



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ingeniería
Centro de Investigación y Estudios de Posgrado

**“DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA
SUBTERRÁNEA EN LA REGIÓN DE VELARDEÑA, DURANGO,
MÉXICO”**

T E S I S

Que para obtener el grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS EN GEOLOGÍA APLICADA

Presenta:
Ing. Pablo José Pérez Carrillo

Asesor:
Dr. Guillermo Javier Castro Larragoitia
Co - asesor:
Dr. Antonio Cardona Benavides





Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ingeniería
Centro de Investigación y Estudios de Posgrado

**“DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA
SUBTERRÁNEA EN LA REGIÓN DE VELARDEÑA, DURANGO,
MÉXICO”**

T E S I S

Que para obtener el grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS EN GEOLOGÍA APLICADA

Presenta:
Ing. Pablo José Pérez Carrillo

Asesor:
Dr. Guillermo Javier Castro Larragoitia _____

Co - asesor:
Dr. Antonio Cardona Benavides _____

Comité tutorial:
Dr. Lorenzo Borselli _____
Dr. José Alfredo Ramos Leal _____
Dr. Rafael Barboza Gudiño _____

San Luis Potosí, S. L. P.

Octubre de 2025



18 de julio de 2019

ING. PABLO JOSÉ PÉREZ CARRILLO
P R E S E N T E.

En atención a su solicitud de Temario, presentada por los **Dres. Guillermo Javier Castro Larragoitia y Antonio Cardona Benavides** Asesor y Co-asesor de la Tesis que desarrollará Usted, con el objeto de obtener el Grado de **Maestro en Ciencias en Geología Aplicada**. Me es grato comunicarle que en la Sesión del H. Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 18 de julio del presente, fue aprobado el Temario propuesto:

TEMARIO:

"Definición de Sistemas de Flujo de Agua Subterránea en la Región de Velardeña, Durango, México"

Introducción.

1. Antecedentes, justificación y objetivos.
2. Marco teórico de los sistemas de flujo de agua subterránea.
3. Descripción de la zona de estudio.
4. Metodología para definir sistemas de flujo subterráneo.
5. Modelo geológico-hidrogeológico conceptual.
6. Definición de los sistemas de flujo subterráneo.
7. Discusión de resultados.

Conclusiones.

Referencias.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

ATENTAMENTE



M. I. JORGE ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ
DIRECTOR
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCION

www.uaslp.mx

Copia. Archivo
*etn.



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



FACULTAD DE
INGENIERÍA



CENTRO DE
**INVESTIGACIÓN
Y ESTUDIOS
DE POSGRADO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
Área de Investigación y Estudios de Posgrado

DECLARACIÓN

El presente trabajo que lleva por título:

**“DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA
SUBTERRÁNEA EN LA REGIÓN DE VELARDEÑA, DURANGO,
MÉXICO”**

se realizó en el periodo septiembre de 2019 a mayo de 2024 bajo la dirección del Dr. Guillermo Javier Castro Larragoitia y Dr. Antonio Cardona Benavides.

Originalidad

Por este medio aseguro que he realizado el trabajo reportado, y la escritura de este documento de tesis. para fines académicos sin ayuda indebida de terceros y sin utilizar otros medios más que los indicados.

Las referencias e información tomadas directa o indirectamente de otras fuentes se han definido en el texto como tales y se ha dado el debido crédito a las mismas.

El autor exime a la UASLP de las opiniones vertidas en este trabajo escrito y asume la responsabilidad total del mismo.

Este trabajo no ha sido sometido como tesis o trabajo terminal a ninguna otra institución nacional o internacional en forma parcial o total, exceptuando el caso cuando existe un convenio específico de doble titulación celebrado entre ambas instituciones.

Se autoriza a la UASLP para que divulgue este documento para fines académicos.

El autor del trabajo escrito, Ing. Pablo José Pérez Carrillo

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres con cariño y respeto por ser los principales promotores de mis sueños por confiar, creer en mí y en mis expectativas:

Ing. Rogelio Bernardo Pérez Angón
C.P. María Guadalupe Carrillo Hernández

A mi hermano:
Tadeo Ernesto Pérez Carrillo

A la memoria de mi abuelo que con su ejemplo y consejos me hizo
amar la Geología:
Ing. José Carrillo Bravo

A la memoria de mi abuela que me enseñó a no rendirme y luchar por todo:
Ernestina Hernández Hernández

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
maestros y amigos.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos maestros que contribuyeron con su apoyo y orientación en mi formación académica de esta maestría.

En especial a los Dres. Guillermo Javier Castro Larragoitia y Antonio Cardona Benavides que con sus consejos, comprensión y aportaciones hicieron posible este trabajo. Siempre dispuestos a proporcionarme su experto conocimiento, sus valiosas sugerencias y comentarios constructivos.

Estoy realmente agradecido por su dedicación y esfuerzo que lograron la terminación de este proyecto.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
1. Capítulo 1. Antecedentes, justificación y objetivos	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Justificación	3
1.3. Hipótesis	3
1.4. Objetivo general	3
1.5. Objetivos específicos	3
2. Capítulo 2. Marco teórico de los sistemas de flujo de agua subterránea	4
2.1. Estado del arte con relación a los sistemas de flujo de agua subterránea	4
3. Capítulo 3. Descripción de la zona de estudio	6
3.1. Localización del área de estudio	6
3.2. Fisiografía	6
3.3. Clima	9
3.4. Hidrografía	9
3.5. Vegetación y tipos de suelo	10
3.6. Marco geológico regional	13
3.7. Marco geológico local	14
3.8. Marco estratigráfico	15
3.8.1. Formación Aurora	16
3.8.2. Formación Cuesta del Cura	17
3.8.3. Formación Indidura	17
3.8.4. Formación Caracol	18
3.8.5. Formación Ahuichila	19
3.8.6. Riolitas del Oligoceno-Mioceno	19
3.8.7. Intrusivos granodioríticos y dioríticos	20
3.8.8. Latitas del Mioceno	20
3.8.9. Basaltos y basaltos andesíticos del Mioceno	21
3.8.10. Aluvión y coluvión	21
3.9. Marco estructural	22
3.10. Geología del subsuelo	23
3.11. Hidrogeología	25
3.11.1. Unidad hidrogeológica de permeabilidad alta: Aluvión	25
3.11.2. Unidad hidrogeológica de permeabilidad alta-media: Rocas ígneas extrusivas	25
3.11.3. Unidad hidrogeológica de permeabilidad alta-media: Calizas	26
3.11.4. Unidad hidrogeológica de permeabilidad media-baja: Conglomerado polimíctico	26
3.11.5. Unidad hidrogeológica de permeabilidad media-baja: Calizas arcillosas y lutitas	26
3.11.6. Unidad hidrogeológica de permeabilidad baja: Rocas ígneas intrusivas	26

3.12.	Geología histórica	29
4.	Capítulo 4. Metodología para definir sistemas de flujo subterráneo	31
4.1.	Introducción	31
4.1.1.	Recopilación y análisis de toda la información geológica, geofísica, hidrológica e hidrogeológica disponible del área de estudio	31
4.1.2.	Elaboración de un mapa geológico a través de ortofotos e imágenes de satélite	32
4.2.	Trabajo de campo	32
4.2.1.	Estudio geológico	32
4.2.2.	Estudio geofísico	44
4.2.3.	Estudio hidrogeológico	47
4.3.	Trabajo de gabinete	51
4.3.1.	Análisis geológico	51
4.3.2.	Análisis geofísico	58
4.3.3.	Análisis hidrogeológico	76
4.4.	Elaboración de modelo geológico-hidrogeológico conceptual	85
4.5.	Interpretación de la información	87
4.5.1.	Análisis de la evolución geoquímica del agua subterránea	87
4.5.2.	Análisis de la información superficial (edafología, vegetación y geoformas)	115
5.	Capítulo 5. Modelo geológico-hidrogeológico conceptual	1299
6.	Capítulo 6. Definición de los sistemas de flujo subterráneo	1355
7.	Capítulo 7. Discusión de resultados	159
	Conclusiones	161
	Referencias	164
	Apéndice A	168
	Apéndice B	212

Índice de figuras y tablas

Página

Figura 2. 1 Efectos y manifestaciones de la circulación del flujo de agua subterránea en una cuenca regional no confinada (modificado de Toth, 1980)	5
Figura 3. 1 Localización del área de estudio (Fuente: Google Earth)	6
Figura 3. 2 Provincias Fisiográficas de México	7
Figura 3. 3 Subprovincia Fisiográfica Sierras Transversales	7
Figura 3. 4 Mapa topográfico de la región donde se ubica el área de estudio	8
Figura 3. 5 Mapa topográfico señalando las principales estructuras del área de estudio	8
Figura 3. 6 Ríos principales de México	9
Figura 3. 7 Hidrografía del área de estudio señalando la dirección de flujo del Arroyo Cuencamé	10
Figura 3. 8 Vegetación regional	12
Figura 3. 9 Edafología regional	12
Figura 3. 10 Provincias Geológicas de México Ortega Gutiérrez et al., 1992 (Fuente: SGM)	13
Figura 3. 11 Mapa geológico del área de estudio	15
Figura 3. 12 Localización de los tres pozos exploratorios en el mapa geológico	23
Figura 3. 13 Pozo Graseo	24
Figura 3. 14 Pozo Cañón La Salida	24
Figura 3. 15 Pozo Parcela 99	25
Figura 3. 16 Principales rasgos paleogeográficos en el noreste de México durante el Mesozoico (Fuente: "Geología General y de México" de López Ramos, 1974)	30
Figura 4. 1 Mapa conceptual de los métodos de trabajo	31
Figura 4. 2 Ubicación de los sitios de verificación en el mapa geológico	44
Figura 4. 3 Ubicación de los sondeos TEM en el mapa geológico	46
Figura 4. 4 Ubicación de las 11 secciones geofísicas obtenidas por sondeos TEM en el mapa geológico	46
Figura 4. 5 Mapa con elevación del nivel estático del acuífero libre (octubre de 2018)	50
Figura 4. 6 Minerales característicos de la muestra (Fotos 78 y 79)	51
Figura 4. 7 Minerales característicos de la muestra (Fotos 88, 89, 96, 97, 98 y 99)	53
Figura 4. 8 Minerales característicos de la muestra (Fotos 100 y 101)	53
Figura 4. 9 Minerales característicos de la muestra (Fotos 108 y 109)	54
Figura 4. 10 Minerales característicos de la muestra (Fotos 120 y 121)	54
Figura 4. 11 Minerales característicos de la muestra (Fotos 122 y 123)	55
Figura 4. 12 Minerales característicos de la muestra (Fotos 133 y 134)	55
Figura 4. 13 Datos de la serie de tiempo para el sondeo TEM 1-3	58
Figura 4. 14 Curva de resistividad aparente y sus datos de resistividad en TEMIXS para el sondeo TEM 1-3	59
Figura 4. 15 Modelo de capas en WingLink® para el sondeo TEM 1-3	60
Figura 4. 16 Sección de resistividad 1 (dirección W-E)	61
Figura 4. 17 Sección de resistividad 1 con unidades geoeléctricas definidas	62
Figura 4. 18 Sección de resistividad 1 con estratigrafía y geología estructural	62
Figura 4. 19 Sección de resistividad 2 (dirección W-E)	63
Figura 4. 20 Sección de resistividad 2 con unidades geoeléctricas definidas	63
Figura 4. 21 Sección de resistividad 2 con estratigrafía y geología estructural	64
Figura 4. 22 Sección de resistividad 3 (dirección W-E)	64

Figura 4. 23	Sección de resistividad 3 con unidades geoelectricas definidas	65
Figura 4. 24	Sección de resistividad 3 con estratigrafía y geología estructural	65
Figura 4. 25	Sección de resistividad 4 (dirección W-E)	66
Figura 4. 26	Sección de resistividad 4 con unidades geoelectricas definidas	66
Figura 4. 27	Sección de resistividad 4 con estratigrafía y geología estructural	67
Figura 4. 28	Sección de resistividad 5 (dirección W-E)	67
Figura 4. 29	Sección de resistividad 5 con unidades geoelectricas definidas	68
Figura 4. 30	Sección de resistividad 5 con estratigrafía y geología estructural	68
Figura 4. 31	Sección de resistividad 6 (dirección W-E)	69
Figura 4. 32	Sección de resistividad 6 con unidades geoelectricas definidas	69
Figura 4. 33	Sección de resistividad 6 con estratigrafía y geología estructural	70
Figura 4. 34	Sección de resistividad 7 (dirección W-E)	70
Figura 4. 35	Sección de resistividad 7 con unidades geoelectricas definidas	71
Figura 4. 36	Sección de resistividad 7 con estratigrafía y geología estructural	71
Figura 4. 37	Sección de resistividad 8 (dirección W-E)	72
Figura 4. 38	Sección de resistividad 8 con unidades geoelectricas definidas	72
Figura 4. 39	Sección de resistividad 8 con estratigrafía y geología estructural	73
Figura 4. 40	Sección de resistividad 9 (dirección W-E)	73
Figura 4. 41	Sección de resistividad 9 con unidades geoelectricas definidas	74
Figura 4. 42	Sección de resistividad 9 con estratigrafía y geología estructural	74
Figura 4. 43	Sección de resistividad 10 (dirección W-E)	75
Figura 4. 44	Sección de resistividad 10 con unidades geoelectricas definidas	75
Figura 4. 45	Sección de resistividad 10 con estratigrafía y geología estructural	76
Figura 4. 46	Foto de las muestras de agua subterránea obtenidas en campo	77
Figura 4. 47	Foto del uso del potenciómetro (medición de pH)	77
Figura 4. 48	Gráfica de los valores de STD de las muestras de 50 ml de agua	78
Figura 4. 49	Foto del proceso para determinar valores de cloruro en las muestras de agua	79
Figura 4. 50	Foto del proceso para determinar la alcalinidad	81
Figura 4. 51	Foto del proceso para determinar los valores de la dureza de las muestras de agua	81
Figura 4. 52	Foto del proceso para determinar los valores de nitrato en las muestras de agua	82
Figura 4. 53	Foto del proceso para determinar los valores de sulfato en las muestras de agua	82
Figura 4. 54	Foto del proceso para determinar los valores de fluoruro en las muestras de agua	83
Figura 4. 55	Foto de las muestras de agua y roca analizadas en ICP-OES	84
Figura 4. 56	Resultados de laboratorio de los iones mayores en las muestras de agua	85
Figura 4. 57	Creación del modelo geológico-hidrogeológico conceptual en Rockworks	86
Figura 4. 58	Modelo geológico-hidrogeológico conceptual con datos de geología estructural, nivel estático y topografía	86
Figura 4. 59	Modelo geológico-hidrogeológico conceptual terminado con la información del subsuelo	87
Figura 4. 60	Resultados finales de los elementos mayores en mg/L	88
Figura 4. 61	Mapa con los diagramas de Stiff de los puntos donde se tomaron muestras	89
Figura 4. 62	Mapa con los diagramas circulares de los elementos químicos mayores de los puntos donde se tomó muestra de agua subterránea	89
Figura 4. 63	Diagrama de Piper	90

Figura 4. 64 Diagrama de Piper mostrando las familias a las que pertenece cada muestra de agua	91
Figura 4. 65 Familias de las muestras de agua	92
Figura 4. 66 Diagrama triangular de cationes	93
Figura 4. 67 Tipos de agua subterránea	94
Figura 4. 68 Diagrama triangular de aniones	95
Figura 4. 69 Diagrama de Wilcox	97
Figura 4. 70 Diagramas de Schoeller-Berkaloff (elementos mayores según la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-127-SSA1-2021)	98
Figura 4. 70 Diagramas de Schoeller-Berkaloff (elementos traza según la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-127-SSA1-2021)	99
Figura 4. 71 Diagrama de Durov	100
Figura 4. 72 Diagrama de contaminación antropogénica (relación NO ₃ -Cl) y mapa de valores de arsénico (As)	101
Figura 4. 73 Mapa de las familias de agua en la zona de estudio	102
Figura 4. 74 Mapa de la temperatura del agua en la zona de estudio	104
Figura 4. 75 Mapa de los valores de conductividad eléctrica del agua en la zona de estudio	105
Figura 4. 76 Mapa de valores del pH del agua en la zona de estudio	106
Figura 4. 77 Mapa de valores del ion Ca	107
Figura 4. 78 Mapa de valores del ion Mg	108
Figura 4. 79 Mapa de valores de Dureza	108
Figura 4. 80 Mapa de valores del ion Na	109
Figura 4. 81 Mapa de valores del ion K	110
Figura 4. 82 Mapa de valores del ion HCO ₃	111
Figura 4. 83 Mapa de valores del ion CO ₃	112
Figura 4. 84 Mapa de valores del ion SO ₄	112
Figura 4. 85 Mapa de valores del ion Cl	113
Figura 4. 86 Mapa de valores del ion NO ₃	114
Figura 4. 87 Mapa de valores del ion F	114
Figura 4. 88 Espectro electromagnético	116
Figura 4. 89 Imagen de satélite Landsat 8 (localización del área de estudio en cuadro color rojo)	116
Figura 4. 90 Combinación de bandas 7, 4, 1 de satélite Landsat 8 para verificación de drenaje	118
Figura 4. 91 Mapa de dirección de afluentes	119
Figura 4. 92 Combinación de bandas 7, 4, 1 de satélite Landsat 8 para observación de texturas	120
Figura 4. 93 Combinación de bandas 7, 4, 1 de satélite Landsat 8 para verificación de litologías ígneas	122
Figura 4. 94 Combinación de bandas 4, 3, 2 de satélite Landsat 8 para verificación de vegetación	123
Figura 4. 95 Mapa de tipos de vegetación elaborado	125
Figura 4. 96 Combinación de bandas 7, 5, 3 de satélite Landsat 8 para verificación de tipos de suelos	126
Figura 4. 97 Mapa de tipos de suelos elaborado	128
Figura 5. 1 Mapa hidrogeológico de Velardeña mostrando la dirección del flujo de agua subterránea (octubre de 2018)	129
Figura 5. 2 Ubicación de los cuatro cortes al modelo geológico-hidrogeológico conceptual	130
Figura 5. 3 Sección A-A'	131

Figura 5. 4	Sección B-B'	133
Figura 5. 5	Sección C-C'	133
Figura 5. 6	Sección D-D'	134
Figura 6. 1	Ubicación de Relación temperatura (°C)-Solutos disueltos totales	135
Figura 6. 2	Relación temperatura (°C)-Conductividad eléctrica (μS/m)	136
Figura 6. 3	Relación temperatura (°C)-Cloruro (mg/l)	136
Figura 6. 4	Relación temperatura (°C)-Sodio (mg/l)	137
Figura 6. 5	Relación Calcio (mg/l)-Sodio (mg/l)	137
Figura 6. 6	Relación Sodio (mg/l)-Cloruro (mg/l)	138
Figura 6. 7	Relación Cloruro y Sulfato (mg/l)-Sodio y Potasio (mg/l)	138
Figura 6. 8	Relación Sodio y Potasio (mg/l)-Calcio y Magnesio (mg/l)	139
Figura 6. 9	Relación Temperatura (°C)-Fluoruro (mg/l)	139
Figura 6. 10	Relación Temperatura (°C)-Litio (mg/l)	140
Figura 6. 11	Relación Cloruro (mg/l)-Fluoruro (mg/l)	140
Figura 6. 12	Relación Cloruro (mg/l)-Litio (mg/l)	141
Figura 6. 13	Relación Fluoruro (mg/l)-Litio (mg/l)	141
Figura 6. 14	Relación Temperatura (°C)-Estroncio (mg/l)	142
Figura 6. 15	Mapa de grupos de flujo de agua	143
Figura 6. 16	Relación del índice de saturación de la fluorita en y litio	144
Figura 6. 17	Relación del índice de saturación de la fluorita en relación y la conductividad eléctrica	145
Figura 6. 18	Relación del índice de saturación de la calcita y la conductividad eléctrica	146
Figura 6. 19	Relación del índice de saturación de la dolomita y la conductividad eléctrica	147
Figura 6. 20	Relación del índice de saturación del yeso y la conductividad eléctrica	148
Figura 6. 21	Sección A-A' (descripción final de los sistemas de flujo)	153
Figura 6. 22	Sección B-B' (descripción final de los sistemas de flujo)	154
Figura 6. 23	Sección C-C' (descripción final de los sistemas de flujo)	155
Figura 6. 24	Sección D-D' (descripción final de los sistemas de flujo)	156
Figura 6. 25	Ubicación y límites de los sistemas de flujo de agua subterránea	158

Índice de tablas

Página

Tabla 3. 1	Tabla estratigráfica de las formaciones geológicas que afloran en la zona de estudio	16
Tabla 3. 2	Localización y evolución del nivel estático de distintas fuentes de agua medidos	29
Tabla 4. 1	Sitios de verificación de unidades y estructuras geológicas (Nota: en sitios con números de color rojo se encuentran pozos o norias)	33
Tabla 4. 2	Sondeos electromagnéticos transitorios realizados en el área de estudio	45
Tabla 4. 3	Censo de aprovechamientos y análisis hidrogeoquímico en el área de Velardeña, Durango	50
Tabla 4. 56	Resultados de laboratorio de los iones mayores en las muestras de agua	85
Tabla 4. 60	Resultados finales de los elementos mayores en mg/L	88
Tabla 4. 65	Familias de las muestras de agua	92
Tabla 4. 67	Tipos de agua subterránea (cationes)	94
Tabla 4. 68	Tipos de agua subterránea (aniones)	96

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Año
CE	Conductividad Eléctrica
cm	Centímetro
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
cps	Cuentas por segundo
CTA.	Carta
D	Día
Dgo.	Estado de Durango
DRX	Difracción de rayos X
E	Este
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
Eh	Potencial redox
GR	Rayos Gamma
km	Kilómetro
ICP-MS	Espectrómetro de masas por plasma acoplado inductivamente
ICP-OES	Espectrómetro óptico de emisión con plasma acoplado inductivamente
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
IPN	Instituto Politécnico Nacional
l	Litro
L.P.S.	Litros por segundo
m	Metro
M	Mes
ml	Mililitro
mg	Miligramo
min	Minuto
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mV	Milivolts
N	Norte
NA	No aplica
N.D.	Nivel dinámico
NE	Noreste
N.E.	Nivel estático
NM	No se ha muestreado
NW	Noroeste
O.D.	Oxígeno disuelto
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ORP	Potencial redox
pH	Potencial de hidrógeno
Pulg.	Pulgada
Redox	Reacción de reducción-oxidación
s	Segundo
S	Sur

SD	Sin datos
SE	Sureste
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SGM	Servicio Geológico Mexicano
S.L.P.	Estado de San Luis Potosí
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SP	Potencial espontáneo
SSA	Secretaría de Salud
SST	Sólidos Suspendidos Totales
ST	Sólidos Totales
STD	Sólidos Totales Disueltos
SW	Suroeste
T	Temperatura
TEM	Electromagnético transitorio
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UTM	Universal Transverse Mercator
W	Oeste

RESUMEN

El agua subterránea del Valle de Velardeña, en el estado de Durango, se mueve a través de líneas de flujo controladas principalmente por la topografía, la profundidad y el sistema de fallas que forman parte de una fosa tectónica. Además de que son alteradas químicamente por los minerales provenientes de la Sierra de Guadalupe y la Sierra de San Lorenzo, las cuales se componen principalmente de rocas cretácicas marinas afectadas por cuerpos intrusivos, y derrames ígneos y depósitos calcáreos encontrados dentro del valle. Se encontraron los tres tipos sistemas de flujo de agua subterránea descritos por József Tóth (1963) dentro de área: tres locales que predominan la zona, uno de ellos con una zona de descarga que desemboca en el arroyo Cuencamé; dos intermedios, el más importante recorre el Valle de Velardeña siguiendo la dirección NW-SE de una las fallas normales más largas de la fosa tectónica y de la cual el arroyo Cuencamé también sigue su ruta; y por último un regional que pasa al sur de la Sierra de Guadalupe pero que sus zonas de recarga y descarga no se encuentran dentro del área de estudio.

Por medio del estudio y análisis geológico, geofísico, geohidrológico e hidrogeoquímico, y con ayuda de la elaboración de un modelo geológico-hidrogeológico se ubicaron las zonas de recarga y descarga, se trazaron los límites, la distribución espacial y la trayectoria de estos sistemas de flujo, y se descubrió el origen de la composición química del agua. La evolución geoquímica de las líneas de flujo de agua subterránea local generalmente es baja ya que no tienen demasiada interacción con distintos minerales, pero si tienen niveles altos de bicarbonato (HCO_3) y calcio (Ca) por las rocas y sedimentos calcáreos por los que pasan. Las líneas de flujo intermedias se caracterizan por valores altos de sulfatos (SO_4) proveniente de minerales asociados a rocas ígneas intermedias y ácidas como riolitas, y dureza elevada por las rocas calcáreas ya mencionadas que abundan en la zona. En el caso del regional tiene valores altos de diferentes iones, pero mucho de eso se debe a que es afectada por la contaminación producto de la actividad humana y se tuvo que analizar cuáles eran por causa natural y por causa antropogénica.

El agua extraída en el Valle de Velardeña viene de sistemas de flujo local e intermedio. Y con la información geoquímica se pudo estudiar su comportamiento.

ABSTRACT

The groundwater of the Velardeña Valley, in the state of Durango, moves through flow lines controlled mainly by the topography, depth and fault system that form part of a graben. In addition, they are chemically altered by minerals from the Sierra de Guadalupe and the Sierra de San Lorenzo, which are mainly composed of marine Cretaceous rocks affected by intrusive igneous bodies; and lava flows and calcareous deposits found within the valley. The three types of groundwater flow systems described by József Tóth (1963) were found within the area: three local ones that dominate the area, one of them with a discharge area that flows into the Cuencamé stream; two intermediate ones, the most important of which runs through the Velardeña Valley following the NW-SE direction of one of the longest normal faults of the graben and of which the Velardeña River also follows its route; and finally a regional one that passes south of the Sierra de Guadalupe but whose recharge and discharge zones are not inside the study area.

Through the geological, geophysical, geohydrological and hydrogeochemical study and analysis, and with the help of the development of a geological-hydrogeological model, the recharge and discharge zones were located; the limits, spatial distribution and trajectory of these flow systems were drawn; and the origin of the chemical composition of the water was discovered. The geochemical evolution of the local groundwater flow lines is generally low since they do not have much interaction with different minerals, but they do have high levels of bicarbonate (HCO_3) and calcium (Ca) due to the calcareous rocks and sediments through which they pass. The intermediate flow lines are characterized by high levels of sulphates (SO_4) from minerals associated with intermediate and acidic igneous rocks such as rhyolites and high hardness due to the calcareous rocks already mentioned that abound in the area. In the case of the regional flow lines, they have high values of different ions, but much of that is due to the fact that they are affected by pollution resulting from human activity and it was necessary to analyze which ones were due to natural and anthropogenic causes.

The water extracted in the Velardeña Valley comes from local and intermediate flow systems. And with geochemical information, its behavior could be studied.

INTRODUCCIÓN

Como es bien sabido, el agua es un recurso natural indispensable para la existencia de vida en nuestro planeta y, para diversos fines, se le divide en agua salada y agua dulce; la primera constituye más del 96% en la Tierra, es decir, el agua dulce es muy escasa en realidad, encontrándose principalmente formando ríos, lagos, glaciares y los casquetes polares, así como en la atmósfera y el subsuelo. Y es en el subsuelo donde está la principal fuente de agua dulce disponible para el uso y consumo del ser humano, desafortunadamente el fuerte crecimiento demográfico, la descarga de contaminantes al medio ambiente, las grandes obras de infraestructura y la conversión de tierras son los principales factores que han modificado la calidad y cantidad del agua subterránea, dañando los mantos acuíferos y, en algunos casos, de manera permanente. La alta demanda de agua dulce de buena calidad es un problema que enfrentan todos los países del mundo, volviendo cada vez más trascendente la búsqueda de nuevas fuentes de agua dulce.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), México es uno de los países considerados con baja disponibilidad de agua dulce; aunque esto afecta a todo el país, la región norte es la más afectada por su condición climática. Esta situación se ve claramente en las zonas rurales de esta región donde la inaccesibilidad de agua ha tensado la situación social debido a que el agua subterránea es la única fuente de agua durante la mayor parte del año. Ya han empezado a surgir conflictos por la insuficiencia del líquido, como por ejemplo la competencia que se da entre el campo y la industria por el uso del agua. Y es precisamente en el poblado de Velardeña, en el Estado de Durango, donde se puede apreciar este fenómeno puesto a que el uso principal del agua subterránea en esta zona es agrícola y su segundo uso es público urbano, pero el aumento de la actividad minera ha provocado preocupación de desabastecimiento de agua de buena calidad entre los pobladores.

Para un estudio hidrogeológico es fundamental definir los sistemas de flujo de agua subterránea que existen dentro del área, con el fin de visualizar las diferentes fuentes de agua y establecer posibles áreas con agua de buena calidad para el uso y consumo humano; esto implica ubicar zonas de recarga y descarga, determinar la dirección y profundidad del flujo de agua subterránea, y clasificar los mismos sistemas de flujo. Un estudio de esta índole ayudará al poblado de Velardeña y otras comunidades aledañas a entender las condiciones reales del agua subterránea en la zona y, de esta forma, aprovecharla apropiadamente para su beneficio.

1. CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Antecedentes

Cada vez es más difícil identificar las zonas donde se puede encontrar agua subterránea de buena calidad para uso y consumo humano; sin embargo, en los últimos tiempos, se ha empezado a manejar el concepto de sistemas de flujo de agua subterránea (Tóth, 1999), el cual ha ayudado a reconocer la distribución del flujo subterráneo en las zonas de recarga, tránsito y descarga. Un sistema de flujo de aguas subterráneas es un conjunto de líneas de flujo que permanecen adjuntas a lo largo de su trayecto, aunque estas líneas pueden llegar a cruzarse cuando aparece el nivel freático pues es una superficie continua donde predomina una dirección de flujo. Las líneas de flujo de agua subterránea tienen su propia dirección e intensidad en un punto determinado en el subsuelo. Lo que determina el régimen de cada flujo de agua subterránea son los parámetros geológicos, topográficos, climáticos, edáficos y de vegetación en la región. El clima determina la magnitud del agua presente, la topografía determina el movimiento, la distribución y la cantidad de energía del sistema de flujo, la geología muestra las características físicas y químicas de las unidades litológicas por donde circula el agua, la vegetación ayuda a conocer la cantidad y calidad del agua, y el suelo muestra las propiedades químicas de las zonas de recarga y descarga natural del agua. Los factores anteriores hacen que los sistemas de flujo de agua subterráneas se puedan dividir en tres sistemas principales: local, intermedio y regional (Tóth, 1962). La interacción roca-agua subterránea puede tener un fuerte efecto en la relación entre los sistemas de flujo local, intermedio y regional, la cantidad de agua descargada y las similitudes entre las zonas de recarga y descarga.

El área de estudio de este trabajo se encuentra en Velardeña, un lugar que pertenece al municipio de Cuencamé, Durango. Esta zona tiene la característica de encontrarse en una región semiárida, donde el agua subterránea es la única fuente de agua disponible. Según datos del INEGI, la principal fuente de recarga en la zona de estudio es la lluvia. Sin embargo, una precipitación promedio anual de 344.7 mm, un clima seco con temperaturas de hasta de 29°C en verano y una extracción anual de aproximadamente 5.8 hm³ (CONAGUA, 2015) obligan a especificar la cantidad y calidad de agua subterránea de una mejor forma. La insuficiencia referida resulta muy evidente en la región minera de Velardeña, en la cual la inaccesibilidad del agua provoca tensiones sociales que han conducido al surgimiento de conflictos.

Dentro de la región de Velardeña se han llevado a cabo diversos estudios geológicos e hidrogeológicos que ayudan a visualizar al agua subterránea como el integrante del ciclo hidrológico que se encuentra condicionada en su funcionamiento por el medio geológico, el cual representa el marco de referencia donde ésta se mueve y se almacena. Respecto a los estudios de tipo hidrogeológico, previamente se ha realizado un estudio para la determinación de la disponibilidad de agua del acuífero libre Pedriceña-Velardeña (CONAGUA, 2015); sin embargo, a pesar de

que este trabajo ofrece información acerca del agua utilizada por las poblaciones dentro del área de estudio, no se han establecido los sistemas de flujo de esa agua subterránea.

1.2. Justificación

A pesar de que en el área de estudio se realizó un estudio hidrogeológico por parte de la Comisión Nacional del Agua todavía falta comprender y conceptualizar los sistemas de flujo de agua subterránea. Esta información ayudará a los habitantes del poblado de Velardeña y sus alrededores a entender el comportamiento del agua subterránea y, de esta forma, ser una pieza clave para futuros proyectos de conservación, remediación y disponibilidad de agua de buena calidad para uso y consumo humano en la zona.

1.3. Hipótesis

La caracterización integrada de los sistemas de flujo de agua subterránea en Velardeña, basada en factores ambientales, permite delinear con precisión las trayectorias de los sistemas de flujo local, intermedio y regional, identificando zonas de recarga y de descarga, y la evolución geoquímica del agua, para fundamentar modelos que optimicen la gestión sostenible del agua subterránea frente a la sobreexplotación y contaminación.

1.4. Objetivo general

Definir el funcionamiento de los sistemas de flujo del agua subterránea con base en la información climática, botánica, edafológica, hidrológica, geomorfológica, geológica e hidrogeológica para fundamentar futuros proyectos relacionados con el agua subterránea en la región de Velardeña, Durango.

1.5. Objetivos específicos

- Explicar la importancia de las elevaciones y depresiones topográficas, tipos de suelos y de vegetación en la identificación de zonas de recarga y descarga.
- Identificar las principales estructuras geológicas del área de estudio.
- Clasificar las unidades hidrogeológicas y las direcciones de flujo de agua subterránea.
- Relacionar los sistemas de flujo de agua subterránea y sus vínculos con los diferentes factores ambientales mediante modelos conceptuales adecuados.
- Interpretar la evolución geoquímica del agua subterránea.

2. CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DE LOS SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA

2.1. Estado del arte con relación a los sistemas de flujo de agua subterránea

Según la teoría de József Tóth, el agua subterránea se mueve a través de líneas de flujo que nacen en una zona de recarga y finaliza su recorrido en una zona de descarga; en conjunto, las líneas de flujo forman la serie de sistemas de flujo de agua subterránea de una cuenca hidrográfica. Tóth también asegura que estos sistemas pueden clasificarse según la topografía por donde circula el agua subterránea dividiéndolos en sistemas de flujo local, intermedio y regional. Los sistemas de flujo local se caracterizan por tener líneas de flujo con corta distancia debido a que su zona de recarga, encontrada en un punto con topografía alta, está adyacente a la zona de descarga, encontrada en un punto con topografía más baja; por su corto periodo de recorrido, los sistemas de flujo local tienen un pH que tiende a ser ácido y un bajo contenido de sólidos totales disueltos (STD). Los sistemas de flujo intermedio tienen sus zonas de recarga y descarga más distantes que los de flujo local, además de que estas zonas no poseen la topografía más alta y baja de la cuenca; sin embargo, las zonas de recarga y descarga están separadas por uno o varios puntos con topografía alta y baja, los cuales a veces pueden no estar dentro de la cuenca. El sistema de flujo regional se recarga desde los puntos con topografía más alta, que son los parteaguas de las cuencas, hasta los puntos con la topografía más baja de esa misma cuenca, llegando a estar en contacto con el basamento; otra característica de estos sistemas de flujo es que, en general, tienen un pH alcalino y un alto contenido de STD.

Los diversos elementos que forman parte del medio ambiente de la cuenca hidrográfica como el suelo, el clima, la vegetación, la topografía y la geología influyen en el recorrido de los sistemas de flujo de agua subterránea. La identificación de estos elementos ayudan a definir las zonas de recarga, tránsito y descarga de agua subterránea, por ejemplo, se podrá identificar una zona de recarga si se manifiestan las condiciones que propicien la infiltración de agua, la cual es generalmente de lluvia, hasta alcanzar el agua subterránea y que hagan tener un flujo vertical descendente, y se reconocerá una zona de descarga si se manifiestan las condiciones que propicien un movimiento vertical ascendente del agua subterránea que contribuya a formar fuentes superficiales de agua. Otros parámetros que se logran identificar con los elementos naturales anteriormente mencionados son la magnitud, la energía y la distribución espacial, dando el esquema de los sistemas de flujo de la cuenca.

Tóth señala a la interacción del agua subterránea con la geología como uno de los principales causantes de varios fenómenos que ocurren en la naturaleza. En este proceso el agua va obteniendo sus propiedades físico-químicas más significativas a medida que va siguiendo los sistemas de flujo de la región. Al entender el

movimiento y evolución del agua subterránea por estos sistemas de flujo se obtiene una idea de cuál es su origen, los motivos de esta evolución y sus efectos dentro del medio ambiente de la cuenca.

La siguiente figura muestra una sección hidrogeológica con los tres tipos de sistemas de flujo de agua subterránea esquematizados con su dirección correspondiente, algunas características físicas y químicas que adquiere el agua en su recorrido y sus zonas de recarga y descarga.

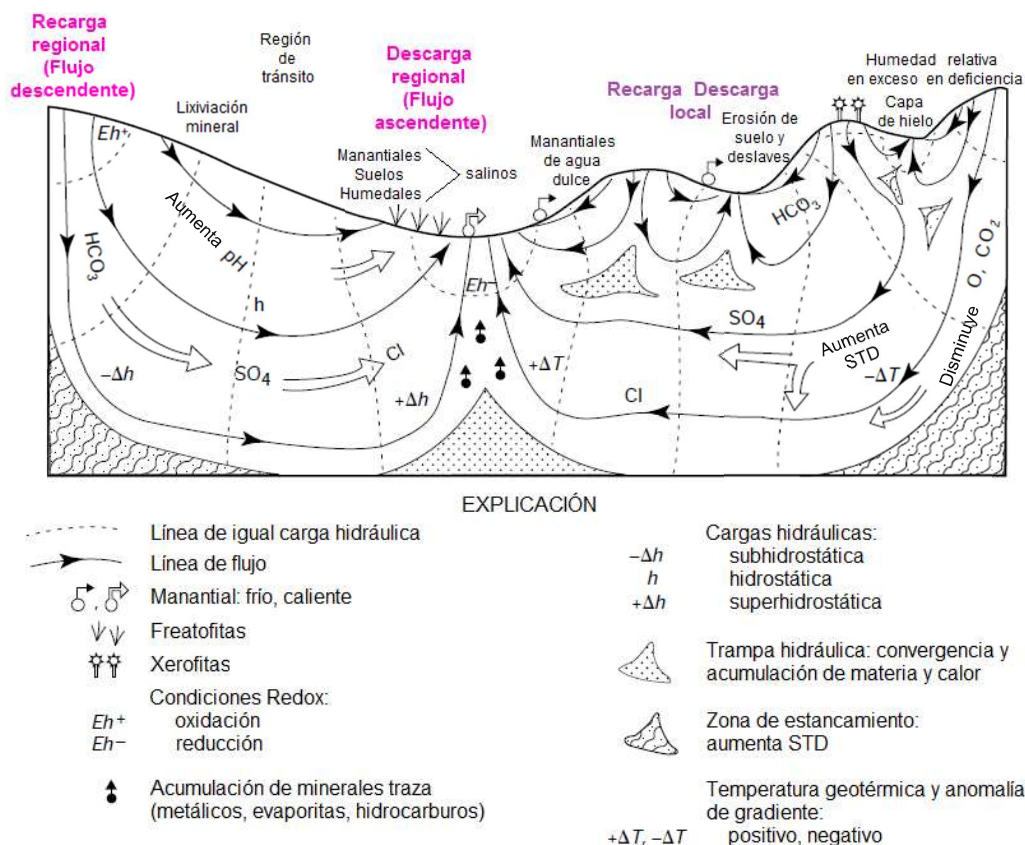


Figura 2. 1 Efectos y manifestaciones de la circulación del flujo de agua subterránea en una cuenca regional no confinada (modificado de Toth, 1980)

3. CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1. Localización del área de estudio

El área motivo del presente trabajo comprende una superficie aproximada de 226 km² que se ubica a 14 km al norte de la población de Cuencamé de Ceniceros, Dgo. (cabecera municipal), 50 km al suroeste de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo. y 97 km al noreste de la ciudad de Durango, capital del estado del mismo nombre. Específicamente, el área de interés está delimitada por las coordenadas 617 275 y 634 825 de la Zona 13 (dirección W-E), y las coordenadas 2 765 537.5 y 2 778 400 (dirección S-N), del sistema UTM. (Figura 3.1)



Figura 3. 1 Localización del área de estudio (Fuente: Google Earth)

3.2. Fisiografía

Usando la clasificación del INEGI, el área de estudio es parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental (Figura 3.2), esta zona también es parte de la subprovincia fisiográfica Sierras Transversales (Figura 3.3); el área está al norte de la Mesa Central y al este de la Sierra Madre Occidental. Las elevaciones más altas dentro área de estudio y de la región se encuentran en la Sierra de San Lorenzo. La altura máxima de la sierra es de 2480 msnm, pero su altura máxima dentro del área de estudio es el Picacho Flechas con una elevación de 2320 msnm. La zona más baja del área de estudio se encuentra en la parte noroeste (1300 msnm).



Figura 3. 2 Provincias Fisiográficas de México (Fuente: INEGI, 2015)

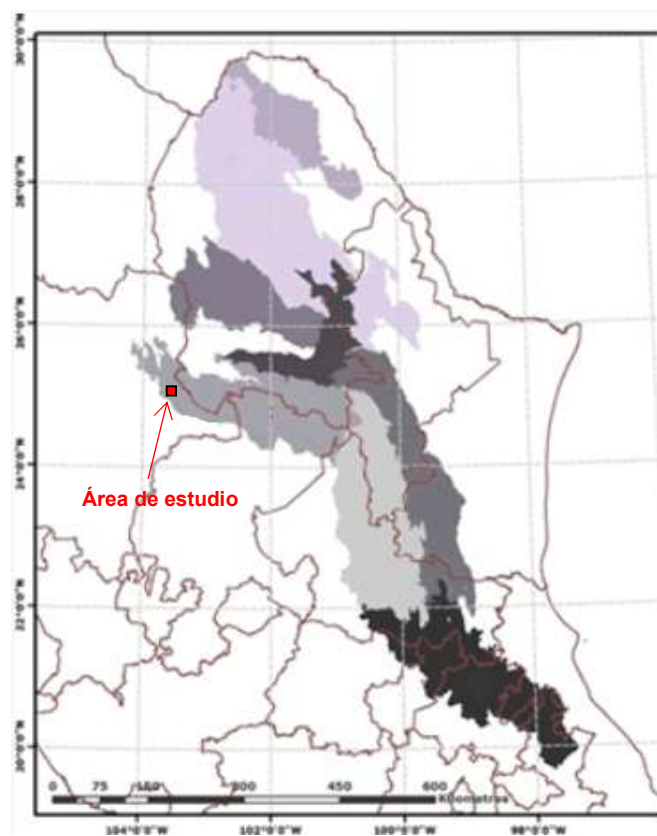


Figura 3. 3 Subprovincia Fisiográfica Sierras Transversales (Fuente: INEGI, 2015)

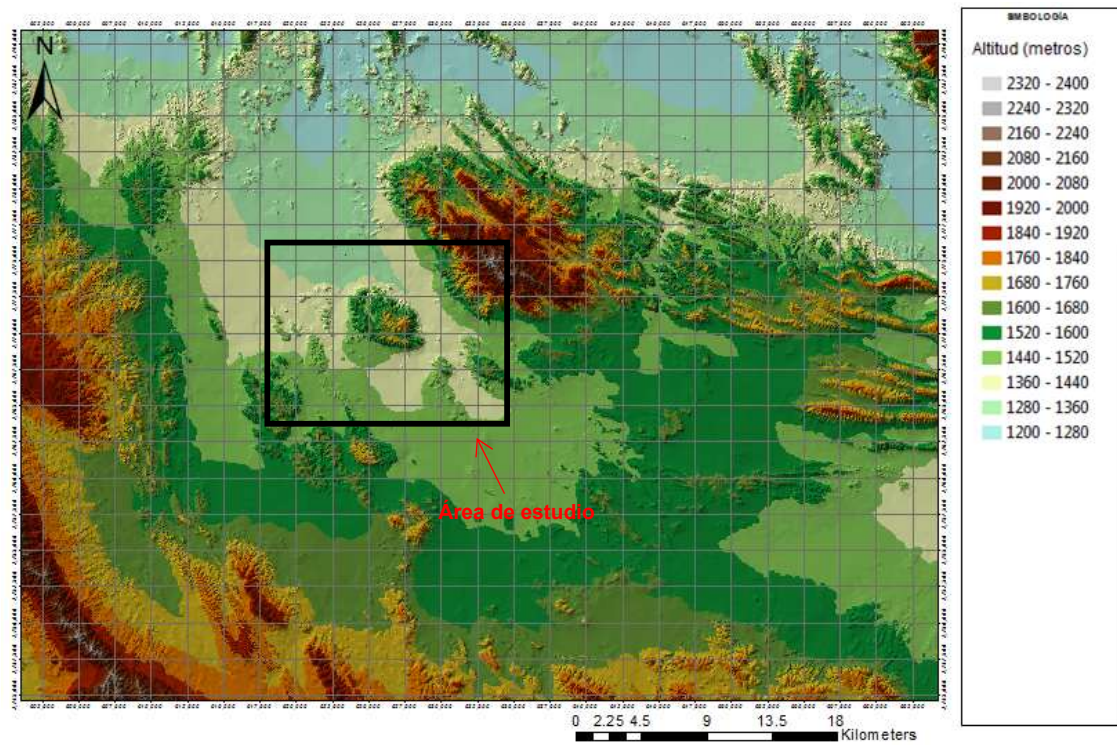


Figura 3. 4 Mapa topográfico de la región donde se ubica el área de estudio (Fuente: INEGI, 2018)

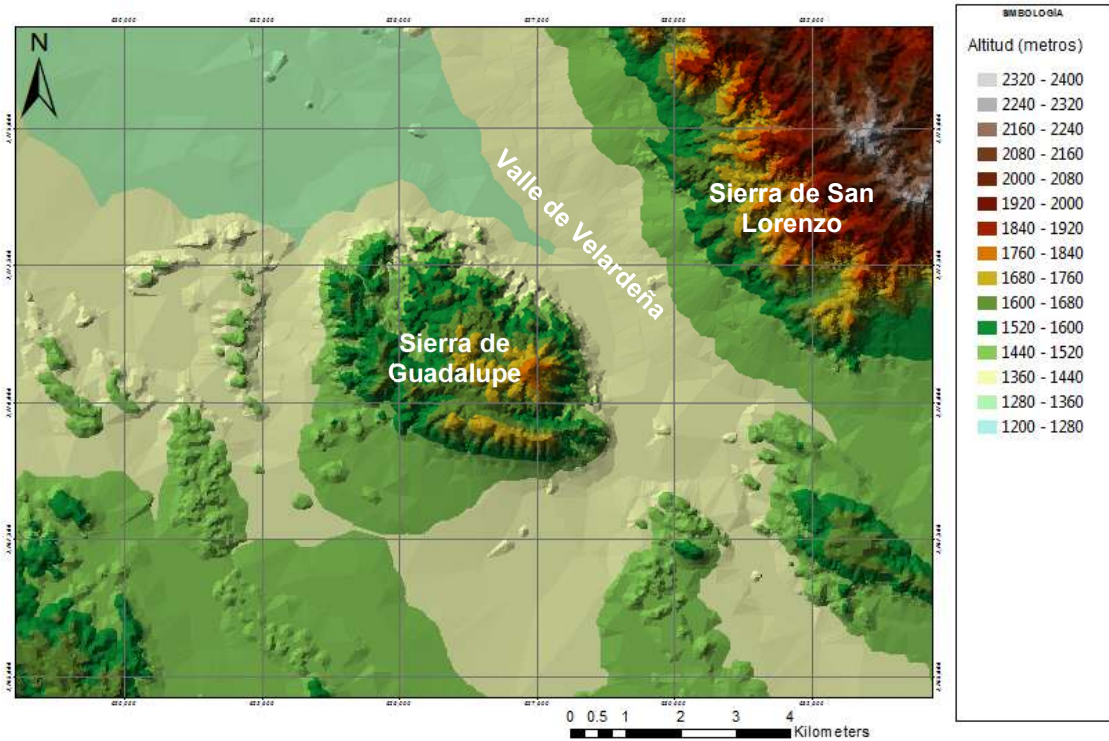


Figura 3. 5 Mapa topográfico señalando las principales estructuras del área de estudio (Fuente: INEGI, 2018)

3.3. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, el área de estudio se considera de clima seco estepario (BS), con régimen de lluvias en junio, julio, agosto y septiembre (precipitación promedio anual de 364 mm según CONAGUA, 2015). La temperatura media anual es de 21°C. Existe una estación climatológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el Valle de Velardeña, en el poblado de Pedriceña, con información sobre la precipitación, temperatura y evaporación mensual. El registro del año 2016 donde señala a agosto como el mes con mayor cantidad de precipitación promedio (280.8 mm) y a octubre como el mes con menor cantidad de precipitación promedio (2.3 mm), y tuvo una temperatura media anual de 18°C. Hay que mencionar que a una distancia no mayor a 60 km del área de estudio están otras cuatro estaciones climatológicas con información similar (Apéndice B, Estaciones Climatológicas del SMN).

3.4. Hidrografía

El principal arroyo del área de estudio es el Arroyo Cuencamé (Figura 3.7), el cual pasa a lo largo del Valle de Velardeña con una dirección SE-NW. Este arroyo nace en una sierra localizada al sur y oeste del poblado de Cuencamé de Ceniceros, esta sierra está principalmente formada por rocas riolíticas del Oligoceno. El arroyo desemboca en el Río Nazas (Figura 3.6), justo en la presa Francisco Zarco, a 17 km al norte del área de estudio. La cuenca endorreica de la del Río Nazas y de toda su red de drenaje se le ha denominado como la Cuenca Nazas-Aguanaval.



Figura 3. 6 Ríos principales de México (Fuente: CONAGUA, 2017)

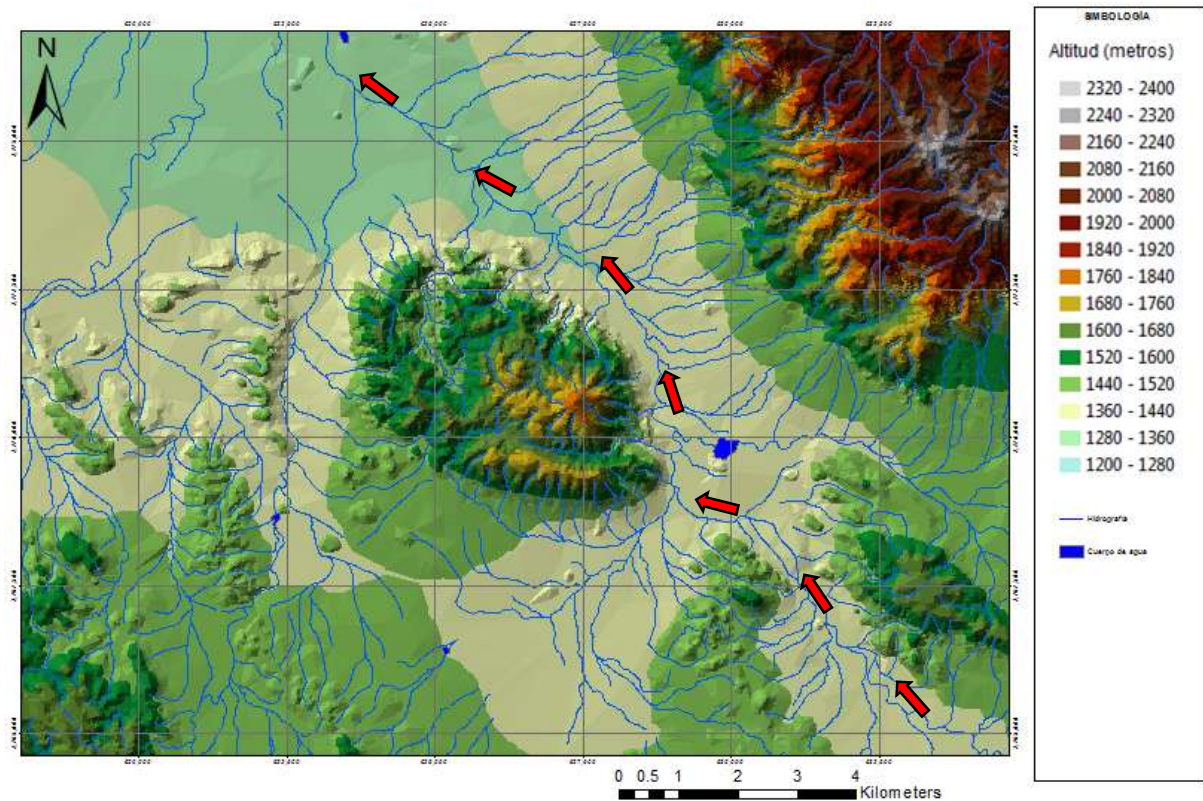


Figura 3. 7 Hidrografía del área de estudio señalando la dirección de flujo del Arroyo Cuencamé

3.5. Vegetación y tipos de suelo

La vegetación que abunda son pastizales y matorrales, en donde crecen una gran variedad de cactáceas. Según el INEGI, la vegetación dentro del área de estudio se puede dividir por sus características en ocho grupos: matorral submontano, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule, mezquital, chaparral, pastizal y zonas agrícolas.

El matorral submontano se refiere a aquellos arbustos, árboles bajos no espinosos y espinosos caducifolios que crecen en las partes más altas de la región y en suelo tipo litosol como el alicoche real (*Echinocereus enneacanthus*), el huizache (*Acacia farnesiana*), el afinador (*Mortonia greggii*), el enebro (*Juniperus flaccida*), varios tipos de magueyes (*Agave spp*) y algunas especies del género *Arbutus spp*, combinados con pastizales y xerofitas.

El matorral desértico micrófilo es aquel que está formado por arbustos de hoja pequeña como la gobernadora (*Larrea tridentata*), el palo amarillo (*Berberis trifoliolata*), el guayule (*Parthenium argentatum*), el ocotillo (*Fouquieria splendens*), el alicoche real (*Echinocereus enneacanthus*), algunos tipos de mezquites (*Prosopis sp*) y diversas plantas del género *Flourensia*. Los tipos de suelo predominantes son litosol, regosol y xerosol.

En el matorral desértico rosetófilo están aquellos arbustos de hoja con forma de roseta como el sotol (*Dasyllirion* spp), el cardenche (*Cylindropuntia imbricata*), el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*), la biznaga partida de Durango (*Coryphantha durangensis*) y varios tipos de magueyes (*Agave* spp), entre ellos la lechuguilla (*Agave lechuguilla*); los tipos de suelos predominantes en este ecosistema son los de tipo regosol y litosol.

Los matorrales crasicaule tienen la característica de tener plantas con tallos gruesos, varias especies de nopales (*Opuntia* sp) aparecen en este ecosistema, por ejemplo, el nopal (*Opuntia tuna*), el nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*) o el nopal cegador (*Opuntia microdasys*), también aquí viven otras plantas como la biznaga (*Echinocactus platyacanthus*), la biznaga partida de Durango (*Coryphantha durangensis*) y el huizache (*Acacia farnesiana*); el tipo de suelos de los matorrales crasicaule son litosol y feozem.

Los mezquiales, como su nombre lo indica, es donde predominan varias especies de mezquites (*Prosopis* sp); en el área de estudio, el mezquite aparece principalmente en los suelos fluvisol y xerosol.

Los chaparrales consisten en ecosistemas donde predominan especies de pequeños arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*) y la manzanita (*Arctostaphylos pungens*), así como especies de encinos pequeños (*Quercus* sp); en el área de estudio aparecen en suelo tipo litosol.

El pastizal aparece en toda el área de estudio, sin embargo, es mayor su predominancia en algunos sectores cuyos suelos son litosol, xerosol y regosol; los tipos de pastizal característicos son el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), el pasto borreguero (*Erioneuron pulchellum*) y el zacate borreguero (*Erioneuron grandiflorum*). La agricultura del lugar consiste en su mayoría en el cultivo de maíz, trigo, frijol y avena.

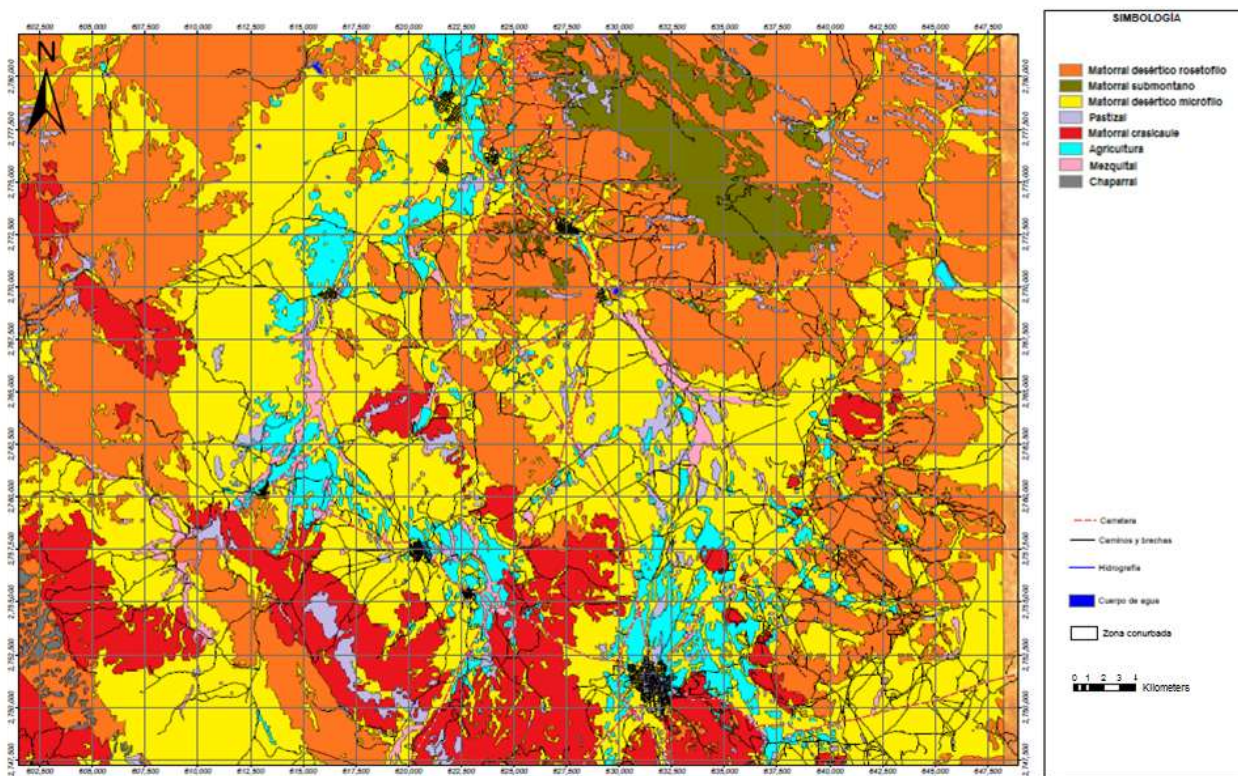


Figura 3. 8 Vegetación regional

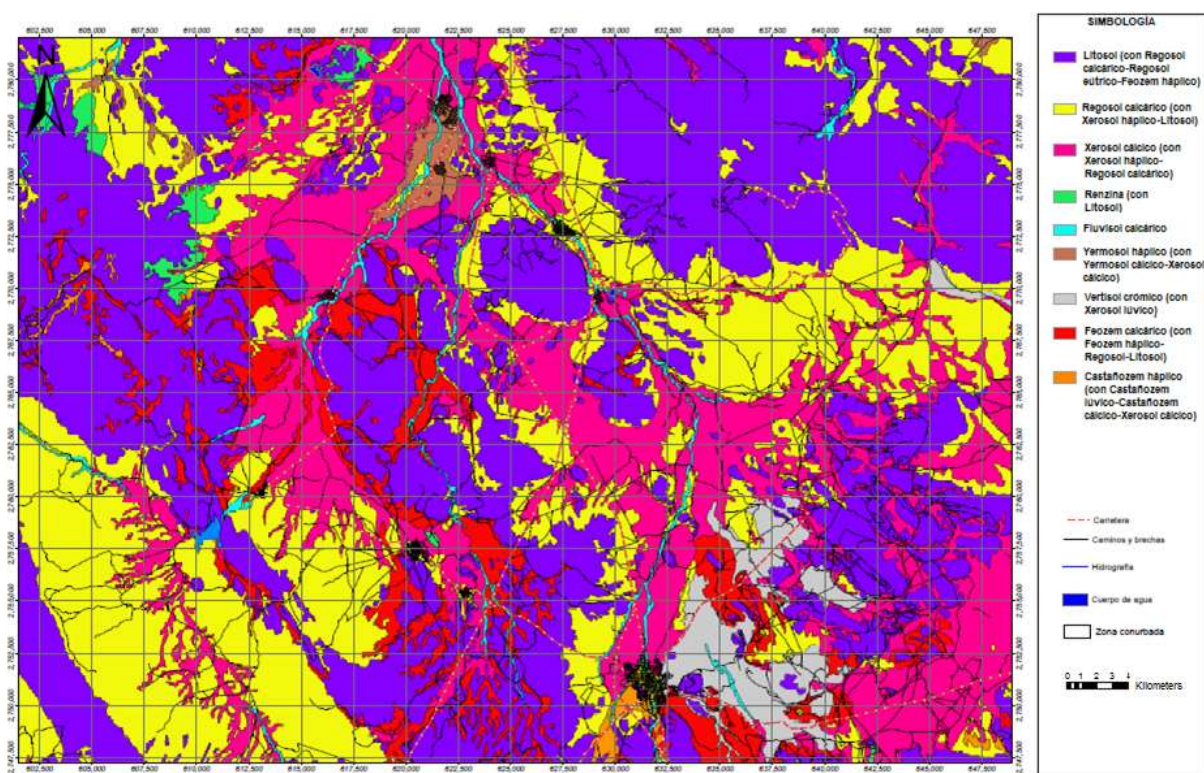


Figura 3. 9 Edafología regional

3.6. Marco geológico regional

El área de estudio se localiza en la parte noroccidental de la provincia geológica del Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas (Ortega Gutiérrez, 1992), formado por la Sierra Madre Oriental (Figura 3.10). En esta parte de la provincia geológica del Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas, se encuentran evidencias de la existencia del Golfo de Sabinas, la Plataforma Burros-Picachos y la Península de Coahuila; en esta provincia se pueden encontrar rocas paleozoicas en su parte oeste, rocas mesozoicas ampliamente expuestas, rocas terciarias formadas en un ambiente aún marino en el límite oriental de la provincia y sedimentos terrígenos cuaternarios rellenando valles intermontanos con evidencias de actividad ígnea de este período.



Figura 3. 10 Provincias Geológicas de México Ortega Gutiérrez *et al.*, 1992 (Fuente: SGM)

Esta provincia geológica está dividida en subprovincias, de las cuales la zona estudiada pertenece a la subprovincia de la Sierra de Torreón-Monterrey, también llamada “Sistema Orogénico Transverso”, que fue formada en el Terciario como consecuencia de los empujes de la orogenia Laramide. Hay que mencionar que la

zona de estudio se encuentra muy cercana a la provincia geológica del Altiplano Mexicano en su parte sur, la cual tiene características similares a la provincia descrita anteriormente; el Altiplano Mexicano está compuesto por rocas sedimentarias marinas paleozoicas y cretácicas que fueron depositadas en el centro de México, así como rocas clásticas e ígneas cenozoicas que han rellenado bolsones y cuencas sinclinales. Es en esta provincia donde se encuentra la Cuenca Mesozoica del Centro de México (Carrillo Bravo, 1982).

El área de Velardeña debió tener un sector que pertenecía a la margen sur-suroeste de la Península de Coahuila o Isla de Coahuila, que constituyó un antepaís y fue una de las fuentes principales de aporte de sedimentos del final del Jurásico y principios del Cretácico. Las rocas más antiguas que se han reportado en la región son formaciones jurásicas (Caliza Zuloaga y La Caja). Durante el Neocomiano aparecieron dos grupos de facies pertenecientes a la serie Coahuiliana: una clástica con influencia de materiales provenientes de las plataformas de Coahuila y Burros-Picachos (Formación San Marcos) y otra marina (formaciones Cupido y Taraises). En el límite Aptiano-Albiano, viene un aporte de terrígenos finos que dan lugar a la Formación La Peña que posiblemente fue resultado de un descenso eustático del nivel del mar (Smith, 1970; Charleston, 1973). Sin embargo, las formaciones anteriormente mencionadas no llegan a aflorar en la zona de Velardeña; las rocas más antiguas que si afloran son del Albiano-Cenomaniano donde una transgresión marina desarrollo grandes secuencias carbonatadas. En ese entonces se depositaron las formaciones Aurora, Acatita, Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura. En el Cretácico Superior se depositaron sedimentos terrígenos provenientes del occidente de México, que sufrió un levantamiento al principio de esta época. A principios del Cenozoico, las deformaciones provocadas por la Orogenia Laramide inician el depósito de sedimentos continentales; a lo largo de esta era geológica sucedió actividad ígnea originada por la subducción en el occidente de México.

3.7. Marco geológico local

Basándose en las descripciones de Clark (1988), Hernández (1991) y Pinet y Tremblay (2008), se puede decir que el área de Velardeña está formada en su mayor parte por rocas sedimentarias cretácicas intrusionadas por granodioritas y dioritas con variaciones a granitos, monzonitas y traquitas, y diques de diversas composiciones. Estas intrusiones han originado yacimientos de minerales como la esfalerita, la galena, la argentita, entre otros que aparecen rellenando zonas de fracturas (stockworks), en disseminaciones y en cuerpos de reemplazamiento en las rocas encajonantes.

