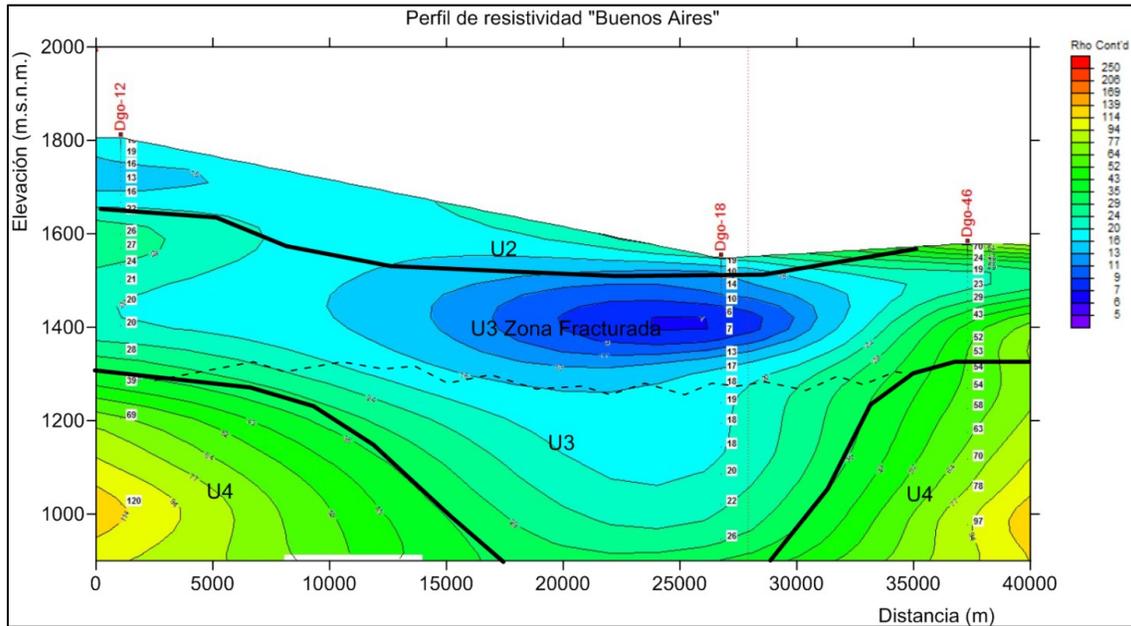


Figura 25. Perfil de resistividad del acuífero Buenos Aires.

Con base en la distribución de los TEM dentro del acuífero se definió el perfil geoelectrico, cuya variación en la resistividad presenta la siguiente tabla (21).

Tabla 21. Geoelectrica del acuífero Buenos Aires.

UNIDAD	RESISTIVIDAD [ohm-m]	Simbología	DESCRIPCION LITOLÓGICA
U1	VARIABLE	Qhoal	Relleno superficial, suelo y materiales no saturados
U2	< 50	Tm-Cgp	Gravas y arenas con buena porosidad y permeabilidad
U3	10 A 20 20 A 50 50 A 100 100 A 200	SUPERGRUPO VOLCANICO SUPERIOR Tolg-Tr	Material piroclástico (tobas, ignimbritas), con valores de resistividad de entre 50 a 200 ohm-m
	30 A 50		Tobas líticas pseudoestratificadas, con buena porosidad y permeabilidad, en condiciones favorables alojan acuíferos confinados con resistividades variables de entre 30 a 50 Ohm-m
U4	> A 100	KvapCz-Lu	Calizas y lutitas con baja o nula porosidad con alta resistividad

NOTAS: Los valores bajos de resistividad indican buena porosidad y los altos, roca compacta.

La unidad U1 aparece solo con un espesor muy reducido y tiene depósitos arcillosos superficiales con resistividades menores a los 10 Ohm/m, sin importancia acuífera, debido a la escala no se muestra esta unidad en el perfil. Dado que no está saturada, solo actúa como transmisor de agua a las capas inferiores.

La unidad U2 se tiene superficialmente en los TEM DGO-12 y DGO-18, y en el subsuelo en esta porción, se identifica la continuidad de la fracción areno-arcillosa dentro de la Formación Santa Inés, la cual presenta valores de resistividad entre 10 y 14 ohm/m. Sin embargo, se puede decir que esta unidad puede ser considerada con posibilidades acuíferas, sobre todo en el TEM DGO-12 que presenta un mayor espesor de 150 m.

La unidad U3 se presenta en el subsuelo a lo largo de todo el perfil, con resistividades muy similares. Es importante hacer notar que se interpreta que la porción superior de esta unidad, principalmente en el contacto con la Formación Santa Inés, se tiene una zona de fracturamiento importante, reflejada por los valores de resistividad bajos de alrededor de 7 a 15 Ohm/m. A esta porción de la unidad se le considera con buenas posibilidades acuíferas.

La presencia de la secuencia del Grupo Mezcalera (unidad U4) en el subsuelo está interpretada en los TEM DGO-12 y DGO-46, donde aparecen los mayores valores de resistividad, por encima de los 80 Ohm/m.

4.7.2 Perfil geofísico y Descripción

Como parte de la interpretación Hidrogeológica del acuífero, se contó con la información de 3 TEM's, para definir un perfil geoelectrico, y considerando parámetros como: distribución de la resistividad, litología, correlación con acuíferos vecinos para determinar parámetros hidráulicos; se definió la sección hidrogeológica y sus unidades hidroestratigráficas.

La sección hidrogeológica (figura 26), ubica espacialmente a las rocas sedimentarias del Grupo Mezcalera, Súper Grupo Volcánico Superior y Formación Santa Inés, sobreyacidas por el relleno sedimentario actual, y tomando en cuenta su capacidad de almacenamiento, se propone la presencia de tres unidades hidroestratigráficas:

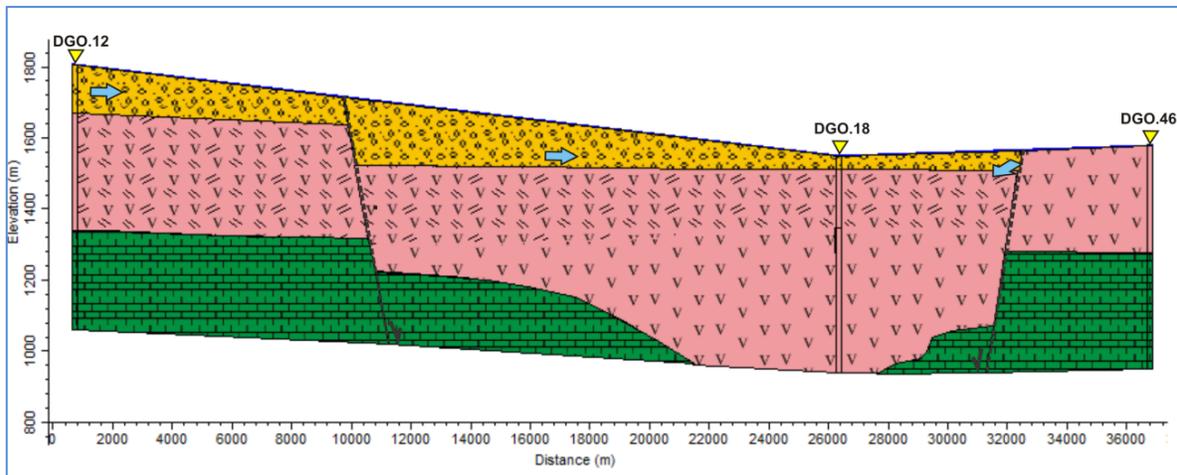
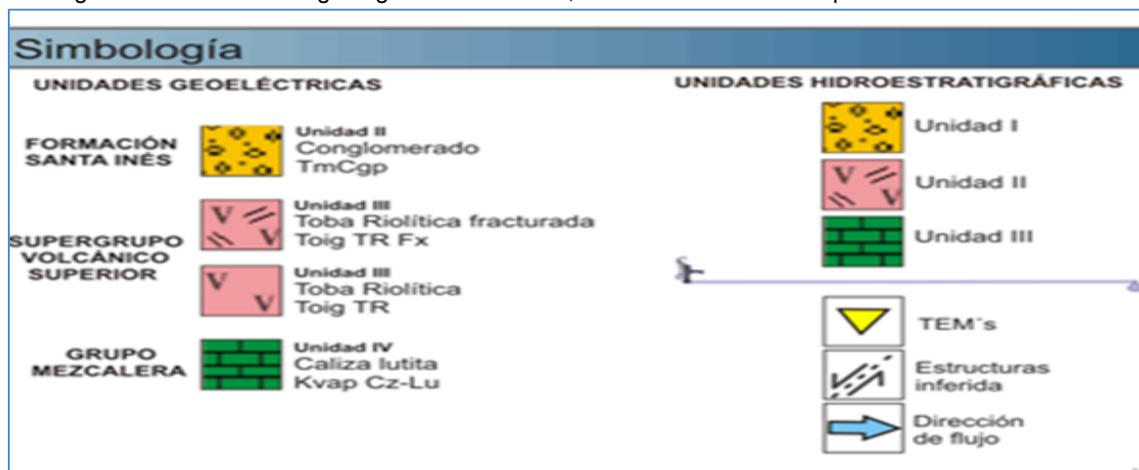


Figura 26. Sección Hidrogeológica Buenos Aires, orientada NW-SE en la parte central del acuífero.



Unidad Hidroestratigráfica I. Corresponde a la totalidad del espesor de la Formación Santa Inés, la cual incluye una secuencia conglomerático-arenosa del Mioceno semi-consolidada a consolidada, que representa una sedimentación mal clasificada depositada en abanicos aluviales.

Los valores de resistividad que presenta, así como el hecho de que es afectada por el fallamiento normal que desarrolla un fracturamiento intenso en las rocas, sugiere que la porosidad y permeabilidad de la unidad son lo suficientemente aceptables para considerarla un acuífero semiconfinado, aunque para fines de este trabajo y conociendo los materiales que afloran en la zona de estudio (principalmente aluviales y conglomerados), se permite tratar a este acuífero como de tipo libre.

Los niveles estáticos de los pozos en promedio se encuentran a 15 m, con gastos promedio de 5.4 l/s. Esta secuencia aflora ampliamente en la parte central del área del acuífero como un graben con una orientación predominante NW-SE.

Unidad Hidroestratigráfica II. Esta unidad corresponde a la porción fracturada del paquete riolítico de la cima del Supergrupo Volcánico Superior, y que está en contacto con la

Formación Santa Inés. A manera regional, la toba riolítica que se incluye dentro de esta unidad ha manifestado buenas propiedades hidráulicas, sobre todo por los valores bajos de resistividad que presenta a profundidad.

Unidad hidroestratigráfica III. Está conformado por alternancias de calizas, lutitas y areniscas, existiendo cambios laterales de facies bruscos dentro de estas tres litologías. Se considera la presencia de un fracturamiento importante en esta unidad, por lo que puede considerarse como un acuífero potencial sin explorar, y que puede estar confinado por la presencia de lutitas.

4.8 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Para hacer una correcta interpretación hidrogeoquímica se debe considerar que el agua subterránea fluye a través de los materiales rocosos (materiales sedimentarios, ígneos, metamórficos, o la mezcla de todos los anteriores) que forman los acuíferos; al circular a través de ellos disuelve minerales, modificando la composición química original del agua. Conforme avanza en el subsuelo, su contenido salino se incrementa hasta alcanzar su límite de saturación. Y no contando con otros factores contaminantes que pueden estar presentes, dependiendo de la cercanía o emplazamiento en zonas urbanas e industriales.

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en el 2010, se tomaron 5 muestras de agua subterránea (2 pozos y 3 norias) de los aprovechamientos distribuidos en las zonas de mayor interés hidrogeológico (figura 27), para su análisis fisicoquímico.

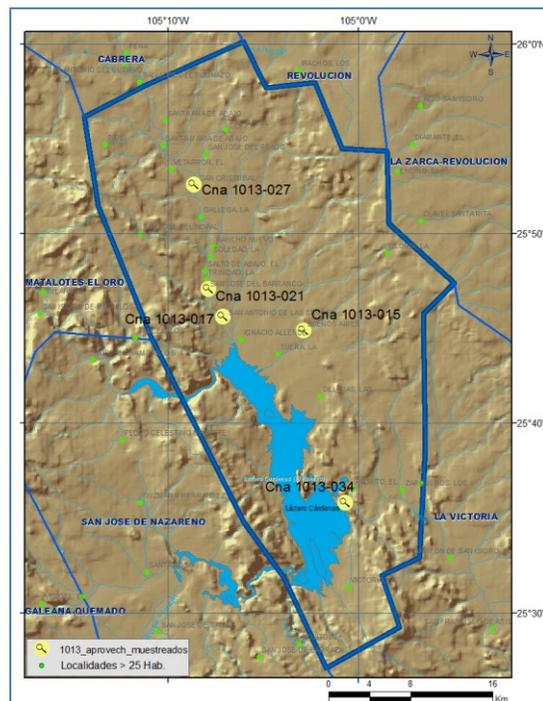


Figura 27. Aprovechamientos muestreados.

Las mediciones de pH (potencial hidrógeno), temperatura (°C), conductividad eléctrica (Relacion de Absorcion de Sodio) y alcalinidad; se realizaron en campo, mientras que los Sólidos totales disueltos (STD), Bicarbonatos, Cloruros, Dureza Total, Nitratos (NO₃-), Sulfatos, Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio; se determinaron en laboratorio.

La calidad del agua subterránea del acuífero Buenos Aires, respecto al uso y consumo humano, fue definida mediante los parámetros físico-químicos analizados en función de los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. (Tabla 22).

Tabla 22. Límites máximos permisibles (NOM-127-SSA1-1994).

Parámetro físico-químicos	Unidades	Límites máximos permisibles [NOM-127-SSA1-1994]
Potencial Hidrógeno	Unidades pH	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	No contemplado en la norma
Conductividad Eléctrica	µS/cm	No contemplado en la norma
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1,000
Dureza Total	mg/l	500
Calcio	mg/l	No contemplado en la norma
Sódio	mg/l	200
Magnesio	mg/l	No contemplado en la norma
Bicarbonatos	mg/l	No contemplado en la norma
Sulfatos	mg/l	400
Cloruros	mg/l	250
Nitratos	mg/l	10

*ppm = Mg/l

La tabla 23, concentra las mediciones de campo a excepción de las familias de agua presentes en la región.

Tabla 23. Aprovechamientos muestreados en el acuífero Buenos Aires.

APROVECHAMIENTOS	LONGITUD [X]	LATITUD [Y]	CE (µs/cm)	STD (ppm)	pH	T [°C]
CNA-1013-015	-105.047259	25.745911	1,460	657	7.67	24.34
CNA-1013-017	-105.118303	25.758432	615	277	7.61	25.82
CNA-1013-021	-105.131312	25.782695	418	187	7.82	22.04
CNA-1013-027	-105.143521	25.874144	583	263	7.72	24.68
CNA-1013-034	-105.011131	25.594782	193	90	9.03	20.04
LÍMITES PERMISIBLES			1,200 (1)	1,000 (2)	6.5 – 8.5 (2)	-

1 Límite permisible de acuerdo al proyecto NOM-250

2 Limite permisible para uso y consumo humano, de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 (2000)

4.8.1 Potencial hidrógeno (pH)

El pH de agua puede variar entre 0 y 14, de manera que cuando es mayor de 7 es básica, y cuando es menor, ácida. Entonces la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 establece un intervalo de pH para uso y consumo humano de 6.5 a 8.5.

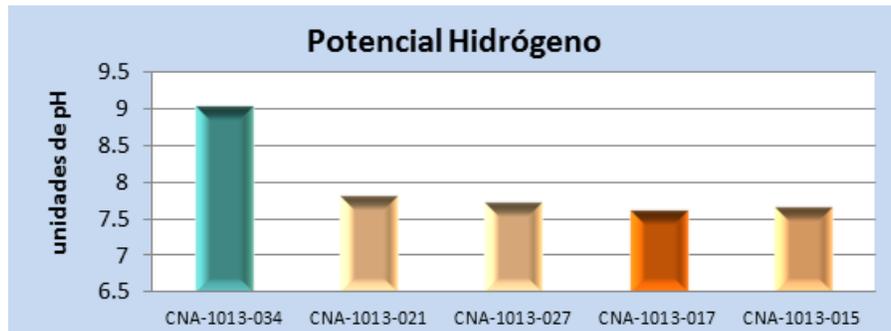


Figura 28. Concentraciones de Potencial de hidrógeno.

Para las muestras analizadas en el acuífero Buenos Aires, se registraron valores de pH de 7.61 a 9.03;

4.8.2 Temperatura (°C)

En los aprovechamientos seleccionados se registró una temperatura mínima de 20.04°C y una máxima de 25.82 °C.

4.8.3 Relación de Adsorción de Sodio (CE)

La conductividad eléctrica (CE) es un parámetro físico que indirectamente indica la cantidad de sales que se encuentran disueltas en el agua, de tal forma que por ejemplo el agua desionizada empleada en laboratorios químicos, tiene una conductividad de 0.55 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el agua de lluvia en condiciones normales tiene una conductividad menor a 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que si encontramos conductividades menores de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nos sugieren zonas de recarga, ya que la permanencia del agua ha sido muy corta para poder disolver y asimilar las sales que se encuentran en el subsuelo.

Por el contrario, conductividades altas nos sugieren que el agua ha estado en contacto con el material del subsuelo el tiempo suficiente para poder “asimilar” los materiales que lo conforman. En algunos casos una elevada concentración de sales, indica un fenómeno de sobreexplotación local.

La conductividad eléctrica también varía con la profundidad del acuífero y es sensible a la temperatura, de tal forma que en las partes más someras del acuífero se tendrán conductividades menores que en las partes más profundas.

Luego entonces, el criterio de Wilcox (1955), relaciona la conductividad eléctrica (CE) con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS en %) o salinidad.

Este criterio es útil para clasificar el agua subterránea para riego agrícola, donde la unidad de medición es el recíproco de la resistencia, y se expresa para agua subterránea como microsiemen por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) equivalente a $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.

En la clasificación de Wilcox (1955) y de acuerdo a los 2 parámetros mencionados (RAS & CE), se clasifica al agua como de baja (S1), media (S2), alta (S3) y muy alta (S4) salinidad y, de bajo (C1), medio (C2), alto (C3) y muy alto (C4) contenido de sodio intercambiable (figura 29).

Para clasificar el agua subterránea del acuífero Buenos Aires, la UNISON consideró el criterio representativo para la interpretación de la calidad del agua en función de la medición de la CE, establecido por la American Public and Health Association (APHA 1995), que clasifica la calidad del agua según su CE, a una temperatura de 18°C. (Tabla 24).

Tabla 24. Clasificación de agua con base en la conductividad eléctrica (APHA, 1995).

Clasificación	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18°C)
Agua dulce	100 – 2,000
Agua salobre	2,000 – 5,000
Agua de mar	5,000 – 45,000
Salmuera	45,000 – 100,000

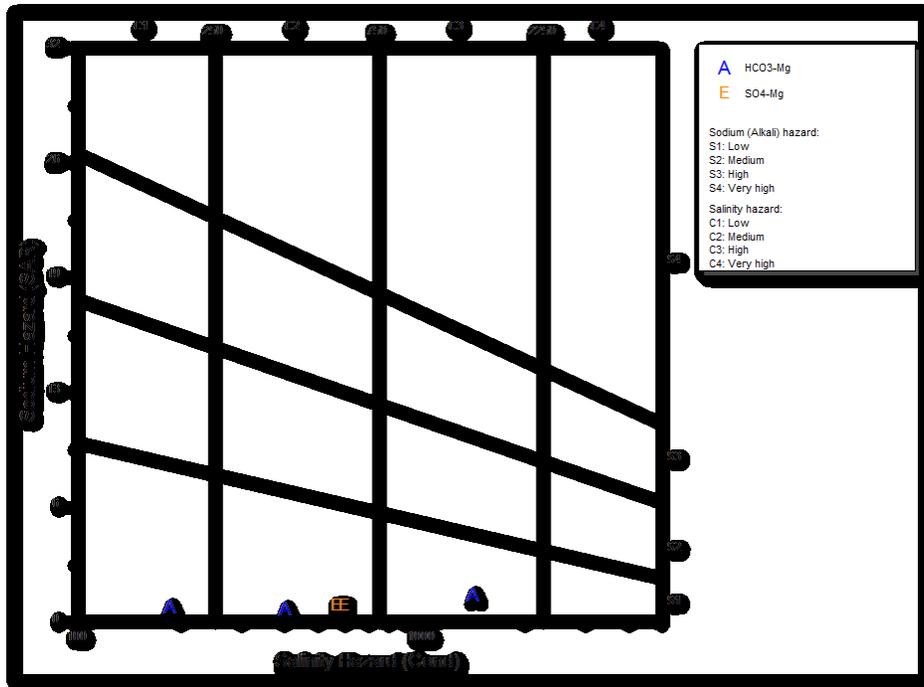


Figura 29. Clasificación de Wilcox, para el acuífero Buenos Aires.

Siguiendo el criterio de la APHA, los valores de conductividad eléctrica (CE) registrados en el acuífero Buenos Aires, se ubican dentro de la clasificación de agua dulce, con valores que oscilan de 193 a los 1,460 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por lo tanto, en estos aprovechamientos se clasifica como de salinidad media (C_2) y contenido bajo de sodio intercambiable (S_1), lo cual indica su conveniencia para riego.

4.8.4 Sólidos totales disueltos (STD)

La clasificación de aguas (Frezee & Cherry, 1974), considera el contenido de sólidos totales disueltos, e indica que los aprovechamientos del acuífero Buenos Aires, se clasifican como “agua dulce”.

Tabla 25. Clasificación de aguas con base al contenido de STD, Frezee y Cherry (1974).

Clasificación	STD (mg/l ó ppm)
Agua dulce	0 – 1,000
Agua salobre	1,000 – 10,000
Agua salina	10,000 – 100,000
Salmuera	> 100,000

La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 90 (CNA-1013-034) a 657 (CNA-1013-015) mg/l. De donde se concluye que los valores más bajos se ubican en los aprovechamientos ubicados hacia las partes topográficamente más altas, ubicadas al norte del acuífero, mientras que los mayores se registran en el valle, reflejando de esta manera las direcciones preferenciales del flujo subterráneo.

4.8.5 Familias de Agua

Considerando su composición química, el agua subterránea se puede clasificar en distintos tipos, dependiendo de los aniones y cationes predominantes; a este tipo de clasificación se denomina: familias de agua.

Para la caracterización de las familias de agua y según el uso de interés del agua subterránea, se utilizaron los Diagramas de Piper (1944) y la clasificación de Stiff (1951), los cuales son gráficos que se basan en la clasificación por balance de masas, pues permiten zonificar la presencia de diferentes tipos de familias hidrogeoquímicas regionalmente, así como para acentuar las diferencias entre los tipos de agua aún en el mismo acuífero.

Esta clasificación es muy importante en un análisis hidrogeológico por que nos indican la homogeneidad que puede tener o no un acuífero en cuanto al material que lo conforma.

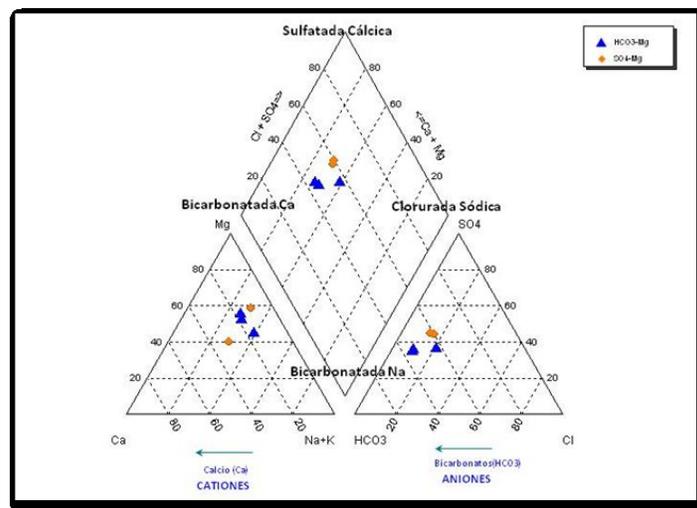


Figura 30. Diagrama de Piper, para el acuífero Buenos Aires.

De acuerdo a las concentraciones de elementos mayores por ion dominante en el acuífero Buenos Aires, se identificó como familia dominante la bicarbonatada-magnésica, que corresponde a agua de reciente infiltración que ha circulado principalmente a través de rocas sedimentarias y volcánicas. (Figura 31).

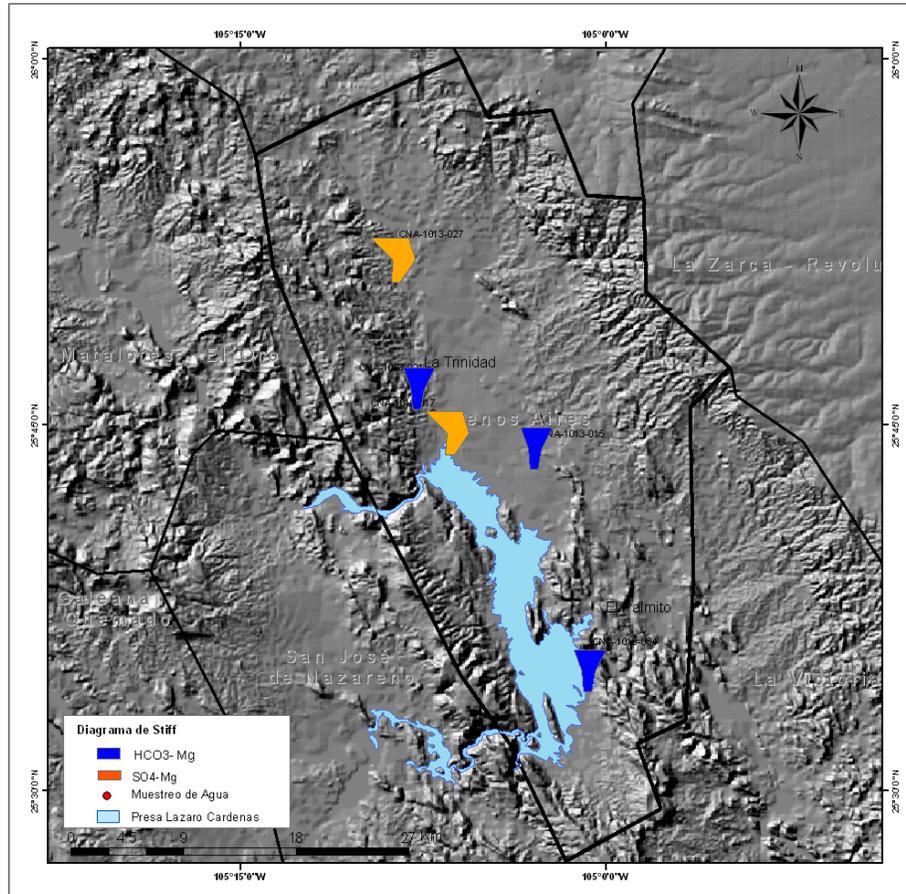


Figura 31. Distribución espacial de las familias del agua (Stiff, 1951).

4.8.5.1 Alcalinidad Total (CaCO_3)

La alcalinidad en el agua subterránea representa la cantidad de carbonato de calcio que se encuentra disuelto en el agua, esto nos sirve para determinar zonas de recarga, o para diferenciar acuíferos alojados en calizas o en otras rocas sedimentarias de origen químico, así como para definir la dirección del flujo del agua subterránea. En la zona de estudio la alcalinidad varía de 137.10 a 325.60 mg/l de CaCO_3 .

Lo cual indica que el acuífero Buenos Aires se caracteriza por rocas volcánicas como andesitas y riolitas con altas concentraciones de carbonatos.

4.8.5.2 Bicarbonatos (HCO_3)

La Norma Oficial Mexicana no establece un límite máximo permisible para consumo humano. El único inconveniente que puede surgir con las altas concentraciones de bicarbonatos, es que al combinarse con Ca y Mg definen la dureza del agua, formando incrustaciones en las tuberías. Por lo que se puede definir un límite máximo permisible de 350 mg/l para consumo humano. (Custodio y Llamas, 1996).

Para el acuífero, las concentraciones oscilan entre 128.52 y 282.74 mg/l. Con la mayor concentración en el pozo CNA-1013-015, y el menor valor en el pozo CNA-1013-34.

4.8.5.3 Cloruros (Cl)

La Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) establece un límite máximo permisible de 250 mg/l para uso y consumo humano. En el área de estudio, las concentraciones de cloruro se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible, variando de 16.10 mg/l a 50.0 mg/l. Siendo el valor mínimo el registrado en el aprovechamiento CNA-1013-034 y el máximo en el CNA-1013-015.

4.8.5.4 Dureza Total

El agua se puede clasificar por su dureza. Agua con menos de 50 mg/l de CaCO_3 se denomina blanda; hasta 100 mg/l ligeramente dura; hasta 200 mg/l moderadamente dura y mayor de 200 mg/l muy dura (OMS, 2004; USEPA, 2004). Todas las muestras tuvieron valores inferiores al límite (500 mg/l). Para el acuífero Buenos Aires la dureza total del agua subterránea varía de 113.20 a 383.40 mg/l, con una media de 223.72 mg/l, es decir se puede clasificar como agua muy dura.

4.8.5.5 Nitratos (NO_3^-)

El anión nitrato se encuentra en concentraciones bajas en el agua subterránea en condiciones normales y sobre todo si el acuífero se aloja en materiales volcánicos. Las concentraciones de nitrato en el área de estudio se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles con valores menores a los 10 mg/l.

4.8.5.6 Sulfatos (SO_4)

Las concentraciones de sulfato en el área se encuentran entre 78 a 119 mg/l. El límite máximo permisible establecido por la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) es de 400 mg/l para consumo humano. Los aprovechamientos muestreados en el acuífero Buenos Aires se encuentran por debajo del límite máximo permitido.

4.8.5.7 Calcio (Ca)

Al igual que el Sodio, el calcio (Ca^{++}) se encuentra muy comúnmente en el agua subterránea debido a la presencia de rocas que forman el medio geológico, pero las concentraciones en agua potable pueden llegar hasta 250 ppm (Custodio y Llamas, 1996). Las concentraciones de calcio encontradas en el acuífero Buenos Aires están en el intervalo de 26.39 a 88.78 mg/l. La Norma Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) no establece un límite máximo permisible para el Calcio.

4.8.5.8 Potasio (K)

La concentración del catión potasio (mayor de 5 mg/l) es característica de aguas subterráneas alojadas en piroclastos y tobas de composición intermedia a ácida, o aguas alojadas en materiales de origen evaporítico. Este catión se libera al disolverse los feldespatos potásicos muy característicos de este tipo de materiales. En el acuífero de estudio se presentan concentraciones de 0.61 a 5.19 mg/l.

4.8.5.9 Sodio (Na)

Las concentraciones de sodio (Na^{++}) en el agua subterránea, es muy común debido a la presencia de rocas que forman el medio geológico. Puede provenir de la liberación de algunos constituyentes de las rocas ígneas, principalmente basaltos y riolitas por el ataque a los minerales del grupo de los feldespatos y plagioclasas, así como por contaminación urbana e industrial (Custodio y Llamas, 1996). El valor máximo de sodio de acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NOM-127-SSA1-1994, es de 200 mg/l. Las concentraciones de sodio en el área de estudio oscilan entre 10.50 a 32.50 mg/l, siendo el aprovechamiento CNA-1013-034, donde se presenta el valor mínimo y en el aprovechamiento CNA-1013-015, el valor máximo.

4.8.5.10 Magnesio (Mg)

La principal fuente de aportación de este catión es la disolución de dolomías y calizas dolomíticas y al ataque de silicatos magnésicos y ferromagnésicos. (Custodio y Llamas, 1996). La concentración en los aprovechamientos muestreados varía de 5.8 a 17.4 mg/l. La mínima registrada en el aprovechamiento CNA-1013-034 y la máxima en aprovechamiento CNA-1013-027.

La Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) y la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) no establecen un límite máximo permisible de magnesio para uso y consumo humano, debido a que no se considera peligroso para la salud humana, el único inconveniente que presenta este ión, es que cuando se encuentra en altas concentraciones forma depósitos en tuberías y calderas, al igual que el calcio.

La presencia de altas concentraciones de magnesio indica que la composición del material granular que constituye al sistema acuífero con rocas ígneas y sedimentarias principalmente de dolomías y calizas dolomíticas, silicatos magnésicos y ferromagnésicos.

V BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El balance de agua subterránea involucra el registro de las variaciones en el volumen de las siguientes componentes: recarga vertical, evapotranspiración, bombeo, caudal base, entradas y salidas por flujo subterráneo, descarga por manantiales, retornos por riego e infiltración por localidades cercanas o emplazadas en los aprovechamientos y el cambio de almacenamiento, como parte del ciclo hidrológico, entre otros; para un periodo de tiempo mínimo de un año (NOM-01-CONAGUA-2000) (Figura 1).

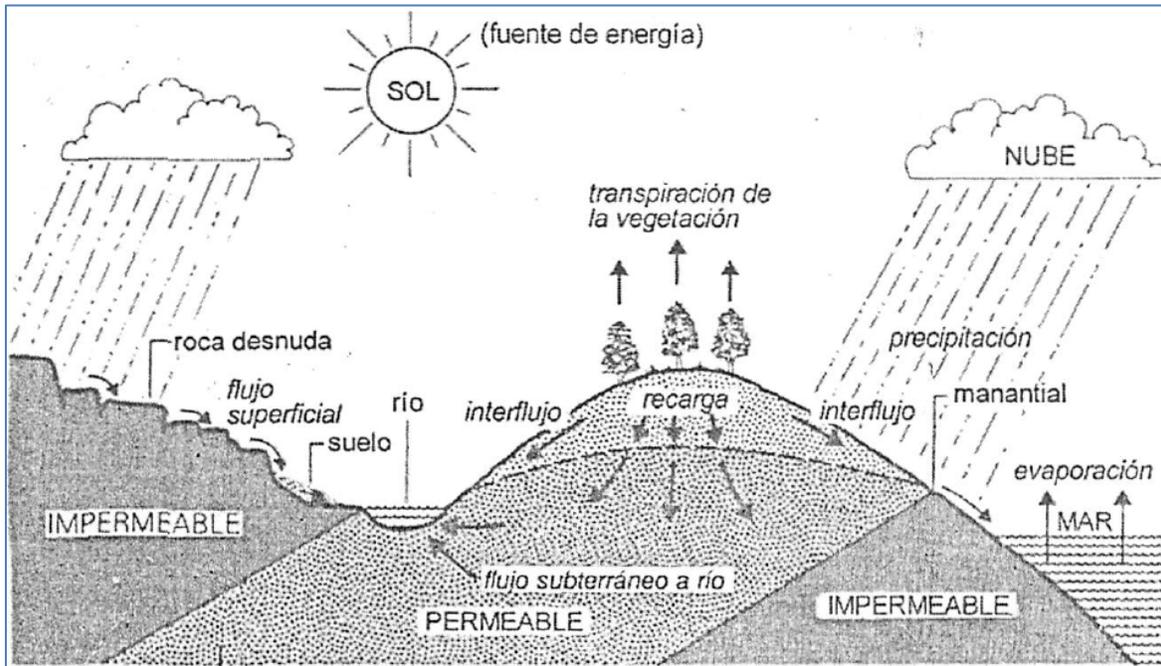


Figura 1. Componentes en el ciclo hidrológico (Michael Price, 1996. p 14).

La evaluación de estas componentes, especialmente de la recarga vertical, se calcula considerando cierta incertidumbre. Esta incertidumbre, no obstante, se puede reducir notablemente si se dispone de una adecuada caracterización hidrogeológica de la zona y de una buena base de datos históricos sobre la evolución hidrodinámica del acuífero (Samper Calvete, 1999, España).

5.1 Planteamiento de la ecuación de balance

Se deberá considerar todos los factores definidos anteriormente, al plantear la ecuación de balance, y se obtendrá como producto final el determinar la recarga vertical de agua

subterránea, agrupando los factores en entradas y las salidas del sistema, y calculando la respectiva diferencia.

Para la determinación de la recarga vertical total que recibe el acuífero, es importante definir el área de balance (Foster, 1992), especialmente en regiones donde el bombeo no se distribuye de manera homogénea dentro de la zona de estudio. A menudo se selecciona el área correspondiente a la mayor distribución de todos los aprovechamientos en la zona del valle.

Es entonces que el balance de aguas subterráneas se planteó con los datos compilados durante el 2010, en una superficie de 200 km², área emplazada en la porción central del acuífero sobre el material aluvial y conglomerados; que indican la mayor concentración de aprovechamientos subterráneos en las siguientes localidades: Las Delicias, Ignacio Allende, La Trinidad, Rancho Nuevo, San Cristobal, Santa Maria de Abajo, El Palmito y Los Zarqueños; entre las más importantes. (Figura 2).

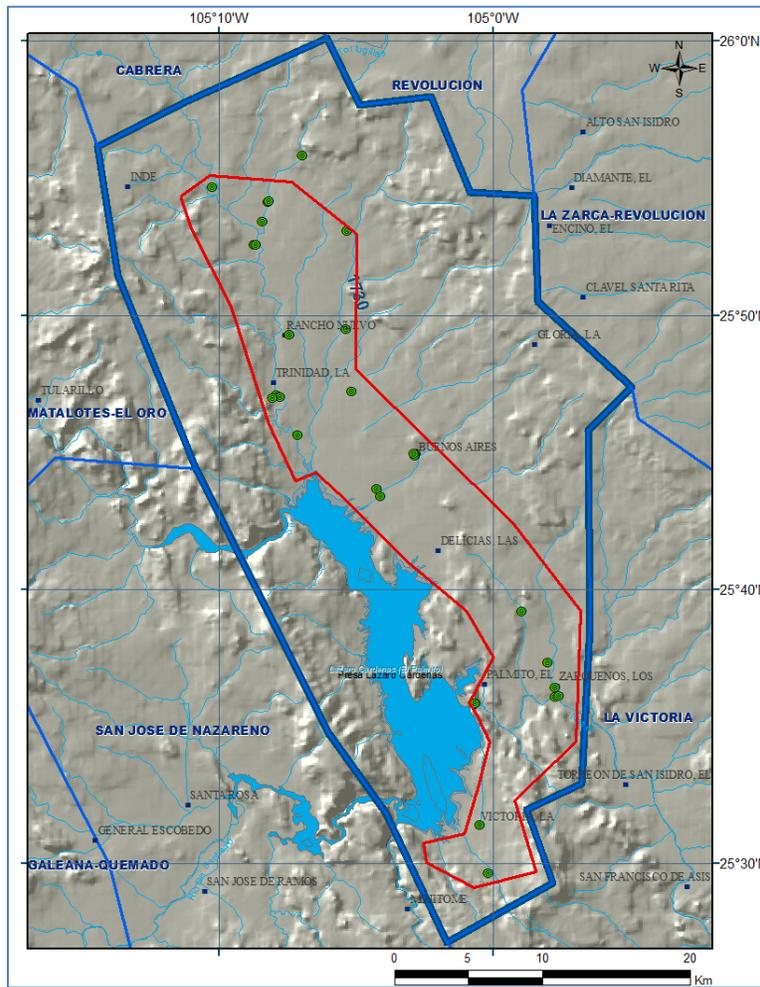


Figura 2. Área de balance (en rojo) del acuífero Buenos Aires, según la distribución de los aprovechamientos.

El periodo de tiempo definido para el balance es muy importante debido a que generalmente se presentan variaciones en la precipitación (alta o baja), que pueden “esconder” los valores de algunas componentes como en el caso de la recarga vertical.

De los aprovechamientos se obtienen lecturas piezométricas, muestras para determinar la calidad del agua subterránea, cortes litológicos, parámetros hidráulicos a través de la realización de pruebas de bombeo, y el cálculo de los volúmenes de extracción mediante la información recabada en el censo de aprovechamientos.

Estas lecturas piezométricas pueden estar afectadas por toda una serie de factores perturbadores (Custodio & Llamas, 1983, Cap. 8.6) tales como la afección de mareas, oscilaciones de nivel en lagos o embalses próximos, efectos de bombeos próximos (efectos dinámicos), etc.

Entonces, considerando los factores mencionados con anterioridad, se establece la siguiente relación, para obtener el cambio de almacenamiento del acuífero:

La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga); representa el volumen de agua perdido o ganado por el acuífero (cambio de almacenamiento), para el periodo establecido. (NOM-01-CONAGUA-2000. Página 12).

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento} \quad (1)$$

Al involucrar todos los factores que intervienen en el acuífero Buenos Aires, y adaptándolos a la expresión (1), se logra desarrollar la siguiente relación:

$$(R_v + E_h) - B - S_h - ETR = \pm \Delta V(S) \quad (2)$$

Donde:

R_v: Recarga vertical

E_h: Entradas subterráneas por flujo horizontal

B: Bombeo ó extracción

S_h: Salidas subterráneas por flujo horizontal

ETR: Evapotranspiración real

ΔV(S): Cambio en el volumen almacenado

A continuación se describen los factores que intervienen en la estimación del balance de aguas subterráneas para el acuífero Buenos Aires.

5.1.1 Entradas

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero en el capítulo IV, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita sobre los depósitos aluviales y conglomerados que conforman los valles, así como la infiltración que se produce a lo largo de los escurrimientos superficiales (R_v), y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo (E_h).

La infiltración de los excedentes del riego agrícola y del agua residual de las descargas urbanas, constituyen otra fuentes de recarga al acuífero. Estos volúmenes se integran en la componente de recarga inducida (R_i). Para el caso del acuífero Buenos Aires, dado que no existen poblaciones urbanas importantes y el riego agrícola es incipiente, es válido considerar que el volumen correspondiente a la recarga inducida (R_i), podrá ser incluido en el valor del bombeo.

5.1.1.1 Recarga vertical (R_v)

En las regiones áridas y semiáridas los dos principales mecanismos de recarga natural se producen a través de la infiltración a lo largo de los cauces de los escurrimientos superficiales y la recarga de frente de montaña.

La recarga del acuífero Buenos Aires es a través de los escurrimientos de aguas meteóricas que se presentan en las estribaciones que rodean al valle, limitado al oriente por la Mesa Las Margaritas, cerro el Palmerito, cerro Puerto La Viga.

Al sur con el emplazamiento de la Presa Lázaro Cárdenas, y hacia el extremo sur con la mesa El Jabalí, Mesa El Reparó y varias cañadas que desembocan en la presa.

Hacia el oeste y norte de la delimitación del acuífero recibe las aportaciones de la mesa El Rincón, cerro el Peñasco, Mesa Alta, Mesa La laborcita, cerro El aguaje de San Pedro, Mesa El Pino, Mesa La Bolsa, Mesa Larga, Mesa El Saucito, Cerro Grande, Mesa El Pino, Mesa El Sauz.

Debido a que el cambio de almacenamiento ($\Delta V(S)$) tiende a ser nulo, y se cuenta con información para calcular las entradas y salidas por flujo subterráneo, el valor de la Recarga Vertical será despejado de la ecuación de balance:

De esta manera, despejando la recarga vertical:

$$R_v = B + Sh + ETR \pm \Delta V(S) - Eh \quad (3)$$

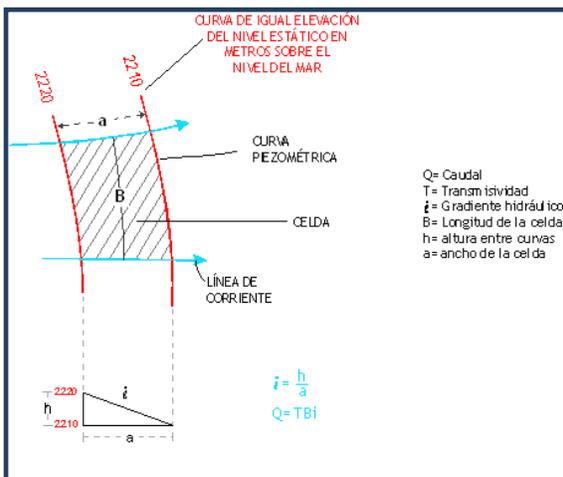
5.1.1.2 Entradas subterráneas por flujo horizontal (Eh)

Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas altas del área, se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a través de los piedemonte, para posteriormente llegar a recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación.

Si hay suficiente información acerca de la conductividad hidráulica, la geometría y el gradiente hidráulico, el flujo subterráneo puede calcularse por medio de la Ley de Darcy. (Michael Price, 1996. Página 145).

Entonces para el cálculo del flujo horizontal, se utilizó la configuración de elevación del nivel estático correspondiente al 2010. Con base en la configuración se seleccionaron canales de flujo y se aplicó la ley de Darcy (figura 3), para calcular el caudal “Q” en cada uno de ellos, mediante la siguiente expresión:

$$Q = T * B * i$$



Donde:

Q = gasto que pasa por un determinado canal de flujo

T = transmisividad en el canal de flujo ($m^2/día$)

B = ancho de la celda

i = gradiente hidráulico ($i = h_2 - h_1 / a$); h y a son la diferencia y distancia respectivamente entre las equipotenciales (h) que conforman el canal de flujo

Figura 3. Vista esquemática que considera los canales de flujo o celdas y sus dimensiones.

Los valores de transmisividad (T) utilizados para el cálculo de las entradas y salidas subterráneas son valores promedio obtenidos de la interpretación de pruebas de bombeo, adaptadas al espesor saturado en cada zona y correlacionadas hidrogeológicamente debido a que tanto el origen como la evolución geológica son comunes en esta región del país (tabla 1).

Tabla 1. Cálculo de entradas subterráneas por flujo horizontal.

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h_2-h_1 (m)	Gradiente i	T (m^2/s)	CAUDAL Q (m^3/s)	VOLUMEN ($hm^3/año$)
E1	2610	650	10	0.0154	0.0003	0.0120	0.4
E2	4245	815	40	0.0491	0.0003	0.0625	2.0
E3	2610	1960	40	0.0204	0.0005	0.0266	0.8
E4	1960	1305	40	0.0307	0.0003	0.0180	0.6
E5	4570	980	40	0.0408	0.0003	0.0560	1.8
E6	3920	980	20	0.0204	0.0005	0.0400	1.3
E7	4900	1960	30	0.0153	0.0006	0.0450	1.4
E8	6200	1630	20	0.0123	0.0006	0.0456	1.4
E9	2610	1470	50	0.0340	0.0004	0.0355	1.1
E10	4245	1960	50	0.0255	0.0003	0.0325	1.0
E11	1960	650	50	0.0769	0.0003	0.0452	1.4
E12	5880	2120	50	0.0236	0.0003	0.0416	1.3
Total entradas							14.5

La recarga total por flujo horizontal es la suma de los caudales de cada uno de los canales establecidos. En la tabla 1 se pueden observar los valores obtenidos en cada celda y el total de **14.5 $hm^3/año$** .

5.1.2 Salidas

La descarga del acuífero ocurre principalmente por salidas subterráneas por flujo horizontal (Sh), a través de evaporación directa en las zonas de niveles freáticos someros (ETR) y por Bombeo (B).

No existen manantiales, ni flujo base en ríos, ya que ambos son de régimen intermitente, según datos de campo obtenidos por la Universidad de Sonora (UNISON).

5.1.2.1 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)

Las salidas subterráneas fueron calculadas de la misma manera como se evaluaron las entradas subterráneas, a partir de la configuración del elevación del NE del 2010.

Las celdas de salida se localizaron en la parte más baja del área de explotación. El valor total estimado de **10.4 hm³ anuales** se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Cálculo de salidas subterráneas por flujo horizontal.

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	h_2-h_1 (m)	Gradiente i	T (m ² /s)	CAUDAL Q (m ³ /s)	VOLUMEN (hm ³ /año)
S1	9670	1330	10	0.0075	0.0030	0.2181	6.9
S2	3670	1000	10	0.0100	0.0030	0.1101	3.5
Total salidas							10.4

A continuación se presenta la figura generada al digitalizar las celdas de flujo:

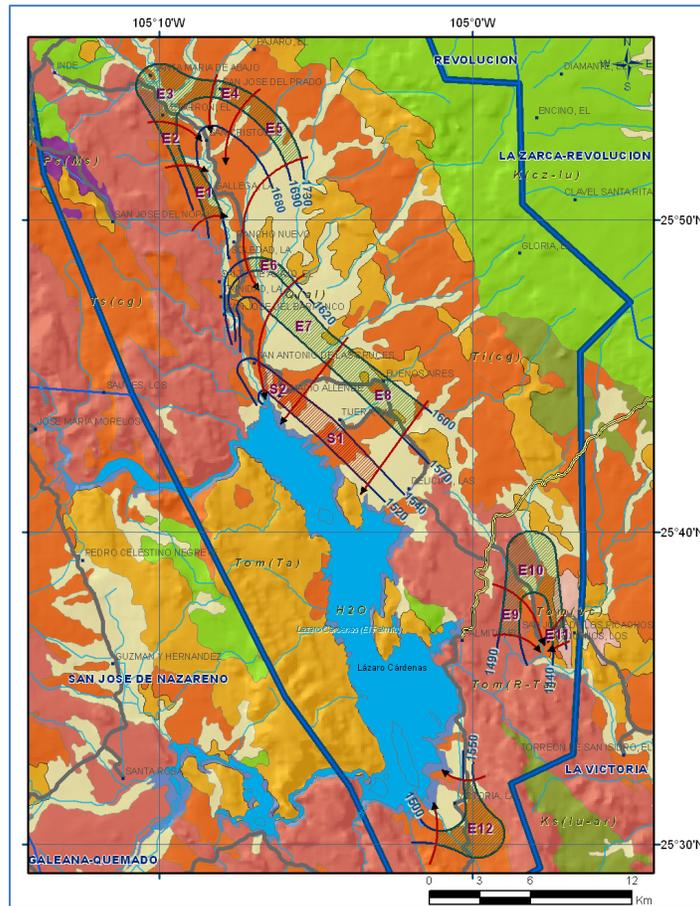


Figura 4. Celdas de flujo digitalizadas. (Entradas y Salidas).

NOTA: Para llegar al calculo de la Longitud (B), y el ancho (a) de cada una de las celdas, tanto las de entrada como de salida; se recurrió al software “ArcMap”, versión 9.3 de ESRI, con la ayuda de una herramienta de medición de longitudes. Las unidades están expresadas en metros. (CAPITULO I, 1.4 Metodología de trabajo).

5.1.2.2 Evapotranspiración (ETR)

Se denomina evapotranspiración a la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto es considerada una forma de pérdida de humedad en el sistema del acuífero, en el contexto del balance de su agua subterránea.

Existen dos formas de evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que considera la etapa de desarrollo de las plantas (Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real).

Para la obtención de este parámetro se puede utilizar la ecuación empírica de Turc, que se muestra a continuación (figura 5, tomada de tabla de Excel, trabajada en gabinete, con datos de precipitación y temperatura obtenidos en campo).

$ETR (mm) = \frac{P(mm)}{\sqrt{0.90 + \left(\frac{P^2 (mm)}{L^2}\right)}} \quad L = 300 + 25T + 0.05T^3$			
T (°C) =	18.3		
P(mm) =	399.2	P ² =	159360.64
L =	1063.92435	L ² =	1131935.02
ETR (mm)	391.3		

Figura 5. Calculo de Evapotranspiración Real (ETR), P, T, obtenidos de campo.

El cálculo de la evapotranspiración corresponde con aquella pérdida de agua freática somera y que se aplica al balance de aguas subterráneas (el acuífero pierde agua), considerando la validez de este concepto hasta una profundidad máxima de 5 m, en este tipo de climas; considerando además que la profundidad de la superficie freática a la cual ETR = 0, se conoce como *límite de extinción*.

Los acuíferos libres con nivel freático próximo a la superficie del terreno ó sometidos a la acción de plantas freatofitas, sufren un efecto de evaporación y/o evapotranspiración directa que alcanza un valor máximo durante el día y el mínimo durante la noche. El efecto de evaporación directa es despreciable, excepto cuando el nivel freático está a menos de 1 m de la superficie.

También el efecto de evapotranspiración puede alcanzar a superficies freáticas situadas a mas de 10 m de profundidad si existen plantas freatofitas, pero es raro que en situaciones de cultivos normales lleguen a más de 2 o 3 m de profundidad. (Custodio, 1975. Cap. 8.6. Pagina 521).

En zonas donde el nivel estático se encuentra a una profundidad menor a 5 m, se calcula el valor de ETR exclusivamente para estas zonas de niveles someros y se pondera el valor del volumen obtenido, partiendo de una relación lineal inversa entre la profundidad al nivel estático (PNE) y el % de ETR. Suponiendo una profundidad límite de extinción de 5 m para el fenómeno de ETR, a menor profundidad mayor será el % de ETR, de tal manera que a 5 m el valor de ETR es nulo y a 0 m el valor es del 100 %, a 4 m el 20%, a 2 m el 60% etc. Aunque cabe resaltar que la disminución de la ETR con respecto a la profundidad puede ser lineal o exponencial. En este caso, siguiendo la metodología de la NOM-011-CONAGUA-2000, se considera una relación lineal, que como sabemos es perfectible. (Figura 6).

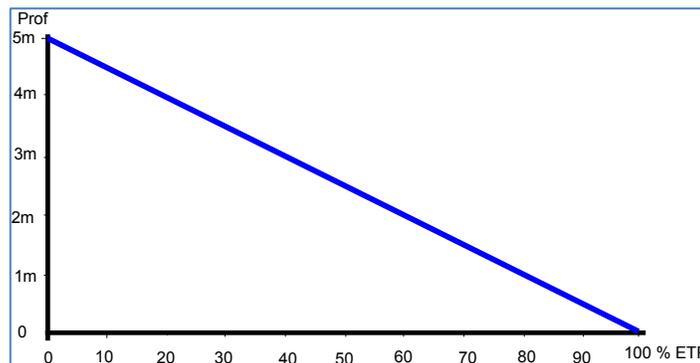


Figura 6. Relación entre la ETR y la profundidad, en climas áridos y semiáridos.

De esta manera, la estimación del valor de la evapotranspiración se calculó multiplicando el área de las zonas someras, por la lámina de evapotranspiración obtenida y por el 50 % que le corresponde de acuerdo con la gráfica anterior.

Tomando en cuenta una superficie de 20 km² (se sumaron las áreas correspondientes de acuerdo a su nivel somero que fue de un promedio cercano a 3 metros), en la que la profundidad media al nivel del agua subterránea es de 2.5 m y la lámina de evapotranspiración obtenida de 391.3 mm (con valores de 399.2 mm anuales para la precipitación y 18.3 °C de temperatura).

ETR = (Área) (lámina de Precipitación) (% de Evaporación ponderado)

$$\text{ETR} = 20 \text{ km}^2 (0.3913 \text{ m}) (0.5) = 3.913$$

Por lo tanto; **ETR = 3.9 hm³/año.**

5.1.2.3 **Bombeo (B)**

Para el 2010, se contó con los datos que aportó el censo en campo, y el cual indica un volumen de extracción de **0.6 hm³ anuales.**

5.1.3 **Cambio de almacenamiento $\Delta V(S)$**

El cambio de almacenamiento en el intervalo de tiempo considerado en el balance, se determina a partir de la evolución de los niveles del agua subterránea correspondientes al mismo intervalo y de valores representativos del coeficiente de almacenamiento del acuífero. El valor de este coeficiente se determina a partir de pruebas de bombeo y/o con base en consideraciones relativas al tipo y litología del acuífero en estudio. (NOM-01-CONAGUA-2000).

Como se menciona en el apartado de evolución del nivel estático, no se dispone de información piezométrica para elaborar la configuración de la evolución del nivel estático para un periodo de tiempo. Los registros existentes no cubren en su totalidad la extensión superficial del acuífero. De esta forma, y debido a que el volumen de extracción es menor a la recarga que recibe el acuífero, todavía no se registran alteraciones en la dirección natural del flujo subterráneo ni conos de abatimiento.

Bajo estas observaciones, se estima que la posición del nivel del agua subterránea no ha sufrido alteraciones importantes y el cambio de almacenamiento tiende a ser nulo.

Por esta razón, para fines del balance de aguas subterráneas, no existe cambio de almacenamiento en el acuífero o se considera despreciable; es decir, **$\Delta V(S) = 0$.**

5.1.4 Solución de la ecuación de balance

Una vez calculadas las componentes de la ecuación de balance, se procedió a evaluar la recarga vertical por lluvia.

$$Rv = Sh + B + ETR - \Delta V(S) - Eh$$

$$Rv = 10.4 + 0.6 + 3.9 - 0.0 - 14.5$$

$$Rv = 0.4 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

De esta manera la recarga total media anual:

$$Rt = Rv + Eh$$

$$= 0.4 + 14.5$$

$$Rt = 14.9 \text{ hm}^3$$

Entonces de los resultados obtenidos se concluye que:

Rv: Recarga vertical = **0.4 hm³ anuales**

Eh: Entradas subterráneas por flujo horizontal = **14.5 hm³ anuales**

B: Bombeo = **0.6 hm³ para el año 2010.**

Sh: Salidas subterráneas por flujo horizontal = **10.4 hm³ para el año 2010.**

ETR: Evapotranspiración real = **3.9 hm³ anuales**

Dm: Descarga natural por manantiales = No existen manantiales, ni flujo base en ríos, ya que ambos son de régimen intermitente.

$\Delta V(S)$: Cambio en el volumen almacenado => Para este caso en particular y dado que no se detectan conos de abatimiento, según los datos obtenidos de los niveles piezométricos, para el 2010; en este balance de agua subterránea, el valor del cambio de almacenamiento en el acuífero se considera despreciable, lo que significa que tiende a ser nulo.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para investigar la hidrología física o los recursos del agua subterránea desde un punto de vista cuantitativo, en un área determinada, es necesario considerar tres campos de estudio (relacionados):

Geológico: para investigar el marco de referencia donde se presenta el agua subterránea.

Hidrológico: para determinar entradas y salidas de agua en el marco geológico de referencia.

Hidráulico: para conocer cómo el marco de referencia (geológico hidrológico) condiciona el movimiento del agua.

Estas investigaciones también consideran directa o indirectamente, reacciones químicas entre el agua y el material geológico, así como la respuesta física del agua. (Michael Price, 1996. Página 144).

6.1 Conclusiones

Al determinar las condiciones hidrogeológicas del acuífero, se determinó también el balance de agua subterránea, con el método tradicional o estacional, y con la piezometría recabada en campo, para el año 2010.

Destacando los siguientes resultados:

- De acuerdo con la configuración de la profundidad al nivel estático (P.N.E) para el año 2010, se describieron valores mínimos de 10 metros a lo largo de las localidades de Santa María de Abajo, San Cristobal, Rancho Nuevo, San Antonio de las Cruces; hacia el noroeste del acuífero, también en la localidad de La Tijera, a un costado de la Presa Lázaro Cárdenas; hacia la localidad Los Zarqueños también se identifican profundidades de 10 metros; en las localidades de El Palmito, La Victoria, se localizaron los valores más altos, de alrededor de 50 metros, aumentando gradualmente hacia las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero.
- De acuerdo a la ubicación de los aprovechamientos y con la configuración de elevación del nivel estático (E.N.E.) para el 2010, se observa que los valores varían de entre 1,730 a 1,440 metros sobre el nivel del mar, mostrando el reflejo de la topografía, lo que indica que el flujo subterráneo no ha sufrido alteraciones causadas por la concentración de pozos o del bombeo. Los valores más bajos se localizan en la porción centro y sureste del acuífero, en las inmediaciones de la

presa Lázaro Cárdenas y hacia el Río Nazas Zarqueños, desde donde se incrementan gradualmente por efecto de la topografía hacia los extremos norte y sur. Según la configuración de las elevaciones, queda indicado que las líneas de flujo tienen su dirección hacia la presa Lázaro Cárdenas, que se infiere controla el comportamiento del acuífero.

- Por diversas razones, no se ha logrado cubrir en tiempo y espacio la red de monitoreo de los niveles piezométricos, y aunado a los problemas político-económicos y de inseguridad que actualmente vive la región que comprende el acuífero; fue imposible contar con información piezométrica histórica confiable para elaborar configuraciones de la evolución piezométrica.

Se sabe que la extracción en la región no es notable, debido a los datos presentados en el mapa de configuración de las elevaciones del nivel estático del acuífero; sin embargo, se realizó un análisis alternativo de los valores teóricos acerca de las propiedades hidrogeológicas de los paquetes litológicos situados en la región que comprende el acuífero, para determinar un valor del cambio de almacenamiento del acuífero $\Delta V(S)$, con las siguientes características:

Tabla 1. Características de almacenamiento de los materiales del acuífero (PROMEDIOS TOMADOS DE VARIAS REFERENCIAS).

Material	Coefficiente de almacenamiento [S]	PROMEDIO
Metasedimentaria	-	-
Conglomerado	$3 \times 10^{-10} - 6 \times 10^{-6}$	0.000003000
Volcanoclástico	$3 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-2}$	0.01515
Lutita-arenisca	-	-
Riolita-toba ácida	$8 \times 10^{-9} - 3 \times 10^{-4}$	0.000150004
Caliza-lutita	-	-
Toba ácida	$8 \times 10^{-9} - 3 \times 10^{-4}$	0.000150004
Aluvial (arena- grava, limos- arcillas)	$3.7 \times 10^{-5} - 4.5 \times 10^{-3}$	0.0022685
Granito	-	-
	PROM	0.003544302

Después se utilizó el valor de S, en el área de balance:

Tabla 2. Datos para Sy.

DATOS	
h=incrementos de 1 metro	1
A= 200 km ²	200,000,000.00
Sy = S =	0.003544302

Y se usó la solución de la ecuación de balance para el acuífero como referencia:

Tabla 3. Parámetros a considerar en el cálculo de la Rv, en el área de balance.

E.C. BALANCE
$R_v = B + Sh + ETR - \Delta V(S) - E_h$
$R_v = 0.6 + 10.4 + 3.9 - 0.0 - 14.5$
Rv = 0.4

Por último, se generó un análisis de la sensibilidad de $\Delta V(S)$ para los siguientes casos:

Tabla 4. Cálculos y simulación de $\Delta V(S)$

CASOS [metros]	$\Delta V(S)$	Rv	
1	0.70886033	1.10886033	
2	1.41772065	1.81772065	
3	2.12658098	2.52658098	
0	0	0.4	
-1	-0.70886033	1.10886033	son valores que no tienen sentido
-2	-1.41772065	1.81772065	
-3	-2.12658098	2.52658098	

$\Delta V = \text{Área} \times \text{variación de 1 unidad en la P.N.E.}$

La recarga para el acuífero (valores positivos de $\Delta V(S)$ y Rv), significa el incremento en el almacenamiento de agua, ocasionada por los siguientes factores:

Eh = entradas por flujo subterráneo

Ri = recarga inducida

Rv = recarga vertical

Al contrario de la ausencia de recarga [valores negativos de $\Delta V(S)$], que representa el incremento en el cualquiera de los siguientes factores:

B = bombeo debido a los aprovechamientos

Sh = salidas por flujo subterráneo horizontal

Dm = descarga por manantiales

ETR = evapotranspiración potencial

De donde se concluye que las mediciones realizadas a partir del 2010, serán el punto de partida para el establecimiento del monitoreo de los niveles del agua subterránea, para configurar un primer mapa que describa la configuración de la evolución del cambio de almacenamiento en el acuífero.

6.2 Recomendaciones finales

- a) Una de las limitantes para la caracterización del acuífero Buenos Aires y la posterior estimación del volumen de agua subterránea contenido; fue la falta de información de campo, en especial para describir la evolución de los niveles de agua en un periodo determinado, en este caso, para el 2010. Es entonces que se requerirá, sobre todo para un plan de gestión del recurso a largo plazo; de la instalación de redes piezométricas que capturen información de los niveles del agua de la región; con lecturas periódicas mensuales y anuales de ser posible.

A este respecto la Universidad de Sonora propone la instalación de pozos piloto, para medir la profundidad al nivel estático previo a la concesión de nuevas extracciones, lo que permitirá controlar con bases aceptables un mayor bombeo.

- b) Debido a que están íntimamente relacionadas las secciones geológicas con toda la información que nos pueda dar un perfil o varios perfiles geofísicos, es necesario el planteamiento de una campaña de TEM's sobre la trayectoria E-W en el rango de latitud $25^{\circ}45'00''$ y $25^{\circ}55'00''$, con el fin de describir y complementar la sección geofísica ya entregada por la Universidad de Sonora. Con el fin de caracterizar mejor la disposición de los paquetes hidrogeológicos que contienen el agua subterránea de interés económico y con menos contenido de sales.
- c) Para la determinación de las variables climatológicas tales como la temperatura y precipitación, se recomienda la implementación de por lo menos 3 estaciones climatológicas dentro del área que abarca el acuífero, ya que actualmente y para

el presente balance de agua subterránea; se emplearon los datos correspondientes de 4 estaciones, y sólo una de las cuales está dentro del área del acuífero (estación INDÉ).

- d) Se recomienda la realización de al menos 8 pruebas de bombeo adicionales a las realizadas por la Universidad de Sonora, con el fin de encontrar valores más representativos de la conductividad hidráulica de las distintas litologías presentes en el área de balance, como los conglomerados y el material aluvial.
- e) Se deberá considerar seriamente el cambio de políticas hídricas, a fin de dar las concesiones de agua subterránea de la región y de todas las regiones del país en base a una mayor ponderación a la temporalidad de las lluvias. Esto con el fin de no “inflar” las estimaciones anuales en cuanto a la disponibilidad de agua subterránea, y así propiciar un mayor tiempo para la recuperación del acuífero en cuestión.

6.3 Plan de gestión del acuífero para un período determinado

La información presentada por parte de la Universidad de Sonora y en conjunto con la generada en la Comisión Nacional del Agua; servirá como punto de partida para monitorear el comportamiento del acuífero, y dado que ya empieza a ser considerable la actividad agrícola en la región; se deberá conformar grupos interdisciplinarios conformados por especialistas y usuarios (Consejo de Cuenca, Organismo de Cuenca, Comité Técnico de Agua Subterránea), que conozcan la hidrogeología del acuífero, quienes a su vez, definirán con la colaboración de la autoridad del agua, el plan de gestión adecuado, considerando las actividades económicas y necesidades de las localidades emplazadas en el acuífero y que a su vez forman parte de la cuenca Presa Lázaro Cárdenas.

A su vez, se necesitará la puesta en marcha de instrumentos de ordenamiento (vedas, reservas y reglamentos, según sea el caso). Este ordenamiento, procurará la correcta distribución del agua subterránea del acuífero.

Tales instrumentos legales, permitirán administrar correctamente el agua subterránea del acuífero y así lograr el equilibrio hídrico, junto con los cuerpos de agua superficiales para satisfacer y administrar la demanda de los usuarios actuales y futuros, incluyendo a los ecosistemas. (Gestión Integrada de los Recursos hídricos- GIRH).

6.4 Bibliografía

a) Estudios de empresas privadas e información generada por dependencias gubernamentales (mapas y cartas geológicas):

- ✓ ESTUDIO PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS ACUIFEROS: CABRERA-OCAMPO, MATALOTES-EL ORO, SAN JOSÉ DE NAZARENO, GALEANA-QUEMADO, LA VICTORIA, BUENOS AIRES, TORREÓN DE CAÑAS, SAN FERMÍN, SAN JUAN DEL RÍO, CABRERA, LA ZARCA-REVOLUCIÓN Y REVOLUCIÓN, EN EL ESTADO DE DURANGO”.
Entregado a la Comisión Nacional del Agua (a través del Organismo Cuencas Centrales del Norte, Dirección Local Durango, Subdirección de Asistencia Técnica Operativa). Número de convenio: SGT-OCCCN-DGO-10-05-RF-CC. *La Comisión Nacional del Agua, elaboró este estudio en colaboración con la Universidad de Sonora (Departamento de Geología). Elaborado en el periodo comprendido del 27 de agosto al 30 de noviembre, y entrega final en diciembre de 2010.*
- ✓ Estudio de Prospección Geohidrológica de la Zona de Llanos de la Zarca, Estado de Durango. Realizado por la empresa Servicios Geológicos S. A., para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.), 1986.
- ✓ “Geología de la República Mexicana”. Dante J. Morán Zenteno. México, 1984. Edición: Secretaria de Programación y Presupuesto (INEGI). Páginas 25, 26.
- ✓ Mapa de la Fisiografía del estado de Durango (INEGI, 2011) Referencia: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/dgo/fisiografia.gif>
- ✓ Mapa Nacional “Regiones hidrológico-administrativas”. Comisión Nacional del Agua, 2011.
- ✓ Presas de México - Presa “Lázaro Cárdenas (El Palmito)”, Distrito de Riego Núm. 17 – Región Lagunera, volumen II. Editado por la S.A.R.H. (Actual Comisión Nacional del Agua), en 1993. A través del Consultivo Técnico, y con la supervisión editorial de la Gerencia de Información y Participación Ciudadana. Páginas: 487-488. (Ubicado en la biblioteca de la CONAGUA).

- ✓ Carta Geológico-Minera “Indé” G13-C19, Durango, escala 1:50,000. Servicio Geológico Mexicano, 1999. Mapa con texto explicativo. (Secciones: B-B´ y C-C´).
http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas50/geologia50/pdf/843_G13-C19_GM.pdf

- ✓ Carta Geológico-Minera “Santiago Papasquiario” G13-8, Durango, escala 1:250,000. Servicio Geológico Mexicano, 2000. Mapa con texto explicativo. (Sección: A-A´)
http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas250/geologia/49_G13-8GM.html

- ✓ Carta Geológico-Minera “Hidalgo del Parral” G13-5, Chihuahua y Durango, escala 1:250,000. Servicio Geológico Mexicano, 2000. Mapa con texto explicativo.
http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas250/geologia/pdf/48_G13-5_GM.pdf

- ✓ “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento”. Comisión Nacional del Agua. 2007. Pruebas de Bombeo. Paginas: 71-72, 79-80, 88.

- ✓ Carta Geológica de la República Mexicana, escala 1 : 2,000,000. Servicio Geológico Mexicano, 2011.
http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/republica/geologia/republica.html

b) Normas oficiales y documentos oficiales consultados:

- “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.” Páginas consultadas: 6, 7, 12, 13, 14. Publicada el 17 de abril de 2002.

- “MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.” Tablas consultadas: 1, 2, y 3.

- “ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado.” Página 8, segunda sección. Publicada el 5 de diciembre de 2001.
- ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos (Continúa de la Tercera Sección). Cuarta sección, publicada el 28 de agosto de 2009.
- Ley de aguas nacionales, artículo 14 BIS (relativo a la colaboración entre la academia, gobiernos federal, estatal, municipal; organizaciones ciudadanas, como los Consejos de Cuenca, Comités Técnicos de aguas Subterráneas; cuya participación enriquezca la planificación hídrica y la gestión de los recursos hídricos). Definición: “Acuífero”, pág. 1. Última reforma del 8 de junio de 2012.
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 2011.
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Poder Ejecutivo Federal, Página 233.
- Plan Nacional Hídrico 2007-2012, GOBIERNO FEDERAL, SEMARNAT. Página 5.
- Estadísticas del Agua en México, 2011. Comisión Nacional del Agua. Página 26.
- Polígonos de Thiessen (1911). Método de interpolación, para el análisis de datos meteorológicos (datos de estaciones pluviométricas) y con aplicación actual en muchas soluciones de los SIG.

c) Libros y artículos consultados:

- American Public Health Association, 1995, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th edn. ed. Eaton, A.D., Clesceri, L.S. and Greenberg, A.E. Vol. 9, pp. 53–74, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF), Washington, D.C.

- Araujo-Mendieta, J., y Arenas-Partida, R., 1986, Estudio tectónico-sedimentario en el Mar Mexicano, estados de Chihuahua y Durango: Soc. Geol. Mex., V.47, p. 47-71.
- Clark, K. F., et al, 1979. Magmatismo en el norte de México en relación a los yacimientos metalíferos. A.I.M.M.G.M., Memoria Técnica XIII, páginas 8-57.
- Clark, K.F., Damon, P.E., Shafiqullah, M., Ponce S., B.J., Cárdenas F., D., 1981, Sección geológica estructural a través de la parte sur de la Sierra Madre Occidental, entre Fresnillo y la costa de Nayarit: Asociación de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México, Memoria, XIV Convención Nacional, p. 74-104
- Custodio, E y Llamas, M. R., 1996, Hidrología subterránea. Editorial Omega. Barcelona. Tomos I (capítulo 8.2, p. 471; cap. 8.6, p. 521) y II.
- Damon, P.E., Shafi qullah, M., and Clark, K., 1983, Geochronology of the porphyry copper deposits and related mineralization in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 20, páginas: 1052–1071.
- Ferrari Luca, 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v. LIII, 84-92. Fig. 2.
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M., Bryan, S., 2005, Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen Conmemorativo del Centenario, tomo VLII, Núm. 57(3), 343-378.
- Freeze, R.A.; Cherry, J., 1979, Groundwater, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, US.A. Pág. 604.
- Clasificación de aguas con base al contenido de STD, Frezee y Cherry (1974).
- Grant, G., and Ruiz, J., 1988, Geochemistry of the San Francisco del Oro district, Mexico: Econ. Geol. 83, 1683-1702.

- McDowell, F. W., Keizer, R. P., 1977, Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan, Mexico: Geological Society of America Bulletin, 88, páginas:1479-1487.
- Pantoja-Alor, J., 1963, Hoja San Pedro del Gallo 13R-k (3), con resumen de la geología de la Hoja San Pedro Gallo, estado de Durango: UNAM, Inst. de Geol., Carta Geológica de México, serie 1:100,000, No. 2, mapa con texto explicativo.
- Servicios Geológicos, 1982, Estudio geológico del Prospecto Valle de Zaragoza, estado de Chihuahua: México, D.F., Petróleos Mexicanos, Informe confidencial (Inédito).
- Staude J.-M. G. & Barton M.D., 2001, Jurassic to Holocene tectonics, magmatism, and metallogeny of northwestern Mexico, GSA Bulletin v.113 n°10, p.1357-1374.
- Swanson, E.R., Keizer, R.P., Lyons J.L. y Clabaugh, S.E., 1978, Tertiary volcanism and caldera development near Durango city, Sierra Madre Occidental, Mexico: Geol. Soc. Am. Bull., V.89, p. 1000-1012.
- Price, Michael, 1996. Introducing Groundwater. Editorial LIMUSA (versión en español). Páginas: 144, 145.
- Domenico, P.A. and F.W. Schwartz. 1998. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc., Second Edition, 506 p.
- Piper A. (1944) A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Trans. Am. Geophys Un 25: 914-928.
- Stiff H. A. (1951). The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. Jour. of Petrol. Technol 3: 15-17.
- Wilcox L. V. (1955). Classification and use of irrigation waters. United States Department of Agriculture, Circular 969. 19 p. 1948?
- “Calidad y aptitud de uso agrícola y doméstico del agua del acuífero del río Sinaloa, porción costera”. 2011. Héctor José Peinado-Guevara, Carlos René Green-Ruiz, Jaime Herrera-Barrientos, Óscar Arnoldo Escolero-Fuentes, Omar Delgado-Rodríguez, Salvador Isidro Belmonte-Jiménez y María de los Ángeles Ladrón de Guevara. Revista Hidrobiológica Vol. 21 No. 1. 2011 paginas (63-76) páginas consultadas 66, 73, 74 y 76.

- Evaluación de las Aguas Subterráneas del Acuífero Asia-Omas, febrero, 2011. Ministerio de Agricultura, Autoridad del agua (ANA), Dirección de Conservación y planeamiento de Recursos Hídricos. Lima, Perú. Paginas consultadas de la 3 a la 11; 43 a 47.
- Fred W. McDowell and Richard P. Keizer. 1977, Timing of mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan, Mexico; Geological Society of America Bulletin; 88;1479-1487. Pág. 1481.
- Humphreys E., 2003, Relation of flat subduction to magmatism and deformation in the western USA. Department of Geological Sciences, University of Oregon, Eugene, Oregon, USA.
- Vidal-Amaro Margarita, 2010, Determinación de velocidades de la estructura cortical en la Sierra Madre Occidental , mediante el análisis de trazado de rayos de sismos locales, Facultad de Ingeniería, Tesis para obtener el título de Ingeniero Geofísico, Universidad Nacional Autónoma de México.

d) Paginas de internet consultadas:

- ❖ http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_durango (Enciclopedia de los municipios de México; se localizó información económico-administrativa de los municipios de Indé, El Oro e Hidalgo).
- ❖ <http://www.sgm.gob.mx/index.php> (Cartas geológico-mineras, y secciones estratigráficas).
- ❖ <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=62&n3=92> (Consulta a la norma 011, y Acuerdos).
- ❖ <http://www.apha.org/> (American Public and Health Asociation – APHA. Referencia citada en la clasificación de la conductividad eléctrica).

e) Shapefiles utilizados para generar los mapas digitales:

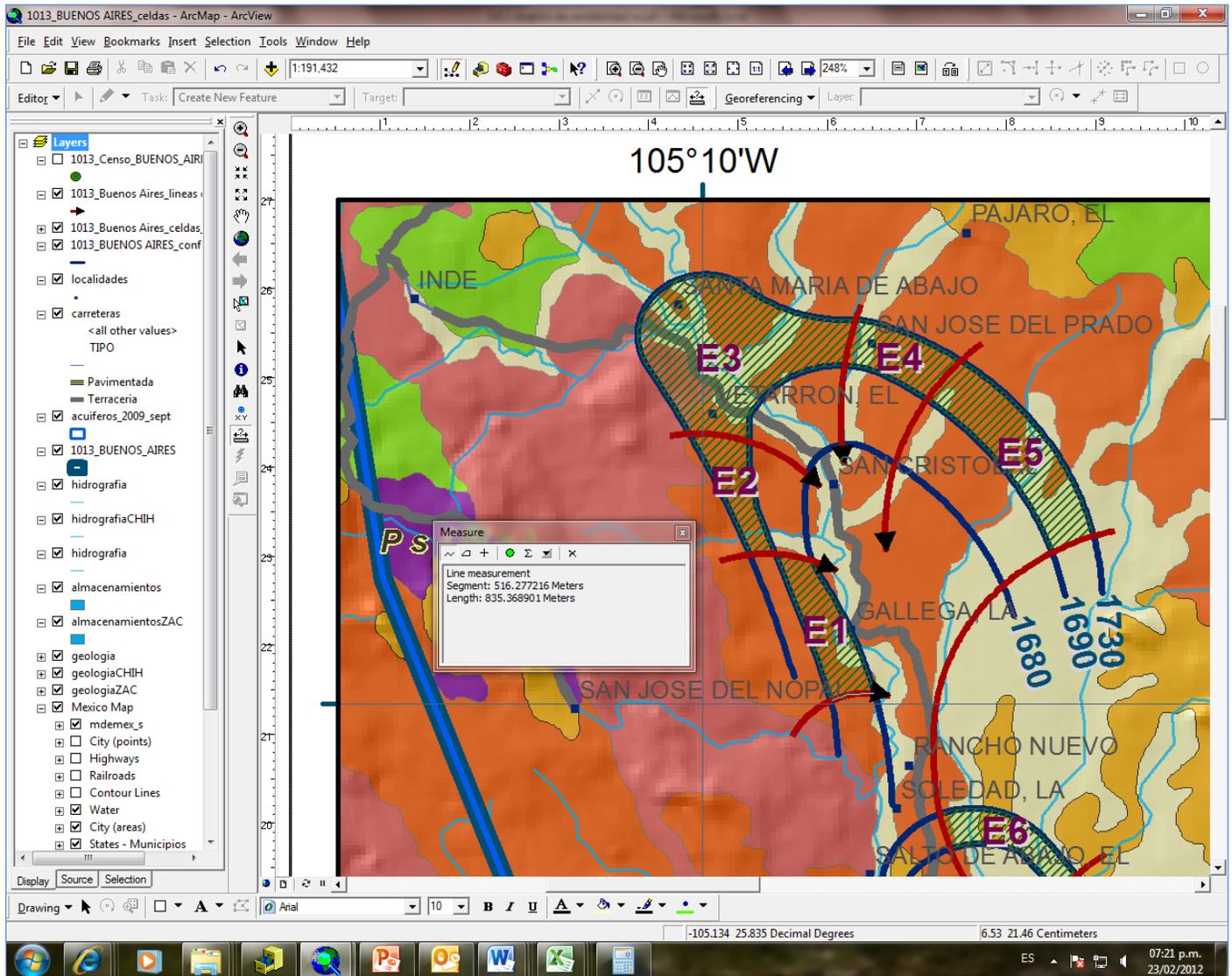
- ✓ Shapefile “Acuíferos”. Generado por la Comisión Nacional del Agua, en sus versiones 2010, 2011, 2012.

- ✓ Shapefile “Vedas Reglamentos y Reservas”. Generado por la Comisión Nacional del Agua, versión 2010.
- ✓ Shapefile “Consejos de Cuenca”. Generado por la Comisión Nacional del Agua.
- ✓ Shapefile “Comités Técnicos de Aguas Subterráneas”. Generado por la Comisión Nacional del Agua, versión 2007.
- ✓ Shapefile “Cuencas”. Generado por la Comisión Nacional del Agua, versión 2012.
- ✓ Shapefile “Regiones hidrológicas de la República Mexicana” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Hidrología Superficial” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Almacenamientos” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Carreteras” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Provincias Fisiográficas” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Geología” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Municipios” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Tipos de suelo” (CONAGUA).
- ✓ Shapefile “Usos de suelo” (CONAGUA).
- ✓ Modelo Digital de elevación (DEM). Generado por la Comisión Nacional del Agua, versión 2011.
- ✓ Shapefile, polígonos “Localidades Urbanas”. Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2011.

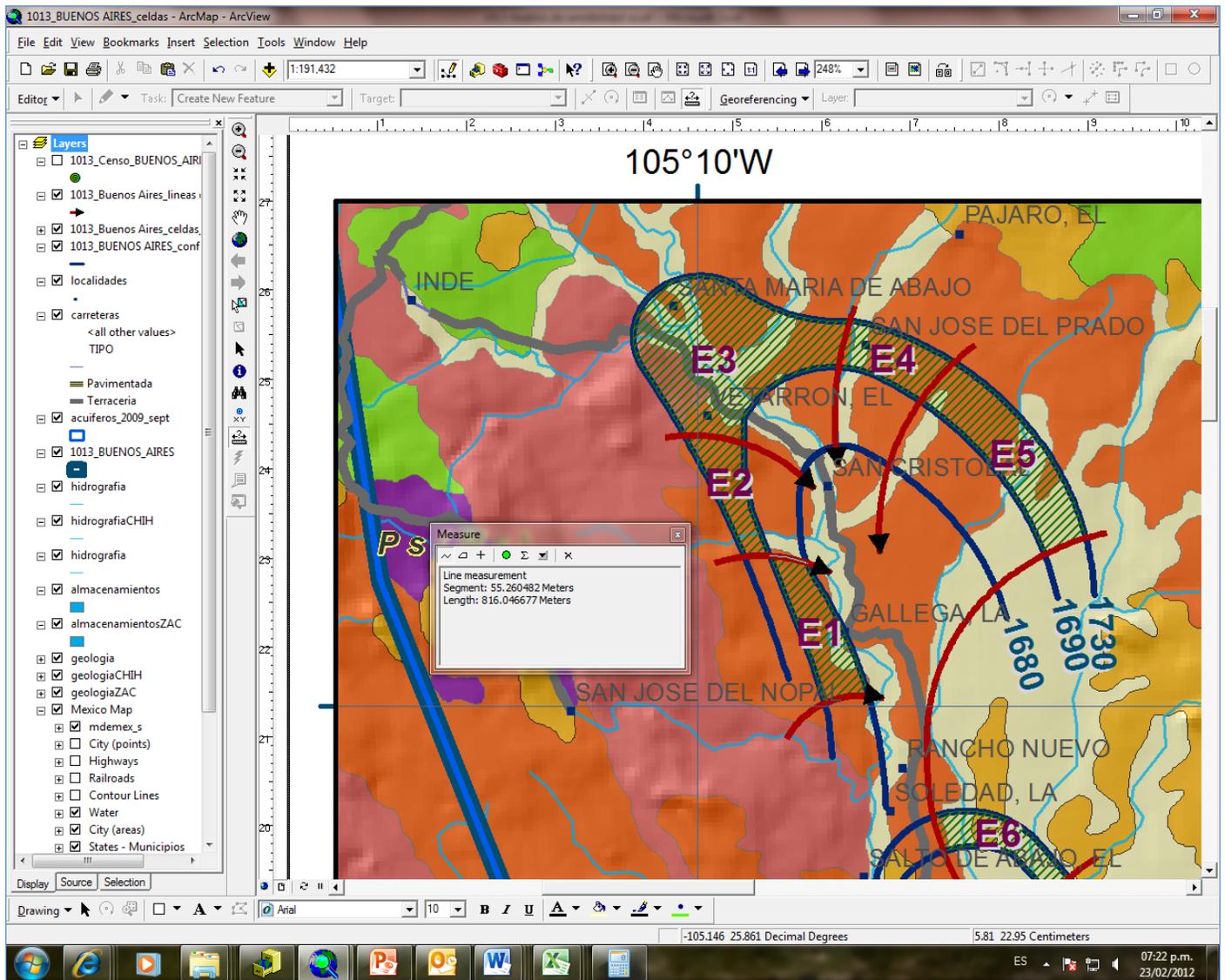
- ✓ Shapefile, puntos "Poblaciones". Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2005 y 2010.
http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=4 (2005)
http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5 (2010)

ANEXO I Figuras con los datos de mediciones, para las celdas de entrada y de salida.