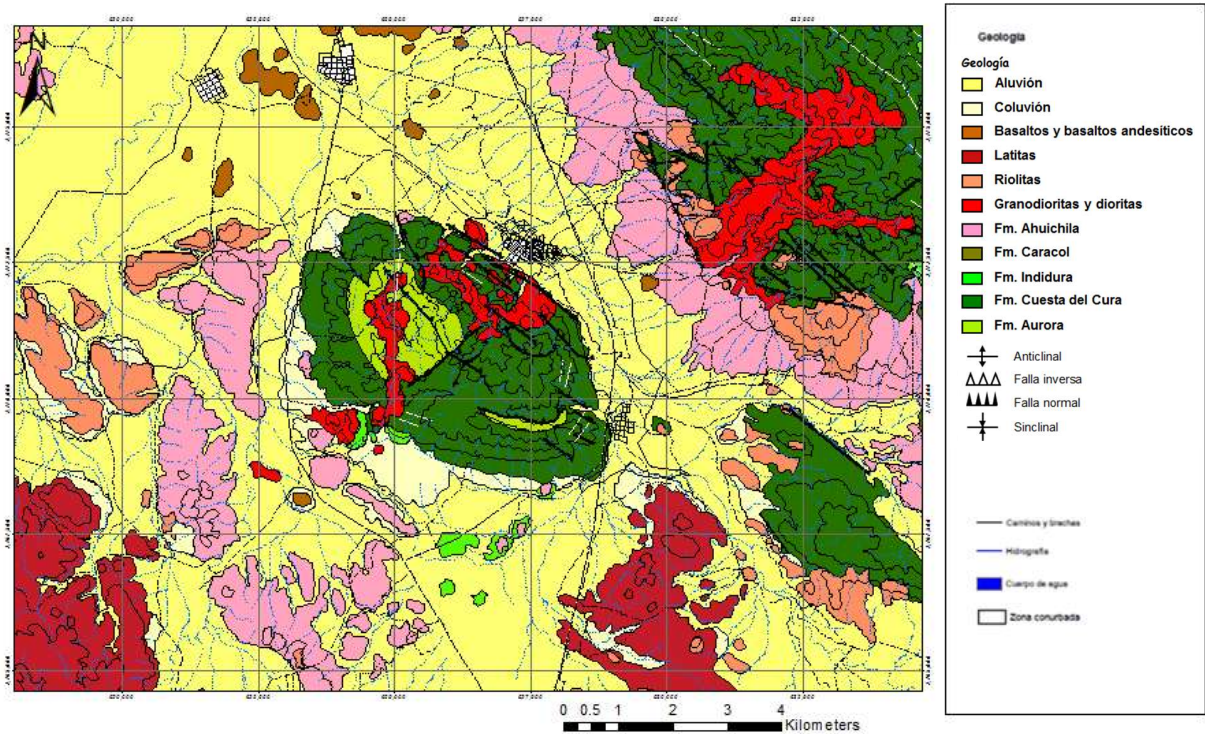


Figura 3. 11 Mapa geológico del área de estudio

3.8. Marco estratigráfico

La descripción de las unidades litoestratigráficas se hace a partir de los estudios geológicos realizados previamente en esta zona, las perforaciones realizadas dentro del área de estudio y la salida a campo donde se analizaron las unidades y se tomaron muestras de mano. Esta descripción habla de su distribución, las características de la litología, sus relaciones estratigráficas y estructurales, su edad y ambiente de depósito. Para denominar las unidades mesozoicas se utilizan los nombres dados formalmente por la mayoría de los primeros investigadores que concuerdan tanto a nivel regional como local con el nombre de la formación, su edad, su ambiente, etc., aunque hay que mencionar la existencia de algunos trabajos con diferencias sobre el nombre y su edad. En el caso de las formaciones cenozoicas de origen ígneo se utilizan nombres que hacen referencia a su litología y a su edad puesto que son referidas por varios investigadores con nombres distintos.

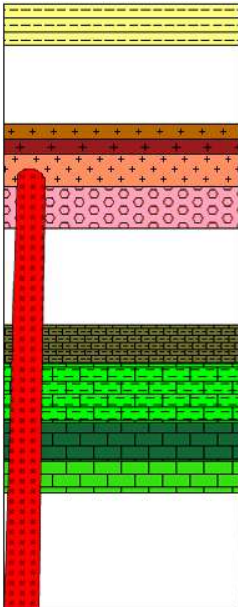
Eonotema	Eratema	Sistema		Serie	Litología	Formaciones	
Proterozoico	Cenozoico	Cuaternario		Holoceno		Aluvión	
				Pleistoceno			
		Terciario	Neógeno	Plioceno			Basaltos
				Mioceno			Latitas
			Paleógeno	Oligoceno			Riolitas
				Eoceno			Fm. Ahuichila
				Paleoceno			
				Mesozoico		Cretácico	
		Fm. Indidura					
		Fm. Cuesta del Cura					
		Fm. Aurora					
				Inferior			

Tabla 3. 1 Tabla estratigráfica de las formaciones geológicas que afloran en la zona de estudio

3.8.1. Formación Aurora

Distribución dentro del área de estudio:

Esta formación aflora solamente en el centro de la Sierra de Santa María. El pozo exploratorio 'Cañón La Salida' (Figura 3.14), localizado en el norte de la sierra anteriormente mencionada, llega a cortar las rocas de esta formación.

Litología:

Esta formación tiene distintos tipos de facies, siendo la facie de plataforma la que se encuentra dentro del área de estudio. Sus características litológicas coinciden con la descripción de Humphrey y Díaz (1956), la Formación Aurora es una caliza gris de grano medio y estratificación de delgada a masiva con nódulos de pedernal. En ocasiones aparece con intercalaciones de lutita calcárea gris.

Relaciones estratigráficas:

Su contacto inferior sobreyace concordantemente a la Formación Cuchillo (Cuenca de Chihuahua) y sobre la Formación La Peña (Cuenca de Sabinas). Su contacto superior es concordante y transicional con la Formación Benavides (Cuenca de Chihuahua) y, dentro del área de estudio, con la Formación Cuesta del Cura. Hacia el área de Acatita (Plataforma de Coahuila), cambia lateralmente a facies lagunares de la Formación Acatita. Hacia el este y norte de la Sierra Madre Oriental se

correlaciona con la parte superior de la Formación La Peña y Formación Otates. Su equivalente de cuenca es la Formación Tamaulipas Superior.

Edad y ambiente:

En 1988, PEMEX realizó un trabajo donde considera que la formación está compuesta en su mayoría por estratos gruesos y masivos de wackestone-packestone y grainstone con rudistas (caprínidos y toucasias), equínodos, gasterópodos, pelecípodos, algas, miliólidos, etc. El contenido paleontológico muestra nos indica que la Formación Aurora pertenece al Albiano y su ambiente de depósito fue de plataforma somera.

3.8.2. Formación Cuesta del Cura

Distribución dentro del área de estudio:

Esta es la formación geológica que superficialmente predomina en la zona, sus rocas afloran en la mayor parte de las sierras de Santa María y San Lorenzo las rocas. El pozo exploratorio 'Cañón La Salida' muestra el gran espesor que posee la formación.

Litología:

Es una secuencia de calizas (wackestone a mudstone) de color gris claro a oscuro con estratificación de delgada a gruesa, con lentes delgados e intercalaciones de horizontes de pedernal negro y limonita rosa. En algunos puntos aparece con intercalaciones de capas delgadas de lutita calcárea y con una estratificación ondulante. En algunos puntos presenta brechas de rocas de plataforma mal clasificadas que llegaron a la cuenca por sismos o avalanchas.

Relaciones estratigráficas:

Tiene un contacto concordante inferior con la Formación La Peña y, en el área de estudio, con la Formación Aurora, y un contacto concordante superior o interdigitada como un cambio de facies con la Formación Indidura. Se correlaciona con las formaciones Tamaulipas Superior y El Abra (Cuenca de Tampico-Misantla), con la Formación Limones (Plataforma Valles-San Luis Potosí), y con las formaciones Georgetown, Del Río, Edwards y Buda (Grupo Washita en Texas).

Edad y ambiente:

Con base en los fósiles estudiados por Bose (1923) y Celestina González (en Ledezma, 1981) se puede decir que la Formación Cuesta del Cura tuvo un ambiente de depósito característico de cuenca durante el Albiano Inferior hasta el Cenomaniano Inferior.

3.8.3. Formación Indidura

Distribución dentro del área de estudio:

Esta formación aparece aflorando en el sur de la Sierra de Santa María y en algunos puntos del noroeste del área de estudio. El pozo exploratorio 'Grasero' (Figura 3.13),

localizado en el centro del Valle de Velardeña, llega cortar una porción de esta formación.

Litología:

Concordando con Kelly (1936), la Formación Indidura se puede describir como una secuencia de calizas arcillosas (con facies de wackestone) delgadas de color gris a café y lutitas de color gris claro, esas tonalidades claras se deben al intemperismo. Se presenta con mucha deleznableidad.

Relaciones estratigráficas:

Se encuentra suprayaciendo a la Formación Cuesta del Cura y subyaciendo a la Formación Caracol, en dos contactos aparecen de manera transicional y concordante. Se correlaciona con la Formación Eagle Ford de Texas, con la Formación Soyatal de la Cuenca Mesozoica del Centro de México, del miembro calcáreo-arcilloso de la Formación Tamasopo de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí y el miembro mixto La Muralla de la Formación Agua Nueva, de la Cuenca Tampico-Misantla.

Edad y ambiente:

Con la ayuda de los estudios paleontológicos realizados por Rogers *et al.* (1961) y por Blanca E. Buitrón *et al.* del Instituto de Geología de la UNAM (1981) se le ha asignado a la Formación Indidura una edad que va desde el Cenomaniano Superior hasta el Turoniano. Su ambiente de depósito es de cuenca.

3.8.4. Formación Caracol

Distribución dentro del área de estudio:

Esta formación aparece aflorando solamente en una pequeña zona en el este del área de estudio. Sin embargo, la información de la geología regional hace que se considere la existencia de vestigios de esta formación en el subsuelo del Valle de Velardeña. Desgraciadamente, el pozo exploratorio 'Parcela 99' (Figura 3.15), localizado en el centro del valle, no logró cortar rocas cretácicas.

Litología:

La Formación Caracol es una secuencia de lutitas y areniscas de tipo flysch color gris verdoso que intemperiza a color ocre en estratos delgados, contiene fragmentos de rocas volcánicas provenientes de la Faja Vulcanosedimentaria del occidente (López Infanzón, 1986).

Relaciones estratigráficas:

Su contacto inferior es concordante y transicional a la Formación Indidura, mientras que el contacto superior, con la Formación Ahuichila, es por discordancia angular. Imlay (1944) consideró que esta formación se correlaciona con los miembros basales de las formaciones San Felipe y Parras.

Edad y ambiente:

Rogers *et al.* (1961) recolectaron restos de pelecípodos y amonitas que ayudaron a detectar que pertenece al Coniaciano-Santoniano. Los sedimentos de esta formación provienen de abanicos submarinos surgidos por el levantamiento en el margen occidental del cratón de Norteamérica. Esta es la última etapa de la regresión marina en la Cuenca Mesozoica de México durante el Cretácico Superior (Carrillo Bravo, 1971)

3.8.5. Formación Ahuichila

Distribución dentro del área de estudio:

Aparece aflorando en los márgenes occidentales de las sierras de Guadalupe y San Lorenzo. En el caso de la Sierra de San Lorenzo, la formación llega a cubrir todo el Valle de Velardeña pero se mantiene oculta en gran parte por sedimentos aluviales, se comprobó esto último con el corte del pozo exploratorio 'Grasero'.

Litología:

Como lo mencionó Cserna en 1956, la Formación Ahuichila es un conglomerado polimítico constituido de fragmentos subangulosos y subredondeados de calizas cretácicas y rocas volcánicas dentro de una matriz arcillo-calcárea de color gris. La forma de los fragmentos muestra que la distancia de transporte fue corta.

Relaciones estratigráficas:

Esta formación llega a cubrir en discordancia angular a las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol. Sobre ella descansan de manera discordante rocas volcánicas cenozoicas y sedimentos aluviales y coluviales.

Edad y ambiente:

Su edad es del Paleoceno-Eoceno y, como se mencionó anteriormente, se encuentran depositadas discordantemente a las rocas cretácicas. Es un depósito de tipo molasa originado por la Orogenia Laramide.

3.8.6. Riolitas del Oligoceno-Mioceno

Distribución dentro del área de estudio:

Estas rocas afloran al pie de la Sierra de San Lorenzo, también llegan a aparecer en el sur del Valle de Velardeña y en la parte oeste del área de estudio.

Litología:

Son secuencias masivas de erupciones volcánicas de tipo riolítico donde se aprecian los depósitos de caída de cenizas y los depósitos de flujos piroclásticos, en los cuales aparecen bloques y tobas de tamaño mediano a pequeño de color amarillo soportados en una matriz de cenizas. Los bloques y tobas presentan minerales de cuarzo, plagioclasa y feldespatos potásicos, aunque muy alterados.

Relaciones estratigráficas:

Cubren de forma discordante a las formaciones Cuesta del Cura y Ahuichila, y éstas a su vez son cubiertas por sedimentos aluviales.

Edad y ambiente:

Estas rocas abarcan del Oligoceno al Mioceno. Son originadas por una secuencia de colapsos de columnas de erupción.

3.8.7. Intrusivos granodioríticos y dioríticos

Distribución dentro del área de estudio:

Estas intrusiones aparecen tanto en la Sierra de Guadalupe como en la Sierra de San Lorenzo, llegando a aflorar en cuerpos aislados. El poblado de Velardeña se encuentra muy cerca de los cuerpos intrusivos, al noreste de éstos.

Litología:

Generalizando, en la Sierra de San Lorenzo aparecen cuerpos de tipo diorítico, mientras que en la Sierra de Guadalupe aparecen de tipo granodiorítico. Pero, a más detalle, en la zona hay una variación litológica de granodioritas de color verde con granitos, monzonitas y traquitas. Las granodioritas tienen textura porfídica con fenocristales de cuarzo, plagioclasa, la mica sericita y feldespatos potásico, en menor medida tiene la mica biotita, titanita y clinopiroxeno (Ramírez Peña, 2014).

Relaciones estratigráficas:

Estos cuerpos afectan a las formaciones Aurora, Cuesta del Cura e Indidura formando una red una red entrelazada de venas que atraviesa la masa rocosa.

Edad y ambiente:

Los estudios realizados por la Minera El Roble, de grupo Peñoles, por métodos radiométricos han dado la edad alrededor de 33.1 millones de años a una muestra de alaskita y alrededor de 33.4 millones de años a una muestra de traquita, es decir, se originaron en el Oligoceno. En ese entonces, la actividad magmática era intensa en el occidente del país, ocasionando la formación de volcanes e intrusiones de tipo ácido.

3.8.8. Latitas del Mioceno

Distribución dentro del área de estudio:

Estas rocas se encuentran en la parte sur del área de estudio, siendo las más características aquellas ubicadas en el sur del Valle de Velardeña.

Litología:

Derrames de lava de color gris oscuro que aparecen en forma masiva con textura afanítica, los minerales con mayor visibilidad son la plagioclasa y el feldespato alcalino, a veces aparecen cristales de olivino.

Relaciones estratigráficas:

Llegan a cubrir discordantemente a la Formación Ahuichila.

Edad y ambiente:

Las manifestaciones de vulcanismo intermedio y básico en el Mioceno fueron provocadas por el fallamiento producto la separación de la Península de Baja California del continente.

3.8.9. Basaltos y basaltos andesíticos del Mioceno

Distribución dentro del área de estudio:

Estos cuerpos ígneos se encuentran esparcidos a lo largo del Valle de Velardeña, pero se concentran en su parte norte y al pie de la Sierra de San Lorenzo. Gracias al pozo exploratorio 'Grasero' se conoce que estos basaltos también se encuentran en el margen oriental de la Sierra de Guadalupe, debajo de sedimentos aluviales; en el margen occidental de esta sierra se encuentra un cuerpo basáltico aflorando.

Litología:

Son derrames de basaltos y basaltos andesíticos bastante alterados con una estructura masiva y brechosa. Los basaltos tienen un color negro y aparecen con una gran cantidad de vesículas. Los basaltos andesíticos son de color gris oscuro y, a diferencia de los basaltos comunes, tienen un poco de feldespato alcalino, vistos solamente a través del microscopio petrográfico; sus fenocristales característicos son plagioclasas, ortopiroxenos y anfíboles.

Relaciones estratigráficas:

Igual que las latitas, estas rocas cubren discordantemente a la Formación Ahuichila.

Edad y ambiente:

Estas rocas surgieron a partir de volcanes monogenéticos. Estos volcanes surgieron por las fisuras producidas durante el debilitamiento cortical en el Mioceno.

3.8.10. Aluvión y coluvión

Distribución dentro del área de estudio:

Aparecen a lo largo de las zonas con menor elevación, tiene la mayor distribución de sedimentos aluviales. El Valle de Velardeña es cubierto en gran parte por el aluvión.

Litología:

Estos sedimentos presentan diversa granulometría ya que van de arcillas muy finas a cantos rodados; por supuesto los sedimentos más finos se encuentran en los márgenes de los arroyos. Es común encontrar capas de caliche entre estos sedimentos.

Relaciones estratigráficas:

Cubre discordantemente a todas las rocas infrayacentes.

Edad y ambiente:

Seguramente su edad va del Pleistoceno al Holoceno, producto de la erosión en la zona. Los suelos formados por arenas graduadas mezcladas con arcillas se encuentran predominantemente en el centro del Valle de Velardeña y aquellos suelos constituidos por arenas y gravas cementadas por caliche se encuentran generalmente al pie de las sierras formadas por calizas cretácicas. Entre estos dos tipos de suelos se encuentran aquellos formados por gravas y arenas sin cementar.

3.9. Marco estructural

Las estructuras dentro del área fueron originadas por tres períodos de deformación: dos primeros que se llevaron a cabo durante la Orogenia Laramide, de los cuales el primero fue de tipo compresional y el segundo de tipo tensional, y el último que sucedió después de la Orogenia Laramide que presenta un evento con esfuerzos distensivos que afectó principalmente a las rocas volcánicas cenozoicas (Cabrera Cuervo, 1976).

Las estructuras en el área comprenden pliegues simétricos, asimétricos y fallas normales, todo con una orientación NW-SE. Todas las capas de rocas cretácicas fueron plegadas por el evento Laramide, algunas presentando mayor intensidad que otras; más tarde, los cuerpos granodioríticos y dioríticos llegaron a plegar concéntricamente a estas capas. Las estructuras más importantes del lugar son el Anticlinorio de San Lorenzo, localizado al este del área con un rumbo axial N50°W en su extremo septentrional (CONAGUA, 2015), y el domo de Santa María, que muestra un rumbo axial N45°W.

Respecto a las fallas normales, las cuales fueron aprovechadas por el magma para crear diques, troncos y hasta vulcanismo monogenético, dieron como resultado cerros y sierras en formas fisiográficas de cejas. Tanto en el flanco suroeste del Anticlinorio de San Lorenzo como en el domo de Santa María, el rumbo general de las fallas es paralelo al de los pliegues, es decir NW-SE, determinando que el Valle de Velardeña es un graben.

Así mismo, De Cserna (1956) describe a la subprovincia del “Sistema Orogénico Transverso” como la afectación de la secuencia estratigráfica por una serie de anticlinales recostados al norte y con fallas de sobrecorrimiento. Y a su vez Tardy (1976) menciona que del sur y oeste actuaron fuerzas en una dirección más o menos normal a las márgenes de la Península de Coahuila que comprimieron los sedimentos que llenaban el Geosinclinal Mexicano (márgenes del oeste y sur de la Península de Coahuila) y formando pliegues recostados hacia el norte y este, aunque también produjo estructuras en abanico y algunos recostamientos hacia el sur y oeste. La Península de Coahuila tuvo un ambiente marino poco profundo finalizando el Cretácico, Cserna y Tardy agregan que continuó formando una masa

alta y estable que, durante la Orogenia Laramide, sirvió como contrafuerte estructural a los esfuerzos a los que permaneció sujeta. La Orogenia Laramide finalizó en el Oligoceno, fue en ese momento cuando se inició una etapa de basculamiento del basamento (fenómeno del equilibrio isostático) que originó la provincia de Cuencas y Fallas que afecta casi toda la porción norte y centro de México.

3.10. Geología del subsuelo

Con la intención de buscar el nivel freático, la Compañía Minera de Peñoles S.A. realizó registros geofísicos en los pozos 'El Grasero', 'Cañón La Salida' y 'Parcela 99' entre 2010 y 2011. Los métodos que aplicaron fueron el de resistividad, el de potencial espontáneo y el de rayos gamma, las curvas obtenidas ayudan a identificar la litología existente en el subsuelo. Con el método de resistividad se puede ver los cambios de nivel de la porosidad y del fracturamiento de una secuencia litológica, así como la cantidad y calidad de agua de la misma. El método de potencial espontáneo mide la diferencia de voltaje de manera natural entre dos electrodos, es decir, dos puntos: el del pozo, que se mueve a lo largo de éste, y el de la superficie, que se queda inmóvil; la curva de potencial espontáneo da los límites entre las capas de roca, sus espesores y su cantidad de arcilla. Por último, el método de rayos gamma se obtiene de la cantidad de energía que emite un isótopo, el cual es por definición un elemento químico inestable que provoca radiación; la curva de rayos gamma sirve principalmente para evaluar cantidad de arcilla en las capas de roca (Patra y Mallick, 1980).

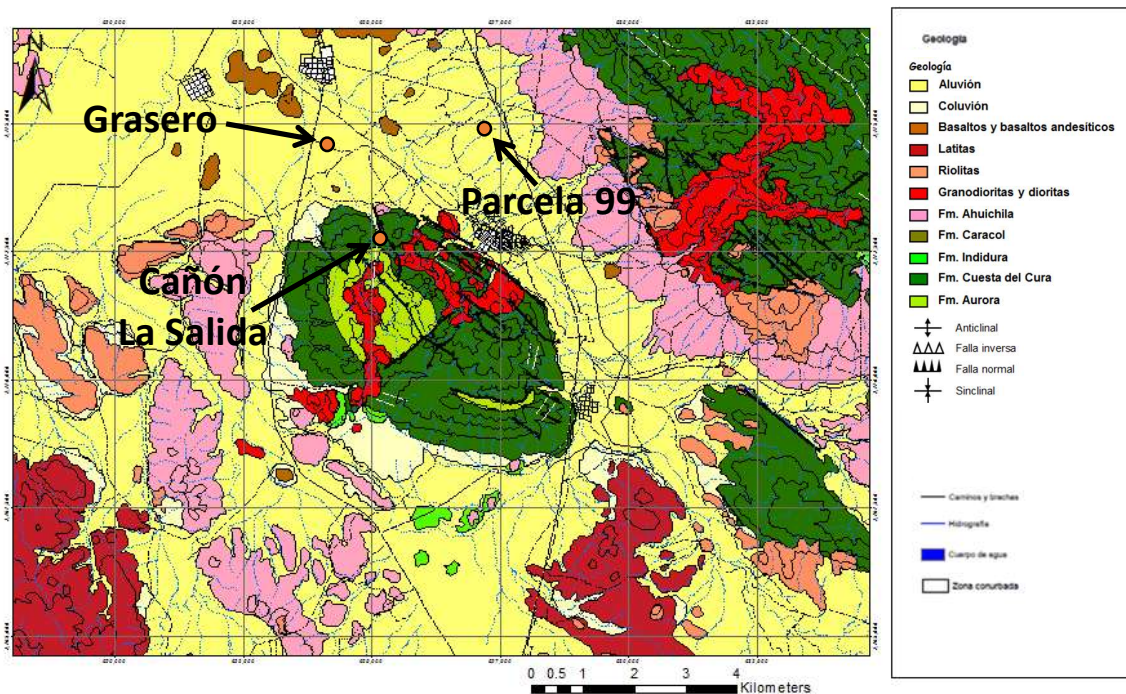


Figura 3. 12 Localización de los tres pozos exploratorios en el mapa geológico

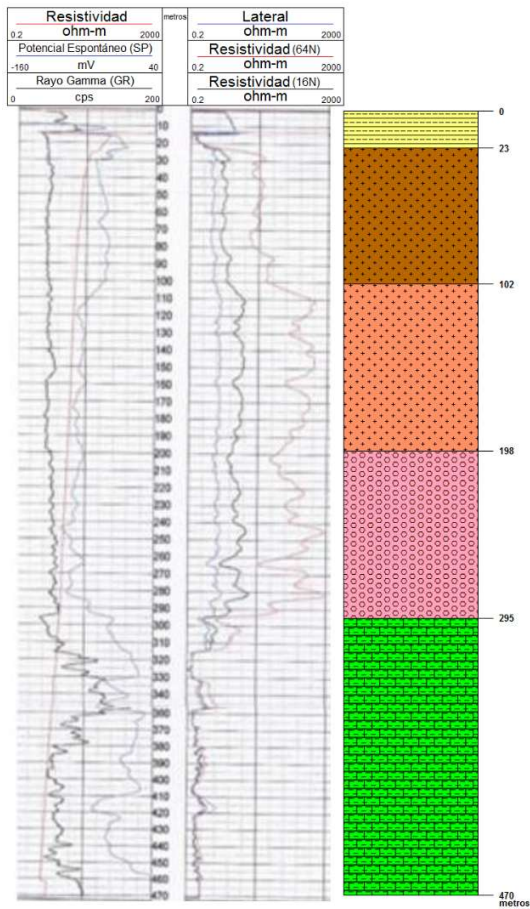


Figura 3. 13 Pozo Grasero

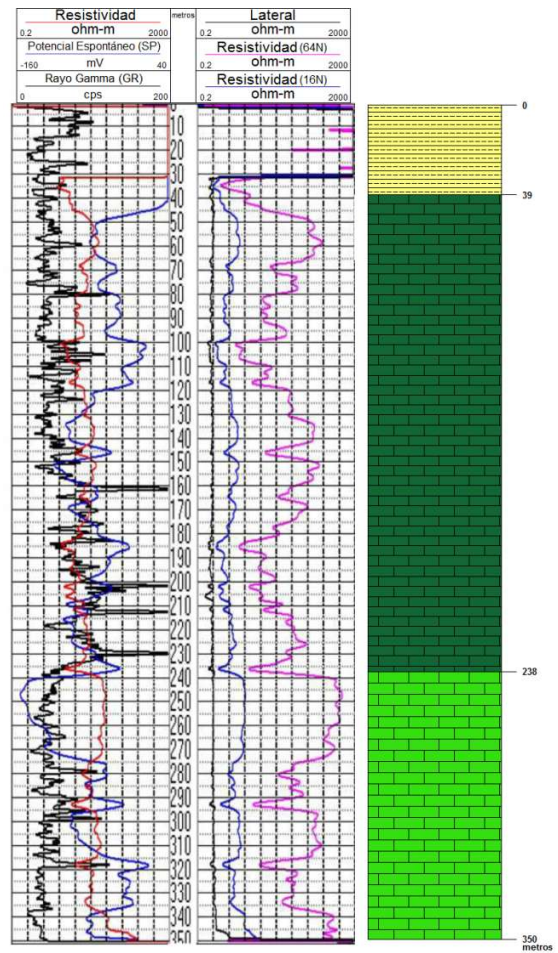


Figura 3. 14 Pozo Cañ3n La Salida



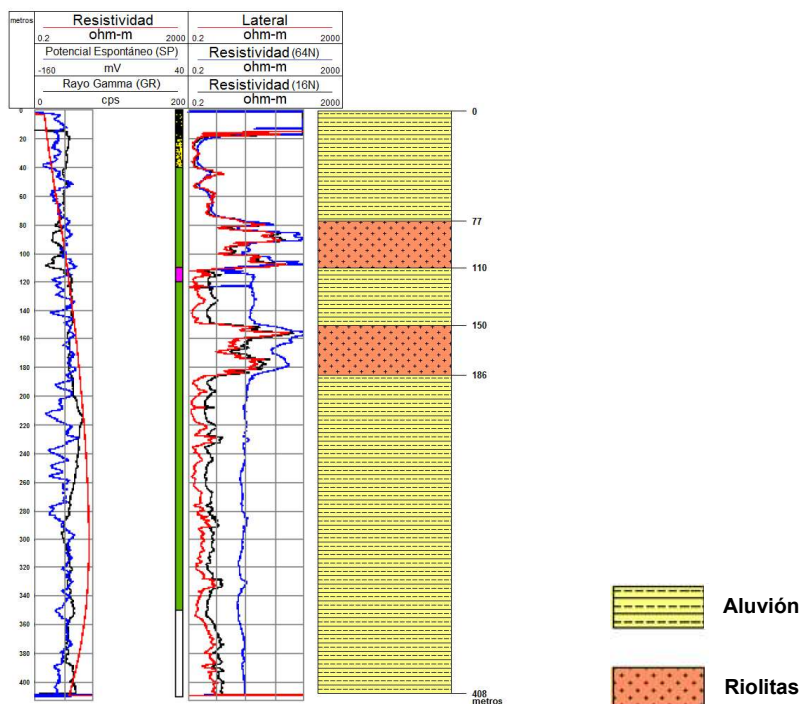


Figura 3. 15 Pozo Parcela 99

3.11. Hidrogeología

3.11.1. Unidad hidrogeológica de permeabilidad alta: Aluvi3n

En su trabajo para la determinaci3n de la disponibilidad de agua respecto al 3rea de estudio, la CONAGUA considera al acuífero existente como de tipo libre, donde fluye por los sedimentos aluviales m3s permeables encontrados a lo largo del Valle de Velardeña y en los piedemonte de las Sierras de San Lorenzo y Santa Mar3a. Como se menciona en el marco estratigr3fico, el aluvi3n est3 formado tanto por arenas y gravas sin cementar mezcladas con arcillas y caliche como por arenas y gravas cementadas por arcilla calc3rea, ambos grupos fueron trasladados y depositados por la erosi3n de las rocas cret3cicas encontradas en la regi3n. Las arenas y gravas sin cementar tienen permeabilidad media y alta, por los que son aptas para el flujo del agua subterr3nea y se encuentran en gran parte dentro del Valle de Velardeña, adem3s llegan a alcanzar varios cientos de metros en la parte media de ese valle debido a la acci3n del graben.

3.11.2. Unidad hidrogeológica de permeabilidad alta-media: Rocas ígneas extrusivas

Los derrames basálticos, latíticos y riolíticos suelen ser porosos y permeables, pero en el caso de las latitas y riolitas que hay en el 3rea de estudio sus niveles de porosidad y permeabilidad son m3s bajos por haber sido afectadas fuertemente por el intemperismo y por la formaci3n de minerales secundarios como la zeolita. A

pesar del fuerte intemperismo, las tobas y brechas riolíticas presentes aún tienen buena porosidad y permeabilidad para dejar fluir y almacenar agua. Todas las rocas anteriormente mencionadas presentan distintos niveles de fracturamiento que las hace aptas para ser consideradas de buena permeabilidad.

3.11.3. Unidad hidrogeológica de permeabilidad alta-media: Calizas

Las capas de calizas encontradas en la Formación Aurora tienen grano medio y son afectadas por varias fallas normales, esto las vuelve buenas para almacenar y dejar fluir el agua. Estas calizas solamente afloran en el centro de la Sierra de Santa María, en el resto del área se encuentran subyaciendo a las rocas impermeables de la Formación Cuesta del Cura provocando que esta unidad hidrogeológica presente un acuífero confinado profundo.

3.11.4. Unidad hidrogeológica de permeabilidad media-baja: Conglomerado polimíctico

Como se menciona anteriormente, la Formación Ahuichila tiene fragmentos subangulosos y subredondeados de calizas y rocas volcánicas que van de arenas a bloques de 1 a 2 metros de diámetro, además de tener un espesor de cientos de metros. Al estar sus fragmentos cementados por una matriz arcillo-calcárea les quita su propiedad de ser porosos, pero al estar afectada por fallas normales en distintos puntos del área de estudio hace que presente cierto grado de permeabilidad.

3.11.5. Unidad hidrogeológica de permeabilidad media-baja: Calizas arcillosas y lutitas

Con excepción de las pocas areniscas que presentan, las capas de calizas arcillosas, margas, lutitas y pedernal de las formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Caracol presentan rocas de baja porosidad y permeabilidad por la cantidad de terrígenos que recibieron a finales del Cretácico. Son las fallas normales presentes las que permiten que el flujo de agua subterránea pase a través de estas unidades y llegan a hacer que el agua se confine en un acuífero profundo.

3.11.6. Unidad hidrogeológica de permeabilidad baja: Rocas ígneas intrusivas

Aunque se encuentran afectadas por el fallamiento normal, las granodioritas, dioritas, granitos, monzonitas y traquitas se les considera de permeabilidad baja debido a que las fallas y fracturas que tienen se encuentran altamente mineralizadas. Por su génesis, las rocas intrusivas tienen nula o muy poca porosidad y permeabilidad, aunque eso no evita que sus minerales si puedan influir en la composición química del agua.

A continuación, se presenta una tabla que contiene la medición del nivel estático de distintos aprovechamientos dentro del área de estudio elaborada en este trabajo y

sus mediciones anteriores hechas por la Comisión Nacional del Agua, la Compañía Minera de Peñoles S.A. y la Universidad Autónoma de Zacatecas. La mayoría se encuentran dentro del acuífero libre correspondiente a la unidad hidrogeológica del aluvión.

Clave UASLP	X_WGS84	Y_WGS84	Elevación (m)	Profundidad (m)	Elevación del Nivel Estático (m)
1	627119	2774977	1375	SD	42.36 (N.E. Peñoles 2010) 33.43 (N.E. UAZ nov 2017) 34.68 (N.E. UASLP oct 2018)
2	627471	2772918	1360	14.29	13.38 (N.E. UASLP oct 2018)
3	627492	2773360	1379	200	NA
4	628206	2772439	1377	168	19.4 (N.E. UASLP oct 2018)
5	628100	2772507	1372	18.59	18.59 (N.E. UASLP oct 2018)
6	627349	2773019	1359	47.74	20.30 (N.E. CONAGUA nov-dic 2006) 18.40 (N.E. UAZ 2009) 19.20 (N.E. UAZ 2010) 18 (N.E. UAZ 2012) 18 (N.E. UAZ 2013) 21 (N.E. UAZ 2014) 13.29 (N.E. UASLP oct 2018)
7	Privado	Privado	Privado	200	0.02 (N.E. UASLP oct 2018)
8	Privado	Privado	Privado	1160	14 (N.E. UAZ nov 2015) 14.10 (N.E. UAZ nov 2017)
9	Privado	Privado	Privado	500	NA
10	Privado	Privado	Privado	380	NA
11	Privado	Privado	Privado	SD	SD
12	624068	2776407	1334	50	26.62 (N.E. UASLP oct 2018)
13	628120	2772699	1375	19.55	NA
14	629119	2769639	1393	70	20 (N.E. UAZ dic 2015) 17.3 (N.E. UASLP oct 2018)
15	628988	2769502	1393	SD	11 (N.E. UASLP oct 2018)
16	624119	2776209	1334	200	18 (N.E. CONAGUA nov-dic 2006) 27.11 (N.E. UASLP oct 2018)
17	623711	2776101	1334	70	16.54 (N.E. UASLP oct 2018)
18	624029	2775726	1328	15.61	35 (N.E. UAZ nov 2015) 35 (N.E. Peñoles enero 2016) 13.31 (N.E. UASLP oct 2018)
19	623581	2776081	1328	SD	20 (N.E. UAZ dic 2015) 14.91 (N.E. UASLP oct 2018)
20	622967	2773333	1360	SD	40.68 (N.E. UASLP oct 2018)

21	623058	2773343	1358	SD	17 (N.E. UAZ dic 2015)
22	624109	2774636	1352	470	41.27 (N.E. CONAGUA nov-dic 2006) 43.70 (N.E. UAZ 2008) 43 (N.E. UAZ 2009) 42 (N.E. UAZ 2010)
22^a	626241	2773384	1367	19.85	NA
22B	626162	2773439	1371	19.23	53.04 (N.E. Peñoles 2010)
22C	625931	2773673	1358	15.165	NA
22D	625854	2773833	1354	22.24	16.8 (N.E. UASLP oct 2018)
22E	625705	2773989	1355	21	18.33 (N.E. UASLP oct 2018)
22F	625416	2773928	1362	16.9	NA
23	631121	2769232	1419	SD	SD
24	631134	2768671	1418	220	SD
25	630778	2767980	1411	125	73.87 (N.E. UASLP oct 2018)
26	631166	2767388	1421	230	116.66 (N.E. CONAGUA nov-dic 2006) 61.68 (N.E. UASLP oct 2018)
27	633017	2769335	1426	11.19	7.43 (N.E. UASLP oct 2018)
28	631871	2765651	1431	60	10.4 (N.E. UASLP oct 2018)
29	628621	2765154	1438	NA	NA
30	626703	2766233	1425	15.22	10.44 (N.E. UASLP oct 2018)
31	627207	2765863	1427	15.9	12.33 (N.E. UASLP oct 2018)
32	624409	2767342	1444	150	21.98 (N.E. UASLP oct 2018)
33	624150	2767987	1440	SD	SD
34	625426	2767806	1438	SD	42.83 (N.E. CONAGUA nov-dic 2006) 40 (N.E. UAZ 2008) 41.30 N.E. UAZ 2009) 46 (N.E. UAZ 2010) 45 (N.E. UAZ 2012) 45 (N.E. UAZ 2013) 28.96 (N.E. UASLP oct 2018)
35	623375	2774203	1352	SD	20.6 (N.E. UASLP oct 2018)
36	621662	2775582	1336	24.3	30.32 (N.E. UAZ nov 2017)
37	621583	2775742	1336	SD	32.07 (N.E. UASLP oct 2018)
38	621518	2775993	1336	SD	31.28 (N.E. UASLP oct 2018)
39	629727	2769711	1401	NA	31.40 (N.E. UAZ 2008) 32 (N.E. UAZ 2009) 32 (N.E. UAZ 2010) 31 (N.E. UAZ 2012) 31 (N.E. UAZ 2013) 32 (N.E. UAZ 2014)
40	619905	2772675	1371	NA	NA
41	619560	2772669	1372	SD	SD
42	619546	2772673	1371	SD	SD

43	625462	2765428	1442	108	36.6 (N.E. UASLP oct 2018)
----	--------	---------	------	-----	----------------------------

Tabla 3. 2 Localización y evolución del nivel estático de distintas fuentes de agua medidos

3.12. Geología histórica

El evento geológico más antiguo del que se tiene evidencia en el área de estudio fue la transgresión marina en el inicio del Albiano. Los mares someros y cálidos ocuparon la Península de Coahuila (Figura 3.16) dando origen a las rocas sedimentarias de la Formación Aurora. Mientras tanto, en aguas más profundas, ya dentro del área correspondiente a la Cuenca Mesozoica del Centro de México, los sedimentos finos de cuenca constituirían a la Formación Cuesta del Cura; estos sedimentos llegarían a invadir el margen suroccidental de la península, en donde se encuentra la zona de estudio, desde el Albiano Superior hasta el Cenomaniano Inferior.

Ya durante el Cenomaniano Superior y Santoniano, los sedimentos marinos dentro del área de estudio corresponden a las características de un ambiente tipo flysch en la zona de cuenca, incluso estos sedimentos muestran la evidencia de posibles movimientos tectónicos que hubo en ese tiempo. Entre esas edades aparecieron las formaciones Indidura y Caracol.

A principios del Terciario surgió la Orogenia Laramide, la cual plegó y levantó la región formando pliegues en las rocas cretácicas. Estas estructuras sufrieron un plegamiento adicional ocasionado por diversos cuerpos intrusivos que aparecieron a finales de la Orogenia Laramide. Justamente en ese momento, un fuerte proceso erosivo en la región afectó las rocas cretácicas; los fragmentos de rocas surgidos de aquella erosión constituyen a la Formación Ahuichila.

Durante el Oligoceno y Mioceno tuvieron lugar las primeras manifestaciones de magmas ácidos, aunque fue en el Mioceno cuando se intensificó la actividad volcánica dando lugar a grandes volúmenes de tobas riolíticas provenientes de flujos piroclásticos y más tarde, a través de las fallas normales, lavas con menor cantidad de sílice como las latitas y basaltos. Del Pleistoceno al Holoceno se formaron abanicos aluviales y coluviales originados por la erosión de las sierras llegando a sepultar a varios afloramientos.

4. CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA PARA DEFINIR SISTEMAS DE FLUJO SUBTERRÁNEO

Para lograr la definición de los sistemas de flujo de agua subterránea es necesario identificar la relación de estos sistemas con el medio ambiente ya que los flujos de agua subterránea se determinan a partir de diversos factores ambientales como la geología, la topografía, la vegetación, el suelo, entre otros. Otras piezas claves son el conocimiento del funcionamiento hidrogeológico con ayuda de las direcciones del flujo de agua subterránea y la descripción de la evolución geoquímica del agua. Todo lo anterior se puede esquematizar en un modelo geológico-hidrogeológico, para llegar a éste es necesario llevar a cabo el procedimiento visto en el siguiente mapa conceptual:

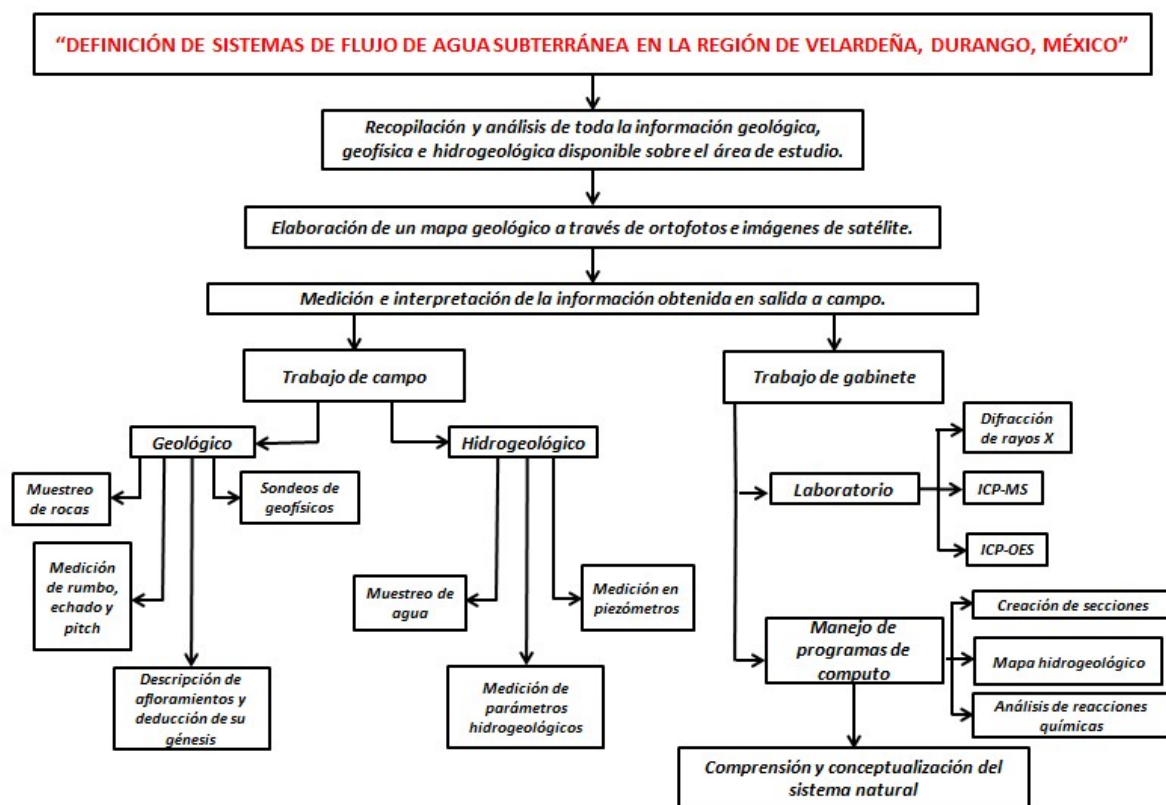


Figura 4. 1 Mapa conceptual de los métodos de trabajo

4.1. Introducción

4.1.1. Recopilación y análisis de toda la información geológica, geofísica, hidrológica e hidrogeológica disponible del área de estudio

Para la compilación de los datos es necesario revisar el mayor número de estudios y publicaciones realizados con anterioridad, solicitando a instituciones gubernamentales y empresas privadas toda la información geológica, geofísica, hidrológica e hidrogeológica que pudiera ser útil para el desarrollo del presente trabajo. Hay que mencionar que también se lleva a cabo una recopilación de la información edafológica, climatológica y botánica disponible, pero ésta no es tan minuciosa como la mencionada anteriormente.

Las instituciones y empresas de donde se obtuvo esa información son: el INEGI, la CONAGUA, la CONABIO, el SGM, la Compañía Minera de Peñoles S.A., el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

4.1.2. Elaboración de un mapa geológico a través de ortofotos e imágenes de satélite

Usando como guía los mapas elaborados en estudios previos se cartografió el primer mapa geológico estructural del área de estudio. La técnica de la fotogeología en las ortofotos obtenidas del INEGI es empleada para localizar contactos litológicos, tipos de rocas, geoformas, lineamientos, etc. Las imágenes de satélite se usan para comprobar lo visto en la fotogeología. En ese mapa se marcarán los puntos de interés geológico y se trazarán las líneas donde se ubicarán los sondeos geofísicos. También se aprovecha este mapa para ubicar las fuentes de agua registradas y analizadas en estudios previos.

4.2. Trabajo de campo

4.2.1. Estudio geológico

Tras haber analizado la información geológica disponible del área de estudio se seleccionan 34 sitios de interés para hacer una verificación geológica, una descripción petrográfica, una recolección de muestras de roca para el análisis físico y químico posterior y obtención de los datos estructurales de los afloramientos por medio de la medición de rumbo y echado (Figura 4.2). Estos sitios se eligieron basados en la litología, los contactos entre las formaciones geológicas, la geología estructural, cercanía con los aprovechamientos de agua y las discrepancias que existieron entre los mapas geológicos de estudios previos con la interpretación fotogeológica realizada. Lo anterior da una mayor comprensión de la geología local, corrobora la información existente, ayuda en la elaboración del mapa geológico final (Figura 3.11) e identifica las propiedades y características geológicas que interaccionan con el flujo de agua subterránea.

SITIO	X_WGS84	Y_WGS84	Formación	No. Muestra de mano
1	623538.35	2772655.98	Cuesta del Cura	1
2	626162.04	2767460	Indidura	-

3	626199.28	2767516.04	Indidura	2
4	625426	2767803	Aluvión	-
5	624801.8	2768116.44	Ahuichila	3
6	624821.81	2768135.45	Indidura	4
7	625494.04	2768975.45	Aluvión	-
8	625080.66	2769402.64	Indidura	5
9	626503	2767611	Indidura	-
10	627699.6	2768276.12	Indidura	6
11	630801.35	2770797.95	Ahuichila	-
12	631071.69	2771159.14	Ahuichila	-
13	631720.46	2771895.1	Cuesta del Cura/Granito	7
14	631749.3	2770266.13	Riolita	8
15	632007.77	2769832.24	Riolita	-
16	634757.58	2769818.11	Ahuichila	-
17	634554.2	2770284.62	Ahuichila	-
18	629748.66	2769393.03	Cuesta del Cura	9
19	629773.6	2769423.17	Riolita	10
20	631121	2768666	Riolita	-
21	631521.59	2767926.94	Cuesta del Cura	11
22	631541.16	2767885.04	Cuesta del Cura	12
23	631370.94	2767746.06	Riolita	13
24	630778	2767993	Aluvión	-
25	630601.97	2767852.22	Riolita	14
26	631168	2767389	Aluvión	-
27	631597	2766674	Riolita	-
28	630973.1	2773610.28	Cuesta del Cura/ Granodiorita	-
29	631078.6	2773585.57	Cuesta del Cura/ Granito	15
30	630317.96	2774528	Cuesta del Cura	-
31	630294.09	2774513.01	Riolita	16
32	629972.34	2774616.27	Riolita	17
33	630337.01	2775109	Cuesta del Cura	18
34	629123	2769638	Aluvión	19

Tabla 4. 1 Sitios de verificación de unidades y estructuras geológicas (Nota: en sitios con números de color rojo se encuentran pozos o norias)

Parada 1: Formación Cuesta del Cura

UTM (wgs 84) X: 623538.35 Y: 2772655.98

Dentro de una cantera con una entrada de 20 metros de ancho se encontraron conglomerados y brechas de calizas arcillosas de color gris oscuro con algunos nódulos y lentes de pedernal negro cementados por una matriz calcárea de color gris claro; estos conglomerados y brechas son de distintos tamaños, van de bloques

a guijarros, son rocas de plataforma que llegaron a la cuenca por un deslave. Encima de estos se encuentran capas medianas de caliza arcillosa de color gris claro. Todas estas rocas presentan color rojo y café claro debido a que fueron afectadas por una serie de vetas rellenas de cuarzo. Seguramente todo lo anteriormente descrito pertenece a la Formación Cuesta del Cura (Apéndice A, fotos 1 y 2). Porosidad primaria: Mínima o nula, los conglomerados y brechas están bien compactados. Porosidad secundaria: Mínima, hay vetas y fracturas pero están rellenas de cuarzo. No se encontraron rasgos de disolución.

***Descripción de muestra de mano de Parada 1:** Es una caliza arcillosa de color gris oscuro formada por brechas y, mayoritariamente, conglomerados de calizas que seguramente provienen de la plataforma. Estos pequeños trozos de caliza se encuentran dentro de una matriz de grano fino a medio (mudstone). Esta caliza se encuentra en la parte media de una avalancha submarina que se originó en el talud. Presenta pequeñas fracturas rellenas de cuarzo (Apéndice A, foto 3).

Parada 18: Formación Cuesta del Cura
UTM (wgs 84) X: 629748.66 Y: 2769393.03

El primero punto del día es un cerro localizado en medio del Valle de Cuencamé, al oriente de la Sierra de Santa María, formado por en la parte oeste por calizas arcillosas y en su parte este por rocas volcánicas. Esta parada se enfoca en dichas calizas arcillosas con capas medianas a gruesas grises (con espesores de hasta 1 m), pero por el intemperismo ahora son de color ocre. Contiene nódulos y, principalmente, lentes de pedernal. Es posible que sea la Formación Cuesta del Cura (Apéndice A, fotos 4 y 5). Porosidad primaria: Mínima, son calizas muy arcillosas. Porosidad secundaria: Presenta algunas fracturas perpendiculares a la estratificación por donde se mueve el agua y hay algo de disolución.

***Descripción de muestra de mano de Parada 18:** Es una caliza arcillosa de color gris claro de grano fino (mudstone), la muestra fue obtenida de una serie de capas medianas de caliza. Presenta pequeñas fracturas rellenas de calcita y un trozo de un lente de pedernal. Todo lo anterior nos indica que se depositó en un ambiente de cuenca (Apéndice A, foto 6).

Parada 21: Formación Cuesta del Cura
UTM (wgs 84) X: 631521.59 Y: 2767926.94

Se toma un camino hacia el sureste del poblado de Vistahermosa, donde se encontrarán una serie de cerros formados tanto por calizas arcillosas como por rocas volcánicas, presumiblemente riolíticas. En esta parada se distingue un afloramiento formado tanto por rocas ígneas cenozoicas (lado izquierdo) como por calizas cretácicas (lado derecho). Las rocas ígneas van de color blanco a gris claro, aunque el intemperismo provocó que su color fuera negro y rojo. Respecto a las calizas arcillosas, éstas son capas medianas algo cristalizadas de color gris, aunque el intemperismo las ha vuelto de color marrón a rojizo. Contienen pedernal en forma de lentes. Posiblemente sea la Formación Cuesta del Cura, que subyace a un pequeño espesor de roca volcánica de 3 m (Apéndice A, fotos 7 y 8). Porosidad

primaria: Mínima, son calizas arcillosas. Porosidad secundaria: Poca, hay fracturas y presenta algo de disolución.

***Descripción de muestra de mano de Parada 21:** Desaparecida

Parada 22: Formación Cuesta del Cura

UTM (wgs 84) X: 631541.16 Y: 2767885.04

En este punto se observan conglomerados y brechas de calizas de color gris oscuro y trozos de lentes y nódulos de pedernal cementados en una matriz calcárea compacta de color gris claro. Aparece de forma masiva, muy similar a lo visto en la primera parada del primer día (Apéndice A, fotos 9 y 10). Porosidad primaria: Mínima, se encuentran estos conglomerados y brechas bien compactados. Porosidad secundaria: Hay fracturas y fallas normales por donde pasa el agua.

***Descripción de muestra de mano de Parada 22:** Es una caliza de color gris oscuro y de grano fino (mudstone), empieza a presentarse una ligera recristalización. La muestra presenta brechas de calizas y lentes de pedernal negro. La caliza es parte de una avalancha submarina que se originó en el talud y llegó hasta la zona de cuenca (Apéndice A, fotos 11 y 12).

Parada 28: Formación Cuesta del Cura

UTM (wgs 84) X: 630973.1 Y: 2773610.28

Llegamos al flanco oeste de la Sierra de San Lorenzo, a la entrada de la mina San Mateo en donde se observaron capas delgadas y medianas de calizas de color gris claro bien compactadas, recristalizadas y con bandas de pedernal en posición casi vertical. Se encuentran afectadas por intrusivos granodioríticos que se encuentran dentro de la sierra. Por esos intrusivos y el intemperismo, las rocas tienen un color gris oscuro (Apéndice A, foto 13).

Parada 30: Formación Cuesta del Cura

UTM (wgs 84) X: 630317.96 Y: 2774528

En el mismo flanco oeste de la Sierra de San Lorenzo, pero más hacia el norte, se siguen viendo las capas medianas calizas arcillosas grises con lentes de pedernal de la Formación Cuesta del Cura. No se pudo recolectar muestra de este punto debido a que había una cañada que nos alejaba del afloramiento (Apéndice A, fotos 14 y 15).

Parada 33: Formación Cuesta del Cura

UTM (wgs 84) X: 630337.01 Y: 2775109

Se encontró aún más al norte unas capas medianas de caliza arcillosa y caliza arenosa de color gris con capas delgadas de lutitas de color gris, por el intemperismo aparecen de color rojo (Apéndice A, foto 16).

***Descripción de muestra de mano de Parada 33:** Es una caliza arenosa con bandas de color gris claro y café claro. La muestra se obtuvo de una secuencia de calizas con estratificación laminar, estas características señalan que el ambiente de depósito es de cuenca. Presenta fracturas (Apéndice A, foto 17).

Parada 29: Formación Cuesta del Cura

UTM (wgs 84) X: 631078.6 Y: 2773585.57

En el camino hacia la mina de San Mateo (mismo que se tomó para ir a la parada 28) se hizo una medición de una serie de capas de caliza que se encuentran bandeadas y afectadas por intrusiones dioríticas, granodioríticas y graníticas (Apéndice A, foto 18).

***Descripción de muestra de mano de Parada 29:** La muestra obtenida es una caliza de la Formación Cuesta del Cura alterada por un cuerpo granítico. La mayor parte de la muestra está formada por cristales de calcita, aunque también presenta ortoclasa y cuarzo. La relación entre los cristales es masiva y se puede decir que tiene textura fanerítica Apéndice A, fotos 19 y 20).

Parada 8: Formación Indidura

UTM (wgs 84) X: 625080.66 Y: 2769402.64

Al llegar a uno de los cerros del flanco suroeste de la Sierra de Santa María se encontraron capas medianas de 40 a 50 cm de espesor recrystalizadas de caliza arenosa de color gris oscuro, aunque con el intemperismo adquirieron un color marrón y rojizo y la forma de las capas es similar a la de un lajamiento. Contienen lentes de pedernal. En la base del cerro, las calizas se vuelven más delgadas (Apéndice A, fotos 21 y 22). Porosidad primaria: Baja, se encuentra muy compactada. Porosidad secundaria: Presenta fracturas, pero se encuentran rellenas de calcita; no presenta rasgos de disolución importante.

***Descripción de muestra de mano de Parada 8:** Las muestras recolectadas presentan la siguiente secuencia de estratificación: las capas superior e inferior son calizas arenosas de color marrón claro y la de en medio es una caliza gris claro de grano fino. Es posible que la tonalidad marrón mencionada se deba al intemperismo. Por los tamaños de grano presentes y el espesor mediano de las tres capas se puede decir que se depositaron en un ambiente de cuenca con alta presencia de carbonatos. Presenta fracturas rellenas de calcita (Apéndice A, fotos 23 y 24).

Parada 2: Formación Indidura

UTM (wgs 84) X: 626162.04 Y: 2767460

Secuencia de capas delgadas a finas de calizas arenosas y arcillosas (mudstone-wackstone) de color gris con intercalaciones de lutitas del mismo color. Las capas de calizas tienen espesores que van de 10 a 12 cm. Por el intemperismo las calizas adquirieron un color rojizo y marrón, mientras que las lutitas se volvieron de color gris oscuro. Se presenta en este lugar una topografía muy suave. Se presenta calcita (Apéndice A, foto 25).

Parada 3: Formación Indidura

UTM (wgs 84) X: 626199.28 Y: 2767516.04

Alternancia de calizas arenosas y lutitas vistas previamente en la parada 2. Posiblemente es la Formación Indidura (Apéndice A, fotos 26 y 27). Porosidad primaria: Ninguna roca de esta secuencia tiene porosidad primaria. Porosidad

secundaria: Ninguna roca de esta secuencia tiene porosidad secundaria, aunque hay pequeñas fracturas perpendiculares a la estratificación. A lo largo de los planos de estratificación hay calcita.

***Descripción de muestra de mano de Parada 3:** Las muestras recolectadas son calizas arenosas y limosas de color gris oscuro, presentan estratificación laminar. Las muestras de caliza arenosa empiezan a presentar una ligera recristalización. Su ambiente de depósito es de cuenca (Apéndice A, fotos 28 y 29).

Parada 6: Formación Indidura

UTM (wgs 84) X: 624821.81 Y: 2768135.45

En la parte media de estos cerros se encuentran capas medianas de areniscas calcáreas de color gris, aunque por el intemperismo va de gris oscuro a marrón (Apéndice A, foto 30). Porosidad primaria: Baja, se encuentra muy compactada. Porosidad secundaria: No se encontraron fracturas o disolución, sin embargo, solamente se observó en una parte del cerro ya que estas capas apenas afloran.

***Descripción de muestra de mano de Parada 6:** Es una caliza limosa de color gris, presenta estratificación laminar. Su ambiente de depósito es de cuenca. Tiene fracturas rellenas de calcita (Apéndice A, foto 31).

Parada 9: Formación Indidura

UTM (wgs 84) X: 626503 Y: 2767611

Se encontró en el camino hacia el poblado de Vistahermosa una noria seca, pero dentro de ésta se podía observar su corte litológico que indicaba que la noria se encuentra en capas delgadas de areniscas calcáreas con aparente color gris oscuro, aunque el intemperismo las ha vuelto de color gris claro (Apéndice A, fotos 32 y 33).

Parada 10: Formación Indidura

UTM (wgs 84) X: 627699.6 Y: 2768276.12

Este afloramiento se encuentra en la porción sur de la Sierra de Santa María, sobre el camino hacia el poblado de Vistahermosa, relativamente cerca de la autopista a Torreón. En la base del cerro se encuentran unas capas de delgadas a medianas de arenisca de color gris con intercalaciones de lutitas grises. Por el intemperismo, las areniscas adquieren un color negro, mientras que las lutitas adquirieron un color gris claro (Apéndice A, fotos 34 y 35). Porosidad primaria: Mínima porosidad primaria. Porosidad secundaria: Mínima, aunque hay pequeñas fracturas. Arriba de este cerro se encuentra discordantemente sobreyaciendo la Formación Ahuichila.

***Descripción de muestra de mano de Parada 10:** La primera muestra es una caliza arcillosa de color gris oscuro (mudstone), los estratos de donde se obtuvo la muestra son muy delgados. Estas características señalan que provienen de un ambiente de cuenca (Apéndice A, foto 36). La segunda muestra que se obtuvo de ese lugar es parte de una secuencia de lutitas tan alteradas que se pueden separar en láminas finas. El mencionado aspecto pizarroso, así como su coloración

blanquecina, se deben al intemperismo. En algunas partes de la muestra aún conserva su original color gris (Apéndice A, foto 37).

Parada 5: Formación Ahuichila

UTM (wgs 84) X: 624801.8 Y: 2768116.44

Se sube a un grupo de cerros que se encuentran al oeste de la Sierra de Santa María, son conglomerados de calizas arcillosas y pedazos de pedernal de distintos tamaños (de bloques hasta arenas) dentro de una matriz arcillosa compacta de color gris, aunque por el intemperismo adquieren un color rojo; se presenta en forma masiva (Apéndice A, fotos 38 y 39). Porosidad primaria: Mínima, su matriz es muy compacta. Porosidad secundaria: Tiene fracturas, pero son pequeñas y están rellenas, hay poco grado de disolución.

***Descripción de muestra de mano de Parada 5:** La muestra es un conglomerado cuya matriz calcárea es de color gris claro y los conglomerados, que son trozos provenientes de calizas y en esta muestra son pocos, tienen distintas tonalidades de gris. En el contacto que hay entre los conglomerados y la matriz hay una recristalización. En la muestra predominan pedazos de pedernal negro. La muestra tiene bastantes fracturas, aunque se encuentran rellenas (Apéndice A, foto 40).

Parada 11: Formación Ahuichila

UTM (wgs 84) X: 630801.35 Y: 2770797.95

Se encuentran en este punto los conglomerados de la Formación Ahuichila con las características ya anteriormente mencionadas.

Parada 12: Formación Ahuichila

UTM (wgs 84) X: 631071.69 Y: 2771159.14

Continúa apareciendo la Formación Ahuichila, indicando que tiene una gran extensión dentro del área (Apéndice A, foto 41).

Parada 16: Formación Ahuichila

UTM (wgs 84) X: 634757.58 Y: 2769818.11

Se escoge este punto para localizar las formaciones Indidura, Caracol y Ahuichila; sin embargo, solamente se encuentra la Formación Ahuichila. De hecho, se llega hasta la base de un cerro en el que se creía que era un cuerpo volcánico, sin embargo, por sus características físicas, indican que posiblemente siga siendo parte de la Formación Ahuichila. No se pudo recolectar muestra de este cerro debido a que se encontraba del otro lado de una cañada (Apéndice A, fotos 42, 43 y 44).

Parada 17: Formación Ahuichila

UTM (wgs 84) X: 634554.2 Y: 2770284.62

En la parte norte de este punto se buscan las formaciones cretácicas, como lo explican algunos autores, sin éxito. Toda esta parte de la Sierra de San Lorenzo corresponde a la Formación Ahuichila, las rocas cretácicas se encuentran debajo de esta formación y, al parecer, solamente afloran más al norte (Apéndice A, foto 45).

Parada 13: Intrusivos dioríticos y granodioríticos

UTM (wgs 84) X: 631720.46 Y: 2771895.1

Se llegó a una parte del suroeste de la Sierra de San Lorenzo, rumbo a la Planta Velardeña II, donde se encuentra a la Formación Ahuichila, de color crema y amarillo con clastos muy alterados y compactados, siendo afectada por intrusiones dioríticas y graníticas. Presenta color gris claro, aunque por el intemperismo aparece de color rojo a negro. El intrusivo contiene fenocristales de piroxeno, plagioclasa y posiblemente cuarzo (no se distingue bien) (Apéndice A, fotos 46 y 47). Porosidad primaria: No tiene. Porosidad secundaria: Tiene fracturas y diaclasas, pero se encuentran rellenas.

***Descripción de muestra de mano de Parada 13:** La muestra obtenida es una roca de composición granítica de origen hipabisal, esto último se conoce porque los tamaños de los cristales presentes son medianos y se presenta una matriz de color gris. Su nivel de cristalinidad es holocristalina, la forma de la mayoría de los cristales son subhedrales, su relación entre los cristales es masiva y tiene textura fanerítica. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, la muestra tiene, 45% de cuarzo, 45% de feldespato alcalino y 10% de anfíbol (Apéndice A, foto 48).

Parada 14: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 631749.3 Y: 2770266.13

Para llegar al siguiente punto hay que ir con dirección al este, rumbo a Barreal de Guadalupe; en ese camino hay una serie de cuerpos volcánicos de color gris, por su intemperismo se volvieron de color gris claro a negro (en este punto se ven dos cuerpos volcánicos). Tienen criptocristales (Apéndice A, foto 49). Porosidad primaria: No se distingue si tiene poros. Porosidad secundaria: Tiene fracturas y diaclasas.

***Descripción de muestra de mano de Parada 14:** La muestra es un basalto de color negro con cristales de tamaño fino y anhedrales. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, la muestra tiene 75% de matriz y 25% de vesículas. La muestra presenta dentro de algunas de sus vesículas pequeños cristales de calcita (Apéndice A, foto 50).

Parada 15: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 632007.77 Y: 2769832.24

En la búsqueda de un pozo de agua en la parte sureste del área, se encuentran en el camino varios cuerpos volcánicos con las mismas características que la parada anterior.

Parada 20: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 631121 Y: 2768666

En un cerro de roca riolítica se encontró un pozo en funcionamiento monitoreado por la Comisión Nacional del Agua. Este pozo descarga agua hacia una tubería colectora de agua que la manda hacia la planta (Apéndice A, foto 51).

Parada 23: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 631370.94 Y: 2767746.06

Hacia el sur de la última parada se encuentra un cuerpo ígneo riolítico (aunque no se distingue el cuarzo) de color blanco muy alterado, provocando que tenga color que va de café a negro (Apéndice A, foto 52).

***Descripción de muestra de mano de Parada 23:** La muestra es una riolita de color gris claro con cristales de tamaño fino y las plagioclasas, cuarzos y anfíboles que se alcanzan a distinguir son subhedrales. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, la muestra tiene 80% de matriz, menos del 10% de vesículas y menos del 10% de fenocristales (Apéndice A, fotos 53 y 54).

Parada 27: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 631597 Y: 2766674

En el pie de un cuerpo volcánico, en su parte sur, se localiza el lugar donde se encontraba el pozo Mogote. Seguramente por falta de agua éste fue tapado. Solamente se encuentran los cimientos en donde estaba el motor y el tanque de agua (Apéndice A, foto 55).

Parada 31: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 630294.09 Y: 2774513.01

Cerca del último punto (parada 30) se observó unas riolitas, algunas de ellas con bastante pómez. Se encontraban muy alteradas y, por lo mismo, con un color rojo (Apéndice A, foto 56).

***Descripción de muestra de mano de Parada 31:** La muestra es una riolita de color café con cristales de tamaño fino a medio. Las plagioclasas y cuarzos que se alcanzan a distinguir son subhedrales. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, la muestra tiene 70% de matriz, 15% de vesículas y de 15% de fenocristales (Apéndice A, fotos 57 y 58).

Parada 32: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 629972.34 Y: 2774616.27

Se encontró una roca ígnea de color gris claro, pero por el intemperismo aparece de color negro, gris oscuro y naranja. No tiene grandes cristales y se encuentra debajo de las calizas, por lo tanto, se deduce que tiene un origen hipabisal (Apéndice A, foto 59).

***Descripción de muestra de mano de Parada 32:** Las muestras que se ven en las fotografías 60, 61 y 62 son riolitas de origen hipabisal porque los tamaños de los cristales presentes van de medianos a finos y se presenta una matriz de color gris, aunque seguramente el color original de esa matriz fue gris claro ya que son muestras muy alteradas por el intemperismo. Las riolitas tienen en su mayoría fenocristales de plagioclasas y anfíboles que ayudan a distinguir que son subhedrales, los cuarzos apenas se llegan a ver. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, las muestras tienen 65% de matriz, 15% de vesículas y de 20% de fenocristales (Apéndice A, fotos 60, 61 y 62). La muestra que se ve en la

fotografía 63 es una toba riolítica originada por un flujo piroclástico, la cual contiene fragmentos de escoria de diversas tonalidades de gris y una matriz de cenizas compactadas. Las diversas tonalidades en los fragmentos de escoria nos indican que estos líticos pueden provenir de distintas fuentes como trozos del cono volcánico, trozos de un domo destruido o fragmentos de lava (Apéndice A, foto 63).