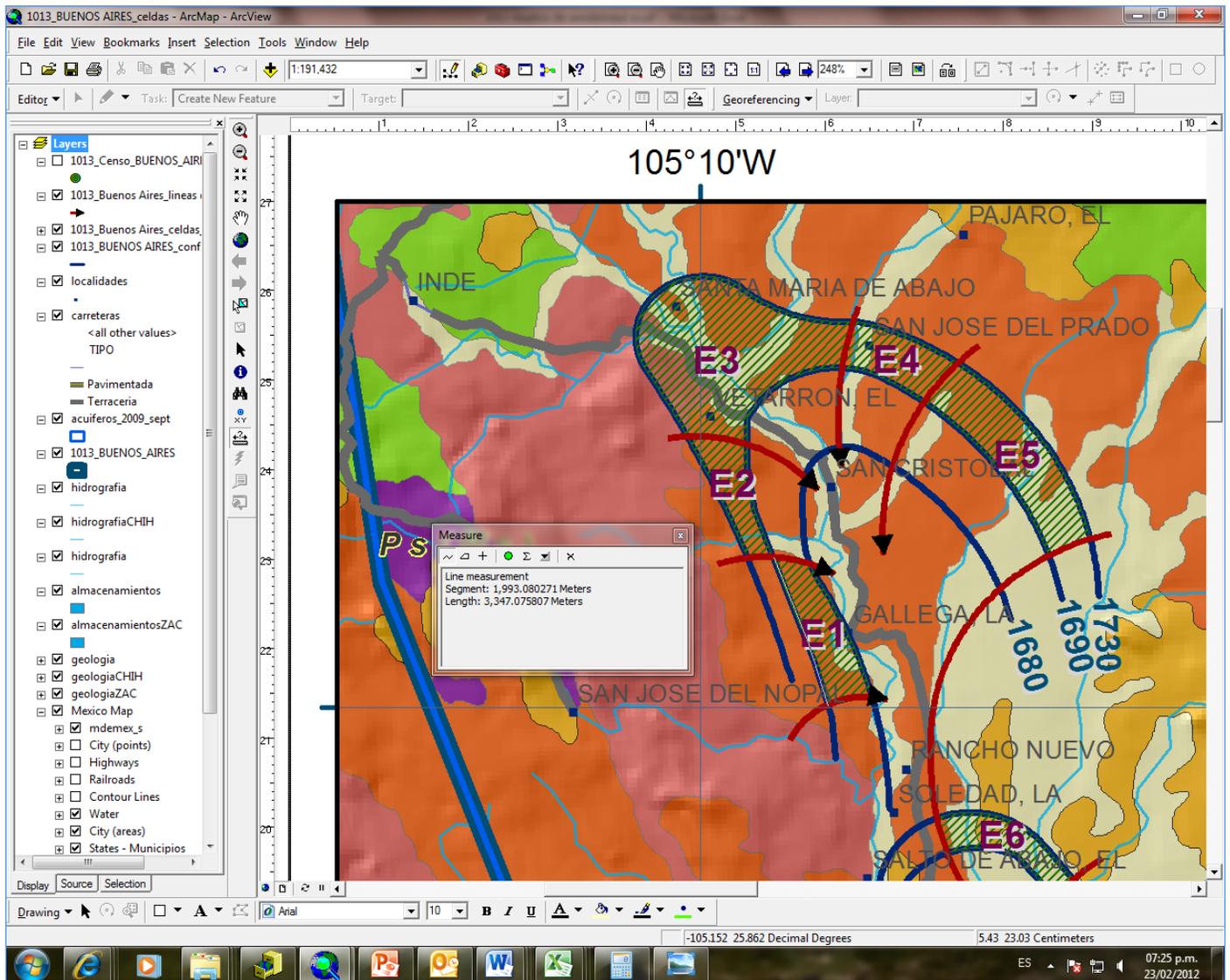
A continuación se presentan las figuras de cada celda con sus respectivas mediciones, en el programa informático ArcMap versión 9.3



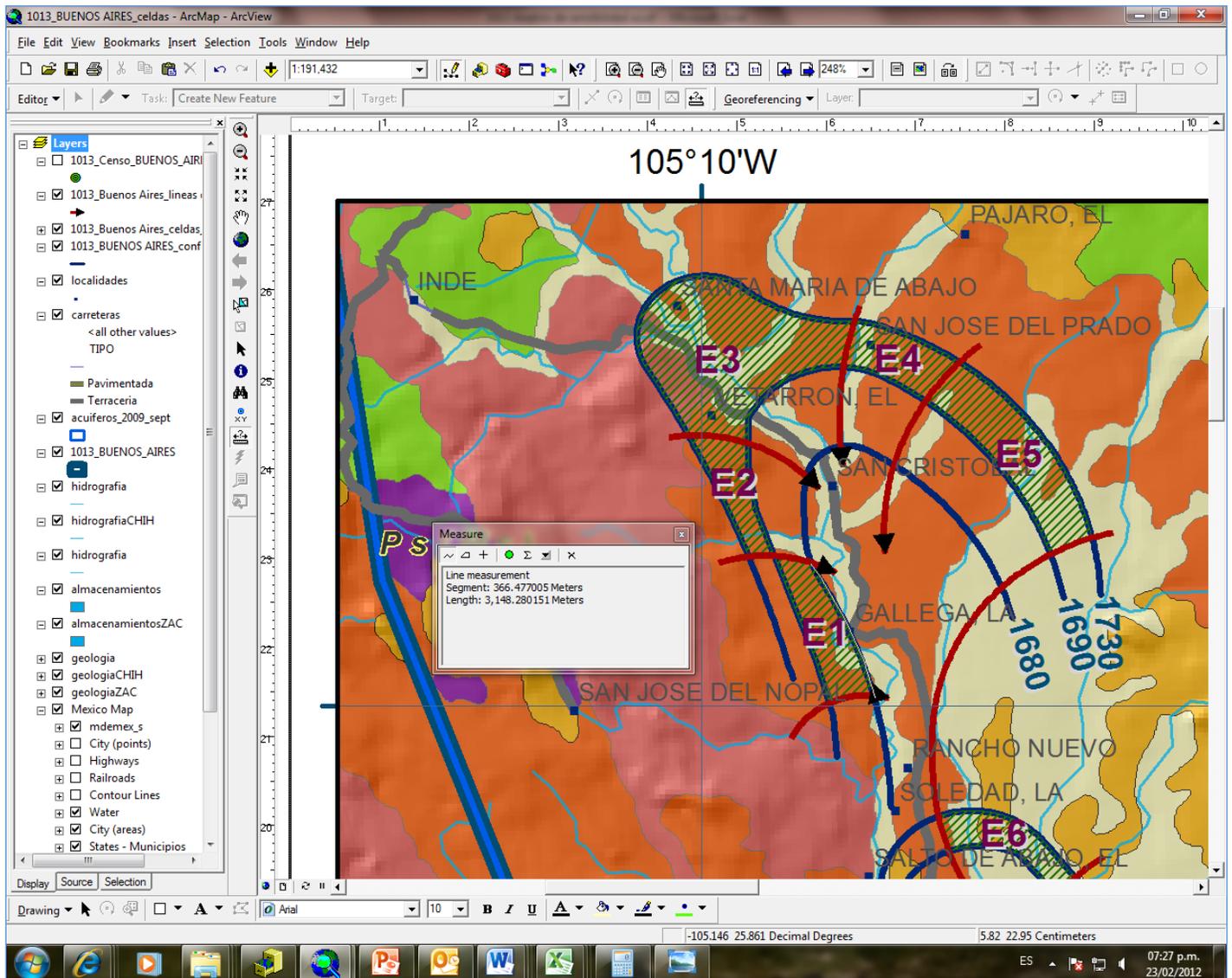
E1 a1



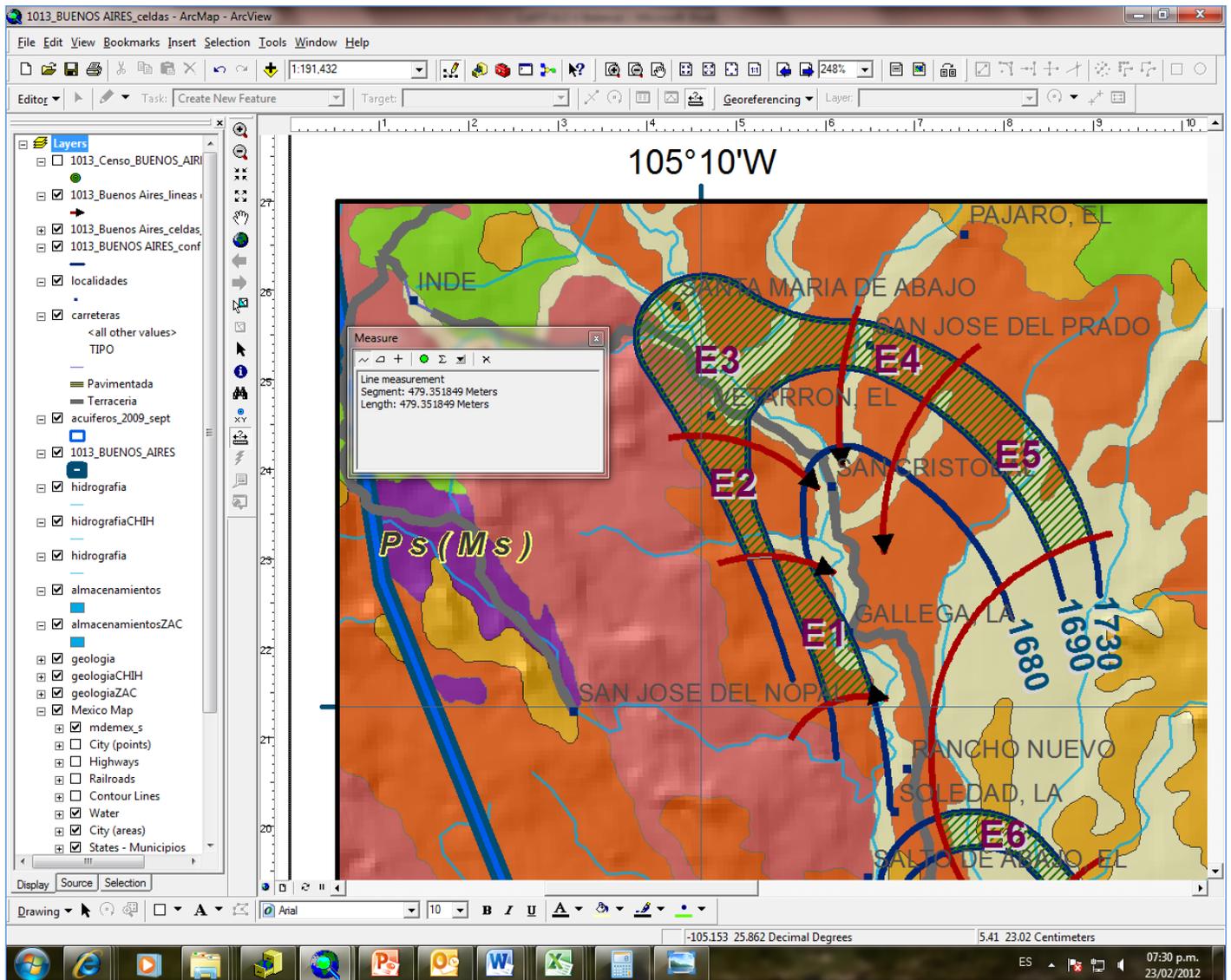
E1 a2



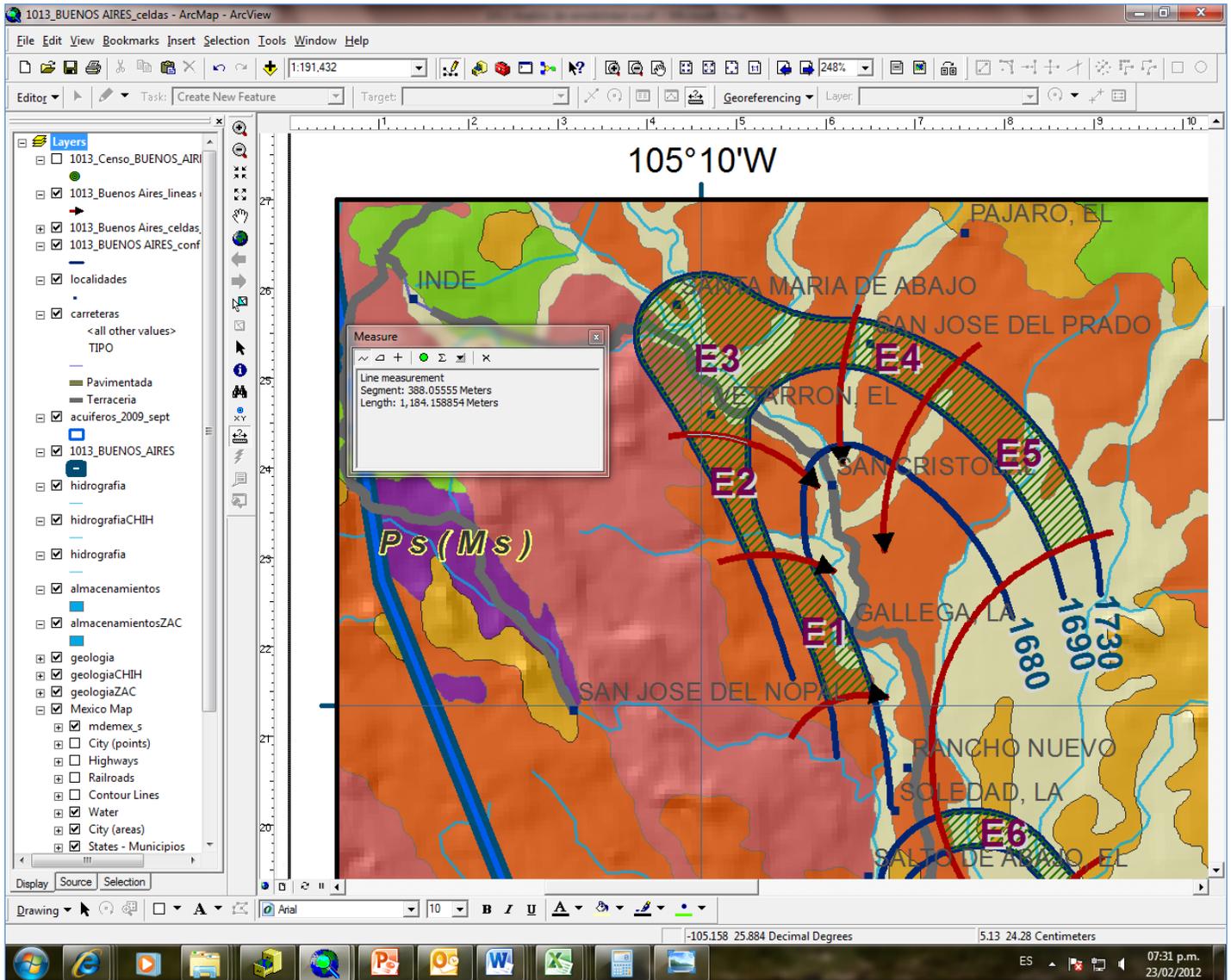
E1 B1



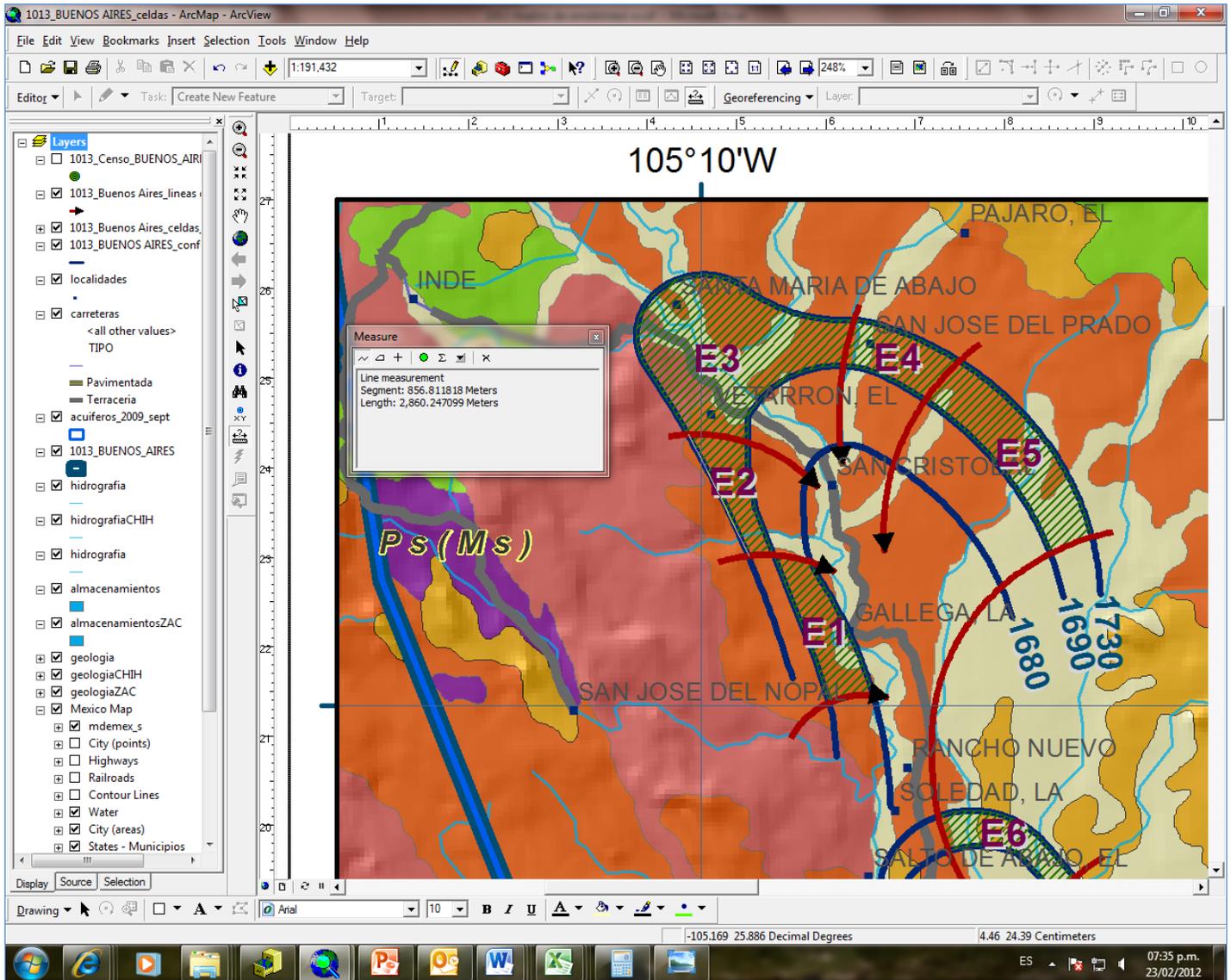
E1 B2



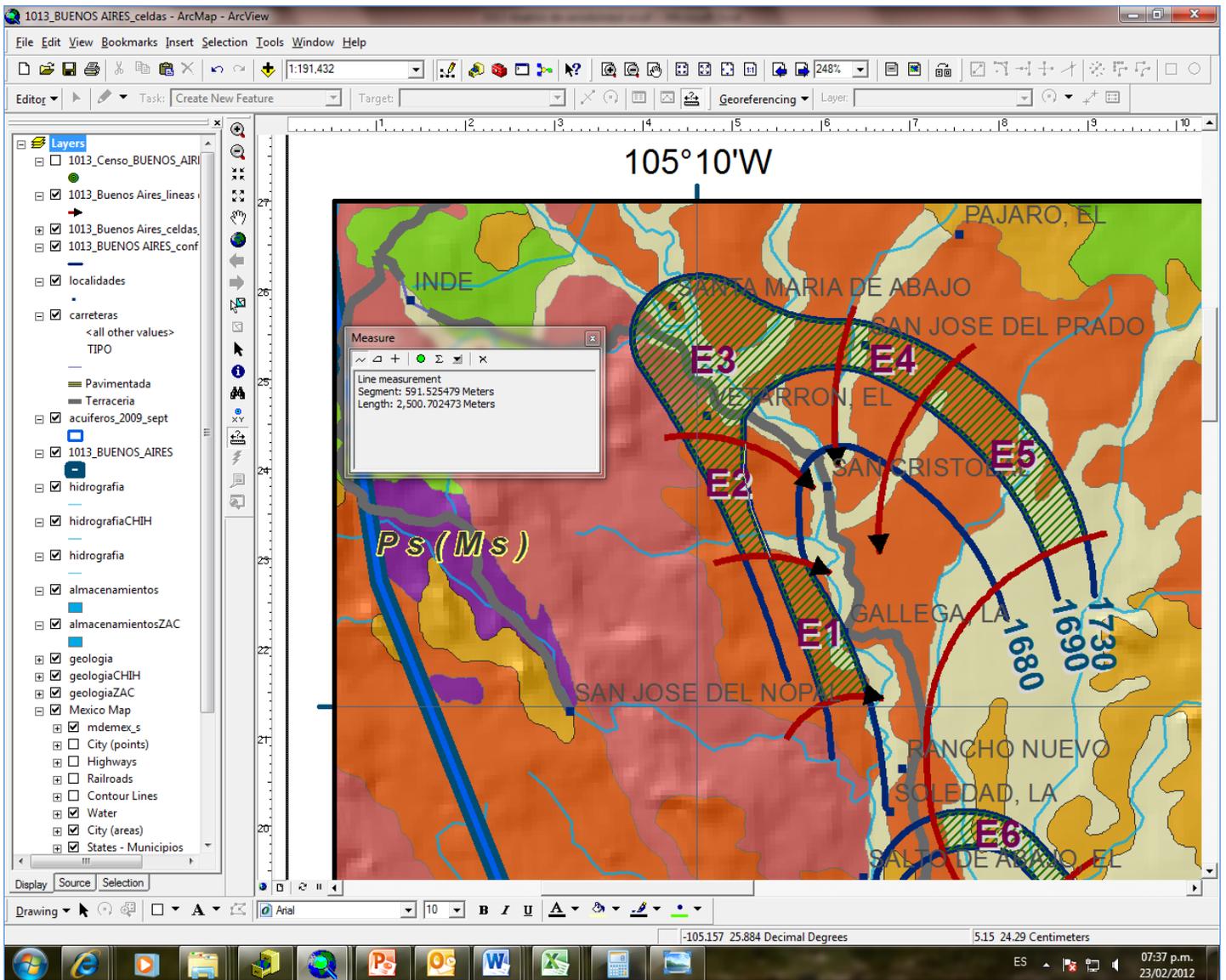
E2 a1



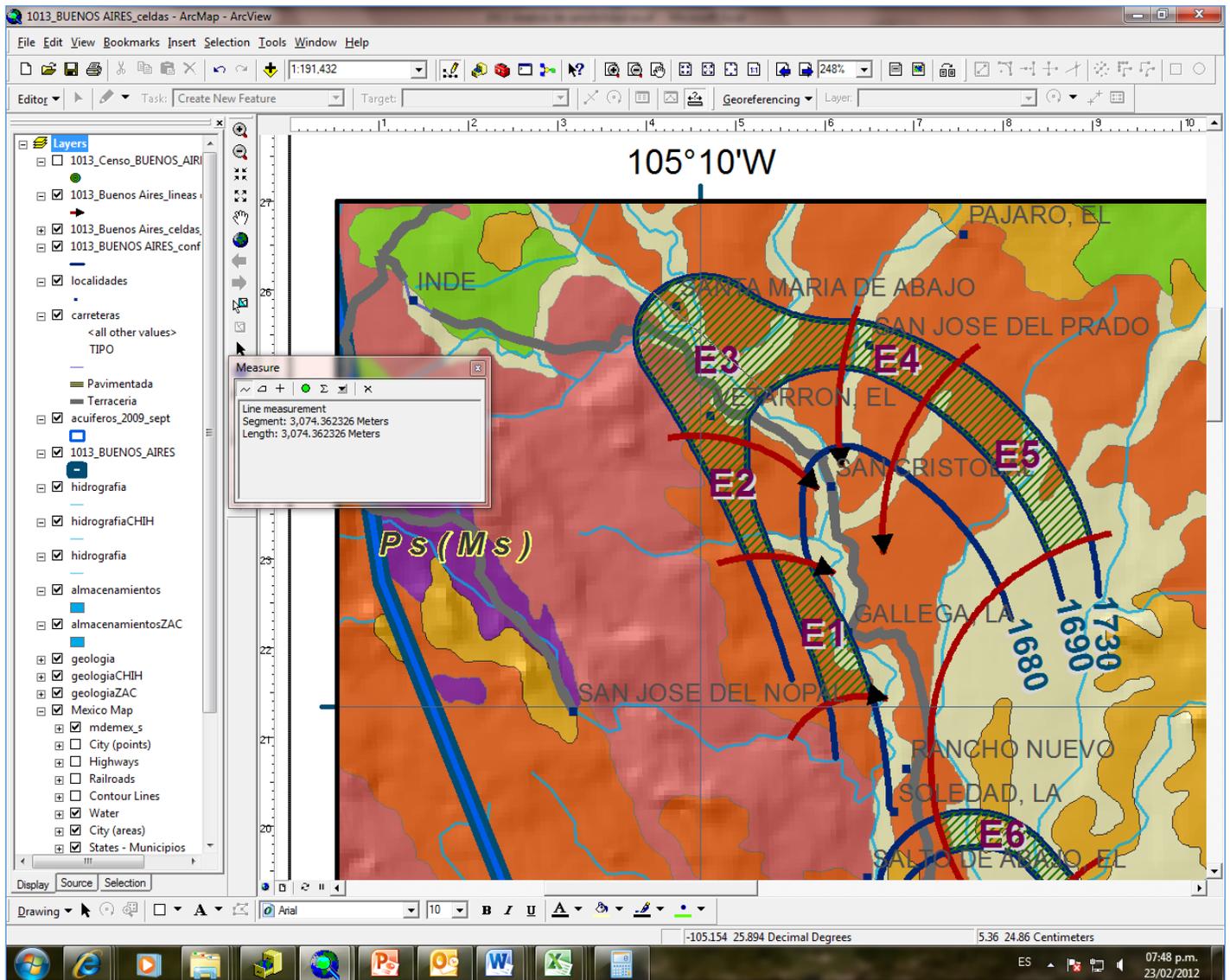
E2 a2



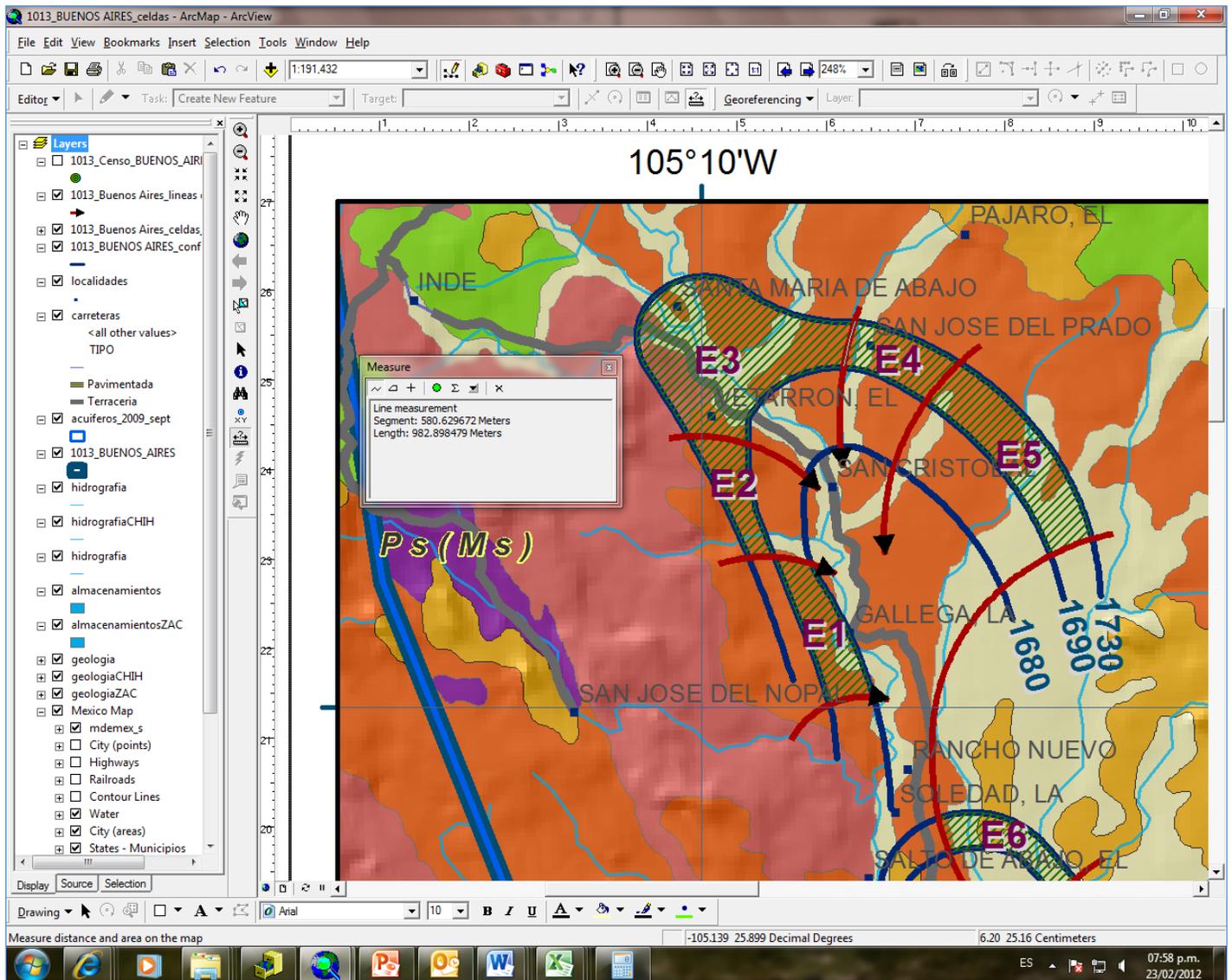
E2 B1



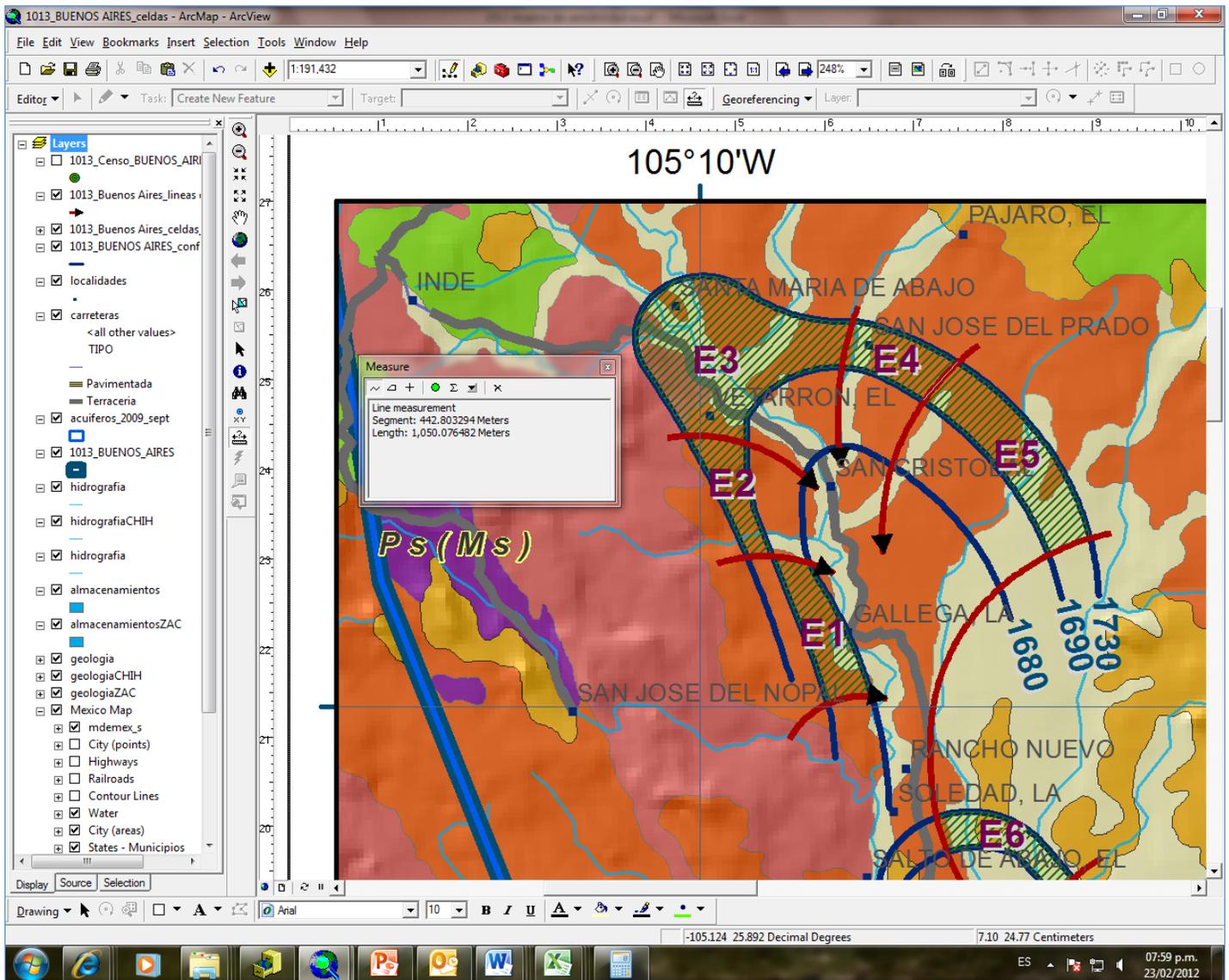
E2 B2



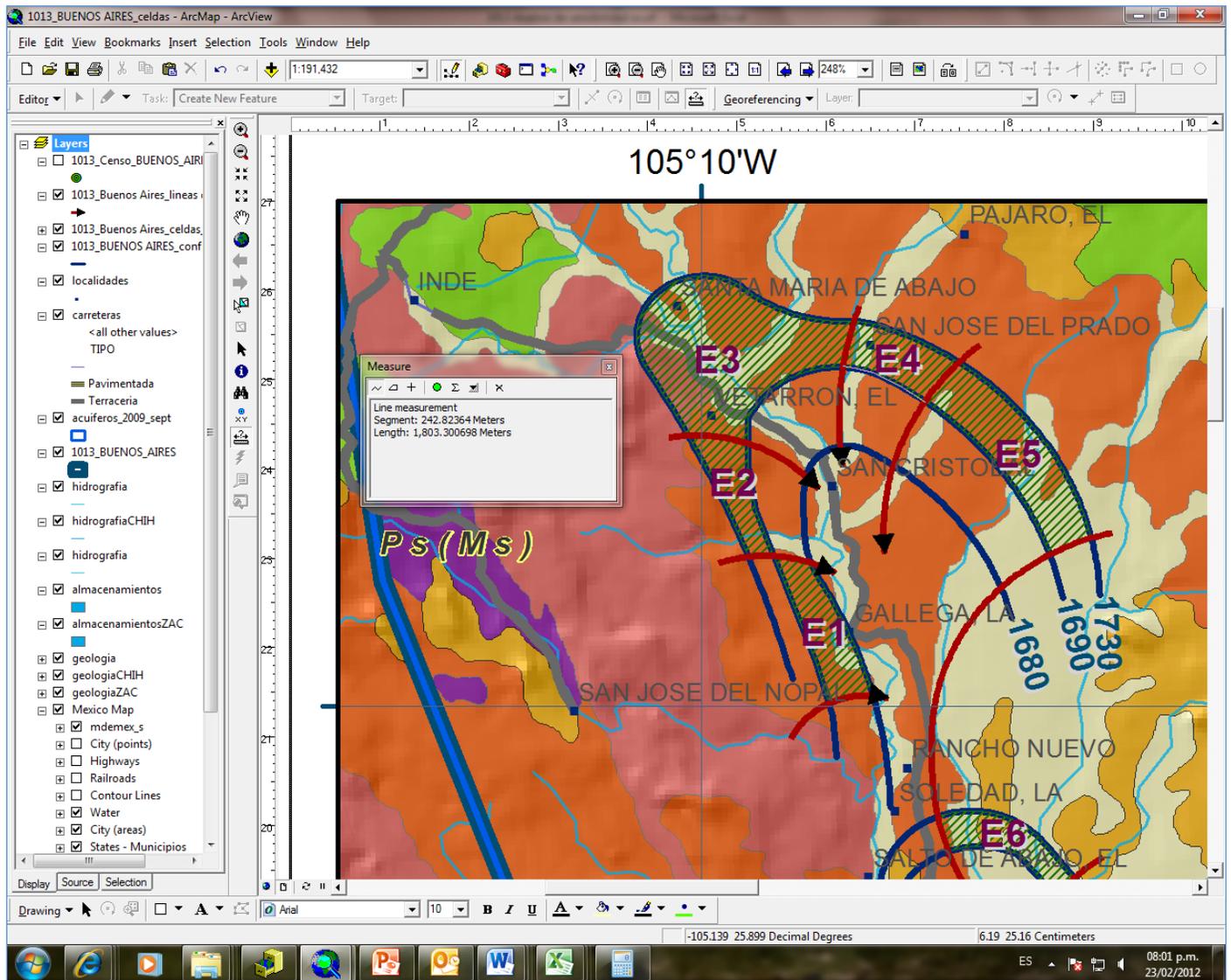
E3 a



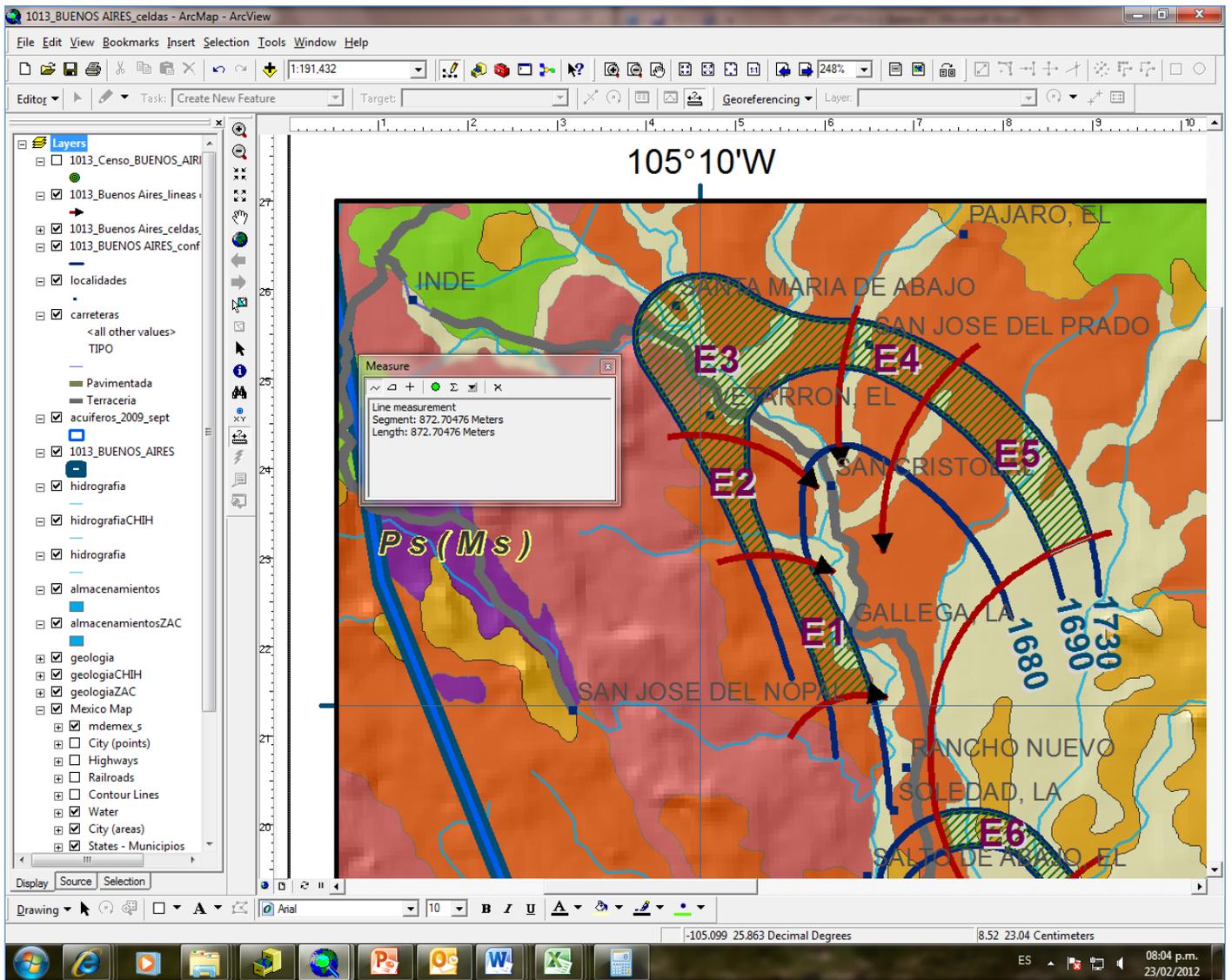
E4 a1



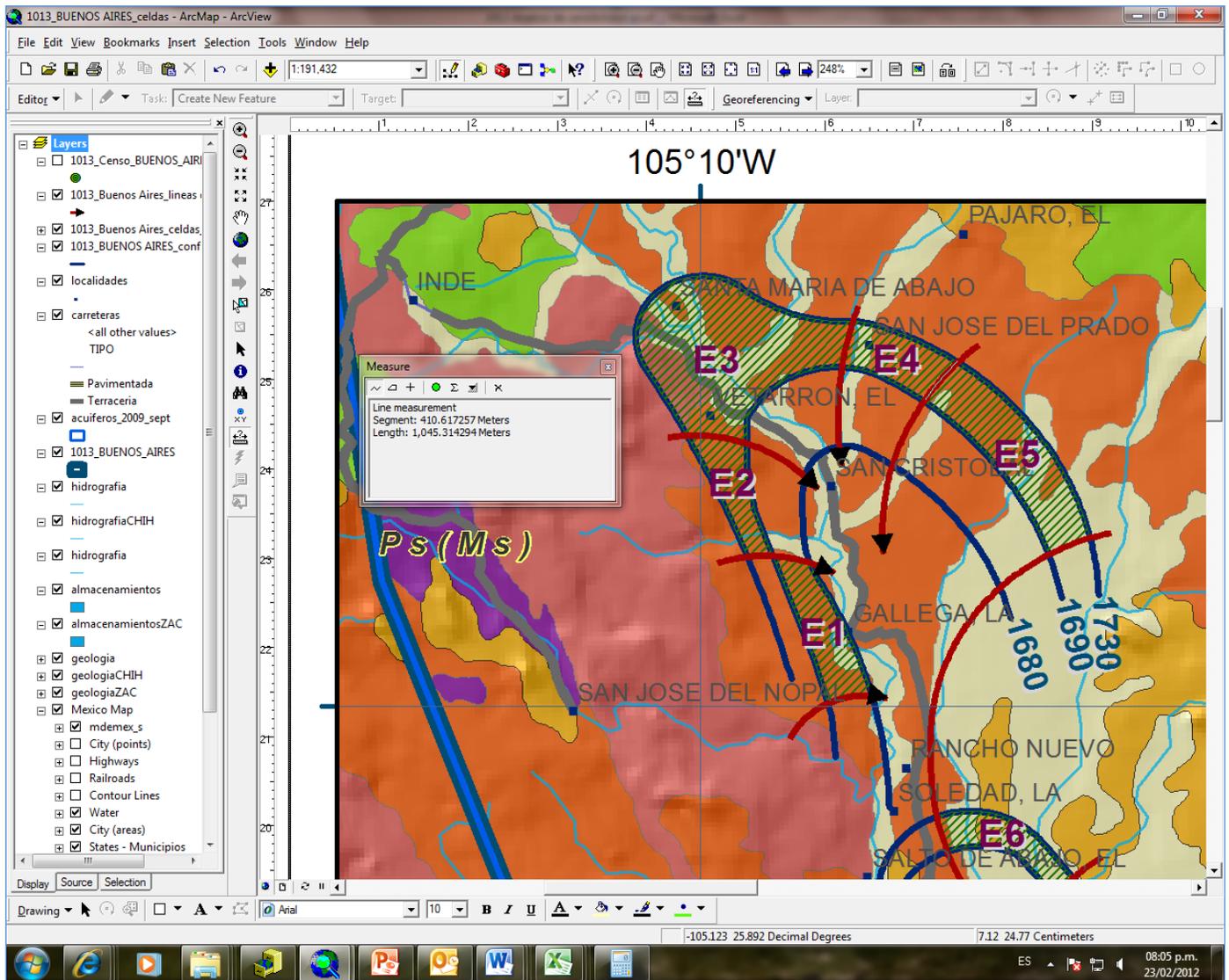
E4 a2



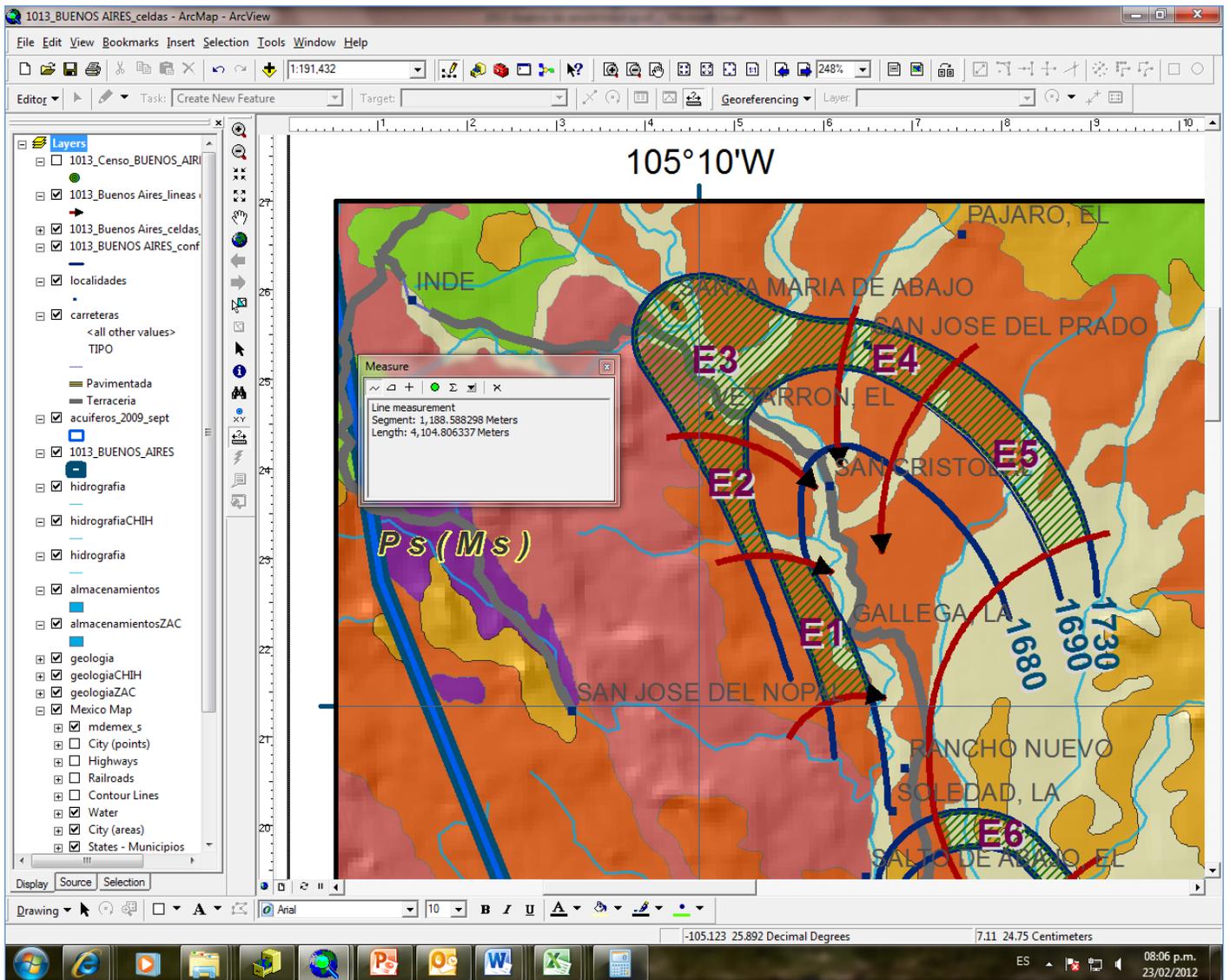
E4 B2



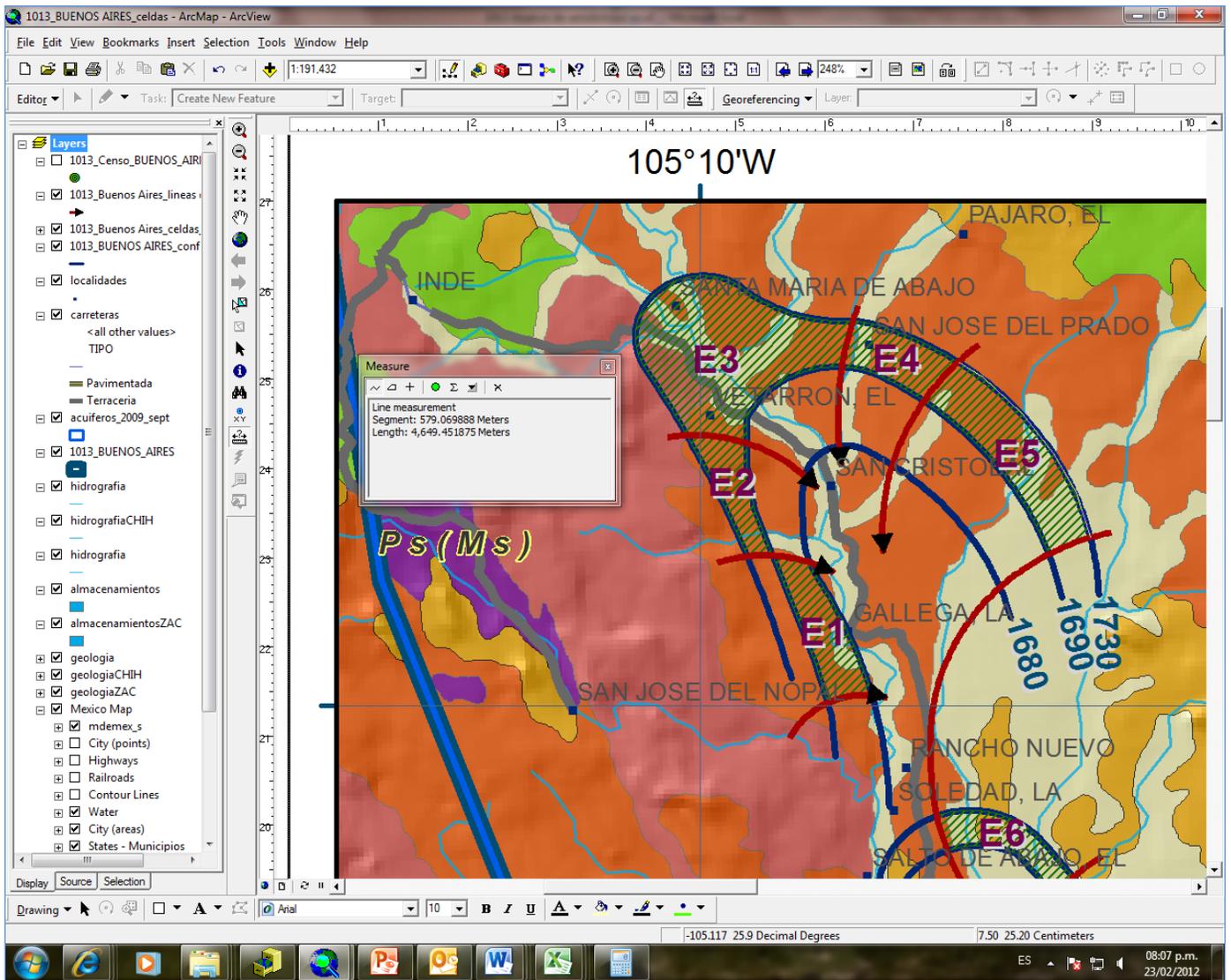
E5 a1



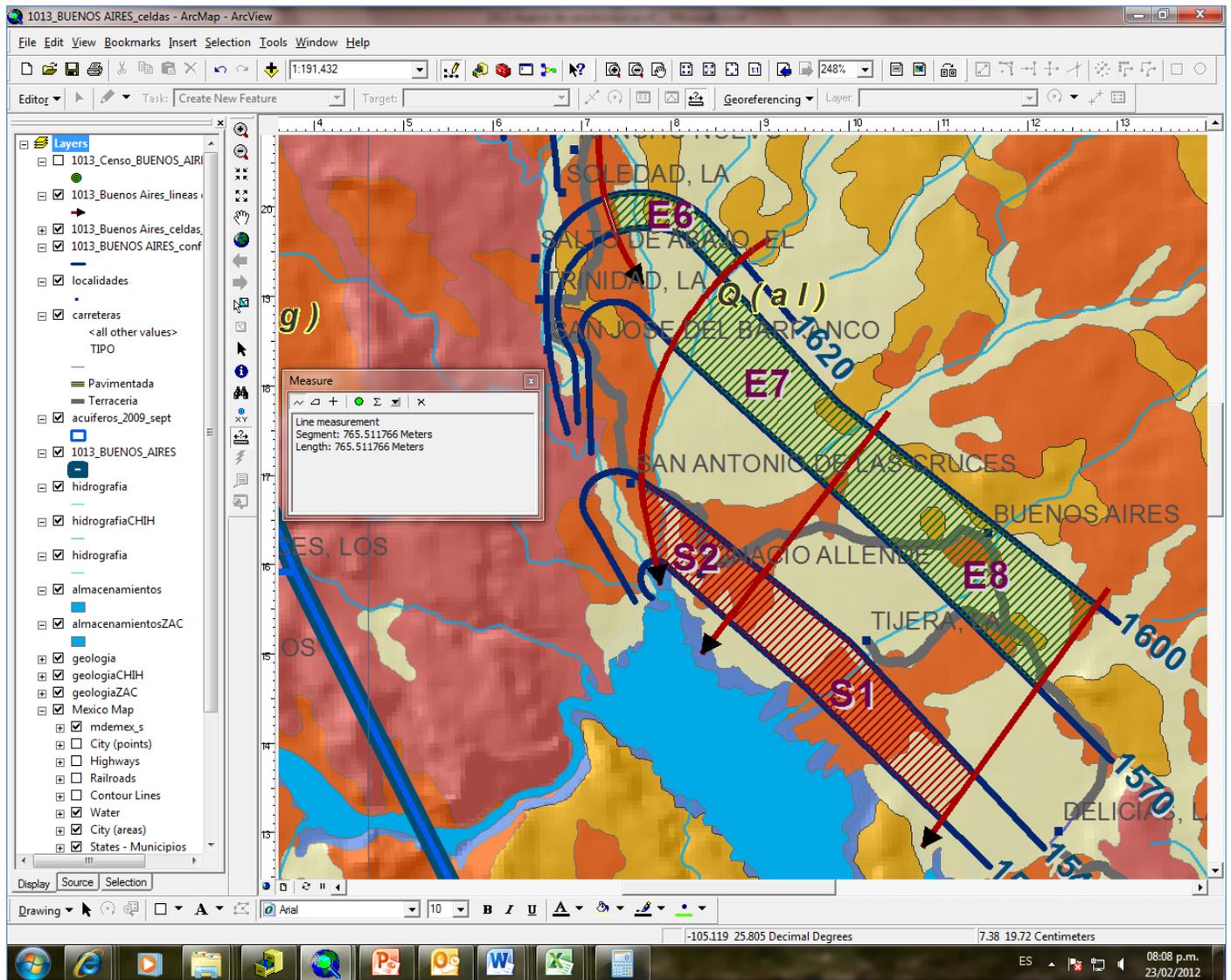
E5 a2



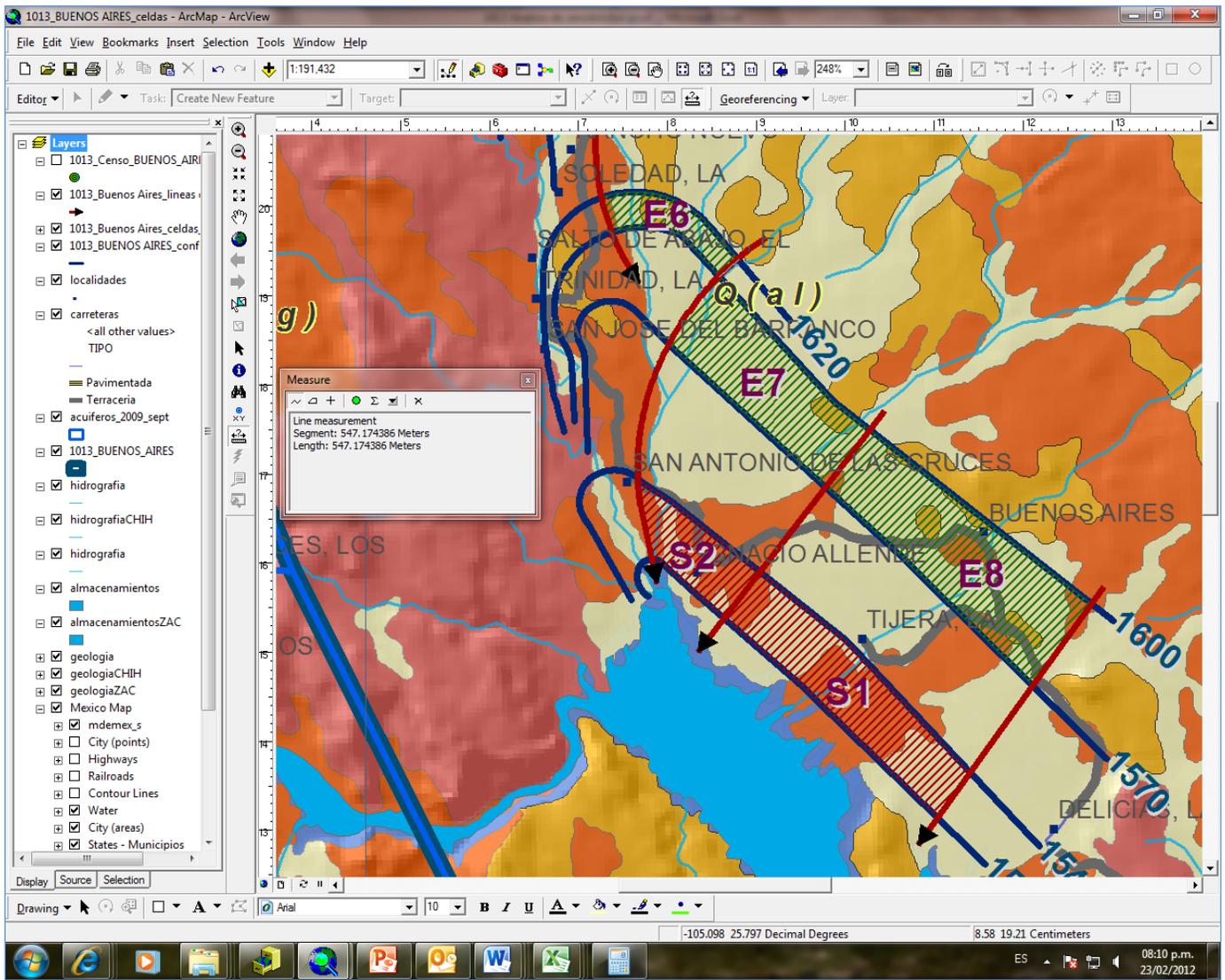
E5 B1



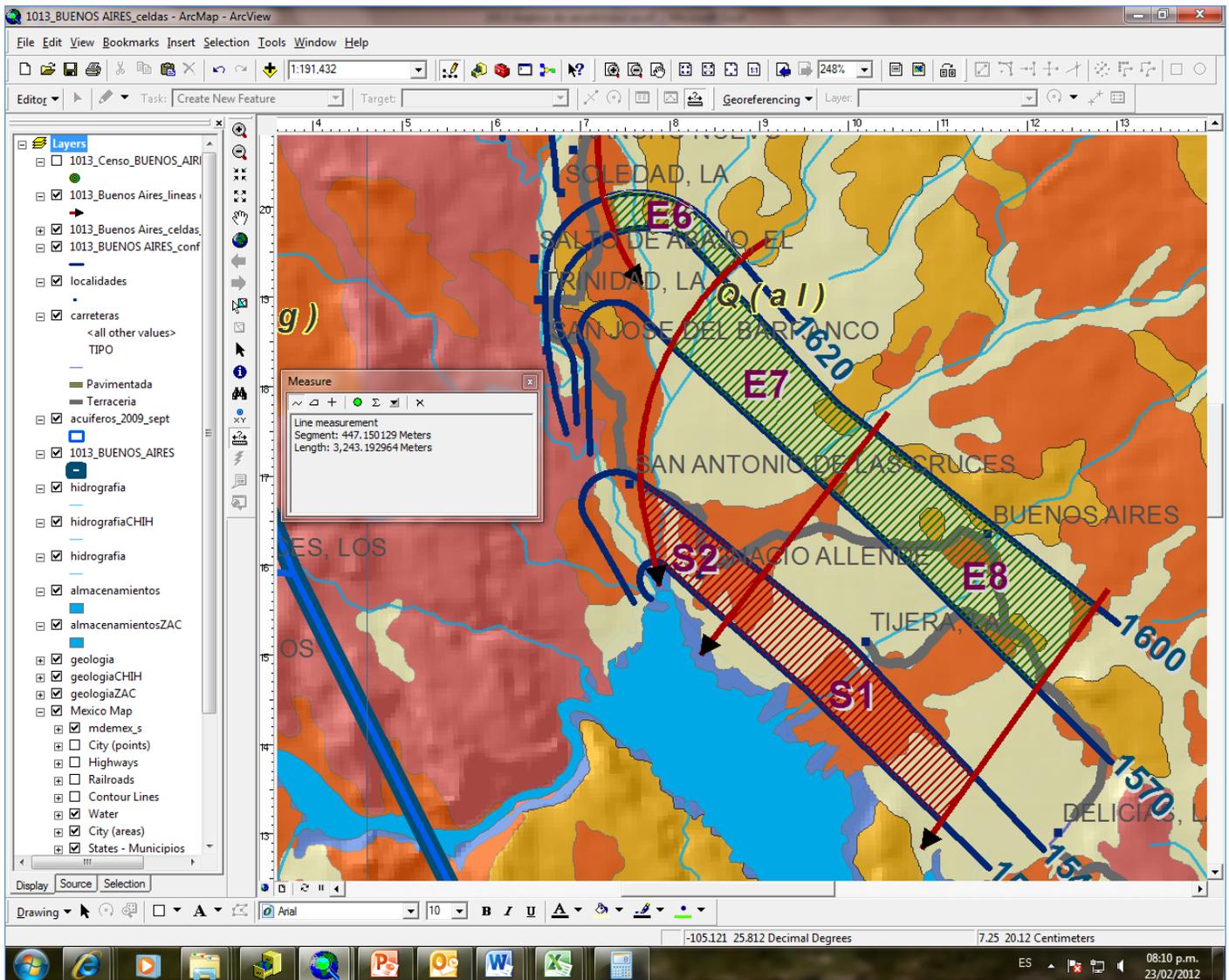
E5 B2



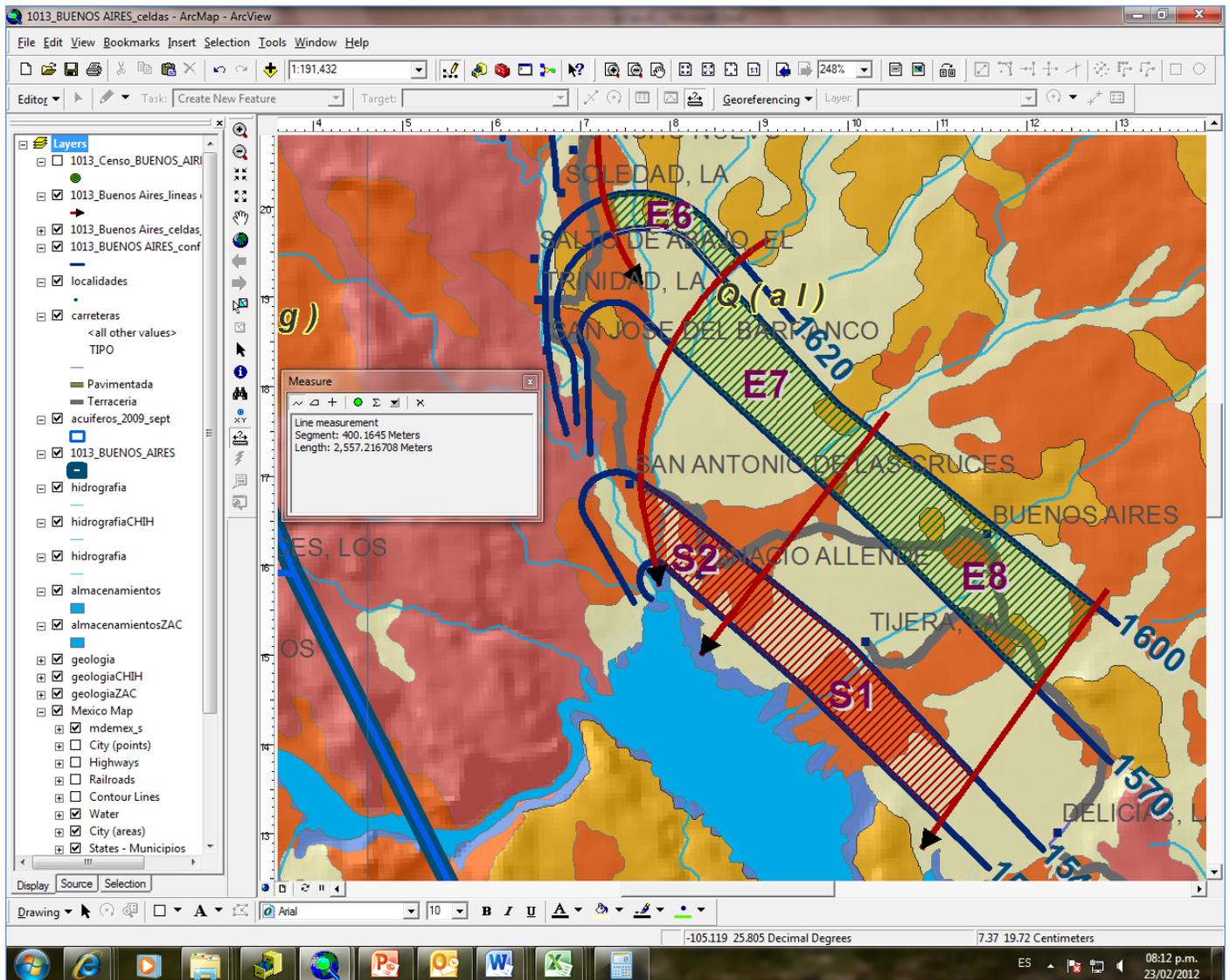
E6 a1



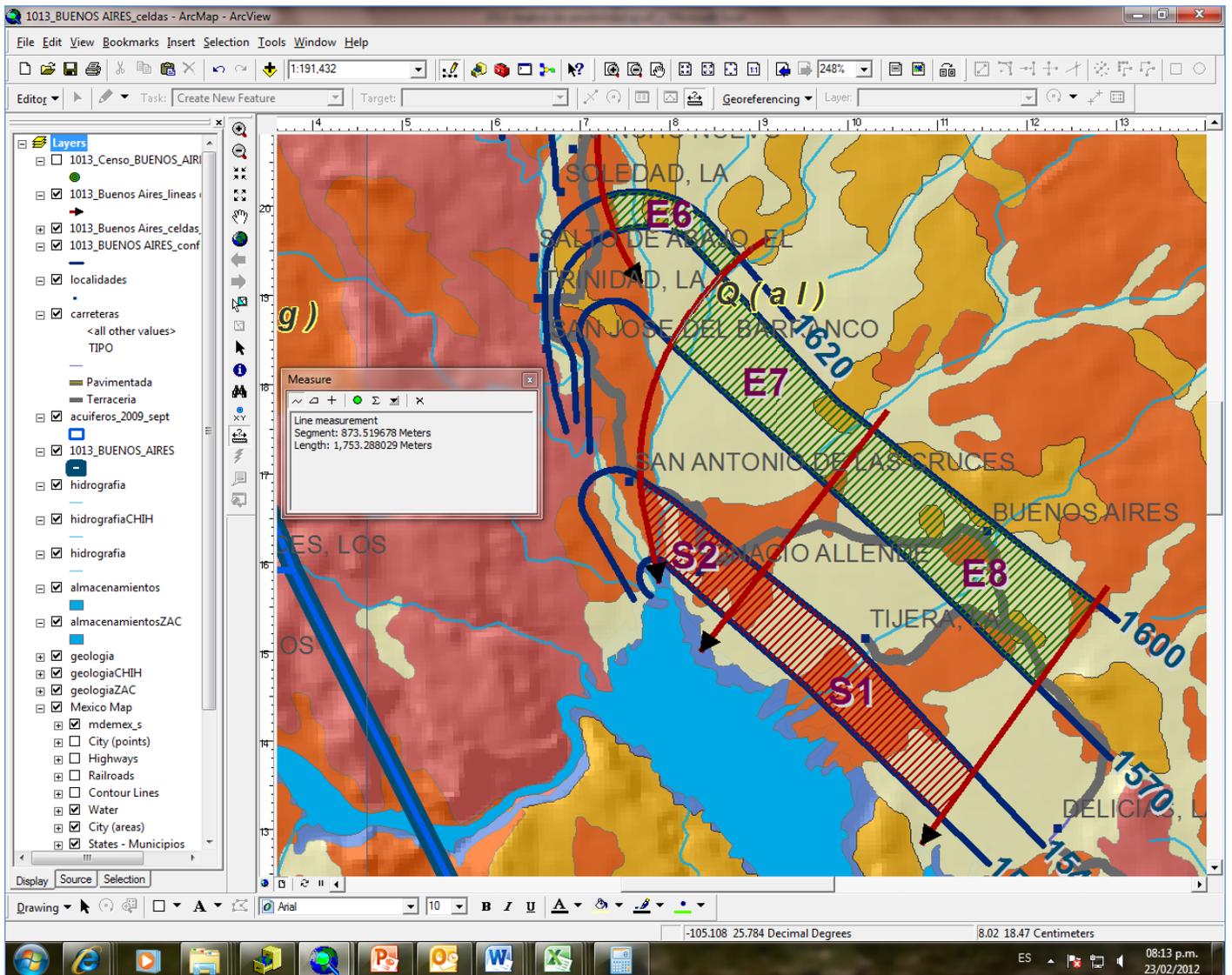
E6 a2



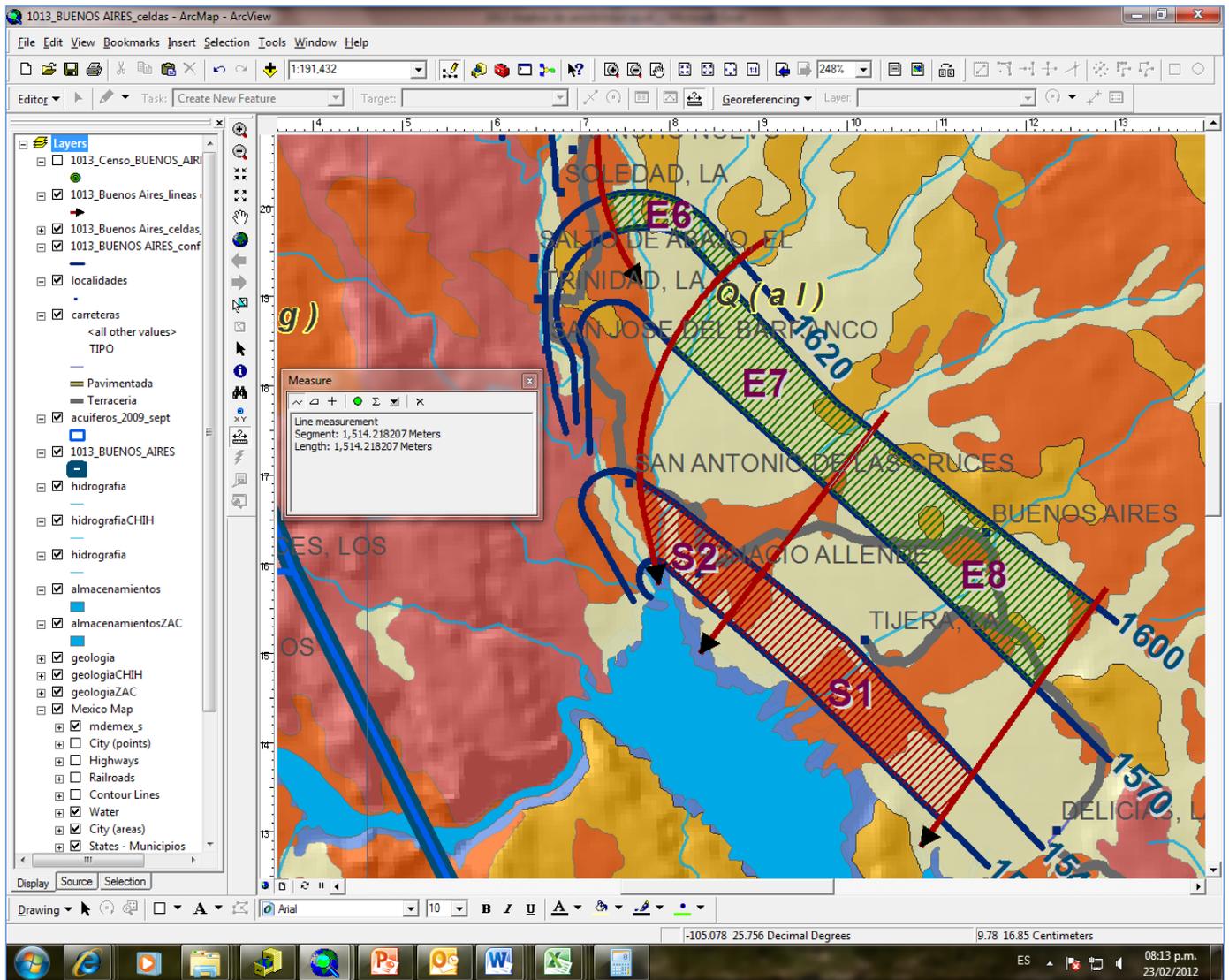
E6 B1



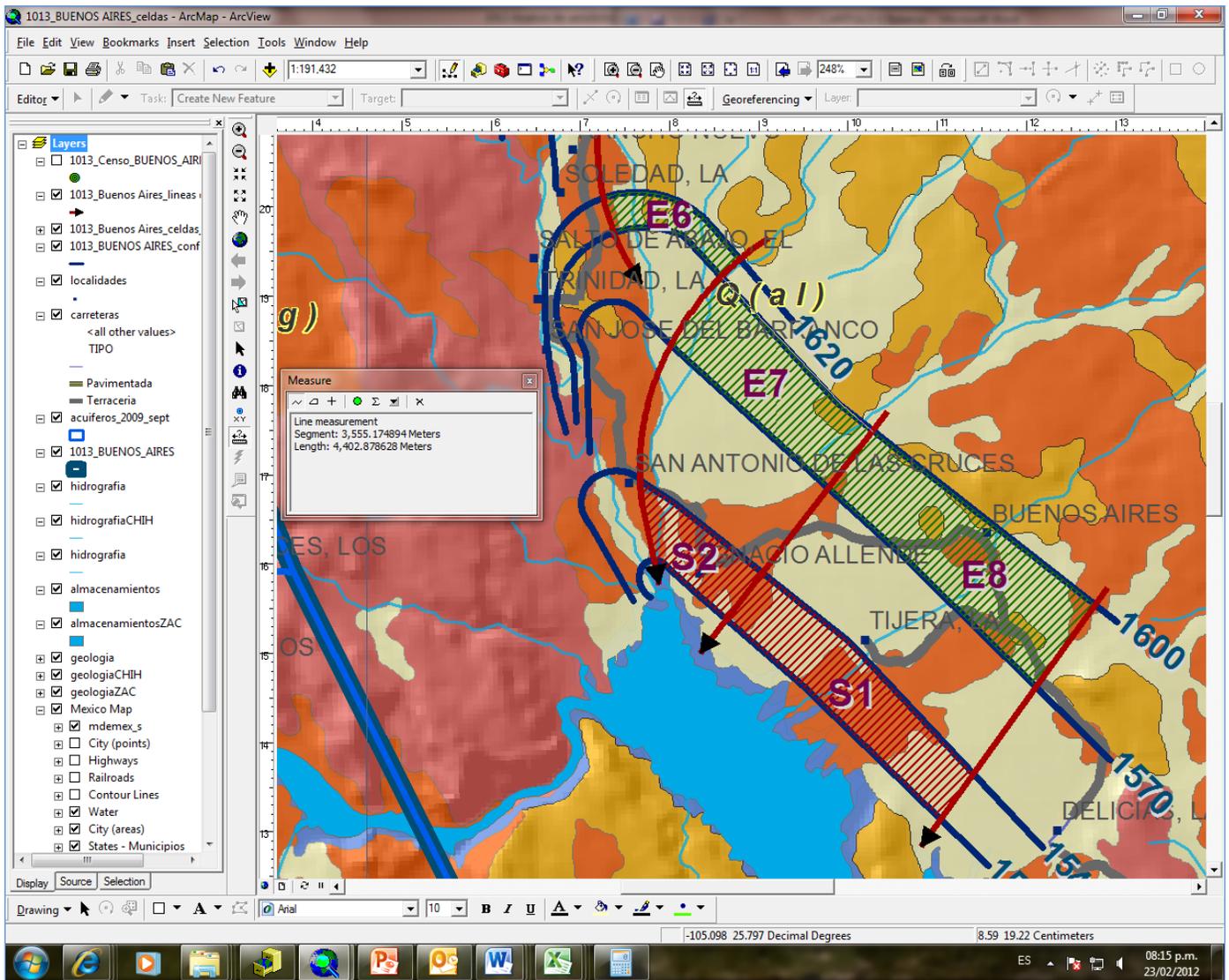
E6 B2



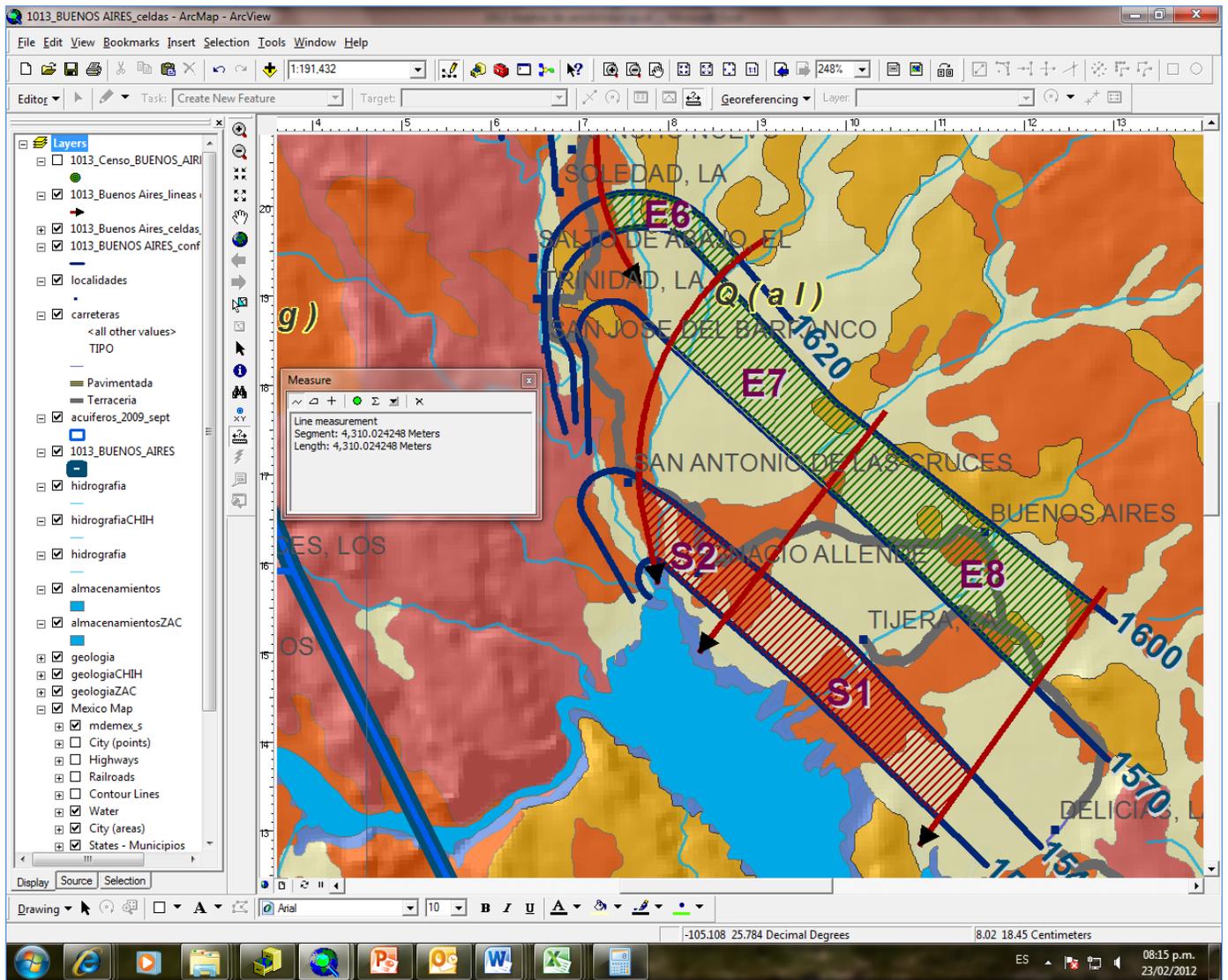
E7 a1



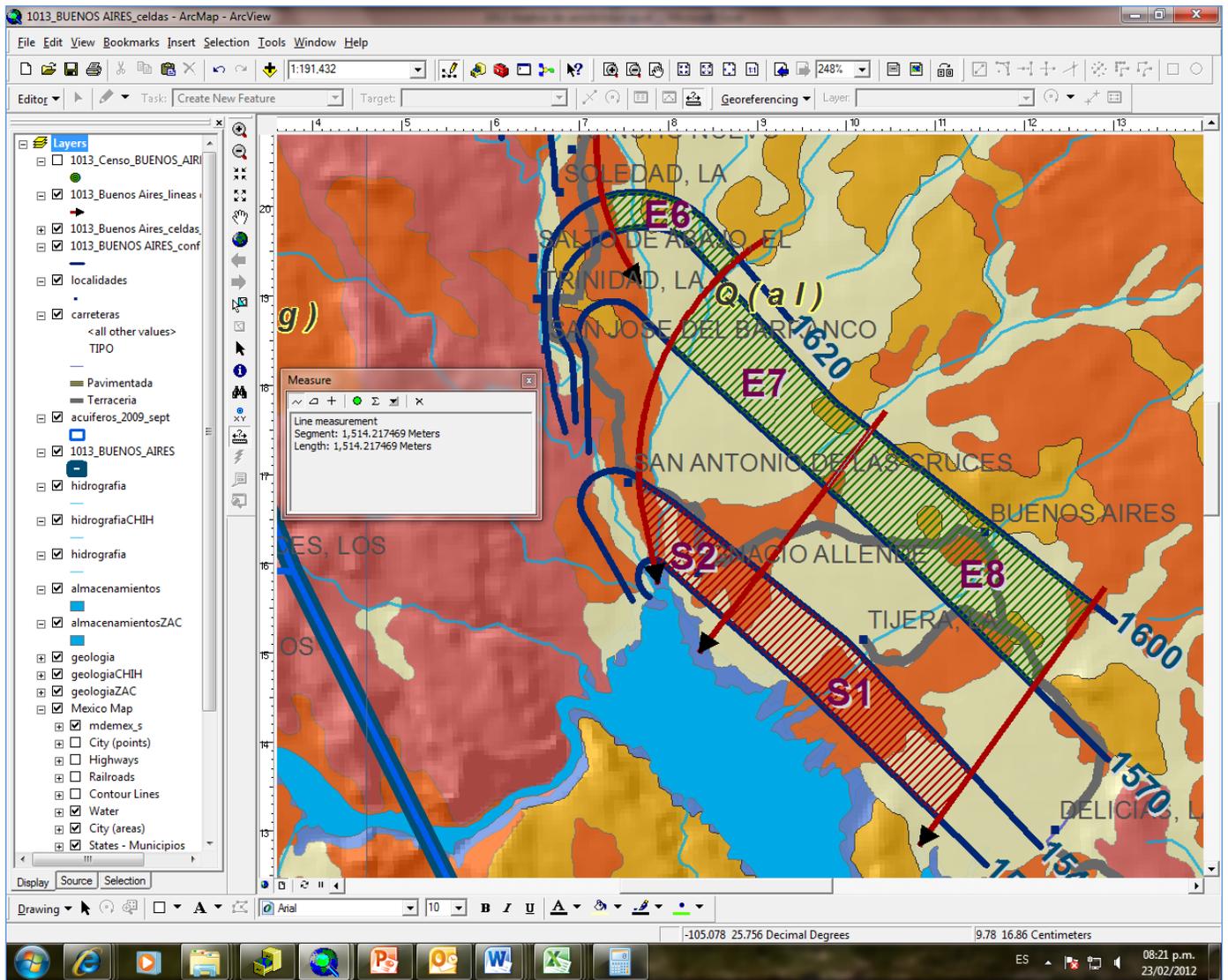
E7 a2



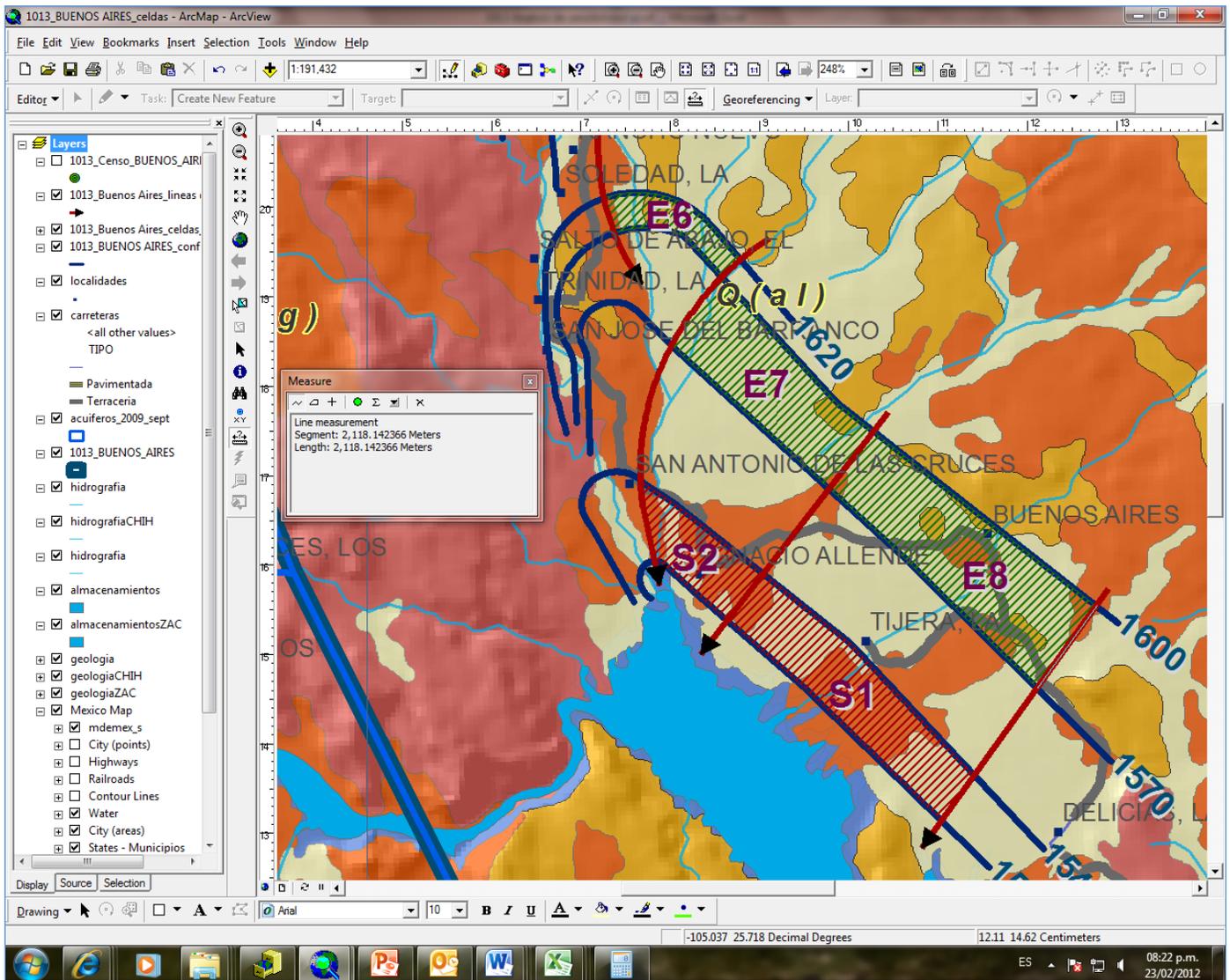
E7 B1



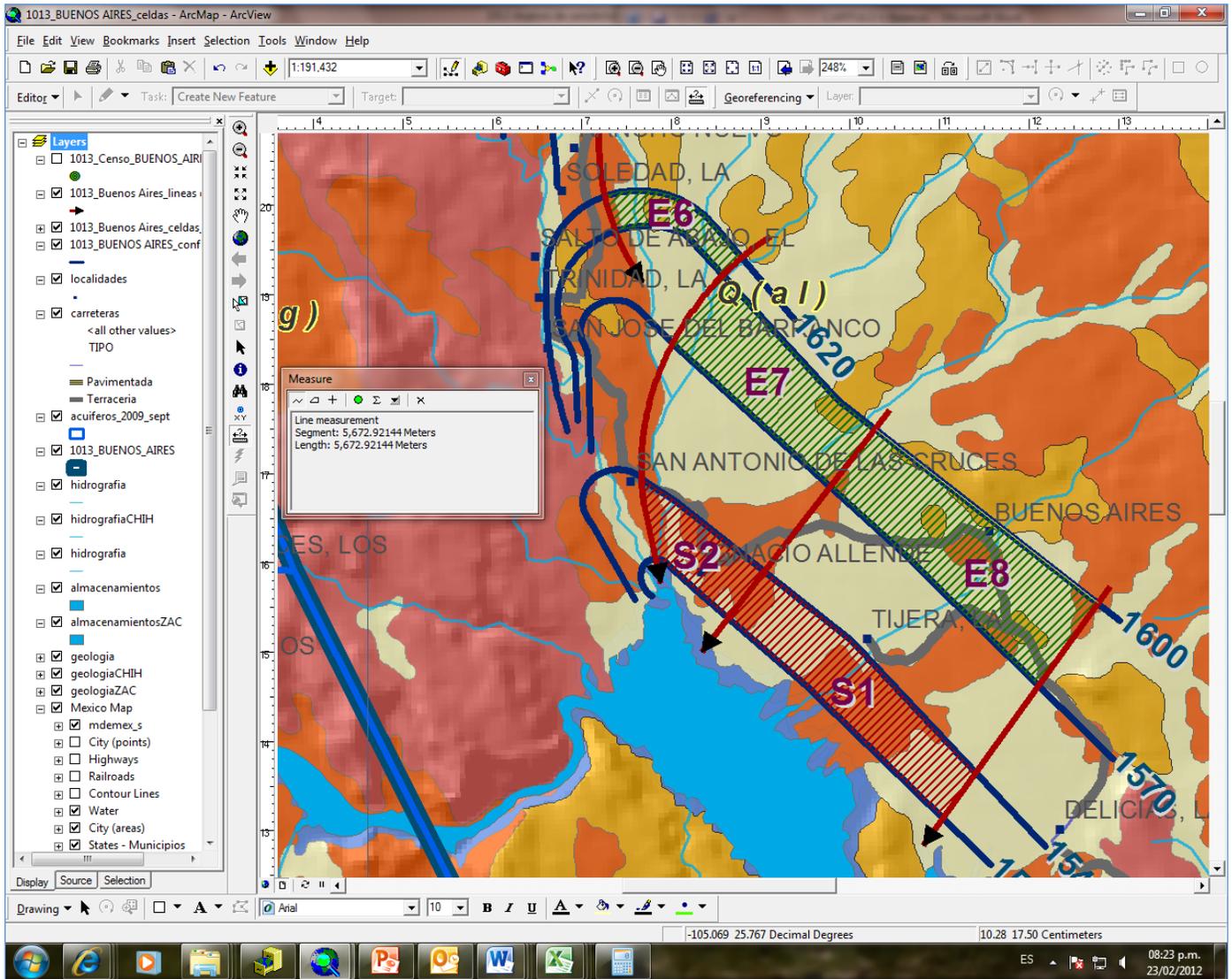
E7 B2



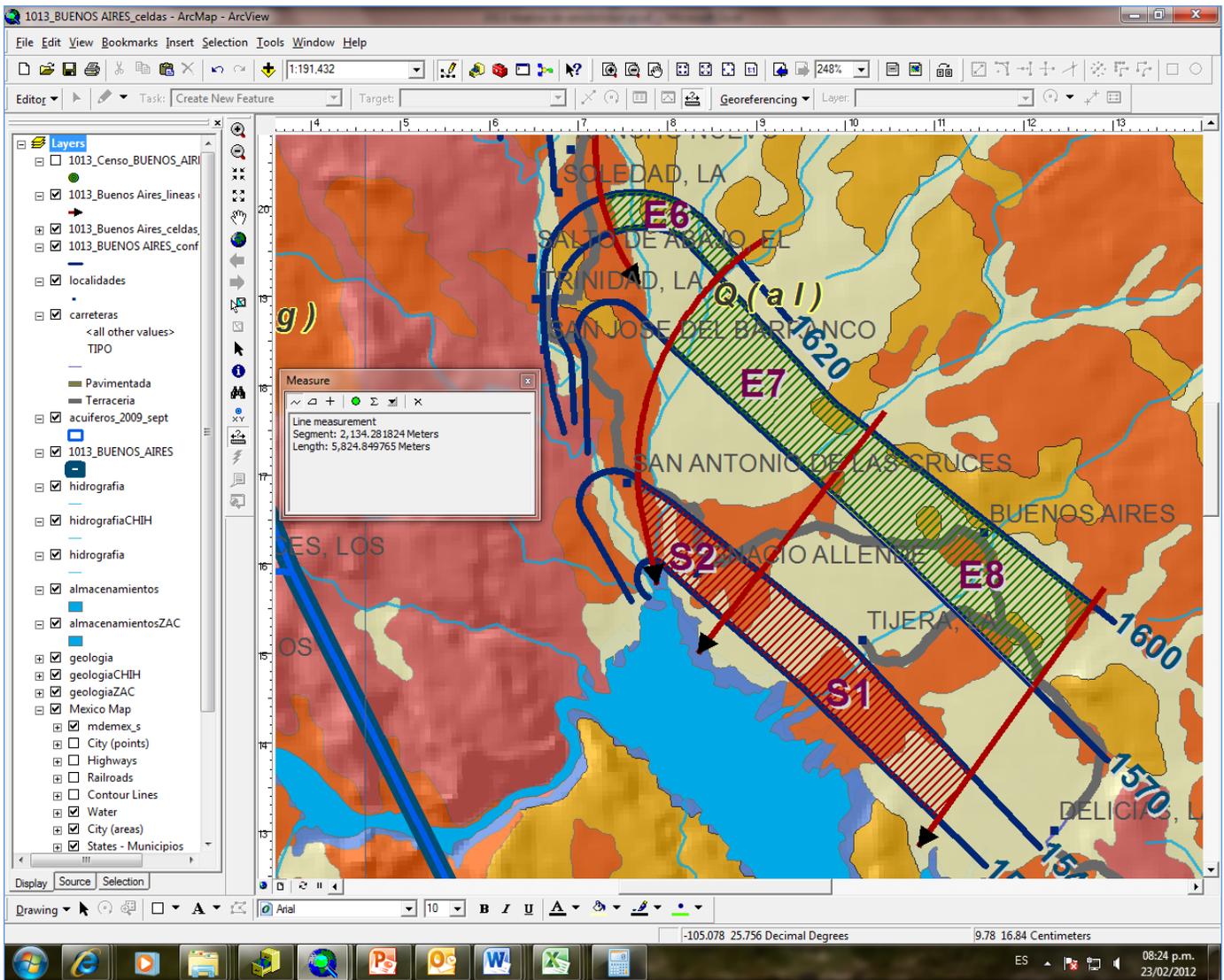
E8 a1



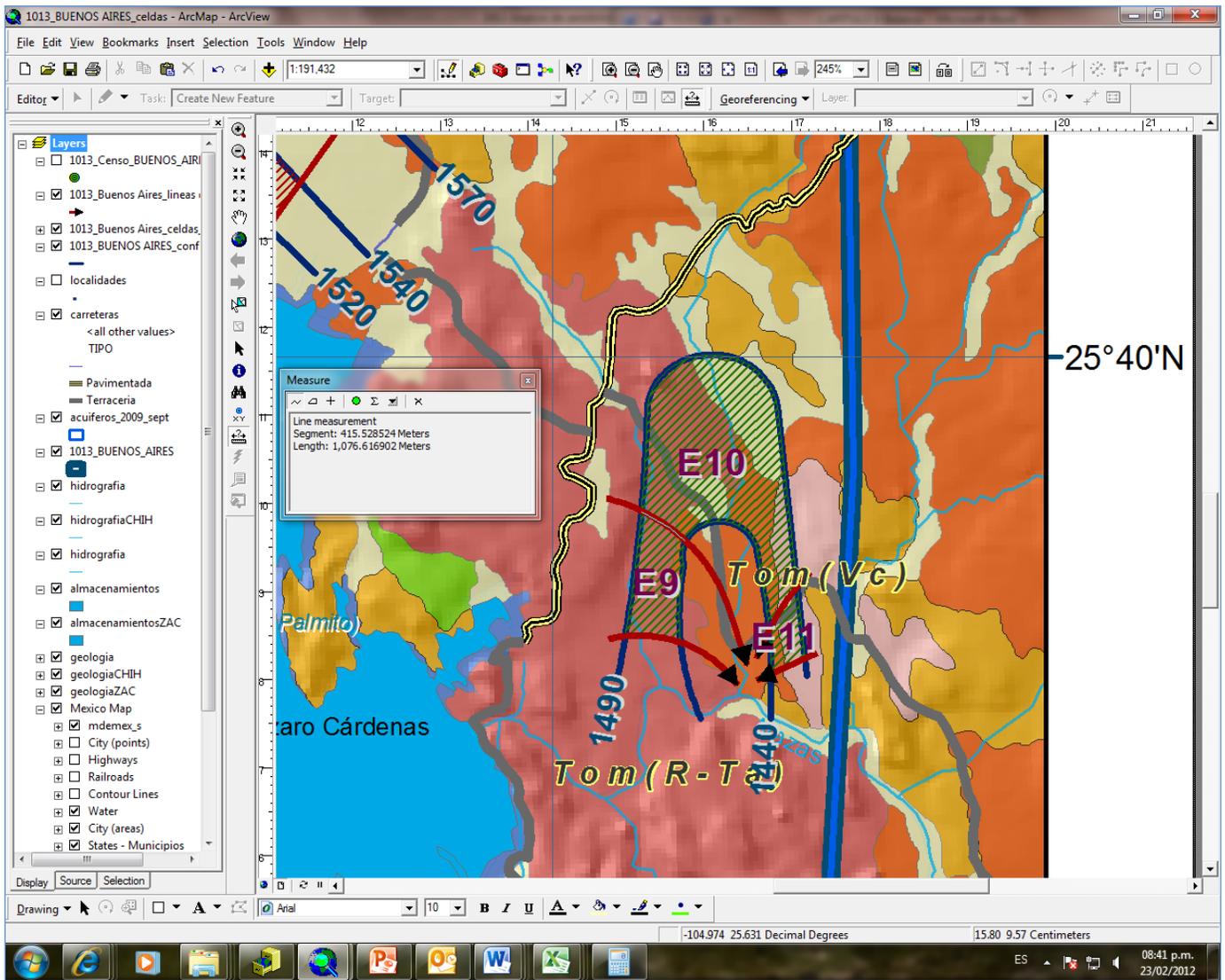
E8 a2



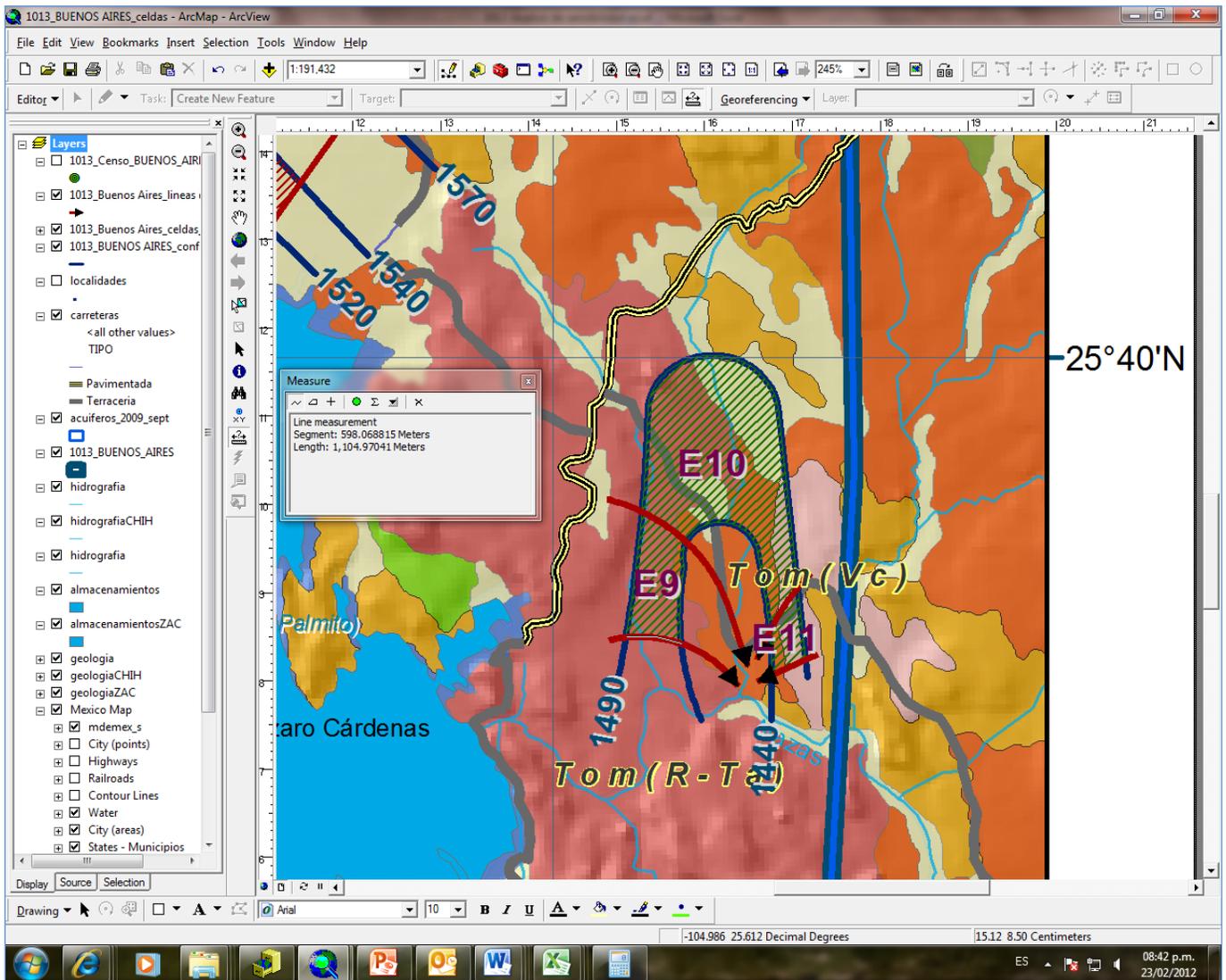
E8 B1



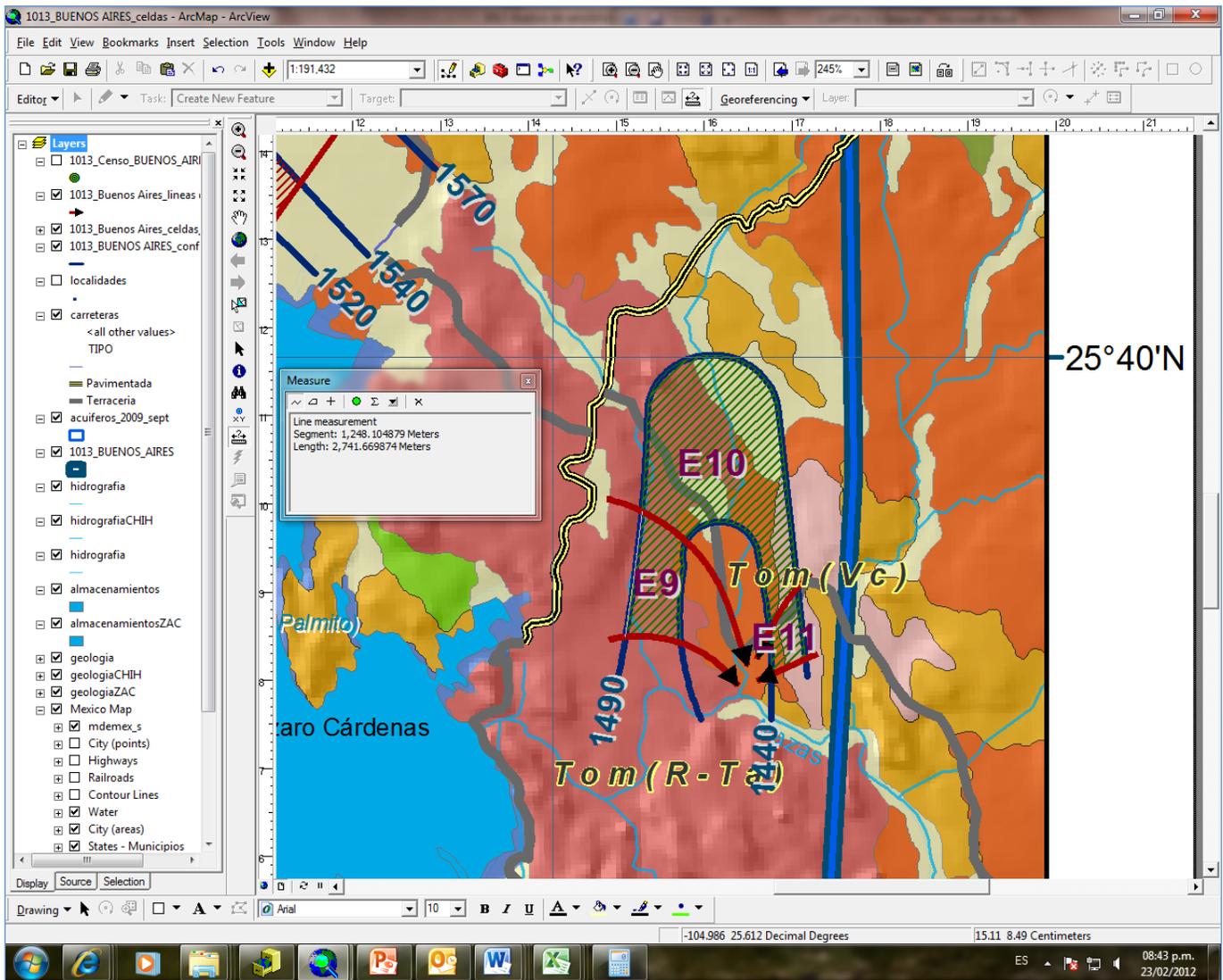
E8 B2



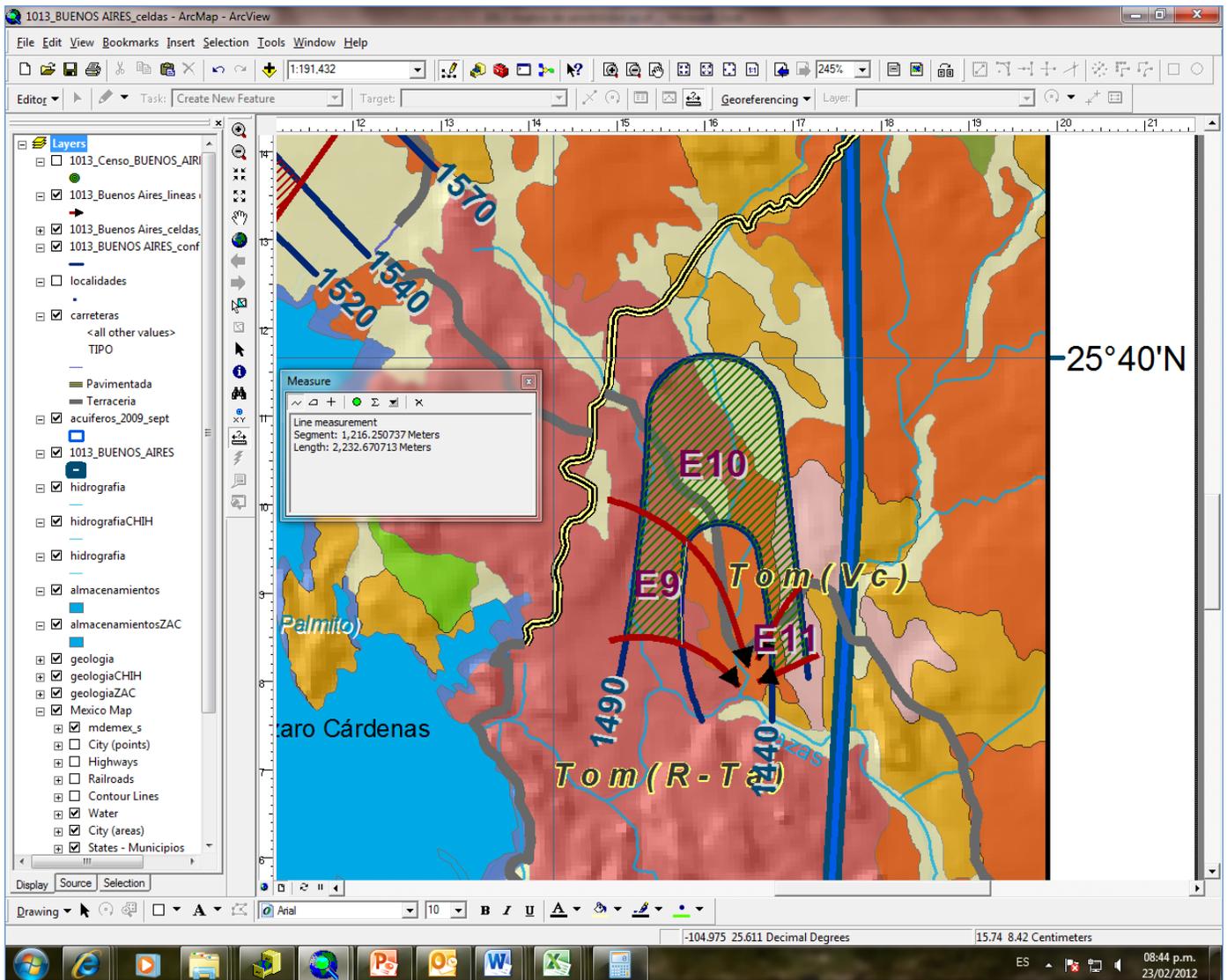
E9 a1



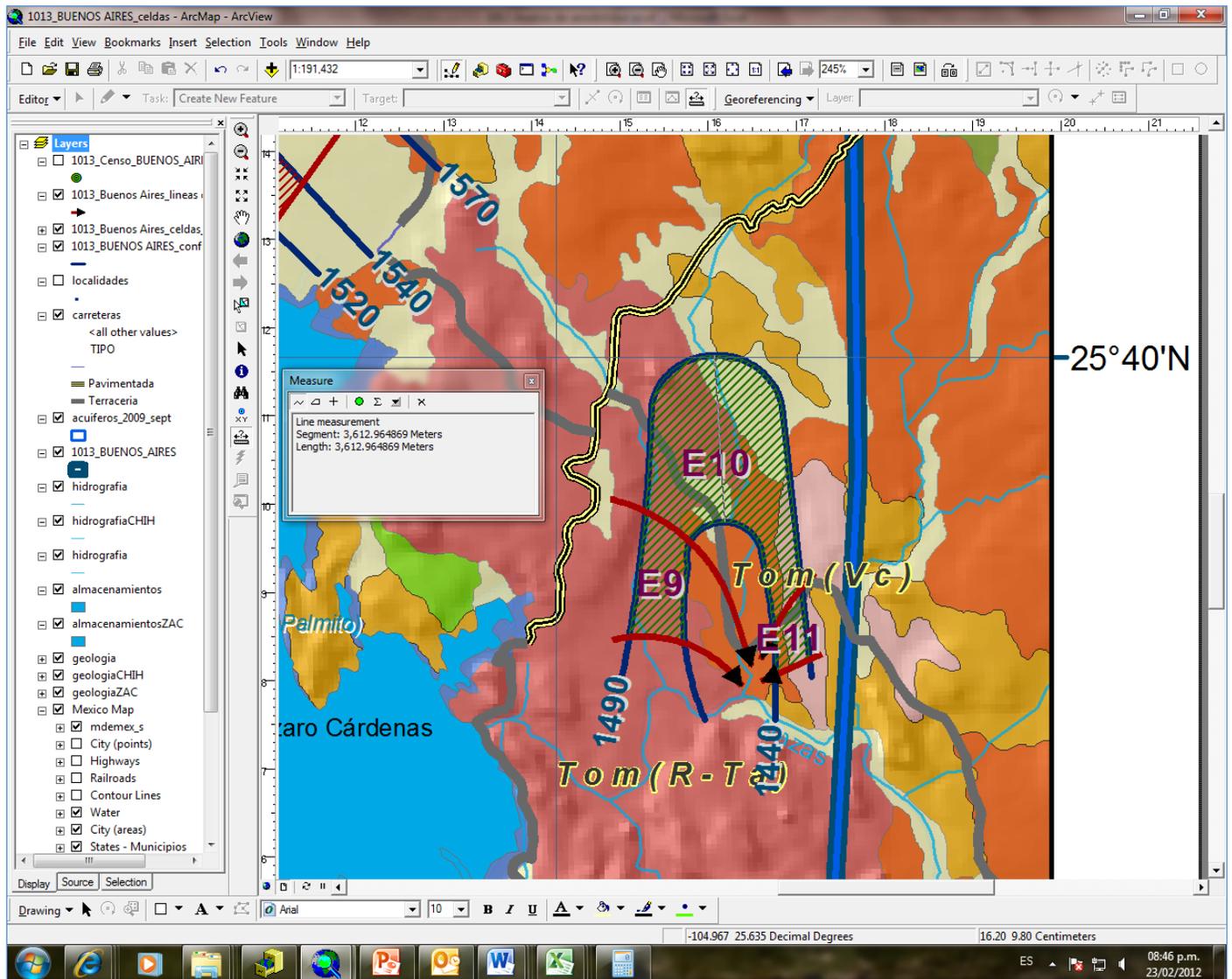
E9 a2



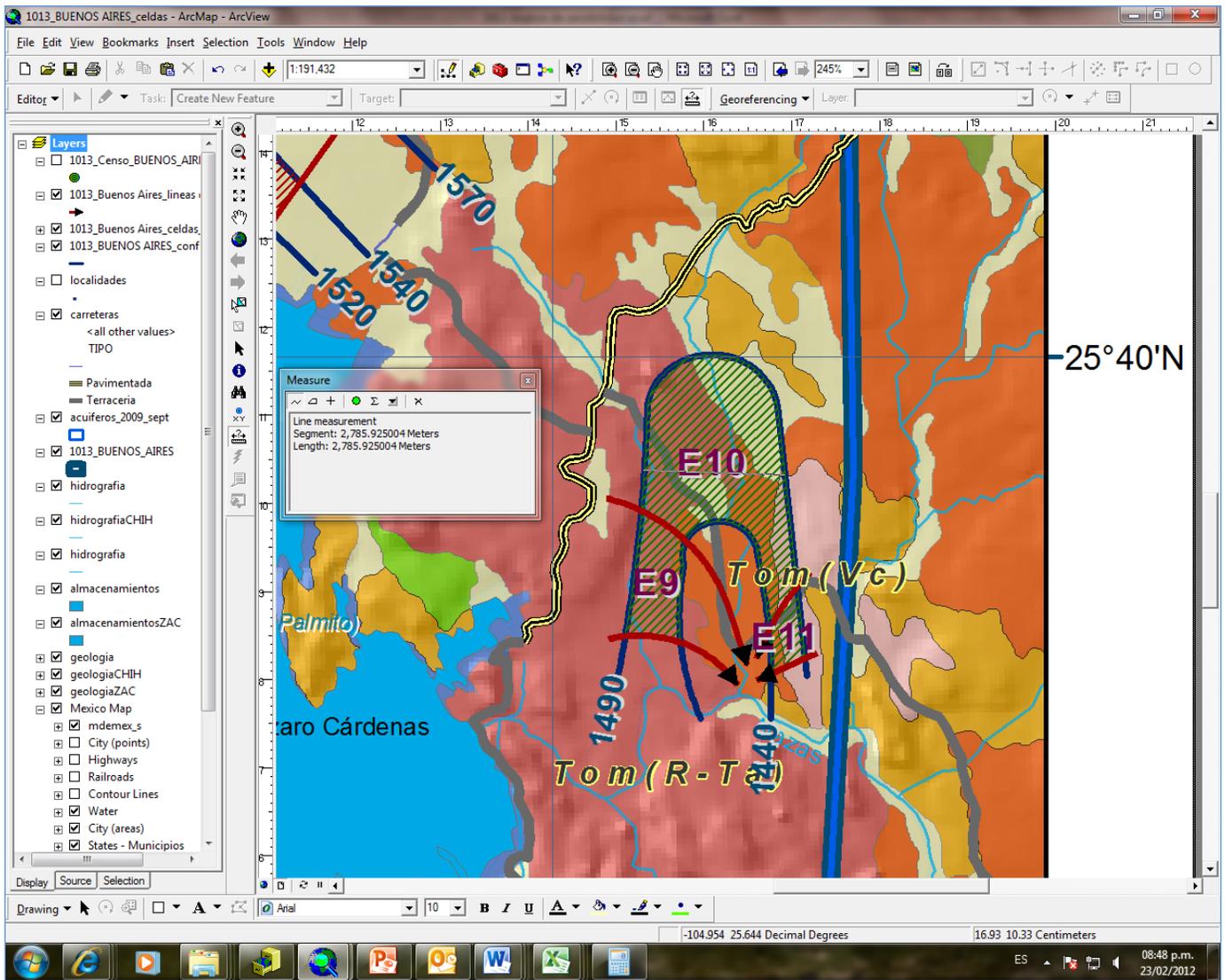
E9 B1



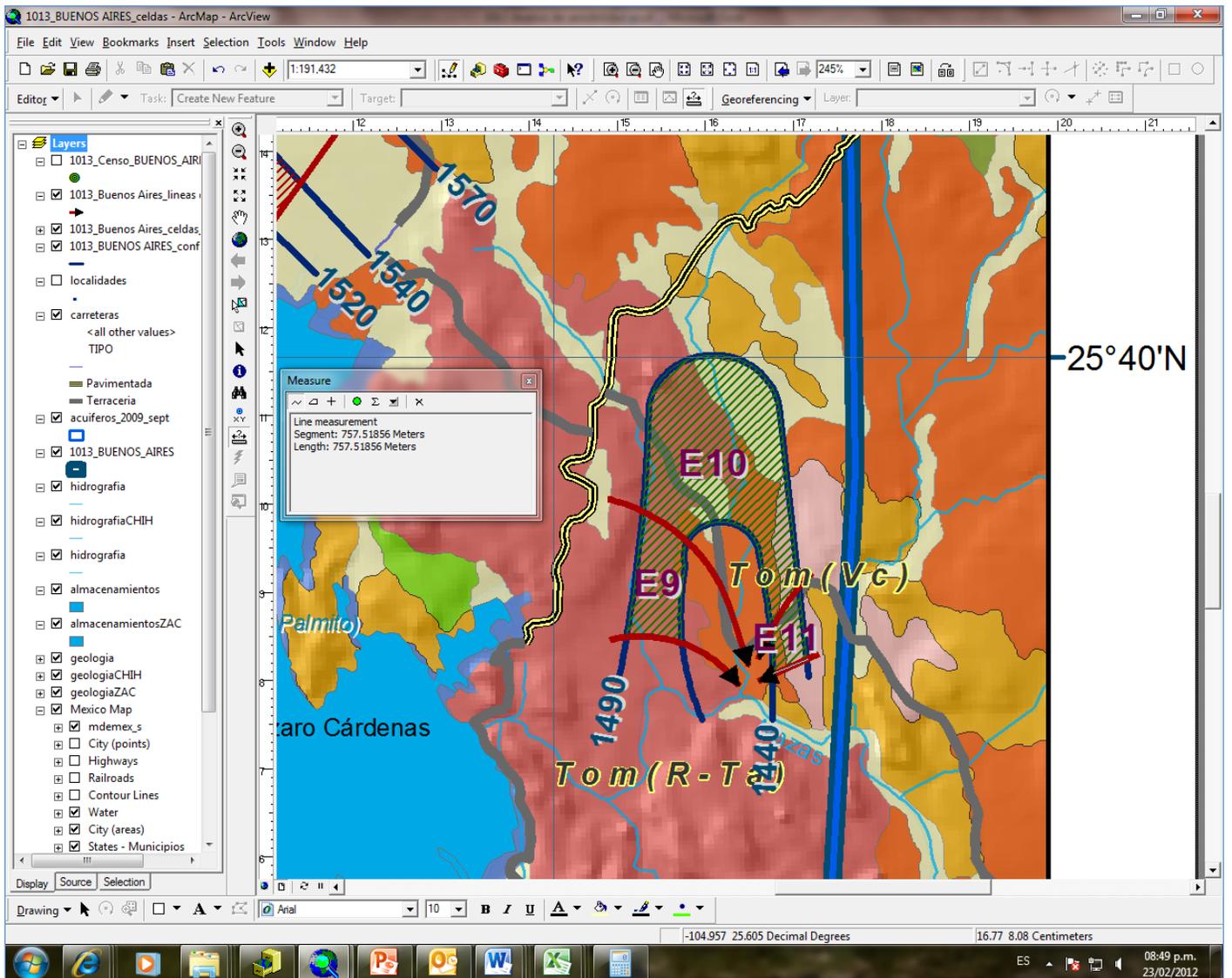
E9 B2



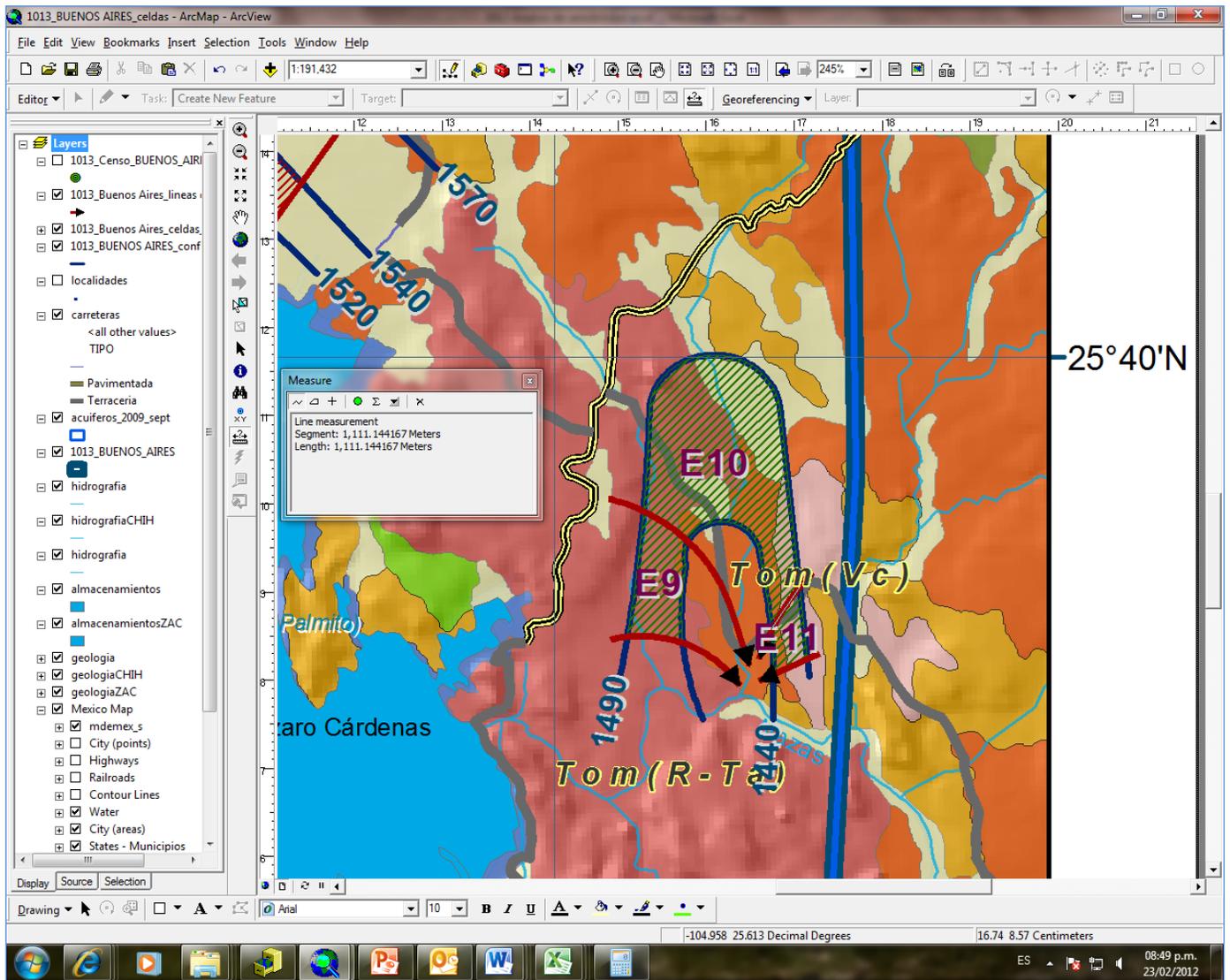
E10 a



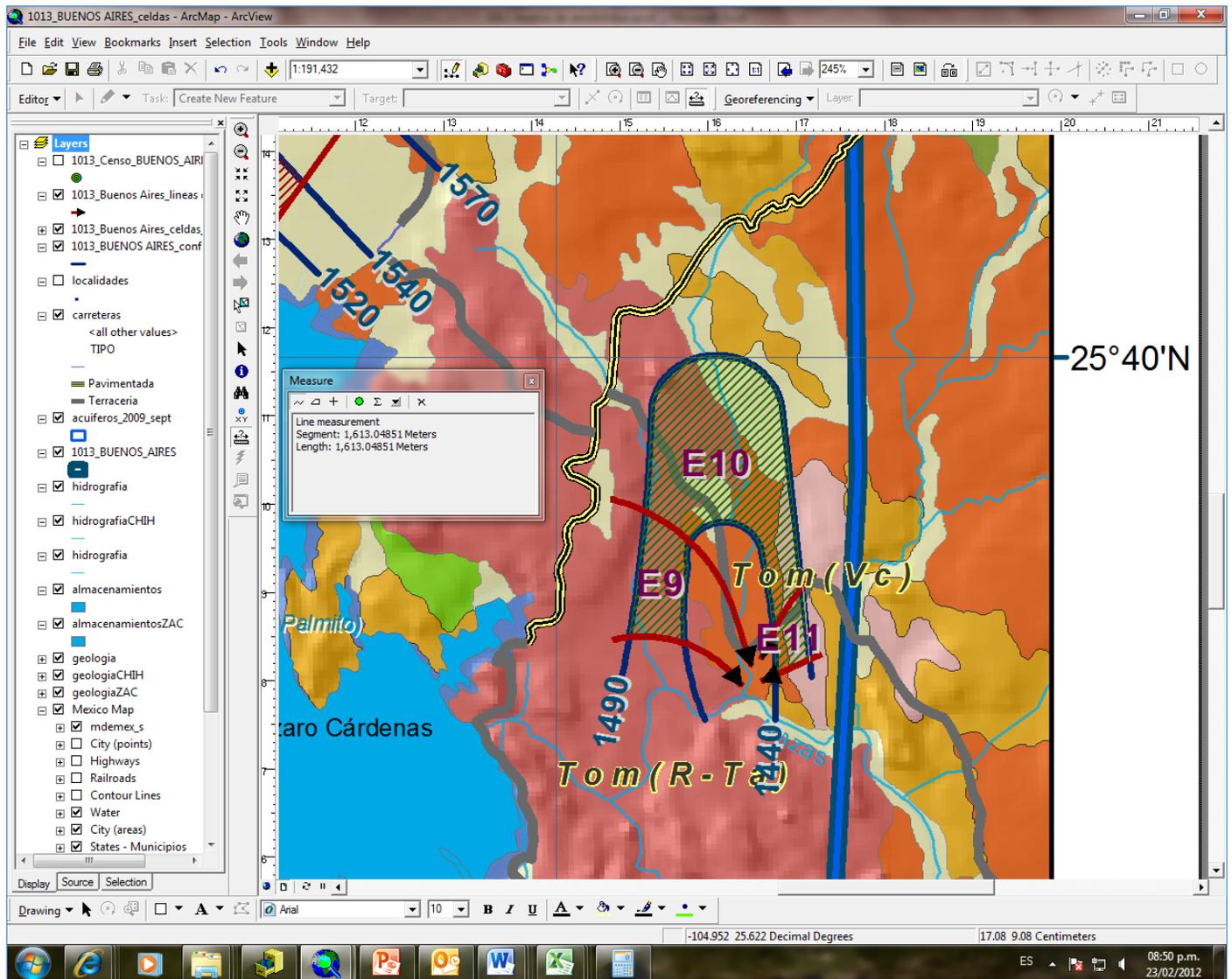
E10 B



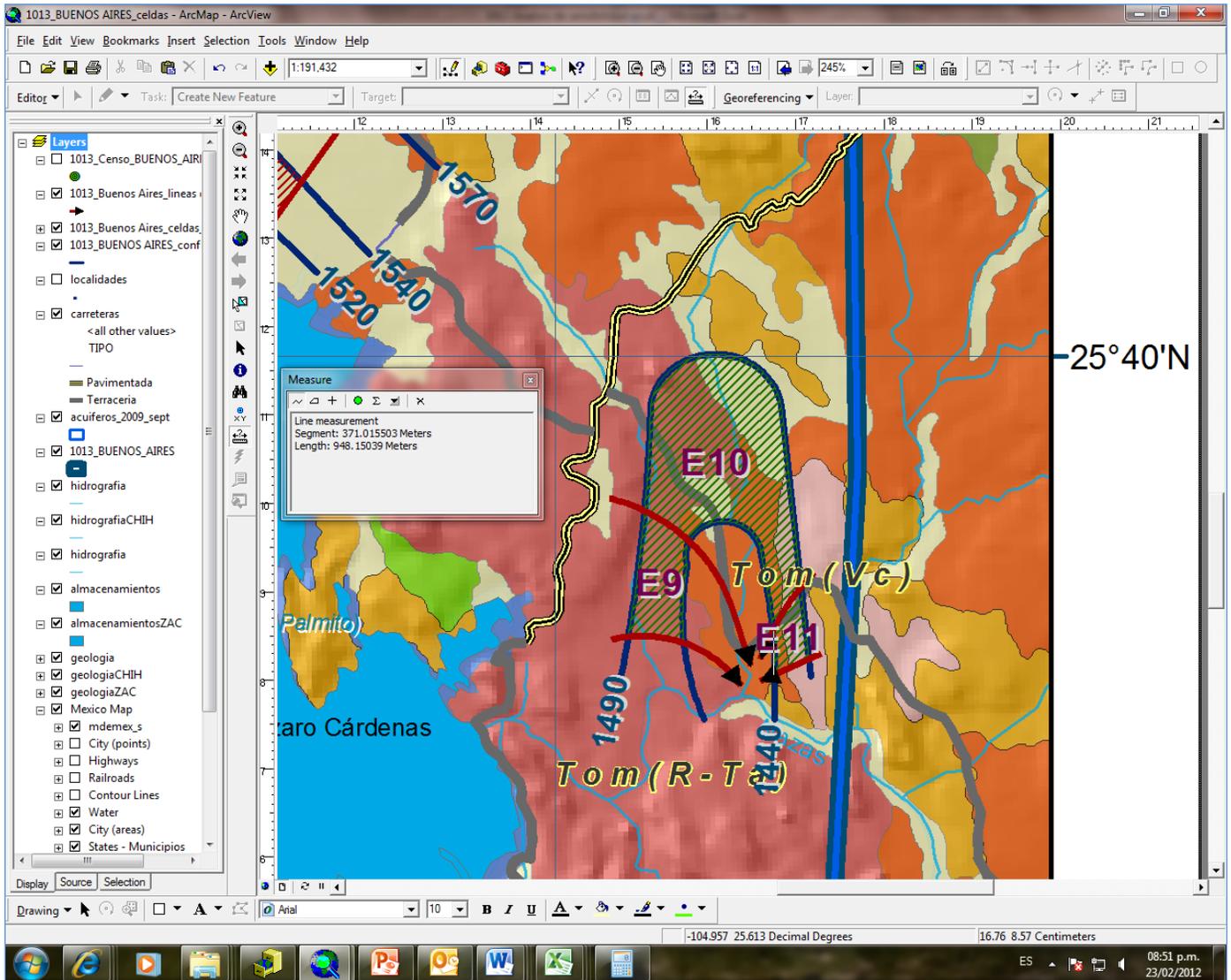
E11 a1



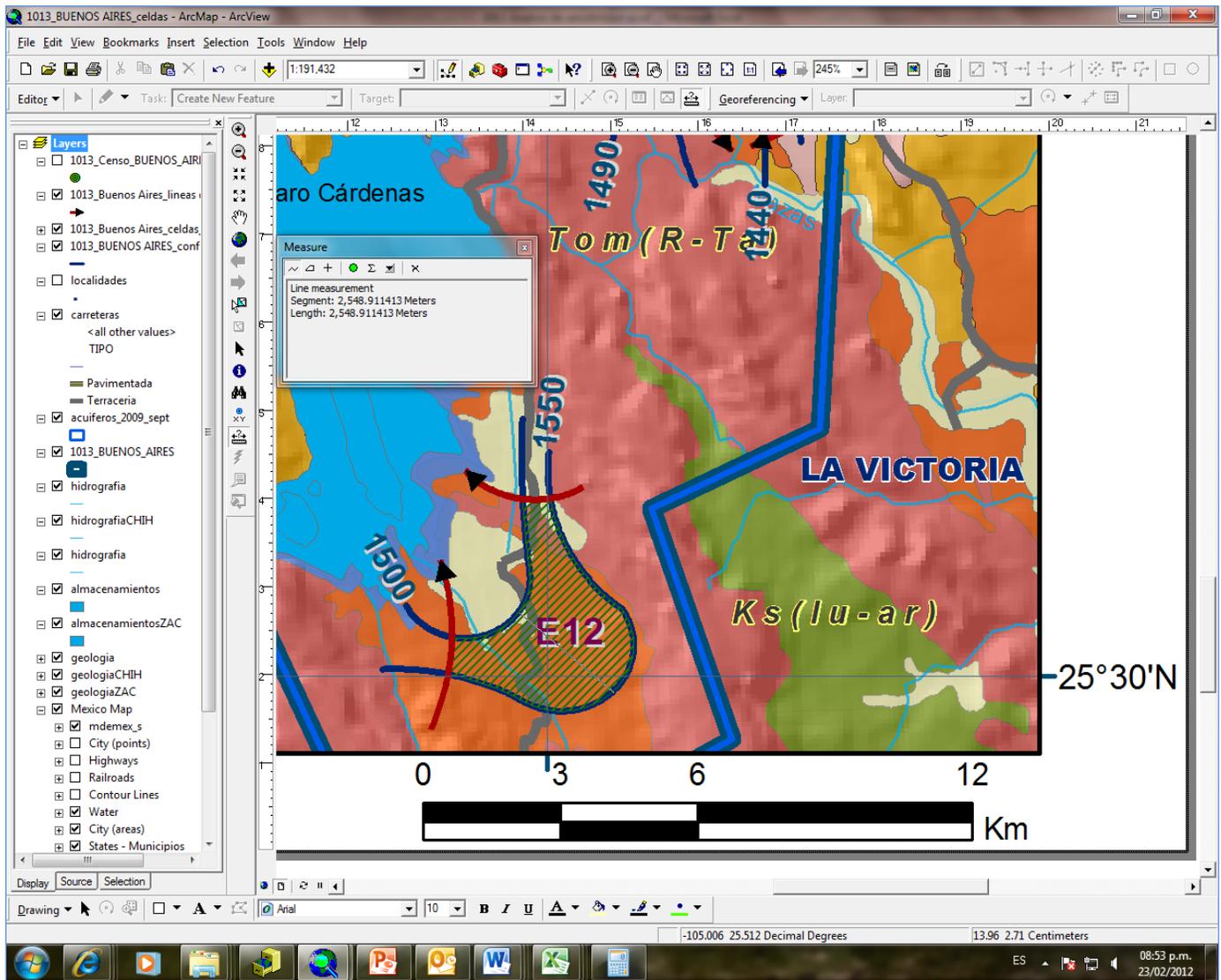
E11 a2



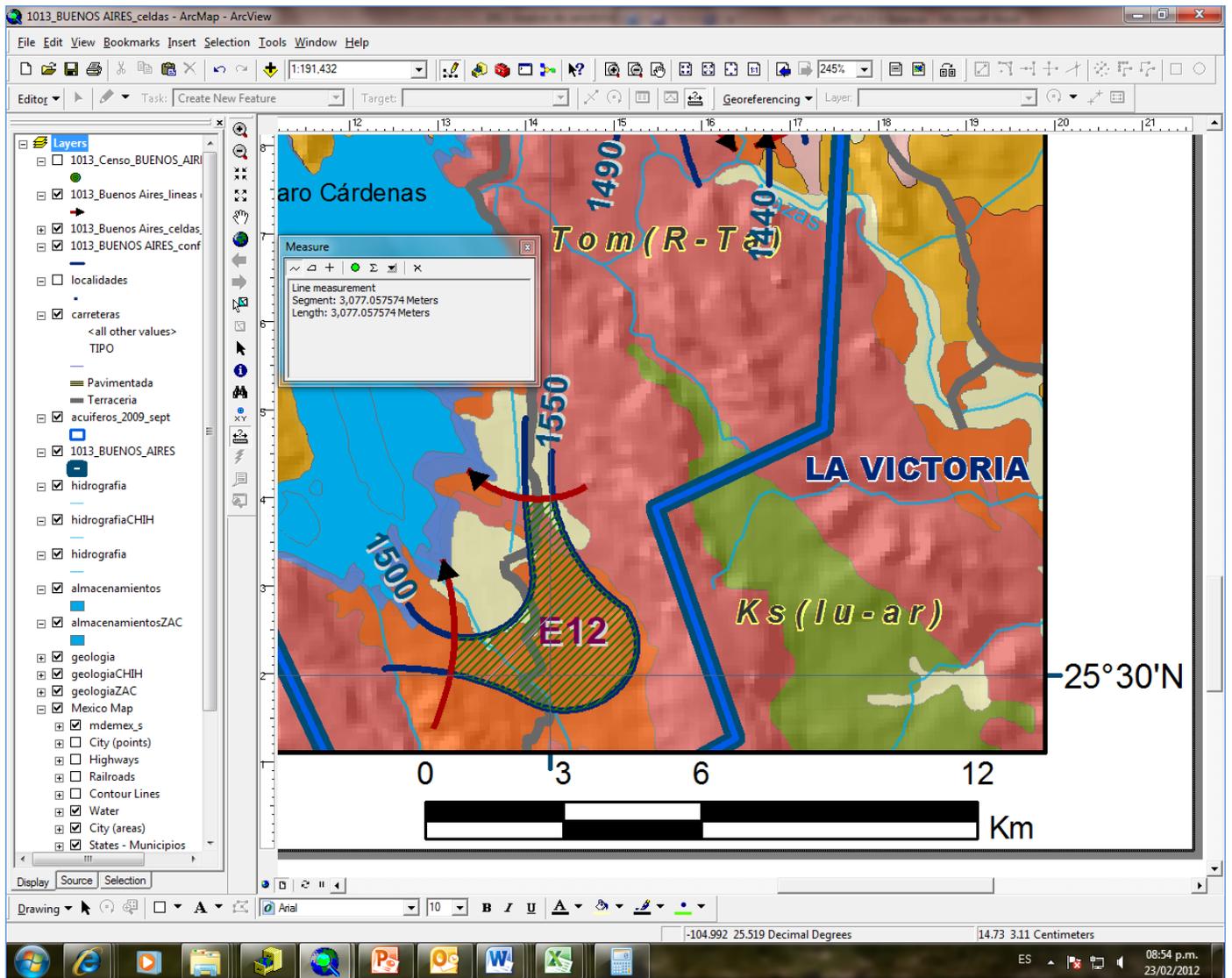
E11 B1



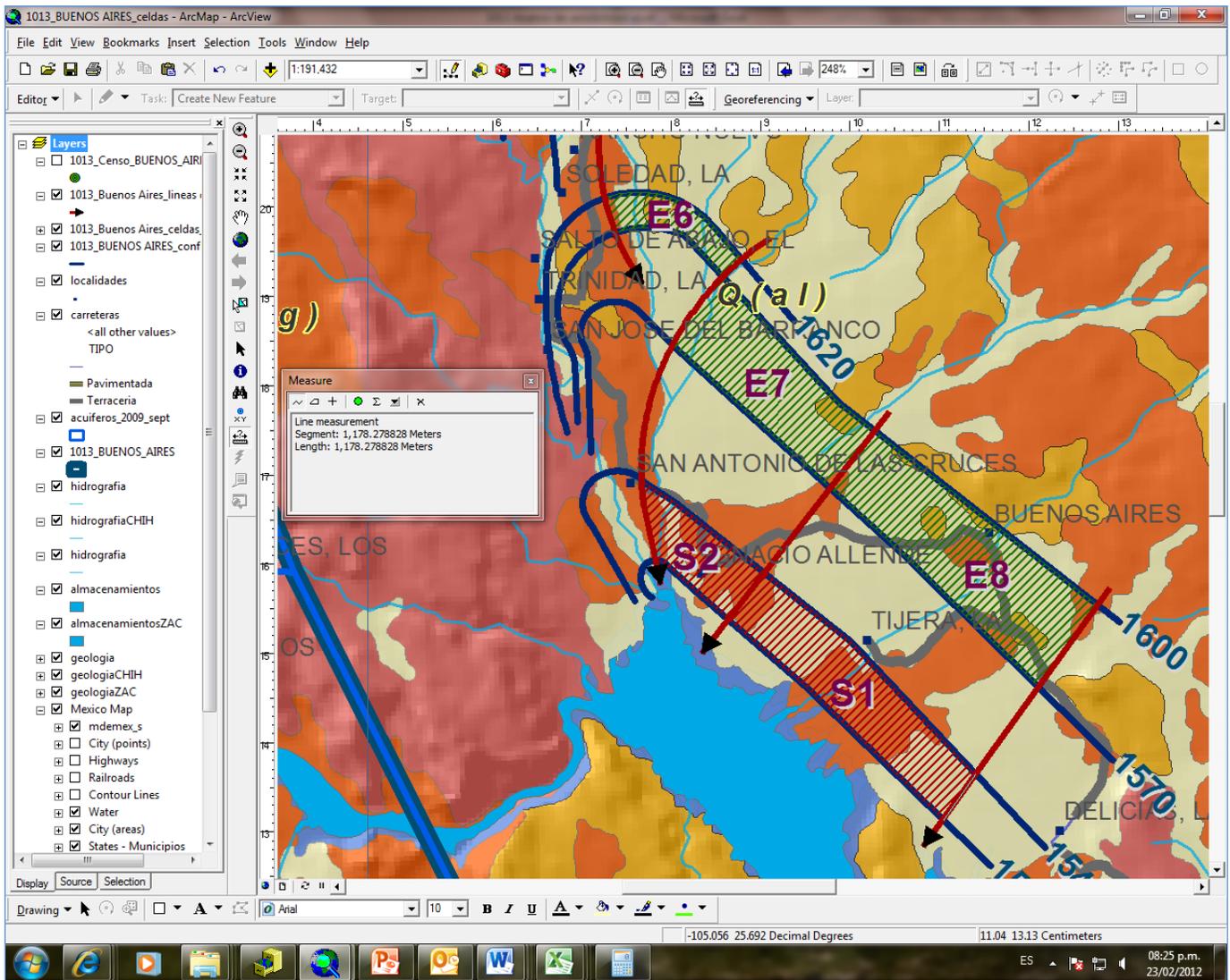
E11 B2



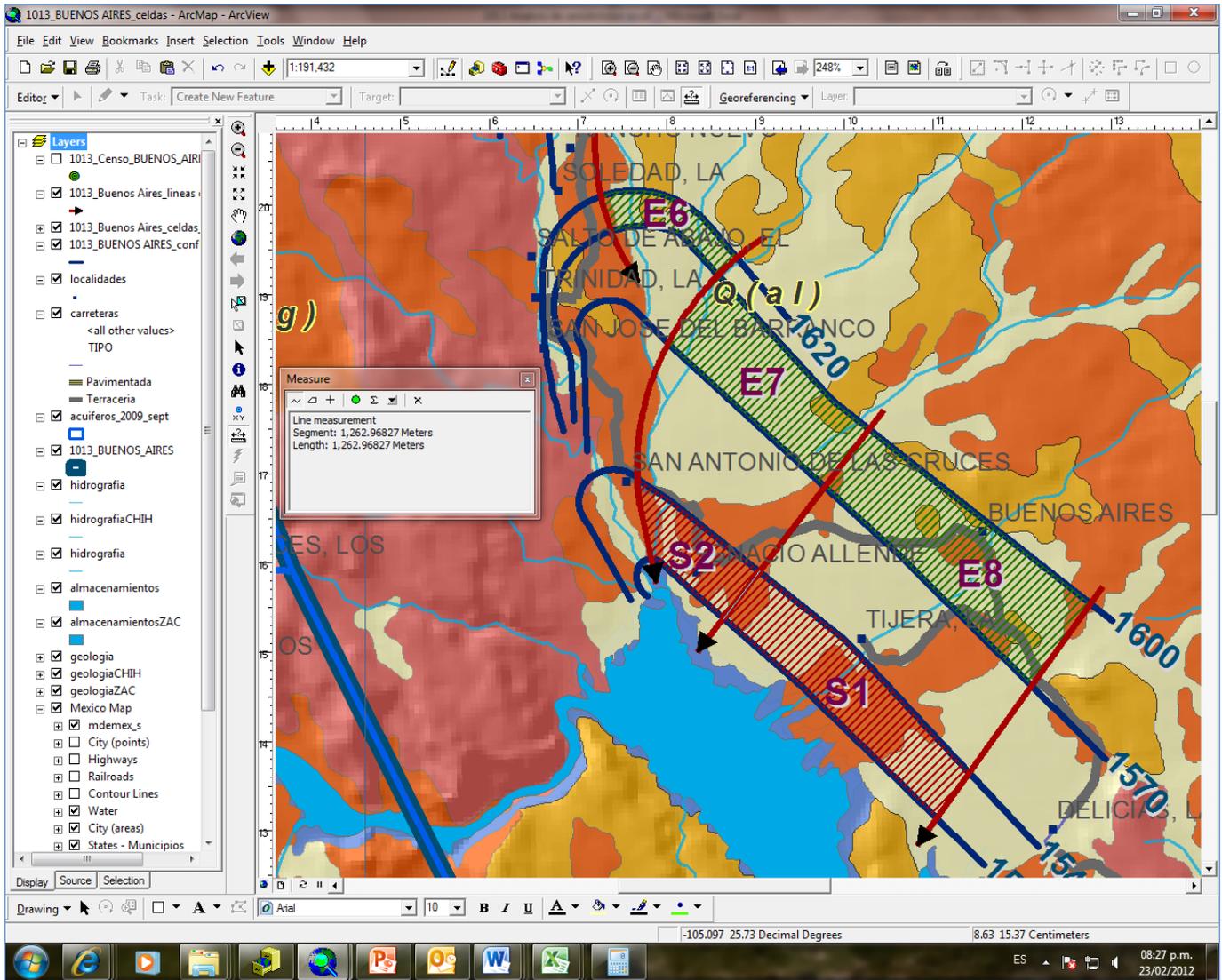
E12 a



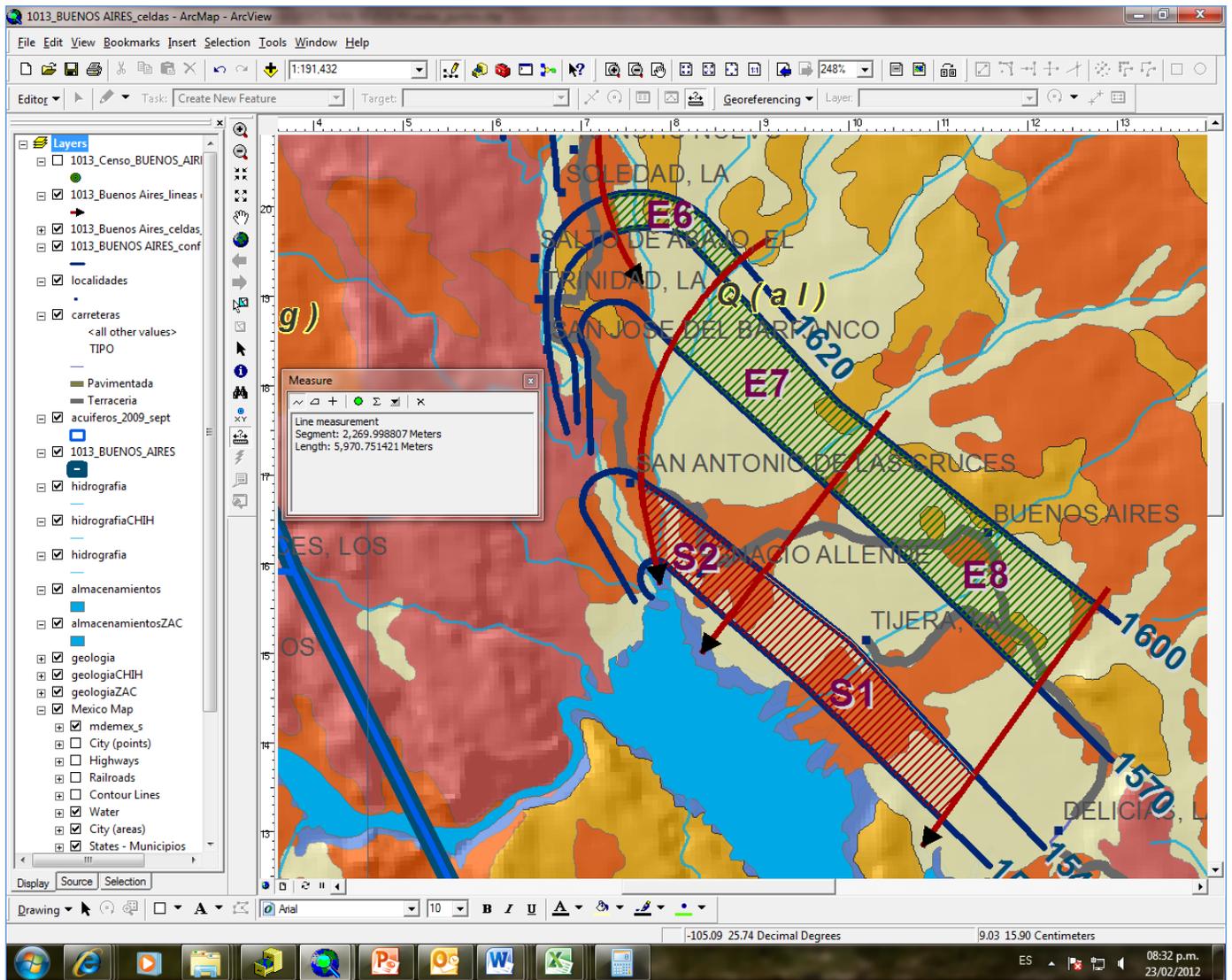
E12 B



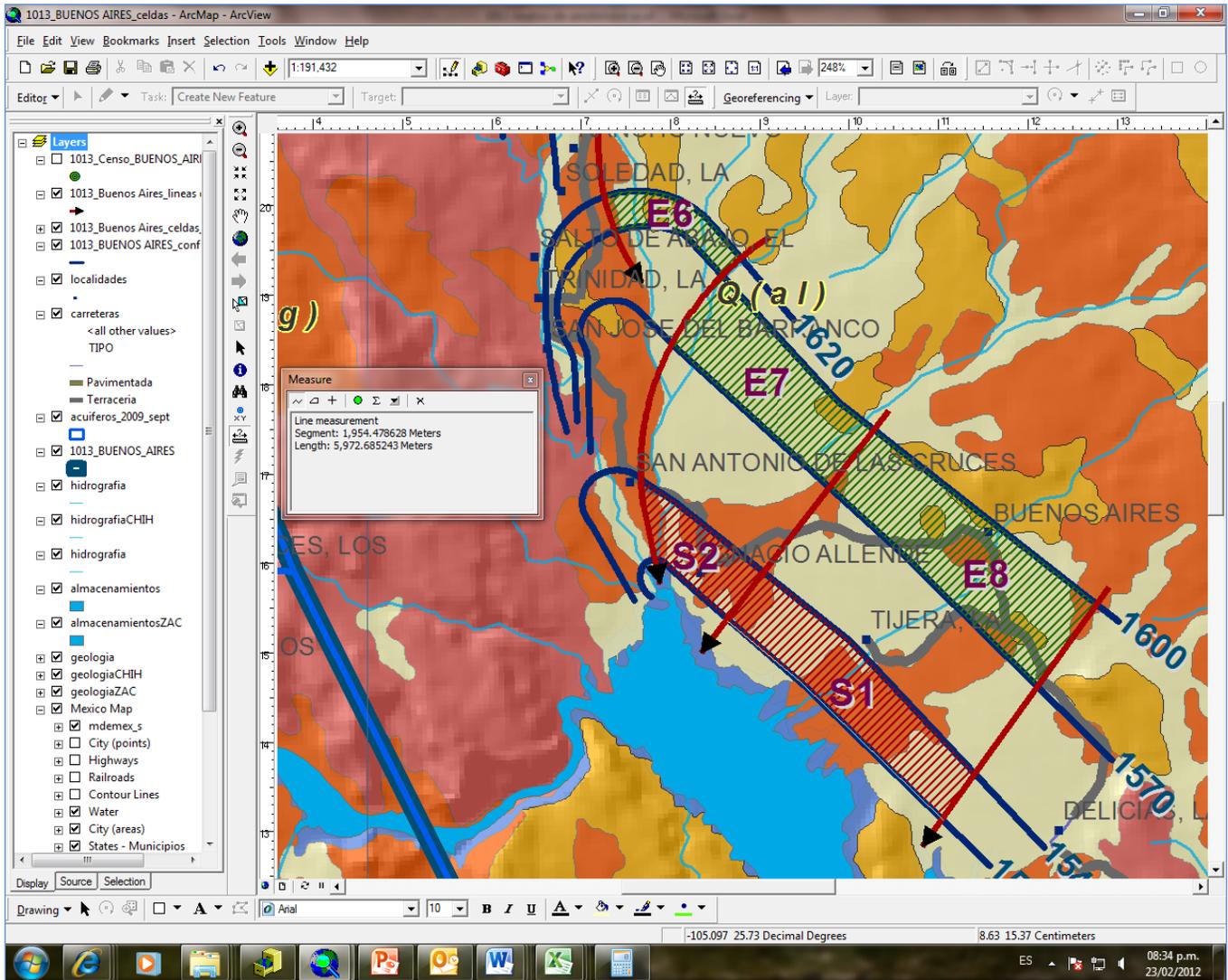
S1 a1



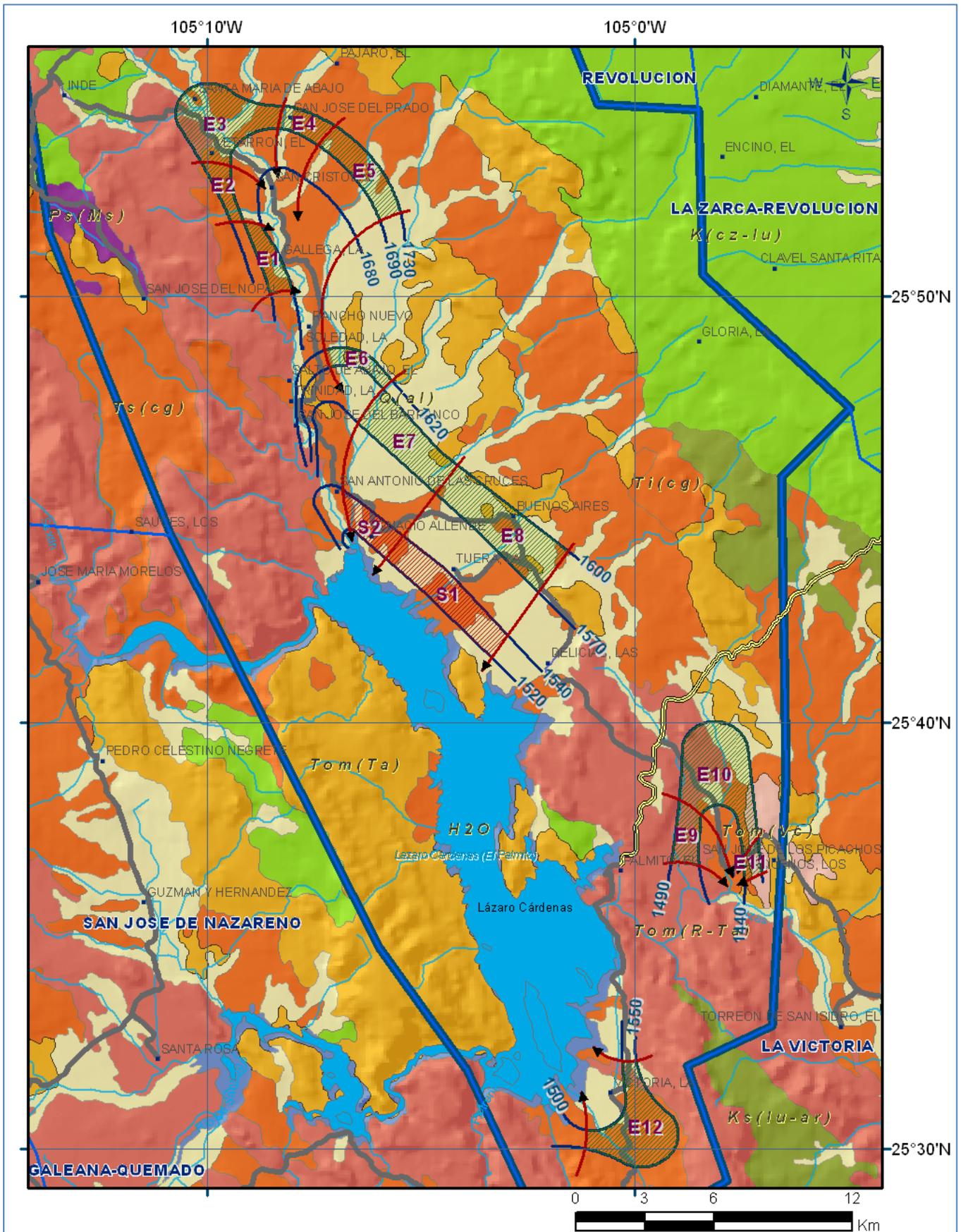
S1 a2



S1 B1



S1 B2



ANEXO II Bibliografías consultadas**a) TABLA CONCENTRADO DE ARTICULOS Y TESIS RELACIONADAS CON EL ACUÍFERO BUENOS AIRES.**

AUTOR (ES)	NOMBRE DE LA OBRA	TIPO DE DOCUMENTO	OBJETIVOS Y CARACTERISTICAS DEL DOCUMENTO	CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES
Cruz Pineda, Manuel.	Geología y algunos aspectos hidrológicos de la hoja Durango (G13-11) en el sector central del estado de Durango. México, 1990. UNAM, Facultad de Ingeniería.	Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.	<p>Tomando como base la cartografía geológica 1:250,000 de INEGI, se representaron las estructuras regionales más relevantes, mostrando la equivalencia de unidades litológicas-litoestratigráficas; cortes esquemáticos, mencionándose posibles riesgos geológicos, para la parte central del estado de Durango.</p> <p>Se reconocieron nuevos detalles en la columna estratigráfica de la región (mejores descripciones y correlaciones con las regiones vecinas), producto de nuevos trabajos de campo.</p> <p>En el aspecto hidrológico se definieron acuíferos, calidad del agua, gastos, permeabilidades, precipitación, escurrimientos, se definieron unidades hidrogeológicas, con sus posibilidades de obtención de agua subterránea. Descripción de los desarrollos económicos derivados de los aprovechamientos acuícolas, mencionando zonas de veda y áreas de concentración de pozos.</p>	<p>Debido a la baja precipitación en el área, se recomiendan la extracción de aguas subterráneas; utilizando métodos similares a los de Randall (1984), en rocas volcánicas (teniendo las siguientes consideraciones: las tobas como colectores y almacenes del vital líquido, mientras que riolitas e ignimbritas como unidades impermeables); para abastecer a nuevas poblaciones de agua, los cuales incluyen SEV, resaltando que las calderas volcánicas pueden contener grandes cantidades de agua subterránea.</p> <p>También en la porción sur central, se menciona la posibilidad de acuíferos en terrenos basálticos, que pueden estar cubiertos por material de acarreo (aluvial), mismos que presentan transmisibilidades altas.</p>

<p>Reyes Cortés, Ignacio Alfonso.</p>	<p>Estudio geológico de la Sierra La Candelaria (Coahuila y Durango), y sus implicaciones en la geología regional.</p> <p>México, 1976. UNAM, Facultad de Ingeniería.</p>	<p>Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.</p>	<p>Con datos climatológicos, fisiográficos, geológicos, de hidrogeoquímica del agua, censo de aprovechamientos, hidrometría de extracciones y pruebas de bombeo; se realizó un balance de aguas subterráneas para el área (950 km²) de Villa Juárez, Dgo.</p> <p>Área enclavada en el Valle del Río Nazas y zona conurbada de Torreón-Gómez Palacio, Cd Lerdo. Las dependencias interesadas en este estudio son: SEDUE (reservar el área para el uso público-urbano); CFE (con el fin de construir una planta termoeléctrica).</p> <p>La precipitación promedio anual es de 251.6 mm, y ETR promedio anual de 2,279.9 mm., nueve veces mayor que la precipitación.</p> <p>Las características hidráulicas a determinar son: transmisibilidad, conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento; parámetros importantes para calcular los caudales de aguas que circulan en el subsuelo, así como las variaciones de almacenamiento subterráneo, así como desarrollar modelos de simulación de acuíferos.</p>	<p>El agua subterránea en el área de interés fluye y se almacena en el poblado de Villa Juárez, y en dos tipos de acuíferos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Granular, formado por sedimentos aluviales. Rocas calcáreas que bordean a la zona de estudio. <p>La principal fuente de recarga en el acuífero aluvial, procede de la infiltración de los escurrimientos a lo largo del cauce del Río Nazas, cuya precipitación es de 273.32 mm.</p> <p>En general en el área de estudio se encuentran aguas de buena calidad, con STD de 1,525 ppm, siendo los aniones predominantes sulfatos y bicarbonatos; y los cationes calcio. Con la siguiente clasificación del agua: cálcica-sulfatada y cálcico-bicarbonatada. La mayoría de las aguas muestreadas tienen salinidad alta.</p> <p>Con un censo de 164 aprovechamientos extracción de 23.1 hm³ anuales, y una DAS de 125 hm³ anuales.</p>