Parada 19: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 629773.6 Y: 2769423.17

En el flanco este del cerro anteriormente mencionado se encuentran sobreyaciendo a las calizas vistas en la parada 18 unas rocas volcánicas de color gris, aunque el intemperismo las volvió de color rojo. Varios trozos de esas rocas se encuentran cementados por una matriz de material calcáreo blanco. No se pueden distinguir bien los cristales. El contacto entre las calizas y las rocas volcánicas es discordante (Apéndice A, fotos 64 y 65).

***Descripción de muestra de mano de Parada 19:** La muestra es una riolita de color gris con cristales de tamaño fino y anhedrales. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, la muestra tiene 90% de matriz y menos del 10% de vesículas. Presenta varias fracturas (Apéndice A, foto 66).

Parada 25: Riolitas y tobas riolíticas

UTM (wgs 84) X: 630601.97 Y: 2767852.22

En un cerro cerca del ejido se encontraron riolitas de color gris muy intemperizadas, esto les da un color rojo. Tienen textura porfídica (cristales de plagioclasas de máximo un 1 mm) (Apéndice A, foto 67). Porosidad primaria: De poca a media, no se le encuentran poros grandes a la roca. Porosidad secundaria: Con algunas fracturas y podría tener diaclasas por donde pasaría el agua.

***Descripción de muestra de mano de Parada 25**

La muestra es una riolita de color gris con cristales de plagioclasa de tamaño fino y medio, esto podría indicar que se generó en un medio hipabisal; los cristales son de forma subhedral. En porcentajes podemos decir que, aproximadamente, la muestra tiene 55% de matriz, 35% de fenocristales y 10% de vesículas. La muestra no presenta fracturas (Apéndice A, foto 68).

Paradas 4, 7, 24, 26 y 34: Aluvión

UTM (wgs 84) X: 625426 Y: 2767803

UTM (wgs 84) X: 625494.04 Y: 2768975.45

UTM (wgs 84) X: 631168 Y: 2767389

UTM (wgs 84) X: 630778 Y: 2767993

UTM (wgs 84) X: 629123 Y: 2769638

Son arenas, arcillas y limos que sobreyacen a todas las litologías anteriormente mencionadas y se localizan en los terrenos bajos de la zona. Las paradas 4, 7, 24, 26 y 34 se realizaron en estos sedimentos debido a que en estos lugares se encuentran pozos. En la parada 34 se recogió muestra del suelo para el análisis físico y químico. En el caso de la parada 7, que tuvo lugar cerca del flanco oeste de

la Sierra de Santa María, se encontraron varios lugares en los que la compañía minera estuvo barrenando.

Geología estructural vista en el área de estudio:

Como se mencionó anteriormente, en este lugar se originaron estructuras por una deformación del tipo dúctil-frágil y otra del tipo frágil, la primera relacionada con la Orogenia Laramide que dio origen a esfuerzos compresionales formando pliegues del tipo chevron y anticlinales, el segundo está asociado al evento distensivo de cuencas y sierras, representado por fallas del tipo normal con orientaciones variables y basculamientos. Se tomaron las siguientes mediciones:

Parada 1:

UTM (wgs 84) X: 623538.35 Y: 2772655.98

Las capas de caliza arcillosa encontradas en este punto tienen un rumbo y echado de N15W, 43SW. En esta parte de la sierra de Guadalupe se encontró una serie de vetas con, por lo menos, dos sistemas: N75W, 61NE y N04E, 56SE. Seguramente las vetas son producto de un intrusivo (Apéndice A, fotos 69 y 70).

Parada 2:

UTM (wgs 84) X: 626162.04 Y: 2767460

Las capas de la Formación Indidura observadas presentan un rumbo y echado de N76W, 44.5SW.

Parada 6:

UTM (wgs 84) X: 624821.81 Y: 2768135.45

Las capas de esta parte de la Formación Indidura tienen un rumbo y echado de N74W, 22SW.

Parada 8:

UTM (wgs 84) X: 625080.66 Y: 2769402.64

En el flanco oeste del Domo de Guadalupe se encuentran capas de la Formación Cuesta del Cura con rumbo y echado de N84E, 45SE.

Parada 9:

UTM (wgs 84) X: 626503 Y: 2767611

No se pudo sacar con exactitud el rumbo y el echado, pero se pudo obtener una aproximación de las capas que se observaban en el corte de la noria: rumbo de N75W y echado con dirección al SW.

Parada 10:

UTM (wgs 84) X: 627699.6 Y: 2768276.12

Las capas de la Formación Indidura aparecen con rumbo y echado de N68E, 58SE.

Parada 18:

UTM (wgs 84) X: 629748.66 Y: 2769393.03

Las calizas arcillosas de la Formación Cuesta del Cura aparecen en un pequeño cerro entre el Domo de Guadalupe y el Anticlinorio San Lorenzo y tienen un rumbo y echado de N31E, 10SE (Apéndice A, foto 71).

Parada 21:

UTM (wgs 84) X: 631521.59 Y: 2767926.94

Las rocas de la Formación Cuesta del Cura presentan en este sitio un rumbo y echado de N35W, 14SW.

Parada 22:

UTM (wgs 84) X: 631541.16 Y: 2767885.04

La falla normal que afecta a las rocas del lugar es parte de una serie de fallas que forman “escalones” y que atraviesan tanto rocas calcáreas como volcánicas. Esta falla tiene un rumbo N80E y echado 85.5 SE por donde pasa el agua, hay evidencias que muestran el agua ha entrado por esta falla (Apéndice A, foto 72).

Parada 28:

UTM (wgs 84) X: 630973.1 Y: 2773610.28

Hay una serie de pliegues en este lugar, el que se tomó fue el siguiente: rumbo y echado de N56W, 73NE.

Parada 29:

UTM (wgs 84) X: 631078.6 Y: 2773585.57

El rumbo y echado tomado en este punto fue N70W, 85SW.

Parada 30:

UTM (wgs 84) X: 630317.96 Y: 2774528

En la parte alta de los cerros que se veían en lo que es el flanco oeste del Anticlinorio de San Lorenzo aparecen los tipos de pliegues chevron, de rodilla y recumbente (Apéndice A, foto 73).

Parada 33:

UTM (wgs 84) X: 630337.01 Y: 2775109

En estas capas se obtuvo un rumbo y echado de N16W, 24NE.

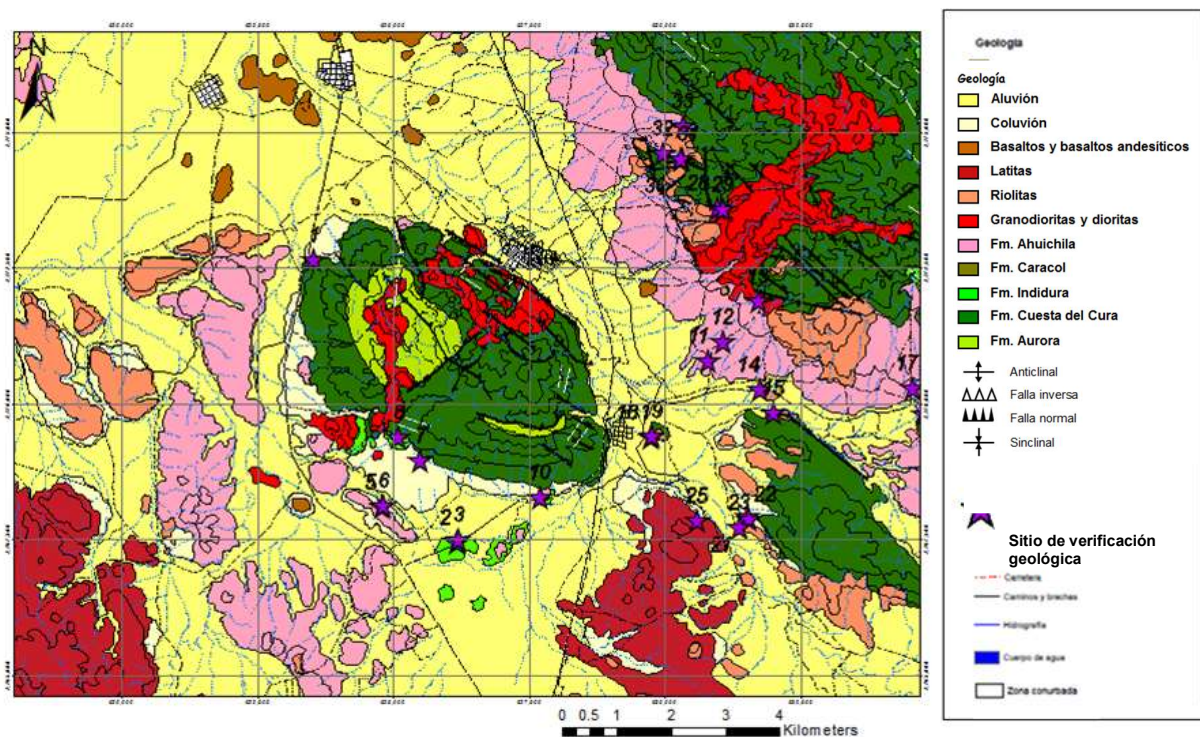


Figura 4. 2 Ubicación de los sitios de verificación en el mapa geológico

4.2.2. Estudio geofísico

Con ayuda del mapa geológico elaborado se deciden los puntos donde se efectúan los sondeos electromagnéticos transitorios (TEM), los cuales son capaces de dar información del subsuelo hasta 500 metros de profundidad. La finalidad de esto es encontrar las capas de rocas permeables e impermeables.

Dentro del área de estudio se ejecutan 42 sondeos TEM en dominio del tiempo (Figura 4.3), los cuales están unidos en 11 líneas trazadas en el mapa elaborado (Figura 4.4) y son guías para elaborar secciones geológicas. El método TEM es empleado debido a que su respuesta en medios con alto contrastante resistivo es generalmente buena, puesto que los métodos eléctricos tienen la desventaja de no penetrar en capas con mucha resistividad o mucha conductividad y los contrastantes entre los contactos llegan a perderse.

No.	X_WGS84	Y_WGS84	Clave_UASLP
1	625877	2775704	1-1
2	626457	2775729	1-2
3	626925	2775466	1-3
4	627530	2775605	1-4
5	628034	2775351	1-5
6	628551	2775222	1-6

7	624023	2774452	2-1
8	625492	2775090	2-2
9	625868	2775385	2-3
10	626003	2776177	2-4
11	626460	2776357	2-5
12	626745	2776607	2-6
13	625902	2774585	3-1
14	626504	2774791	3-2
15	627111	2774865	3-3
16	626366	2773965	4-1
17	626952	2774056	4-2
18	627351	2774499	4-3
19	627674	2774958	4-4
20	628102	2773936	5-1
21	628216	2774777	5-2
22	628504	2772891	6-1
23	628766	2773434	6-2
24	629319	2773693	6-3
25	629699	2773879	6-4
26	628424	2771745	7-1
27	628407	2772383	7-2
28	629458	2772378	7-3
29	629024	2772273	7-4
30	629037	2771638	8-1
31	629670	2771939	8-2
32	630202	2772108	8-3
33	628901	2770752	9-1
34	629318	2771092	9-2
35	629657	2771320	9-3
36	629477	2769249	10-1
37	629825	2769732	10-2
38	630252	2770114	10-3
39	630383	2770544	10-4
40	630697	2770851	10-5
41	631046	2771073	10-6
42	631536	2771424	10-7

Tabla 4. 2 Sondeos electromagnéticos transitorios realizados en el área de estudio

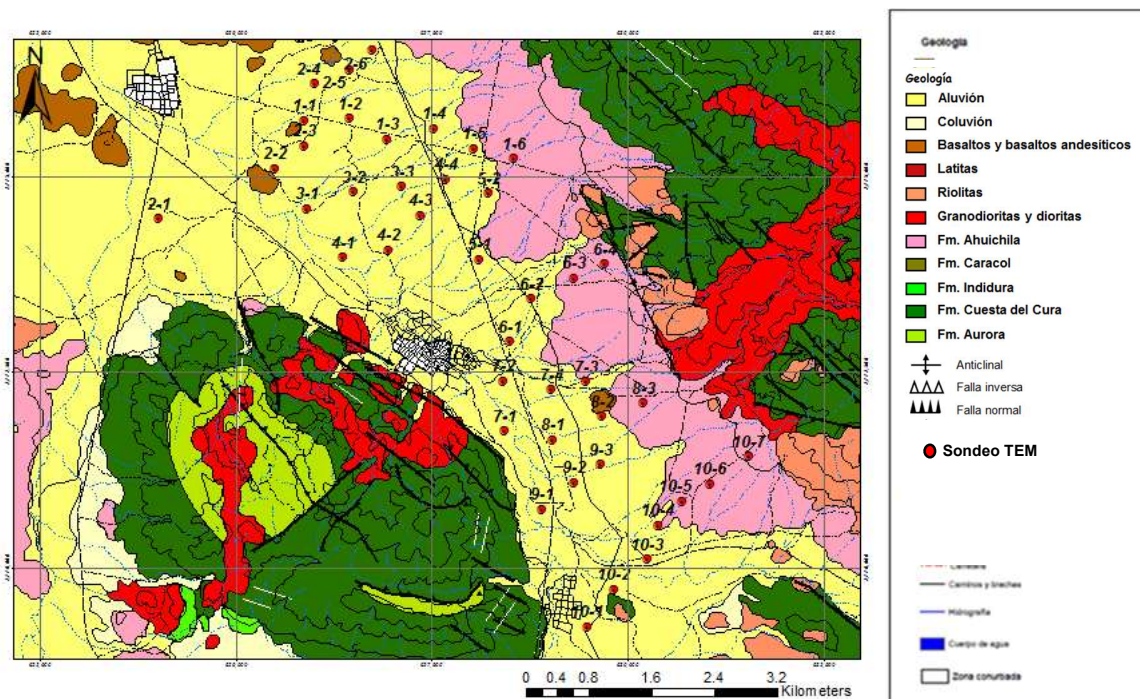


Figura 4. 3 Ubicación de los sondeos TEM en el mapa geológico

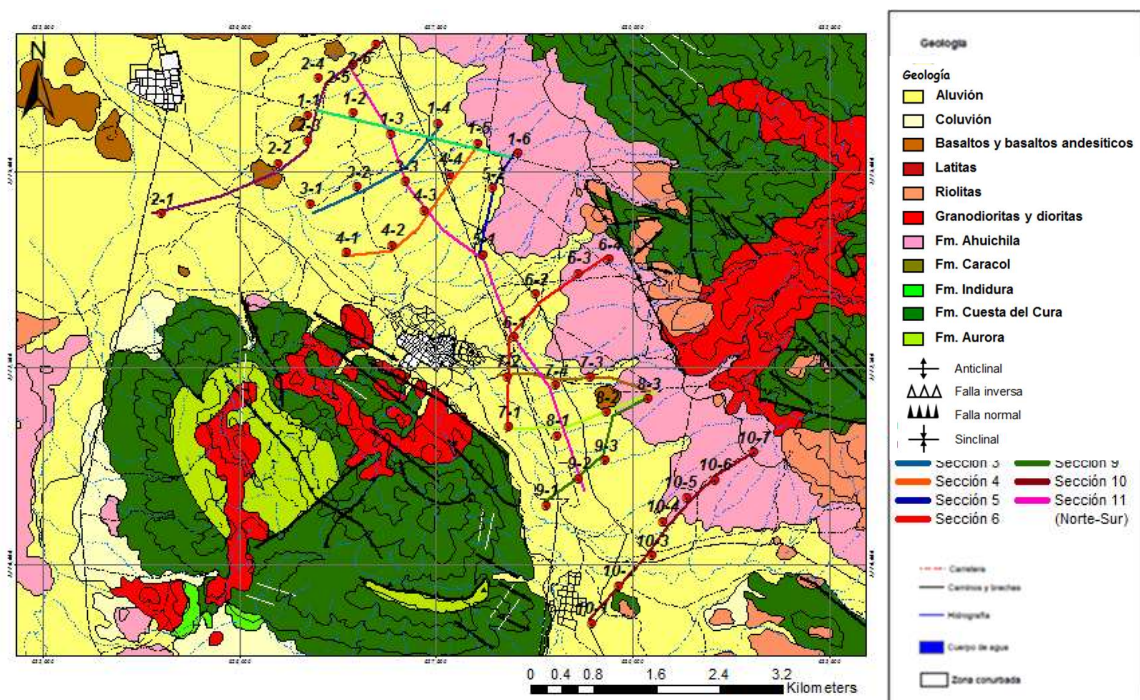


Figura 4. 4 Ubicación de las 11 secciones geofísicas obtenidas por sondeos TEM en el mapa geológico

La resistividad eléctrica ayuda a diferenciar las capas del subsuelo por su nivel de porosidad y de fracturamiento y la cantidad de líquidos, por ejemplo, las capas de roca con bajo nivel de porosidad y de fracturamiento tienen valores de resistividad

altos. Los sondeos TEM permiten extraer el valor de resistividad para una profundidad dada desde un punto en la superficie y la correlaciona con los sondeos localizados a una distancia no mayor a 1 kilómetro. Los valores de resistividad se presentan a través de perfiles elaborados en softwares especializados que definen cuáles son las unidades geoeléctricas presentes. Al tener estas unidades ya es posible inferir las estructuras geológicas del subsuelo.

Para obtener la información del subsuelo se usa un arreglo de bobina con un cable calibre 18 de 25x25 m que forma una ventana de captura cuadrada tendida en el terreno y el equipo TerraTEM creado por Monex GeoScope Pty. Ltd. (Apéndice A, fotos 74, 75 y 76) que funcionan como receptores y transmisores, intercalándose en periodos de tiempo para hacer la medición del sondeo.

Como transmisor, el dispositivo TerraTEM inyecta una corriente de hasta 10 Amperes por el circuito empleando una batería de 25 Volts; cuando la corriente deja de circular se genera una inducción electromagnética de corriente eléctrica en el subsuelo originando un campo magnético secundario transitorio en la superficie que va en decrecimiento a medida del paso del tiempo (Christiansen *et al.*, 2006). El voltaje de este campo magnético variable en el tiempo es medido por el dispositivo TerraTEM, ahora como receptor; el comportamiento del voltaje en decaimiento da la información sobre la resistividad de las capas litológicas encontradas justo en el centro de la ventana de captura. Cuando el voltaje es de tiempo corto solamente dará información de la resistividad de las capas superficiales y, por el contrario, cuando el voltaje es de tiempo largo dará información de resistividades de las capas profundas.

4.2.3. Estudio hidrogeológico

En campo se efectúa un censo de los aprovechamientos existentes en el área de estudio (Tabla 3.2), con el propósito de conocer los parámetros físico-químicos del agua subterránea y agua superficial, los niveles piezométricos y los volúmenes de extracción de los pozos. También se lleva a cabo la toma de muestras de agua que es necesaria para conocer la cantidad de iones que contiene y tener una mayor precisión de los datos analíticos, esto se logra realizando una serie de análisis en el Laboratorio de Aguas y Suelos del área de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería de la UASLP.

Las actividades para el análisis de agua superficial o subterránea en campo empiezan con la medición de parámetros de campo que permitirá establecer las condiciones originales en el momento de su captación. Estos parámetros son: la temperatura, la conductividad eléctrica (CE), el potencial hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), potencial óxido-reducción (ORP o Eh), alcalinidad total y las características organolépticas; los primeros cinco parámetros mencionados se conocen empleando un medidor multiparamétrico de mano YSI Professional Plus integrado con un electrodo de tipo combinado mientras que la alcalinidad se obtiene al calcular la curva de titulación generada al agregar gotas de ácido clorhídrico (HCl)

a la muestra de agua. Todas estas características fueron registradas en las tablas para censo de aprovechamientos encontradas en el Apéndice B.

El conocimiento de la **temperatura** es importante porque permite entender la profundidad en la que el agua subterránea está circulando y porque varias reacciones químicas suceden gracias a ésta. La **conductividad eléctrica** indica el nivel de salinidad del agua por la concentración de electrolitos. El **pH** se describe como el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno con el que se conocerá la neutralidad del agua. El **oxígeno disuelto** muestra si el agua analizada tuvo una reciente exposición con la atmósfera. El **potencial Redox** define la intensidad de oxidación en el agua, esto se origina cuando dos sustancias en una solución se ponen en contacto (estando presente su forma elemental y su forma ionizada) y una de éstas se oxida y pierde electrones mientras que la otra se reduce y gana esos electrones; la sustancia que se reduce es la que posee mayor capacidad de oxidación y esto ayuda a develar las condiciones fisicoquímicas presentes en el agua.

La **alcalinidad total** es la capacidad del agua para neutralizar un ácido por los componentes químicos encontrados en el agua siendo el bicarbonato (HCO_3) el de mayor importancia. Para conocer su valor se emplea el método potenciométrico en donde un titulador de Hach modelo AL-DT agrega HCl a 0.16 N a una muestra de agua de 50 ml. La cantidad de ácido necesaria para disminuir el pH al valor de 4.3, el valor que indica que ya no hay HCO_3 en la muestra y solamente ácido carbónico libre (H_2CO_3), sirve para realizar el cálculo de la alcalinidad. Esto se logra aplicando los métodos de Gran, punto final fijo, de punto de inflexión y de curva de titulación teórica de carbonatos que develan, en forma de gráficas lineales, el comportamiento del carbonato y bicarbonato en cada nivel de pH obtenido ante las distintas cantidades del HCl agregado.

En campo también se realiza la medición del nivel estático y nivel dinámico de los pozos y norias y, a diferencia del muestreo hidrogeoquímico, esta actividad se pudo llevar a cabo en todos los aprovechamientos. Con la esta información se crea el mapa de nivel estático para el acuífero de régimen libre del Valle de Velardeña correspondiente a octubre de 2018 (Figura 4.5).

Clave UASLP	Tipo de Aprovechamiento	X	Y	Censo-Piezometría	Fecha del Censo	Muestreo	Fecha del Muestreo
1	Pozo	627119	2774977	X	10/10/2018	SD	SD
2	Noria	627471	2772918	X	10/10/2018	X	12/10/2018
3	Pozo	627492	2773360	X	11/10/2018	X	11/10/2018
3A	Agua de cisterna	627476	2772614	NA	NA	X	13/10/2018
3B	Agua purificada	627476	2772614	NA	NA	X	13/10/2018
4	Pozo	628206	2772439	X	11/10/2018	X	13/10/2018
5	Pozo	628100	2772507	X	11/10/2018	SD	SD
6	Noria	627349	2773019	X	11/10/2018	X	11/10/2018
7	Barreno	Privado	Privado	X	12/10/2018	X	12/10/2018

8	Barreno	Privado	Privado	X	12/10/2018	X	12/10/2018
9	Barreno	Privado	Privado	X	12/10/2018	X	12/10/2018
10	Barreno	Privado	Privado	X	12/10/2018	X	12/10/2018
11	Barreno	Privado	Privado	NA	NA	X	12/10/2018
12	Pozo	624068	2776407	X	13/10/2018	X	13/10/2018
13	Pozo	628120	2772699	X	13/10/2018	SD	SD
14	Pozo	629119	2769639	X	13/10/2018	X	13/10/2018
15	Noria	628988	2769502	X	13/10/2018	X	13/10/2018
16	Pozo	624119	2776209	X	14/10/2018	X	14/10/2018
17	Pozo	623711	2776101	X	14/10/2018	X	14/10/2018
18	Pozo	624029	2775726	X	14/10/2018	SD	SD
19	Noria	623581	2776081	X	14/10/2018	X	14/10/2018
20	Pozo	622967	2773333	X	14/10/2018		SD
21	Pozo	623058	2773343	X	14/10/2018	X	14/10/2018
22	Pozo	624109	2774636	X	15/10/2018	X	15/10/2018
22.1	Pozo	626241	2773394	X	15/10/2018	SD	SD
22.2	Pozo	626162	2773439	X	15/10/2018	SD	SD
22.3	Pozo	625931	2773673	X	15/10/2018	SD	SD
22.4	Pozo	625854	2773833	X	15/10/2018	SD	SD
22.5	Pozo	625705	2773989	X	15/10/2018	SD	SD
22.6	Pozo	625416	2773928	X	15/10/2018	SD	SD
23	Pozo	631121	2769232	X	15/10/2018	SD	SD
24	Pozo	631134	2768671	X	15/10/2018	X	16/10/2018
25	Pozo	630778	2767980	X	15/10/2018	SD	SD
26	Pozo	631166	2767388	X	15/10/2018	X	16/10/2018
27	Noria	633017	2769335	X	16/10/2018	X	16/10/2018
28	Pozo	631871	2765651	X	16/10/2018	X	16/10/2018
29	Bordo	628621	2765154	X	16/10/2018	X	16/10/2018
30	Noria	626703	2766233	X	16/10/2018	X	16/10/2018
31	Noria	627207	2765863	X	16/10/2018	X	16/10/2018
32	Pozo	624409	2767342	X	17/10/2018	X	17/10/2018
33	Pozo	624150	2767987	X	17/10/2018	X	17/10/2018
34	Pozo	625426	2767806	X	17/10/2018	X	17/10/2018
35	Pozo	623375	2774203	X	17/10/2018	X	17/10/2018
36	Noria	621662	2775582	X	17/10/2018	SD	SD
37	Pozo	621583	2775742	X	17/10/2018	X	17/10/2018
38	Pozo	621518	2775993	X	17/10/2018	SD	SD
39	Bordo	629727	2769711	X	18/10/2018	X	18/10/2018
40	Bordo	619905	2772675	X	18/10/2018	X	18/10/2018
41	Pozo	619560	2772669	X	18/10/2018	X	18/10/2018
42	Pozo	619546	2772673	X	18/10/2018	SD	SD

43	Pozo	625462	2765428	X	18/10/2018	X	18/10/2018
----	------	--------	---------	---	------------	---	------------

Tabla 4. 3 Censo de aprovechamientos y análisis hidrogeoquímico en el área de Velardeña, Durango

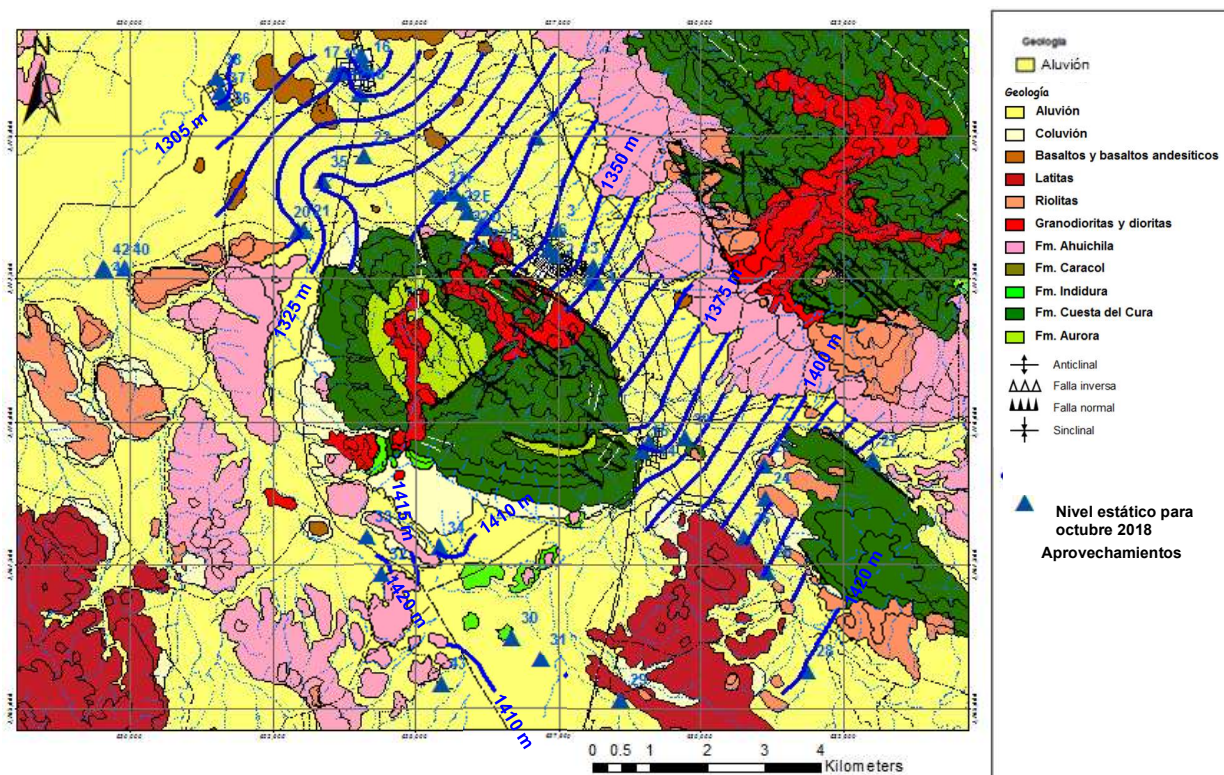


Figura 4. 5 Mapa con elevación del nivel estático del acuífero libre (octubre de 2018)

Para la recolección y transporte de muestras de agua al Laboratorio de Análisis de Agua de la UASLP se necesita llevar a cabo diversas medidas de seguridad para que éstas no resulten alteradas y dañen su información verdadera. Las muestras de pozos deben ser tomadas luego de dejar fluir el agua por al menos diez minutos, mientras que las muestras de norias y bordos se toman directamente, aunque primero se debe enjuagar el recipiente con esa agua.

Cada muestra de agua es recolectada en un recipiente de 500 ml y dos de 50 ml, siempre evitando que se generen burbujas adentro (Apéndice A, foto 77); a uno de los recipientes de 50 ml se le pondrá cinco gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) para evitar la generación de bacterias y al otro recipiente de 50 ml se le meterá el agua filtrada con membranas de nylon de 0.45 μm de poro para eliminar elementos sólidos suspendidos y además se le pondrá cinco gotas de ácido nítrico (HNO_3) para evitar la precipitación de metales. Los tres envases llenos son etiquetados y refrigerados en hieleras a una temperatura de 4°C.

4.3. Trabajo de gabinete

4.3.1. Análisis geológico

4.3.1.1. Láminas delgadas

De las 19 muestras de roca más características del área de estudio (Tabla 4.1) se elaboran láminas delgadas para realizar una descripción más minuciosa de los minerales contenidos y su grado de porosidad. Se emplearon los microscopios de disección y petrográfico del Laboratorio de Petrografía del Instituto de Geología de la UASLP. El microscopio petrográfico, también conocido como microscopio de luz polarizada, permite observar las propiedades ópticas de los minerales como la birrefringencia, el pleocroísmo, el ángulo de extinción y las maclas que no se aprecian con luz normal.

Muestra de mano 1 de la Formación Cuesta del Cura: (Parada 1): Brecha calcárea constituida por fragmentos de packstone. Presenta venas rellenas de calcita y un poco de dolomita, los fragmentos de roca están dentro de una matriz de micrita. Tiene escasos foraminíferos e incluso algunos cristales de cuarzo (Apéndice A, fotos 78, 79, 80, 81, 82 y 83).

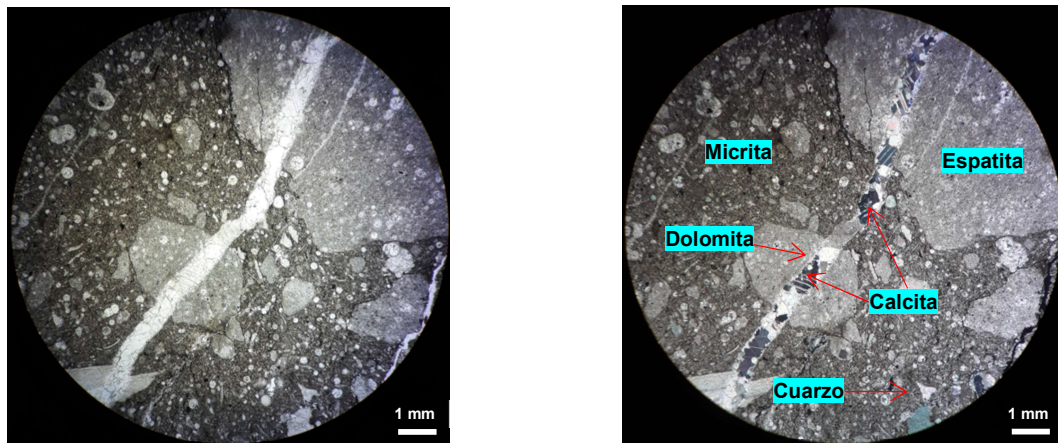
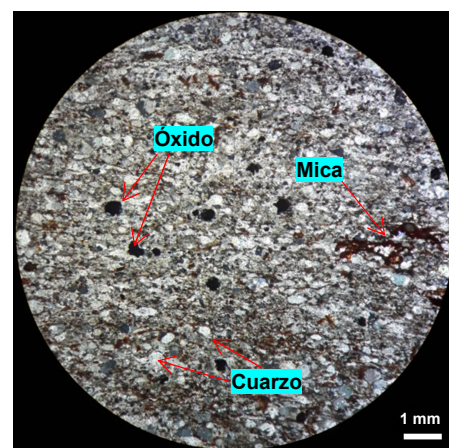
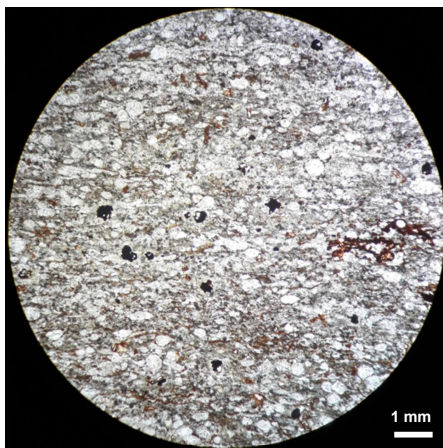
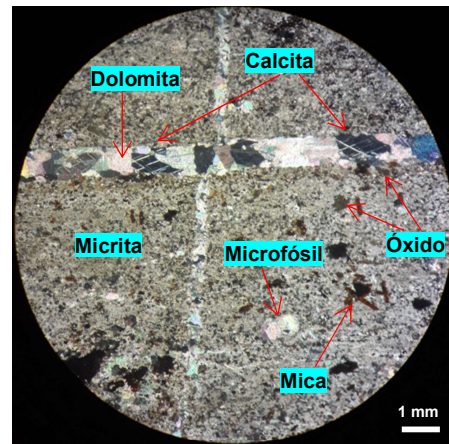
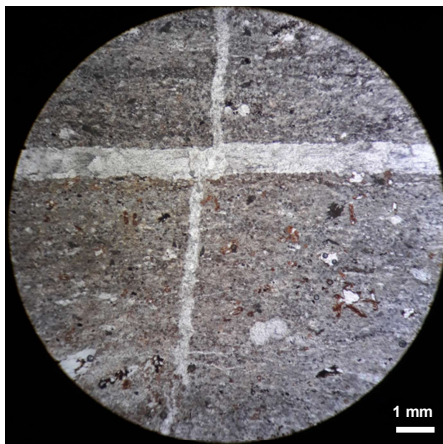


Figura 4. 6 Minerales característicos de la muestra (Fotos 78 y 79)

Muestra de mano 3 de la Formación Ahuichila (Parada 5): Brecha calcárea mal organizada con fragmentos de varios tamaños provenientes de la Formación Cuesta del Cura, esto vuelve a la micrita el mineral más abundante. Presenta venas rellenas de calcita y dolomita, este último en menor cantidad (Apéndice A, fotos 84, 85, 86 y 87).

Muestra de mano 5 de la Formación Indidura (Parada 8): Arcosa afectada por una deformación penetrativa, incluso se presenta una pequeña cizalla. Presenta muchos cristales de calcita y terrígenos, pocos minerales de plagioclasa. Las vetas presentes están completamente rellenas de calcita (Apéndice A, fotos 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99). Esta muestra presenta distintas facies: en las fotografías 88 y 89 se puede observar la mayor cantidad de matriz arcillosa calcárea que presenta la lámina, tiene cristales de calcita, óxidos, cuarzo, mica biotita, ortoclasa y algunos foraminíferos, sus venas están rellenas de calcita y dolomita; en las fotografías 96 y 97 aparece la parte de la muestra con mayor cantidad de cristales de cuarzo, calcita, óxidos y mica biotita; y por último están las fotografías 98 y 99 en donde hay lentes de cuarzo y calcita, foraminíferos y cristales de calcita, ortoclasa, biotita y cuarzos en una matriz arcillo-calcárea.



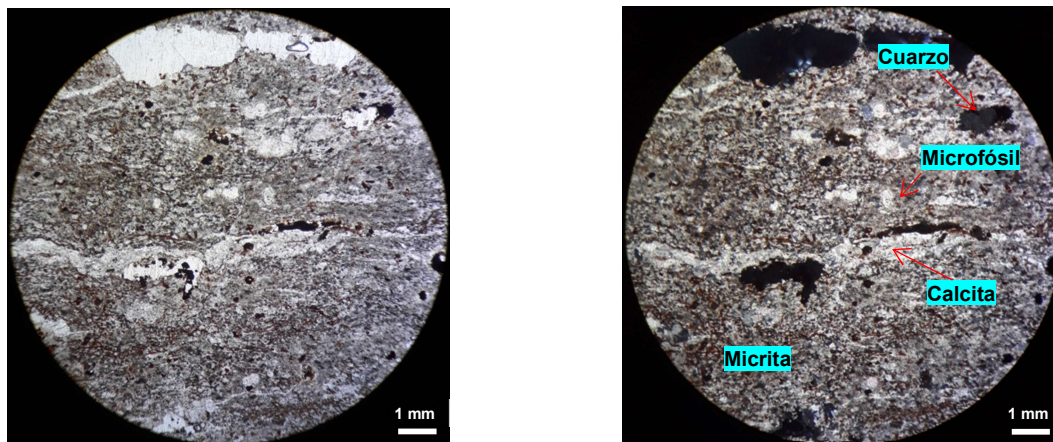


Figura 4. 7 Minerales característicos de la muestra (Fotos 88, 89, 96, 97, 98 y 99)

Muestra de mano 6 de la Formación Indidura (Parada 10): Facies de arcosa, la mayoría de los cristales son cuarzo pero también tiene plagioclasa andesina y oligoclasa, mica biotita, ortoclasa y un poco de calcita. Todo se encuentra cementado por una matriz arcillo-calcárea (Apéndice A, fotos 100 y 101).

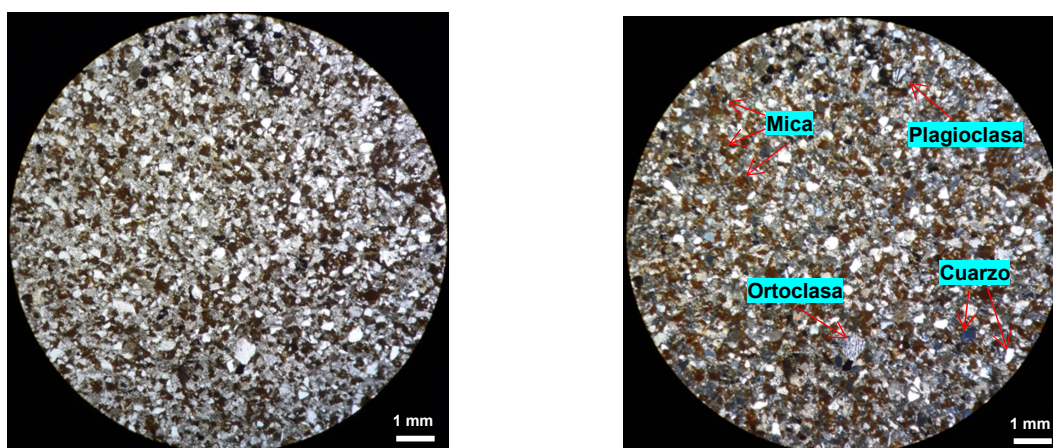


Figura 4. 8 Minerales característicos de la muestra (Fotos 100 y 101)

Muestra de mano 7 de la Formación Cuesta del Cura/Granito (Parada 13): Brecha calcárea constituida por fragmentos de packstone dentro de una matriz de micrita con minerales muy alterados por un cuerpo intrusivo, tiene cristales de ortoclasa, micas biotita y sericita, y cuarzo. Hay foraminíferos silicificados (Apéndice A, fotos 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 y 109).

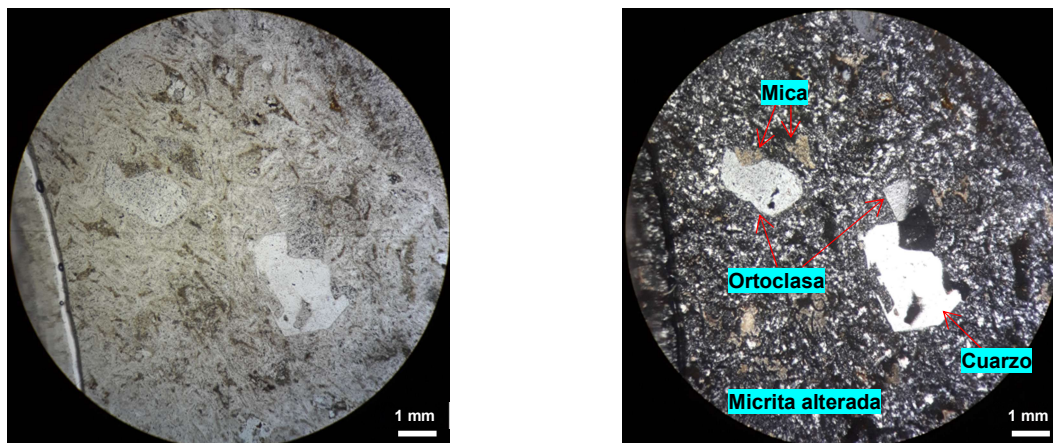


Figura 4. 9 Minerales característicos de la muestra (Fotos 108 y 109)

Muestra de mano 8 de Riolita (Parada 14): Riolita que muestra un mosaico de cristales de cuarzos, todos unidos entre sí (Apéndice A, fotos 110 y 111).

Muestra de mano 9 de la Formación Cuesta del Cura (Parada 18): Mudstone con foraminíferos planctónicos originarios de un ambiente de plataforma que cayeron hacia la cuenca, incluso presenta fantasmas de miliólidos. Presenta calcita (Apéndice A, fotos 112 y 113).

Muestra de mano 12 de la Formación Cuesta del Cura (Parada 22): Brecha calcárea formada por fragmentos de packstone, tiene fósiles de moluscos. Su matriz arcillo-calcárea tiene foraminíferos planctónicos. Presenta mucha calcita (Apéndice A, fotos 114, 115, 116 y 117).

Muestra de mano 14 de Riolita (Parada 25): Roca formada por cristales de cuarzo, feldespato potásico anortoclase, clinopiroxenos, ortopiroxenos y óxidos en una matriz con textura afanítica (Apéndice A, fotos 118, 119, 120 y 121).

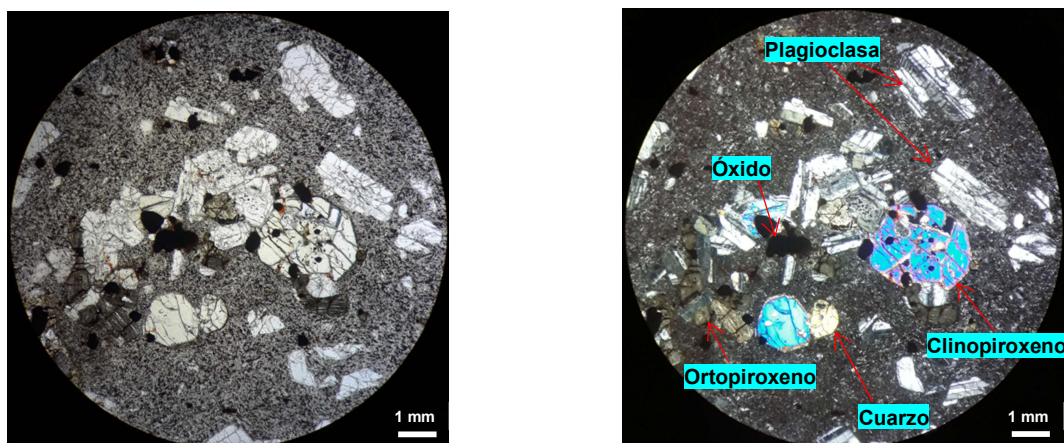


Figura 4. 10 Minerales característicos de la muestra (Fotos 120 y 121)

Muestra de mano 15 de Cuesta del Cura/Granito (Parada 29): Roca que es parte de un skarn, por eso está muy recrystalizada. Tiene fenocristales de calcita y, en menor medida, pequeños cristales de cuarzo, los feldespatos potásicos ortoclasa y sanidina, óxidos y wollastonita (Apéndice A, fotos 122, 123, 124, 125, 126 y 127).

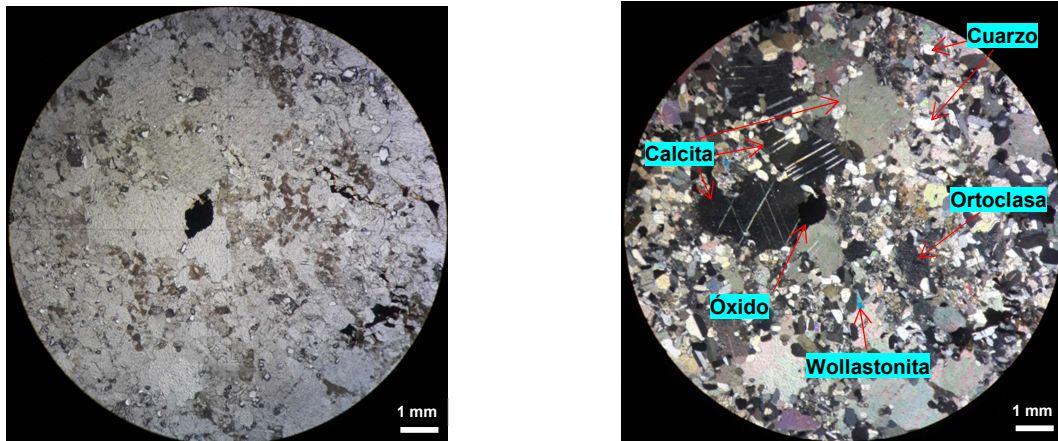


Figura 4. 11 Minerales característicos de la muestra (Fotos 122 y 123)

Muestra de mano 18 de Cuesta del Cura (Parada 33): Wackestone con foraminíferos planctónicos, tiene venas rellenas de calcita (Apéndice A, foto 128).

Muestra de mano 19 de Aluvión (Parada 34): Fragmento de roca erosionado que llegó a formar parte de los sedimentos aluviales del valle. Está formada por cristales de wollastonita, vesuvianita, clinopiroxeno y granate grosularia, estos minerales son característicos de un yacimiento de tipo skarn (Apéndice A, fotos 129, 130, 131, 132, 133 y 134).

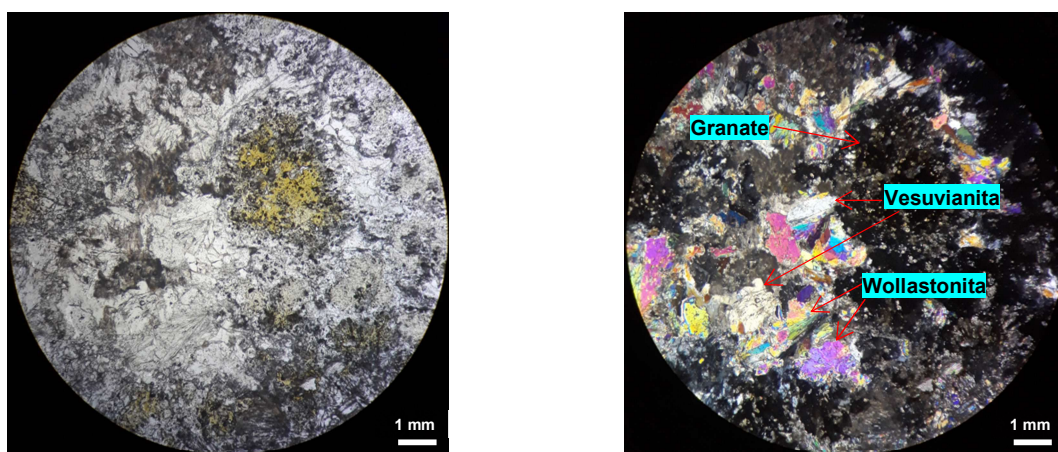


Figura 4. 12 Minerales característicos de la muestra (Fotos 133 y 134)

4.3.1.2. Difracción de Rayos X

Para una mayor certeza sobre su composición mineralógica, algunas de las muestras de roca recolectadas fueron seleccionadas para para un análisis por el método de difracción de rayos X (DRX) en el Laboratorio de Difracción de rayos X del Instituto de Metalurgia de la UASLP. Este método es importante porque ayuda a cualificar y cuantificar los minerales y con esto se conoce las características químicas que hay en cada muestra; cada mineral tiene un arreglo tridimensional interno de sus átomos que forman celdas únicas y cuando un haz de rayos X choca con los planos de los átomos de la celda, éste se desvía en varias direcciones. Lo anterior queda registrado en un difractograma (Apéndice B, Registro de muestras por DRX) de donde se saca el ángulo de incidencia, el ángulo de difracción y la longitud de onda que sirven para identificar cada mineral.

Para el análisis de difracción de rayos X es necesario pulverizar las muestras de roca entre 1 y 50 μm para elaborar dos tipos de láminas, una orientada y la otra no orientada. La primera se obtiene mezclando la muestra con acetona sobre una lámina de vidrio y la segunda se obtiene al poner la muestra sobre un cubreobjetos con un pegamento especial. En el difractómetro, la muestra de roca tiene contacto con el haz de rayos X y, mientras la muestra está girando, los haces secundarios generados son difractados y registrados (Valles Reyes, 1996). Cada pico que se registra corresponde a un compuesto mineralógico y la abundancia de los minerales se determina por el nivel de las intensidades de las respuestas de sus reflexiones. Los resultados concuerdan con los minerales observados en las láminas delgadas.

Muestra de mano 2 de la Formación Indidura (Parada 3): Calcita (CaCO_3): 42.9%, cuarzo (SiO_2): 37.6%, albita ($(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$): 15.2% y caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$): 4.4%.

Muestra de mano 7 de la Formación Cuesta del Cura/Granito (Parada 13): Cuarzo (SiO_2): 50%, ortoclasa (KAlSi_3O_8): 47.5% y calcita (CaCO_3): 2.5%.

Muestra de mano 8 de la Formación Indidura (Parada 14): Cuarzo (SiO_2): 100%.

Muestra de mano 13 de Riolita (Parada 23): Sanidina ($(\text{K,Na})\text{Si}_3\text{O}_8$): 41.3%, ortoclasa (KAlSi_3O_8): 41.2%, cuarzo (SiO_2): 11.7% y jarosita ($(\text{K,H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$): 5.8%.

Muestra de mano 14 de Riolita (Parada 25): Anortoclasa ($(\text{Na,K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$): 54.4%, Albita ($(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$): 38.8%, calcita (CaCO_3): 3.1, cuarzo (SiO_2): 2.3% y almandino ($\text{Fe}_3(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12})$): 1.4%.

Muestra de mano 15 de la Formación Cuesta del Cura/Granito (Parada 29): Calcita (CaCO_3): 88.6%, wollastonita (CaSiO_3): 8.1%, calciolivin ($\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)$): 2.2% y cuarzo (SiO_2): 1%

Muestra de mano 16 de Riolita (Parada 31): Cuarzo (SiO_2): 38.3%, ortoclasa (KAlSi_3O_8): 27.5%, sanidina ($(\text{Na,K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$): 17.6%, microclina (KAlSi_3O_8): 8.7% y moscovita ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$): 7.9%.

Muestra de mano 17 de Riolita (Parada 32): Cuarzo (SiO_2): 40.9%, albita ($(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$): 39.7%, ortoclasa (KAlSi_3O_8): 8.2%, moscovita ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$): 5.8% y calcita (CaCO_3): 5.4%.

Muestra de mano 19 de Riolita (Parada 34): Vesuvianita ($\text{Ca}_{10}\text{Mg}_2\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4$): 35.4%, calcita (CaCO_3): 21.6%, hibschita ($\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})_4$): 16%, wollastonita (CaSiO_3): 13.9% y grosularia ($\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$): 13.1%.

4.3.1.3. Análisis químico

El último análisis que tienen las muestras de roca es por el método de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) que identifica cuáles son las concentraciones de los elementos menores o traza presentes en cada muestra. Los elementos químicos pueden ser reconocidos conociendo los minerales que componen la roca a través de las láminas delgadas y por el método de DRX, en especial los elementos mayores, pero para mayor certeza se hace este análisis el cual es el más recomendado para identificar elementos menores. La espectrometría de masas tiene el propósito de introducir una molécula en la cámara de ionización del espectrómetro de masas donde se le bombardea con una corriente de electrones para que la molécula se rompa en varios fragmentos formando una disolución acuosa de iones. Y con ayuda del gas argón, todos estos iones son separados según su relación masa/carga y luego son detectados en el espectrograma de masa donde se puede apreciar su abundancia para cada muestra (Ammann, 2007).

En el Laboratorio de Geoquímica del Instituto de Geología de la Facultad de Ingeniería de la UASLP se preparan las dieciocho muestras de roca para el análisis ICP-MS. Primero es necesario pulverizar las muestras de roca para ser sometidas a un proceso de digestión. Luego se coloca aproximadamente 0.1 gramos de muestra de roca dentro de viales de plástico, de los cuales tres viales tendrán muestras repetidas para su comprobación, uno tendrá el blanco del material de referencia (Montana Soil 2711 del National Institute of Standards and Technology) y dos tendrán solamente los ácidos sin muestras. Se coloca en cada vial con muestra de roca 1 ml de ácido nítrico (HNO_3) para atacar la materia orgánica y más tarde 1 ml de ácido fluorhídrico (HF) para atacar la materia inorgánica. Se calientan sobre una placa metálica todos los viales cerrados durante ocho horas con el fin de volver a las sustancias más oxidantes para que los enlaces se puedan separar con mayor facilidad. Ya con los ácidos completamente evaporados y los viales enfriados se agrega 1 ml de ácido clorhídrico (HCl) a cada vial y se repite el procedimiento de calentamiento, evaporación del ácido y enfriamiento. Nuevamente se realizará ese procedimiento pero ahora agregando 1 ml de HNO_3 y otro de agua destilada para cada vial, de esta forma se recuperan los residuos de la muestra que se quedaron

en la pared y en la tapa del vial. Por último, se lleva a cabo el proceso de aforo donde las muestras se cambian a unos viales más largos agregándoles más agua destilada hasta llegar al peso de 50 gramos. Con ayuda del personal del laboratorio, los viales son enviados a un laboratorio de espectrometría de masas (Apéndice B, Tabla de resultados de ICP-MS para muestras de roca).

La información obtenida muestra que, a pesar de su diferente génesis y composición, los elementos menores que abundan en la mayoría de las muestras de rocas son principalmente azufre, aluminio, litio, titanio, hierro, boro, estroncio, manganeso y bario. En el Apéndice B aparecen las gráficas circulares de los elementos más abundantes para cada muestra de roca.

4.3.2. Análisis geofísico

La información obtenida en los 42 sondeos TEM (Tabla 4.2) es extraída del dispositivo TerraTEM en archivos con formato *.sir* para que puedan ser utilizados por el software TEMIXS de Interpex Limited. En TEMIXS se hace una edición de los datos adquiridos de las distintas series de tiempo de cada sondeo TEM (Figura 4.13); para generar estadísticamente las curvas de decaimiento de voltaje. Para lo anterior se deben descartar los datos con valores muy elevados o con valor nulo y conservar aquellos que tienen la misma tendencia en la curva de decaimiento de voltaje (Figura 4.14); el conocer el comportamiento del voltaje en decaimiento es importante porque, como se mencionó en el subcapítulo 4.2.2., da la información de la resistividad de las capas litológicas del subsuelo. La nueva curva creada para cada sondeo TEM se le llama curva de resistividad aparente en función al tiempo y, al convertirla en un archivo con extensión *.tex*, podrá ser procesada con el software WingLink® de GEOSYSTEM con el propósito de correlacionar la información de resistividad (Castillo González, 2009).

CURRENT: 6.74 AMPS 48 WINDOWS COIL AREA: 22500.00 sq m. ON/OFF: 025.00 ms GAIN: 0 RAMP TIME: 241.00 msSEC									
No.	TIME (ms)	emf (mV/amp) DATA	emf (mV/amp) SYNTHETIC	DIFFERENCE (percent)	No.	TIME (ms)	emf (mV/amp) DATA	emf (mV/amp) SYNTHETIC	DIFFERENCE (percent)
1	0.485	42130.0	42904.9	-1.83	15	2.62	629.0	619.7	1.47
2	0.533	34100.0	34359.9	-0.526	16	3.00	451.6	444.4	1.58
3	0.581	28170.0	28092.4	0.275	17	3.38	339.4	334.7	1.36
4	0.653	21640.0	21367.0	1.26	18	3.77	263.9	261.2	0.999
5	0.749	15620.0	15428.3	1.22	19	4.34	191.0	191.1	-0.0037
6	0.845	11610.0	11514.0	0.826	20	5.11	130.7	131.9	-0.932
7	0.941	8849.0	8821.4	0.311	21	5.88	94.02	95.83	-1.93
8	1.03	6889.0	6906.6	-0.255	22	6.65	70.34	72.04	-2.42
9	1.18	4937.0	4946.6	-0.194	23	7.42	54.10	55.42	-2.29
10	1.37	3387.0	3339.0	-0.969	24	8.57	38.52	39.60	-1.26
11	1.56	2335.0	2367.6	-1.39	25	10.10	25.56	25.78	-0.884
12	1.75	1722.0	1745.7	-1.37	26	11.64	17.83	17.75	0.440
13	1.94	1315.0	1329.0	-1.13	27	13.18	12.91	12.74	1.26
14	2.23	933.9	921.0	1.37	28	14.71	9.57	9.44	1.41
PRESS ANY KEY TO CONTINUE, [Esc] to abort..					29	17.02	6.45	6.20	2.68
					30	20.09	4.01	3.87	3.46
					31	23.16	2.62	2.54	2.84
					32	26.23	1.78	1.75	1.71
					PRESS ANY KEY TO CONTINUE, [Esc] to abort..				

Figura 4. 13 Datos de la serie de tiempo para el sondeo TEM 1-3

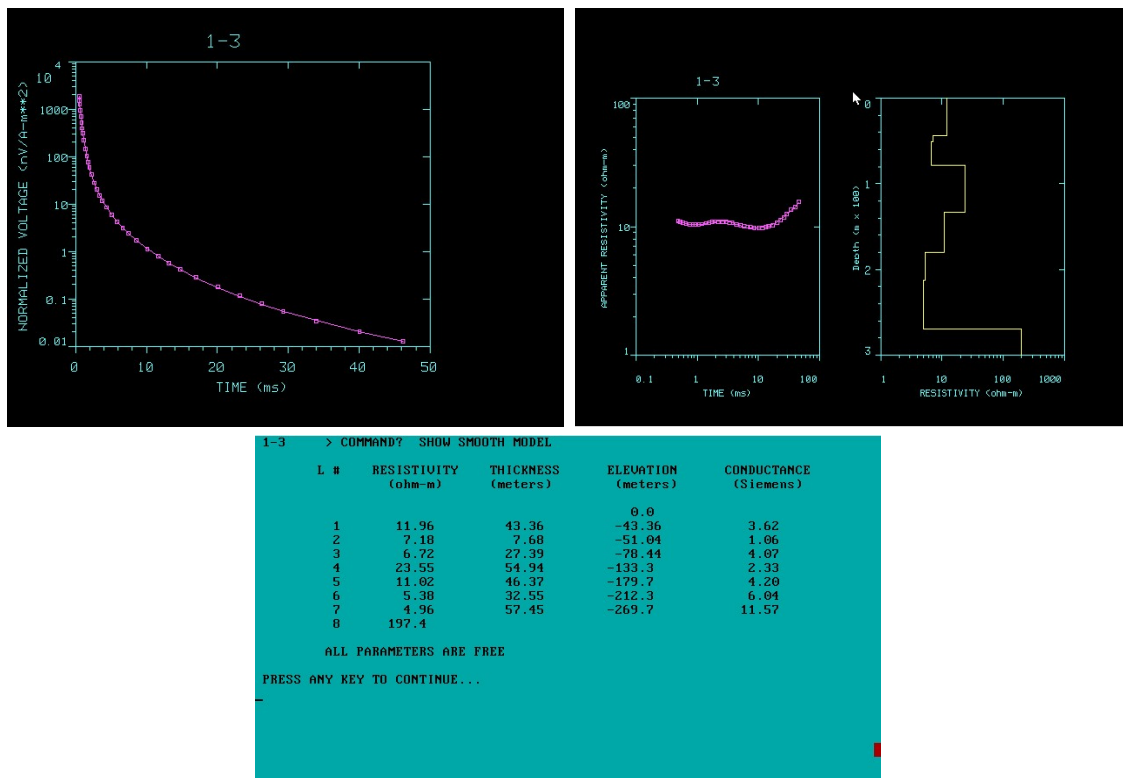


Figura 4. 14 Curva de resistividad aparente y sus datos de resistividad en TEMIXS para el sondeo TEM 1-3

Los datos de las curvas de resistividad aparente en función al tiempo y los de localización de los sondeos TEM sirven para crear modelos de resistividad contra profundidad en WinkLink®. Para eso, en el programa se coloca una capa por cada inflexión de la curva de resistividad y el tiempo en el que transcurren sus inflexiones, siempre ajustando los valores de resistividad y espesor de las capas para calibrar la información. Luego se aplica un algoritmo que utiliza el número de capas dado para ajustar la curva de resistividad y tener un porcentaje de error menor a 5%. Logrado lo anterior, WinkLink® correlaciona la información de resistividad de cada sondeo TEM para crear el modelo de resistividad contra profundidad del área de estudio. De este modelo se sacan las secciones de resistividad que tendrán una profundidad máxima de 500 metros, las líneas trazadas en el mapa geológico y que atraviesan los 42 sondeos TEM son la ubicación de estas secciones. De esta forma se logra entender el comportamiento geológico-estructural de las unidades del subsuelo.

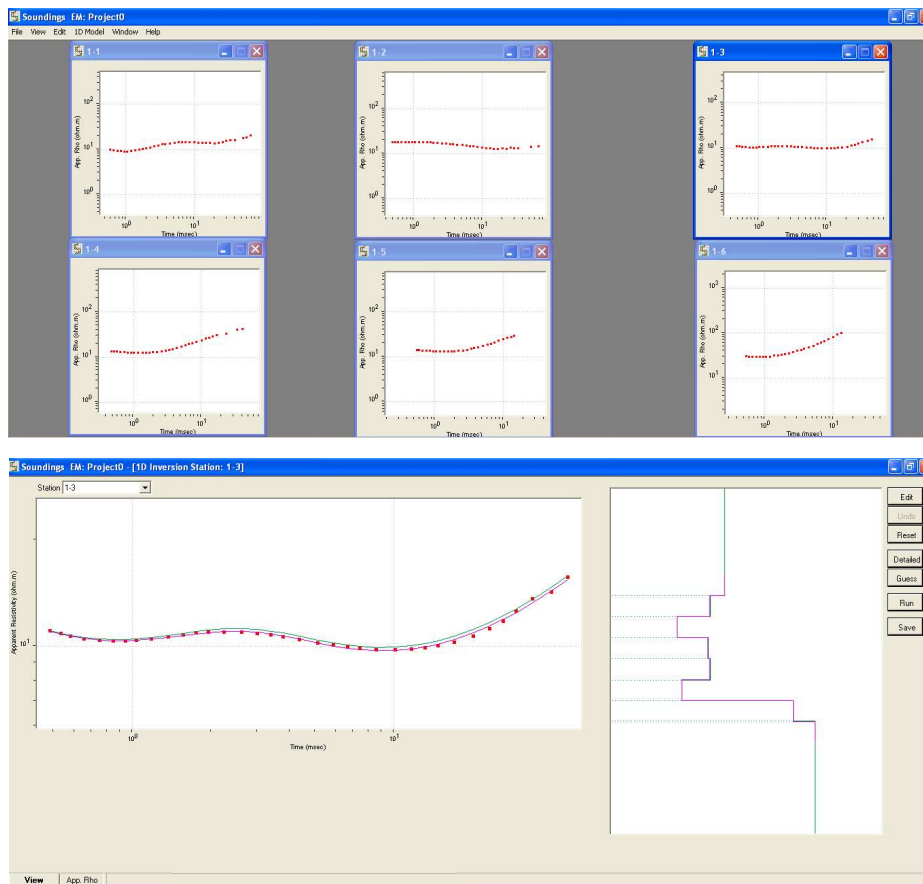


Figura 4. 15 Modelo de capas en WingLink® para el sondeo TEM 1-3

Con las secciones de resistividad se definen las unidades geoelectricas en base a los niveles de resistividad y geometría, además de tomar en cuenta la información litológica de los pozos exploratorios 'Grasero', 'Parcela 99' y 'Cañón La Salida'. Estas unidades identificadas son:

Unidad geoelectrica 1 (U1): Con resistividades entre 1 a 50 $\Omega \cdot m$, esta unidad corresponde a los sedimentos de aluvión y coluvión, y a las rocas basálticas y basáltico-andesíticas. Hay que mencionar que el agua dulce del acuífero libre de Velardeña provoca mayor disminución de resistividad en los sedimentos aluviales que lo alberga. El agua subterránea que circula por las rocas anteriormente mencionadas, las cuales están bastante alteradas, también provoca una disminución en la resistividad.

Unidad geoelectrica 2 (U2): Con resistividades entre 25 a 100 $\Omega \cdot m$, las riolitas y tobas riolíticas poseen una resistividad más baja de la que originalmente se le considera debido a que se encuentran muy alteradas y por el agua que circula por sus fracturas y fallas.

Unidad geoelectrica 3 (U3): Con resistividades entre 50 a 320 $\Omega\cdot m$, la matriz arcillosa de la Formación Ahuichila provoca que tenga resistividades bajas en algunos puntos de subsuelo, pero su conglomerado polimíctico conformado principalmente de fragmentos de calizas hace que su resistividad llegue a aumentar.

Unidad geoelectrica 4 (U4): Con resistividades entre 20 a 380 $\Omega\cdot m$, la secuencia de capas de calizas arcillosas, lutitas y nódulos de pedernal de la Formación Indidura provocan una variación de resistividades ya que una roca tiene menor resistividad cuando es mayor su arcillosidad y, aunque la mayoría de la formación tiene esa característica, las rocas calcáreas y silíceas aumentan esa resistividad.

Unidad geoelectrica 5 (U5): Con resistividades entre 320 a 1200 $\Omega\cdot m$, en esta unidad geoelectrica están agrupadas la Formación Cuesta del Cura y todas las rocas intrusivas del área. Sin alteración de los cuerpos intrusivos, las calizas que conforman en su mayoría a la Formación Cuesta del Cura le darían por lo menos una resistividad mayor a 200 $\Omega\cdot m$, pero estas intrusiones granodioríticas y dioríticas provocan un aumento considerable en la resistividad de esa unidad. Esto vuelve difícil identificarlas en el subsuelo, pero la geometría de las líneas de resistividad ayuda a tener una idea para diferenciar y ubicar estas rocas.