---	---	--	--	--

<p>Pérez Mejía, Julio Humberto</p>	<p>Diagnóstico técnico de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en pozos profundos y una propuesta de trabajos de rehabilitación en el sistema interestatal Coahuila-Durango, 2002</p> <p>México, 1988. UNAM, Facultad de Ingeniería.</p>	<p>Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.</p>	<p>Objetivos:</p> <p>a) Descripción de los sistemas de abastecimiento de agua potable.</p> <p>b) Definir que es un sistema de abastecimiento por bombeo de pozos profundos, y cuáles son los elementos que los constituyen.</p> <p>Respecto de la captación de agua (cap. 1, pág. 3), se analiza el factor económico como principal obstáculo en el abastecimiento de agua potable a una región, reconociendo que la fuente de abastecimiento de agua más común para los sistemas rurales, es el agua subterránea, extraída por medio de las siguientes estructuras: pozos excavados, drenes de infiltración, galerías filtrantes, y pozos ademados (para profundidades grandes). También se menciona la capacidad de los manantiales, pero con ciertos cuidados.</p> <p>Se analiza (cap. 5) la problemática específica en la zona nordeste de la Región Lagunera, que comprende los municipios de Fco. I. Madero y San Pedro de las Colonias, en el estado de Coahuila y Tlahualillo de Zaragoza, en el estado de Durango. Indicando que las comunidades asentadas en dichos municipios utilizaban aguas de pozos y norías ubicadas en las cercanías de las diversas localidades, las cuales en su mayoría contenían concentraciones de arsénico por encima de la norma.</p>	<p>Para el año de 1999, se encontró con las siguientes situaciones: dos pozos se encuentran prestados a otro sistema, cuatro se encuentran en rehabilitación, otro dejó de aportar agua, y los demás pozos presentan un gasto de 59.68% menor al gasto de diseño, es decir están aportando menos agua al sistema.</p> <p>Para solucionar esta situación, se presento un estatus de cada uno de los pozos, con propuestas de “rehabilitación” a los pozos que lo requirieran, y mantenimiento del sistema electromecánico, de cada pozo que así lo requiera; involucrando costos. Cabe recordar que en este diagnostico intervinieron datos de población actual y previsiones hacia el año 2020, poblados incorporados al sistema, análisis de demandas de agua por uso, nivel y tipo de industrias integradas al sistema, infraestructura hidráulica existente, y cobertura de agua potable por sistema y subsistema.</p>
------------------------------------	---	--	---	---

			<p>Por esta razón se planteó la necesidad de sustituir las fuentes contaminadas por otras de aceptable calidad para el consumo humano, y los Gobiernos Federal, Estatales y Municipales, conscientes de la gravedad del problema, decidieron unir esfuerzos y en los años 1987 y 1988, construyeron el acueducto Sistemas Rurales de los Municipios en cuestión, el cual, junto con las redes de distribución de los Sistemas Tlahualillo, Madero, Finisterre, y San Pedro es conocido como Sistema Interestatal.</p> <p>Dicho sistema está pensado para satisfacer las necesidades de las poblaciones mencionadas hasta el año 2015, con una batería de 16 pozos profundos, con el acuífero principal ubicado en la comarca lagunera, con un gasto original de 865 lps, y un gasto de diseño de 675 lps.</p>	
Salazar González, Alejandro.	<p>Determinación de la capacidad de uso de suelo, mediante imágenes de satélite, en el estado de Durango.</p> <p>México, 1983. UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía.</p>	Tesis para obtener el grado de Licenciado en Geografía.	<p>El objetivo fue el elaborar una carta de la <i>capacidad de uso de suelo</i> con el fin de orientar las acciones para el aprovechamiento y desarrollo de los recursos naturales del país, estableciendo las prioridades de investigación, cuidando el fomento de la relación integral de los elementos naturales (suelo-agua-fauna-hombre), y que este en conjunto se integre dentro de la producción agropecuaria y forestal.</p> <p>Aportar alternativas de solución a los problemas de los sectores más afectados, sirviendo de orientación para que estas acciones de unificación entre la agricultura, ganadería, y explotación forestal, tengan alto</p>	<p>Aplicaciones resultado de este trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Localización de zonas de disponibilidad de irrigación. -Localización de polos de desarrollo agropecuario, forestal o industrial. -Selección de caminos de integración socio-económica (nuevas poblaciones) -Planes de desarrollo agropecuario y forestal. -Aumento y diversificación de la producción agrícola.

			<p>grado de eficiencia, corrigiendo el desequilibrio que se percibe en el estado de Durango.</p> <p>Metodología: se jerarquiza o se implementa una sectorización cartográfica (agricultura, ganadería, explotación forestal), por medio de la interpretación de imágenes (en falso color o 4 bandas) de satélite (Landsat II), apoyándose en la base de la cartografía de INEGI y con las debidas verificaciones en campo. Calculando una superficie estudiada oficial de 11 964 800 hectáreas.</p>	<p>-Utilización racional de la explotación forestal (plan ecológico)</p> <p>-Estudios del ganado y de las técnicas ganaderas en los pastizales desérticos.</p> <p>-Costos no cuantificables.</p>
Vargas Gómez, Froylan.	<p>Recursos hidráulicos de la Región Lagunera y la presa Lázaro Cárdenas: El Palmito, Durango.</p> <p>México, 1948. UNAM, Facultad de Ingeniería.</p>	Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.	<p>Descripción detallada de las fuentes de abastecimiento de agua para riego y de las obras hidráulicas construídas para efectuar su aprovechamiento.</p> <p>Todas las aguas destinadas para riego en la Región Lagunera provienen de las lluvias caídas en las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval y de los mantos acuíferos.</p> <p>Se describen los rasgos fisiográficos y morfológicos de la región cercana a la boquilla de la presa Lázaro Cárdenas, que está junto al poblado "El Palmito". También se describe la flora y fauna de la región, presentando tablas que concentran datos sobre áreas de influencia de cada una de las corrientes de las cuencas cerradas de Mayran y Viesca.</p>	<p>Se explica la metodología empleada para la determinación de los climas predominantes de la región y la precipitación, encontrando que el problema de las lluvias aleatorias y escasas, hace que no sea regular la producción agrícola. Esto se presenta en la cuenca del Río Nazas, para los poblados de Santiago Pasquiario, Guanacevi, El Palmito, Nazas, Ciudad Lerdo; en un periodo de 1922 a 1946.</p> <p>- La hidrometría del río Nazas indica que para los meses de julio a octubre presenta fuertes gastos y volúmenes de agua, considerándose netamente torrencial, con periodos abundantes cada 5 o 6 años. Es entonces que se determinó la instalación desde el año de 1891, de estaciones hidrométricas, para conocer más a detalle el comportamiento del río Nazas; en los siguientes lugares: la presa "El Coyote", presa "San Fernando". Y para el año de</p>

			<p>Se calcula la evaporación para las poblaciones de El Palmito, C. Lerdo, Dgo. Para un periodo de 1938 a 1946.</p> <p>Se reportan 46 heladas para el periodo de 1934-1935, y registradas para los años 1921 a 1946. Respecto a los vientos y sus direcciones se registran en un periodo de 1931 a 1946. Se determinan parámetros de humedad atmosférica, o humedad relativa. Concluyendo que se tiene una precipitación escasa.</p> <p>Siguiendo el cauce del Río Nazas desde C. Lerdo hasta Urquizo, abarcando ambas márgenes del río, en una superficie de 120,000 hectáreas, se detectan los aprovechamientos de agua subterránea, pero no son los más socorridos, ya que la precipitación en la comarca Lagunera siempre ha sido baja.</p> <p>Históricamente las norias se han utilizado en la Región Lagunera, y para el año de 1915, el agua del subsuelo permitía nuevas superficies de cultivo, teniendo confianza en las norias para el año de 1920, perforándose varias en la hacienda El Fresno. Y para el año de 1930 se tenían 300 norias perforadas, perfeccionando las técnicas de bombeo.</p>	<p>1948 se reportan las siguientes estaciones hidrométricas activas: El Palmito, Cañón Fernández, Cable Coyote y Cable Cuije.</p> <p>-La estación “El Palmito” es de gran confiabilidad desde 1929, con los siguientes instrumentos: escala, molinete, limnógrafo y muestreo de sedimentos. La presa “Lázaro Cárdenas”, se ubica a 1.6 km de la estación de aforo.</p> <p>Se dan datos de los volúmenes mensuales y anuales escurridos por el Río Nazas hasta el sitio de la estación hidrométrica el Palmito, Dgo. Para el periodo de 1910 a 1946.</p> <p>-Respecto de los gastos que pasan por el río Nazas han variado, debido a la construcción de la presa “Lázaro Cárdenas”, en 1936, ya que en abril de 1938, se desvían las aguas del Río Nazas por el Tajo de desviación. Y a partir del 20 de junio de 1946 se cierran las compuertas de la presa “Lázaro Cárdenas”, por lo cual los gastos son regularizados.</p> <p>-El escurrimiento del Río Nazas hasta el sitio de El Palmito, Dgo., representa el 83% de su aportación total a la Laguna de Mayrán, únicamente con el 53% de la cuenca. Respecto de la aportación total a las lagunas de Mayrán, y Viesca, por los ríos Nazas, Aguanaval, y Cuenca Propia, el escurrimiento medio anual del Nazas,</p>
--	--	--	--	--

			<p>Con el desarrollo de la industria eléctrica el empleo del sistema de bombeo se hizo más generalizado, y para el año de 1940 se tenían unas 1200 norias. Y para 1948 se tienen 1800 norias, de las cuales solo funcionan 1586 por la falta de mantenimiento o la profundidad de estas. La profundidad de perforación de los pozos va desde los 45 metros, hasta los 180, con profundidades medias de 100 metros. Cabe resaltar que estas profundidades perforadas no están relacionadas con estudios de la estratigrafía de la zona.</p> <p>Algunos aprovechamientos, presentaban salinidad y al regar los cultivos con estas aguas, resultó en pocos años inviable económica y ecológicamente.</p> <p>Se menciona que en tierras más permeables, pueden absorber parte de este exceso de sal, pero en las tierras más impermeables el problema es mayor.</p> <p>Respecto a los costos de instalación de equipo de bombeo para el año de 1948. Se menciona que para ese año era de unos 20,000 pesos de esos años, y de la obra ya terminada y en operación una valuación de aprox. 60,000 pesos.</p>	<p>hasta El Palmito, Dgo., representa el 78%, con el 24% de la cuenca total.</p> <p>-Respecto del Río Aguanaval, la cuenca denominada con el mismo nombre comprende los estados de Zacatecas, Durango, y Coahuila, ocupando una superficie de 22,850 km². Pasando esta corriente por los poblados de San Juan de Guadalupe, Dgo. Sirviendo como límite este río, de los estados de Durango y Coahuila, por un tramo de 120 Km.</p> <p>- El río Aguanaval es una corriente de régimen torrencial al igual que la del río Nazas. La precipitación máxima de la cuenca para el año de 1948 es de 400 mm anuales.</p> <p>-Las obras hidráulicas de la Región de la Comarca Lagunera son: presa San Fernando, presa de Calabazas, presa de Coyote, presa del Cuije, presa de Guadalupe, presa de la Trascquila, presa de San Pedro, presa de la Colonia. Además de las estructuras citadas, existen represas, partidores, puentes de aforo, careciendo en general de obras menores de control.</p> <p>Otras presas: presa Genty, presa de Sombreretillo, presa de la Flor, presa de Nazareno, presa de Mieleras.</p> <p>Vasos de almacenamiento: presa de Sta. Rosa, presa de Trujillo.</p> <p>Obras de defensa: ospolones.</p>
--	--	--	---	---