A continuación, se presentan las 10 secciones de resistividad con dirección W-E que se realizaron, con la ubicación de los sondeos TEM y los pozos exploratorios más cercanos, y la identificación de unidades geoelectricas, unidades litológicas y geología estructural:

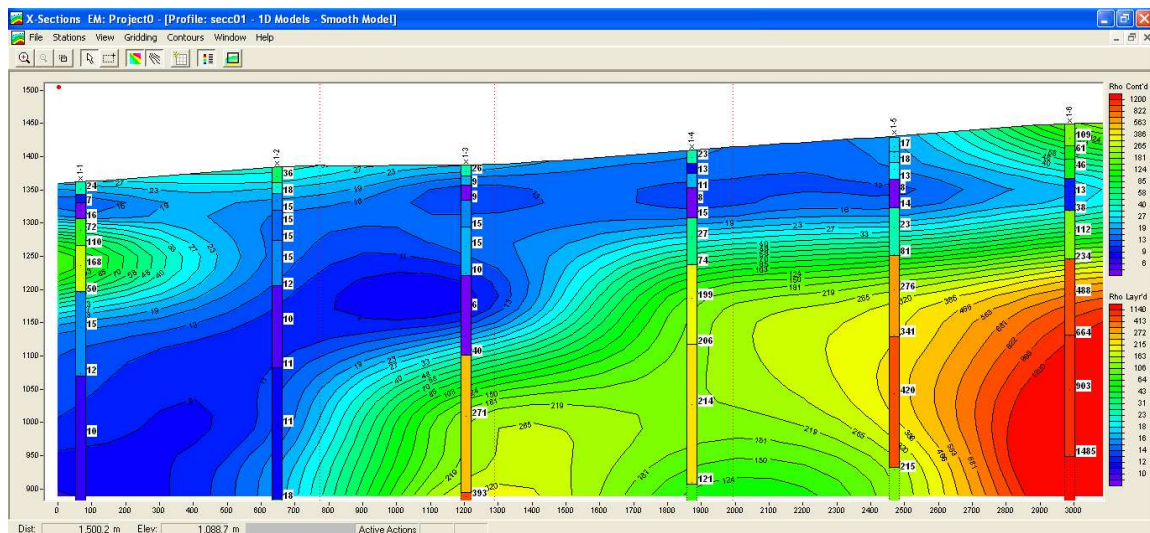
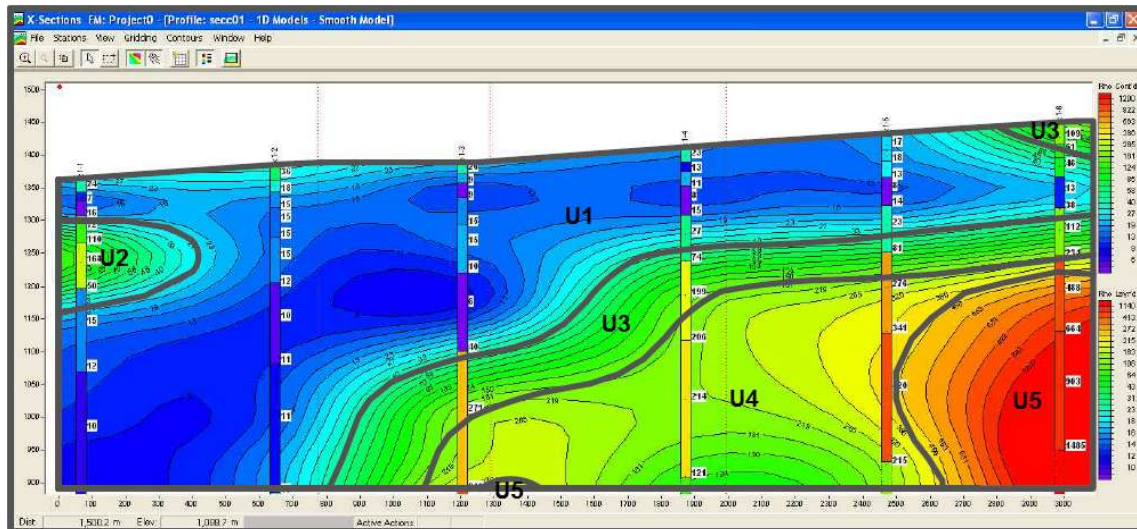


Figura 4. 16 Sección de resistividad 1 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvión
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 17 Sección de resistividad 1 con unidades geoelectricas definidas

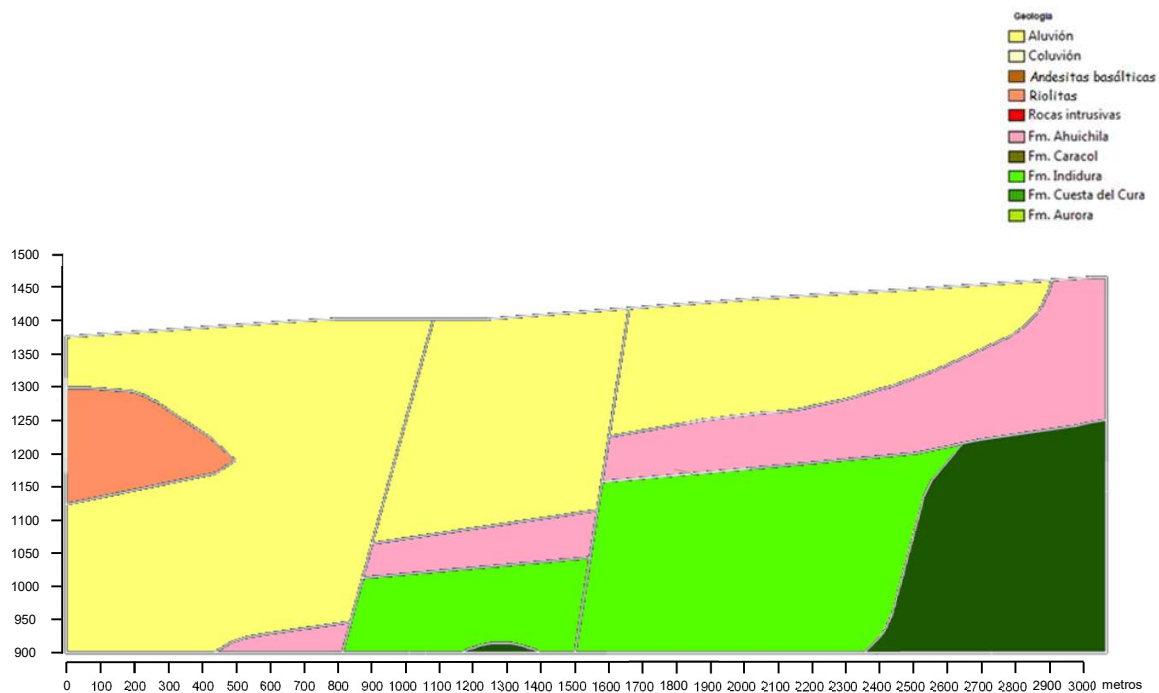


Figura 4. 18 Sección de resistividad 1 con estratigrafía y geología estructural

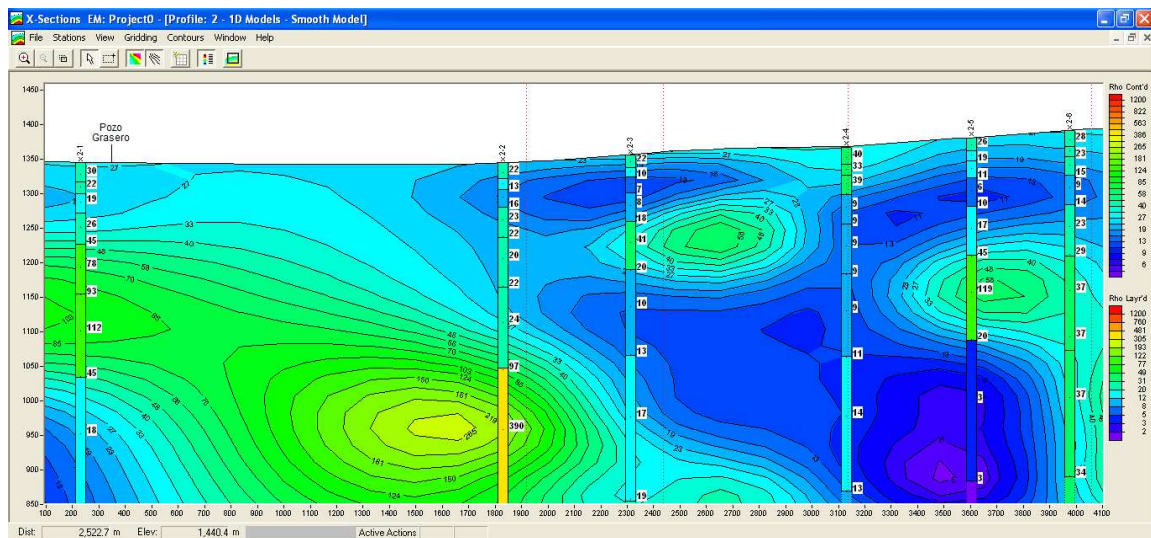
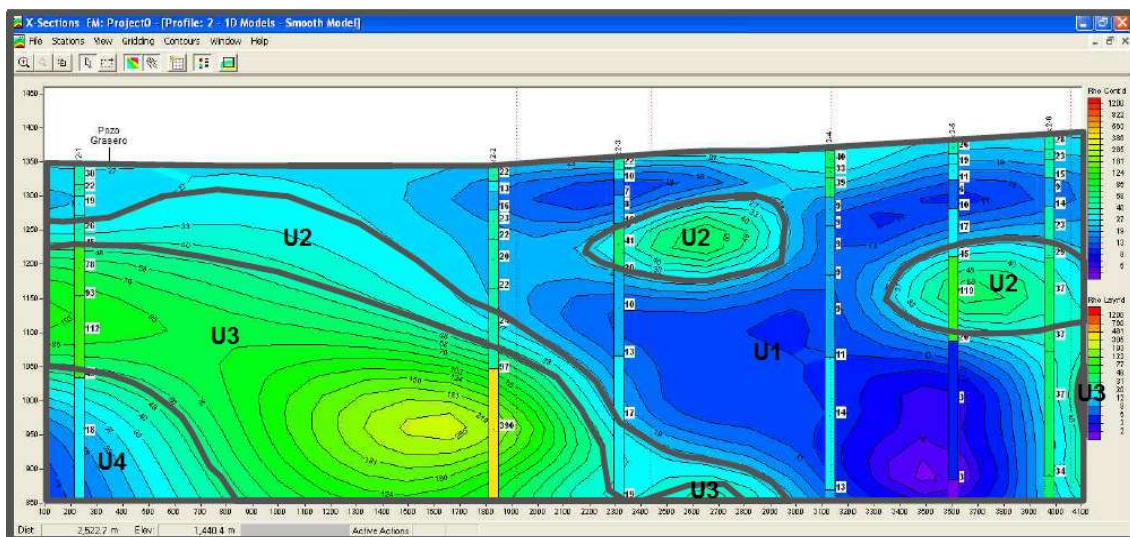


Figura 4. 19 Sección de resistividad 2 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvión
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 20 Sección de resistividad 2 con unidades geoelectricas definidas

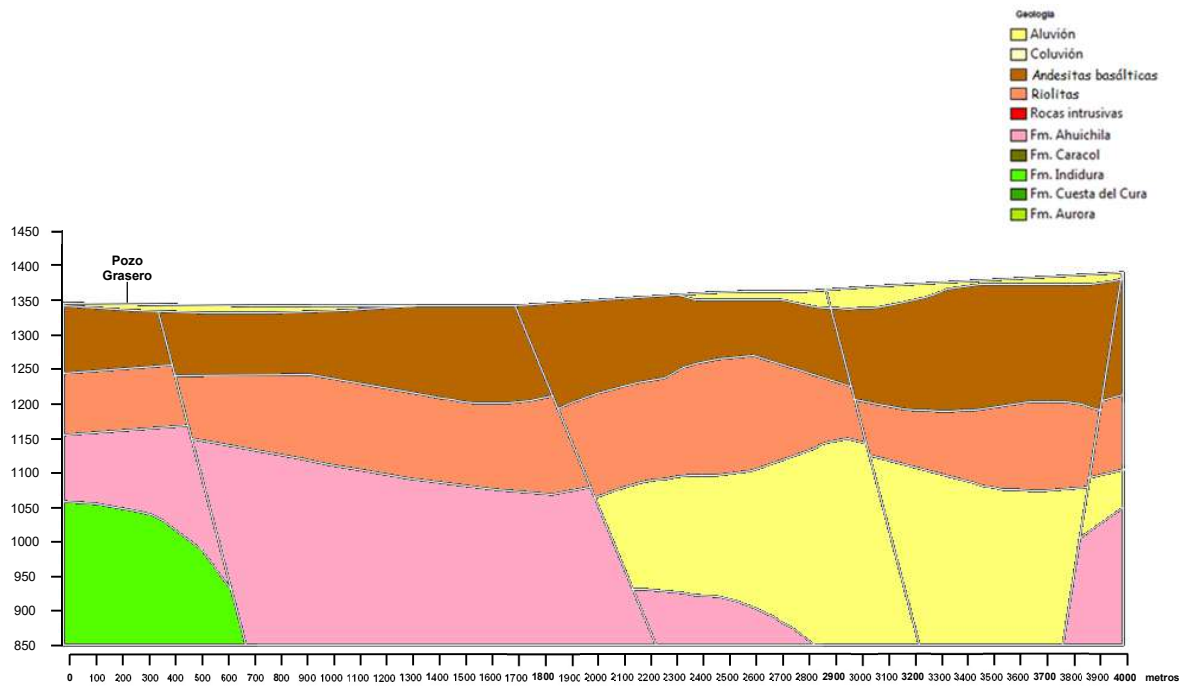


Figura 4. 21 Secci3n de resistividad 2 con estratigrafía y geología estructural

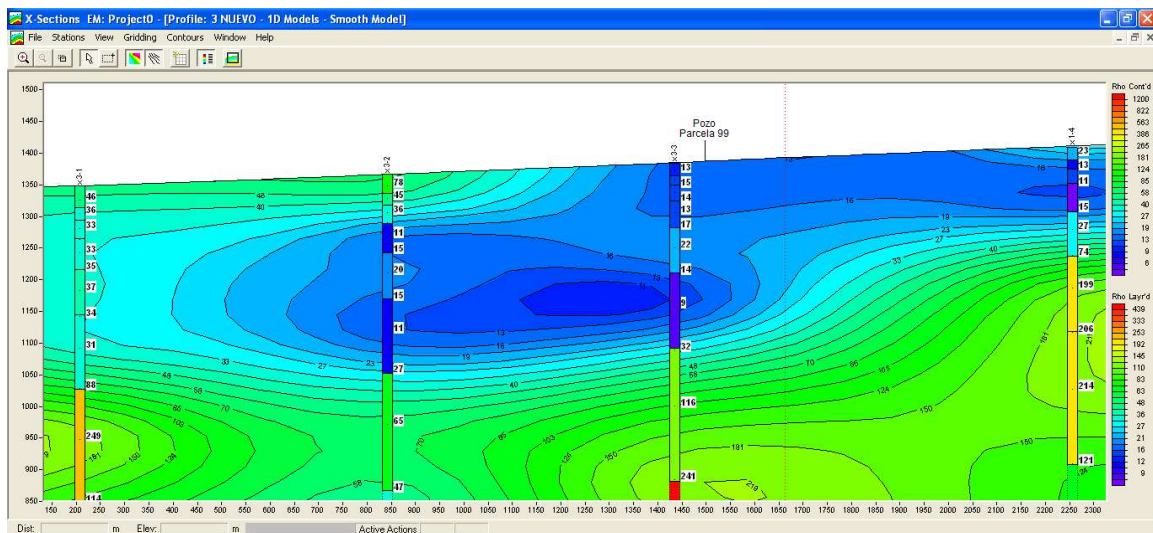
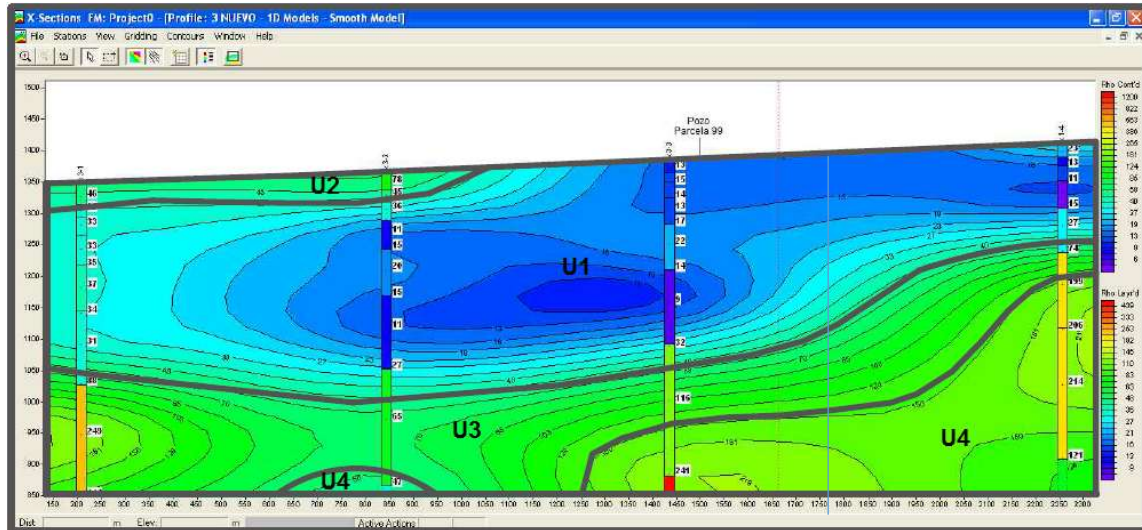


Figura 4. 22 Secci3n de resistividad 3 (direcci3n W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvi3n
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 23 Sección de resistividad 3 con unidades geoelectricas definidas

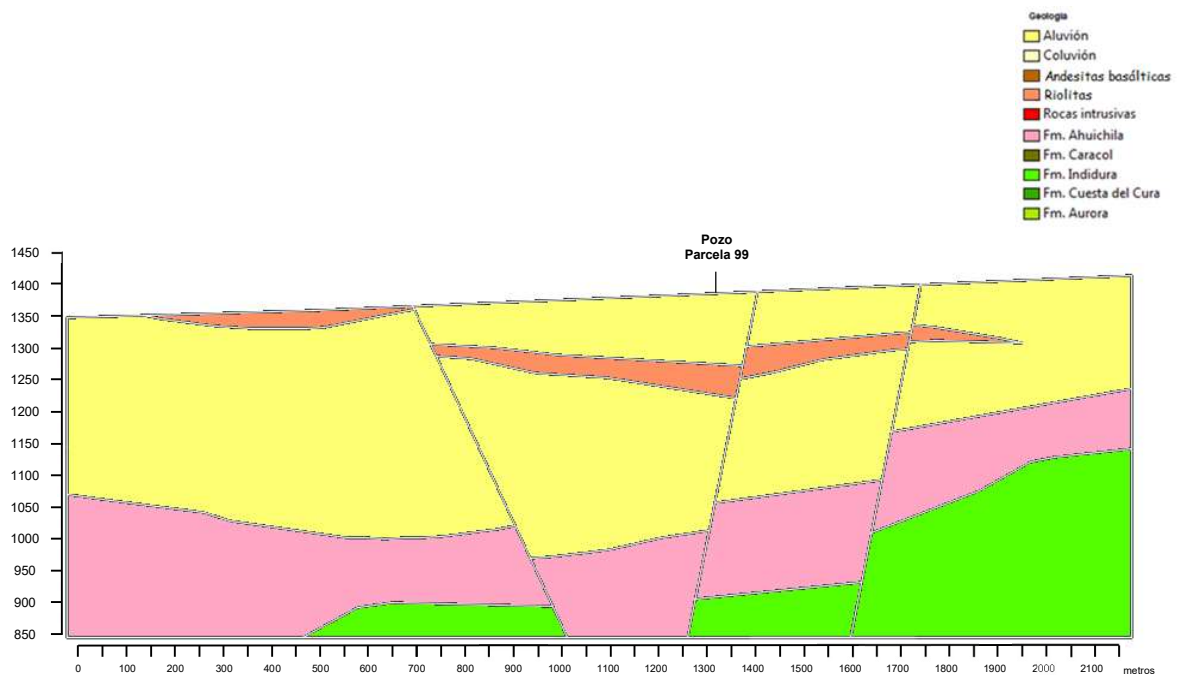


Figura 4. 24 Sección de resistividad 3 con estratigrafía y geología estructural

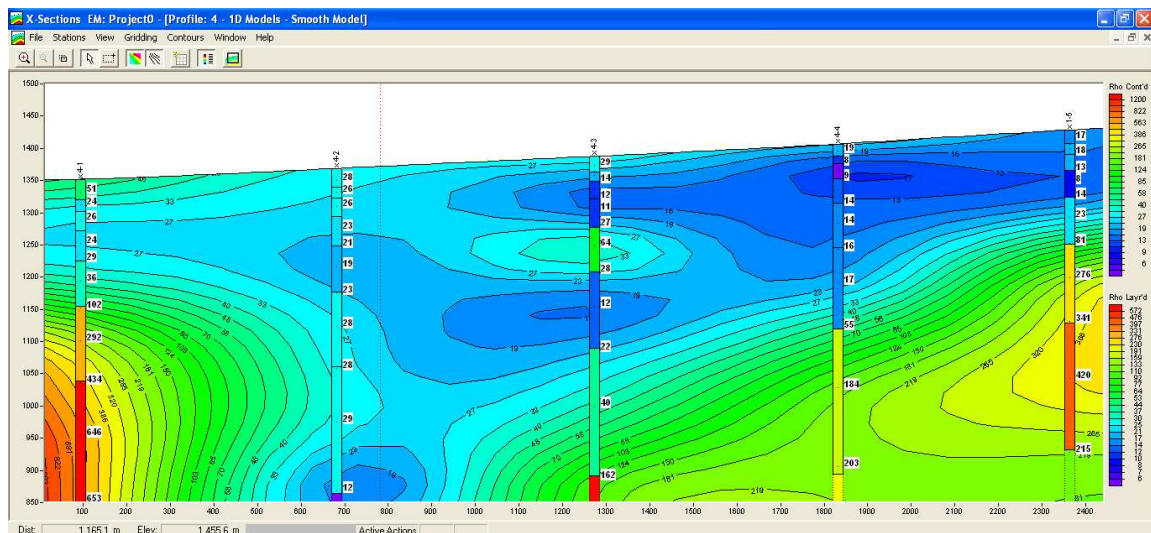
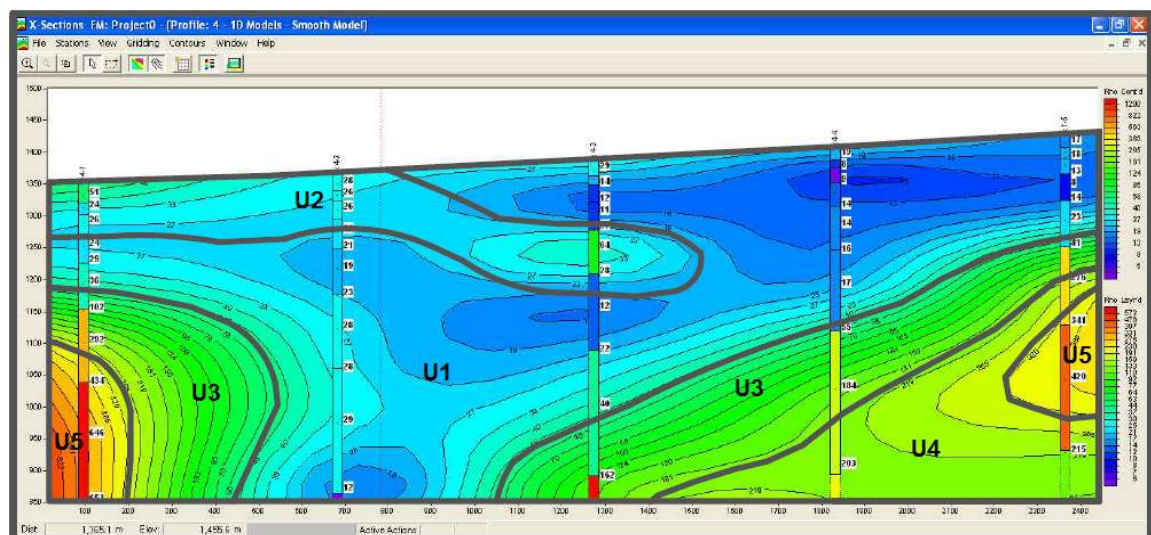


Figura 4. 25 Sección de resistividad 4 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvión
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 26 Sección de resistividad 4 con unidades geoelectricas definidas

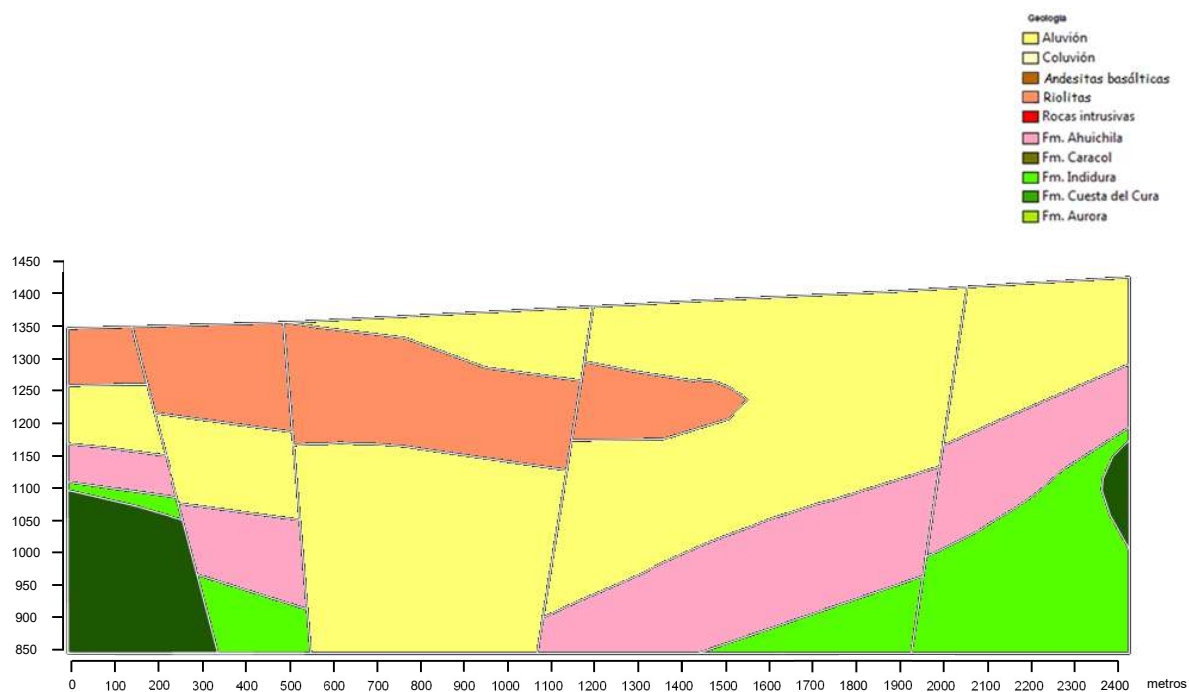


Figura 4. 27 Sección de resistividad 4 con estratigrafía y geología estructural

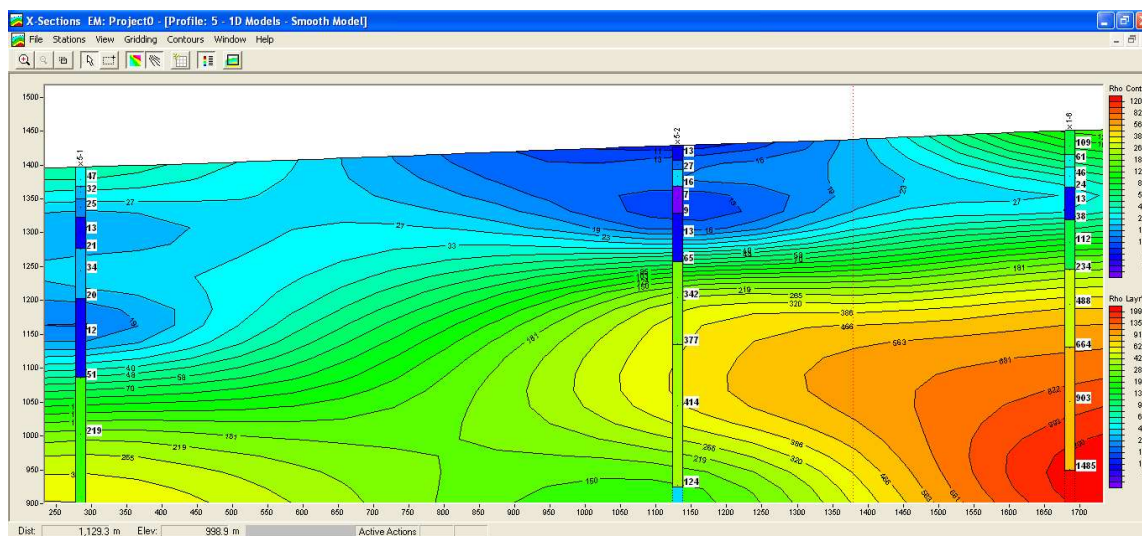
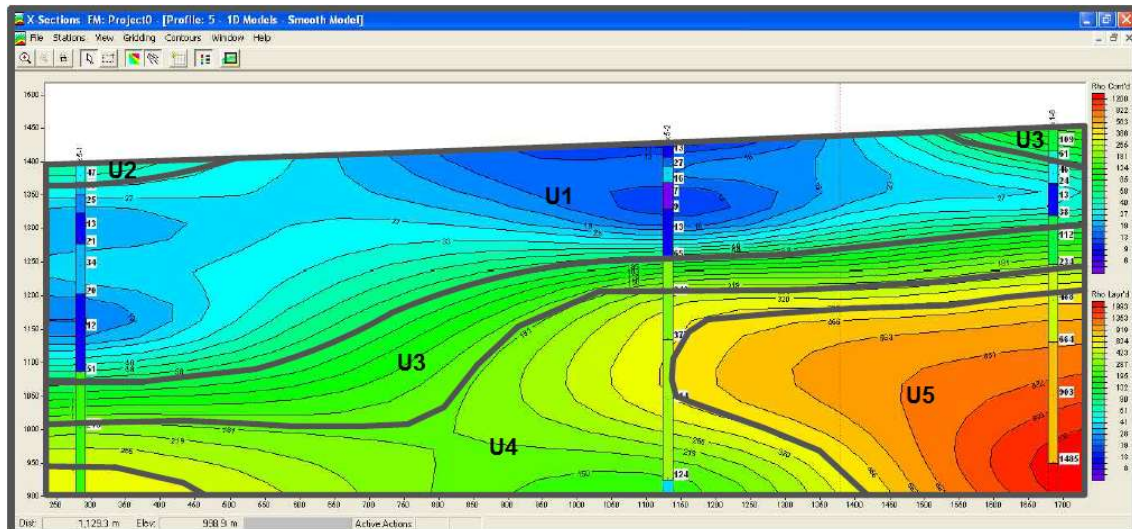


Figura 4. 28 Sección de resistividad 5 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvi3n
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 29 Sección de resistividad 5 con unidades geoelectricas definidas

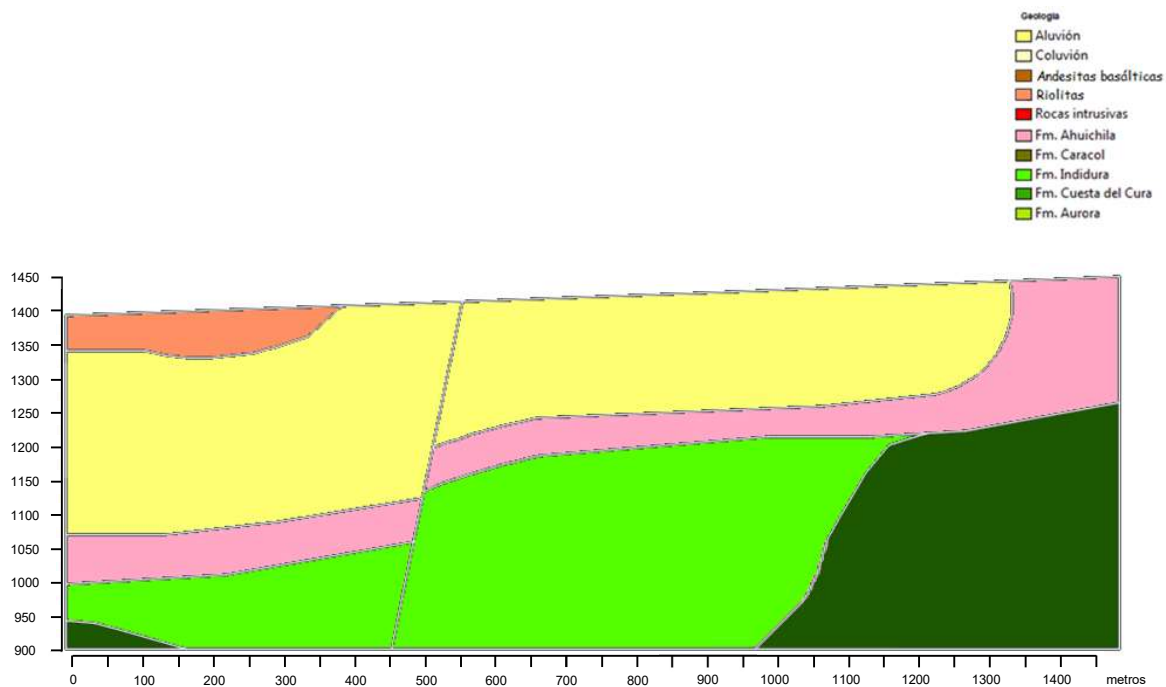


Figura 4. 30 Sección de resistividad 5 con estratigrafía y geología estructural

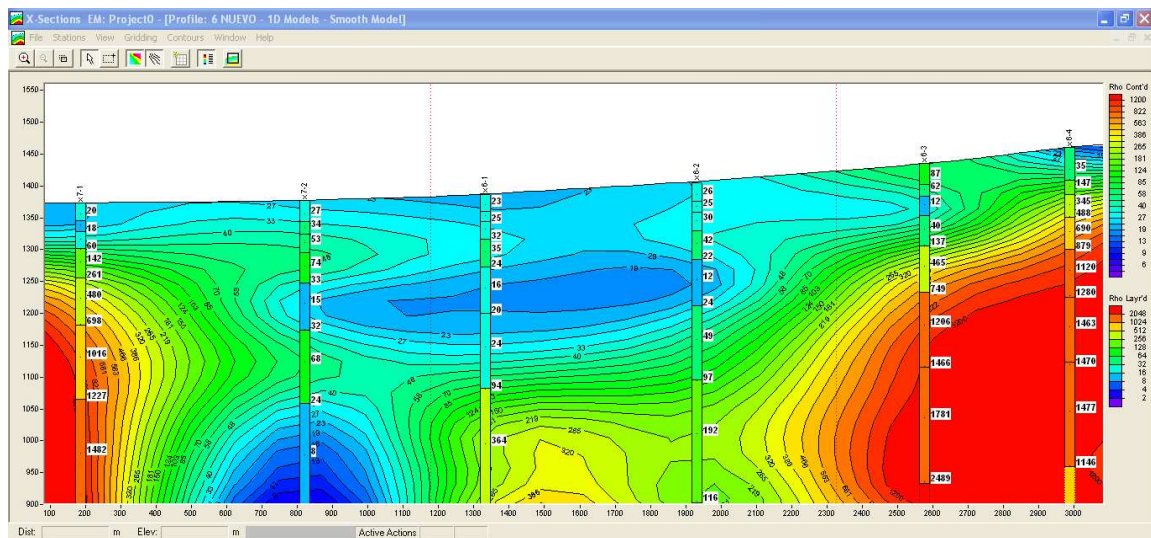
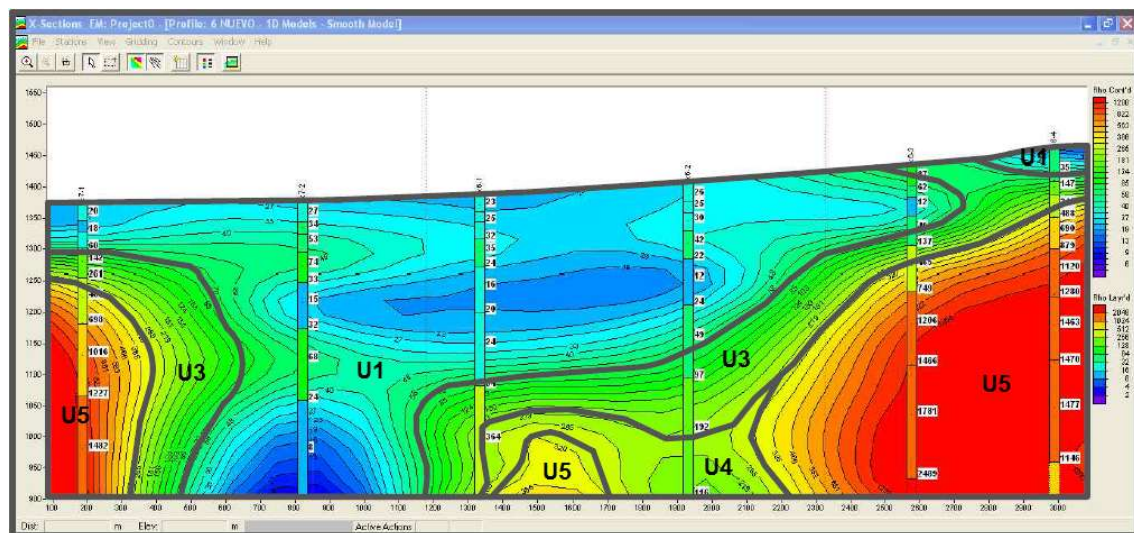


Figura 4. 31 Sección de resistividad 6 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvión
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 32 Sección de resistividad 6 con unidades geoelectricas definidas

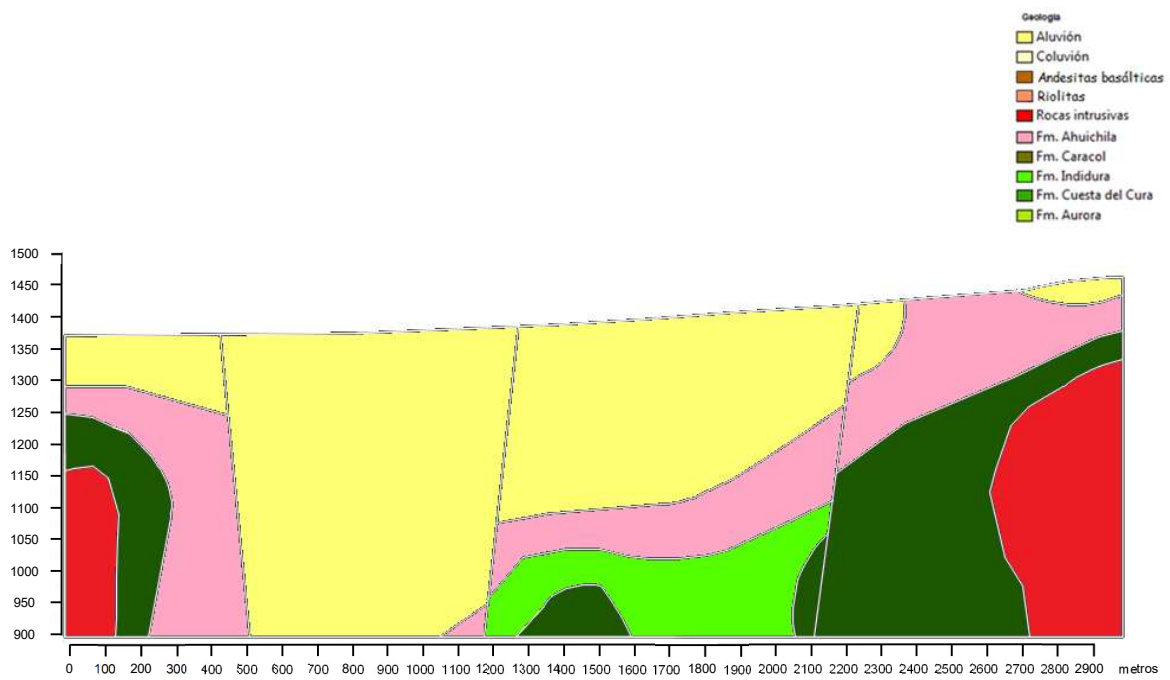


Figura 4. 33 Sección de resistividad 6 con estratigrafía y geología estructural

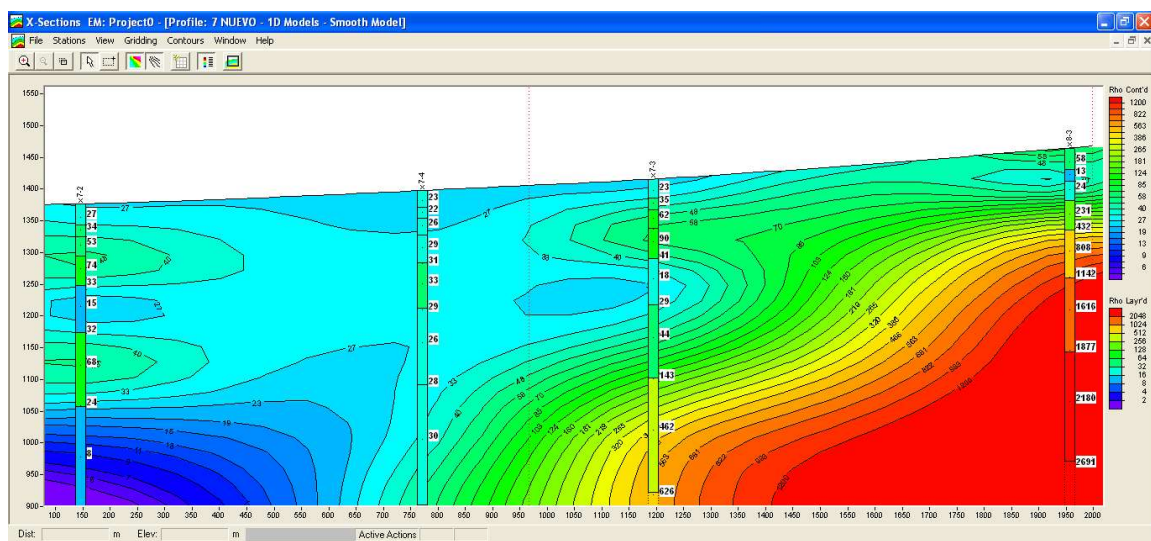
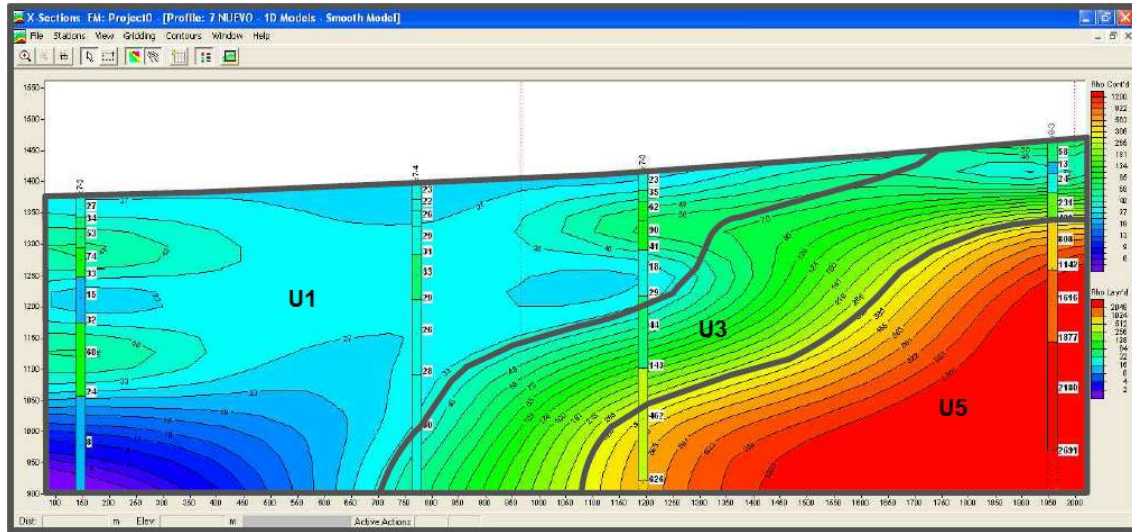


Figura 4. 34 Sección de resistividad 7 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvión
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 35 Sección de resistividad 7 con unidades geoelectricas definidas

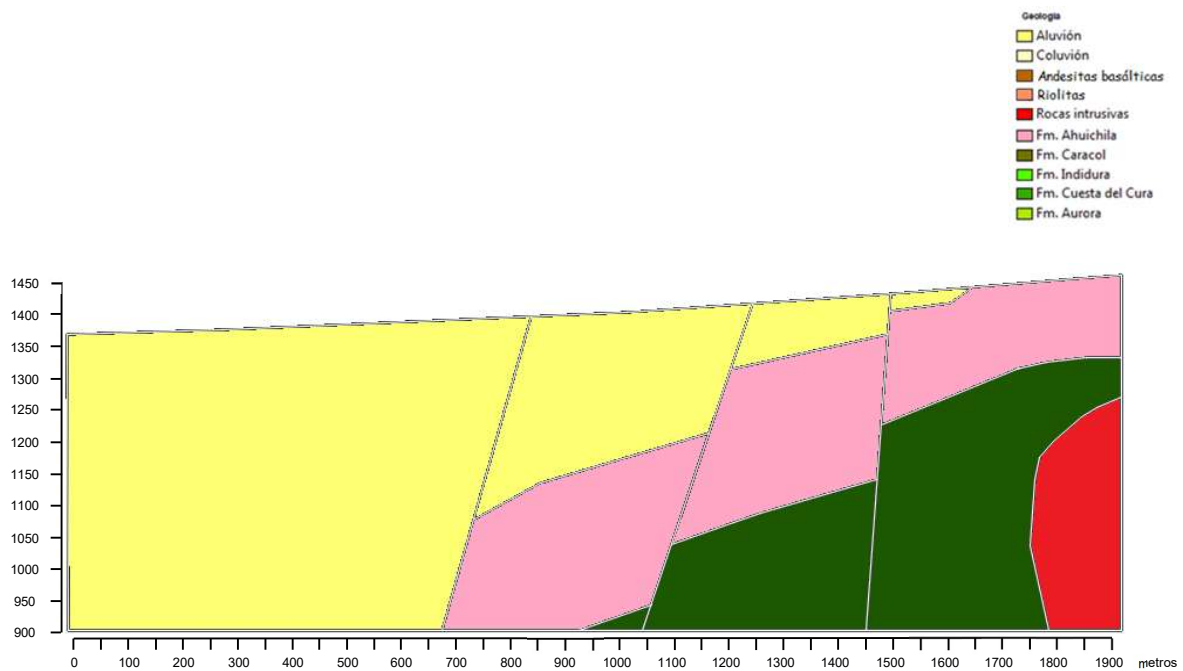


Figura 4. 36 Sección de resistividad 7 con estratigrafía y geología estructural

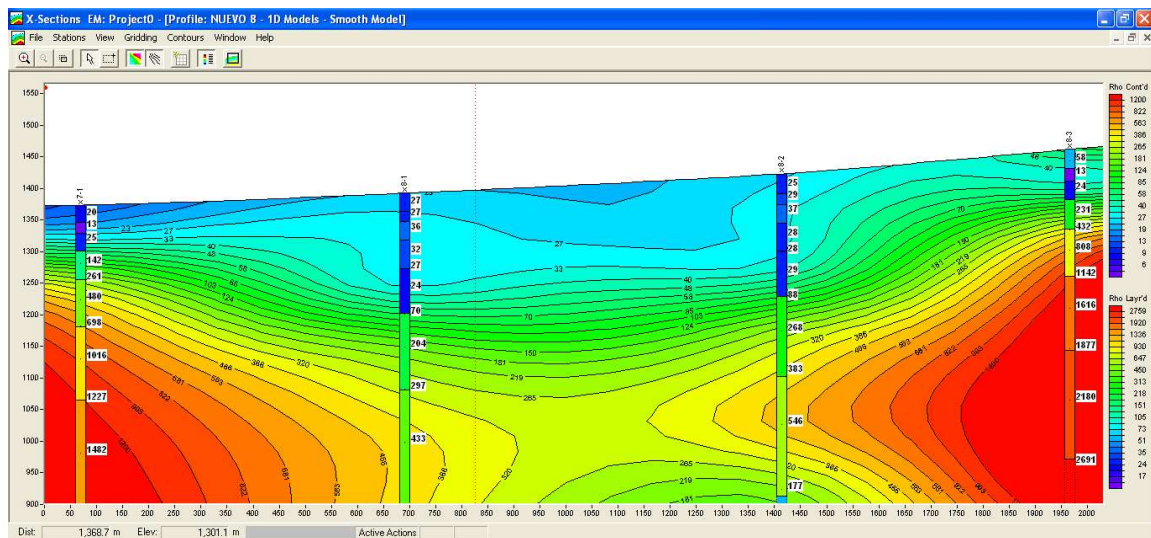
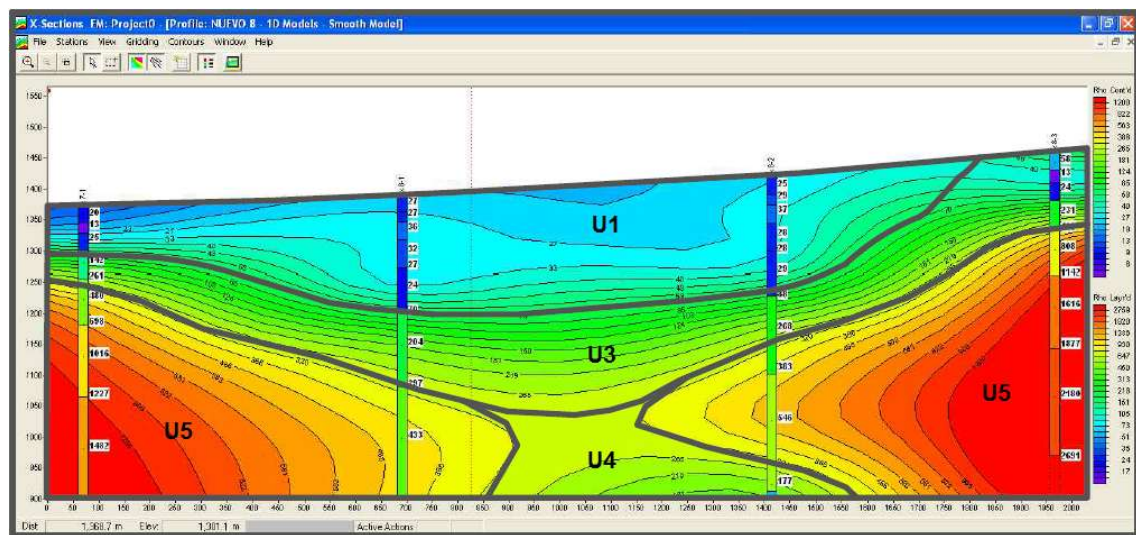


Figura 4. 37 Sección de resistividad 8 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvi3n
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4. 38 Sección de resistividad 8 con unidades geoelectricas definidas

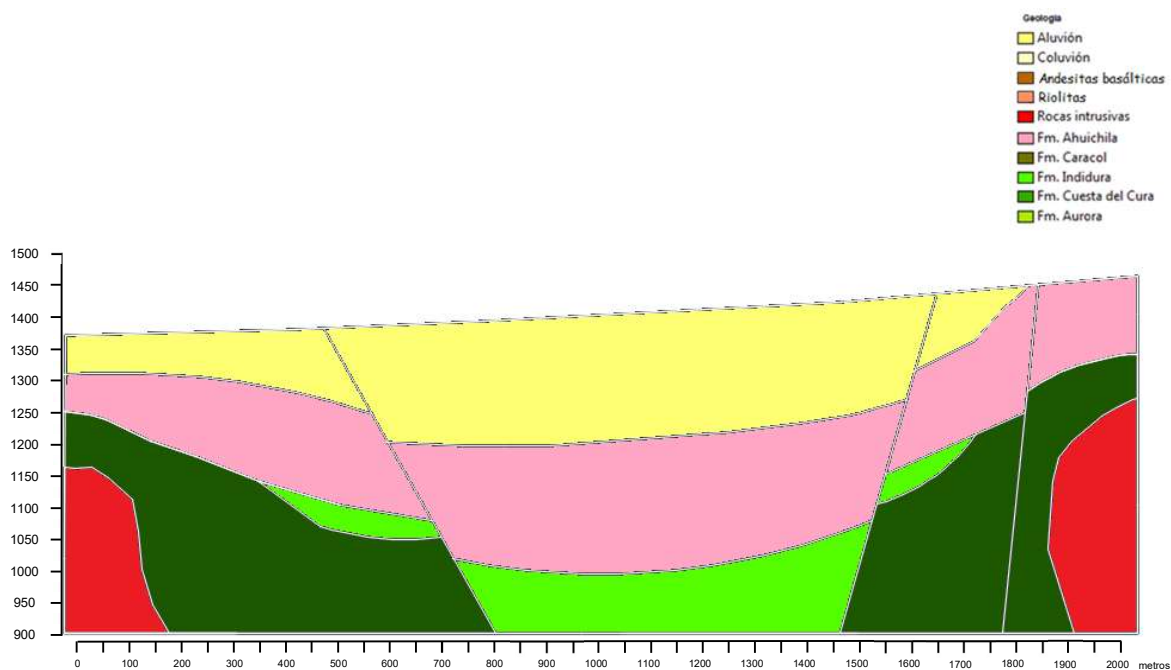


Figura 4. 39 Sección de resistividad 8 con estratigrafía y geología estructural

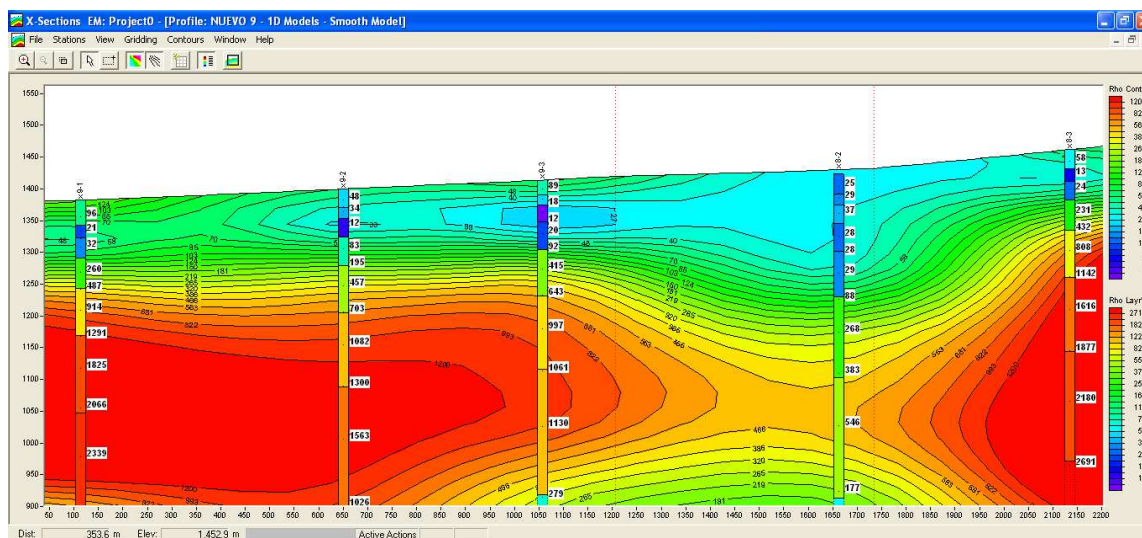


Figura 4. 40 Sección de resistividad 9 (dirección W-E)

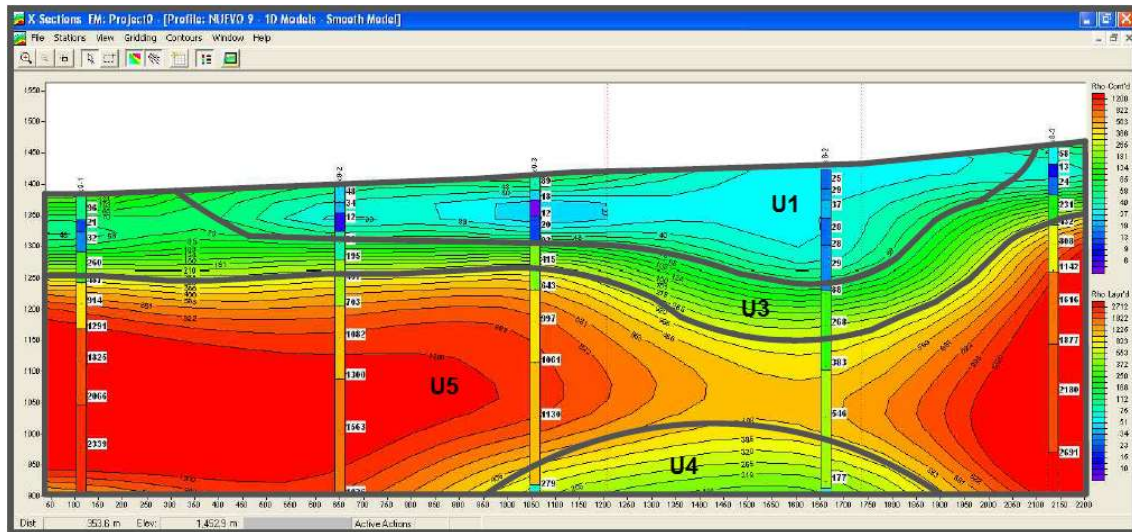


Figura 4. 41 Sección de resistividad 9 con unidades geoelectricas definidas

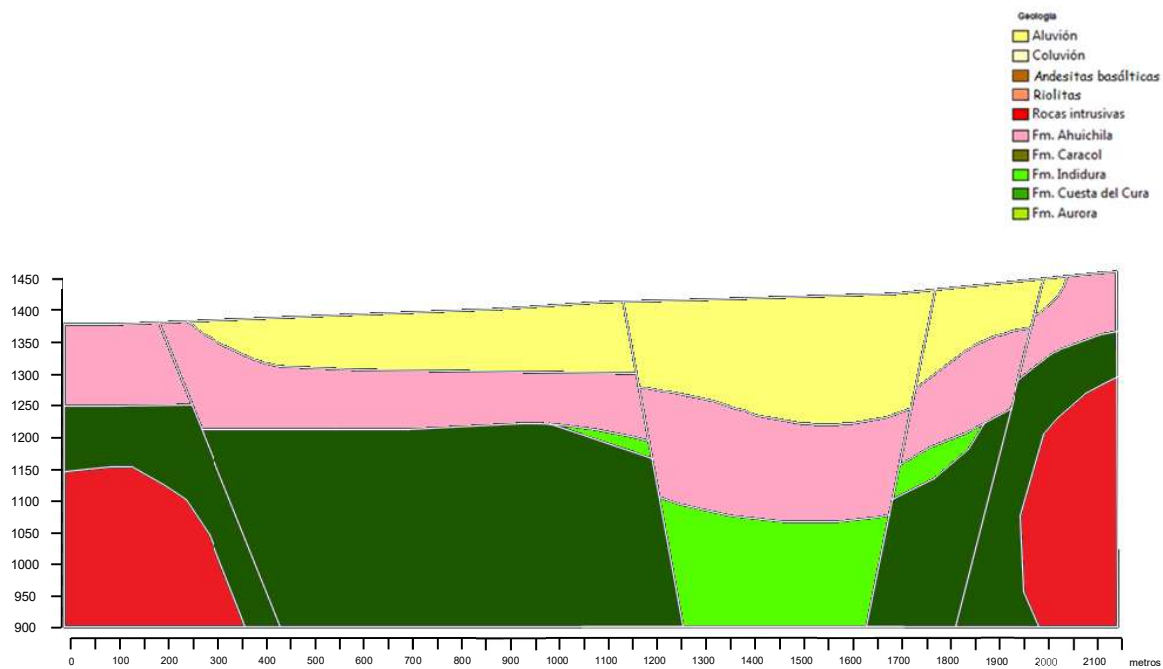


Figura 4. 42 Sección de resistividad 9 con estratigrafía y geología estructural

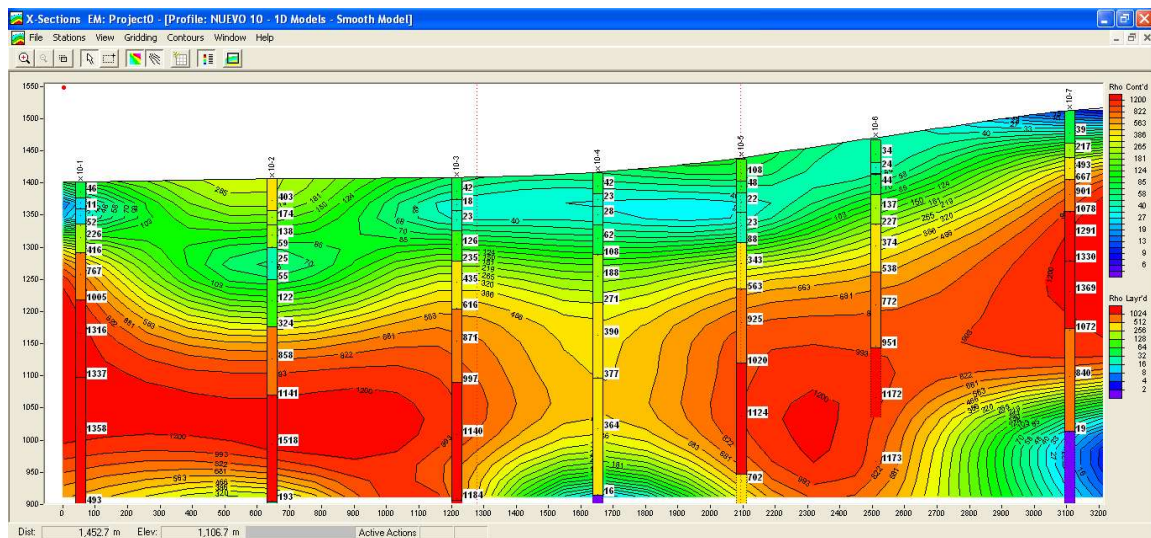
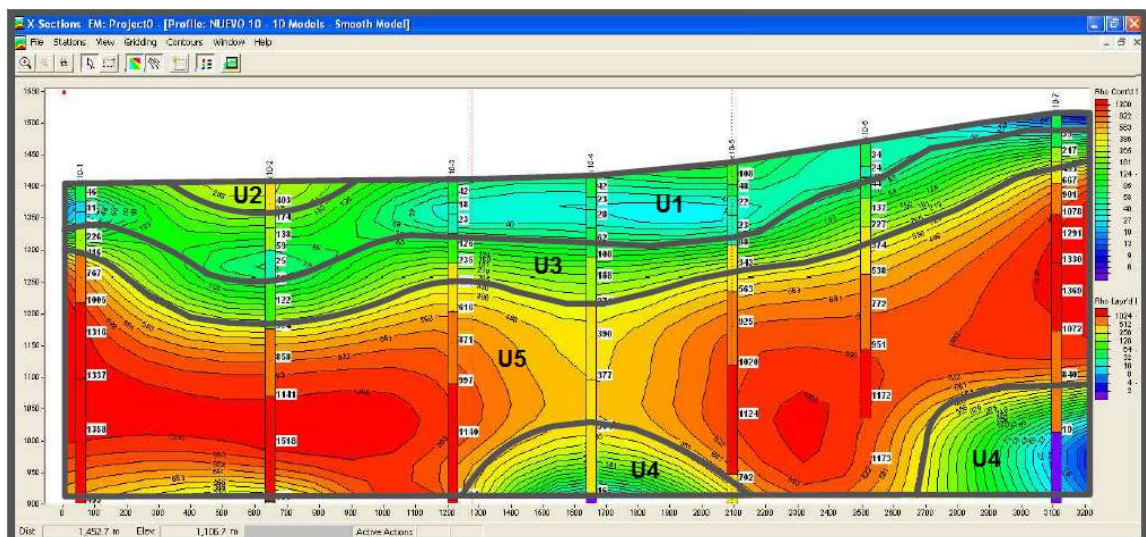


Figura 4.43 Sección de resistividad 10 (dirección W-E)



Unidad	Intervalo resistivo (ohm-m)	Litología
U1	1-50	Basaltos, andesitas basálticas y aluvión
U2	25-100	Riolitas y tobas riolíticas
U3	50-320	Fm. Ahuichila (conglomerados con matriz arcillosa)
U4	20-380	Fm. Indidura (lutitas calcáreas y algunas capas de caliza)
U5	320->1200	Fm. Cuesta del Cura (caliza algo arcillosa), granito, granodiorita y diorita

Figura 4.44 Sección de resistividad 10 con unidades geoelectricas definidas

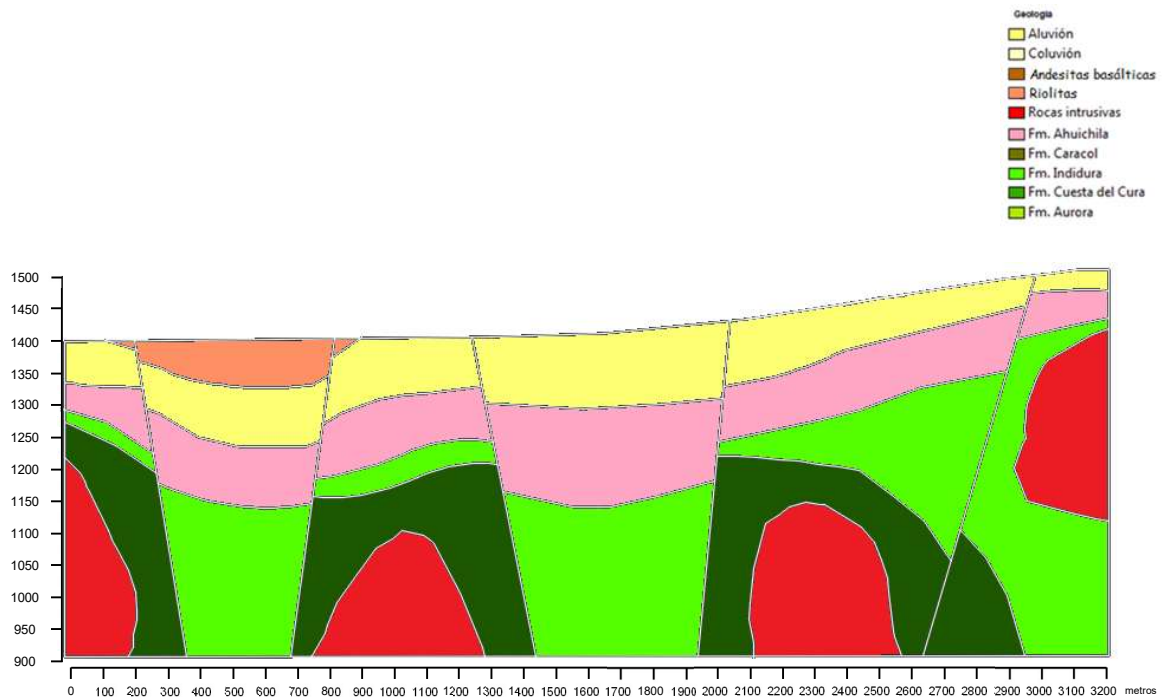


Figura 4. 45 Sección de resistividad 10 con estratigrafía y geología estructural

Las secciones geofísicas anteriores comprueban que el comportamiento geológico-estructural del Valle de Velardeña es el de un graben, formado por la serie de fallas normales que se aprecian en los cortes; el depósito producto de la erosión en este graben fue muy fuerte, provocando que la Formación Ahuichila y los sedimentos aluviales tuvieran grandes espesores. También se observa en las secciones que la Sierra de Santa María tiene el comportamiento de un semi-horst.