<p>Ascencio Rasgado, Raúl Rigoberto.</p>	<p>BALANCE GEOHIDROLÓGICO DE LA ZONA DEL GUADIANA EN DURANGO. México, 1987. UNAM, ENEP, ARAGON.</p>	<p>Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) Es necesario un conocimiento pleno de los que es el Ciclo Hidrológico, para lograr una concepción real de lo que es el agua subterránea. b) Consecuencia de la gran variedad de suelos que existen, es indispensable conocer la distribución del agua en el suelo. c) Dentro del acuífero, la facilidad o dificultad de circulación del agua depende de la porosidad del medio, así como de su permeabilidad. d) DARCY con sus experimentos, inicio la parte de mediciones dentro de la hidrología subterránea. e) Todo estudio de Hidrología subterránea inicia con los trabajos de campo, que son los datos que nos han de indicar que actitudes a tomar, según el estado en que se encuentra el área de estudio. f) El censo de pozos es la actividad más laboriosa, pero también la más importante de las actividades de campo, por la gran cantidad de datos que de ella se obtienen. g) Aplicando todos los conceptos adquiridos relativos a la Hidrología Subterránea, y basándonos en el principio de que la materia no se crea ni se destruye, sino se transforma, podemos realizar un balance del estado del acuífero de un área determinada, es decir, recarga menos descarga es igual al cambio de almacenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> o) Los resultados del Censo General de Aprovechamientos indican la existencia de 436 pozos profundos de los cuales 328 se encuentran activos en esa fecha. p) El Río Tunal sirve de dren al acuífero en la mayor parte de su trayectoria. q) La profundidad al nivel estático es corta en todo el valle, pero especialmente al norte y en las salidas superficiales del Valle donde se tienen profundidades de entre 2 y 4 m. El nivel medio al nivel estático en el Valle es de unos 10m. r) Las curvas de igual elevación del nivel estático permiten inferir que el flujo subterráneo es de forma concéntrica en el Valle para luego abandonarlo por la parte Este del mismo. s) Los ríos en las partes cercanas a la sierra recargan al acuífero, mientras que en el Valle lo drenan. t) La elevación en el Valle ha sido positiva excepto en las zonas de gran concentración, como la Ciudad de Durango.
--	---	--	---	--

			<p>h) Las recargas acuíferas dependen de: entradas por flujo horizontal y recarga vertical.</p> <p>i) Las descargas del acuífero dependen: salidas de flujo horizontal tanto de entrada como de salida.</p> <p>j) Con la aplicación de la Ley de Darcy se obtiene el flujo horizontal tanto de entrada como de salida.</p> <p>k) Una buena elección de pruebas de bombeo es indispensable para poder cuantificar el flujo horizontal correctamente, ya que de ellas se obtiene la transmisibilidad que es uno de los elementos importantes en la obtención del flujo subterráneo.</p> <p>l) La causa de que un río sea perenne, es el flujo base, es decir el agua que circula por el subsuelo y llega al río, el cual drena en forma superficial, es por esto que para poder cuantificar el flujo base es necesario una estación de aforo en los ríos veanales al área.</p> <p>m) Los recorridos piezométricos en períodos constantes tienen una gran importancia, ya que en ellos se manifiesta de una manera directa la variación en el almacenamiento de un acuífero.</p> <p>n) Conocer cuánta agua se extrae de un área determinada, es una tarea difícil y poco precisa; y para lograrlo se hace uso de métodos indirectos.</p>	
--	--	--	---	--

<p>Pérez López, María E., Vicencio de la Rosa, María G., Alarcón Herrera, María T., Vaca Mier, Mabel.</p>	<p>INFLUENCIA DEL BASURERO MUNICIPAL EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ACUÍFERO DE LA CIUDAD DE DURANGO, MÉXICO.</p>	<p>Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 18(3) 111-116,2002 VOL 18, No 3, AÑO 2002, PAG 111-116.</p>	<p>En un basurero municipal de la ciudad de Durango, se han depositado alrededor de 400 ton.de desechos sólidos/día por más de 15 años. Considerando esto como una fuente potencial de contaminación hacia el acuífero, se determinó las calidades fisicoquímica y microbiológica del agua de 20 pozos alrededor del basurero en un radio de 5 Km, en períodos trimestrales a lo largo de un año.</p>	<p>El agua de 35% de los pozos excede los límites de la normatividad vigente (NOM-127-SSA1-1994) para coliformes fecales y la de 15% de ellos en lo que respecta a nitratos, pero esto no es directamente imputable al basurero. El resto de los parámetros a excepción de dureza están dentro de lo que marca la Norma Oficial Mexicana.</p> <p>Los valores promedio de dureza, cloruros y conductividad son marcadamente más altos en pozos cercanos al basurero, en donde en un lapso de 18 años, se han incrementado de 85 mg/L, 6.9 mg/L y 250 µS/cm, respectivamente, 2 a 334 mg/L 149mg/L y 1039 µS/cm, indicando que la calidad del acuífero se ha modificado y la causa probable es la infiltración de lixiviados del basurero.</p>
<p>Aguirre Calderón, O.A., Jiménez Pérez, Javier., Solís-Moreno, R., Treviño-Garza, E.J., Ybarra-Jurado, E.</p>	<p>ANALISIS DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA CUENCA ALTA DEL RIO NAZAS EN DURANGO, MEXICO.</p>	<p>Revista Chapingo, serie de Ciencias Forestales y del Ambiente. VOL 12, No 2, AÑO 2006, PAG 129-143.</p>	<p>El presente trabajo se desarrollo en la “Sierra de la Candela” en la cuenca alta del rio Nazas en el estado de Durango. El objetivo fue realizar una clasificación de tipos de asociación vegetal, como herramienta base para llevar a cabo una comparación de la evolución de la vegetación en la región, utilizando imágenes de satélite, Landsat ETM, MSS y cartografía local.</p>	<p>Del procesamiento de imágenes se obtuvo primero un mapa de vegetación actual, conteniendo 13 clases de asociación vegetal, las cuales fueron después reclasificadas en cinco. El análisis multiespectral dio como resultado un incremento en las áreas de pastizal y en el bosque abierto en decremento del bosque denso y bosque semidenso.</p>

<p>Maciel Flores, Roberto.</p>	<p>EVALUACIÓN GEOTERMICA PRELIMINAR DEL ESTADO DE DURANGO.</p>	<p>Comisión Federal de electricidad, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, oficina de geología, Michoacán. VOL 2, No 3, AÑO 1986, PAG 265-276.</p>	<p>El objetivo de este trabajo fue realizar el inventario y la evolución, en forma preliminar, del potencial geotermoeléctrico, del Estado de Durango.</p>	<p>Durante la prospección del campo realizada por geología y geoquímica, se localizaron 53 manantiales termales y cuatro pozos, con temperaturas de 28°C a 74°C. sin embargo, la ausencia tanto de vulcanismo como de tectonismo reciente o activo asociado a manifestaciones termales del estado, hace poco probable la presencia de una fuente de calor actual que pudiera asociarse con uno o varios de los focos termales.</p> <p>La única probable excepción podría ser la zona de Santiago Papasquiario, que comprende a nueve grupos de manantiales con las mayores temperaturas del estado que si bien carece de evidencias volcánicas recientes, presenta una clara relación entre los manantiales y las estructuras NW-SE.</p>
<p>Gutiérrez Ávila, Héctor, Becerra Winkler, Sergio., Brust-Carmona, Héctor., Juárez-Mendoza, Jorge., Juárez-Patiño, Jorge.</p>	<p>REMOCION DEL ARSENICO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN DOMICILIOS DE COMUNIDADES RERALES DE LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO.</p>	<p>Revista Salud Pública de México. VOL 31, No 3, AÑO 1989, PAG 305-313.</p>	<p>Se presentan los resultados del procedimiento intradomiciliario para la remoción del arsénico del agua mediante la floculación con sales de hierro. La reacción se llevó a cabo en un tanque específico diseñado con un agitador manual (reactor) colocado en un soporte vertical. Las sales para flocular se entregan en dos sobrecitos cuyo contenido se añade independientemente, agitando el agua después de agregarlos y dejándose reposar de dos a tres horas. El agua se decanta, abriendo la llave estratégicamente colocada en la parte inferior del recipiente.</p>	<p>Diez familias de diversos municipios de los estados de Durango y Coahuila fueron seleccionadas.</p> <p>Se tomaron muestras de agua antes y después del tratamiento, de las cuales el 70%, la remoción de arsénico fue total y que en el restante 30% la remoción fue superior al 93%. La remoción del arsénico del agua en el domicilio fue muy efectiva, por lo que se propone como método paliativo para los grupos de población con mayores índices de exposición.</p>

<p>Trejo Vásquez, Rodolfo, Alarcón Herrera, Ma. Teresa., Martínez López, Yolanda., Romero Návar, Pedro., Salvador Moysén, Jaime.</p>	<p>NIVELES DE FLUORUROS EN EL AGUA DE LOS POZOS DE LA CIUDAD DE DURANGO.</p>	<p>Revista Ingeniería Hidráulica en México. VOL 12, No 3, AÑO 1997, PAG 51-57.</p>	<p>Desde hace varias décadas, los habitantes de la ciudad de Durango en México, han sufrido fluorosis causada por el agua que beben. En el presente estudio se propuso determinar cuantitativamente la presencia de fluoruros en los pozos de la ciudad, como un primer paso hacia la solución del problema.</p>	<p>Se encontró que el 96% de los pozos exceden lo permitido por la Norma Oficial Mexicana para fluoruros. El 84% de los pozos contuvieron entre 2 y 3 veces el límite fijado por la Norma Oficial Mexicana.</p> <p>Las altas concentraciones de fluoruros encontradas en el agua proveniente del subsuelo de la ciudad de Durango hacen pensar que se trata de un acuífero constituido por riolitas fracturadas, derivadas de magmas originados por fusión parcial de la corteza terrestre, tal como sucede con otras ciudades mexicanas con problemas de fluorosis, como la de San Luis Potosí. Algunas de las alternativas de solución son el uso de alúmina activada o la ósmosis inversa; sin embargo su costo es elevado.</p>
<p>Cárdenas Vargas, José., Bustamante, Marco Antonio., Soberanes F. Bonifacio., Yáñez M. Carlos F.</p>	<p>ESTUDIO GEOLÓGICO GEOQUÍMICO DEL AREA DE LOS OCOTES MUNICIPIO DE TAMAZULA, ESTADO DE DURANGO.</p>	<p>Revista Geomimet, (CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, Gerencia de exploración geológica) No 119, AÑO 1982, PAG 45-55.</p>	<p>En el área Los Ocotes existe una zona mineralizada con características similares a las de San José del Desierto, en que afloran rocas cristalinas principalmente porfídicas, cuya composición varían de granodiorita a diorita y brechas de turmalina con alteración cuarzosericítica, todas estas rocas cubiertas por tobas riolíticas y traquiandesíticas.</p>	<p>Las áreas mineralizadas se localizan en el Cerro del Cobre y en Cerro del Cordón. En el primero se observa una granodiorita muy alterada con indicios de cobre, calcopirita y bornita, asociada a brechas de turmalina. En el segundo aflora un cuerpo de brechas de turmalina con abundantes limonitas.</p> <p>Las anomalías de cobre, con valores mayores de 250 ppm, y de molibdeno, con más de 20ppm., se observaron en la cima del Cerro del Cobre, en la falda sur del Cerro del Cordón.</p>

				Las características de alteración y mineralización en brechas de turmalina, en el área estudiada, tienen una importancia dependiente de los resultados que se obtengan en los trabajos de exploración realizados en san José del Desierto, tanto en Cerro Verde como en Cerro de la Mica, en que se investiga a fondo la importancia de la mineralización de cobre, molibdeno, y tungsteno, superficialmente evidenciada.
Gámiz Medina, Mario Alberto.	PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE DURANGO, DGO.	Revista UBAMARI VOL 12, No 35, AÑO 1995, PAG 56-70.	El presente artículo presenta los resultados obtenidos del análisis de funcionalidad aplicado a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Durango, por medio del cual se pudieron detectar algunas fallas que llegarán a influir en los resultados del agua residual tratada.	Se hacen propuestas alternativas para lograr que el funcionamiento de las instalaciones garantice un buen servicio a la comunidad; y la posible recuperación de las áreas contaminadas, que den un margen de seguridad para que las aguas tratadas sean destinadas a otros usos.
Martínez Cortés M., Gómez Luna, M. E., Contreras Montero Beatriz.	BIOESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DEL JURASICO SUPERIOR EN SAN PEDRO DEL GALLO, DURANGO, MEXICO.	Revista Instituto Mexicano del Petróleo (Subdirección de Tecnología de Exploración del IMP) VOL 20, No 3, AÑO 1988, PAG 5-49.	El área de estudio comprende la parte Noreste del Estado de Durango. Se midieron doce secciones estratigráficas en rocas de las formaciones La Gloria y La Casita, de edad Oxfordiano y Kimeridgiano-Titoniano, respectivamente. Los estratos del Cretácico Inferior corresponden a las formaciones Taraises y Carbonera (Neocomiano) y Mezcalera (Neocomiano-Cenomaniano).	Se establece una zonificación bioestratigráfica basada principalmente en amonitas, distinguiéndose cinco zonas y dos subzonas que se correlacionan con las reconocidas para ésta y otras regiones de México y el mundo. El estudio de la fauna colectada en Santa María del Oro, Durango, permite establecer la presencia del Titoniano superior y Cretácico Inferior en esta localidad, asimismo se reporta por primera vez el Titoniano inferior en San Pedro del Gallo, Durango, y la presencia

				<p>en México del gasterópodo nerineido <i>Cossmanea desvoidyi</i> del Oxfordiano inferior. Se establece la distribución estratigráfica del género <i>Durangites</i> y se confirma la presencia de <i>Proniceras</i> en la parte basal del Titoniano superior; de igual manera, se reportan los pelecípodos <i>Buchia tenuistriata</i> y <i>Buchia rugosa</i> en el Kimeridgiano inferior.</p> <p>La litoestratigrafía, bioestratigrafía y petrografía de las formaciones La Casita y Taraises permite diferenciar los ambientes sedimentarios y sus cambios de facies del Oriente al Occidente del área.</p>
Rojas Tamez, Joel (Asesor de la Subdirección General de Construcción de la CONAGUA)	REPARACION EN LA OBRA DE TOMA DE LA PRESA LAZARO CARDENAS "EL PALMITO", DGO.	Revista de la facultad de Ingeniería VOL 67, No 1, AÑO 1997, PAG 25-32.	<p>A cincuenta años de construida la Presa Lázaro Cárdenas, "El Palmito", su operación ha sido eficiente.</p> <p>Sin embargo, desde hace algún tiempo, al vaciar los túneles de obra de toma, para dar mantenimiento a las válvulas de servicio, éstos no podían desaguar totalmente; había un caudal de filtraciones que iba en aumento e impedía inspeccionar dichas válvulas.</p>	<p>En este artículo, se presenta la investigación realizada para determinar el origen de las filtraciones, así como el procedimiento utilizado para obtenerlas.</p>

Reyes Ortega, Pedro (CIDE)	TARIFAS ÓPTIMAS EN LA EXTRACCION DE AGUA (Modelos de juegos discretos y de multiprocesos)	Revista “El trimestre económico” VOL 61, No 243, AÑO 1994, PAG 525-563.	<p>El trabajo desarrolla un modelo de juegos discretos y programación dinámica, con información completa y estocástica para determinar en un horizonte prefijado:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) estructuras tarifarias (sanciones) óptimas por bloques de agua extraída que reconviertan al acuífero subterráneo en estudio, en recurso renovable física y sanitariamente; ii) la selección de cultivos, áreas y tecnologías caracterizadas por su intensidad de uso de agua, que maximicen la utilidad de los productores. El modelo se aplica a La Laguna. 	<p>El tratamiento discreto y la estructura tarifaria óptima bifásica obtenida, constituyen la aportación central. El primero por apartarse de los juegos diferenciales en la economía. Por su parte, la estructura bifásica resulta novedosa frente a las estructuras ortodoxas: En su primer bloque la tarifa es cero –no introduciendo distorsiones en la asignación del agua a los diferentes cultivos- y en el segundo iguala las utilidades a valor presente, esperadas y acumuladas, para cada año del horizonte en análisis.</p>
García-Salazar, J. Alberto, Mora-Flores, J. Saturnino.	TARIFAS Y CONSUMO DE AGUA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA COMARCA LAGUNERA.	Revista: Región y Sociedad. VOL 20, No 42, AÑO 2008, PAG 119-132.	<p>La escasez de agua en la Comarca Lagunera justifica la elaboración de estudios para analizar la demanda del recurso entre los usuarios. Para determinar los factores que influyen en la cantidad de líquido consumida en la zona metropolitana de la Comarca Lagunera, se estimaron dos funciones de demanda en el sector urbano de Torreón, Coahuila y Gómez Palacio, Durango.</p>	<p>Los resultados indican que ésta disponible de manera inelástica a cambios en las tarifas, con elasticidades de -0.20 y -0.18 para cada ciudad, respectivamente; que el gasto aumenta conforme se incrementan los ingresos del consumidor, y que el agua es un bien complementario de la energía eléctrica. Debido a la baja elasticidad del precio de la demanda, no se recomienda subir las tarifas en el tiempo para disminuir el consumo, pues las alzas tendrían repercusiones reducidas sobre la cantidad usada.</p>

<p>Solé Jesús, Salinas, Juan Carlos, González- Torres, Enrique, Cendejas-Cruz, José Eduardo.</p>	<p>EDADES K/Ar DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS DEL OCCIDENTE, CENTRO Y SUR DE MÉXICO.</p>	<p>Revista: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. VOL 24, No 1, AÑO 2007, PAG 104-119.</p>	<p>Se presenta un listado y se discuten las edades K/Ar de 54 muestras de rocas ígneas y metamórficas de variadas localidades de México, determinadas en el marco de un convenio entre el Consejo de Recursos Minerales (ahora Servicio Geológico Mexicano), y el Instituto de Geología de la UNAM.</p> <p>Se analizaron rocas de los siguientes estados: Baja California Sur, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas.</p>	<p>Se reporta cada muestra: ubicación, unidad geológica, descripción petrográfica, mineral analizado, edad calculada, y contexto geológico regional. Asimismo, se proporcionaron en forma de tabla los datos analíticos de todas las muestras.</p> <p>El rango de las edades obtenidas varía de 2 Ma. a 249 Ma.; alrededor del 30% de las muestras fechadas corresponden a cuerpos de rocas volcánicas y plutónicas del Oligoceno, distribuidos en la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur.</p>
<p>Villanueva-Díaz, José, Fulé Peter Z., Cerano- Paredes, Julián, Estrada-Ávalos, Juan, Sánchez- Cohen, Ignacio.</p>	<p>RECONSTRUCCION DE LA PRECIPITACION ESTACIONAL PARA EL BARLOVENTO DE LA SIERRA MACRE OCCIDENTAL CON ANILLOS DE CRECIMIENTO DE <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco.</p>	<p>Revista: Ciencia Forestal en México. VOL 34, No 105, AÑO 2009, PAG 39-71.</p>	<p>El noroeste de México es una región de vanguardia en aspectos agrícolas pero con alta dependencia del agua de escurrimiento y de los acuíferos, cuya fuente de recarga son las cuencas hidrológicas de la Sierra Madre Occidental.</p> <p>Estudios paleoclimáticos para determinar la variabilidad hidroclimática son escasos en esta región. Se desarrollaron cronologías de madera temprana de 531 años (1472–2002) y 554 años (1449–2002) de extensión de <i>Pseudotsuga menziesii</i> para bosques templados en cuencas que drenan hacia la Planicie Costera del Pacífico; se generaron para Tutuaca, Chihuahua y El Cócono, Guanaceví, Durango, respectivamente, y son muy sensibles a la precipitación estacional acumulada invierno-primavera (octubre–mayo).</p>	<p>Las reconstrucciones se asemejan entre sí ($r = 0.61$, $p < 0.00001$; periodo 1472–1999) e indican episodios secos que afectaron a esta región y que se presentaron con una intensidad y duración igual o superior a las sequías del siglo XX. Las más severas y prolongadas se verificaron en las décadas de 1560, 1700 y 1770 y algunas de ellas han sido reportadas en archivos históricos por producir hambrunas y epidemias generalizadas. El impacto de la fase cálida de ENSO en esta región de México incrementa la precipitación y la fase fría la disminuye, aunque este efecto no ha sido constante a través del tiempo, como lo confirma la relación existente entre precipitación reconstruida e Índice de Lluvia Tropical. La elaboración de un mayor número de cronologías es importante para conocer la variabilidad hidroclimática...</p>

b) REFERENCIA COMPLETA DE LOS ARTICULOS REVISADOS

Clasificación: 000199902

Autor: Pérez López, María E., Vicencio de la Rosa, María G., Alarcón Herrera, María T., Vaca Mier, Mabel.

Título: INFLUENCIA DEL BASURERO MUNICIPAL EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ACUÍFERO DE LA CIUDAD DE DURANGO, MÉXICO.

Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 18(3) 111-116,2002

VOL 18, No 3, AÑO 2002, PAG 111-116.

En un basurero municipal de la ciudad de Durango, se han depositado alrededor de 400 ton. de desechos sólidos/día por más de 15 años. Considerando esto como una fuente potencial de contaminación hacia el acuífero, se determinaron las calidades fisicoquímica y microbiológica del agua de 20 pozos alrededor del basurero en un radio de 5 Km, en períodos trimestrales a lo largo de un año. El agua de 35% de los pozos excede los límites de la normatividad vigente (NOM-127-SSA1-1994) para coliformes fecales y la de 15% de ellos en lo que respecta a nitratos, pero esto no es directamente imputable al basurero. El resto de los parámetros a excepción de dureza están dentro de lo que marca la Norma Oficial Mexicana. Los valores promedio de dureza, cloruros y conductividad son marcadamente más altos en pozos cercanos al basurero, en donde en un lapso de 18 años, se han incrementado de 85 mg/L, 6.9 mg/L y 250 μ S/cm, respectivamente, 2 a 334 mg/L, 149 mg/L y 1039 μ S/cm, indicando que la calidad del acuífero se ha modificado y la causa probable es la infiltración de lixiviados del basurero.

Clasificación: 000259666

Autor: Aguirre Calderón, O.A., Jiménez Pérez, Javier., Solís-Moreno, R., Treviño-Garza, E.J., Ybarra-Jurado, E.

Título: ANALISIS DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA CUENCA ALTA DEL RIO NAZAS EN DURANGO, MEXICO.

Revista Chapingo, serie de Ciencias Forestales y del Ambiente.

VOL 12, No 2, AÑO 2006, PAG 129-143.

El presente trabajo se desarrollo en la “Sierra de la Candela” en la cuenca alta del rio Nazas en el estado de Durango. El objetivo fue realizar una clasificación de tipos de asociación vegetal, como herramienta base para llevar a cabo una comparación de la evolución de la vegetación en la región, utilizando imágenes de satélite, Landsat ETM, MSS y cartografía local. Del procesamiento de imágenes se obtuvo primero un mapa de vegetación actual, conteniendo 13 clases de asociación vegetal, las cuales fueron después reclasificadas en cinco. El análisis multiespectral dio como resultado un incremento en las áreas de pastizal y en el bosque abierto en decremento del bosque denso y bosque semidenso.

Clasificación: 000088924

Autor: Maciel Flores, Roberto.

Título: EVALUACIÓN GEOTERMICA PRELIMINAR DEL ESTADO DE DURANGO.

Comisión Federal de electricidad, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, oficina de geología, Michoacán.

VOL 2, No 3, AÑO 1986, PAG 265-276.

El objetivo de este trabajo fue realizar el inventario y la evolución, en forma preliminar, del potencial geotermoeléctrico, del Estado de Durango.

Durante la prospección del campo realizada por geología y geoquímica, se localizaron 53 manantiales termales y cuatro pozos, con temperaturas de 28°C a 74°C. sin embargo, la ausencia tanto de vulcanismo como de tectonismo reciente o activo asociado a manifestaciones termales del estado, hace poco probable la presencia de una fuente de calor actual que pudiera asociarse con uno o varios de los focos termales. La única probable excepción podría ser la zona de Santiago Papasquiario, que comprende a nueve grupos de manantiales con las mayores temperaturas del estado que si bien carece de evidencias volcánicas recientes, presenta una clara relación entre los manantiales y las estructuras NW-SE.

Clasificación: 0036-3634

Autor: Gutiérrez Ávila, Héctor, Becerra Winkler, Sergio., Brust-Carmona, Héctor., Juárez-Mendoza, Jorge., Juárez-Patiño, Jorge.

Título: REMOCION DEL ARSENICO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN DOMICILIOS DE COMUNIDADES RERALES DE LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO.

Revista Salud Pública de México.

VOL 31, No 3, AÑO 1989, PAG 305-313.

Se presentan los resultados del procedimiento intradomiciliario para la remoción del arsénico del agua mediante la floculación con sales de hierro. La reacción se llevó a cabo en un tanque específico diseñado con un agitador manual (reactor) colocado en un soporte vertical. Las sales para flocular se entregan en dos sobrecitos cuyo contenido se añade independientemente, agitando el agua después de agregarlos y dejándose reposar de dos a tres horas. El agua se decanta, abriendo la llave estratégicamente colocada en la parte inferior del recipiente. Diez familias de diversos municipios de los estados de Durango y Coahuila fueron seleccionadas. Se tomaron muestras de agua antes y después del tratamiento, encontrándose que en el 70% de las muestras la remoción de arsénico fue total y que en el restante 30% la remoción fue superior al 93%. La remoción del arsénico del agua en el domicilio fue muy efectiva, por lo que se propone como método paliativo para los grupos de población con mayores índices de exposición.

Clasificación: 0186-4076

Autor: Trejo Vásquez, Rodolfo, Alarcón Herrera, Ma. Teresa., Martínez López, Yolanda., Romero Návar, Pedro., Salvador Moysén, Jaime.

Título: NIVELES DE FLUORUROS EN EL AGUA DE LOS POZOS DE LA CIUDAD DE DURANGO.

Revista Ingeniería Hidráulica en México.

VOL 12, No 3, AÑO 1997, PAG 51-57.

Desde hace varias décadas, los habitantes de la ciudad de Durango en México, han sufrido fluorosis causada por el agua que beben. En el presente estudio se propuso determinar cuantitativamente la presencia de fluoruros en los pozos de la ciudad, como un primer paso hacia la solución del problema. Se encontró que el 96% de los pozos exceden lo permitido por la Norma Oficial Mexicana, NOM, para fluoruros. El 84% de los pozos contuvieron entre 2 y 3 veces el límite fijado por la Norma Oficial Mexicana.

Las altas concentraciones de fluoruros encontradas en el agua proveniente del subsuelo de la ciudad de Durango hacen pensar que se trata de un acuífero constituido por riolitas fracturadas, derivadas de magmas originados por fusión parcial de la corteza terrestre, tal como sucede con otras ciudades mexicanas con problemas de fluorosis, como la de San Luis Potosí. Algunas de las alternativas de solución son el uso de alúmina activada o la ósmosis inversa; sin embargo su costo es elevado.

Clasificación: 0185-1314

Autor: Cárdenas Vargas, José., Bustamante, Marco Antonio., Soberanes F. Bonifacio., Yáñez M. Carlos F.

Título: ESTUDIO GEOLÓGICO GEOQUÍMICO DEL AREA DE LOS OCOTES MUNICIPIO DE TAMAZULA, ESTADO DE DURANGO.

Revista Geomimet, (CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, Gerencia de exploración geológica)

No 119, AÑO 1982, PAG 45-55.

En el área Los Ocotes existe una zona mineralizada con características similares a las de San José del Desierto, en que afloran rocas cristalinas principalmente porfídicas, cuya composición varían de granodiorita a diorita y brechas de turmalina con alteración cuarzosericítica, todas estas rocas cubiertas por tobas riolíticas y traquiandesíticas.

Las áreas mineralizadas se localizan Cerro del Cobre y en Cerro del Cordón. En el primero se observa una granodiorita muy alterada con indicios de cobre, calcopirita y bornita, asociada a brechas de turmalina.

En el segundo aflora un cuerpo de brechas de turmalina con abundantes limonitas.

Las anomalías de cobre, con valores mayores de 250 ppm, y de molibdeno, con más de 20ppm., se observaron en la cima del Cerro del Cobre, en la falda sur del Cerro del Cordón.

Las características de alteración y mineralización en brechas de turmalina, en el área estudiada, tienen una importancia dependiente de los resultados que se obtengan en los trabajos de exploración realizados en san José del Desierto, tanto en cerro Verde como en cerro de la Mica, en que se investiga a fondo la importancia de la mineralización de cobre, molibdeno, y tungsteno, superficialmente evidenciada.

Clasificación: 0185-4518

Autor: Gámiz Medina, Mario Alberto.

Titulo: PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE DURANGO, DGO.

Revista UBAMARI

VOL 12, No 35, AÑO 1995, PAG 56-70.

El presente artículo consiste en los resultados obtenidos del análisis de funcionalidad aplicado a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Durango, por medio del cual se pudieron detectar algunas fallas que llegarán a influir en los resultados del agua residual tratada. En virtud de esto se hacen propuestas alternativas para solucionarlas y lograr que el funcionamiento de las instalaciones garantice un buen servicio a la comunidad; y la posible recuperación de las áreas contaminadas, que den un margen de seguridad para que las aguas tratadas sean destinadas a otros usos.

Clasificación: 0538-1428

Autor: Martínez Cortés M., Gómez Luna, M. E., Contreras Montero Beatriz.

Título: BIOESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DEL JURASICO SUPERIOR EN SAN PEDRO DEL GALLO, DURANGO, MEXICO.

Revista Instituto Mexicano del Petróleo (Subdirección de Tecnología de Exploración del IMP)

VOL 20, No 3, AÑO 1988, PAG 5-49.

El área de estudio comprende la parte Noreste del Estado de Durango. Se midieron doce secciones estratigráficas en rocas de las formaciones La Gloria y La Casita, de edad Oxfordiano y Kimeridgiano-Titoniano, respectivamente. Los estratos del Cretácico Inferior corresponden a las formaciones Taraises y Carbonera (Neocomiano) y Mezcalera (Neocomiano-Cenomaniano).

Se establece una zonificación bioestratigráfica basada principalmente en amonitas, distinguiéndose cinco zonas y dos subzonas que se correlacionan con las reconocidas para ésta y otras regiones de México y el mundo. El estudio de la fauna colectada en Santa María del Oro, Durango, permite establecer la presencia del Titoniano superior y Cretácico Inferior en esta localidad, asimismo se reporta por primera vez el Titoniano inferior en San Pedro del Gallo, Durango, y la presencia en México del gasterópodo nerineido *Cossmanea desvoidyi* del Oxfordiano inferior. Se establece la distribución estratigráfica del género *Durangites* y se confirma la presencia de *Proniceras* en la parte basal del Titoniano superior; de igual manera, se reportan los pelecípodos *Buchia tenuistriata* y *Buchia rugosa* en el Kimeridgiano inferior.

La litoestratigrafía, bioestratigrafía y petrografía de las formaciones La Casita y Taraises permite diferenciar los ambientes sedimentarios y sus cambios de facies del Oriente al Occidente del área.

Clasificación: 0020-0999

Autor: Rojas Tamez, Joel (Asesor de la Subdirección General de Construcción de la CONAGUA)

Título: REPARACION EN LA OBRA DE TOMA DE LA PRESA LAZARO CARDENAS "EL PALMITO", DGO.

Revista de la facultad de Ingeniería

VOL 67, No 1, AÑO 1997, PAG 25-32.

A cincuenta años de construida la Presa Lázaro Cárdenas, “El Palmito”, su operación ha sido eficiente y los beneficios obtenidos son, sin lugar a dudas, los que se esperaban. Sin embargo, desde hace algún tiempo, al vaciar los túneles de obra de toma, para dar mantenimiento a las válvulas de servicio, éstos no podían desaguarse totalmente; había una caudal de filtraciones que iba en aumento e impedía inspeccionar dichas válvulas.

En este artículo, se presenta la investigación realizada para determinar el origen de las filtraciones, así como el procedimiento utilizado para obturarlas.

Clasificación: 0041-3011

Autor: Reyes Ortega, Pedro (CIDE)

Título: TARIFAS ÓPTIMAS EN LA EXTRACCION DE AGUA (Modelos de juegos discretos y de multiprocesos)

Revista “El trimestre económico”

VOL 61, No 243, AÑO 1994, PAG 525-563.

El trabajo desarrolla un modelo de juegos discretos y programación dinámica, con información completa y estocástica para determinar en un horizonte prefijado: i) estructuras tarifarias (sanciones) óptimas por bloques de agua extraída que reconviertan al acuífero subterráneo en estudio, en recurso renovable física y sanitariamente; ii) la selección de cultivos, áreas y tecnologías caracterizadas por su intensidad de uso de agua, que maximicen la utilidad de los productores. El modelo se aplica a La Laguna.

El tratamiento discreto y la estructura tarifaria óptima bifásica obtenida, constituyen la aportación central. El primero por apartarse de los juegos diferenciales en la economía. Por su parte, la estructura bifásica resulta novedosa frente a las estructuras ortodoxas: En su primer bloque la tarifa es cero –no introduciendo distorsiones en la asignación del agua a los diferentes cultivos- y en el segundo iguala las utilidades a valor presente, esperadas y acumuladas, para cada año del horizonte en análisis.

ISSN: 1870-3925

Autor: García-Salazar, J. Alberto, Mora-Flores, J. Saturnino.

Titulo: TARIFAS Y CONSUMO DE AGUA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA COMARCA LAGUNERA.

Revista: Región y Sociedad.

VOL 20, No 42, AÑO 2008, PAG 119-132.

La escasez de agua en la Comarca Lagunera justifica la elaboración de estudios para analizar la demanda del recurso entre los usuarios. Para determinar los factores que influyen en la cantidad de líquido consumida en la zona metropolitana de la Comarca Lagunera, se estimaron dos funciones de demanda en el sector urbano de Torreón, Coahuila y Gómez Palacio, Durango. Los resultados indican que ésta disponible de manera inelástica a cambios en las tarifas, con elasticidades de -0.20 y -0.18 para cada ciudad, respectivamente; que el gasto aumenta conforme se incrementan los ingresos del consumidor, y que el agua es un bien complementario de la energía eléctrica. Debido a la baja elasticidad del precio de la demanda, no se recomienda subir las tarifas en el tiempo para disminuir el consumo, pues las alzas tendrían repercusiones reducidas sobre la cantidad usada.

ISSN:

Autor: Solé Jesús, Salinas, Juan Carlos, González-Torres, Enrique, Cendejas-Cruz, José Eduardo.

Titulo: EDADES K/Ar DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS DEL OCCIDENTE, CENTRO Y SUR DE MÉXICO.

Revista: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.

VOL 24, No 1, AÑO 2007, PAG 104-119.

Se presenta un listado de y se discuten las edades K/Ar de 54 muestras de rocas ígneas y metamórficas de variadas localidades de México, determinadas en el marco de un convenio entre el Consejo de Recursos Minerales (ahora Servicio Geológico Mexicano), y el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se analizaron rocas de los siguientes estados: Baja California Sur, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas.

Se reporta la información relevante de cada muestra, ubicación, unidad geológica, descripción petrográfica, mineral analizado, edad calculada, y contexto geológico regional. Asimismo, se proporcionaron en forma de tabla los datos analíticos de todas las muestras. El rango de las edades obtenidas varía de 2 Ma. a 249 Ma.; alrededor del 30% de las muestras fechadas corresponden a cuerpos de rocas volcánicas y plutónicas del Oligoceno, distribuidos en la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur.

ISSN:

Autor: Villanueva-Díaz, José, Fulé Peter Z., Cerano-Paredes, Julián, Estrada-Ávalos, Juan, Sánchez-Cohen, Ignacio.

Titulo: RECONSTRUCCION DE LA PRECIPITACION ESTACIONAL PARA EL BARLOVENTO DE LA SIERRA MACRE OCCIDENTAL CON ANILLOS DE CRECIMIENTO DE *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.

Revista: Ciencia Forestal en México.

VOL 34, No 105, AÑO 2009, PAG 39-71.

El noroeste de México es una región de vanguardia en aspectos agrícolas pero con alta dependencia del agua de escurrimiento y de los acuíferos, cuya fuente de recarga son las cuencas hidrológicas de la Sierra Madre Occidental. Estudios paleoclimáticos para determinar la variabilidad hidroclimática son escasos en esta región. Se desarrollaron cronologías de madera temprana de 531 años (1472–2002) y 554 años (1449–2002) de extensión de *Pseudotsuga menziesii* para bosques templados en cuencas que drenan hacia la Planicie Costera del Pacífico; se generaron para Tutuaca, Chihuahua y El Cócono, Guanaceví, Durango, respectivamente, y son muy sensibles a la precipitación estacional acumulada invierno-primavera (octubre–mayo). Las reconstrucciones se asemejan entre sí ($r = 0.61$, $p < 0.00001$; período 1472–1999) e indican episodios secos que afectaron a esta región y que se presentaron con una intensidad y duración igual o superior a las sequías del siglo XX. Las más severas y prolongadas se verificaron en las décadas de 1560, 1700 y 1770 y algunas de ellas han sido reportadas en archivos históricos por producir hambrunas y epidemias generalizadas. El impacto de la fase cálida de ENSO en esta región de México incrementa la precipitación y la fase fría la disminuye, aunque este efecto no ha sido constante a través del tiempo, como lo confirma la relación existente entre precipitación reconstruida e Índice de Lluvia Tropical. La elaboración de un mayor número de cronologías es importante para conocer la variabilidad hidroclimática, especialmente la de verano, de mayor relevancia hidrológica en esta zona.

c) REFERENCIA COMPLETA DE LAS TESIS REVISADAS

Clasificación: 001-01123-C1-1990-2

Autor: Cruz Pineda, Manuel

Título: Geología y algunos aspectos hidrológicos de la hoja Durango (G13-11) en el sector central del estado de Durango.

México, 1990. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.

En el área de estudio localizada en la porción central del estado de Durango, ejemplificada como anteproyecto de adecuación a la cartografía geológica 1:250 000 de INEGI, se representaron las estructuras regionales más relevantes, mostrando la equivalencia de unidades litológicas-litoestratigráficas. Así como cortes esquemáticos, mencionándose posibles riesgos geológicos.

En el aspecto hidrológico se tocaron temas tales como constitución y acuíferos, calidad del agua, gastos, permeabilidades, precipitación, escurrimientos, se definieron unidades hidrogeológicas, con sus posibilidades de obtención de agua subterránea. Descripción de los desarrollos económicos derivados de los aprovechamientos acuícolas, mencionando zonas de veda y áreas de concentración de pozos

Se reconocieron nuevos detalles en la columna estratigráfica de la región, producto de nuevos trabajos de campo (nuevas y mejores descripciones y correlaciones con las regiones vecinas, descripción de unidades intrusivas).

Conclusiones y recomendaciones: Debido a la baja precipitación en el área de estudio se recomiendan la extracción de aguas subterráneas, utilizando métodos similares a los de Randall (1984), en rocas volcánicas (teniendo las siguientes consideraciones: las tobas como colectores y almacenes del vital líquido, mientras que riolitas e ignimbritas como unidades impermeables); para abastecer a nuevas poblaciones de agua, los cuales incluyen SEV, resaltando que las calderas volcánicas pueden contener grandes cantidades de agua subterránea.

También en la porción sur central, se menciona la posibilidad de acuíferos en terrenos basálticos, que pueden estar cubiertos por material de acarreo (aluvial), mismos que presentan transmisibilidades altas.

Clasificación: 001-01123-R1-1976-12

Autor: Reyes Cortés, Ignacio Alfonso.

Título: Estudio geológico de La Sierra La Candelaria (Coahuila y Durango), y sus implicaciones en la geología regional.

México, 1976. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.

Este trabajo se realizó inicialmente para el convenio de exploración geológica, en el “Prospecto San Juan de Guadalupe”, Durango, establecido entre PEMEX y la facultad de Ingeniería. Posteriormente se complemento y corrigió para presentarse como tesis profesional.

El área de estudio se sitúa en el límite entre las porciones fisiográficas, de la Sierra Madre Oriental, en la sección conocida como “Sierras Transversales”, y la porción más septentrional de la Mesa Central. Los rasgos topográficos y las estructuras de las Sierras, indican la erosión constantes de las sierras, que rellenan los valles.

Con los debidos trabajos de campo, se explica a detalle las características estratigráficas de las siguientes formaciones:

-formaciones aflorantes en la Sierra La Candelaria

-Formación Caopas, Formación Taraises, Formación Cupido, Formación La Peña, Formación Cuesta del Cura, Formación Indidura, Formación Caracol, Formación Ahuichila.

También se proporcionan nuevos argumentos respecto de corrimiento de sedimentos relacionados con las placas tectónicas “Pacífico”, y “Americana”.

Clasificación: 001-01123-R2-1988-2

Autor: Rodríguez Peralta, Graciela.

Título: Estudio hidrogeológico del área de Villa Juárez, Durango.

México, 1988. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.

Con datos climatológicos, fisiográficos, geológicos, de hidrogeoquímica del agua, censo de aprovechamientos, hidrometría de extracciones y pruebas de bombeo; se realizó un balance de aguas subterráneas para el área (950 km²) de Villa Juárez, Dgo. Área enclavada en el Valle del Río Nazas y zona conurbada de Torreón-Gómez Palacio, Cd Lerdo. Las dependencias interesadas en este estudio son: SEDUE (reservar el área para el uso público-urbano); CFE (con el fin de construir una planta termoeléctrica).

Con una precipitación promedio anual de 251.6 mm, y una ETR anual promedio de 2,279.9 mm., nueve veces mayor que la precipitación.

Las características hidráulicas a determinar son: transmisibilidad, conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento; parámetros importantes para calcular los caudales de aguas que circulan en el subsuelo, así como las variaciones de almacenamiento subterráneo, así como desarrollar modelos de simulación de acuíferos.

Las conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

El agua subterránea en el área de interés fluye y se almacena en el poblado de Villa Juárez, y en dos tipos de acuíferos:

- a) Granular, formado por sedimentos aluviales.
- b) Formado por rocas calcáreas que bordean a la zona de estudio.

La principal fuente de recarga en el acuífero aluvial, procede de la infiltración de los escurrimientos a lo largo del cauce del Río Nazas, cuya precipitación es de 273.32 mm.

En general en el área de estudio se encuentran aguas de buena calidad, con STD de 1,525 ppm, siendo los aniones predominantes sulfatos y bicarbonatos; y los cationes calcio. Con la siguiente clasificación del agua: cálcica-sulfatada y cálcico-bicarbonatada. La mayoría de las aguas muestreadas tienen salinidad alta.

Con un censo de 164 aprovechamientos extracción de 23.1 hm³ anuales, y una DAS de 125 hm³ anuales.

Clasificación: 001-01121-P2-2002-8

Autor: Pérez Mejía, Julio Humberto

Título: Diagnóstico técnico de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en pozos profundos y una propuesta de trabajos de rehabilitación en el sistema interestatal Coahuila-Durango, 2002

México, 1988. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.

Dentro de los objetivos relacionados con el siguiente capítulo se tienen:

- a) Descripción de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
- b) Definir que es un sistema de abastecimiento por bombeo de pozos profundos, y cuáles son los elementos que los constituyen.

Respecto de la captación de agua (cap. 1, pág. 3), se analiza el factor económico como principal obstáculo en el abastecimiento de agua potable a una región, reconociendo que la fuente de abastecimiento de agua más común para los sistemas rurales, es el agua subterránea, extraída por medio de las siguientes estructuras: pozos excavados, drenes de infiltración, galerías filtrantes, y pozos adomados (para profundidades grandes). También se menciona la capacidad de los manantiales, pero con ciertos cuidados. Desde luego se considera el agua de lluvia como opción de recarga de acuíferos sobreexplotados, y para almacenamiento.

En particular respecto del uso de las aguas subterráneas, debería ser el último recurso a utilizar, y solo después de que no se cuente con manantiales disponibles (mi opinión).

Con prospecciones simples cuando se trata de localidades pequeñas y de estudios geohidrológicos para ciudades, incluyendo estudios de geofísica para ubicar la geometría del acuífero.

Respecto del rendimiento de un acuífero, por regla no se debe extraer más agua que la que se recibe por recarga natural. Y considerando que la extracción de agua de un pozo nuevo, mermará el rendimiento de los pozos vecinos; el nivel freático del pozo o pozos de interés no deben estar debajo del nivel máximo de un cuerpo contaminado o pluma contaminante, ya que el agua contaminada de otros lugares, puede ser arrastrada al acuífero.

La producción de un pozo varía desde aprox. 1 l/seg, si el diámetro es pequeño, no profundo y si el acuífero se encuentra entre arena fina, hasta 100 l/seg., en pozos profundos de diámetro mayor, en arena gruesa o acuíferos de roca fracturada.

En el capítulo 5 se analiza la problemática específica en la zona nordeste de la Región Lagunera, que comprende los municipios de Fco. I. Madero y San Pedro de las Colonias, en el estado de Coahuila y Tlahualillo de Zaragoza, en el estado de Durango. Indicando que las comunidades asentadas en dichos municipios utilizaban como fuentes a abastecimiento, aguas de pozos y norías ubicadas en las cercanías de las diversas localidades, las cuales en su mayoría contenían concentraciones de arsénico por encima de la norma. Por esta razón se planteó la necesidad de sustituir las fuentes contaminadas por otras de aceptable calidad para el consumo humano, y los Gobiernos Federa, Estatales y Municipales, conscientes de la gravedad del problema, decidieron unir esfuerzos y en los años 1987 y 1988, construyeron el acueducto Sistemas Rurales de los Municipios en cuestión, el cual, junto con las redes de distribución de los Sistemas Tlahualillo, Madero, Finisterre, y San Pedro es conocido como Sistema Interestatal. Dicho sistema está pensado para satisfacer las necesidades de las poblaciones mencionadas hasta el año 2015, con una batería de 16 pozos profundos, con el acuífero principal ubicado en la comarca lagunera, con un gasto original de 865 lps, y un gasto de diseño de 675 lps.

Para el año de 1999, se encontró con las siguientes situaciones: dos pozos se encuentran prestados a otro sistema, cuatro se encuentran en rehabilitación, otro dejó de aportar agua, y los demás pozos presentan un gasto de 59.68% menor al gasto de diseño, es decir están aportando menos agua al sistema.

Es entonces, que como parte de la solución a esta situación, se presento un estatus de cada uno de los pozos, con propuestas de "rehabilitación" a los pozos que lo requirieran, y mantenimiento del sistema electromecánico, de cada pozo que así lo requiera; involucrando costos.

Cabe recordar que en este diagnóstico intervinieron datos de población actual y previsiones hacia el año 2020, poblados incorporados al sistema, análisis de demandas de agua por uso, nivel y tipo de industrias integradas al sistema, infraestructura hidráulica existente, y cobertura de agua potable por sistema y subsistema.

Clasificación: 001-01026-S1-1983-1

Autor: Salazar González, Alejandro.

Título: Determinación de la capacidad de uso de suelo, mediante imágenes de satélite, en el estado de Durango.

México, 1983. UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía.

Tesis para obtener el grado de Licenciado en Geografía.

El objetivo del presente trabajo fue el elaborar una carta de la capacidad de uso de suelo con el fin de orientar las acciones para el aprovechamiento y desarrollo de los recursos naturales del país, estableciendo las prioridades de investigación, cuidando el fomento de la relación integral de los elementos naturales (suelo-agua-fauna-hombre), y que este en conjunto se integre dentro de la producción agropecuaria y forestal.

Aportar alternativas de solución a los problemas de los sectores más afectados, sirviendo de orientación para que estas acciones de unificación entre la agricultura, ganadería, y explotación forestal, tengan alto grado de eficiencia, corrigiendo el desequilibrio que se percibe en el estado de Durango.

Aplicaciones resultado de este trabajo:

- Localización de zonas de disponibilidad de irrigación.
- localización de polos de desarrollo agropecuario, forestal o industrial.
- selección de caminos de integración socio-económica (nuevas poblaciones)

- planes de desarrollo agropecuario y forestal.
- aumento y diversificación de la producción agrícola.
- utilización racional de la explotación forestal (plan ecológico)
- estudios del ganado y de las técnicas ganaderas en los pastizales desérticos.
- costos no cuantificables.

La metodología aplicada es la siguiente: se jerarquiza o se implementa una sectorización cartográfica (agricultura, ganadería, explotación forestal), por medio de la interpretación de imágenes (en falso color o 4 bandas) de satélite (Landsat II), apoyándose en la base de la cartografía del INEGI y con las debidas verificaciones en campo. Calculando una superficie estudiada oficial de 11 964 800 hectáreas.

Clasificación: 001-01121-V1-1948-48

Autor: Vargas Gómez, Froylan.

Título: Recursos hidráulicos de la Región Lagunera y la presa Lázaro Cárdenas: El Palmito, Durango.

México, 1948. UNAM, Facultad de Ingeniería.

Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.

Es este trabajo se hace una descripción detallada de las más importantes fuentes de abastecimiento de agua para riego y de las obras hidráulicas construídas para efectuar su aprovechamiento.

Todas las aguas destinadas para riego en la Región Lagunera provienen de las lluvias caídas en las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval y de los mantos acuíferos.

También se hace una descripción detallada de todos los rasgos fisiográficos y morfológicos de la región cercana a la boquilla de la presa Lázaro Cárdenas, que está junto al poblado “El Palmito”.

También describe la flora y fauna de la región, presentando tablas que concentran datos sobre áreas de influencia de cada una de las corrientes de las cuencas cerradas de Mayran y Viesca.

Se hace una descripción detallada de la metodología empleada para la determinación de los climas predominantes de la región y la precipitación, encontrando que el problemas de las lluvias aleatorias y escasas, hace que no sea regular la producción agrícola. Esto se presenta en la cuenca del Río Nazas, para los poblados de Santiago Pasquiari, Guanacevi, El Palmito, Nazas, Ciudad Lerdo; en un periodo de 1922 a 1946.

También se hace un cálculo de la evaporación para las poblaciones de El Palmito, C. Lerdo, Dgo. Para un periodo de 1938 a 1946.

Respecto de las heladas, se reportan 46 para el periodo de 1934-1935, y registradas para los años 1921 a 1946.

También respecto a los vientos y sus direcciones se registran en un periodo de 1931 a 1946.

También se determinan parámetros de humedad atmosférica, o humedad relativa. Concluyendo que se tiene una precipitación escasa.

La hidrometría del río Nazas indica que para los meses de julio a octubre presenta fuertes gastos y volúmenes de agua, considerándose netamente torrencial, con periodos abundantes cada 5 o 6 años. Es entonces que se determinó la instalación desde el año de 1891, de estaciones hidrométricas, para conocer más a detalle el comportamiento del río Nazas; en los siguientes lugares: la presa “El Coyote”, presa “San Fernando”. Y para el año de 1948 se reportan las siguientes estaciones hidrométricas activas: El Palmito, Cañón Fernández, Cable Coyote y Cable Cuije.

Siendo la estación “El Palmito” de gran confiabilidad desde 1929, con los siguientes instrumentos: escala, molinete, limnógrafo y muestreo de sedimentos. Ubicándose la presa “Lázaro Cárdenas”, a 1.6 km de la estación de aforo.

Se dan datos de los volúmenes mensuales y anuales escurridos por el Río Nazas hasta el sitio de la estación hidrométrica el Palmito, Dgo. Para el periodo de 1910 a 1946.

Respecto de los gastos que pasan por el río Nazas han variado, debido a la construcción de la presa “Lázaro Cárdenas”, en 1936, ya que en abril de 1938, se desvían las aguas del Río Nazas por el Tajo de desviación. Y a partir del 20 de junio de 1946 se cierran las compuertas de la presa “Lázaro Cárdenas”, por lo cual los gastos son regularizados.

Siguiendo el cauce del Río Nazas desde C. Lerdo hasta Urquiza, abarcando ambas márgenes del río, en una superficie de 120,000 hectáreas, se detectan los aprovechamientos de agua subterránea, pero no son los más socorridos, ya que la precipitación en la comarca Lagunera siempre ha sido baja.

Históricamente las norias se han utilizado en la Región Lagunera, y para el año de 1915, el agua del subsuelo permitía nuevas superficies de cultivo, teniendo confianza en las norias para el año de 1920, perforándose varias en la hacienda El Fresno. Y para el año de 1930 se tenían 300 norias perforadas, perfeccionando las técnicas de bombeo. Con el desarrollo de la industria eléctrica el empleo del sistema de bombeo se hizo más generalizado, y para el año de 1940 se tenían unas 1200 norias.

Y para 1948 se tienen 1800 norias, de las cuales solo funcionan 1586 por la falta de mantenimiento o la profundidad de estas. La profundidad de perforación de los pozos va desde los 45 metros, hasta los 180, con profundidades medias de 100 metros. Cabe resaltar que estas profundidades perforadas no están relacionadas con estudios de la estratigrafía de la zona.

Otro problema con algunos aprovechamientos, fue que algunos de ellos presentaban salinidad y al regar los cultivos con estas aguas, resulto en pocos años inviable económica y ecológicamente. Es entonces que para el año de 1948 se tiene que solo el 55 % corresponde a aguas de muy buena calidad a tolerables, es decir con cantidades de sal en los límites permisibles, esto respecto al uso que se les da, que es el agrícola. Se menciona que en tierras más permeables, pueden absorber parte de este exceso de sal, pero en las tierras más impermeables el problema es mayor.

Respecto a los costos de instalación de equipo de bombeo para el año de 1948. Se menciona que para ese año era de unos 20,000 pesos de esos años, y de la obra ya terminada y en operación una valuación de aprox. 60,000 pesos.

Respecto del Río Aguanaval, la cuenca denominada con el mismo nombre comprende los estados de Zacatecas, Durango, y Coahuila, ocupando una superficie de 22 850 Km².

Pasando esta corriente por los poblados de San Juan de Guadalupe, Dgo. Sirviendo como limite este rio, de los estados de Durango y Coahuila, por un tramo de 120 Km.

La precipitación máxima de la cuenca para el año de 1948 es de 400 mm anuales.

El río Aguanaval es una corriente de régimen torrencial al igual que la del río Nazas.

Resumiendo, el escurrimiento del Río Nazas hasta el sitio de El Palmito, Dgo., representa el 83% de su aportación total a la Laguna de Mayrán, únicamente con el 53% de la cuenca. Respecto de la aportación total a las lagunas de Mayrán, y Viesca, por los ríos Nazas, Aguanaval, y Cuenca Propia, el escurrimiento medio anual del Nazas, hasta El Palmito, Dgo., representa el 78%, con el 24% de la cuenca total.

Las obras hidráulicas de la Región de la Comarca Lagunera son: presa San Fernando, presa de Calabazas, presa de Coyote, presa del Cuije, presa de Guadalupe, presa de la Trasquila, presa de San Pedro, presa de la Colonia. Además de las estructuras citadas, existen represas, partidores, puentes de aforo, careciendo en general de obras menores de control.

Otras presas: presa Genty, presa de Sombreretillo, presa de la Flor, presa de Nazareno, presa de Mieleras.

Vasos de almacenamiento: presa de Sta. Rosa, presa de Trujillo.

Obras de defensa: oспolones.

d) REFERENCIA COMPLETA DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS EN LA REGION

- **ESTUDIOS DE PROSPECCIÓN GEOHIDROLÓGICA DE LA ZONA DE LLANOS DE LA ZARCA, ESTADO DE DURANGO, elaborado por la empresa Servicios Geológicos, S.A., para la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el año 1986.**
El objetivo general de este estudio fue la definición de las unidades litoestratigráficas que constituyen el subsuelo, su permeabilidad, posición topográfica y estructural, que permitan identificar las condiciones geohidrológicas más favorables de la zona para la perforación de pozos exploratorios.
- **ESTUDIO PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS ACUIFEROS: CABRERA-OCAMPO, MATALOTES-EL ORO, SAN JOSÉ DE NAZARENO, GALEANA-QUEMADO, LA VICTORIA, BUENOS AIRES, TORREÓN DE CAÑAS, SAN FERMÍN, SAN JUAN DEL RÍO, CABRERA, LA ZARCA-REVOLUCIÓN Y REVOLUCIÓN, EN EL ESTADO DE DURANGO”.**
Entregado a la Comisión Nacional del Agua (a través del Organismo Cuencas Centrales del Norte, Dirección Local Durango, Subdirección de Asistencia Técnica Operativa). Número de convenio: SGT-OCCCN-DGO-10-05-RF-CC. *La Comisión Nacional del Agua, elaboró este estudio en colaboración con la Universidad de Sonora (Departamento de Geología). Elaborado en el periodo comprendido del 27 de agosto al 30 de noviembre, y entrega final en diciembre de 2010.*
- **Informe de la Presa “Lázaro Cárdenas (El Palmito)”, Distrito de Riego NUM. 17 – Región Lagunera.** Editado por la S.A.R.H. (Actual Comisión Nacional del Agua), en 1993. A través del Consultivo Técnico, y con la supervisión editorial de la Gerencia de Información y Participación Ciudadana.

ANEXO III Datos de las pruebas de bombeo

FICHAS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO:

ACUIFERO: Buenos Aires
FORMATO PARA PRUEBAS DE BOMBEO

Clave	<u>CNA-1013-003</u>	Fecha	<u>05/10/2010</u>
Ubicación Nad27		Tipo	<u>Noria</u>
X	<u>503,788</u>	N.E (m)	<u>1.42</u>
Y	<u>2,831,334</u>	Diam Desc (pulg)	<u>3</u>
Z	<u>1,438</u>	Diam Ademe (pulg)	<u></u>
Localidad	<u>Los Zarqueños</u>	Q (lps)	<u>4.80</u>
		N.D(m)	<u></u>
		Prof. Total	<u>9 mts.</u>

ABATIMIENTO		
Hora de inicio _____		
Duración _____		
Tiempo	Profundidad N.D	Abatimiento (m)
15 seg	1.52	
30 seg	1.58	
1 min	1.65	
2 min	1.74	
4 min	1.89	
8 min	2.13	
15 min	2.47	
30 min	3.22	
45 min	3.99	
60 min	4.71	
1:15 hrs	4.71	

RECUPERACIÓN		
Hora de inicio _____		
Duración _____		
Tiempo	Profundidad N.D	Recuperación (m)
15 seg	4.83	
30 seg	4.77	
1 min	4.65	
2 min	4.45	
3 min		
5 min	3.88	
10 min	3.18	
15 min	2.86	
30 min	2.22	
45 min	1.62	

Observaciones: Orilla del río

ACUÍFERO: Buenos Aires
FORMATO PARA PRUEBAS DE BOMBEO

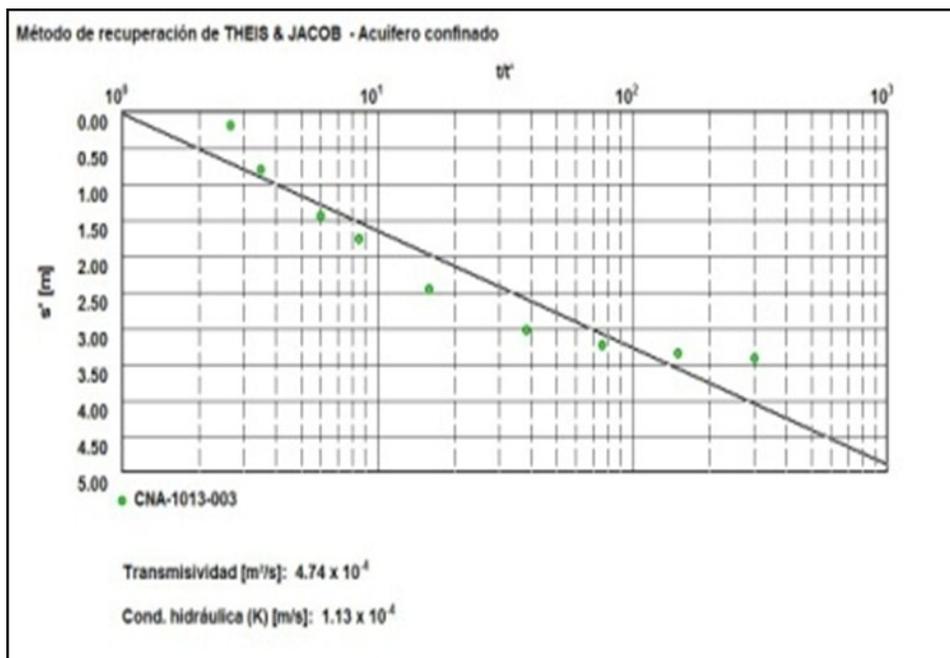
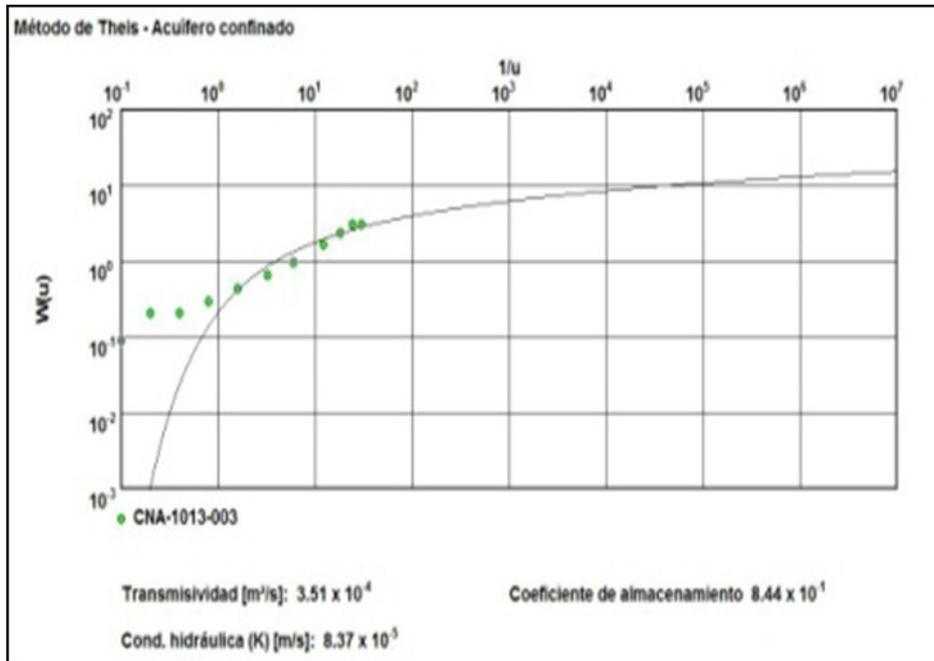
Clave	<u>CNA-1013-017</u>	Fecha	<u>05/10/2010</u>
Ubicación Nad27		Tipo	<u>Pozo</u>
X	<u>488,091</u>	N.E (m)	<u>13.31</u>
Y	<u>2,848,976</u>	Diam Desc (pulg)	<u>2</u>
Z	<u>1,550</u>	Diam Ademe (pulg)	<u></u>
Localidad <u>San Antonio de las Cruces</u>		Q (lps)	<u>4</u>
		N.D(m)	<u>15.67</u>
		Prof. Total	<u>101 mts.</u>

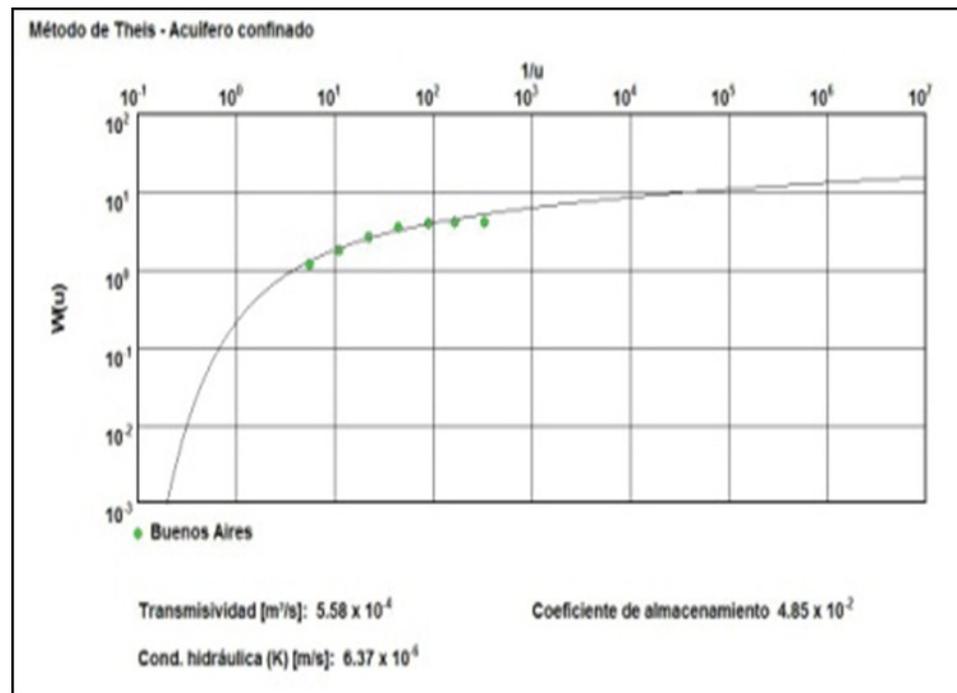
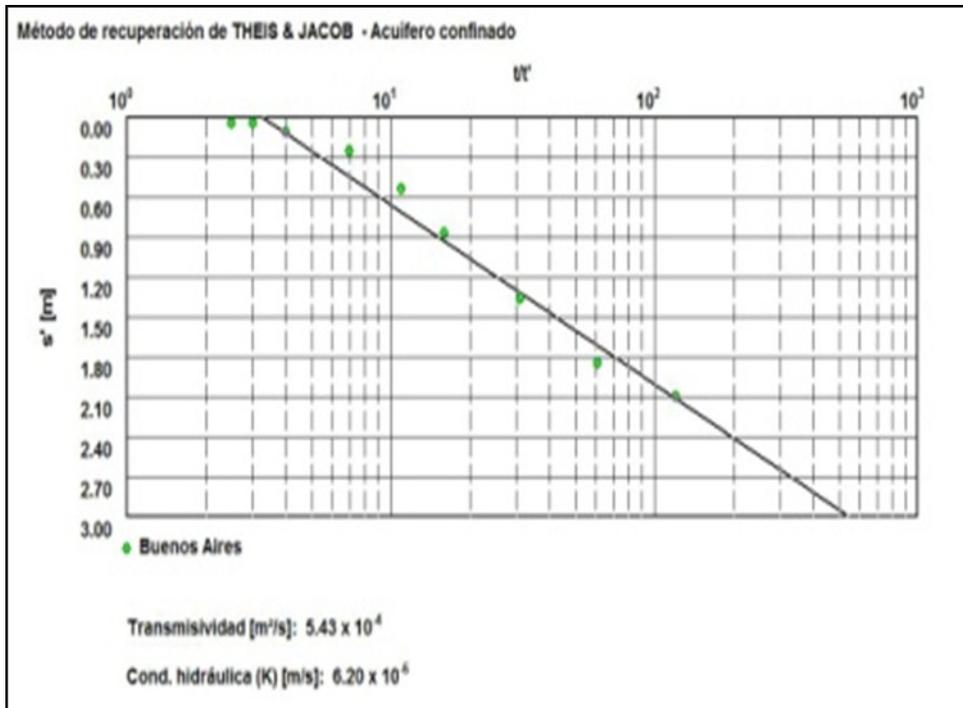
ABATIMIENTO		
Hora de inicio _____		
Duración _____		
Tiempo	Profundidad N.D	Abatimiento (m)
15 seg		
30 seg	13.98	
1 min	14.31	
2 min	14.79	
4 min	15.29	
8 min	15.54	
15 min	15.67	
30 min	15.67	

RECUPERACIÓN		
Hora de inicio _____		
Duración _____		
Tiempo	Profundidad N.D	Recuperación (m)
15 seg	15.40	
30 seg	15.15	
1 min	14.67	
2 min	14.18	
3 min	13.84	
5 min	13.56	
10 min	13.42	
15 min	13.38	

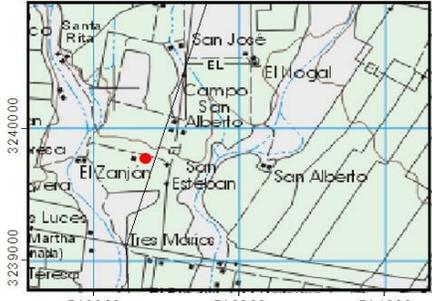
Observaciones: _____

GRAFICAS CON LOS RESULTADOS POR LOS METODOS MENCIONADOS:





ANEXO IV Censo de aprovechamientos en campo.

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-001
ESTADO	Durango	ACUIFERO	BUENOS AIRES
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.521289 L.W. -105.007422
LOCALIDAD	La Victoria	ELEVACION DEL BROCAL(msnm)	1556
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P.
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB-URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	44.98 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALARED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	2.54
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS		TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	5184		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MINOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 5184 m³/ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	05-oct-10	CENSO:	UNISON
			

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-02
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.651133 L.W. -104.982374
LOCALIDAD	Zarqueños	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1540
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB-URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	51.42 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	S/D
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	05-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-003
ESTADO	Durango	ACUÍFERO	_____
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.599121 L.W. -104.961757
LOCALIDAD	Los zarqueños	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1382
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
NIVEL ESTATICO	0.96 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input checked="" type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	7.62
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	9	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	20736		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
		_____	_____
		SEM/AÑO	20736 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)		20000	
POSIBILIDADES DE USO PARA:		POZO PILOTO	PRUEBA DE BOMBEO
		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:		CENSO:	
05-oct-10		UNISON	
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-005
ESTADO	Durango	ACUÍFERO	BUENOS AIRES
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.608341 L.W. -104.96281
LOCALIDAD	Los Zarqueños	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1460
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB-URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Nps _____		NIVEL DINAMICO _____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____	VOLUMEN ANUAL (m³)	_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA _____	DIAS/SEM _____
		SEM/AÑO _____	m³/ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA:			
POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO: 05-oct-10		CENSO: UNISON	
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Juan parras Jacquez	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-006
ESTADO	Durango	ACUIFERO	BUENOS AIRES
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.604521 L.W. -104.961696
LOCALIDAD	Los zarqueños	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1479
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	6.28 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	260
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	13	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	05-oct-10	CENSO:	UNISON

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-007
ESTADO	Durango	ACUIFERO	BUENOS AIRES
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.619757 L.W. -104.966422
LOCALIDAD	Los Zarqueños	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1484
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	33.97 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	38.1
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	3.81
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	181	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	9909.75		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
_____		_____	_____
SEM/AÑO		9909.75 m³/ANUALES	
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA:			
POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO
			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:		CENSO:	
05-oct-10		UNISON	
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO		No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-009
ESTADO	Durango	ACUÍFERO	
MUNICIPIO		COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.720934 L.W. -105.067954
LOCALIDAD		ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1556
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB-URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTÁTICO	12.81 mts	NIVEL DINÁMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm) : 25.4	DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS		TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)			
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m³)		VOLUMEN ANUAL (m³)	
VOLUMEN ANUAL (m³)			
REGIMEN DE OPERACIÓN:		CENSO:	
_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO _____	m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)		PUNTO DE BOMBEO	
_____		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
POSIBILIDADES DE USO PARA:		PRUEBA DE BOMBEO	
POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>			NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	El Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-010
ESTADO	Durango	ACUÍFERO	BUENOS AIRES
MUNICIPIO	La Tijera	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.725656 L.W. -105.07009
LOCALIDAD	La Tijera	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1552
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P.
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	17.79 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input checked="" type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____	_____	
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	15.24
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	3.81
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	12 FAMILIAS	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	2628		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 2628 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		_____
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Municipio	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-011
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.746328 L.W. -105.044577
LOCALIDAD	Buenos Aires	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1613
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL COMUN P.P.
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Nps _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. 392211	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	7.62
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	300	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	16425		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 16425 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-012
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.747031 L.W. -105.04707
LOCALIDAD	Buenos Aires	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1601
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	X EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
	GAL. FILT. <input type="checkbox"/>	TAJO <input type="checkbox"/>	
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____
	pH _____		
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
	PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/>	PECUARIO <input type="checkbox"/>	SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	4.5 mts	NIVEL DINAMICO	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/>
			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____	VOLUMEN ANUAL (m³)	_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON	PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Particular	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-013
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.747338 L.W. -105.046891
LOCALIDAD	Buenos Aires	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1599
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	3.16 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____	_____	_____
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	127x127
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:		CENSO:	
_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO	UNISON
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10		

ELABORADO POR: UNISON
PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA
ANEXO TR4

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Paula Villa Aguirre	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-014
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.747104 L.W. -105.046631
LOCALIDAD	Buenos Aires	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1603
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PUB- URB. <input type="checkbox"/>
NIVEL ESTATICO	6.65 mts	NIVEL DINAMICO	
			PECUARIO <input type="checkbox"/>
			SERV. <input type="checkbox"/>
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/>
			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm):	180x180	DIAMETRO DE DESCARGA (cm):
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS		TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	2592		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)		VOLUMEN ANUAL (m3)	
VOLUMEN ANUAL (m3)			
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 2592 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Andrés Bustamante Bustamante	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-015
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.745911 L.W. -105.047259
LOCALIDAD	Buenos Aires	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1604
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	6.51 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	200x250
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	12	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	1296		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 1296 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

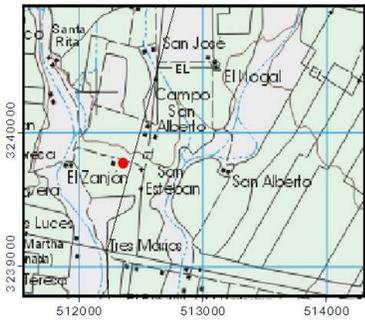
CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Fernando Enriquez Bustamante	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-016
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.746164 L.W. -105.047219
LOCALIDAD	Buenos Aires	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	6.09 mts	NIVEL DINAMICO	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm):	150x150	DIAMETRO DE DESCARGA (cm): _____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____	DIAMETRO DE PERFORACION (cm): _____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS		TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)			
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
		VOLUMEN ANUAL (m3)	
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-017
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.758432 L.W. -105.118303
LOCALIDAD	San Antonio de las Cruces	ELEVACION DEL BROCAL(msnm)	1549
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACION	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	13.30 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	38.1
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	110	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	50	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	2737.5		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACION:		SEM/AÑO	
4	HRS/DIA _____	DIAS/SEM _____	2737.5 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACION (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA:			
POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO
			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:		CENSO:	
06-oct-10		UNISON	
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-018
ESTADO	Durango	ACUÍFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.49165 L.W. -105.002605
LOCALIDAD	La Victoria	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1608
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PUB- URB. <input type="checkbox"/>
NIVEL ESTÁTICO	47.32 mts	NIVEL DINÁMICO	_____
PECUARIO	<input checked="" type="checkbox"/>	SERV. <input type="checkbox"/>	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/>
			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	25.4
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	3.81
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	10368	VOLUMEN ANUAL (m³)	_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 10368 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-019
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.771091 L.W. -105.110157
LOCALIDAD	San Antonio de las Cruces	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1574
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input checked="" type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Nps _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	3.81
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	1800	VOLUMEN ANUAL (m³)	_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
_____		_____	_____
SEM/AÑO		m³/ANUALES	
1800		_____	
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA:			
POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-020
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.782149 L.W. -105.088794
LOCALIDAD	_____	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1608
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
	GAL. FILT. <input type="checkbox"/>	TAJO <input type="checkbox"/>	
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____
	pH _____		
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
	PUB- URB. <input type="checkbox"/>	PECUARIO <input type="checkbox"/>	SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Nps _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/>
			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____
LECTURA ACTUAL	_____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO
			m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-021
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	486789 L.W. -105.131312
LOCALIDAD	San José del Barranco	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1578
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	X EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/>
NIVEL ESTATICO	2.57 mts	NIVEL DINAMICO	
			PECUARIO <input type="checkbox"/>
			SERV. <input type="checkbox"/>
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input checked="" type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
LECTURA ACTUAL			
			(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:		DIAMETRO DE ADEME (cm):	270
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	7.62
PROFUNDIDAD TOTAL (m):		LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	48	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	2628		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
		VOLUMEN ANUAL (m3)	
		VOLUMEN ANUAL (m3)	
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Poblado	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-022
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.791725 L.W. -105.132011
LOCALIDAD	La Trinidad	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1595
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Prendido _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	122	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	6679.5		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
		VOLUMEN ANUAL (m3)	
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	7	DIAS/SEM _____
			SEM/AÑO _____
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		m³/ANUALES 6679.5
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Faustino Solís Fierro	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-024
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.819258 L.W. -105.123212
LOCALIDAD	Rancho Nuevo	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1641
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	18.85 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____	_____	
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	33	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		_____
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	06-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-025
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.821891 L.W. -105.127654
LOCALIDAD	Rancho Nuevo	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1629
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	X EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Prendido _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input checked="" type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input checked="" type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	8.89
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	237	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	12975.75		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
_____		7	_____
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)		SEM/AÑO	12975.75 m³/ANUALES

POSIBILIDADES DE USO PARA:		POZO PILOTO	PRUEBA DE BOMBEO
_____		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:		CENSO:	UNISON
06-oct-10			

ELABORADO POR: UNISON
PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA
ANEXO TR4

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Jesús Jurado Fierros	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-026
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.874125 L.W. -105.144759
LOCALIDAD	San Cristóbal	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
NIVEL ESTATICO	14.72 mts	NIVEL DINAMICO	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	110	DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	18	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS		TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	1296		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)		VOLUMEN ANUAL (m3)	
VOLUMEN ANUAL (m3)			
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
		_____	_____
		SEM/AÑO	1296 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)		_____	
POSIBILIDADES DE USO PARA:		POZO PILOTO	PRUEBA DE BOMBEO
		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	07-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	El ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-027
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.874144 L.W. -105.143521
LOCALIDAD	San Cristóbal	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1689
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	X EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
	GAL. FILT. <input type="checkbox"/>	TAJO <input type="checkbox"/>	
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____
	pH _____		
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
	PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/>	PECUARIO <input type="checkbox"/>	SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	_____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input checked="" type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/>
			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	280
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	46	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	2518.5		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
		VOLUMEN ANUAL (m3)	
REGIMEN DE OPERACIÓN:	3 HRS/DIA	DIAS/SEM	_____
		SEM/AÑO	2518.5 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/>
			NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	07-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-028
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.900032 L.W. -105.136564
LOCALIDAD	San José del Prado	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1732
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P.
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	0.98 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____	_____	_____
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____	VOLUMEN ANUAL (m³)	_____
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	07-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-029
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.900755 L.W. -105.135955
LOCALIDAD	San José del Prado	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1738
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	6.35 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input checked="" type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	20.32
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
_____		_____	_____
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)		_____ m ³ /ANUALES	

POSIBILIDADES DE USO PARA:		POZO PILOTO	PRUEBA DE BOMBEO
_____		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:		CENSO:	
07-oct-10		UNISON	
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-030
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.905474 L.W. -105.13
LOCALIDAD	San José del Prado	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1753
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	<input checked="" type="checkbox"/> EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P.
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Nps _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____	_____	_____
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	80	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	4380		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
		VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	12 HRS/DIA	DIAS/SEM	_____
		SEM/AÑO	4380 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	07-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-031
ESTADO	<u>Durango</u>	ACUIFERO	<u>Buenos Aires</u>
MUNICIPIO	<u>Inde</u>	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	<u>25.928324</u> L.W. <u>-105.115496</u>
LOCALIDAD	<u>El pájaro</u>	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	<u>1841</u>
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input type="checkbox"/>	INACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	<u>29.41 mts</u>	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No.	_____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	<u>20.32</u> DIAMETRO DE DESCARGA (cm): <u>6.35</u>
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____ DIAMETRO DE PERFORACION (cm): _____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA _____	DIAS/SEM	_____ SEM/AÑO _____ m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	<u>07-oct-10</u>	CENSO:	<u>UNISON</u>
			
ELABORADO POR:	<u>UNISON</u>	PARA LA:	<u>COMISION NACIONAL DEL AGUA</u> ANEXO TR4

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-032
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.888289 L.W. -105.139635
LOCALIDAD	_____	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1709
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input type="checkbox"/> PECUARIO <input checked="" type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	9.78 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO solar <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	20.32
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	3.175
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m³)	336		
VOLUMEN ANUAL (m³)	_____		
		VOLUMEN ANUAL (m³)	_____
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 336 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
FECHA DE CENSO:	11-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-033
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.806127 L.W. -105.133792
LOCALIDAD	El Salto	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1611
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	Nps _____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	33285	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	5.08
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	110	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	2190		_____
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		_____
MENOR	_____		_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		_____
REGIMEN DE OPERACIÓN: 4 HRS/DIA _____ DIAS/SEM _____ SEM/AÑO 2190 m ³ /ANUALES			
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA: POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
FECHA DE CENSO: 11-oct-10		CENSO: UNISON	
			
ELABORADO POR: UNISON		PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	
		ANEXO TR4	

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	Ejido	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-034
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.594782 L.W. -105.011131
LOCALIDAD	El palmito(cortina presa)	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1461
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	X EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	0	NIVEL DINAMICO	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	General Electric de Mex		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	50 H.P.	A 1800 R.P.M.	
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	5.08 y 20.32
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS		TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	18286.5		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)		VOLUMEN ANUAL (m3)	
VOLUMEN ANUAL (m3)			
REGIMEN DE OPERACIÓN: _____ HRS/DIA _____ DIAS/SEM _____ SEM/AÑO 18286.5 m ³ /ANUALES			
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA: POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
FECHA DE CENSO: 11-oct-10		CENSO: UNISON	
			

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	CNA	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-035
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.594917 L.W. -105.010633
LOCALIDAD	El palmito(cortina presa)	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1458
PREDIO		REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL <input type="checkbox"/> COMUN <input type="checkbox"/> P.P. <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	0	NIVEL DINAMICO	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR			
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input checked="" type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	MEDIDOR CFE No. _____	(SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL			
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	8.89
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	5	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)			TOTAL DE m ³
VOLUMEN ANUAL (m3)	273.75		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m ³
MAYOR			
MENOR			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
VOLUMEN ANUAL (m3)			
		VOLUMEN ANUAL (m3)	
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO <u>273.5</u> m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	11-oct-10	CENSO:	UNISON
			

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-035-A
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.594944 L.W. -105.010583
LOCALIDAD	El palmito(cortina presa)	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	1458
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input type="checkbox"/>	POZO <input checked="" type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/> GAL. FILT. <input type="checkbox"/> TAJO <input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____ pH _____
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/> PUB- URB. <input checked="" type="checkbox"/> PECUARIO <input type="checkbox"/> SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	_____	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input checked="" type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input checked="" type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	A LA RED <input type="checkbox"/> MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm) :	8.89
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm) :	8.89
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m) :	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm) :	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	122	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	6679.5		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:		HRS/DIA	DIAS/SEM
_____		_____	_____
SEM/AÑO		6679.5 m³/ANUALES	
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s) _____			
POSIBILIDADES DE USO PARA:			
POZO PILOTO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:		CENSO:	
11-oct-10		UNISON	
			

CENSO DE APROVECHAMIENTOS DE AGUA SUBTERRANEA			
LOCALIZACION DEL APROVECHAMIENTO			
PROPIETARIO	_____	No. DE APROVECHAMIENTO	CNA-1013-036
ESTADO	Durango	ACUIFERO	Buenos Aires
MUNICIPIO	Inde	COORDENADAS GEOGRAFICAS L.N.	25.909316 L.W. -105.169962
LOCALIDAD	Inde	ELEVACIÓN DEL BROCAL(msnm)	_____
PREDIO	_____	REGIMEN DE TENENCIA	EJIDAL _____ COMUN _____ P.P. _____
DATOS DEL APROVECHAMIENTO			
TIPO DE APROVECHAMIENTO	NORIA <input checked="" type="checkbox"/>	POZO <input type="checkbox"/>	MANANTIAL <input type="checkbox"/>
	GAL. FILT. <input type="checkbox"/>	TAJO <input type="checkbox"/>	
CALIDAD DEL AGUA	STD (mg/l) _____	T (°C) _____	C.E. (µS/cm) _____
	pH _____		
OPERACIÓN	ACTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INACTIVO <input type="checkbox"/>	
USO DEL AGUA	DOMESTICO <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>	AGRICOLA <input type="checkbox"/>
	PUB- URB. <input type="checkbox"/>	PECUARIO <input type="checkbox"/>	SERV. <input type="checkbox"/>
CONCESIONADO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
NIVEL ESTATICO	.66 mts	NIVEL DINAMICO	_____
CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO			
TIPO DE MOTOR:	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	AIRE (PAPALOTE) <input type="checkbox"/>	COMB. INT. <input type="checkbox"/>
MARCA DE MOTOR	_____		
TIPO DE BOMBA:	LUBRICADA CON AGUA <input type="checkbox"/>	LUBRICADA CON ACEITE <input type="checkbox"/>	SUMERGIBLE <input type="checkbox"/>
	CENTRIFUGA <input type="checkbox"/>	PISTON (GUIMBALETE) <input type="checkbox"/>	BOMBA VERTICAL <input type="checkbox"/>
POTENCIA DE MOTOR	_____ H.P.	A _____	R.P.M.
TIPO DE DESCARGA	LIBRE <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE ELEVADO <input type="checkbox"/>	ALA RED <input type="checkbox"/>
			MIXTO (RED Y TANQUE ELEV.) <input type="checkbox"/>
MEDIDOR TOT. DE FLUJO No.	_____	MEDIDOR CFE No. _____ (SOLO SI EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICAS EXCLUSIVO PARA OPERAR LA BOMBA)	
LECTURA ACTUAL	_____		
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS			
FECHA DE PERFORACION:	_____	DIAMETRO DE ADEME (cm):	_____
		DIAMETRO DE DESCARGA (cm):	_____
PROFUNDIDAD TOTAL (m):	_____	LONG. COLUMNA DE SUCCION (m):	_____
		DIAMETRO DE PERFORACION (cm):	_____
H I D R O M E T R I A			
PUBLICO URBANO Y DOMESTICO		USO AGRICOLA	
No. DE HABITANTES SERVIDOS	_____	TIPOS DE CULTIVO	SUPERFICIE REGADA (ha)
DEMANDA (l/hab/día)	_____		TOTAL DE m³
VOLUMEN ANUAL (m3)	5184		
USO PECUARIO		USO INDUSTRIAL Y/O SERVICIOS	
GANADO	No. DE CABEZAS	TIPO DE IND. O SERV.	TOTAL m³
MAYOR	_____		
MENOR	_____		
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____	VOLUMEN ANUAL (m3)	_____
VOLUMEN ANUAL (m3)	_____		
REGIMEN DE OPERACIÓN:	_____ HRS/DIA	_____ DIAS/SEM	SEM/AÑO 5184 m ³ /ANUALES
CAUDAL DE OPERACIÓN (l/s)	_____		
POSIBILIDADES DE USO PARA:	POZO PILOTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PRUEBA DE BOMBEO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA DE CENSO:	11-oct-10	CENSO:	UNISON
			
ELABORADO POR: UNISON	PARA LA: COMISION NACIONAL DEL AGUA	ANEXO TR4	