4.3.3. Análisis hidrogeológico

En el Laboratorio de Análisis de Agua de la Facultad de Ingeniería de la UASLP se lleva a cabo el análisis físico-químico de las muestras de agua extraídas de los aprovechamientos visitados (Tabla 4.3) empleando distintos métodos analíticos cualitativos y cuantitativos. Estos métodos son el potenciométrico, el gravimétrico, el argentométrico, el volumétrico y colorimétrico espectrofotométrico y se realizan tomando en cuenta tanto los análisis estandarizados de Lenore S. Clesceri *et al.* (1992) como lo establecido en las normas mexicanas.



Figura 4. 46 Foto de las muestras de agua subterránea obtenidas en campo

4.3.3.1. Método potenciométrico

Por el método potenciométrico se mide los niveles de la acidez, la conductividad eléctrica (CE) y el pH nuevamente, para compararlo con el pH real obtenido en campo (Norma NMX-008-SCFI-2011). La acidez se puede definir como la capacidad cuantitativa del agua para reaccionar con el ion hidróxilo. Hay tres tipos de acidez que se calculan en este proceso: la acidez total (acidez _t), la acidez al indicador anaranjado de metilo (acidez _{am}) y la acidez al indicador fenoftaleína (acidez _f). Se usa un potenciómetro Thermo Scientific modelo Orin 3 Star para medir estos tipos de acidez, las cuales se reportan en ppm como CaCO₃; también se emplea agua destilada recientemente hervida para eliminar el CO₂, la solución de hidróxido de sodio (NaOH) como agente de titulación y la solución de biftalato de potasio (KHC₈H₄O₄) como estándar primario para determinar la concentración exacta del NaOH. La acidez total se calcula por la suma de la acidez al anaranjado de metilo y la acidez a la fenoftaleína: $\text{ppm Acidez}_t = \text{ppm Acidez}_{am} + \text{ppm Acidez}_f$.



Figura 4. 47 Foto del uso del potenciómetro (medición de pH)

4.3.3.2. Método gravimétrico

A través del método gravimétrico se obtiene la cantidad de sólidos totales disueltos (STD) de las muestras de agua (Norma NMX-AA-034-SCFI-2015). Tras haber evaporado los 50 ml de agua de cada muestra en una cápsula de porcelana a una temperatura de 105°C, se calcula el peso de los solutos totales (ST) con la siguiente fórmula: $\text{mg/l (ST)} = ((P2-P1) 106) / V$

En donde:

P1 = Peso de la cápsula de porcelana sin la muestra de agua

P2 = Peso de la cápsula de porcelana con la muestra de agua después de la evaporación

V = Volumen de la muestra

106 = Factor de conversión

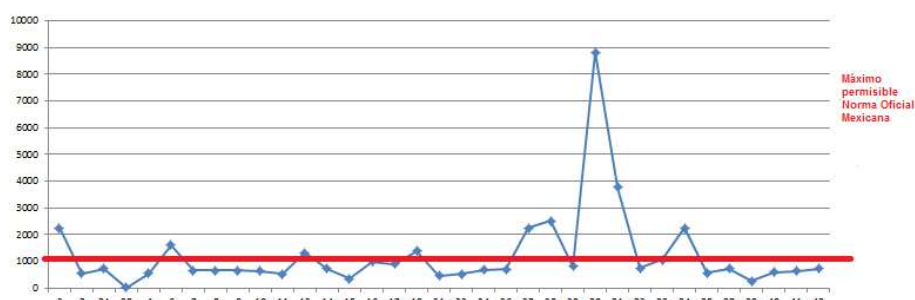


Figura 4. 48 Gráfica de los valores de STD de las muestras de 50 ml de agua (mg/l)

4.3.3.3. Método argentométrico

El valor del cloruro en las muestras se obtiene por el método argentométrico (Norma NMX-AA-073-SCFI-2001), el cual consiste en realizar una valoración con nitrato de plata usando al cromato de potasio como indicador. Se toma 100 ml de la muestra (diluída a 100 ml con agua destilada) adicionada con unas gotas de indicador de cromato de potasio. Más tarde se titula con la solución de nitrato de plata hasta que el líquido pase de un tono amarillo a uno naranja, eso significa que se ha formado cromato de plata. Se hacen los cálculos de la concentración de iones de cloruro con la siguiente ecuación:

$$\text{ppm (Cl}^-) = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times \text{Eq.} \times 1000}{V_3}$$

En donde:

V1 = Volumen de solución de nitrato de plata gastado para la muestra en ml.

V2 = Volumen de solución de nitrato de plata gastado para el testigo en ml.

V3 = Volumen tomado de muestra, en ml.

N = Normalidad de la solución de nitrato de plata.

Eq. = Equivalente químico del cloro = 35.45

1000 = Factor de conversión.



Figura 4. 49 Foto del proceso para determinar valores de cloruro en las muestras de agua

4.3.3.4. Método volumétrico

El método volumétrico ayuda a conocer la alcalinidad (Norma NMX-AA-036-SCFI-2001) y la dureza total (Norma NMX-AA-072-SCFI-2001) en las muestras de agua.

La dureza en una muestra de agua es la concentración total de iones de calcio y magnesio (expresados como ppm de CaCO_3). La clasificación de los niveles de dureza es la siguiente:

Suave		0 - 75 ppm Ca CO_3
Poco dura		75 - 150 ppm Ca CO_3
Dura		150 - 300 ppm Ca CO_3
Muy dura		más de 300 ppm de Ca CO_3

Para la dureza total se usa el método volumétrico de la titulación con solución valorada del ácido etilendiaminotetraacético, también llamado EDTA, en presencia del indicador eriocromo negro T. Se toma 50 ml de la muestra diluida a 50 ml con agua destilada y añadiendo el indicador eriocromo negro T hasta que pase de la tonalidad roja a la azul. Y para conocer solamente la dureza de calcio es necesario también tomar 50 ml de muestra diluida a 50 ml de agua destilada, pero adicionando NaOH; titulándose con la solución valorada de EDTA hasta que pase de la tonalidad violeta al morado rojizo. La fórmula para la dureza total es la siguiente:

$$\text{ppm } D_t (\text{Ca CO}_3) = \frac{V_1 \times 1000 \times F}{V}$$

Donde:

V = Volumen de la muestra en ml.

V_1 = Volumen gastado de EDTA para la titulación en ml.

F = Factor del EDTA.

1000 = Factor de conversión.

Y en el caso de la dureza del calcio, la fórmula es:

$$\text{ppm } D_{\text{Ca}} (\text{Ca CO}_3) = \frac{V_1 \times 1000 \times F}{V}$$

Donde:

V = Volumen de la muestra en ml.

V₁ = ml de la solución de EDTA utilizados en la titulación en ml.

F = Factor del EDTA.

1000 = Factor de conversión.

La dureza del magnesio se obtiene con la diferencia entre la dureza total y la dureza de calcio: $\text{ppm } D_{\text{Mg}} = \text{ppm } D_t - \text{ppm } D_{\text{Ca}}$

En el caso de la alcalinidad total, la cual es la capacidad cuantitativa para neutralizar un ácido por la presencia de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, boratos, fosfatos, silicatos, etc., se busca los tres tipos de alcalinidad: alcalinidad total (A_t), alcalinidad al indicador fenoftaleína (A_f) y alcalinidad al indicador anaranjado de metilo (A_{am}). La alcalinidad total se cuantifica en ppm como CaCO₃ con la siguiente fórmula:

$$\text{ppm } A_t = \frac{V_t \times N \times 50 \times 1000}{V}$$

En donde:

V_t = Volumen gastado de solución de H₂SO₄ 0.02 N para llegar a un pH de 4.5.

N = Normalidad de la solución de H₂SO₄.

50 = Equivalente Químico del CaCO₃.

1000 = Factor de conversión.

V = Volumen de muestra (ml).

Para la alcalinidad a la fenoftaleína, donde se adhiere H₂SO₄ hasta que el color rosado de la solución desaparece por completo, volviéndose transparente:

$$\text{ppm } A_f = \frac{V_1 \times N \times 50 \times 1000}{V}$$

En donde:

V₁ = Volumen gastado de solución de H₂SO₄ 0.02 N para llegar a un pH de 8.3.

Y para la alcalinidad al anaranjado de metilo, donde se adhiere H₂SO₄ hasta que el color de la solución cambie de naranja a rojo, su fórmula es:

$$\text{ppm } A_{\text{am}} = \frac{V_2 \times N \times 50 \times 1000}{V}$$

En donde:

V₂ = Volumen gastado de solución de H₂SO₄ 0.02 N para llegar a un pH de 4.5.

Al final, la alcalinidad total se calcula con la suma de la alcalinidad a la fenoftaleína y la alcalinidad al anaranjado de metilo: $\text{ppm } A_t = \text{ppm } A_f + \text{ppm } A_{am}$



Figura 4. 50 Foto del proceso para determinar la alcalinidad



Figura 4. 51 Foto del proceso para determinar los valores de la dureza de las muestras de agua

4.3.3.5. Método espectrofotométrico

Por el método espectrofotométrico se puede obtener los valores de los fluoruros (Norma NMX-AA-077-SCFI-2001), los nitratos (Norma NMX AA-079-SCFI-2001) y los sulfatos (Norma NMX AA-074-SCFI-2001). Se utiliza un espectrofotómetro marca HACH modelo DR/2000, cuyas curvas de calibración se realizarán con materiales de referencia y sales de alta pureza.



Figura 4. 52 Foto del proceso para determinar los valores de nitrato en las muestras de agua



Figura 4. 53 Foto del proceso para determinar los valores de sulfato en las muestras de agua



Figura 4. 54 Foto del proceso para determinar los valores de fluoruro en las muestras de agua

4.3.3.6. Espectrometría de emisión óptica

Para la determinación de los iones mayores (Ca, Na, K y Mg) en las muestras de agua es necesario hacer un análisis de espectrometría de plasma óptico (ICP-OES). Para ello se emplea un espectrómetro ASX- 520, en el Laboratorio de Geoquímica del Instituto de Geología de la UASLP, donde los iones de las muestras de 50 ml, las cuales deben ser previamente acidificadas y ya libres de sólidos totales disueltos, son excitados a un estado energético mayor.

Esos iones excitados, al volver a su estado inicial, mandan su energía en forma de radiación electromagnética, la cual genera una longitud de onda que puede ser leída. Cada ion genera un conjunto de radiaciones que crean un espectro atómico característico.



Figura 4. 55 Foto de las muestras de agua y roca analizadas en ICP-OES

Clave	Na	K	Ca	Mg
2	311.378	9.813	381.441	113.516
3	184.124	3.211	103.341	30.046
4	121.739	3.256	80.024	24.368
6	248.819	7.387	273.213	89.157
7	108.211	5.709	121.524	25.819
8	96.276	5.123	105.395	27.460
9	93.750	3.741	103.394	26.655
10	85.639	5.061	111.188	30.324
11	93.387	3.745	91.887	20.421
12	195.215	3.178	260.335	68.785
14	124.116	4.005	95.122	40.373
15	37.027	2.722	97.622	7.555
16	137.291	1.564	193.527	56.740
17	120.112	3.233	144.203	47.708
19	237.940	3.847	197.935	73.212
21	171.833	2.197	35.932	3.654
22	86.688	6.338	100.208	16.136
24	94.673	5.226	124.911	35.667
26	136.144	4.498	129.623	19.213
27	284.308	4.651	437.765	139.690
28	506.799	4.411	220.368	136.961
29	6.915	4.234	23.804	1.539
30	2587.798	12.964	252.537	531.537
31	1295.868	18.367	231.519	97.085
32	152.020	3.631	88.006	28.340
33	240.449	5.631	143.633	46.156
34	373.507	6.808	325.932	207.039

35	120.385	5.087	90.189	22.034
37	118.513	3.605	152.102	28.204
39	19.571	4.873	73.175	6.093
40	162.844	17.619	39.201	18.249
41	135.423	3.540	101.352	22.410
43	145.402	4.647	103.233	32.591

Tabla 4. 56 Resultados de laboratorio de los iones mayores en las muestras de agua

4.3.3.7. Espectrometría de masas

La última parte del análisis hidrogeoquímico en el Laboratorio de Geoquímica es la espectrometría de masas donde se obtienen los niveles de los elementos traza (Al, As, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Pb, Na y Zn) empleando un equipo ICP-MS de la marca Thermo Scientific. En esta técnica, las muestras de agua ya acidificadas son introducidas en la cámara de nebulización. En el plasma, el cual es generado por gas, las muestras son ionizadas e ingresan a un sistema cuadrupolo que detecta las masas de cada elemento (Norma PROY-NMX-AA-131/1/2-SCFI-2008).

Se detecta la señal eléctrica de cada ion que da la información de la intensidad y la concentración de los elementos traza. Los resultados se encuentran en el Apéndice B, en los valores hidrogeoquímicos completos para las muestras de agua de Velardeña.

4.4. Elaboración de modelo geológico-hidrogeológico conceptual

Un modelo geológico-hidrogeológico permite entender el comportamiento de las líneas de flujo de agua subterránea dentro de un área deseada. Tomando en cuenta la información geológica y geofísica recabada se puede crear un modelo 3D que integre esos datos y muestre la disposición espacial de las unidades litológicas, su relación entre ellas y sus características estructurales de una manera más amplia y precisa. Este modelo servirá como base para el modelo final, el cual contará con los sistemas de flujo regional, intermedio y regional y enseñará el comportamiento hidrogeoquímico dentro del Valle de Velardeña.

El software RockWorks, elaborado por Rockware, es una herramienta importante ya que es un programa hecho para el visualizado de datos topográficos, geológicos, estructurales, del subsuelo y geohidrológicos. Hay que destacar que la información obtenida por perforaciones de pozo a lo largo del área de Velardeña y los sondeos electromagnéticos realizados son piezas claves para crear este modelo conceptual.

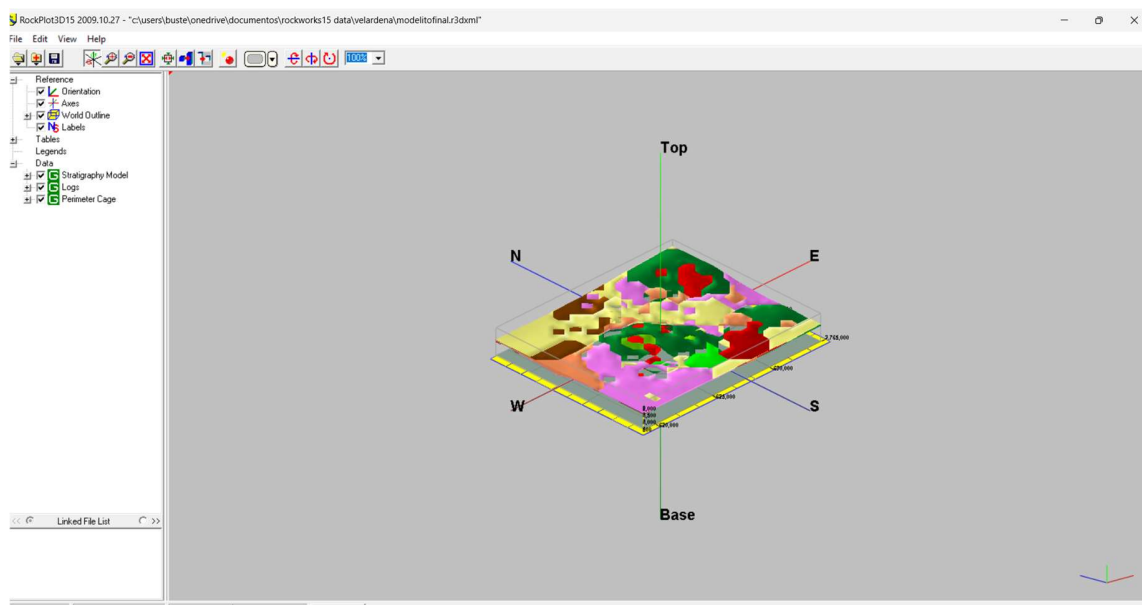


Figura 4. 57 Creación del modelo geológico-hidrogeológico conceptual en Rockworks.

Para la modelización obviamente son fundamentales la topografía y el comportamiento del nivel estático, con lo que se emplearon los softwares ArcGis y Surfer para la creación de isolíneas. Y sobre la geología estructural, el modelo tuvo que adaptarse para mostrar los plegamientos, las fallas y, en especial, las intrusiones magmáticas.

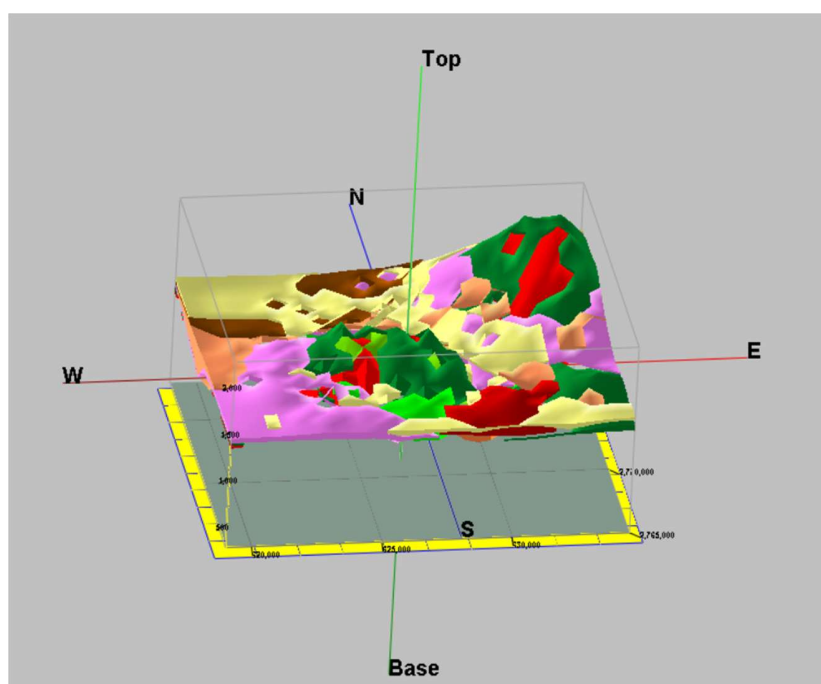


Figura 4. 58 Modelo geológico-hidrogeológico conceptual con datos de geología estructural, nivel estático y topografía

Este modelo logró comprobar el gran espesor del aluvión en casi todo el graben de Velardeña, además de la gran importancia de las rocas ígneas cenozoicas en la

cuestión geohidrológica en el valle. Serán cortes transversales dentro de este modelo los que enseñarán la trayectoria de los sistemas de flujo y su comportamiento con los demás elementos.

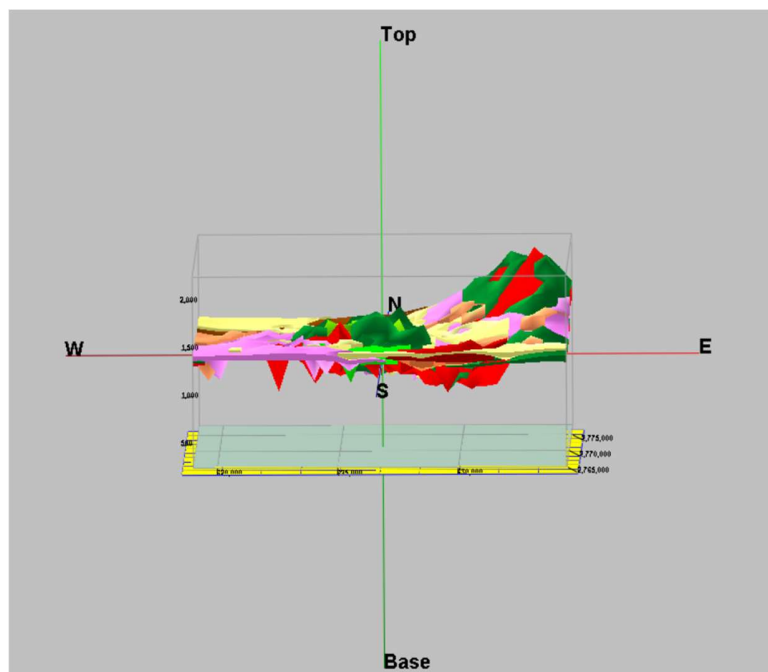


Figura 4. 59 Modelo geológico-hidrogeológico conceptual terminado con la información del subsuelo.

4.5. Interpretación de la información

4.5.1. Análisis de la evolución geoquímica del agua subterránea

Para estudiar las reacciones químicas del agua subterránea de Velardeña es necesario emplear el software AquaChem para crear los diagramas de la ionización de las muestras y así interpretar los resultados de los análisis de laboratorio de química del agua. Los análisis físicos también son importantes para entender el comportamiento del sistema.

Clave	HCO3	Cl	SO4	Na	K	Ca	Mg
2	302.1	119.97	1700.94705	311.378	9.813	381.441	113.516
3	308.9	75.98	442.6431	184.124	3.211	103.341	30.046
4	304.51	35.99	280.670631	121.739	3.256	80.024	24.368
6	432.8	275.94	910.885654	248.819	7.387	273.213	89.157
7	306.3	71.98	320.308625	108.211	5.709	121.524	25.819
8	229.9	55.99	374.813139	96.276	5.123	105.395	27.460
9	246.8	57.99	333.837217	93.750	3.741	103.394	26.655
10	198.5	61.99	351.652632	85.639	5.061	111.188	30.324

11	230.1	43.99	283.978094	93.387	3.745	91.887	20.421
12	298.8	171.96	840.376122	195.215	3.178	260.335	68.785
14	386.2	97.98	251.993583	124.116	4.005	95.122	40.373
15	411.5	12.00	39.2022831	37.027	2.722	97.622	7.555
16	297.1	123.97	606.313653	137.291	1.564	193.527	56.740
17	347.7	87.98	431.599201	120.112	3.233	144.203	47.708
19	334.6	197.96	797.62102	237.940	3.847	197.935	73.212
21	330.8	29.99	193.282534	171.833	2.197	35.932	3.654
22	244.8	37.99	277.160532	86.688	6.338	100.208	16.136
24	431.1	41.99	285.962787	94.673	5.226	124.911	35.667
26	339.5	27.99	416.970967	136.144	4.498	129.623	19.213
27	277	245.94	1668.26053	284.308	4.651	437.765	139.690
28	220.5	469.89	1460.84099	506.799	4.411	220.368	136.961
29	0	49.99	11.8513291	6.915	4.234	23.804	1.539
30	429	217.95	7400	2587.798	12.964	252.537	531.537
31	437.8	57.99	2800	1295.868	18.367	231.519	97.085
32	348.6	73.98	296.465373	152.020	3.631	88.006	28.340
33	348.4	117.97	637.504395	240.449	5.631	143.633	46.156
34	281.6	189.96	1951.53135	373.507	6.808	325.932	207.039
35	408.6	29.99	221.873303	120.385	5.087	90.189	22.034
37	355.9	77.98	374.188872	118.513	3.605	152.102	28.204
39	114.6	10.00	134.71789	19.571	4.873	73.175	6.093
40	236.3	79.98	260.413782	162.844	17.619	39.201	18.249
41	393.1	57.99	251.134654	135.423	3.540	101.352	22.410
43	331.1	123.97	273.151391	145.402	4.647	103.233	32.591

Tabla 4. 60 Resultados finales de los elementos mayores en mg/L

4.5.2. Familias de agua

En Aquachem se puede obtener los balances de electroneutralidad para validación de los elementos mayores y menores, y los diagramas de Stiff, de Piper, circulares y radiales (Apéndice B, Diagramas radiales de los elementos químicos de las muestras de agua) que indican las familias a las que pertenecen las muestras analizadas. El agua, al pasar por los diferentes tipos de litologías, entra en contacto con los minerales que forman las rocas y adquiere una evolución geoquímica.

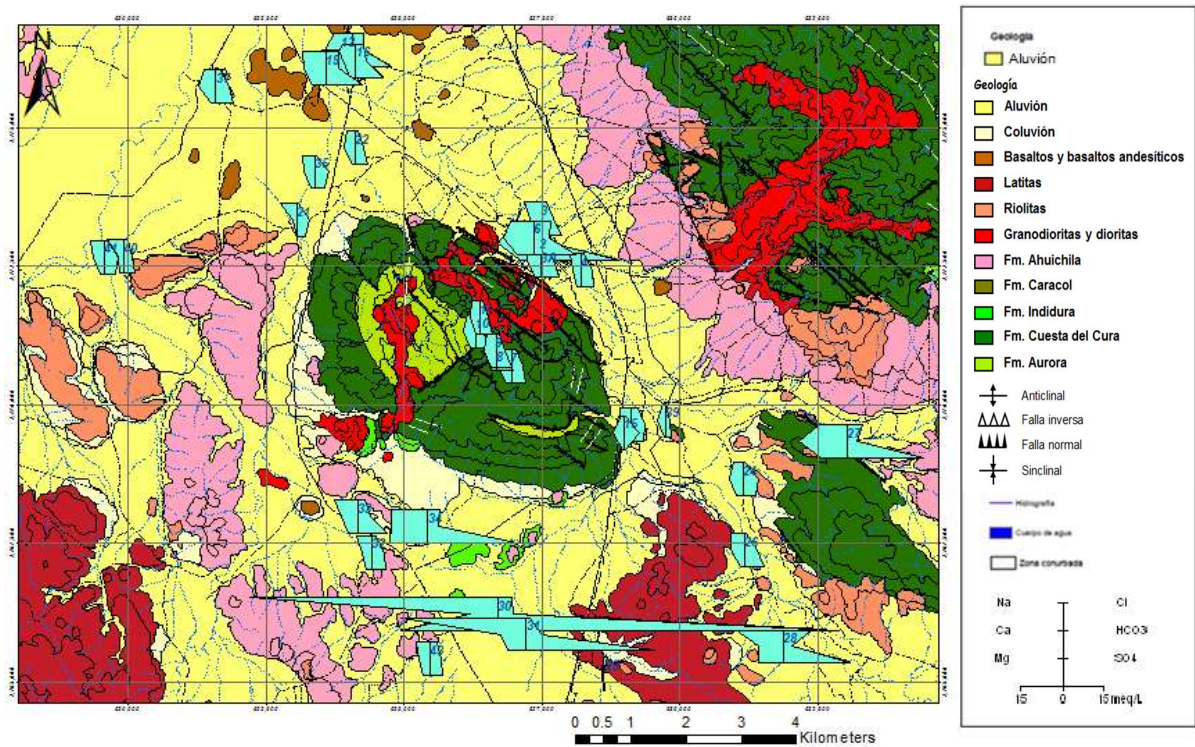


Figura 4. 61 Mapa con los diagramas de Stiff de los puntos donde se tomaron muestras

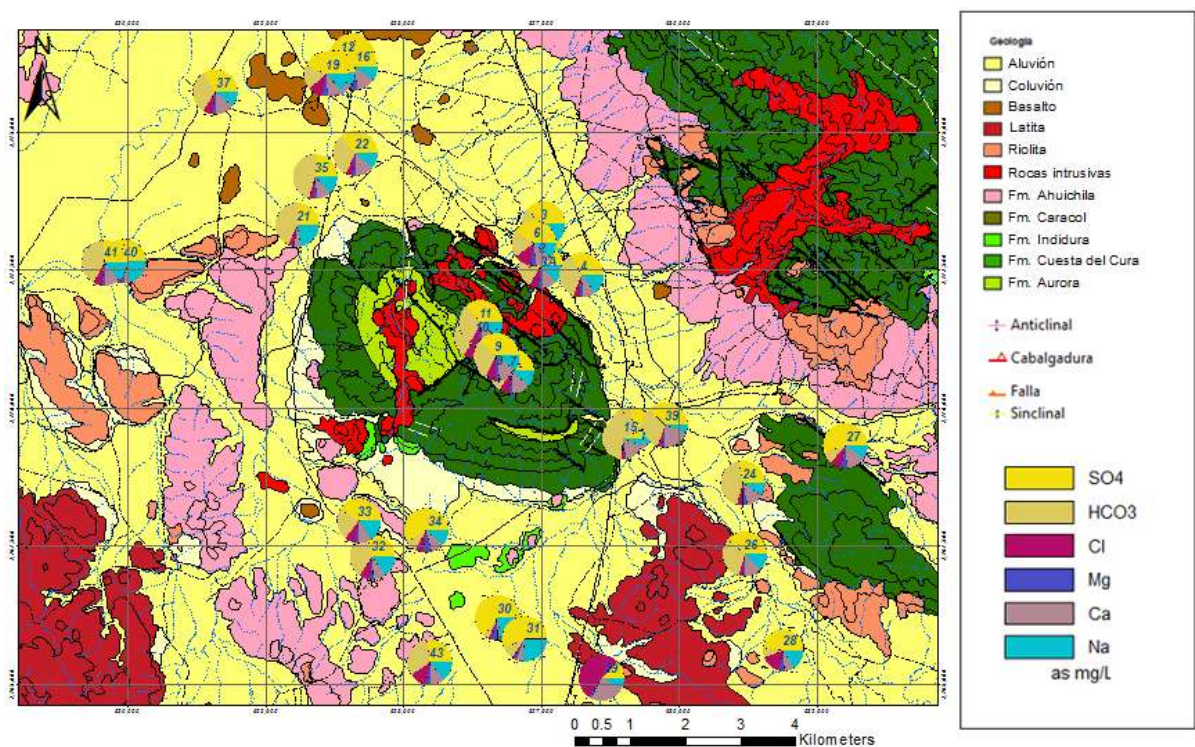


Figura 4. 62 Mapa con los diagramas circulares de los elementos químicos mayores de los puntos donde se tomó muestra de agua subterránea

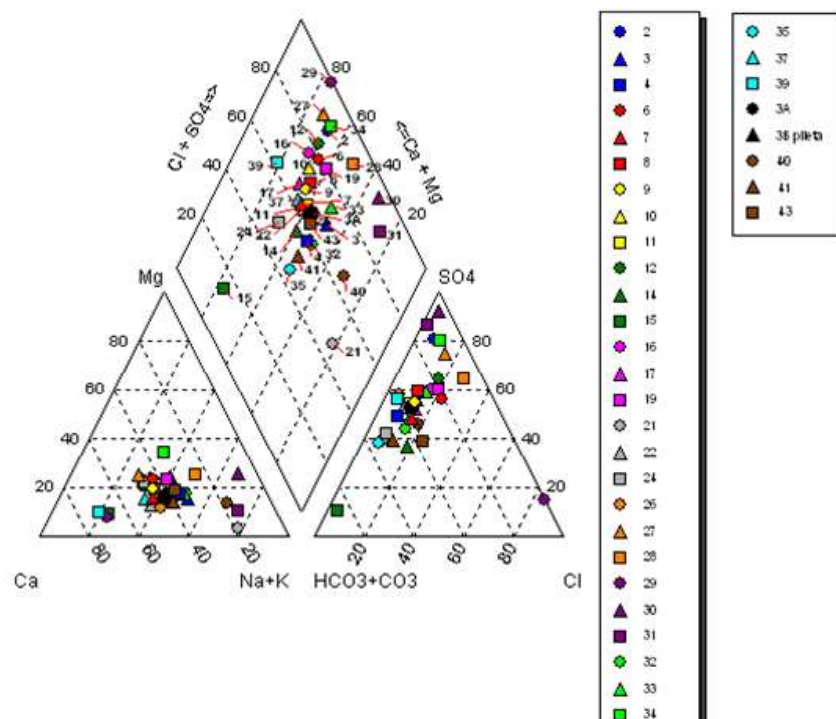


Figura 4. 63 Diagrama de Piper

Los diagramas de elementos químicos nos muestran que al sur del Valle de Velardeña, cerca y dentro del afloramiento de rocas latíticas, las muestras de agua contienen altas concentraciones de sulfato y sodio, lo que significa que sus zonas de recarga están lejos del área de estudio. El agua de estos aprovechamientos ha tenido un largo recorrido en el cual ha interactuado con diferentes minerales. Las latitas tienen cantidades intermedias de plagioclasa, es factible que parte del sodio que adquiere el agua de esa zona se haya obtenido ahí, aunque la mayor proporción viene definitivamente de rocas, también ígneas, mucho más al sur del área de estudio.

Otro punto es que, dentro del Valle de Velardeña, cuyas muestras de agua se obtuvieron de aprovechamientos del acuífero libre, hay una presencia alta de sulfato. Este sulfato viene de la Sierra de Guadalupe, cuya composición es principalmente calizas arcillosas y lutitas de la Formación Cuesta del Cura.

Sobre el agua obtenida de la mina dentro de la Sierra de Guadalupe, sus componentes químicos son menores debido a que no han tenido suficiente interacción con otros minerales, es decir, viene de un flujo local. Es agua proveniente de la Formación Aurora, la cual está formada principalmente por calizas con bastante permeabilidad, y también de los sistemas de fallas normales de esa sierra.

En la zona norte del área de estudio, donde afloran unos cuerpos basálticos, los elementos químicos presentan bajos niveles con excepción del sulfato que está relativamente alto. Esto se puede deber a dos situaciones, la primera es que el flujo

es local. El basalto, aunque presenta algo de intemperismo, tiene una porosidad y permeabilidad que le permite transmitir agua al acuífero libre de Velardeña. La segunda situación es que el agua proveniente de la Sierra de Guadalupe tiene, es la que le agrega esa cantidad de sulfatos. La dirección del flujo del agua del acuífero libre es de SE a NW, por lo que el agua de esta zona sí es afectada por dicha sierra.

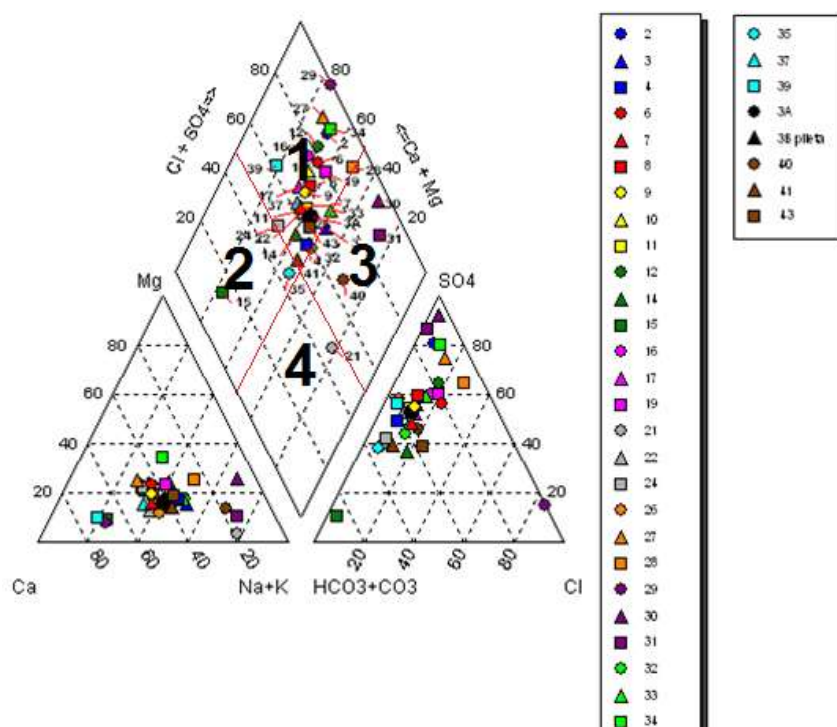


Figura 4. 64 Diagrama de Piper mostrando las familias a las que pertenece cada muestra de agua

En el diagrama de Piper se muestra que la mayor parte de las muestras de agua subterránea obtenidas en el área de estudio están dentro de la familia de aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas (rombo número 1). En segundo lugar, se encuentran las muestras obtenidas al sur y oeste, más alejadas de la Sierra de Guadalupe, las cuales son parte de la familia de aguas cloruradas y/o sulfatadas sódicas (rombo número 3). En menor medida hay muestras se encuentran en la familia de aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas, estas tienen la característica de encontrarse a los pies de la Sierra de Guadalupe (rombo número 2). Y por último hay una sola muestra (la número 21) que pertenece a la familia de aguas bicarbonatadas sódicas (rombo número 4), es posible que este punto haya sido afectado por actividad antropogénica. En resumen:

Clave	Tipo
2	Sulfatada Cálcica
3	Sulfatada Sódica
3A	Sulfatada Cálcica
3B	-

4	Sulfatada Cálcica
6	Sulfatada Cálcica
7	Sulfatada Cálcica
8	Sulfatada Cálcica
9	Sulfatada Cálcica
10	Sulfatada Cálcica
11	Sulfatada Cálcica
12	Sulfatada Cálcica
14	Sulfatada Cálcica
15	Bicarbonatada Cálcica
16	Sulfatada Cálcica
17	Sulfatada Cálcica
19	Sulfatada Cálcica
21	Bicarbonatada Sódica
22	Sulfatada Cálcica
24	Bicarbonatada Cálcica
26	Sulfatada Cálcica
27	Sulfatada Cálcica
28	Sulfatada Sódica
29	Clorurada Cálcica
30	Sulfatada Sódica
31	Sulfatada Sódica
32	Sulfatada Sódica
33	Sulfatada Sódica
34	Sulfatada Cálcica
35	Bicarbonatada Cálcica
37	Sulfatada Cálcica
39	Sulfatada Cálcica
40	Sulfatada Sódica
41	Sulfatada Cálcica
43	Sulfatada Cálcica

Tabla 4. 65 Familias de las muestras de agua

Otro diagrama que sirve para identificar el tipo de agua es el diagrama triangular, este se divide en dos: el de cationes y el de aniones. El triángulo grande se divide en cuatro triángulos equiláteros iguales: uno en la parte superior, dos en los costados inferiores y el último en el centro, pero en posición invertida y dividido por seis triángulos rectángulos iguales.

Por lo tanto, el diagrama triangular de cationes se divide en nueve partes:

1. Aguas magnésicas

2. Aguas sódicas
3. Aguas cálcicas
4. Aguas magnésica-sódicas
5. Aguas sódica-magnésicas
6. Aguas sódica-cálcicas
7. Aguas cálcica-sódicas
8. Aguas cálcica-magnésicas
9. Aguas magnésica-cálcicas

Todas las muestras caen en las zonas de aguas sódicas, cálcicas, sódico-cálcica y cálcico-sódico. Hay que mencionar que el magnesio es muy bajo en las muestras de agua subterránea. Así quedan representadas:

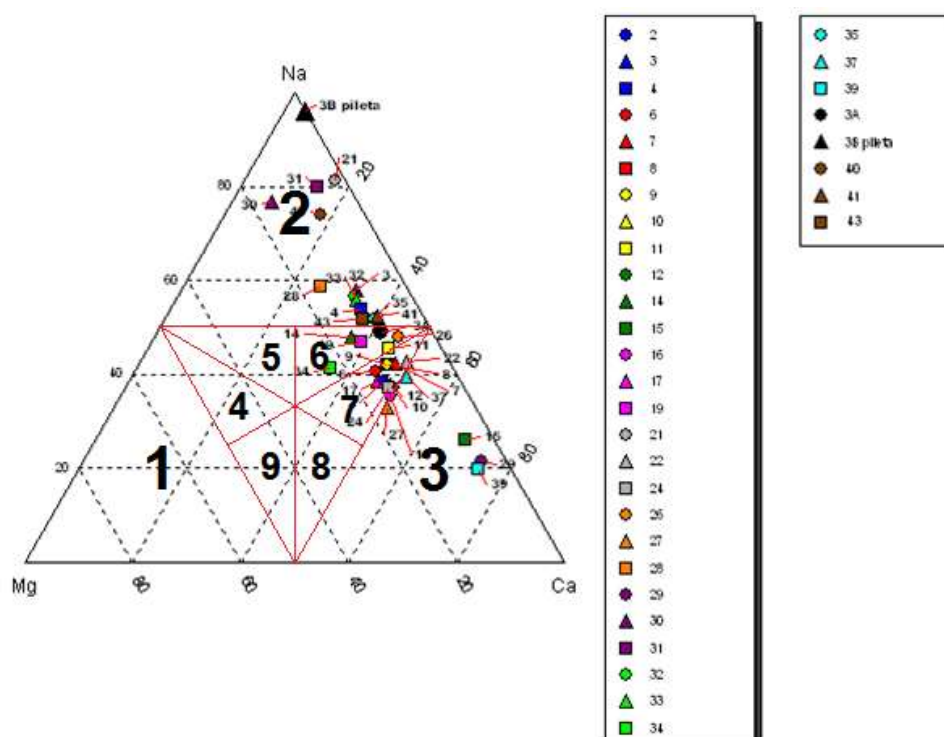


Figura 4. 66 Diagrama triangular de cationes

Clave	Tipo
2	Cálcica-sódica
3	Sódica
3A	Sódica-cálcica
3B	-
4	Sódica
6	Cálcica-sódica
7	Cálcica-sódica
8	Cálcica-sódica
9	Cálcica-sódica

10	Cálcica-sódica
11	Sódica-cálcica
12	Cálcica-sódica
14	Sódica-cálcica
15	Cálcica
16	Cálcica-sódica
17	Cálcica-sódica
19	Sódica-cálcica
21	Sódica
22	Cálcica-sódica
24	Cálcica-sódica
26	Sódica-cálcica
27	Cálcica
28	Sódica
29	Cálcica
30	Sódica
31	Sódica
32	Sódica
33	Sódica
34	Sódica-cálcica
35	Sódica
37	Cálcica
39	Cálcica
40	Sódica
41	Sódica
43	Sódica

Tabla 4. 67 Tipos de agua subterránea (cationes)

Igual que el de cationes, el diagrama de triángulo de aniones se divide en nueve partes:

1. Aguas sulfatadas
2. Aguas cloruradas
3. Aguas bicarbonatadas
4. Aguas sulfatada-cloruradas
5. Aguas clorurada-sulfatadas
6. Aguas clorurada-bicarbonatadas
7. Aguas bicarbonatada-cloruradas
8. Aguas bicarbonatada-sulfatadas
9. Aguas sulfatada-bicarbonatadas

Y con un comportamiento similar al anterior triángulo, la mayoría de las muestras de agua subterránea se quedan dentro de la clasificación de aguas sulfatadas, bicarbonatadas, sulfato-bicarbonatada y bicarbonato-sulfatada. No aparece

muestra 3B debido a que no se pudo medir su concentración de bicarbonato, es una muestra de agua ya filtrada por medio del método de ósmosis inversa.

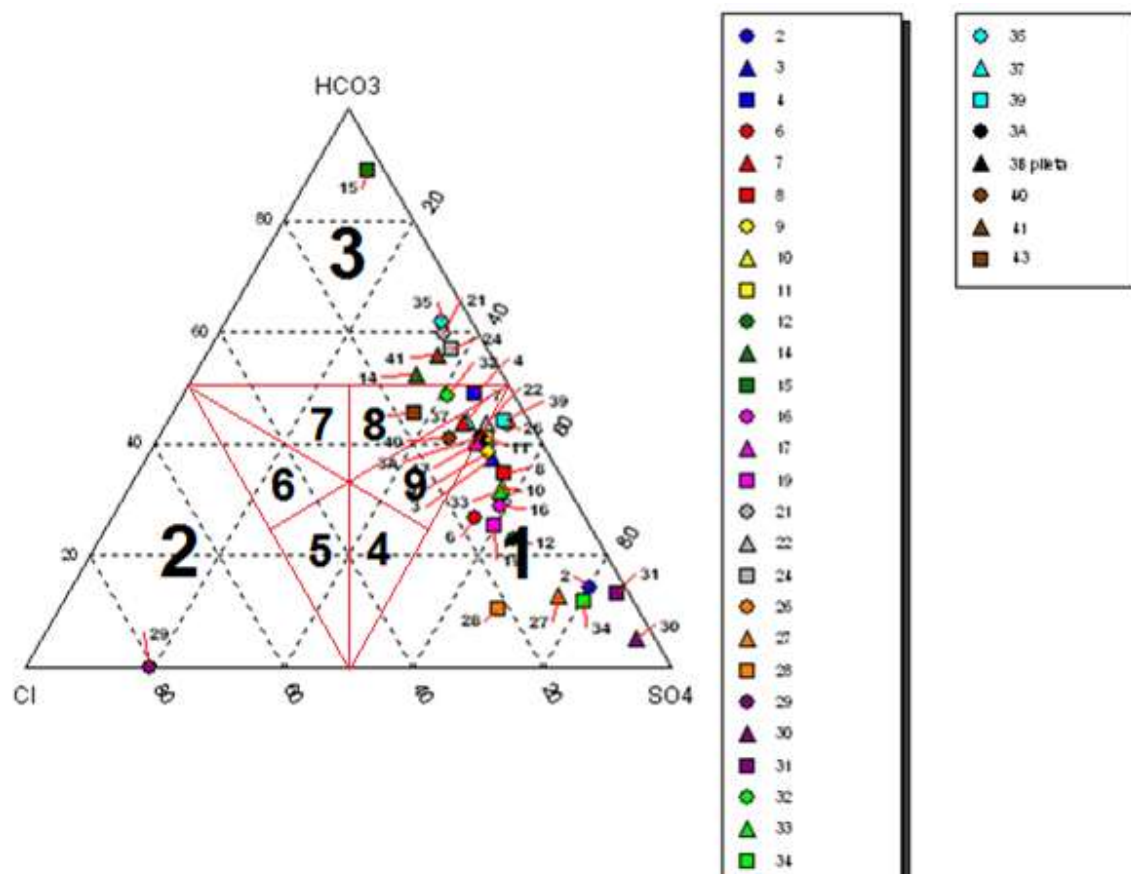


Figura 4. 68 Diagrama triangular de aniones

Clave	Tipo
2	Sulfatada
3	Sulfatada
3A	Sulfatada-bicarbonatada
3B	-
4	Bicarbonatada
6	Sulfatada
7	Sulfatada-bicarbonatada
8	Sulfatada
9	Sulfatada
10	Sulfatada
11	Sulfatada-bicarbonatada
12	Sulfatada
14	Bicarbonatada
15	Bicarbonatada

16	Sulfatada
17	Sulfatada-bicarbonatada
19	Sulfatada
21	Bicarbonatada
22	Sulfatada-bicarbonatada
24	Bicarbonatada
26	Sulfatada
27	Sulfatada
28	Sulfatada
29	Clorurada
30	Sulfatada
31	Sulfatada
32	Bicarbonatada-sulfatada
33	Sulfatada
34	Sulfatada
35	Bicarbonatada
37	Sulfatada-bicarbonatada
39	Sulfatada
40	Sulfatada-bicarbonatada
41	Bicarbonatada
43	Bicarbonatada-sulfatada

Tabla 4. 68 Tipos de agua subterránea (aniones)

El diagrama de Wilcox ayuda a identificar dos parámetros: el nivel de salinidad en el agua según su conductividad eléctrica y el contenido de sodio sobre los iones de calcio y magnesio. Estos parámetros ayudan a identificar el uso agrícola del agua debido a que la salinización daña la calidad del suelo y el reemplazamiento de calcio y magnesio por el catión sodio provoca la dispersión de partículas de suelo. La clasificación Wilcox enseña en que grupo de calidad del agua para uso agrícola se encuentra las muestras de Velardeña:

1. C1-S1: Muestra 29 (la mejor agua para riego)
2. C2-S1: Muestras 15 y 39 (buena agua para riego, aunque con salinidad moderada)
3. C3-S1: Muestras 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 22, 24, 26, 30, 31, 32, 35, 37, 3A, 40, 41, 43 (solamente para plantas muy tolerantes a las sales y tiene un nivel bajo de peligro de alcalinidad del suelo)
4. C4-S1: Muestras 6 y 12 (agua no apropiada para riego, pero como tiene un nivel bajo de peligro de alcalinidad del suelo se puede considerar si se usa en un suelo permeable y con plantas muy tolerantes a las sales)
5. C3-S2: Muestras 21 y 33 (agua no apropiada para riego, necesita prácticas especiales de control de calidad y solamente con plantas muy tolerantes a las sales)

6. C4-S2: Muestras 19, 27, 28 y 34 (agua de peor calidad, pero se usa en situaciones muy especiales como en suelos permeables con drenaje adecuado y plantas muy tolerantes a las sales)

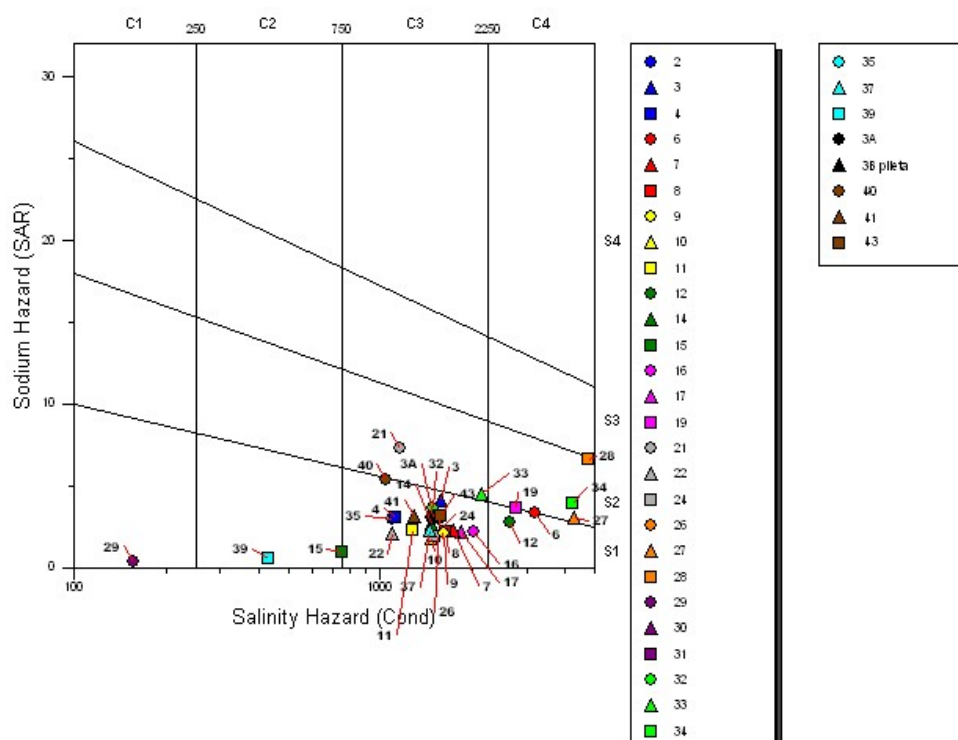
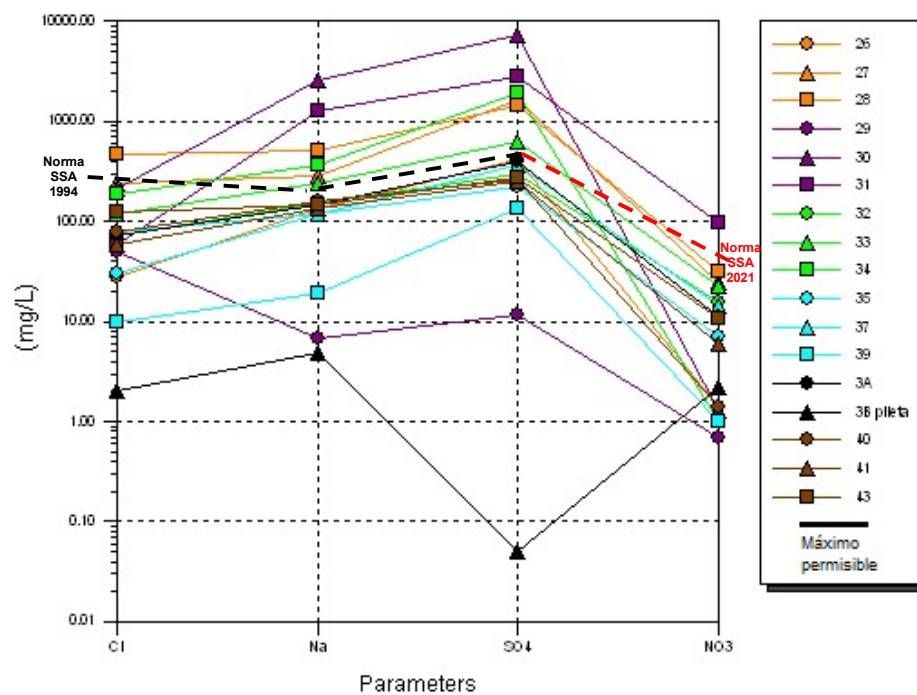
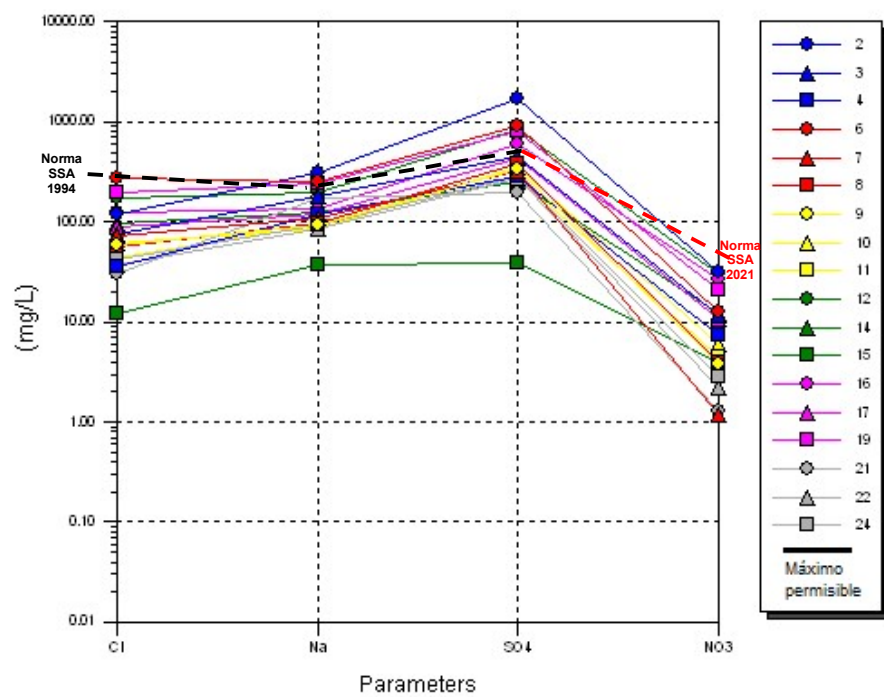


Figura 4. 69 Diagrama de Wilcox

Los diagramas de Schoeller-Berkaloff ayudan a comprender si las muestras de agua cumplen con los límites de elementos mayores y traza según la NOM-127-SSA-1994. Así se puede definir la utilidad de esa agua. Hay que decir que la mayoría de los elementos traza en las muestras están debajo de lo que la norma establece para consumo humano. Sin embargo, eso no sucede en el caso de elementos mayores para la mayoría de las muestras de los aprovechamientos observados.



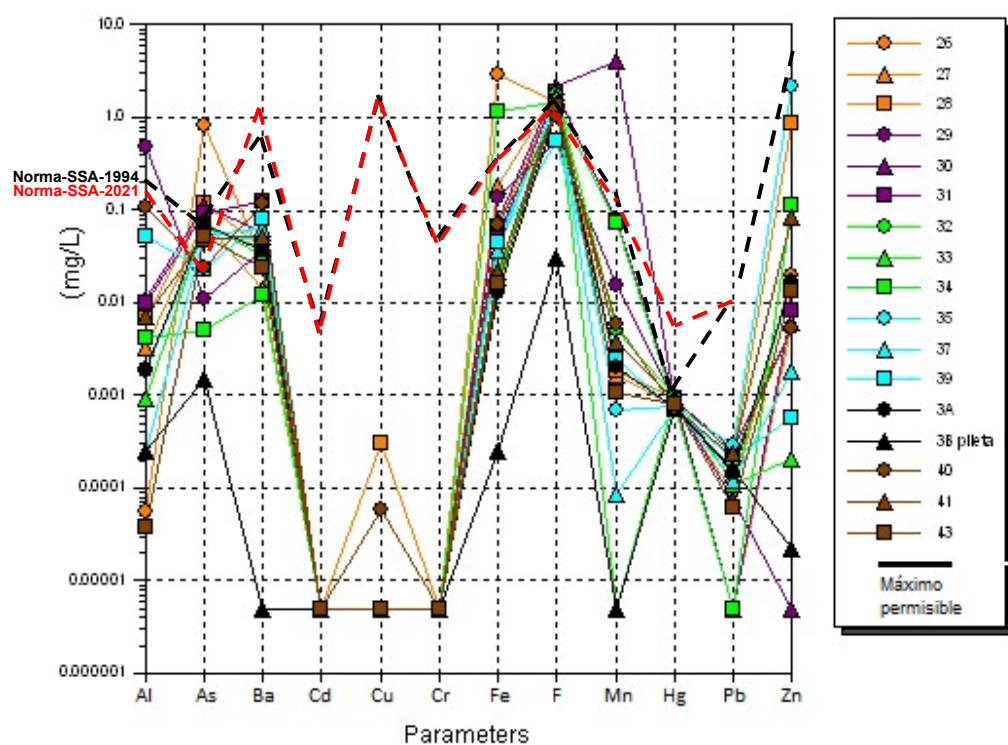
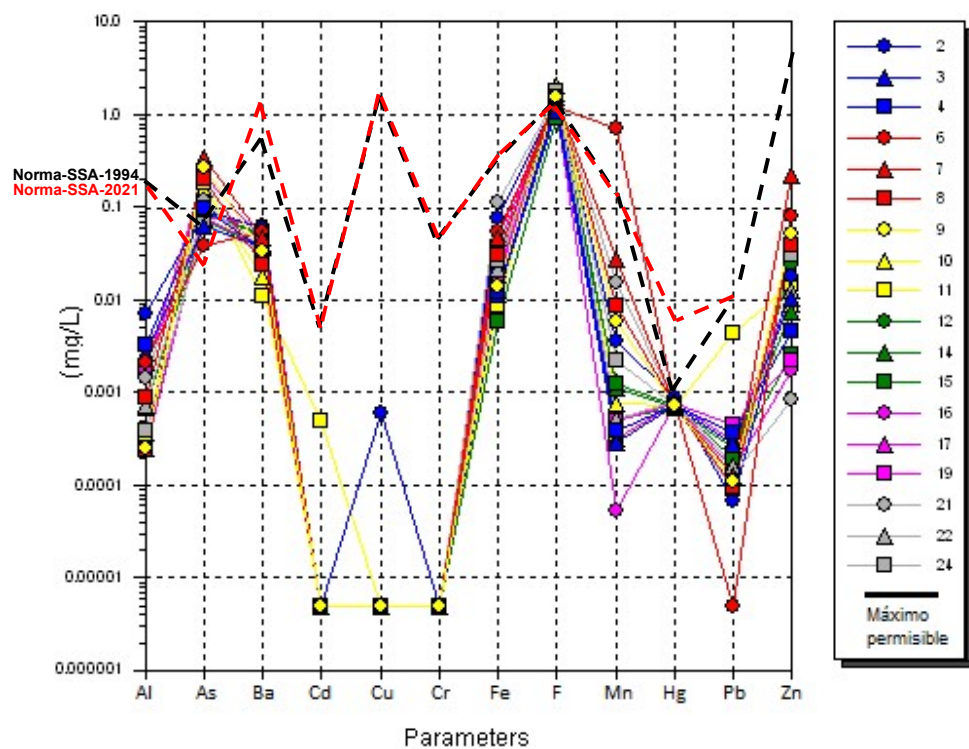


Figura 4. 70 Diagramas de Schoeller-Berkaloff (elementos traza según la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-127-SSA1-2021)

Se podría decir que el diagrama de Durov es la combinación de varios diagramas anteriores, aunque eso permite la comparación directa con parámetros del agua subterránea como el pH, los sólidos disueltos totales (SDT) o la conductividad eléctrica.

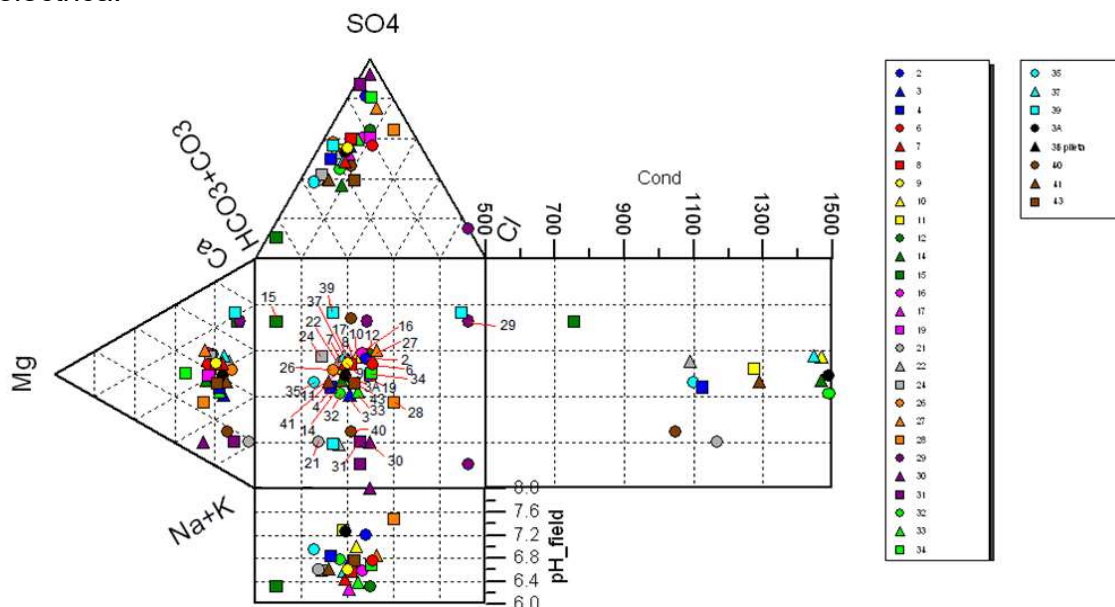


Figura 4. 71 Diagrama de Durov

4.5.2.1. Contaminación antropogénica

La contaminación antropogénica se observa en varias muestras de agua, pero son las norias 28 y 30, ubicados al SE del área de estudio, por su comportamiento en el índice cloruro-nitrato. Las norias se encuentran dentro de áreas de cultivo y el nivel del agua no es tan profundo. Por lo tanto, la cantidad de nitratos y cloruros aumenta por los fertilizantes que se utilizan.

Los niveles de elementos como cadmio, mercurio y plomo son muy bajos en todos los aprovechamientos, pero respecto al arsénico sí se encontraron niveles altos y medios en varias muestras de agua. En la zona sur, los altos niveles de As provienen de fuentes que no están dentro del área de estudio, pero seguramente vienen de lixiviados mineros de zonas aledañas. Los aprovechamientos en la Sierra de Guadalupe, creados por barrenación, tienen As elevado por encontrarse en zona de explotación minera. Y la combinación de ambas circunstancias provoca que varios aprovechamientos dentro del Valle de Velardeña tengan niveles altos de As; es decir, por el As proveniente del sur que se desplaza en el flujo de agua subterránea a lo largo del valle y el que baja directamente de la Sierra de Guadalupe. El poblado de Velardeña utiliza el método de ósmosis inversa para eliminar esos niveles tan altos de As en el agua que utilizan, aunque no para todos los aprovechamientos.

Hay altos niveles de fluoruros en varios aprovechamientos a lo largo del área de estudio, tanto de origen natural como por contaminación producto de la actividad minera. Más adelante se explica su origen y su comportamiento en la región.

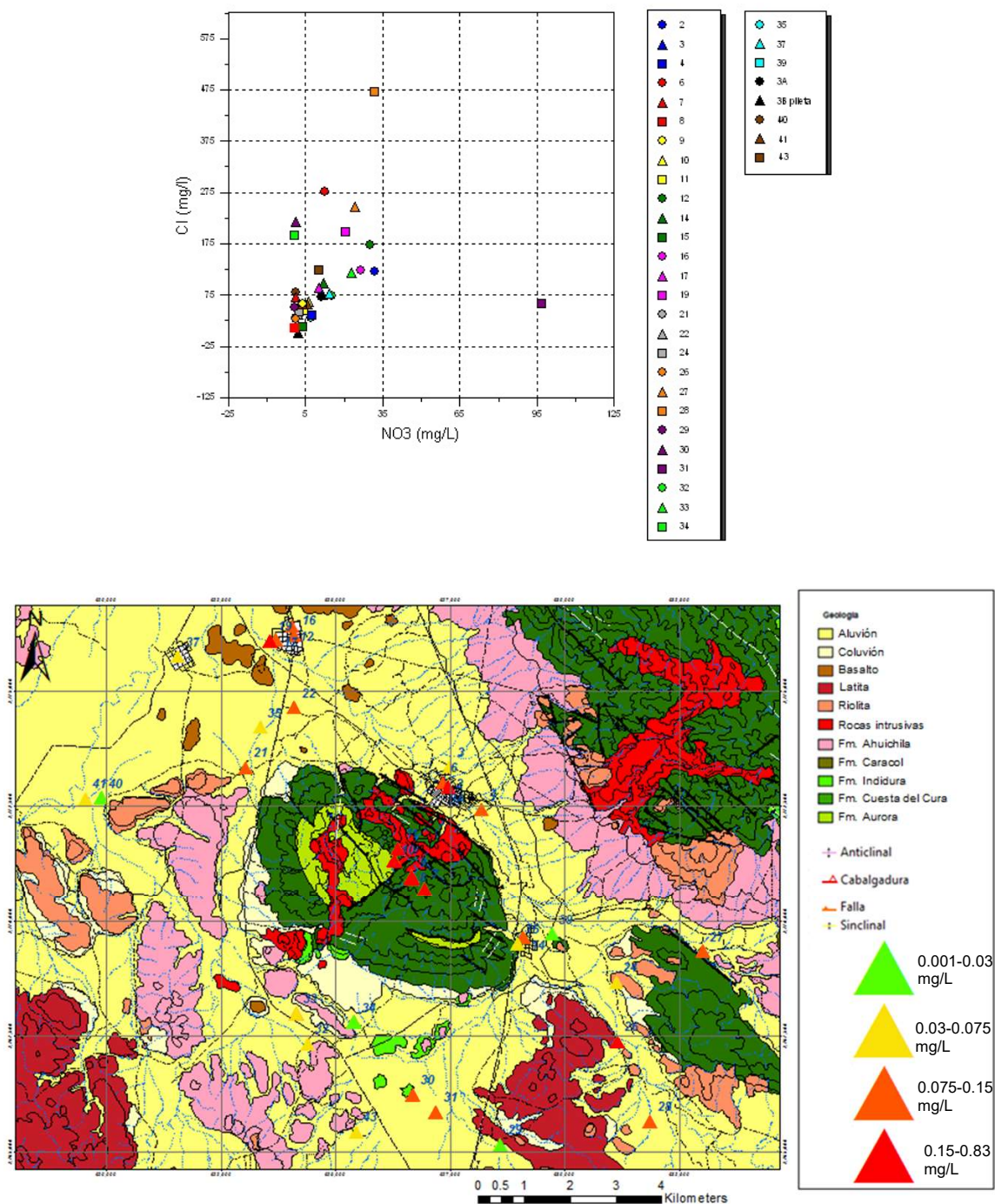


Figura 4.72 Diagrama de contaminación antropogénica (relación NO_3 -Cl) y mapa de valores de arsénico (As)

4.5.2.2. Comportamiento hidrogeoquímico

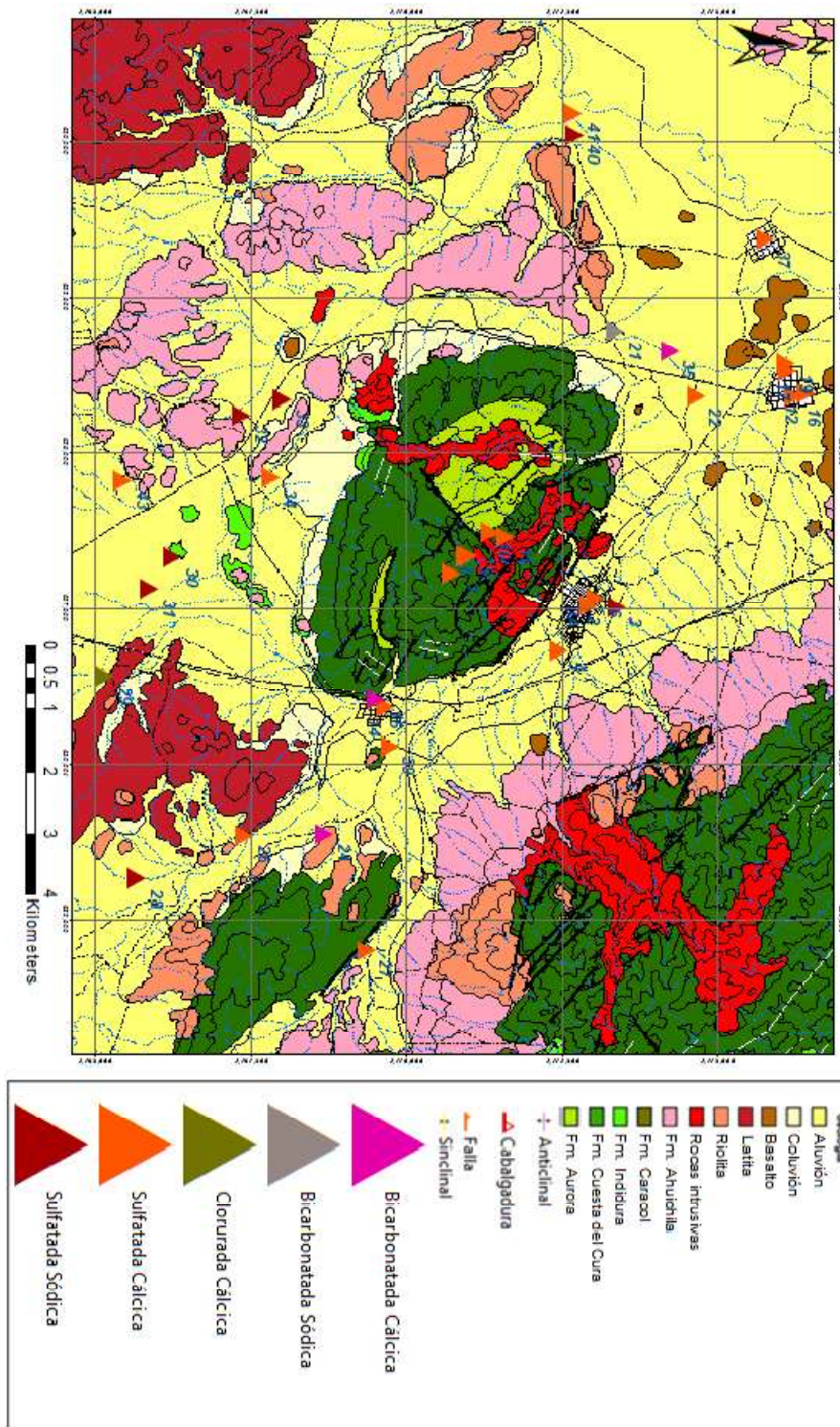


Figura 4. 73 Mapa de las familias de agua en la zona de estudio

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de las muestras de agua obtenidas en el área de estudio pertenecen a la familia sulfatada cálcica. Los lugares donde se concentra este tipo de agua son: en los pozos y norias encontrados cerca al arroyo Cuencamé, el cual atraviesa el valle de Velardeña, en los pozos que están dentro de la Sierra de Guadalupe, y en algunos pozos y norias localizados al pie de las sierras como el pozo 14, el pozo 25 y la noria 27 de Vistahermosa, el pozo 34 de La Vinata de Los Tres Reyes, el pozo 41 de Veinte Amigos, y el pozo 43 del Rancho AJ.

El catión calcio y el anión sulfato tienen mayor representatividad en el agua de estas muestras debido al contacto con rocas y suelos calcáreos y arcillosos, respectivamente; son las rocas de la Formación Cuesta del Cura las que tienen mayor influencia puesto que las zonas de recarga en donde empieza el flujo de agua de estos puntos muestreados se ubican en su mayoría en esta formación.

Las muestras que pertenecen a la familia sulfatada sódica son de algunos pozos y norias encontrados al sur del área de estudio. Otros puntos donde se encontró este tipo de agua fueron en la noria 3 de Velardeña y en el bordo 40 de Veinte Amigos, pero seguramente hubo contaminación que alteraron las muestras. El catión sodio y el anión sulfato tienen mayor representatividad en el agua de estas muestras debido al contacto con rocas calcáreas y arcillosas como las de la Formación Indidura y Formación Ahuichila, además de los suelos calcáreos y arcillosos que predominan.

Los pozos 15 y 24 de Vistahermosa, y 35 de Los Cuatillos tienen agua catalogada como bicarbonatada cálcica, el catión calcio y el anión bicarbonato sobresalen por la interacción del agua con la calcita de la Formación Cuesta del Cura. El pozo 21 de Los Cuatillos tiene agua bicarbonatada sódica, el catión sodio y el anión bicarbonato sobresalen porque el agua tiene contacto tanto con las rocas calcáreas de la Formación Cuesta del Cura y de la Formación Ahuichila, además del suelo calcáreo; pero por su química podemos decir que el flujo de agua que pasa este punto es diferente a los demás del área de estudio. La muestra del agua 29 correspondiente al bordo El Divisadero presenta agua clorurada cálcica, esto puede deberse a la presencia de contaminación.

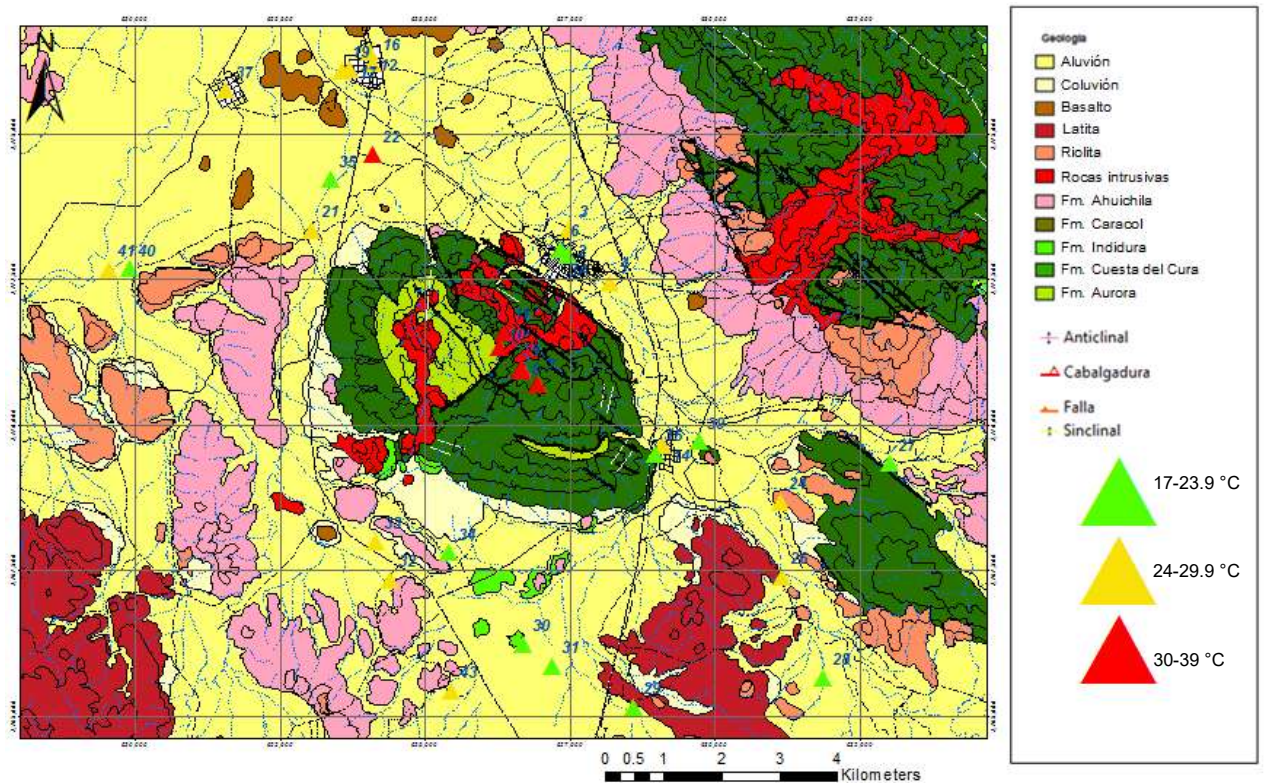


Figura 4. 74 Mapa de la temperatura del agua en la zona de estudio

Los valores más altos de temperatura son de aquellas muestras localizadas dentro de la mina y el de la muestra 22 (pozo Grasero) ya que el agua obtenida se encontraba a una gran profundidad. Sobre las muestras cuyos pozos y norias que no tienen una profundidad superior a 200 metros podemos decir que las máximas temperaturas fueron de 29°C para los pozos 21 y 24, y 28.5°C para el pozo 26, el cual tenía un nivel estático de casi 62 metros.

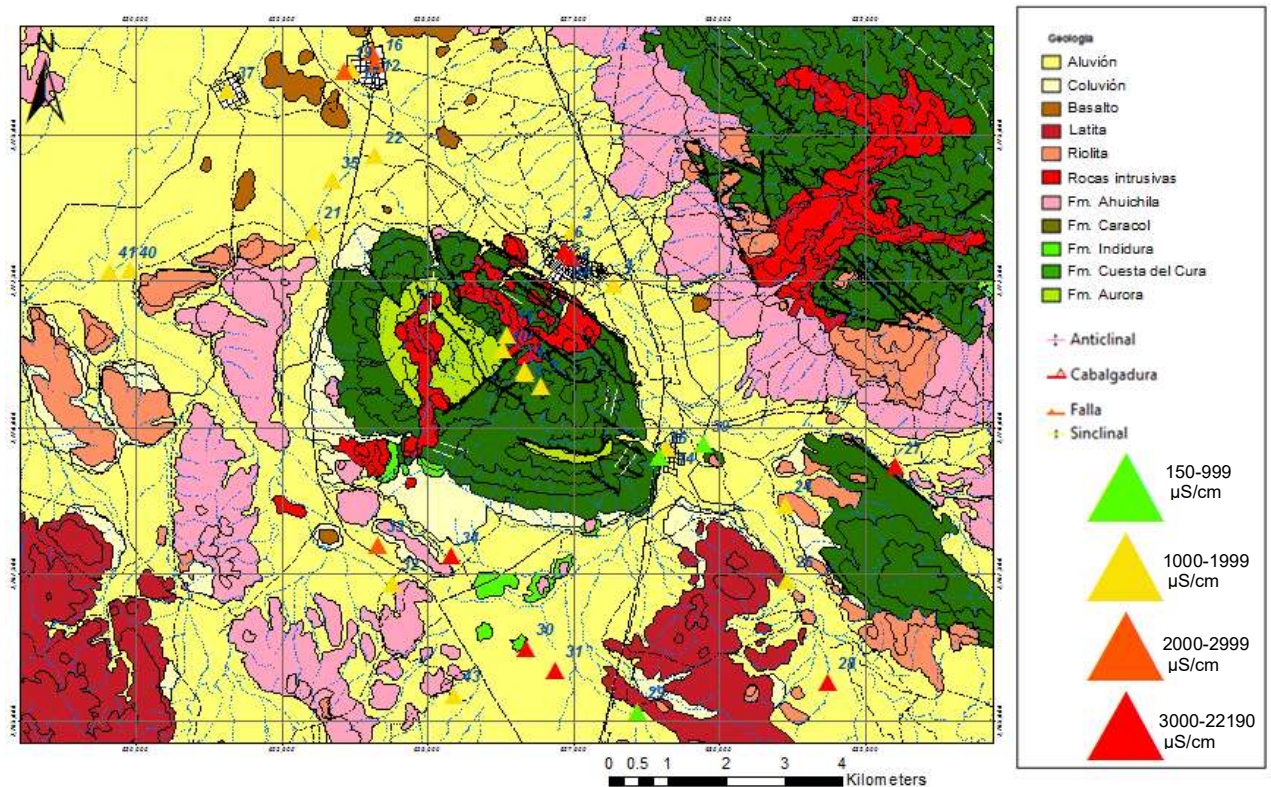


Figura 4. 75 Mapa de los valores de conductividad eléctrica del agua en la zona de estudio

Cuando los valores de la conductividad eléctrica son muy elevados significa que hay una fuerte cantidad de iones en la muestra de agua. Los dos puntos donde se eleva la conductividad en el área de estudio son en el sur-sureste y en el centro del valle de Velardeña; en el primer punto se encuentran los mayores índices de conductividad, siendo la noria 30 con 22182 $\mu\text{S}/\text{cm}$ su punto máximo. Estos valores elevados pueden deberse a la contaminación antropogénica ya que todos corresponden a norias. Sin embargo, los pozos al norte (Los Cuatillos con los pozos 12, 16 y 19) y al sur (La Vinata de los Tres Reyes con el pozo 33) del área de estudio demuestran que hay fuerte conductividad en el agua que fluye en la zona. Por el contrario, los valores más bajos de conductividad eléctrica son los encontrados en los pozos del área de Vistahermosa.

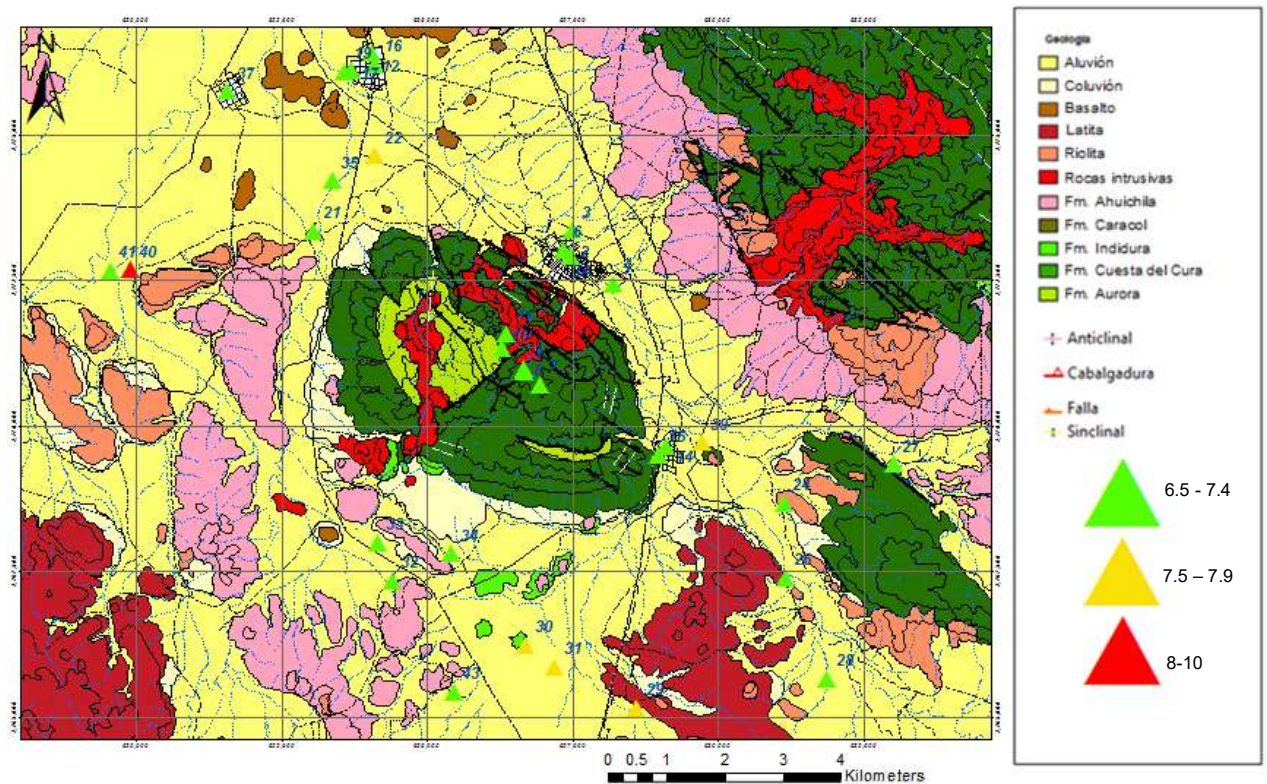


Figura 4. 76 Mapa de valores del pH del agua en la zona de estudio

La mayor parte de las muestras de agua subterránea tienen un pH neutro. Pero en las zonas donde hay actividades productivas es donde el pH se encuentra más básico. Por ejemplo, las muestras 30, 31, 39 y 40 están dentro de áreas de cultivo.

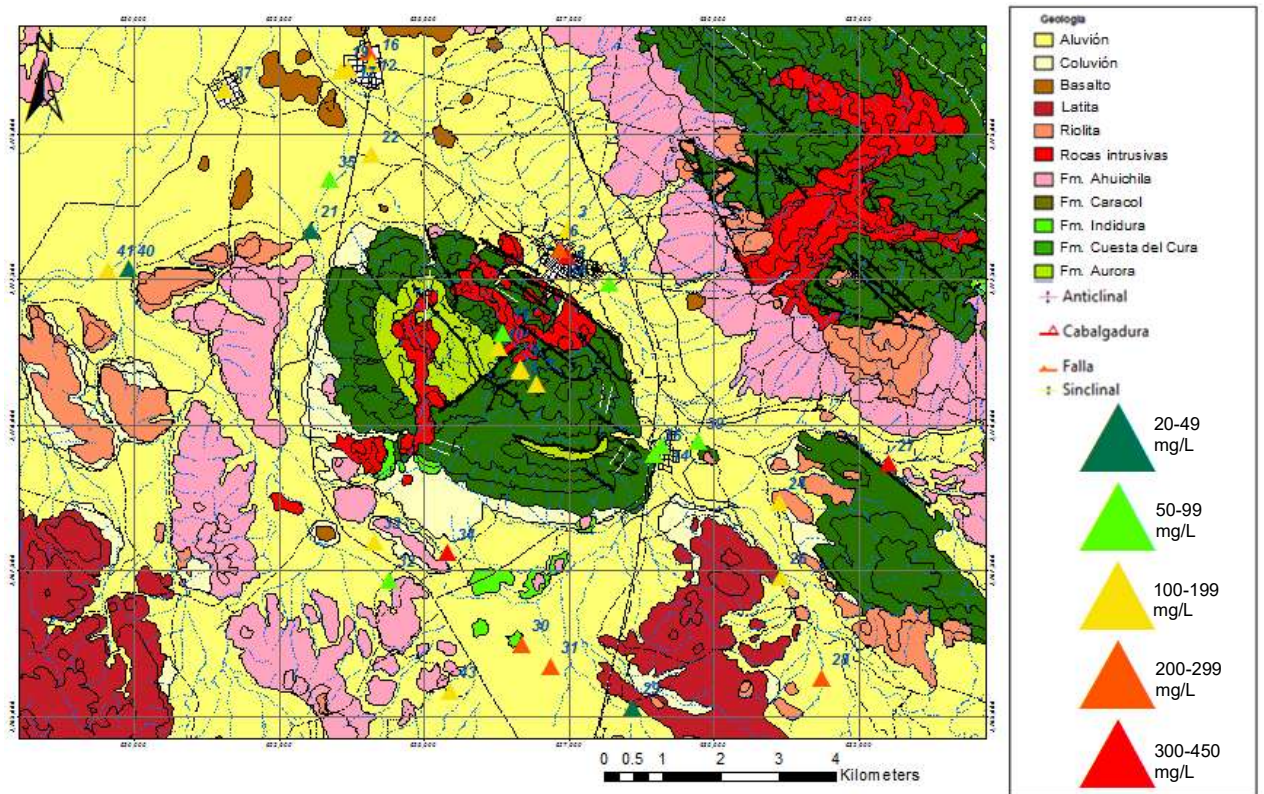


Figura 4. 77 Mapa de valores del ion Ca

Las muestras de agua con menor cantidad de calcio son las más cercanas a las calizas arcillosas de la Formación Cuesta del Cura, es decir, tienen poca interacción con estas rocas. A medida que uno se va acercando al centro del valle aumenta el calcio por el aluvión que está principalmente constituido por sedimentos calcáreos.

El ion magnesio, como se había dicho con anterioridad, aparece muy poco en el área de estudio. Solamente en algunas muestras de agua del sur que tienen un sistema de flujo regional. Es decir, ese magnesio no pertenece a una litología cercana.

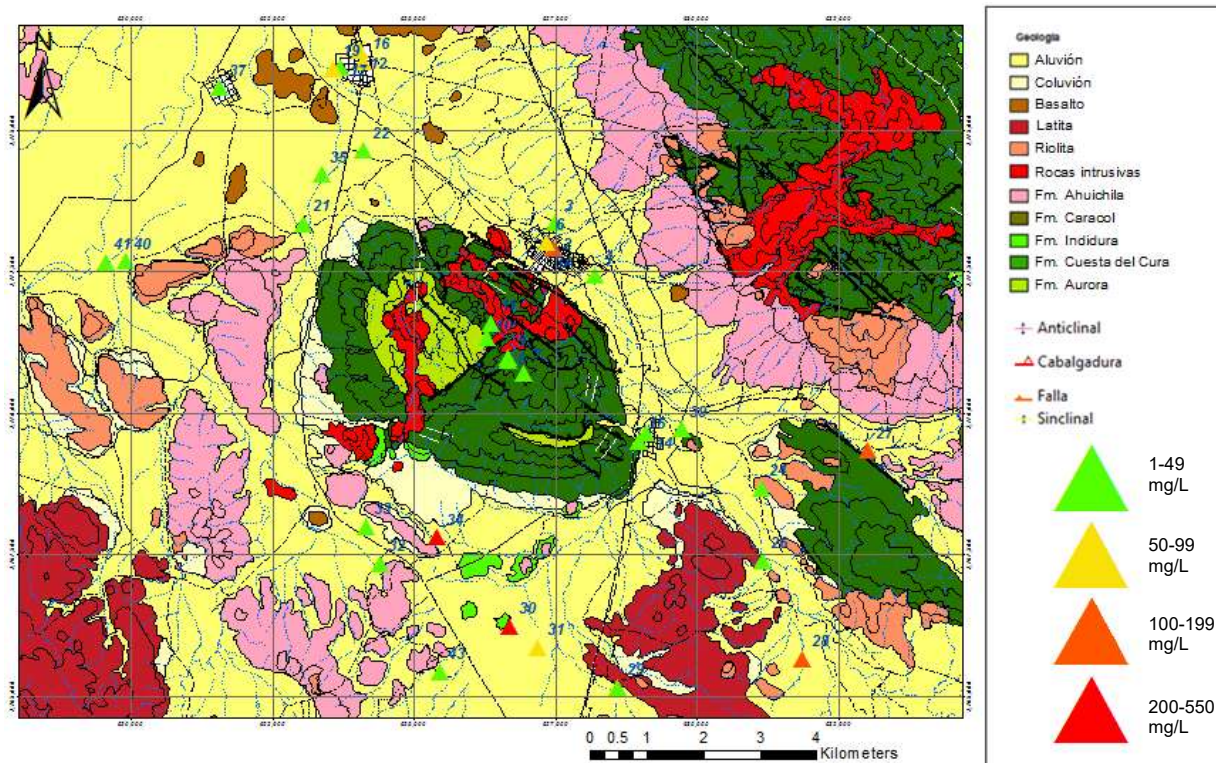


Figura 4. 78 Mapa de valores del ion Mg

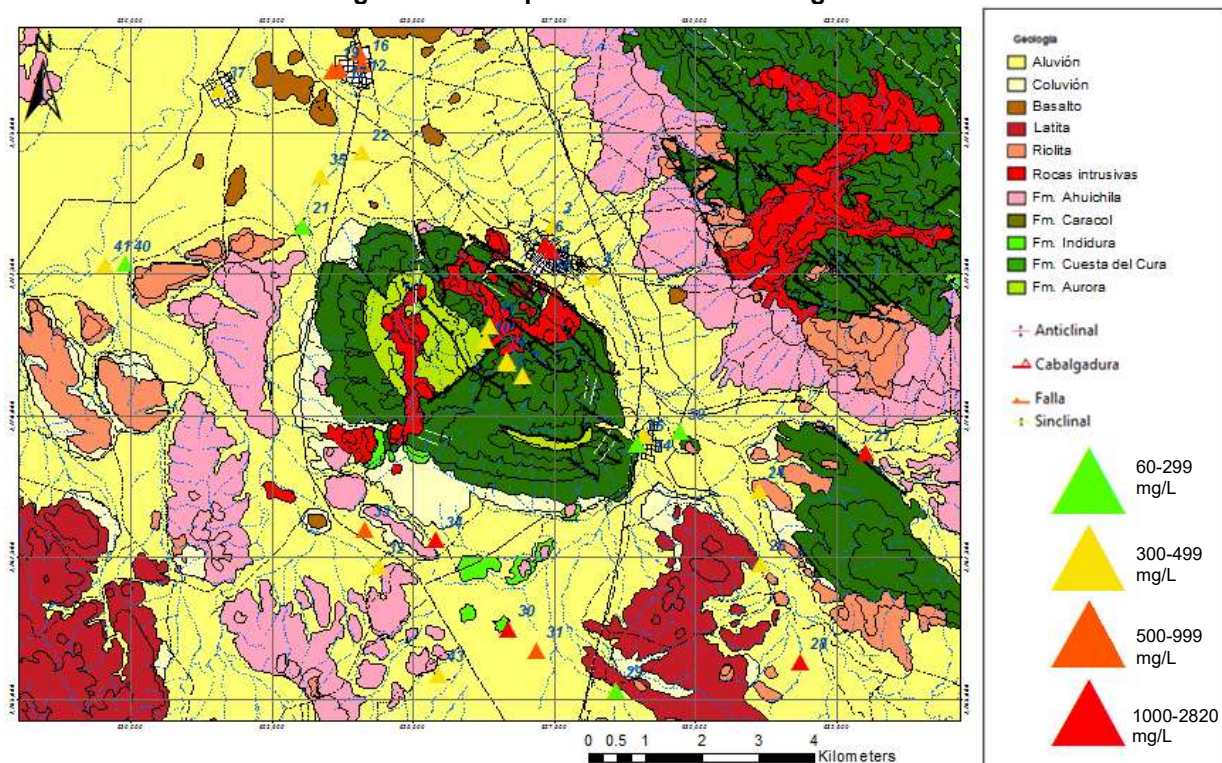


Figura 4. 79 Mapa de valores de Dureza

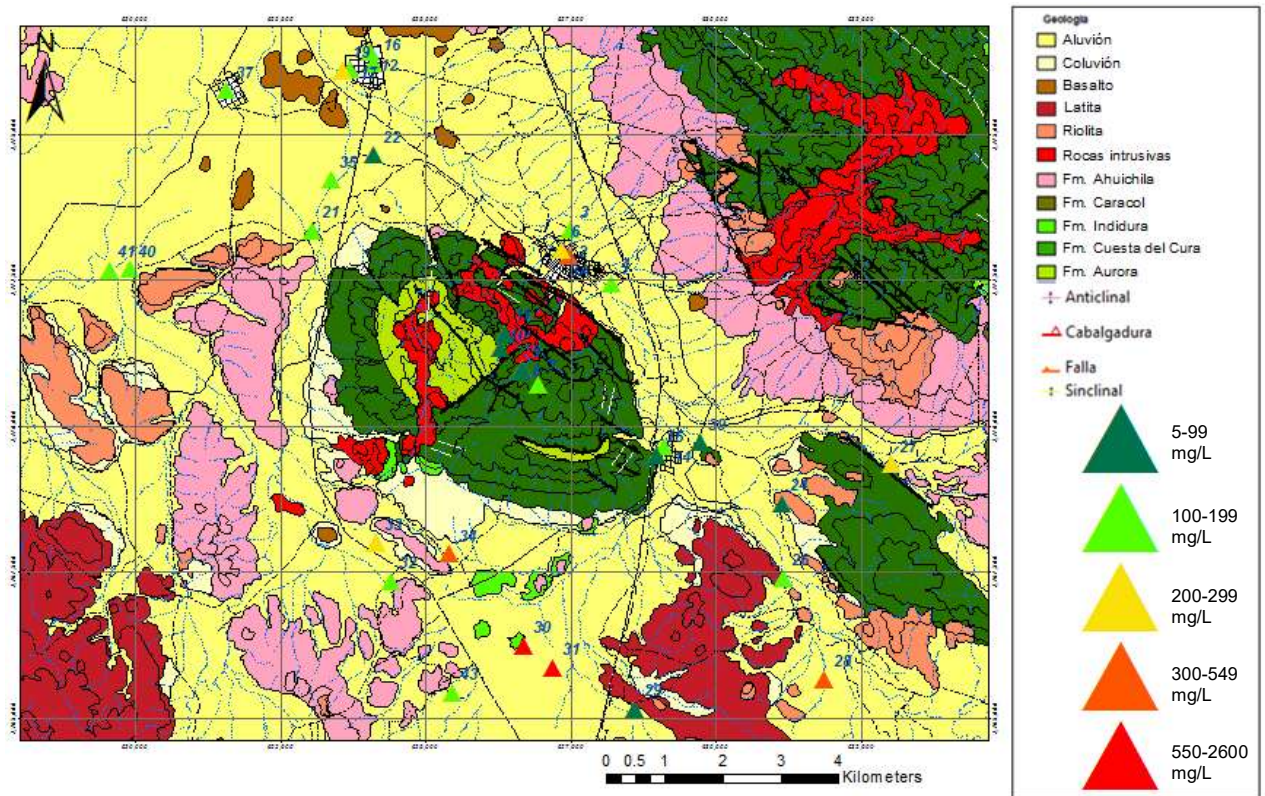


Figura 4. 80 Mapa de valores del ion Na

El sodio, igual que el magnesio, presenta altas concentraciones en las zonas donde las muestras de agua son de flujo regional. La mayor parte del área de estudio, en especial la parte norte, tiene bajas concentraciones de sodio.

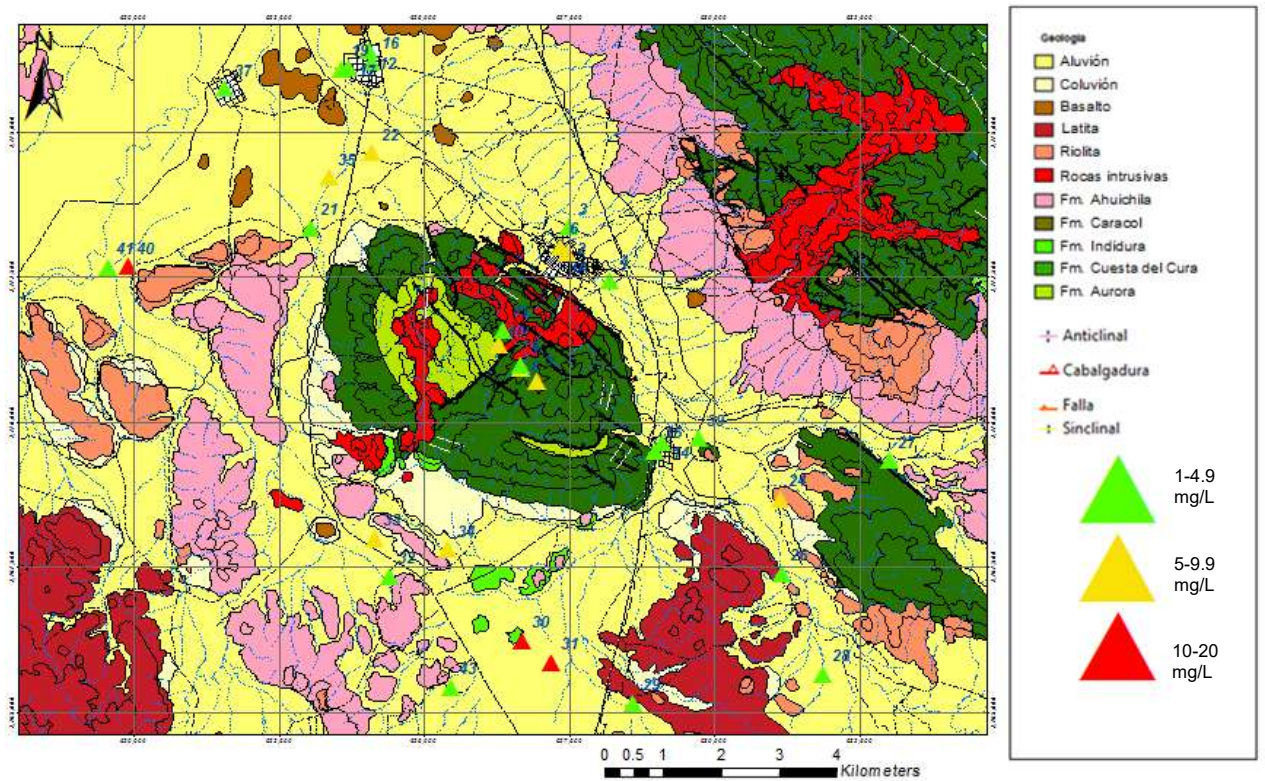


Figura 4. 81 Mapa de valores del ion K

El ion potasio tiene altas cantidades en zonas donde hay campos agrícolas, es decir, donde se usan fertilizantes. En los lugares donde el potasio es ligeramente alto hay cercanía con cuerpos intrusivos granodioríticos.

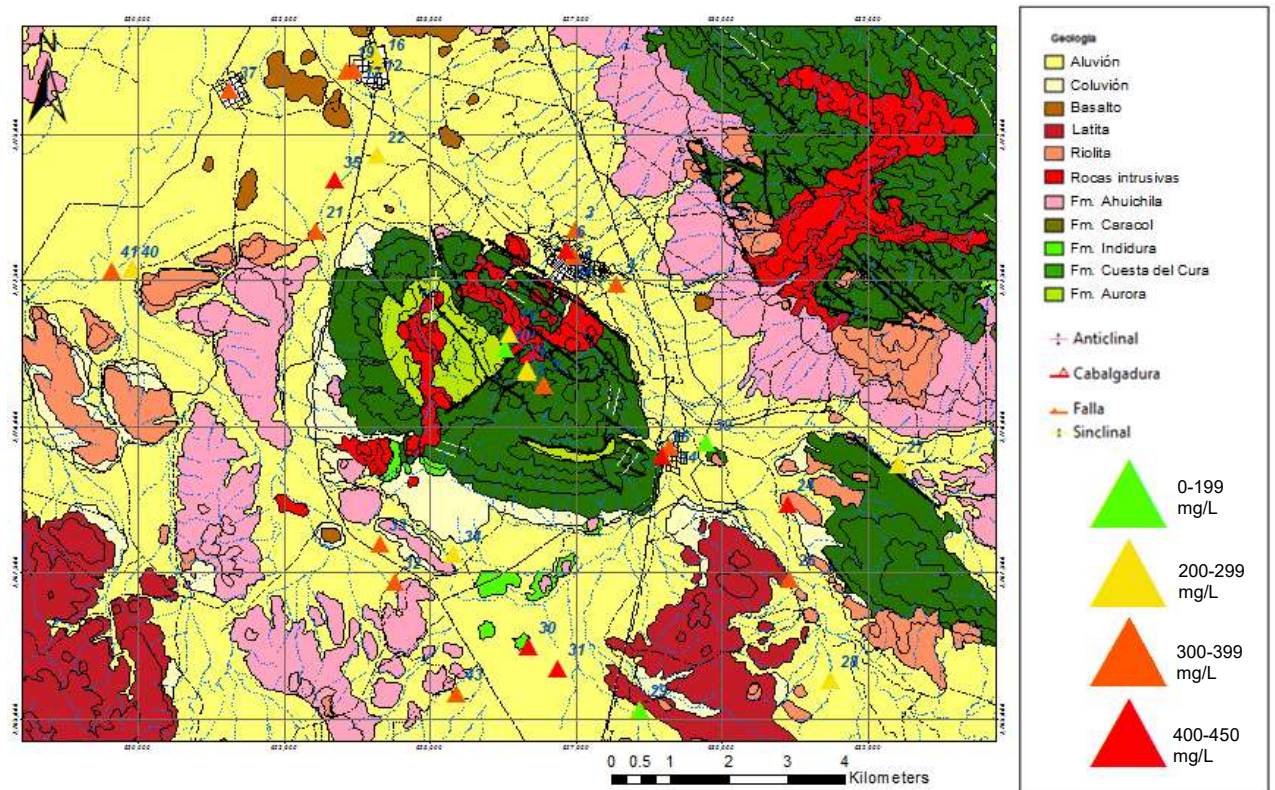


Figura 4. 82 Mapa de valores del ion HCO_3

El bicarbonato se encuentra alto en toda la zona debido al intemperismo de las rocas cretácicas calcáreas y cuyos minerales se han depositado en el aluvión. El carbonato también tiene alta presencia en el agua subterránea con excepción de algunos puntos como en el norte donde afloran los cuerpos basálticos.

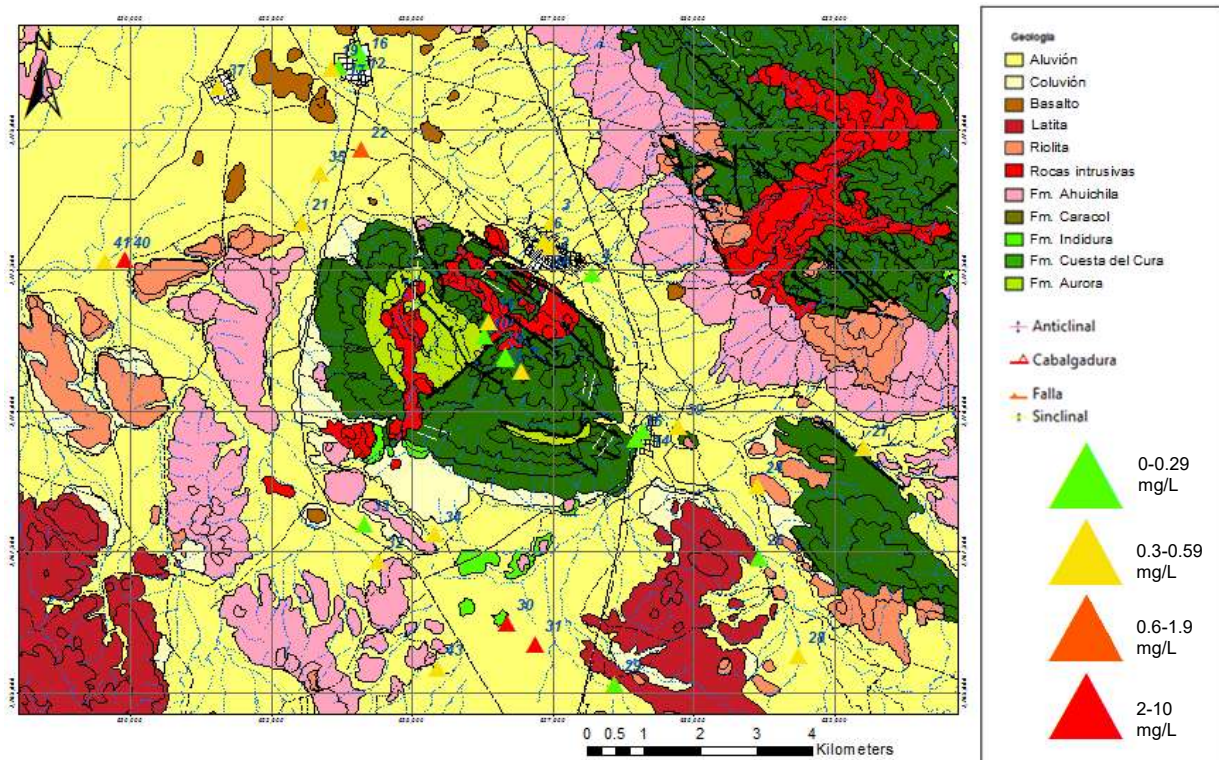


Figura 4. 83 Mapa de valores del ion CO₃

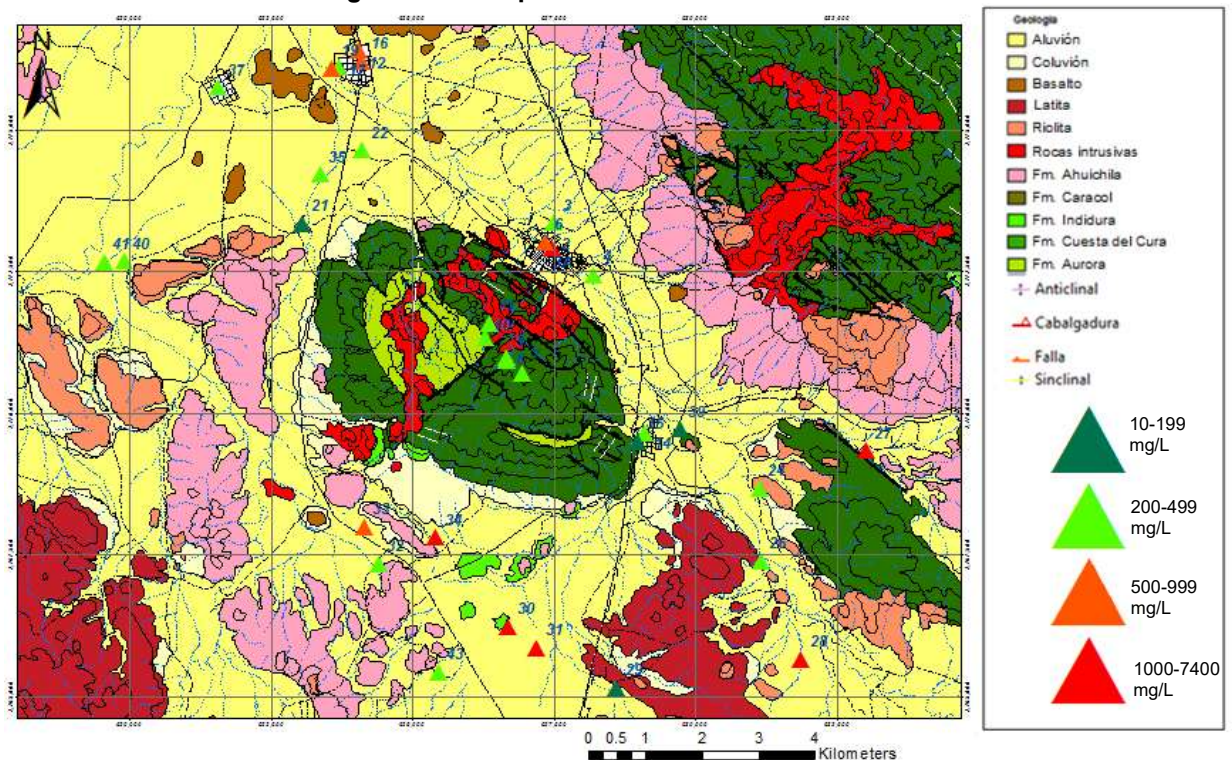


Figura 4. 84 Mapa de valores del ion SO₄

El ion sulfato tiene presencia en el sur, donde el agua subterránea tiene flujo regional, ese sulfato no pertenece al área de estudio. Sin embargo, en algunos aprovechamientos del poblado de Velardeña y de Cuatillos se presenta altas cantidades de sulfato. Es posible que esas cantidades elevadas se deban al contacto de estas aguas con minerales de los cuerpos intrusivos del área de estudio.

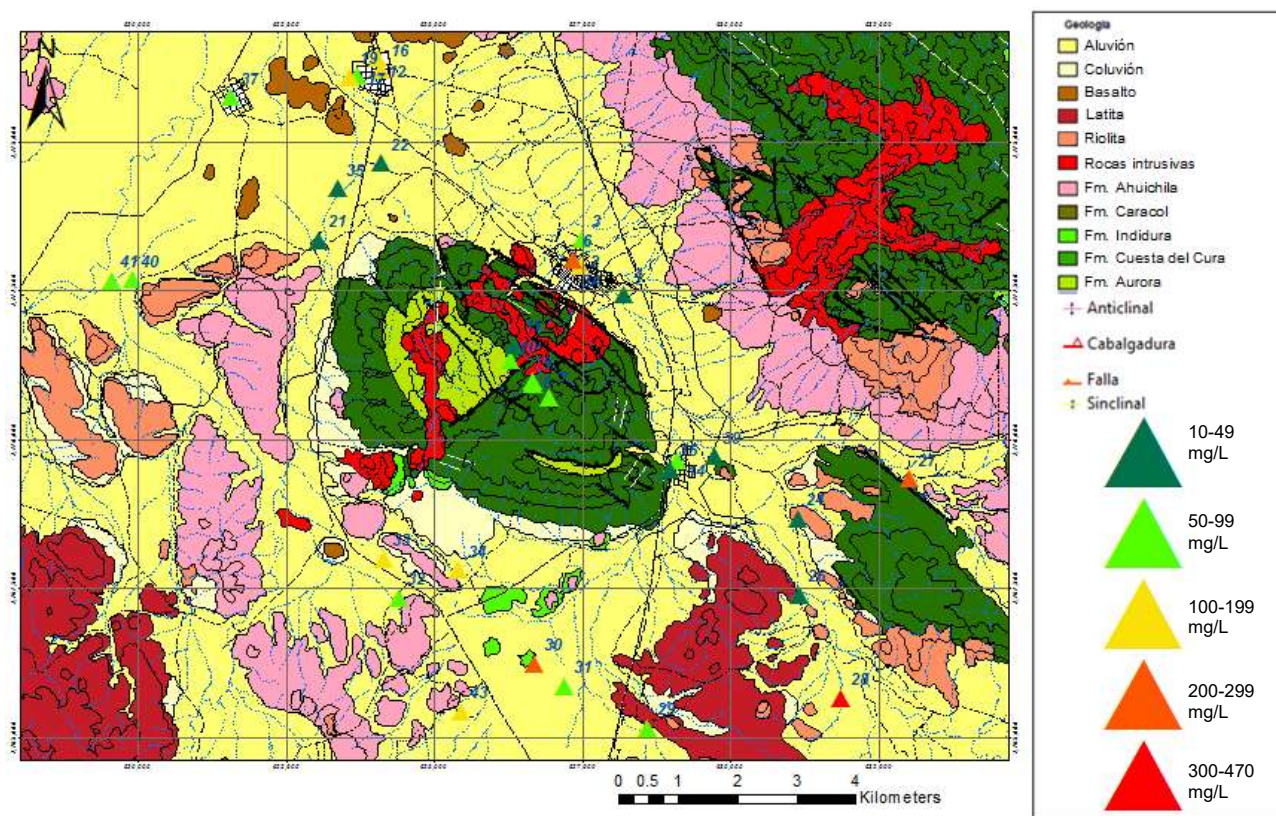


Figura 4. 85 Mapa de valores del ion Cl

Lo mismo que sucede con el sulfato, se presentan relativamente elevados niveles de cloruros en algunos aprovechamientos del poblado de Velardeña y de Cuatillos. El mismo motivo es factible, minerales de los cuerpos intrusivos cercanos han sido intemperizados por el agua y esta ha adquirido niveles elevados de Cl. Aunque los aprovechamientos 6, 27 y 28 presentan niveles de cloruros tan altos que se debe a contaminación antropogénica.

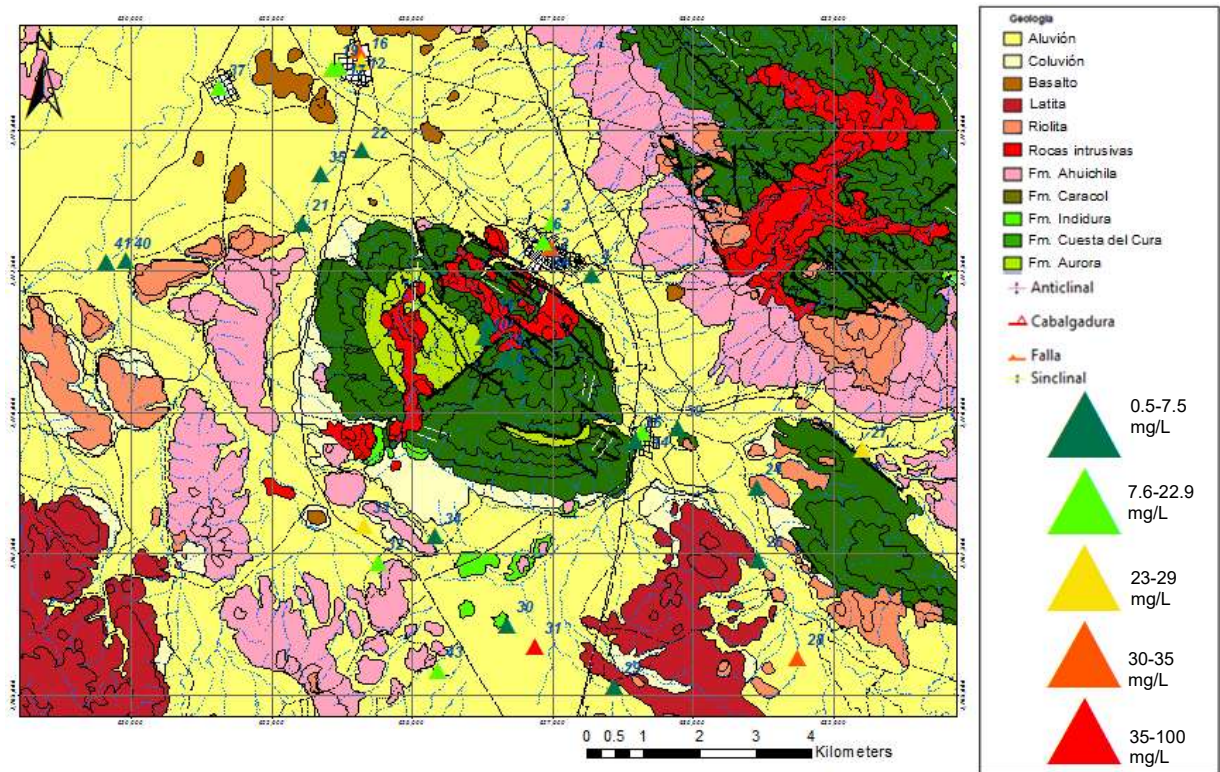


Figura 4. 86 Mapa de valores del ion NO_3

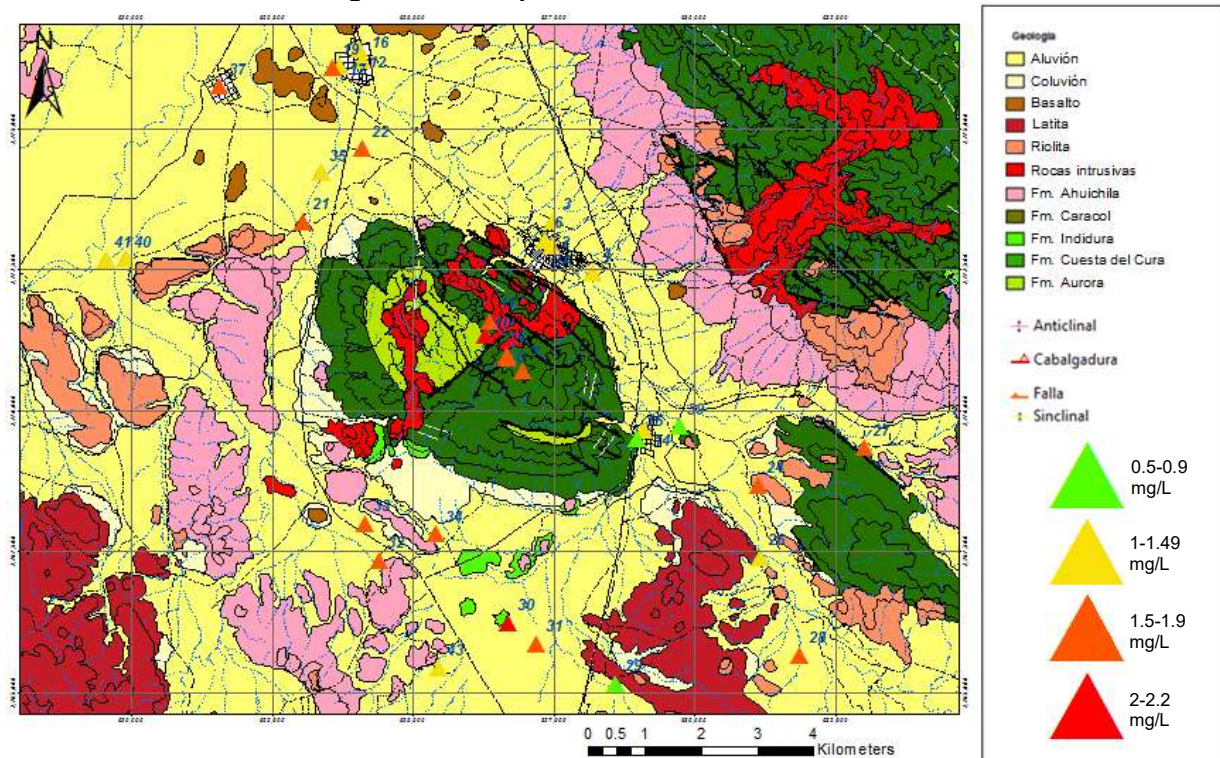


Figura 4. 87 Mapa de valores del ion F

Los niveles de nitratos se concentran en la parte sur del área de estudio, donde los nitratos tienen altos valores debido a los fertilizantes que hay en los campos de cultivo donde se recolectaron las muestras de agua; el caso más alto es el aprovechamiento 31 que es una noria. Los nitratos elevados también aparecen en dos aprovechamientos dentro del valle; el aprovechamiento que se encuentra en Cuatillos se localiza dentro de una granja de aves de corral, por lo que se debe a contaminación antropogénica.

Respecto a los niveles de fluoruros, como se mencionó anteriormente, aparecen en varios aprovechamientos con niveles ligeramente altos y son principalmente de origen natural como por contaminación. Podemos clasificarlas en tres zonas; la primera, al sur del área de estudio donde el origen de los fluoruros elevados viene de la interacción con rocas ígneas y posiblemente a la contaminación producto de la actividad minera de la región al liberar minerales, aunque ya no dentro del área estudiada en este trabajo. La segunda zona se encuentra dentro de la Sierra de Guadalupe, donde el contacto del agua con ciertos minerales de los cuerpos ígneos intrusivos en la Sierra de Guadalupe y la misma explotación minera provocaron esos altos niveles de fluoruro en las cinco muestras obtenidas de la mina, siendo el aprovechamiento 10 el que tiene mayor cantidad debido a la profundidad de donde se obtuvo. Y la tercera zona está concentrada en los poblados de Velardeña, Pedriceña y Cuatillos, los fluoruros elevados son de origen natural, provenientes del flujo de agua subterránea y del arroyo Cuencamé, ambos con dirección SE-NW.

4.5.3. Análisis de la información superficial (edafología, vegetación y geoformas)

La elaboración de mapas con imágenes satelitales permite una identificación detallada de las estructuras geológicas que controlan el movimiento y aporte del agua subterránea.

En la percepción remota, la luz proveniente del Sol que interactúa con la zona de interés es registrada por un sensor remoto que recoge y registra la radiación electromagnética. Ese registro se transmite de manera electrónica a una estación en donde los datos se procesan convirtiéndose en una imagen.

El primer satélite con sensor remoto fue el Satélite para la Tecnología de Recursos de la Tierra (ERTS) el cual luego fue rebautizado como Landsat I, diseñado para obtener imágenes de la superficie de la Tierra y así poder trazar mapas. Las imágenes en este estudio son provenientes del satélite Landsat 8, el cual fue lanzado en 2013 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y la NASA.

La combinación de las imágenes del satélite Landsat 8 permite ver elementos específicos de la superficie de la Tierra en función del espectro electromagnético de emisión ya que sus bandas multispectrales ayudan a interpretar la vegetación, los tipos de suelos y los cuerpos de agua. Las combinaciones de RGB (rojo, verde y

azul, en inglés) muestran y discriminan los elementos de las imágenes de satélite (Figura 4.87).

Para obtener las imágenes de satélite Landsat 8 se accede y se registra en Earth Explorer del USGS, las imágenes tienen el sistema de proyección WGS84. Para poner estas imágenes en ArcGIS debe crear una carpeta para el proyecto donde se trabaja con la imagen.

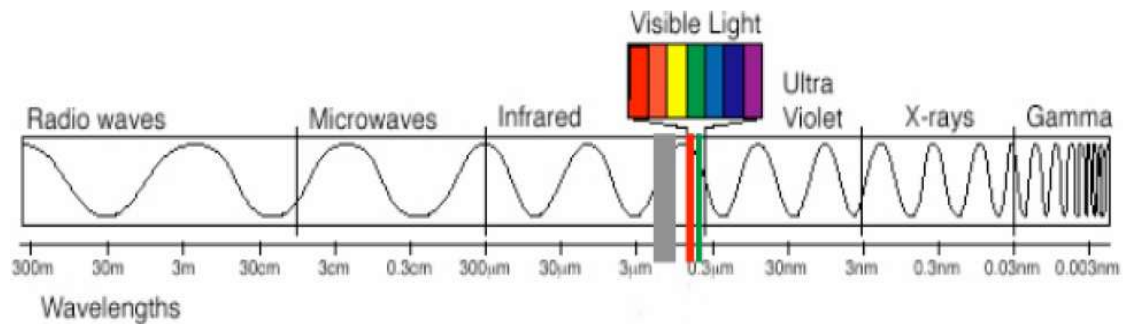


Figura 4. 88 Espectro electromagnético (Fuente:Quo)

En ArcGIS se crean layers piramidales para cada imagen de satélite que permiten acelerar el despliegue de esa imagen a diferentes resoluciones y se genera un archivo .ovr, además del respectivo archivo .xml.

Una vez agregadas las bandas, éstas aparecen como capas rasters en varios tonos de grises. Una combinación de bandas se puede mostrar usando la herramienta Composite Bands y se cargan las bandas en la forma en que se desee configurar la combinación. El archivo de salida tiene formato .tif.

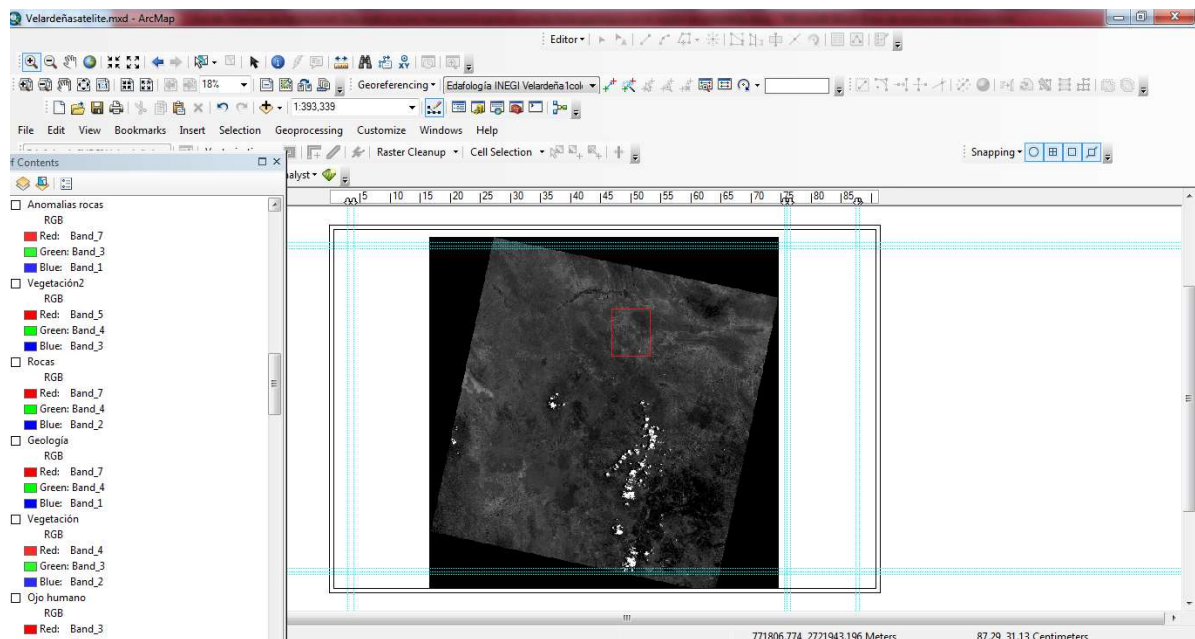


Figura 4. 89 Imagen de satélite Landsat 8 (localización del área de estudio en cuadro color rojo)

Usando los indicadores establecidos por la NASA (Liang, 2017), las combinaciones que se crean para efectos de este estudio son las siguientes:

- Bandas 3, 2, 1 (RGB): Combinación que crea una imagen a color del área tal como la ve el ojo humano.
- Bandas 4, 3, 2 (RGB): Combinación que da una buena apreciación de la vegetación, los glaciares y los cuerpos de agua debido a la característica de absorción que posee.
- Bandas 7, 4, 1 (RGB): Combinación usada ampliamente en la rama de la Geología debido a que la banda 7, la cual es roja, se encarga del espectro electromagnético de las zonas con los minerales arcillosos; la banda 4, la cual es verde, muestra la vegetación; y la banda 1, la cual es azul, funciona para los minerales con óxidos de hierro que tienden a absorber la luz.
- Bandas 7, 4, 2 (RGB): Combinación que ayuda a distinguir los diferentes tipos de litologías, es muy adecuada para la interpretación estructural de los cuerpos intrusivos.
- Bandas 5, 4, 3 (RGB): Combinación considerada la mejor para obtener información más detallada de la vegetación ya que se pueden ver las distintas tonalidades de verde para cada planta.
- Bandas 7, 3, 1 (RGB): Combinación que separa, a partir de las anomalías de color, la litología (de amarillo a verde), la vegetación (verde oscuro) y los cuerpos de agua (diferentes tonalidades de azul).
- Bandas 7, 5, 3 (RGB): Combinación en donde se aprecia los cuerpos de agua y las tonalidades de la vegetación mostrando mejor la relación que hay entre ellos.

4.5.2.1. Drenaje

En zonas donde la estratificación está oculta por la vegetación o por el material superficial, los patrones de corrientes, anomalías o texturas pueden resultar muy útiles en la determinación de ángulos de inclinación o delineamiento de pliegues. En algunas áreas, los patrones sobre los ángulos de inclinación tienen un arreglo de textura gruesa en contraste con el arreglo de textura fina de las corrientes en la contra inclinación.

Se observan a detalle los patrones hidrográficos para identificar las características físicas de la litología; una roca impermeable tendrá generalmente grano fino, como las lutitas y margas, y presentará un drenaje denso, mientras que una roca

permeable tendrá generalmente grano grueso, como las areniscas y rocas ígneas extrusivas, y presentará un drenaje espaciado. También sirve para identificar las fallas geológicas porque llegan a estar relacionadas con el flujo de agua y la formación de acuíferos.

En el área de estudio se observan dos tipos de drenaje:

***Drenaje dendrítico-subdendrítico:** surge cuando los tributarios se desarrollan en zonas con más resistencia, mayor pendiente y control geológico-estructural más fuerte que el área donde se encuentra el curso principal de la corriente del drenaje.

***Drenaje paralelo:** se forma en los lugares con pendientes fuertes que van hacia la misma dirección, un control geológico-estructural como la existencia de una serie de fallas paralelas y rocas con baja permeabilidad.

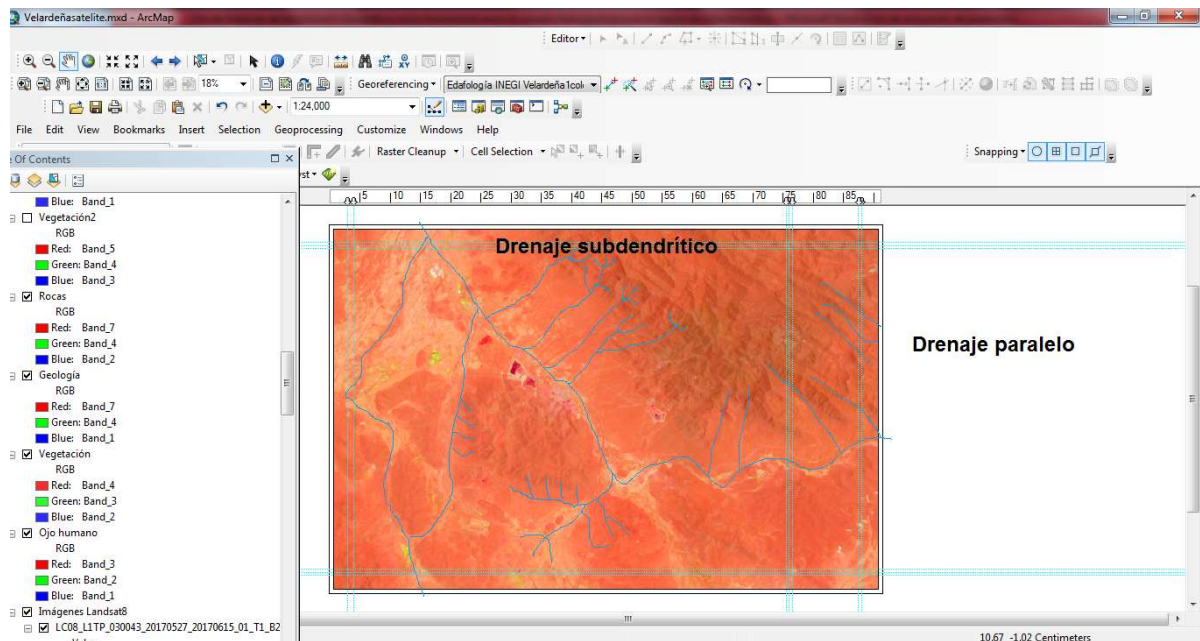


Figura 4. 90 Combinación de bandas 7, 4, 1 de satélite Landsat 8 para verificación de drenaje

Los suelos altamente permeables tendrán un buen drenaje sin importar cuál sea su origen. En suelos bien drenados, el drenaje normalmente será de textura gruesa o incluso ausente; en suelos de baja permeabilidad, el drenaje será de textura fina o los estanques serán muy numerosos. La presencia de drenaje de textura fina o gruesa en materiales superficiales, tal como en un lecho de roca, se relaciona en principio con una resistencia relativa de los diferentes materiales a la erosión. Los materiales gruesos son característicos de materiales resistentes a la erosión, son permeables y tienen un drenaje de textura gruesa; por el contrario, los materiales

finos son menos resistentes a la erosión, son impermeables y tienen un drenaje de textura fina.

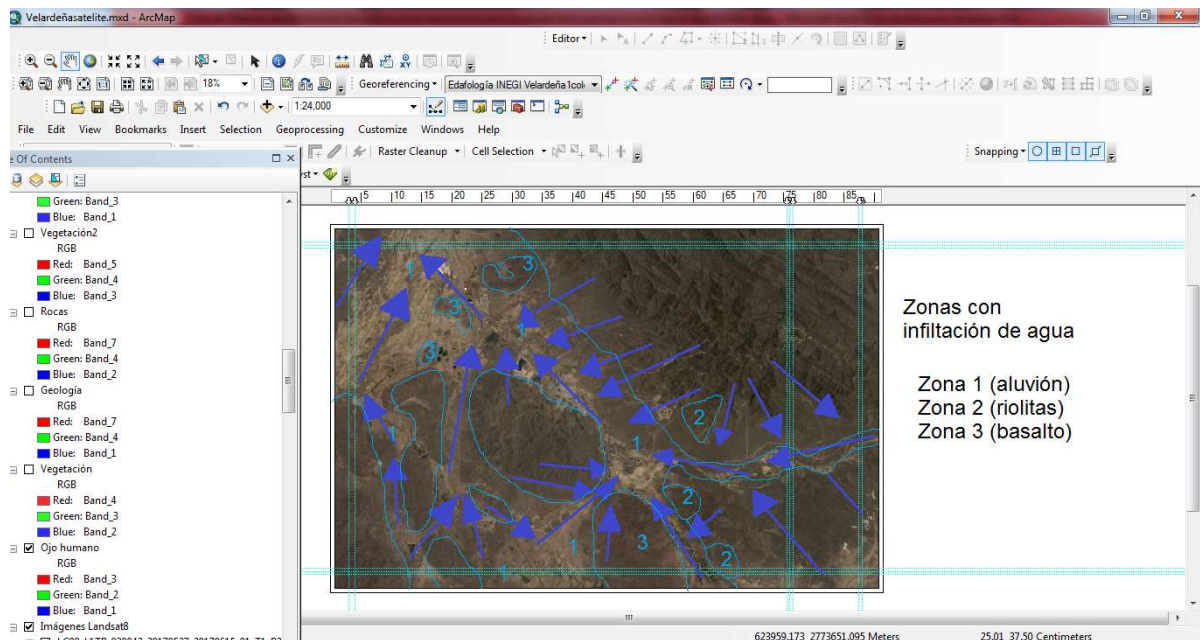


Figura 4. 91 Mapa de dirección de afluentes

Las características erosivas están estrechamente relacionadas con el drenaje; son importantes en estudios de interpretación en particular desde el punto de vista de la erosión de cárcavas. Los suelos granulares desarrollan comúnmente cárcavas profundas, en forma de V con pendientes cortas y muy empinadas. Los suelos no granulares, cohesivos y plásticos están indicados generalmente por un gradiente uniforme y suave de cárcavas que se extienden hacia atrás de las elevaciones y por perfiles transversales someros amplios en forma de V. Se ha señalado que el ambiente climático sobre el cual se desarrollan las cárcavas es una consideración muy importante; por ejemplo, la lutita de arcilla suave en una región árida donde pueden ocurrir inundaciones muestra generalmente laderas empinadas anormales en contraste con lutita de arcilla en áreas de lluvia uniforme donde tales laderas están generalmente muy redondeadas.

Los suelos altamente permeables tendrán un buen drenaje sin importar cuál sea su origen. En suelos bien drenados, el drenaje normalmente será de textura gruesa o incluso ausente; en suelos de baja permeabilidad, el drenaje será de textura fina o los estanques serán muy numerosos.

La presencia de drenaje de textura fina o gruesa en materiales superficiales, tal como en un lecho de roca, se relaciona en principio con una resistencia relativa de los diferentes materiales a la erosión. Los materiales gruesos son característicos de materiales resistentes a la erosión, son permeables y tienen un drenaje de textura gruesa; por el contrario, los materiales finos son menos resistentes a la erosión, son impermeables y tienen un drenaje de textura fina.

Las características erosivas están estrechamente relacionadas con el drenaje; son importantes en estudios de interpretación en particular desde el punto de vista de la erosión de cárcavas. Los suelos granulares desarrollan comúnmente cárcavas profundas, en forma de V con pendientes cortas y muy empinadas. Los suelos no granulares, cohesivos y plásticos están indicados generalmente por un gradiente uniforme y suave de cárcavas que se extienden hacia atrás

de las elevaciones y por perfiles transversales someros amplios en forma de V. Se ha señalado que el ambiente climático sobre el cual se desarrollan las cárcavas es una consideración muy importante; por ejemplo, la lutita de arcilla suave en una región árida donde pueden ocurrir inundaciones muestra generalmente laderas empinadas anormales en contraste con lutita de arcilla en áreas de lluvia uniforme donde tales laderas están generalmente muy redondeadas.

4.5.2.2. Textura

La textura es la frecuencia de cambio y disposición de los tonos dentro de la imagen. En general, a cada roca le corresponde una textura propia en una zona determinada, la cual también depende en gran parte del clima. Los tipos de texturas son: suave (aguas tranquilas), fina (cultivos), media (vegetación joven), gruesa (una cobertura densa de vegetación), granular (una menor cobertura de vegetación), rugosa (un karst), o moteada (una cubierta de sedimentos horizontales sobre rocas duras).

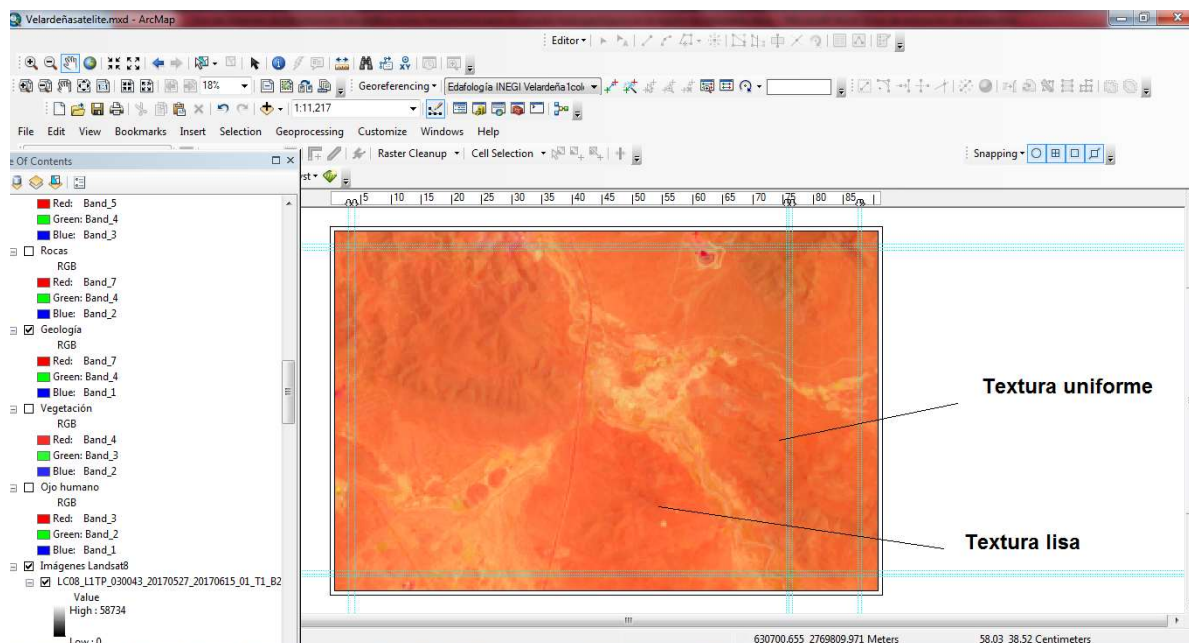


Figura 4. 92 Combinación de bandas 7, 4, 1 de satélite Landsat 8 para observación de texturas

4.5.2.3. Características de la litología

***Rocas sedimentarias clásticas**

El elemento más destacado de las rocas sedimentarias es la estratificación ya que su reconocimiento ayuda a su interpretación por imágenes de satélite. Derivado de la resistencia diferencial a la erosión de las capas sedimentarias, es posible observar el típico patrón de bandeamiento de estas rocas en las imágenes de satélite. En áreas donde los afloramientos son escasos o carentes de estratificación se puede interpretar sobre la base topográfica y la vegetación.

Algunos criterios para la interpretación de rocas sedimentarias clásticas de grano fino son que tienen una tonalidad más oscura que las de grano grueso y una textura fina. Las rocas sedimentarias impermeables como las lutitas tienen un drenaje superficial.

En el caso de las rocas sedimentarias clásticas de grano grueso, como los conglomerados, hay un drenaje espaciado, sus tonos son claros y tiene una textura de erosión gruesa. Generalmente su red de drenaje se vuelve espaciada si su matriz es permeable, pero si su matriz tiene poca permeabilidad posera una red densa.

Las areniscas son difíciles de identificar por su variedad. Aunque una forma para diferenciarlas son las siguientes características: las areniscas de grano grueso tienen un drenaje espaciado y con una textura más densa; las areniscas cuarzo-feldespáticas tienen un tono gris claro, las arcosas crean formas redondeadas en el drenaje, y las grauvacas poseen un tono gris oscuro y una textura que muestra una fuerte presencia de erosión.

***Rocas sedimentarias carbonatadas**

Las rocas que se incluyen en esta clasificación son las calizas, travertinos, margas, yesos y dolomías. Tienen la característica de tener tonos claros, una textura lisa con rasgos de disolución y un drenaje interno. En zonas muy lluviosas, las calizas soportan menos vegetación, mientras que en zonas con poca precipitación como las desérticas comúnmente forman paredes verticales.

***Rocas ígneas extrusivas**

Los rasgos principales que se aprecian de las rocas ígneas extrusivas en las imágenes de satélite son la morfología, las estructuras de flujo de lava, los tonos que van de claros a blancos y una textura moteada. Al tener generalmente mucha porosidad y permeabilidad no muestran un drenaje bien definido; eso depende del intemperismo y la edad de la misma roca.

Los basaltos son de tono gris oscuro a negro y textura moteada. Otras características suyas son la forma de las coladas de lava y la discordancia angular que tiene con rocas subyacentes. En basaltos de formación reciente, el drenaje es interno e irregular, mientras que en basaltos antiguos hay un drenaje paralelo o dendrítico.

Las riolitas son claras y tienen una textura es normalmente lisa, su morfología en ambientes áridos es abrupta, y con drenaje irregular, a veces dendrítico o angular.

Las rocas piroclásticas son muy diversas, tienen muchas características que las hacen muy diferentes unas de otras como su consolidación, que tan masivas son, su tipo de grano, su tonalidad y, principalmente, su composición. Se puede decir que tienen una red de drenaje densa y textura uniforme. En zonas áridas y semiáridas, las rocas piroclásticas forman escarpes abruptos con poca vegetación.

***Rocas ígneas intrusivas**

Las rocas plutónicas poseen una red de drenaje superficial espaciada controlada generalmente por fallas y diaclasas. Una roca plutónica básica desarrolla una morfología, drenaje y textura similar a una de composición ácida, por lo que es difícil diferenciar una de otra con imágenes de satélite. Ambas forman una distribución uniforme de vegetación

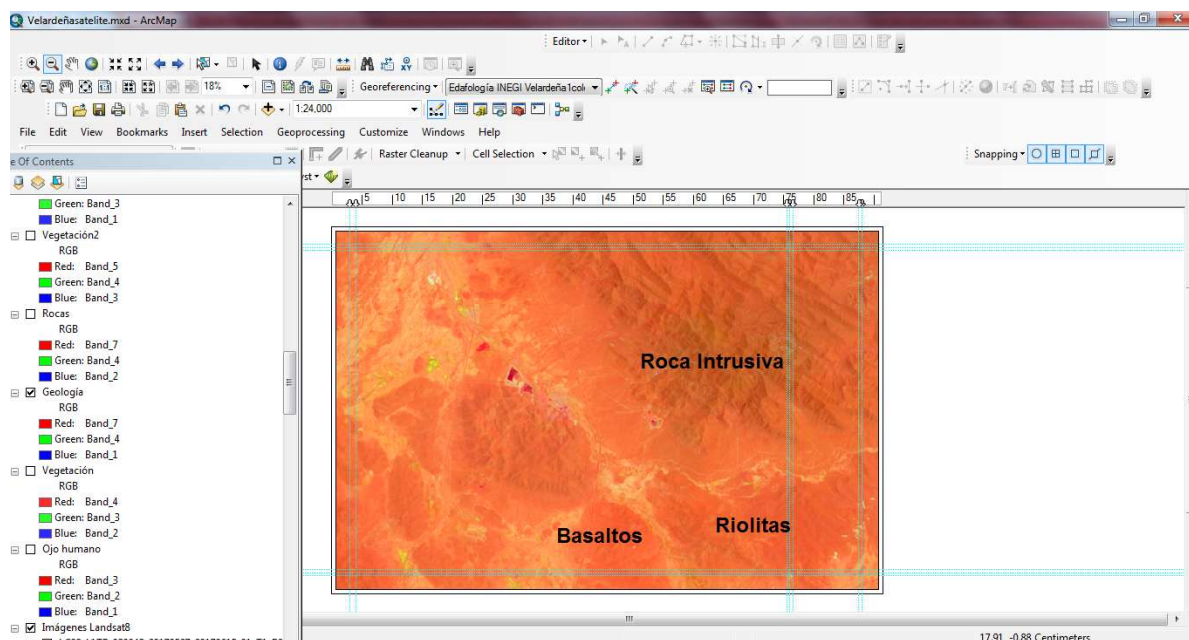


Figura 4. 93 Combinación de bandas 7, 4, 1 de satélite Landsat 8 para verificación de litologías ígneas

4.5.2.4. Características de la vegetación

Hay trabajos de campo y laboratorio que hablan sobre la distribución y concentración de ciertos elementos como indicadores de minerales. Por lo que es posible observar en las imágenes de satélite sus características o asociaciones con las plantas. Esto se convierte en un campo de investigación con mucho potencial en donde existen los tres aspectos de estudio botánico a partir de la interpretación:

- a) Diferencias en el color de la vegetación ocasionadas por la concentración de ciertos elementos químicos.
- b) Diferencias en las especies o ausencia de vegetación debido a la concentración de ciertos elementos químicos.
- c) La distribución de la vegetación sugiriendo estructuras favorables o tipos de roca.

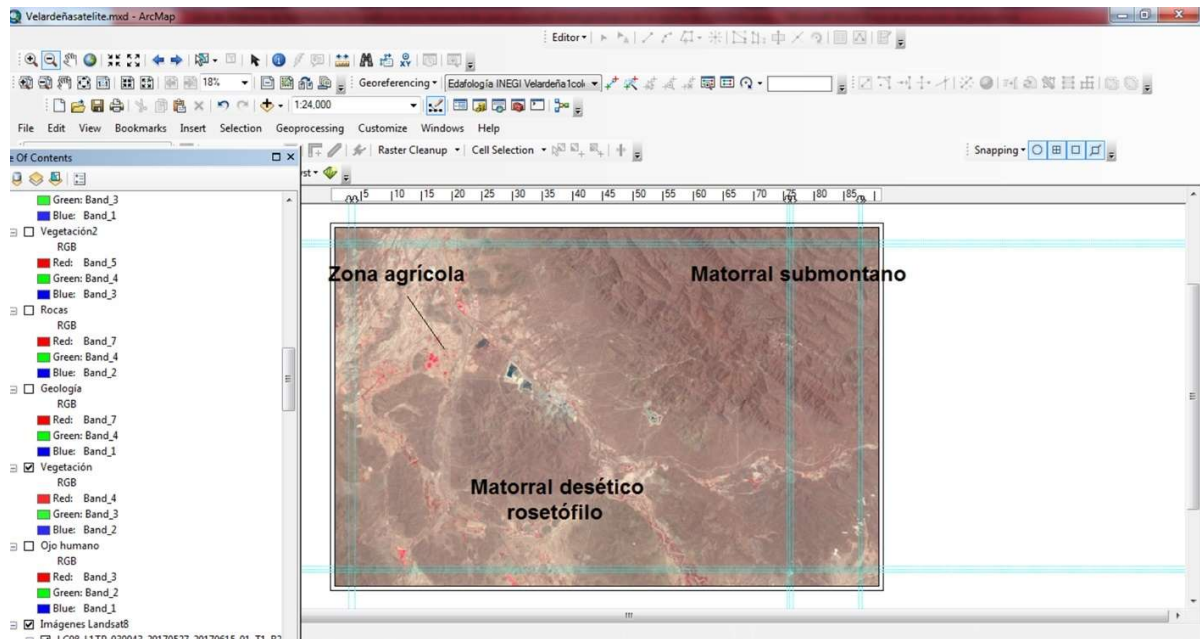


Figura 4. 94 Combinación de bandas 4, 3, 2 de satélite Landsat 8 para verificación de vegetación

La vegetación es uno de los elementos del patrón de suelo que se ha considerado uno de los más difíciles de interpretar. Se sabe por ejemplo que ciertos árboles tales como los álamos son tolerantes a muchos suelos diferentes y diferentes condiciones de suelos, pero algunos tipos de vegetación son fuertemente influenciados por el tipo de suelo. Además, la vegetación puede ser influenciada significativamente por factores climáticos. Sin embargo, la vegetación puede mostrar mucha información en estudios de ingeniería aportando interpretaciones válidas con respecto a cómo se asocia la vegetación con las texturas de los suelos, su contenido de humedad y la topografía; en este sentido, se requiere un conocimiento de la ecología de las plantas para obtener la máxima información sobre las condiciones del suelo a partir de las imágenes de satélite. Los sauces, por ejemplo, indican terreno húmedo, los álamos indican terreno seco y los pinos se relacionan con lechos de arena y grava.

En zonas de dunas, se pueden observar fácilmente las dunas estabilizadas porque están bien delineadas por el crecimiento de árboles que se ven de tono oscuro, en contraste con la vegetación de arbustos y pasto de tono claro en las zonas de dunas. Esta relación se puede encontrar donde las arenas de las dunas topográficamente altas contrastan con depósitos limosos de las áreas de dunas.

Donde se puedan delinear las freatofitas (plantas y árboles que obtienen agua a partir del nivel freático), las imágenes de satélite pueden aportar datos ingenieriles significativos porque esos tipos de plantas obstruir los canales de desfogue e incrementar el potencial de inundación de algunas áreas. La información relacionada con el efecto de sedimentación aguas debajo de las freatofitas con respecto a las presas también se puede obtener de las imágenes de satélite de algunas áreas.

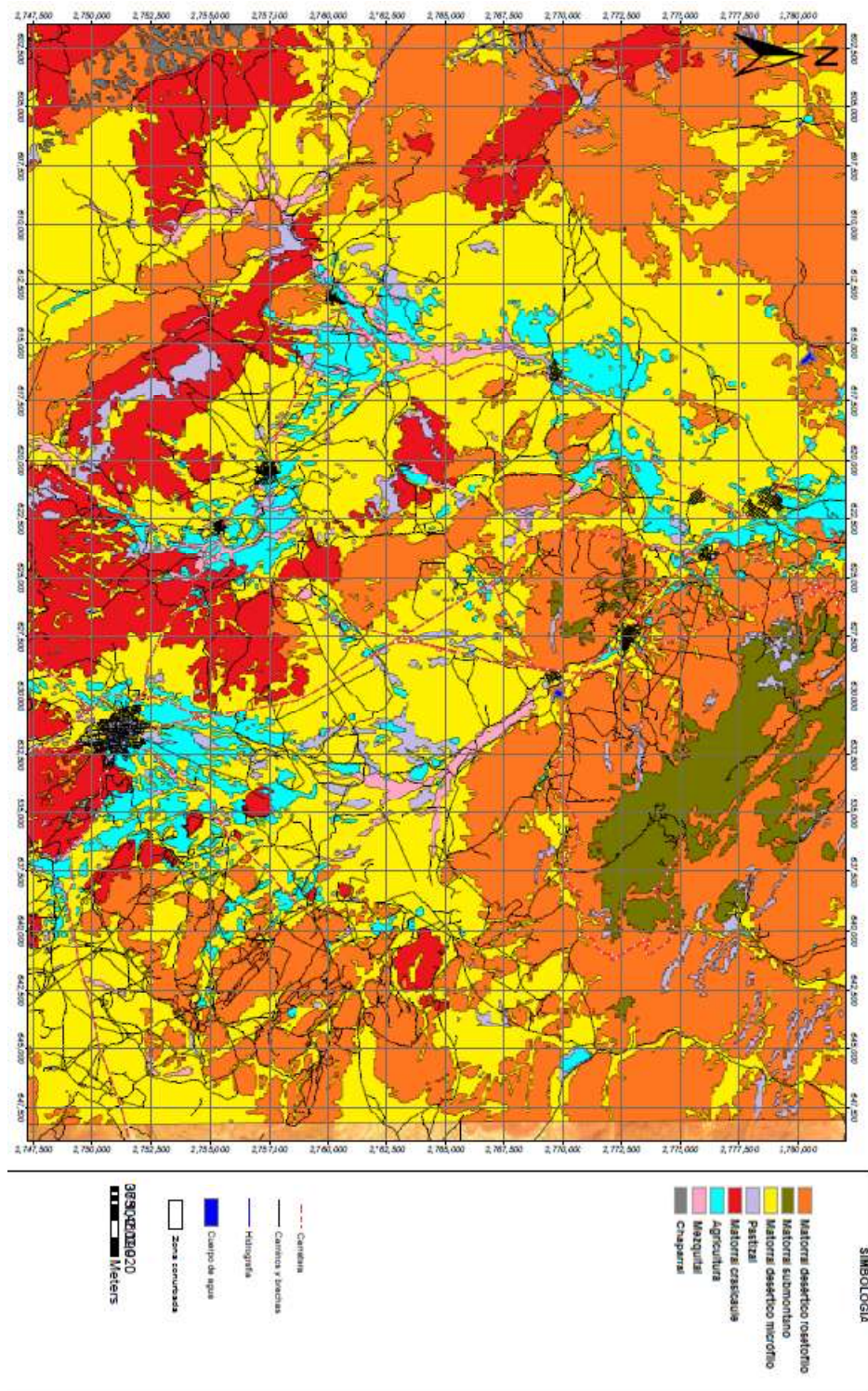


Figura 4. 95 Mapa de tipos de vegetación elaborado

4.5.2.5. Características de tipo de suelos

En zonas carentes de afloramientos, los patrones o distribuciones de suelos pueden ser útiles para el trazo de estructuras. El contraste en el tono de los suelos acentúa relaciones inusuales del drenaje sobre el flanco de una estructura.

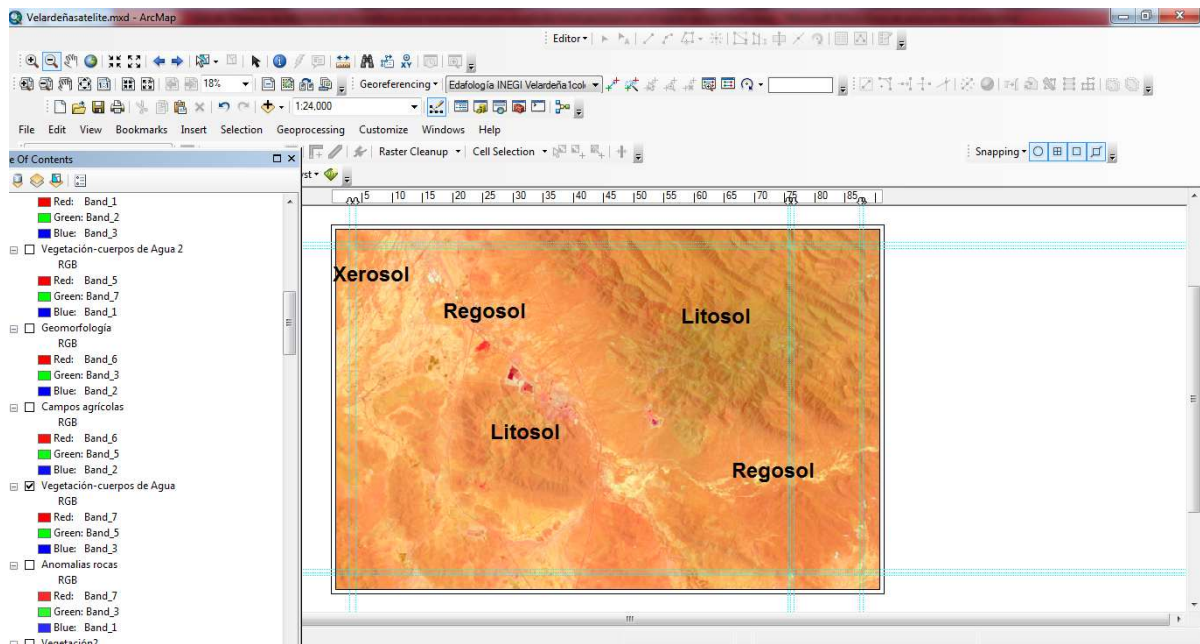


Figura 4. 96 Combinación de bandas 7, 5, 3 de satélite Landsat 8 para verificación de tipos de suelos

El uso del suelo puede proveer información acerca de las condiciones del suelo de una zona. Por ejemplo, las zanjas de drenaje someras en áreas de poco relieve significan suelos plásticos pobremente drenados. Los huertos prosperan en sitios bien drenados y por lo tanto cuando se observan a nivel del terreno implica que existe un buen subdrenaje.

En una topografía rugosa asociada con suelos arenosos desarrollados sobre areniscas, hay poco desarrollo de vegetación, en cambio en una misma topografía, pero con suelos arcillosos desarrollados sobre lutitas y calizas existen mejores cultivos.

La naturaleza propicia el entorno adecuado para que existan diversas asociaciones que conjuntan los diversos elementos del ecosistema, el conocimiento de las asociaciones vegetación-suelo-roca resultan importantes para reconocer las propiedades del sistema hidrológico.

Los materiales superficiales se clasifican generalmente en términos de sus características físicas generales, más que por sus características físicas detalladas.

El conocimiento de las características físicas gruesas es suficiente para muchos estudios de reconocimiento en ingeniería geológica. De hecho, esto consiste en el agrupamiento de varios tipos de suelo en pocas clasificaciones lo cual permite que las imágenes de satélite sean importantes para su uso en ingeniería.

La dificultad para interpretar los detalles finos con respecto a los rasgos físicos de los suelos, no se contrapone con el uso de las imágenes de satélite en el campo de la ingeniería geológica. Cada tipo de suelo tiene características que son determinadas por el clima, los seres vivos, la topografía y la roca madre.

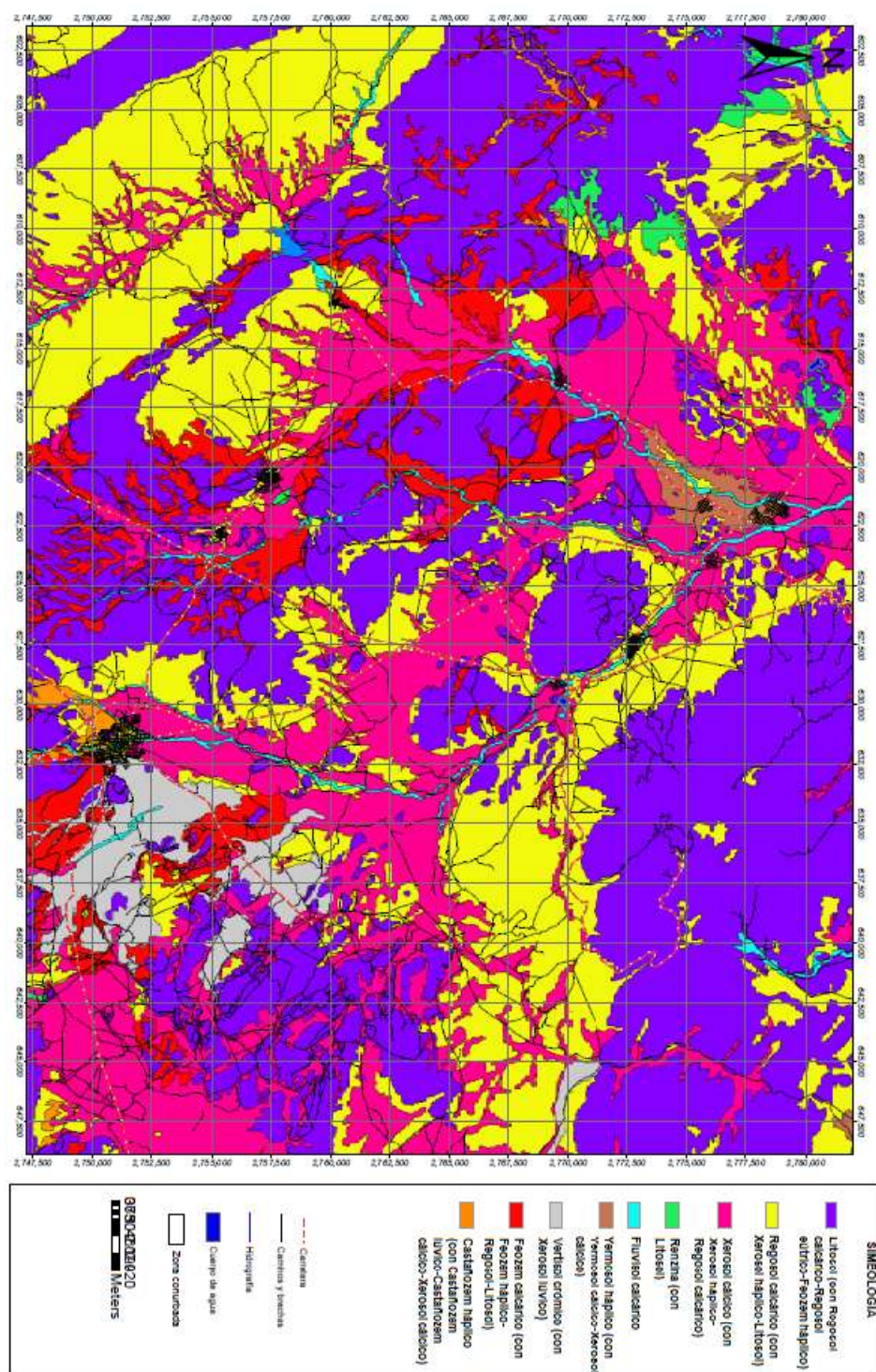


Figura 4. 97 Mapa de tipos de suelos elaborado

5. CAPÍTULO 5. MODELO GEOLÓGICO-HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

La elaboración de un mapa hidrogeológico ayuda a indicar los sistemas de flujo, las zonas de recarga y descarga, las características del acuífero y sus unidades hidrogeológicas, la conexión con otros acuíferos, etc. Pero, para poder definir los sistemas de flujo del área de estudio se elabora un modelo hidrogeológico conceptual, a partir del mapa hidrogeológico y el modelo 3D elaborado en Rockworks que ejemplificará el comportamiento del agua subterránea en Velardeña.

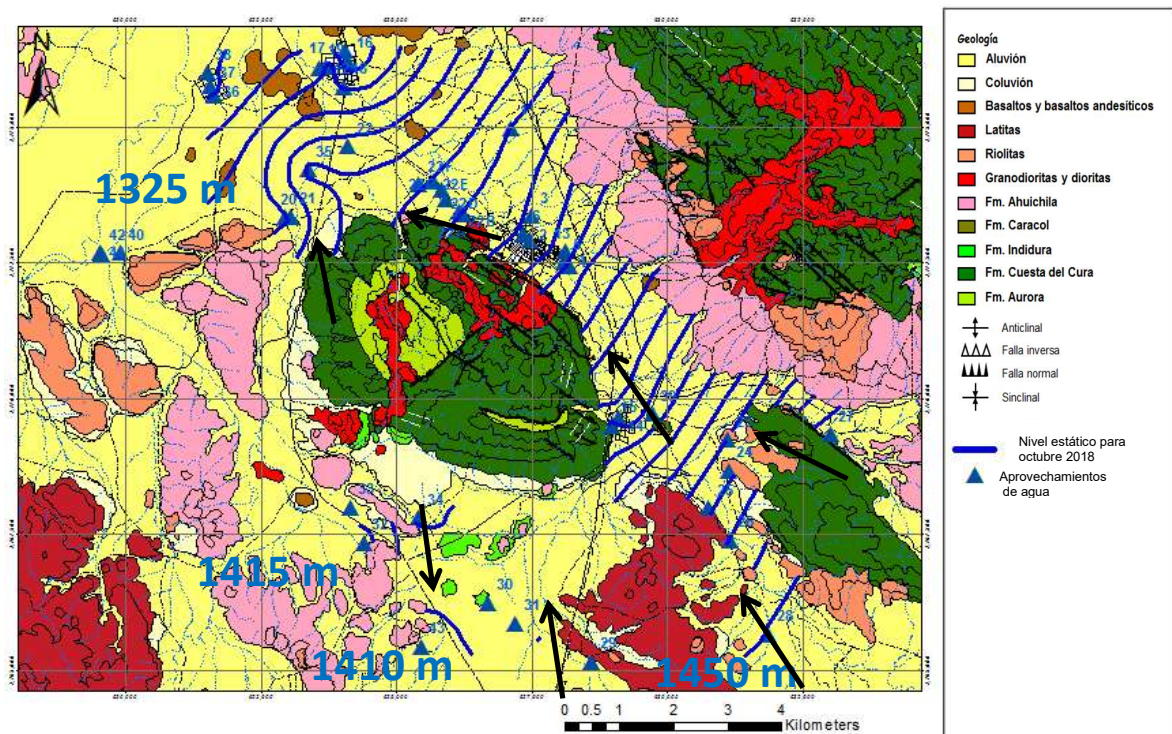


Figura 5. 1 Mapa hidrogeológico de Velardeña mostrando la dirección del flujo de agua subterránea (octubre de 2018)

La información hidrogeoquímica obtenida de los aprovechamientos muestreados en Velardeña ayuda a definir los sistemas de flujo ya que las líneas de flujo tienen una misma o similar composición química. El conocimiento de la dirección, de la ubicación y del tipo de sistema de flujo es lo que se necesita para terminar el modelo geológico-hidrogeológico conceptual. Ahora se puede visualizar a través de cuatro cortes al modelo 3D para poder visualizarlas, los cortes se realizan de una dirección SW-NE para poder ver el comportamiento de los sistemas de flujo dentro del Valle de Velardeña, principal geoforma del área de estudio.

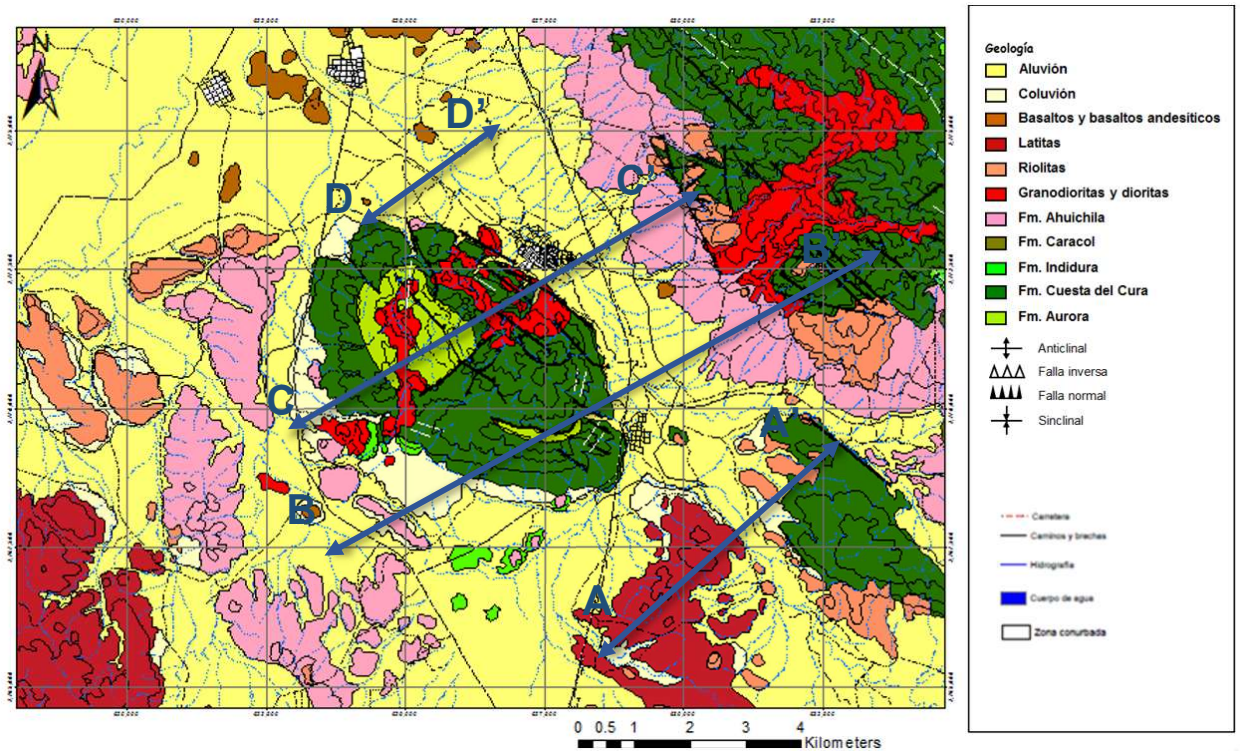


Figura 5. 2 Ubicación de los cuatro cortes al modelo geológico-hidrogeológico conceptual

La sección A-A' corta las rocas latíticas cenozoicas y las de la Formación Cuesta del Cura ubicadas al SE del área de estudio. A pesar de tener cierto grado de intemperismo, estas latitas están fracturadas y se comportan como una buena zona de recarga local, además de que se visualiza que el Arroyo Cuencamé, ubicado a la mitad de esta sección, es alimentado por aguas que interactuaron con esta litología y con las rocas subyacentes, que también son ígneas extrusivas (es decir, aquí se ubica una zona de descarga). En la parte oriente de esta sección se ve como una falla normal con dirección NW-SE, la cual recorre todo el Valle de Velardeña afecta las rocas de la Formación Cuesta del Cura y el agua que pasa por esta falla proviene de un flujo intermedio por las altas concentraciones de elementos vistos en varios aprovechamientos cercanos. Ese flujo intermedio recorrerá el Valle de Velardeña gracias a esa falla normal.

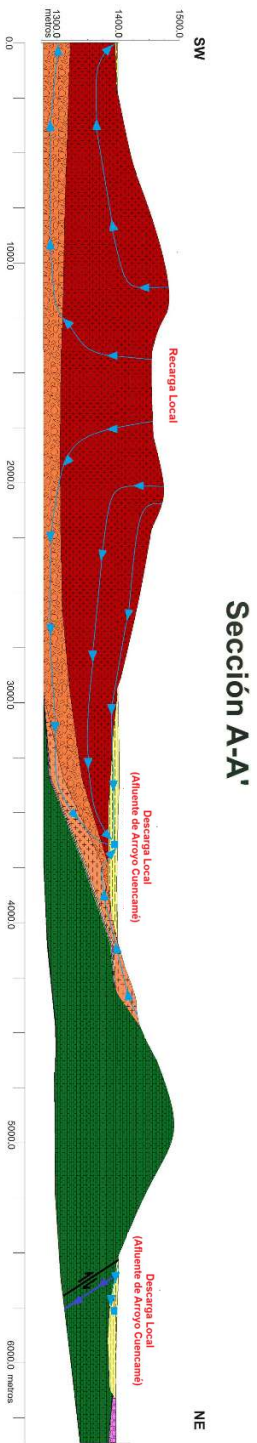
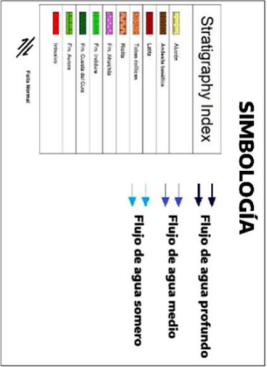
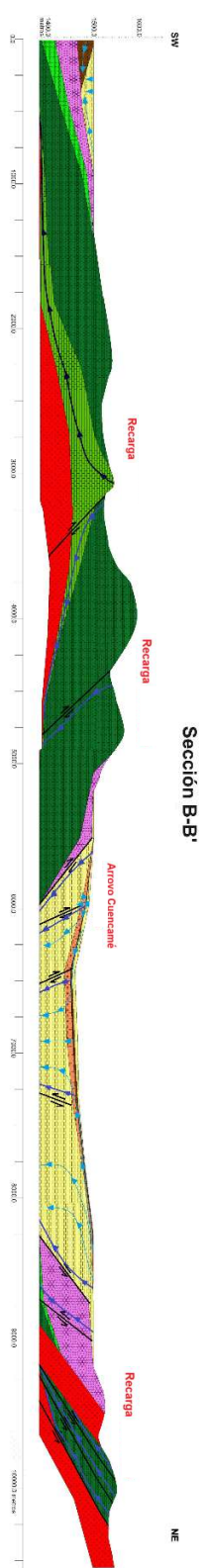


Figura 5. 3

La sección B-B' atraviesa todas las estructuras importantes del área de estudio, empezando por la Sierra de Guadalupe que tiene una ventana de la Formación Aurora, que está formada mayoritariamente por calizas con buena porosidad y permeabilidad, además de que éstas están afectadas por fallas normales, por lo que se convierte en una excelente zona de recarga. Sin embargo, y aunque se puede establecer desde un inicio que es una zona de recarga local al encontrarse su zona de descarga local dentro del Valle de Velardeña, también debe ser el inicio de sistemas de flujos intermedios e incluso regionales debido al tamaño de la estructura. Pero, al no encontrar en el área de estudio esas zonas de descarga intermedias y regionales que se conectan con la Sierra de Guadalupe, se le dará mayor prioridad al sistema de flujo local. El Valle de Velardeña está formado principalmente por un aluvión producto de la erosión de rocas calcáreas de la región y de tobas riolíticas que, al no estar tan consolidadas, permiten la infiltración del agua procedente de las estructuras más altas del área. Esto da origen a sistemas de flujo locales controlados completamente por el mismo valle cuya dirección de flujo es SE-NW. Recordando que el valle fue creado por una serie de fallas normales que forman la estructura de un graben, estas fallas también son afectadas por estos sistemas de flujo. La falla normal, cuya dirección es seguida por el arroyo Cuencamé (al oeste del valle) es la misma falla que aflora en la parte Este de la sección A-A', por lo que es la ruta del sistema de flujo intermedio que va a lo largo del Valle de Velardeña. La Sierra de San Lorenzo, en la parte oriente de la sección, no presenta sistemas de flujo cuyas descargas se encuentren dentro del área de estudio, aunque hay que señalar que el sistema de fallas normales que tiene puede dar origen a zonas de recarga para flujos intermedios o regionales, siempre y cuando no estén completamente mineralizadas por el cuerpo intrusivo que incluso llega a aflorar.

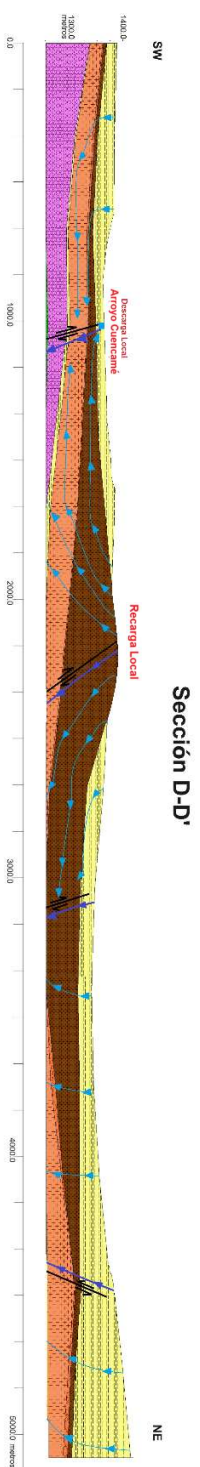
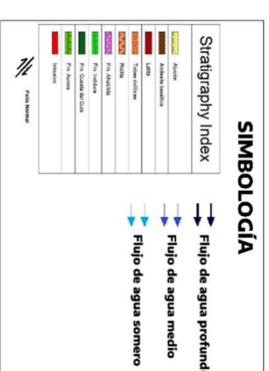
Sobre la sección C-C', que como la sección B-B' pasa por las litologías y estructuras más importantes, ésta tiene la característica de cortar la parte más sobresaliente del afloramiento de rocas granodioríticas de la Sierra de Guadalupe. Los sistemas de flujo encontrados tienen el mismo comportamiento descrito en la sección B-B', e igual no se encuentran zonas de descarga en esta parte del valle; se sigue observando la dirección del sistema de flujo intermedio controlado por la falla normal descrita previamente y las zonas de recarga local. También se aprecia el engrosamiento de la capa de tobas y derrames riolíticos dentro de ese valle.

En la sección D-D', localizada al norte del área de estudio, se puede apreciar como aparece una zona de descarga del sistema de flujo local y que, en esta parte, alimenta al arroyo Cuencamé. Todo se debe a la topografía y a los afloramientos de cuerpos basálticos ya encontrados en esta parte. La zona de descarga del sistema de flujo intermedio controlado por la falla normal no logra verse dentro del área de estudio, seguramente se encuentra mucho más al norte. Las otras fallas normales dentro del Valle de Velardeña, que controlan el sistema de flujo local, reciben agua de la zona de recarga de los cuerpos basálticos ya que no están completamente intemperizados y tienen una porosidad que permite todavía el paso del agua.



133





6. CAPÍTULO 6. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE FLUJO SUBTERRÁNEO

6.1. Grupos de aguas encontrados en Velardeña

Los parámetros físicos y químicos obtenidos en las muestras de agua subterránea nos permiten clasificar y delimitar los sistemas de flujo regionales, intermedios y locales. Gracias al programa Aquachem se puede distinguir el tipo de flujo que pasan por los aprovechamientos medidos. La clasificación se puede conseguir observando la relación entre temperatura y sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica, la relación entre temperatura con los niveles de cloruro, fluoruro, estroncio, sodio y litio, y la relación entre aniones y cationes.

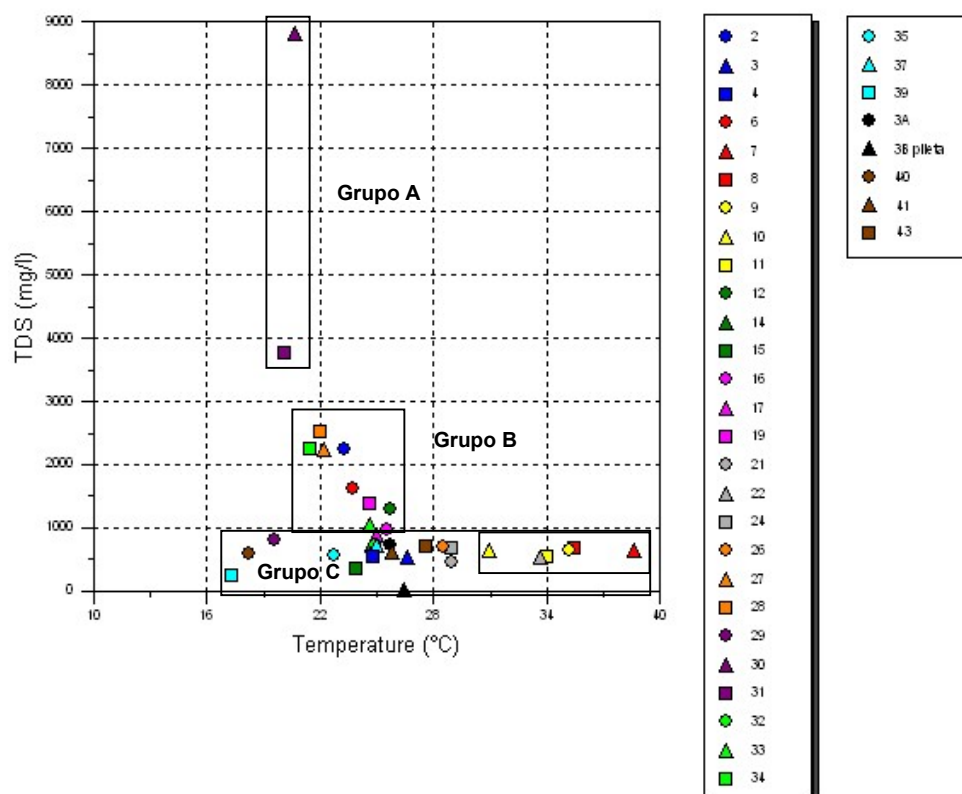


Figura 6. 1 Ubicación de Relación temperatura (°C)-Solutos disueltos totales (mg/l)

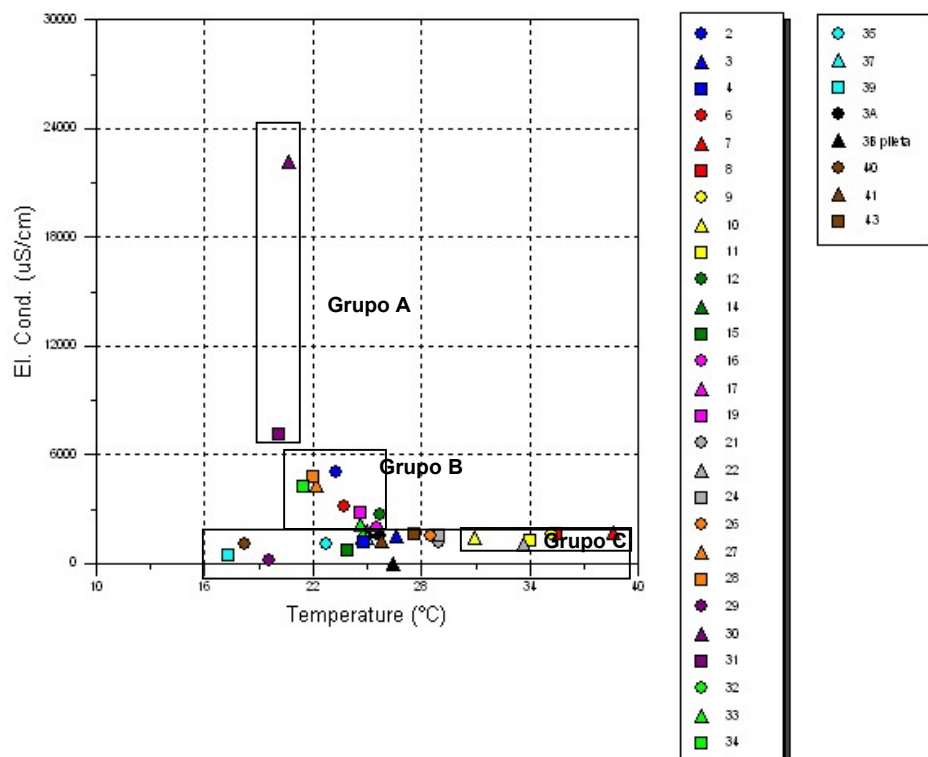


Figura 6. 2 Relación temperatura (°C)-Conductividad eléctrica (μS/m)

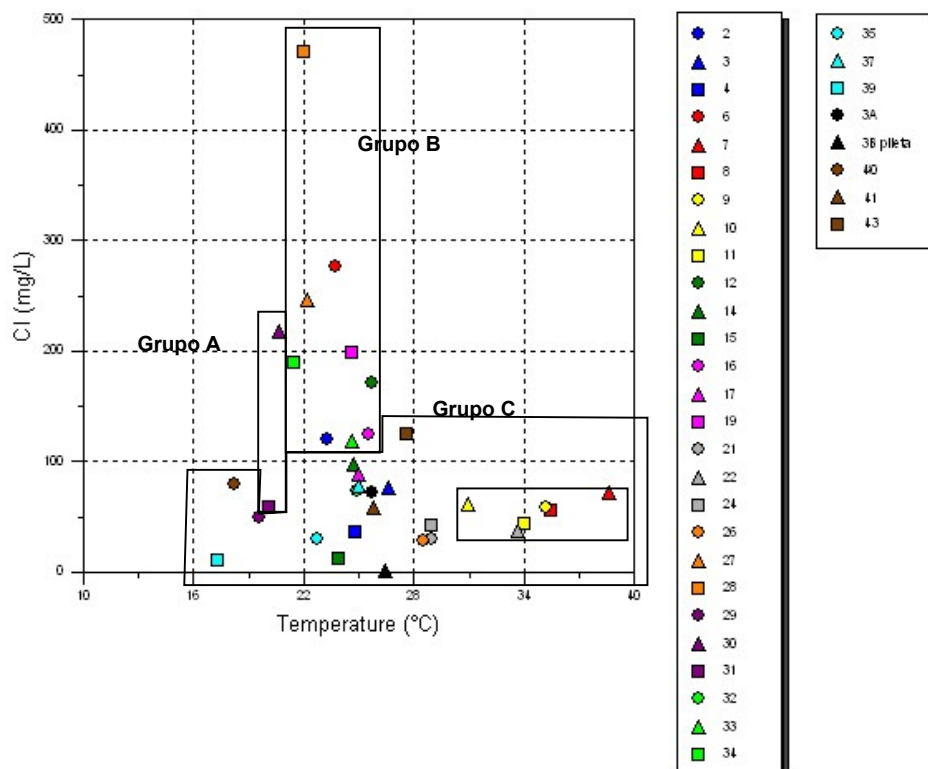


Figura 6. 3 Relación temperatura (°C)-Cloruro (mg/l)

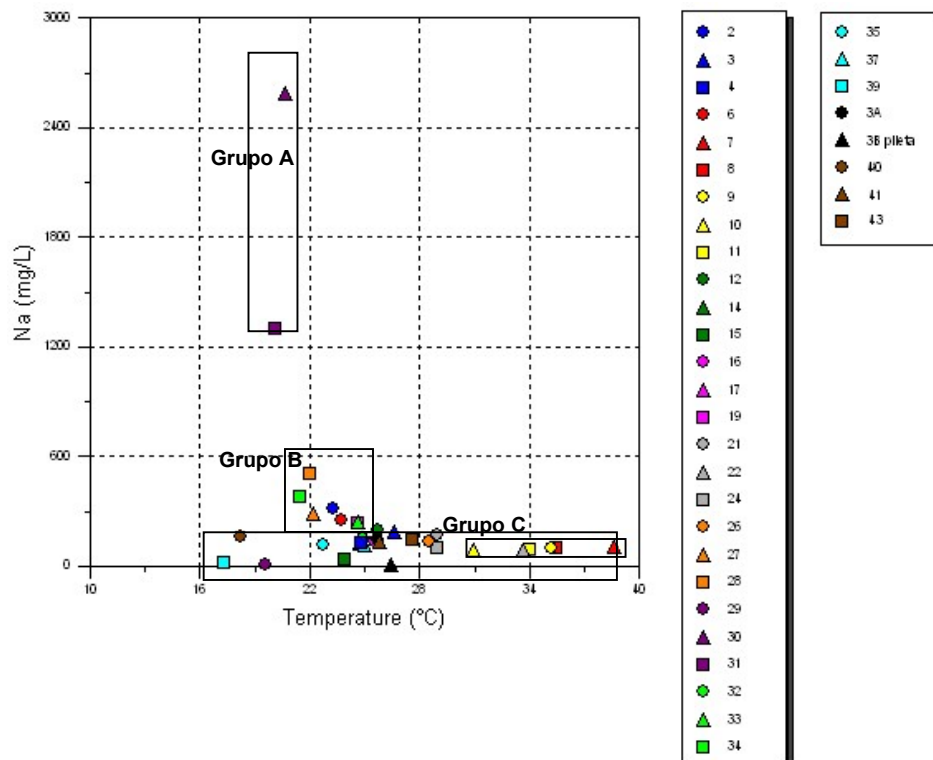


Figura 6. 4 Relación temperatura (°C)-Sodio (mg/l)

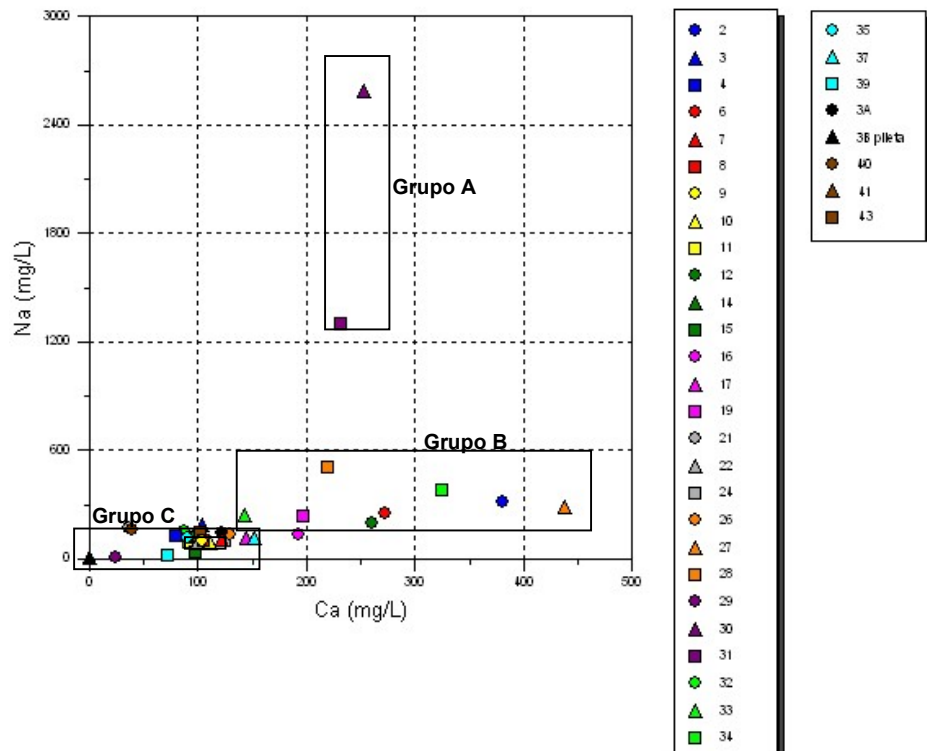


Figura 6. 5 Relación Calcio (mg/l)-Sodio (mg/l)

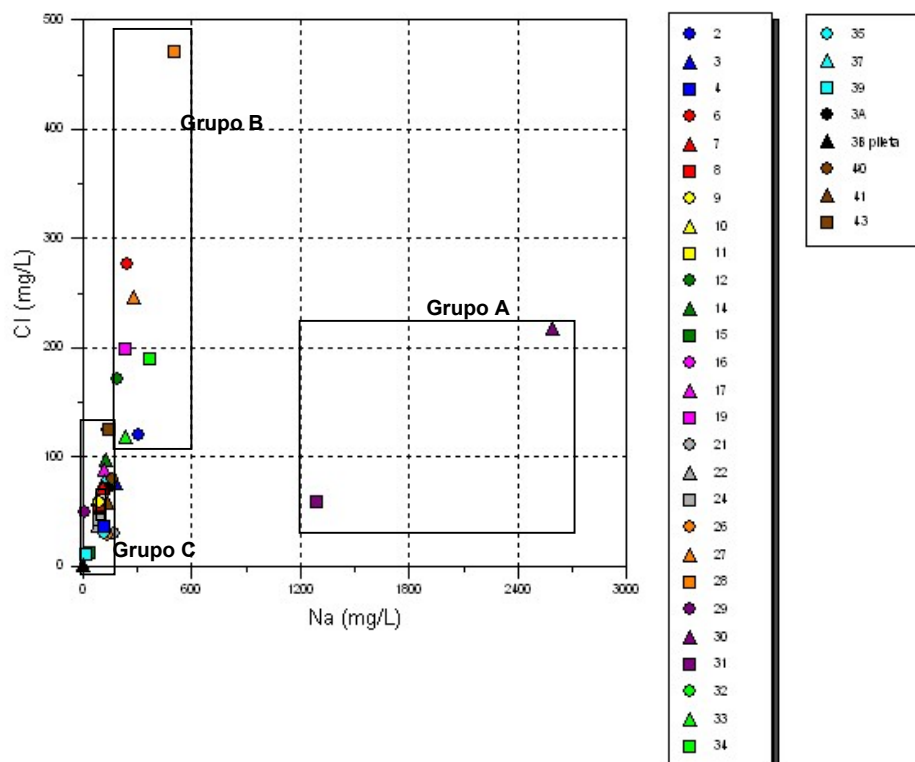


Figura 6. 6 Relación Sodio (mg/l)-Cloruro (mg/l)

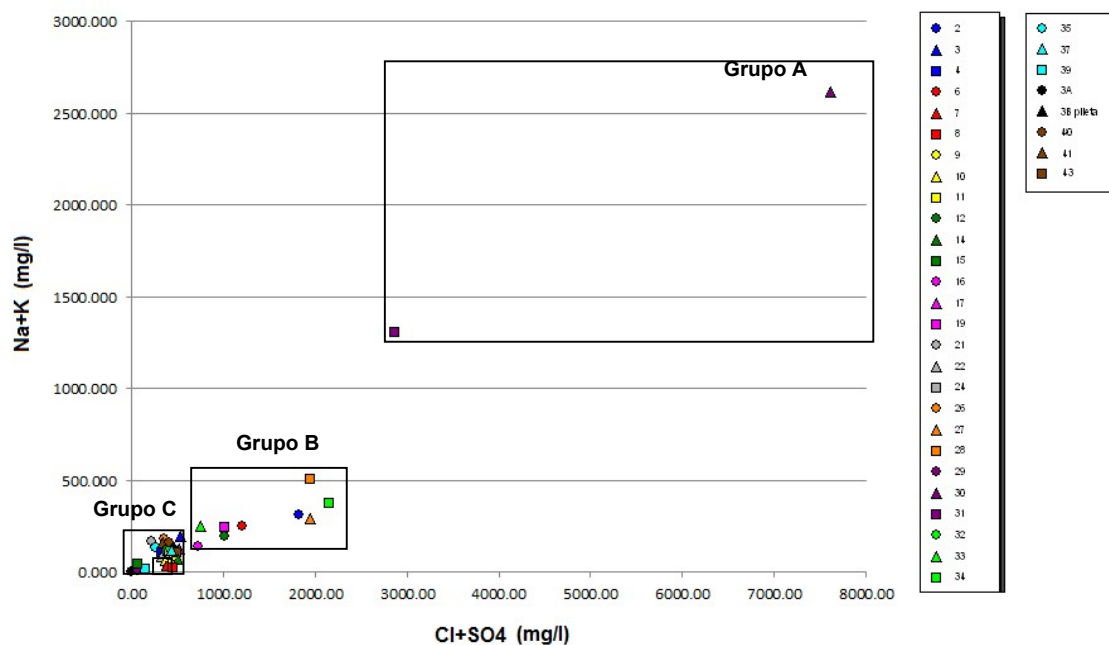


Figura 6. 7 Relación Cloruro y Sulfato (mg/l)-Sodio y Potasio (mg/l)

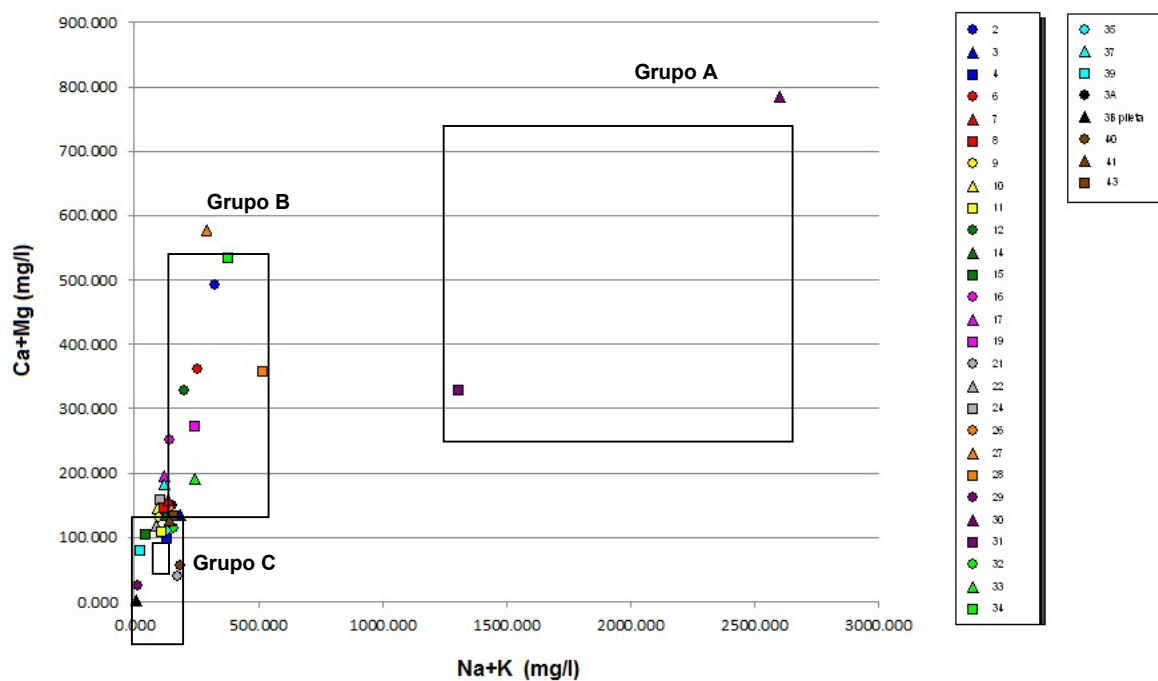


Figura 6. 8 Relación Sodio y Potasio (mg/l)-Calcio y Magnesio (mg/l)

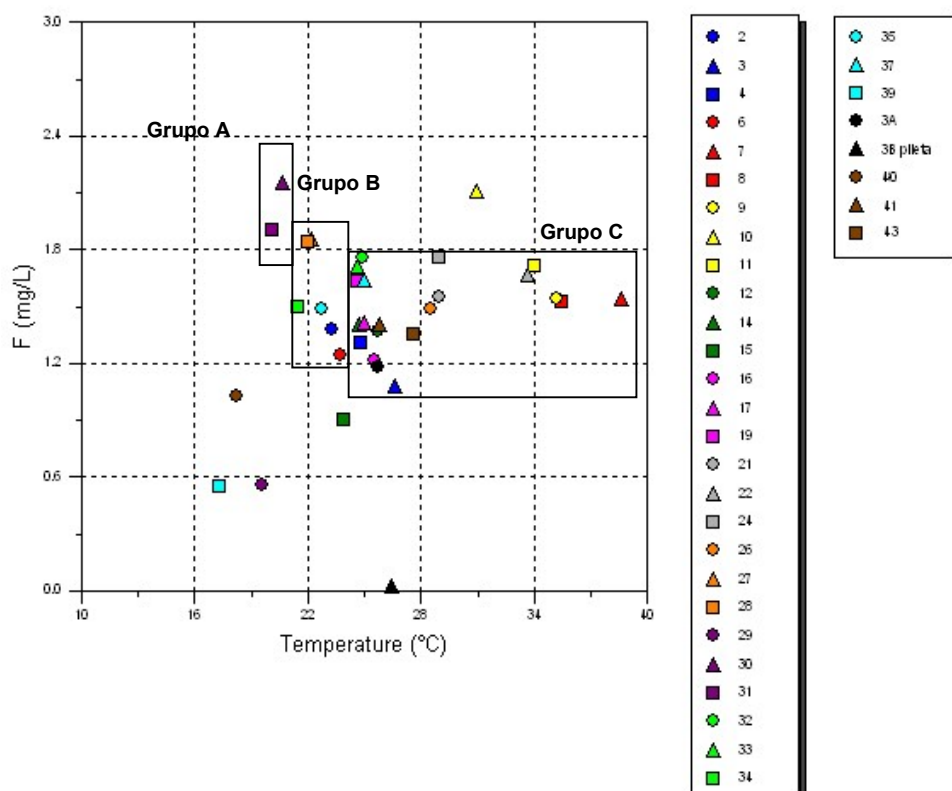


Figura 6. 9 Relación Temperatura (°C)-Fluoruro (mg/l)

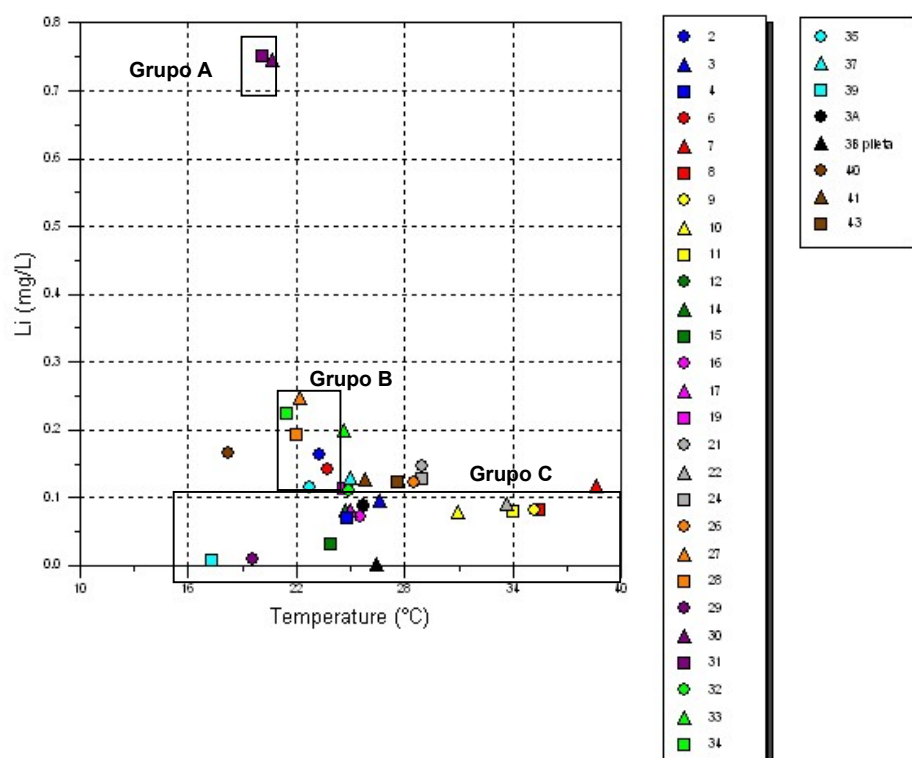


Figura 6. 10 Relación Temperatura (°C)-Litio (mg/l)

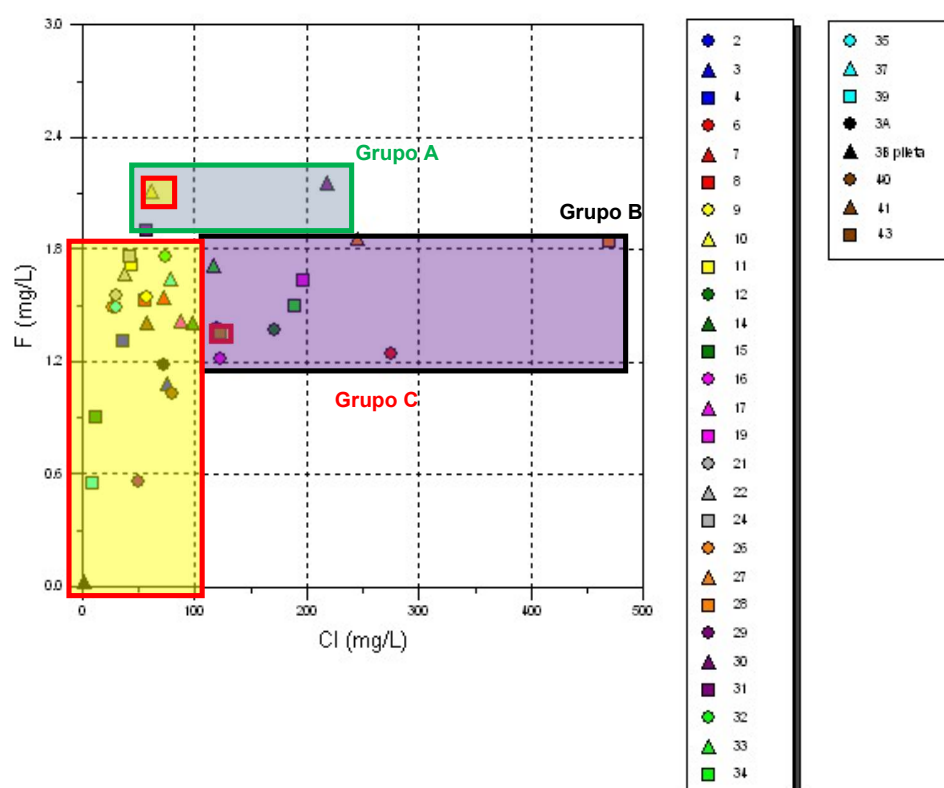


Figura 6. 11 Relación Cloruro (mg/l)-Fluoruro (mg/l)

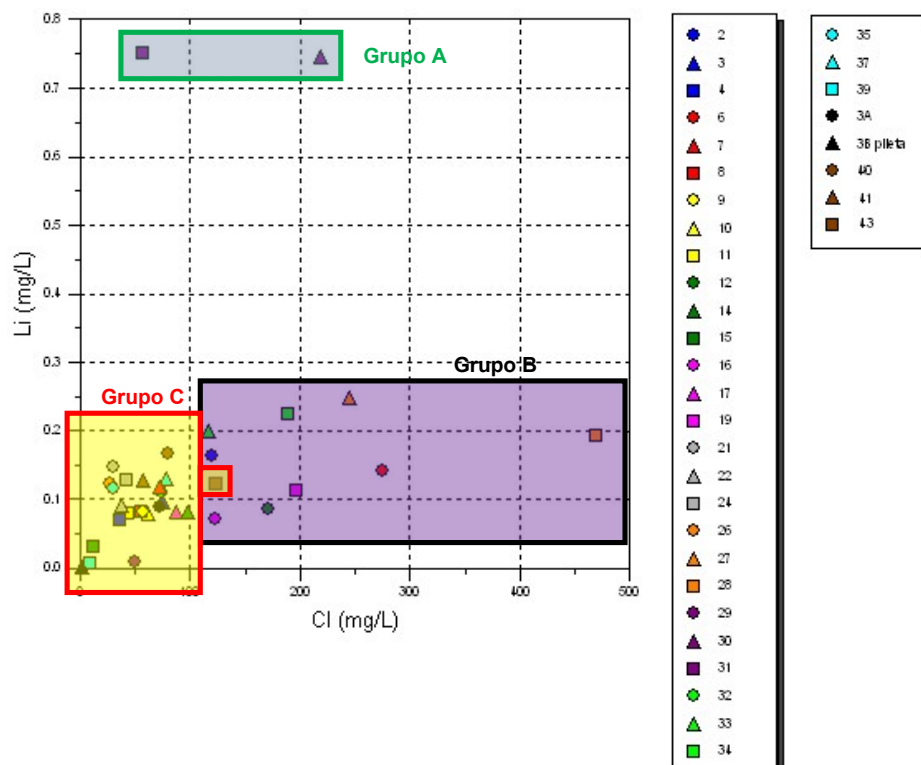


Figura 6. 12 Relación Cloruro (mg/l)-Litio (mg/l)

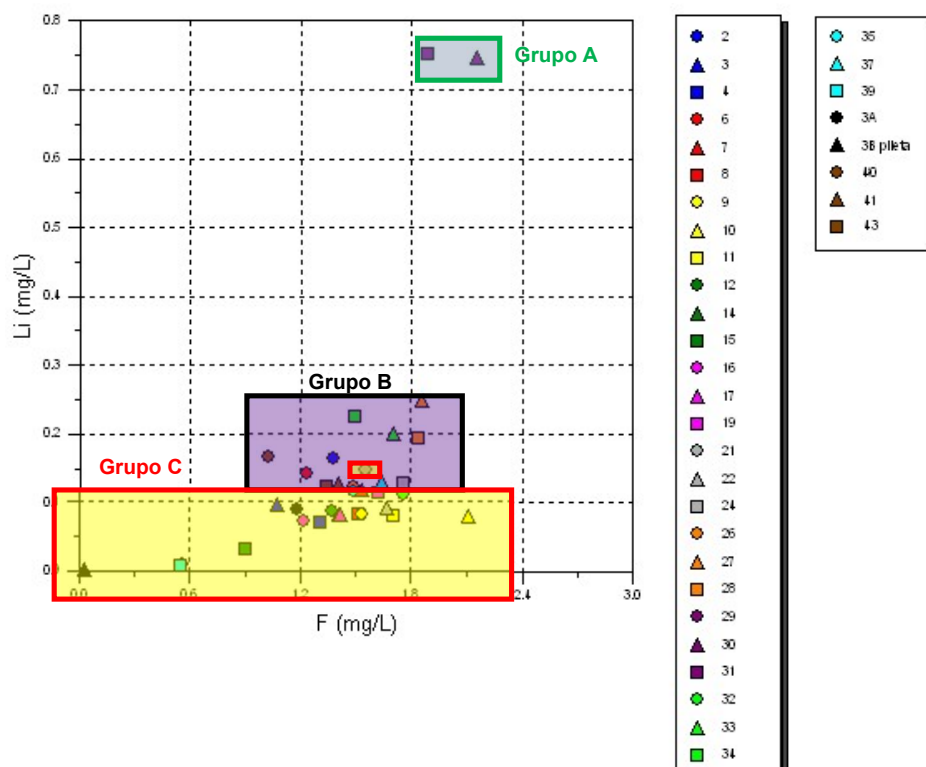


Figura 6. 13 Relación Fluoruro (mg/l)-Litio (mg/l)

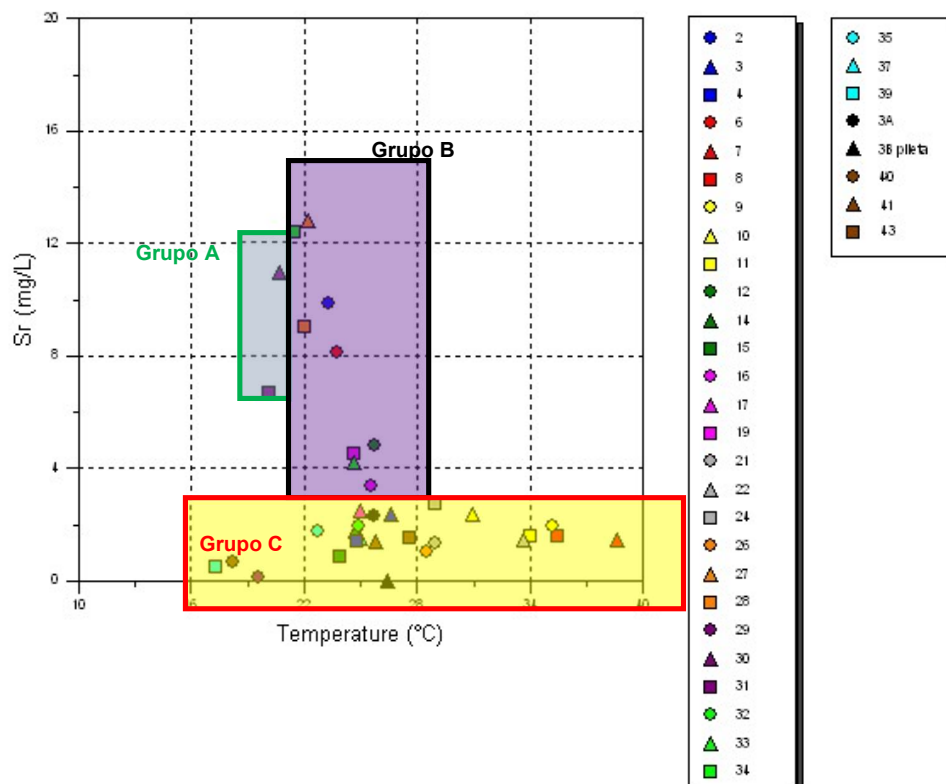


Figura 6. 14 Relación Temperatura (°C)-Estroncio (mg/l)

Estos diagramas mostraron que el grupo A, es decir el sistema de flujo regional, muestran en sus aprovechamientos (30 y 31) los valores de Na y Cl más altos dentro del área de estudio, lo que indica un mayor recorrido del agua. Además de que se encuentran en uno de los puntos más bajos topográficamente del área de estudio. Se consideran aguas sulfatada sódica. Viendo los valores de nitratos, la noria 30 es baja en nitratos, por lo tanto, a pesar de la contaminación, representa al sistema regional.

En el caso del grupo B, que son los dos sistemas de flujo intermedio encontrados en el área, vemos que los aprovechamientos tienen la característica de ser en su mayoría sulfatada cálcica, con conductividad eléctrica relativamente alta, con niveles de Ca y dureza altos, pero de Mg bajo o medio bajo. Niveles bajos de Na y K también aparecen en estos aprovechamientos. Los niveles de HCO₃, CO₃, SO₄ y Cl van de valores medios a altos. Como los aprovechamientos del flujo regional, aquí se presentan altos niveles de estroncio en el agua, lo que significa que interactuó con calizas ya que este elemento es un trazador para esta roca.

El grupo C, los sistemas de flujo local, presentan en su mayoría temperaturas no altas con excepción de los aprovechamientos 7, 8, 9, 10, 11 y 22, algunos de éstos se encuentran dentro de la Sierra de Guadalupe, en el pie de esta o en puntos con gran elevación. En su mayoría, los aprovechamientos de los sistemas de flujo local

están en la familia de bicarbonatada cálcica. Sus niveles de Ca y dureza son medios, pero los de Mg son los más bajos de todos los muestreados. Igual sus niveles de Na, K, Cl, SO₄ y CO₃ son bajos, pero los valores HCO₃ son altos.

Con toda esta información hidrogeoquímica se puede ya delimitar los sistemas de flujo con más detalle.

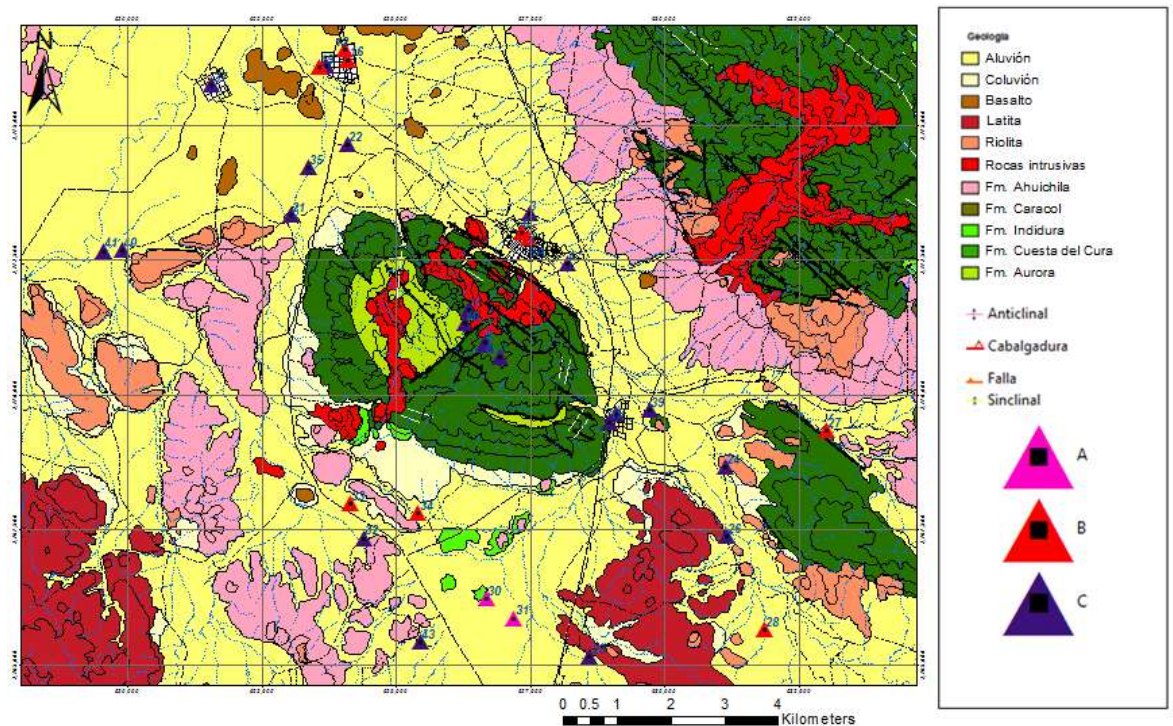


Figura 6. 15 Mapa de grupos de flujo de agua

6.2. Equilibrio mineral

Ahora, para entender la evolución geoquímica del agua subterránea se debe conocer el comportamiento de los minerales por los que esa agua tuvo contacto, verificar si tuvo una fase sólida y una de solución. El equilibrio mineral enseña si hay minerales reactivos en el sistema de flujo y se emplea los índices de saturación establecidos de cada mineral de importancia (se emplea el software PHREEQC para crear estos diagramas). Si en un inicio la solución no contiene ninguno de los componentes del mineral, entonces hay un desequilibrio y el mineral se disolverá para proveer componentes a la solución.

Cuando el índice de saturación de un mineral es menor a cero, el agua está subsaturada y el mineral no precipita, se disuelve en la solución para alcanzar el equilibrio. Sucede al revés con la sobresaturación, cuando el mineral no es reactivo.

Por ejemplo, con el índice de saturación de la fluorita en relación con el litio (mg/L) se observa el estado de equilibrio de la muestra del agua con los minerales. En la gráfica se aprecia que la mayoría de las muestras se encuentran en la zona subsaturada, es decir, el agua puede disolver a la fluorita provocando que se enriquezca de fluoruro.

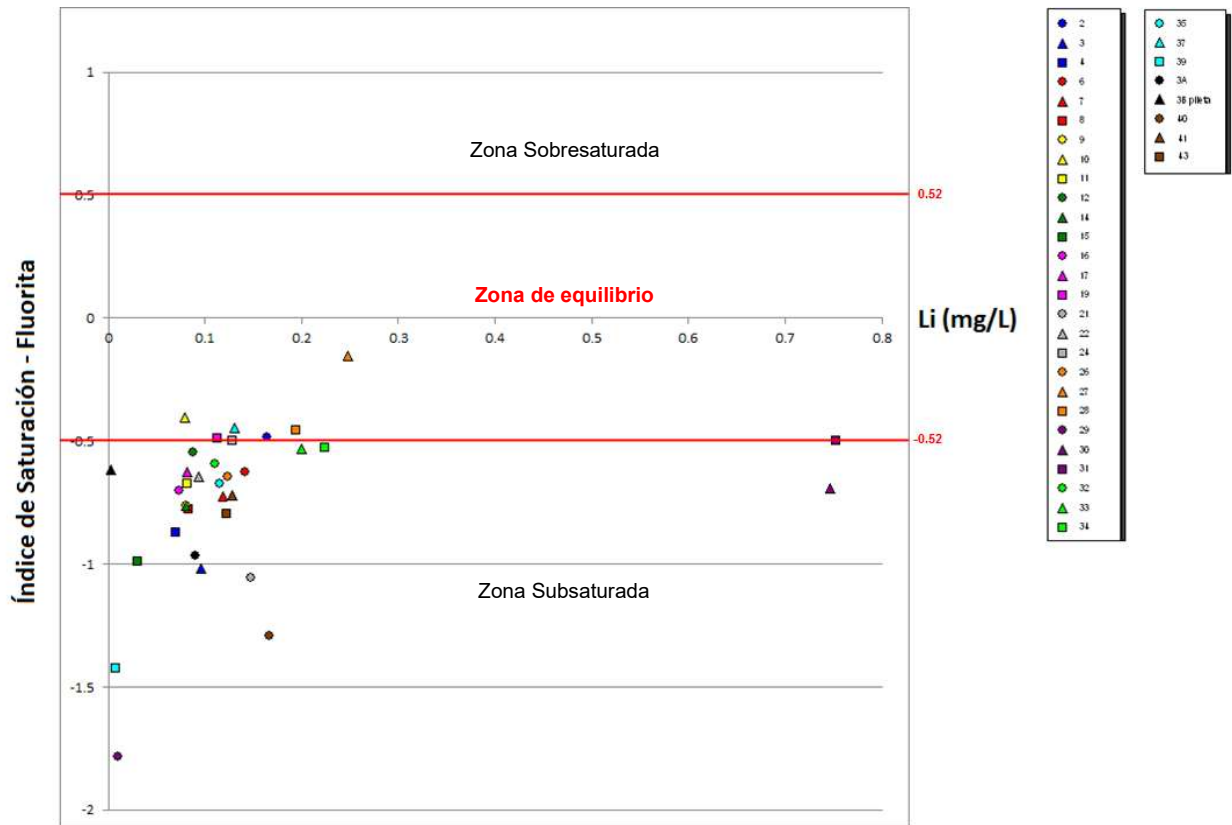


Figura 6. 16 Relación del índice de saturación de la fluorita en y litio

En el diagrama de la fluorita con relación a la conductividad eléctrica, la mayoría del mineral en el agua subterránea del área de estudio se encuentra debajo de la zona de equilibrio. La subsaturación de fluorita en los sistemas de flujo sucede cuando el agua entra al aluvión del Valle de Velardeña, ya que las muestras que la mayoría se ubican dentro de la zona de equilibrio alejadas del valle. Pero el único que se va enriqueciendo ligeramente de principio a fin de fluorita es el sistema de flujo intermedio que cruza el Valle de Velardeña



Figura 6. 17 Relación del índice de saturación de la fluorita en relación y la conductividad eléctrica

El índice de saturación de la calcita en el área de estudio se encuentra en su mayor parte dentro de la zona de equilibrio. Los únicos casos donde se encuentra en la zona saturada en los aprovechamientos del sistema de flujo regional y en dos ubicados a los pies de la Sierra de Guadalupe, pertenecientes al sistema de flujo local, por lo que la calcita precipita.

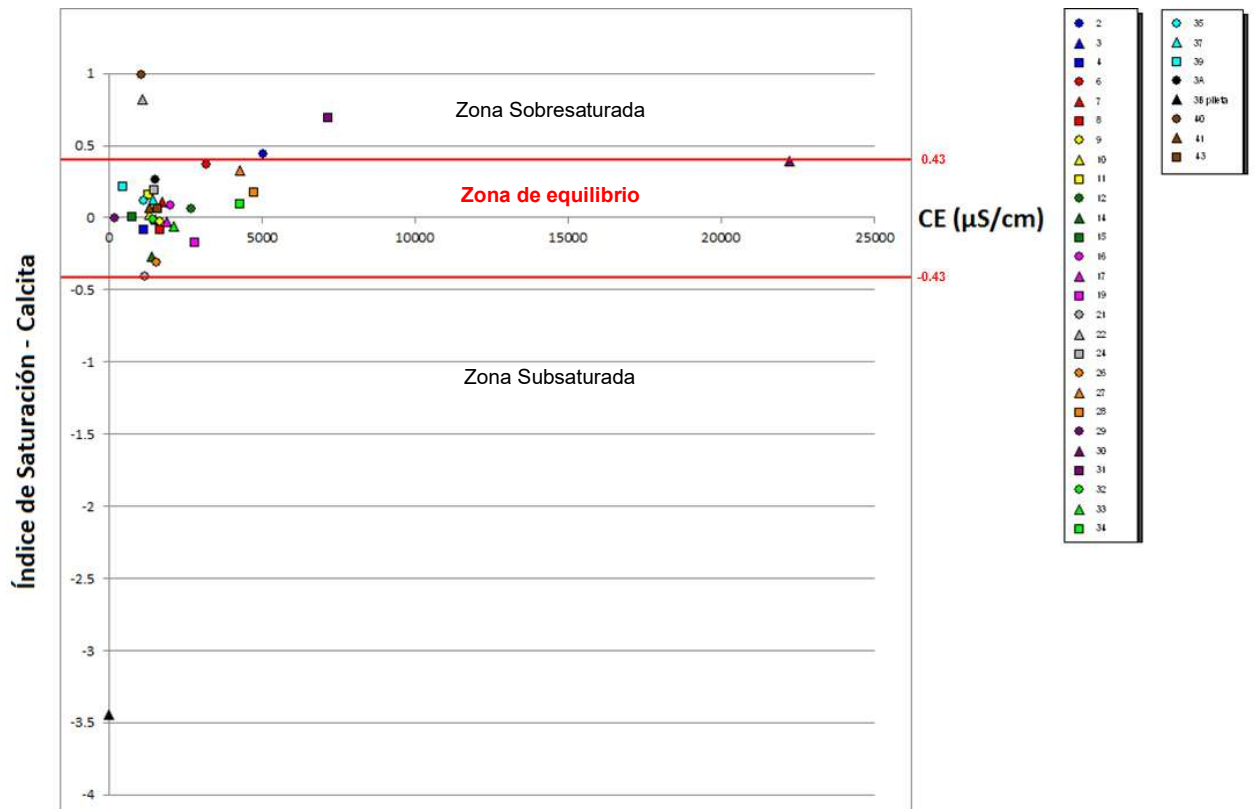


Figura 6. 18 Relación del índice de saturación de la calcita y la conductividad eléctrica

El índice de saturación de la dolomita tiene un comportamiento muy similar a la de la calcita. La mayoría se encuentra dentro de la zona de equilibrio con excepción de los aprovechamientos localizados dentro del sistema de flujo regional y un pozo profundo al norte, a los pies de la Sierra de Guadalupe, perteneciente al sistema de flujo local.

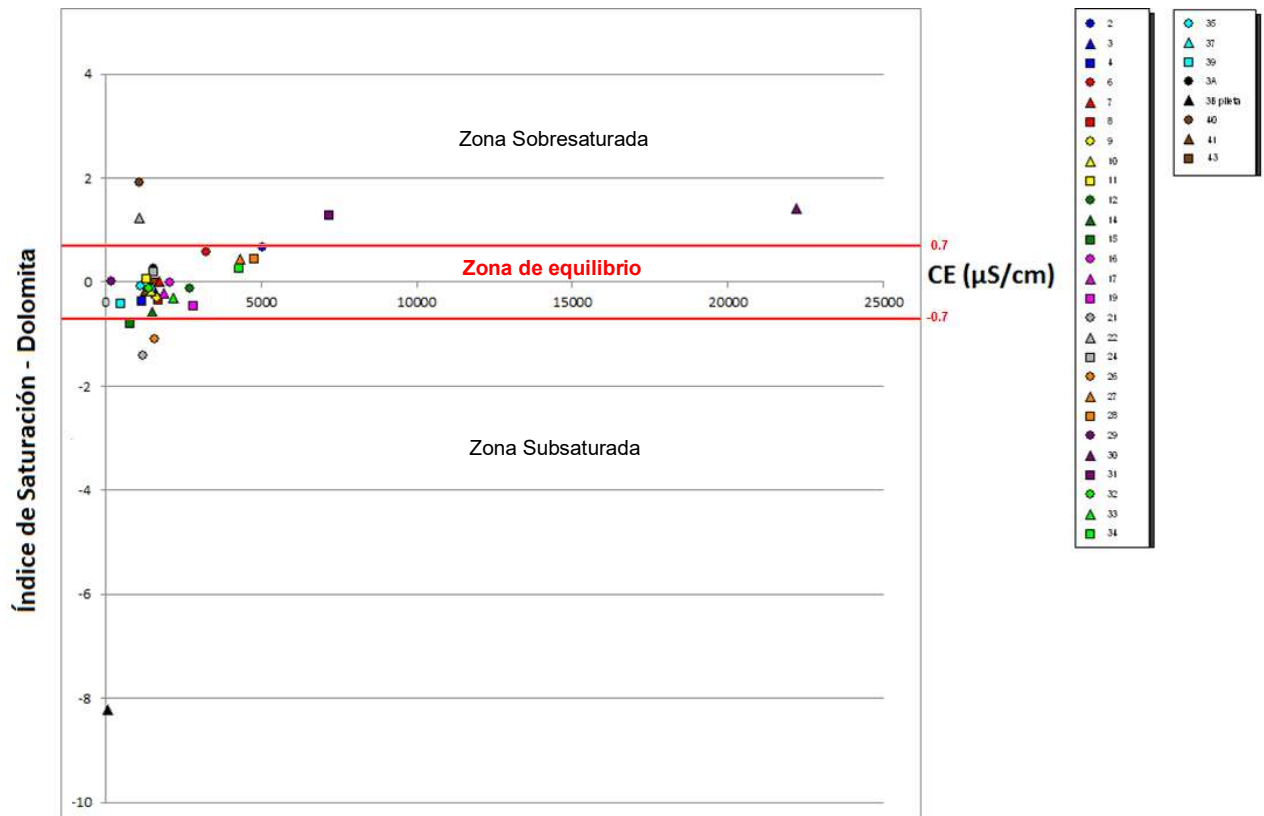


Figura 6. 19 Relación del índice de saturación de la dolomita y la conductividad eléctrica

El índice de saturación del yeso muestra una clara tendencia de los sistemas de flujo, en especial del sistema de flujo local, de querer alcanzar el equilibrio a medida que avanza la dirección del flujo pues se va enriqueciendo.

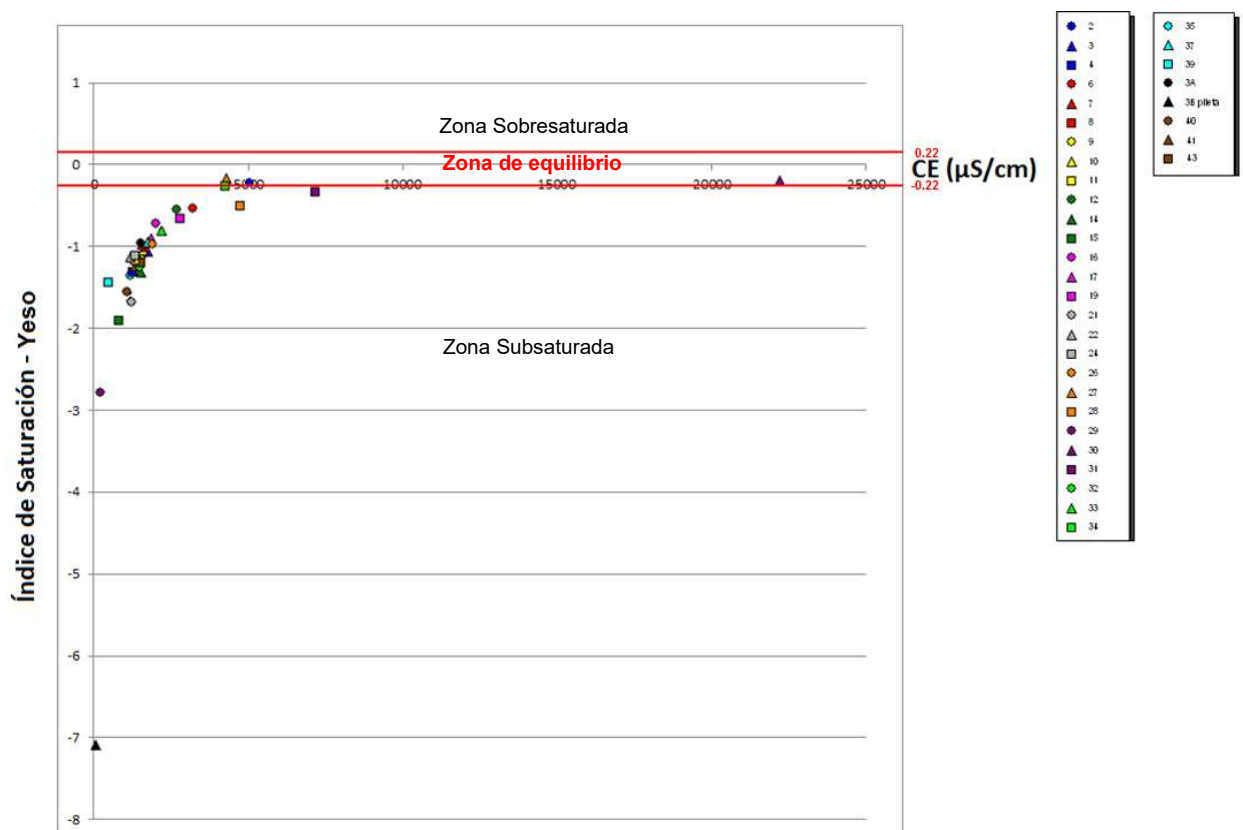


Figura 6. 20 Relación del índice de saturación del yeso y la conductividad eléctrica

En resumen, la calcita se encuentra en equilibrio en todo el Valle de Velardeña por el alto contenido de carbonatos. El sistema de flujo local dentro del valle se va enriqueciendo de minerales de dolomita y yeso a lo largo de su trayectoria hasta alcanzar su equilibrio. La fluorita llega a su punto de equilibrio solamente en el sistema de flujo intermedio que atraviesa el valle. Por el contrario, el sistema de flujo regional se encuentra sobresaturado de todos los minerales, provocando que precipiten.

Entonces, el origen de la composición química de los sistemas de flujo regional e intermedio del agua subterránea son de rocas que no se encuentran dentro del área de estudio, deben de ser formaciones de composición ígnea ubicadas al sur del área (ya que los suelos y vegetación no contribuyen sustancialmente para generar esos valores). Aunque, como se había señalado, cuerpos intrusivos dentro del valle sí podrían influenciar para ese ligero aumento de fluorita en el flujo intermedio que recorre el Valle de Velardeña. El flujo local de agua subterránea sí es influenciado por los minerales de las rocas y sedimentos productos del intemperismo de las sierras de Guadalupe y San Lorenzo, aunque no tienen una gran influencia porque sus trayectos son muy cortos.

6.3. Ubicación y descripción de los sistemas de flujo de agua subterránea de Velardeña

Conociendo a más detalle la evolución hidrogeoquímica del agua subterránea, esta información es agregada a las cuatro secciones obtenidas a partir del modelo hidrogeológico en 3D elaborado en Rockworks para ilustrar mejor el comportamiento de los sistemas de flujo de agua subterránea regional, intermedio y local en la zona de Velardeña. Se describen de oeste a este, destacando litologías, estructuras geológicas, zonas de recarga/descarga, composición química del agua y aprovechamientos asociados.

Sección A-A' (Aprovechamientos 31, 29, 26, 24 y 27):

La sección A-A' (Figura 6.21) corta las rocas latíticas cenozoicas y las de la Formación Cuesta del Cura ubicadas al SE del área de estudio. Estas latitas están fracturadas y se comportan como una buena zona de recarga local, además de que se visualiza que el Arroyo Cuencamé, ubicado a la mitad de esta sección, es alimentado por aguas que interactuaron con esta litología y con las rocas subyacentes, que también son ígneas extrusivas (es decir, aquí se ubica una zona de descarga). En esta sección están los aprovechamientos de agua subterránea 31, 29, 26, 24 y 27. Descripción de oeste a este:

1. La parte occidental de la sección corta una pequeña porción del aluvión donde se encuentra el sistema de flujo regional, es decir, aquel cuya agua subterránea tiene principalmente altos niveles de SO_4 , Na y cloruros, y medios de CO_3 , HCO_3 y fluoruros; no hay más evidencia de este sistema de flujo en el área de estudio debido a que más al norte afloran las rocas arcillo-calcáreas del Cretácico Superior que impiden su distribución más allá. Este sistema de flujo regional no tiene zona de recarga ni descarga dentro del área de estudio.
2. En el derrame latítico se encuentra una zona de recarga local, en su cima hay suelo litosol y vegetación de matorral desértico micrófilo, esta agua subterránea empieza aportando principalmente SO_4 y Ca al sistema. Un poco más al oriente, dentro de la parte sur del Valle de Velardeña, en el aluvión, se encuentra la zona de descarga local de este sistema, justo donde se encuentra uno de los afluentes del arroyo Cuencamé. En esta zona de descarga se encuentra suelo xerosol y surgen mezquites que aprovechan esa agua.
3. En la zona más oriental de la sección se puede apreciar el sistema de flujo intermedio que se mueve a través de la falla normal que da origen al arroyo Cuencamé y afecta las calizas arcillosas y lutitas de la Formación Cuesta del Cura; el agua subterránea del sistema de flujo intermedio tiene principalmente niveles altos de Ca, Sr y SO_4 , y medios de CO_3 , HCO_3 , cloruros y fluoruros. Este sistema no tiene zona de recarga ni descarga dentro del área de estudio, pero se mueve con dirección SE-NW.
4. El agua superficial que baja de las zonas altas de la Sierra de San Lorenzo se infiltra rápidamente en los sedimentos calcáreos de aluvión, con suelos

regosol y xerosol calcáreo, e incluso, como esta sección demuestra, a tobas y derrames riolíticos que llegan a aparecer en algunos sectores del valle, formando parte del sistema de flujo de agua subterránea local.

Sección B-B' (Aprovechamientos 32, 33, 34, 14, 15 y 29):

La sección B-B' (Figura 6.22) atraviesa todas las estructuras importantes del área de estudio, empezando por la Sierra de Guadalupe que tiene una ventana de la Formación Aurora, que está formada mayoritariamente por calizas con buena porosidad y permeabilidad, además de que éstas están afectadas por fallas normales, por lo que se convierte en una excelente zona de recarga. Sin embargo, y aunque se puede establecer desde un inicio que es una zona de recarga local al encontrarse su zona de descarga local dentro del Valle de Velardeña, también debe ser el inicio de sistemas de flujos intermedios e incluso regionales debido al tamaño de la estructura. Pero, al no encontrar en el área de estudio esas zonas de descarga intermedias y regionales que se conectan con la Sierra de Guadalupe, se le dará mayor prioridad al sistema de flujo local. En esta sección están los aprovechamientos de agua subterránea 32, 33, 34, 14, 15 y 29. Descripción de oeste a este:

1. La parte occidental de la sección corta una porción del aluvión donde se encuentra el sistema de flujo intermedio cuya agua subterránea tiene principalmente niveles altos de Ca, Sr y SO_4 , y medios de CO_3 , HCO_3 , cloruros y fluoruros; este sistema no tiene zona de recarga ni descarga dentro del área de estudio y se mueve por el aluvión localizado en la parte occidental de la Sierra de Guadalupe con dirección hacia el norte hasta que es limitado por los conglomerados con matriz arcillo-calcárea de la Formación Ahuichila.
2. En la Sierra de Guadalupe, donde afloran las calizas de grano grueso de la Formación Aurora, se encuentra una zona de recarga local que tiene suelo litosol y pastizales. Como se mencionó anteriormente, en este trabajo se maneja las cimas de las sierras de Guadalupe y San Lorenzo como zonas de recarga local a pesar de que existe la posibilidad de que lleguen a ser zonas de recarga intermedia e incluso regional, esto es debido a que no se encontraron sus respectivas zonas de descarga intermedia y regional; esta zona está vinculada a un acuífero confinado al que el sistema de flujo empieza aportando principalmente SO_4 y Ca, también se aporta niveles ligeramente elevados de As y fluoruros al agua debido a su interacción con cuerpos intrusivos que contienen minerales como fluorita y algunos sulfuros que la enriquecen y la misma actividad minera de la zona que los libera.
3. La mayor parte del sistema de fallas normales que da origen al graben de Velardeña forma parte del sistema de flujo de agua subterránea local, las fallas normales que afectan a las sierras de Guadalupe y San Lorenzo, donde afloran principalmente las calizas arcillosas de la Formación Cuesta del Cura y superficialmente hay suelo litosol y vegetación de matorral desértico rosetófilo, se convierten en zonas de recarga a pesar de que gran parte de estas sean diques y se encuentren muy mineralizadas. Se encontraron zonas donde el agua puede llegar a infiltrarse, en especial en las zonas norte y sur

de la Sierra de Guadalupe donde las rocas calcáreas no están tan afectadas por los cuerpos intrusivos. En la falla normal que da origen al arroyo Cuencamé y en esta parte se encuentra al este de la Sierra de Guadalupe, ya cubierta por el aluvión calcáreo, el sistema de flujo intermedio continúa su curso SE-NW a lo largo del valle y su agua subterránea sigue con niveles altos de Ca, Sr y SO_4 , y medios de CO_3 , HCO_3 , cloruros y fluoruros.

4. El agua superficial que baja de las zonas altas de las sierras de Guadalupe y San Lorenzo se infiltra rápidamente en los sedimentos calcáreos de aluvión, con suelos regosol y xerosol calcáreo, e incluso, como esta sección demuestra, a tobas y derrames riolíticos y basálticos que llegan a aparecer en algunos sectores del valle, formando parte del sistema de flujo de agua subterránea local.

Sección C-C' (Aprovechamientos 7, 8, 9, 10, 11, 2, 6, 4 y 3):

Sobre la sección C-C' (Figura 6.23), que como la sección B-B' pasa por las litologías y estructuras más importantes, ésta tiene la característica de cortar la parte más sobresaliente del afloramiento de rocas granodioríticas de la Sierra de Guadalupe. Los sistemas de flujo encontrados tienen el mismo comportamiento descrito en la sección B-B', e igual no se encuentran zonas de descarga en esta parte del valle; se sigue observando la dirección del sistema de flujo intermedio controlado por la falla normal descrita previamente y las zonas de recarga local. También se aprecia el engrosamiento de la capa de tobas y derrames riolíticos dentro de ese valle. En esta sección están los aprovechamientos de agua subterránea 7, 8, 9, 10, 11, 2, 6, 4 y 3. Descripción de oeste a este:

1. Similar a la sección B-B', en la Sierra de Guadalupe, donde siguen aflorando las calizas de la Formación Aurora que aparecen en esta zona afectadas por una falla normal con echado NE, está una zona de recarga local que tiene suelo litosol y vegetación de matorral desértico rosetófilo, y vinculada a un acuífero confinado al que el sistema de flujo empieza aportando principalmente SO_4 y Ca, también se aporta niveles ligeramente elevados de As y fluoruros al agua debido a su interacción con cuerpos intrusivos que contienen minerales como fluorita y algunos sulfuros que la enriquecen y la misma actividad minera ya mencionada.
2. Las demás fallas normales en la Sierra de Guadalupe, así como las de la Sierra de San Lorenzo, tienen influencia en el sistema de flujo de agua subterránea local ya que son también zonas de recarga local como se explicó en la sección B-B', que afectan principalmente a la Formación Cuesta del Cura y en sus cimas hay suelo litosol y vegetación de matorral desértico rosetófilo. E igual, la falla normal que da origen al arroyo Cuencamé, y que este sector se encuentra al este del poblado Velardeña, el sistema de flujo intermedio de agua subterránea aún sigue su curso SE-NW, con niveles altos de Ca, Sr y SO_4 , y medios de CO_3 , HCO_3 , cloruros y fluoruros.
3. El agua superficial que baja de las zonas altas de las sierras de Guadalupe y San Lorenzo se infiltra rápidamente en los sedimentos calcáreos de aluvión, con suelos regosol y xerosol calcáreo, e incluso, como esta sección

demuestra, a tobas y derrames riolíticos que llegan a aparecer en algunos sectores del valle formando parte del sistema de flujo de agua subterránea local.

Sección D-D' (Aprovechamientos 21, 37, 35, 22, 17, 19, 16, 12):

En la sección D-D' (Figura 6.24), localizada al norte del área de estudio, se puede apreciar como aparece una zona de descarga del sistema de flujo local y que, en esta parte, alimenta al arroyo Cuencamé. Todo se debe a la topografía y a los afloramientos de cuerpos basálticos ya encontrados en esta parte. La zona de descarga del sistema de flujo intermedio controlado por la falla normal no logra verse dentro del área de estudio, seguramente se encuentra mucho más al norte. Las otras fallas normales dentro del Valle de Velardeña, que controlan el sistema de flujo local, reciben agua de la zona de recarga de los cuerpos basálticos ya que no están completamente intemperizados y tienen una porosidad que permite todavía el paso del agua. En esta sección están los aprovechamientos de agua subterránea 21, 37, 35, 22, 17, 19, 16, 12. Descripción de oeste a este:

1. En el derrame basáltico encontrado en medio de esta sección se encuentra una zona de recarga local, en su cima hay suelo xerosol y pastizales, los basaltos en esta zona se encuentran con algo de intemperismo pero tienen la porosidad y permeabilidad necesarias para que el agua subterránea fluya por los mismos. Esta agua empieza aportando principalmente Na al sistema. Un poco más al occidente se encuentra la zona de descarga local, justo donde se encuentra el arroyo Cuencamé. Esta zona de descarga se encuentra en el aluvión calcáreo, donde hay presencia de depósitos del mismo arroyo y suelo xerosol; ahí mismo surgen mezquites de manera natural y campos agrícolas que aprovechan esa agua.
2. En esta sección se puede apreciar como los depósitos del aluvión, los derrames basálticos, tobas y derrames riolíticos, los conglomerados de la Formación Ahuichila e incluso la cima de las lutitas de la Formación Indidura (pozo Graseo) siguen siendo afectadas por las fallas normales que forman el graben de Velardeña. El sistema de flujo de agua subterránea intermedio que se mueve a través de la falla normal que da origen al arroyo Cuencamé tiene en esta zona los niveles de Ca, Sr y SO₄ más bajos dentro de este sistema (ver diagramas de Stiff) ya que esta agua subterránea entra en contacto más directo con aquella del sistema de flujo local relacionada con los derrames basálticos. También hay una disminución, aunque muy menor, de los niveles de As, fluoruros y cloruros. Este sistema de flujo intermedio tendrá su zona de descarga no muy lejos del área de estudio, quizás antes de que el arroyo Cuencamé desemboque en el río Nazas.

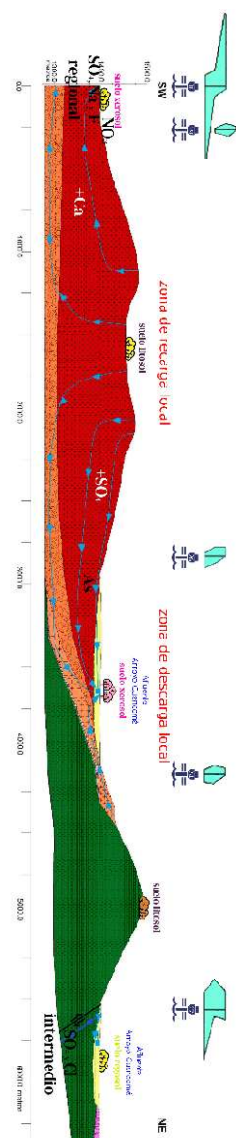
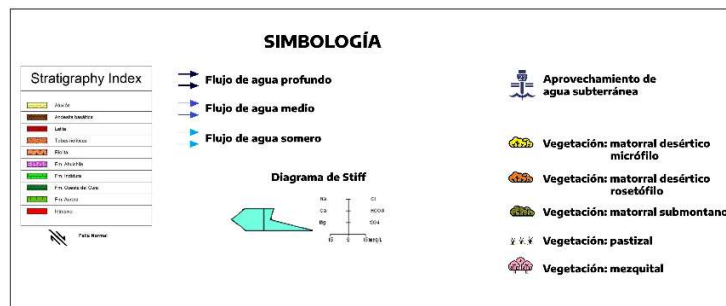


Figura 6. 21

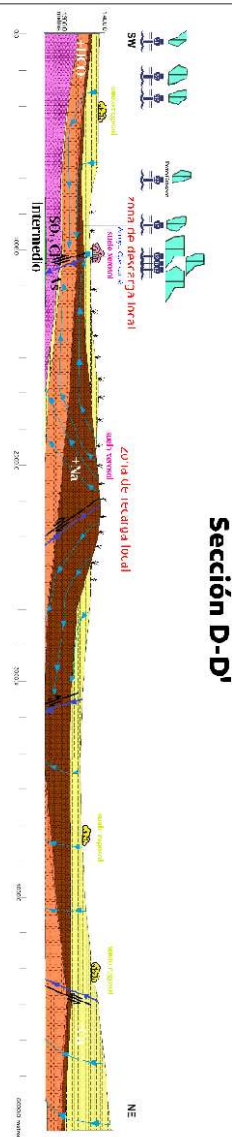
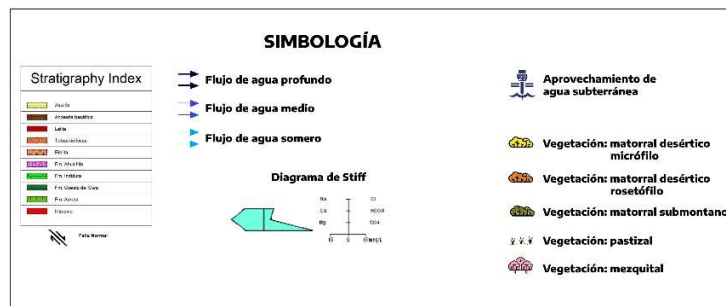


Figura 6. 24

Hay por lo tanto en la zona de Velardeña un sistema de flujo de agua subterránea regional identificado principalmente en el sector sur del área de estudio, caracterizado por aguas sulfatadas sódicas con altos niveles de Na, Cl y SO_4 , y niveles medios de HCO_3 , CO_3 y fluoruros; este flujo se dirige hacia el oeste debido a la barrera natural impuesta por la Sierra de Guadalupe, cuya estructura elevada y rocas intrusivas impiden su avance hacia el norte, limitando su distribución dentro del área y sin zonas de recarga o descarga visibles en el estudio.

Se delimitan dos sistemas de flujo de agua subterránea intermedios: uno de menor extensión localizado al suroeste de la Sierra de Guadalupe, confinado en el aluvión y restringido hacia el norte por las rocas arcillosas de las formaciones Indidura y Caracol, lo que provoca que el flujo no se distribuya más allá de esta barrera y mantenga una composición química con altos Ca, Sr y SO_4 , y medios HCO_3 , CO_3 , Cl y fluoruros; y otro de mayor extensión que fluye a través de la falla normal principal que da origen al arroyo Cuencamé, con dirección SE-NW a lo largo de todo el graben de Velardeña, canalizado por esta estructura tectónica que afecta principalmente a las calizas arcillosas de la Formación Cuesta del Cura, permitiendo un recorrido prolongado con interacción mineral que enriquece el agua en Ca y SO_4 principalmente por disolución de yeso y calcita, y fluoruros asociados a intrusivos.

Finalmente, se reconocen tres sistemas de flujo locales: uno de menor tamaño en el occidente de la Sierra de Guadalupe, dentro del aluvión calcáreo con suelos regosoles y xerosoles, caracterizado por aguas bicarbonatadas cálcicas de corto recorrido y baja interacción mineral; otro en la misma Sierra de Guadalupe, relacionado directamente con el acuífero confinado en las calizas de grano grueso de la Formación Aurora e influenciadas por fracturamiento, donde la recarga ocurre en las cimas con suelos litosoles y pastizales, aportando inicialmente SO_4 y Ca, con niveles moderados de As y fluoruros por proximidad a cuerpos intrusivos mineralizados; y uno más de mayor tamaño que cubre gran parte del Valle de Velardeña, alojado en sus depósitos de aluvión cuaternario, relacionado al acuífero libre con dirección general SE-NW controlada por el graben y fallas normales secundarias, donde la recarga se produce por infiltración rápida en zonas de aluvión y descarga en el arroyo Cuencamé o áreas agrícolas, con aguas predominantemente bicarbonatadas cálcicas y presencia de mezquites como indicadores biológicos de humedad superficial.

Se realiza una representación gráfica en el mapa geológico para detallar estos sistemas de flujo de agua subterránea encontrados, para visualizar mejor del sistema de flujo local dentro del valle de Velardeña se muestra el nivel estático del acuífero libre (Figura 6.25).

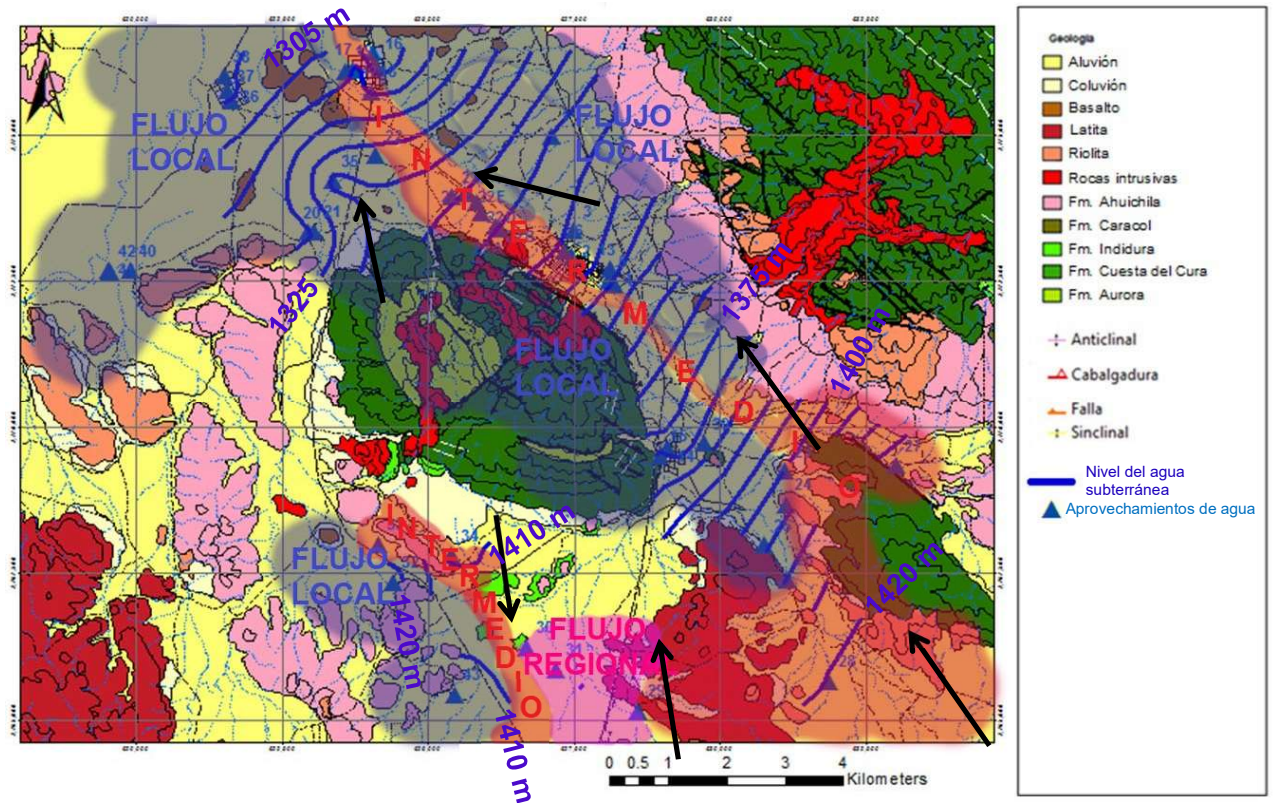


Figura 6. 25 Ubicación y límites de los sistemas de flujo de agua subterránea

7. CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio de los sistemas de flujo de agua subterránea en Velardeña revela una dinámica compleja influenciada por factores ambientales y antropogénicos. Los sistemas locales, intermedios y regionales, delineados mediante análisis hidrogeoquímicos, geofísicos y un modelo geológico-hidrogeológico en 3D, muestran que las zonas de recarga se concentran en las alturas de las sierras de Guadalupe y San Lorenzo, mientras que las de descarga se ubican en el Valle de Velardeña, particularmente a lo largo del arroyo Cuencamé, asociado a la falla normal del graben de Velardeña. La topografía, con elevaciones que favorecen la infiltración y depresiones que promueven la descarga, junto con suelos permeables como regosoles y xerosoles calcáreos, y vegetación xerófila que indica baja retención hídrica, son fundamentales para entender estas dinámicas. Sin embargo, el clima semiárido limita la recarga, lo que resalta la vulnerabilidad del acuífero libre frente a la sobreexplotación, especialmente en un contexto de creciente demanda por agricultura, uso urbano y minería.

La evolución geoquímica del agua subterránea refleja la interacción con minerales clave como la calcita, así como de algunos feldespatos potásicos, plagioclasas, micas, dolomita, yeso, fluorita y minerales relacionados a los depósitos de skarn. Los sistemas de flujo local, predominantemente bicarbonatados cálcicos, muestran baja interacción mineral debido a recorridos cortos. Los sistemas de flujo intermedio, que son principalmente sulfatados cálcicos, con altos niveles de Ca, Sr, SO_4 y fluoruros medios, y flujo regional, los cuales son sulfatados sódicos, con altos niveles de Na, Cl y sobresaturación de minerales, indican mayor interacción con calizas y rocas ígneas al sur, fuera del área de estudio. Los índices de saturación apreciados con el software PHREEQC confirman que la calcita y dolomita están en equilibrio en la mayor parte del valle de Velardeña. El yeso y la fluorita tienden al equilibrio en los sistemas de flujo intermedio y, principalmente, regional, enriqueciendo el agua.

Estos resultados subrayan la importancia de las unidades hidrogeológicas, como el aluvión y las calizas de la Formación Aurora, que presentan alta porosidad y permeabilidad, frente a las rocas intrusivas de baja permeabilidad.

Las secciones de resistividad permitieron identificar cinco unidades geoeléctricas, correlacionadas con litologías como aluvión, basaltos, riolitas, calizas arcillosas y rocas intrusivas. La baja resistividad del aluvión y basaltos alterados indica alta conductividad, mientras que las calizas arcillosas y rocas intrusivas muestran mayor resistividad, reflejando menor permeabilidad. Estas unidades, validadas con pozos exploratorios (Grasero, Parcela 99 y Cañón La Salida), confirman que el graben de Velardeña y las fallas normales controlan los sistemas de flujos, especialmente los intermedios y locales, mientras que el regional tiene origen fuera del área. Este enfoque geofísico complementa el modelo 3D, proporcionando una representación precisa de la estructura del subsuelo hasta 500 m de profundidad.

La contaminación antropogénica, principalmente por nitratos en zonas agrícolas del sur (sistema de flujo regional) y en aprovechamientos específicos en Velardeña y Cuatillos, no obstaculizó el análisis, sino que aportó datos clave para diferenciar los sistemas de flujo. Esos niveles altos de NO_3 pueden bajar usando el método de intercambio iónico, el cual es un proceso de purificación de agua donde resinas catónicas y aniónicas dentro de tanques capturan iones del agua a cambio de iones menos perjudiciales, como el sodio. Los altos niveles de arsénico (As) en el sur (flujos regionales, probablemente por lixiviados mineros externos) y en la Sierra de Guadalupe (por barrenación en zonas mineras) se combinan en el Valle de Velardeña, afectando la calidad del agua. Aunque el método de ósmosis inversa para la potabilización del agua que emplean los pobladores mitiga el As en algunos aprovechamientos, su aplicación no es universal, lo que plantea un desafío para el suministro de agua potable; el empleo de otros métodos de potabilización como el de intercambio iónico también es idóneo para estos casos. Los fluoruros son de origen natural principalmente, aunque la explotación minera en la zona también influye; la fluorita en rocas ígneas localizadas en el sur del área y en las rocas ígneas intrusivas dentro de la Sierra de Guadalupe aportan fluoruro al agua al momento en que tiene contacto con ésta. Sobre el caso de contaminación antropogénica, la misma explotación minera libera estos minerales provocando el aumento de fluoruros en el agua. Los fluoruros viajan en el agua a lo largo del valle en el sistema de flujo intermedio (el relacionado a la falla normal del arroyo Cuencamé); el uso del método de ósmosis inversa es adecuado en estos casos para disminuir sus niveles, pero puede emplearse el método de electrodiálisis que también da buenos resultados. Se recomienda hacer un estudio para rastrear el origen de los altos niveles de fluoruros en la zona sur adyacente al Valle de Velardeña.

Estas observaciones resaltan la necesidad de un manejo integral del agua subterránea en Velardeña, considerando la sobreexplotación reportada en el acuífero libre de Velardeña. La identificación de zonas de recarga y descarga sugiere que las estrategias de gestión deben priorizar la protección de las áreas de infiltración y el monitoreo de contaminantes como nitratos y arsénico. Futuros estudios podrían enfocarse en localizar con mayor precisión las zonas de recarga de los flujos intermedios y regionales, explorar la posibilidad de pozos profundos al norte del área de estudio donde se puede encontrar el acuífero confinado de la Formación Aurora y evaluar tecnologías de tratamiento de agua para garantizar su calidad en un contexto de creciente presión antropogénica. La integración del modelo creado proporciona una base sólida para diseñar proyectos sostenibles que equilibren las demandas agrícolas, urbanas y mineras en esta región semiárida.

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de flujo de agua subterránea en Velardeña se definen por la ubicación de las zonas de recarga y descarga, los minerales por los que estos flujos subterráneos pasan, la topografía de la región, temperatura del agua subterránea, y, aunque en menor medida, los tipos de suelo y vegetación existente. Esta información define los cambios potenciales en las condiciones de recarga y descarga de estos sistemas y como su flujo va evolucionando durante su trayectoria.
2. El clima semiárido limita la recarga, que ocurre principalmente por infiltración de lluvia en zonas permeables. La vegetación xerófila, principalmente matorrales, indica baja retención de agua, favoreciendo la infiltración en áreas de recarga; se encuentran mezquites dentro del área de las zonas de descarga. El suelo litosol, que es somero y rocoso, permite la infiltración del agua en zonas de recarga, mientras los suelos regosol y xerosol calcáreo, tienen una buena porosidad y permeabilidad, respectivamente, siendo clave para las zonas de descarga. Hay también abundantes pastizales en algunas zonas de recarga y de descarga.
3. Las unidades hidrogeológicas de la zona de Velardeña se clasificaron por formación, litología, porosidad y permeabilidad; describiendo estas características se concluye que los depósitos aluviales cuaternarios y las rocas de la Formación Aurora son los mejores medios donde los sistemas de flujo de agua subterránea se mueven.
4. Los 42 sondeos electromagnéticos transitorios (TEM) realizados en la zona de Velardeña permitieron identificar cinco unidades geoelectricas basadas en resistividades, correlacionadas con litologías como aluvión, basaltos, riolitas, el conglomerado con matriz calcáreo-arcillosa de la Formación Ahuichila, calizas arcillosas cretácicas de las formaciones Cuesta del Cura e Indidura, y rocas intrusivas. El aluvión refleja la alta porosidad (clave para la existencia de un acuífero libre), mientras que el sistema de fallas normales, que afecta principalmente a la Formación Ahuichila y a las calizas arcillosas cretácicas, les proporciona cierta permeabilidad. Las rocas intrusivas muestran alta resistividad y baja permeabilidad.
5. Las 10 secciones de resistividad, validadas con los pozos exploratorios Graseo, Parcela 99 y Cañón La Salida, definieron la estructura geológica del subsuelo, identificando el graben de Velardeña. La baja resistividad del aluvión y basaltos alterados indica alta conductividad por agua dulce, mientras que las calizas arcillosas y rocas intrusivas muestran mayor resistividad.
6. Se ubicaron los tres sistemas de flujo dentro de la zona: regional, intermedio y local. Las partes altas de las sierras de San Lorenzo y, en especial, de Guadalupe, son zonas de recarga. El arroyo Cuencamé, alineado con una falla normal asociada a un graben identificado, presenta zonas de descarga para el sistema de flujo de agua subterránea local. Dentro del graben de Velardeña, las direcciones de flujo son SE-NW para los sistemas de flujo local e intermedio; el local va desde sierras

al valle y el intermedio a lo largo de la falla del arroyo Cuencamé. El sistema de flujo regional tiene una dirección hacia el oeste.

7. La composición química del agua subterránea en el área de Velardeña está influenciada en parte por procesos de interacción agua-roca. Los sistemas de flujo de agua subterránea local han tenido poca interacción mineral, a diferencia del regional y de los dos intermedios encontrados. El análisis hidrogeoquímico de cada uno de los aprovechamientos de agua evaluados permitió trazar, clasificar y delimitar cada uno de estos sistemas de flujo, además de entender su evolución geoquímica. El modelo 3D integró los sistemas con factores ambientales, validado por índices de saturación obtenidos del software PHREEQC.

8. La evolución geoquímica muestra las aguas bicarbonatadas cálcicas predominando los sistemas de flujo local, aunque también pasan de sulfatadas sódicas a cálcicas por interacción con las rocas cretácicas calcáreas y el aluvión, controlando el calcio en aguas ricas en sulfato. Los flujos intermedios son sulfatados cálcicos, hay altos niveles de Ca, Sr, SO_4 y niveles medios de HCO_3 , CO_3 , cloruros y fluoruros por su interacción con calizas, calizas arcillosas, depósitos skarn, rocas ígneas intrusivas y sedimentos calcáreos de aluvión, tanto dentro de la zona de estudio como de otros puntos de la región; en algunos puntos, las muestras de agua precipitan calcita y dolomita, es decir, el agua está sobresaturada de estos minerales. Los regionales son sulfatados sódicos, tienen altos niveles de Na, Cl y SO_4 , y niveles medios de HCO_3 , CO_3 , y fluoruros; están sobresaturados ya que en todas las muestras de agua dentro de este sistema la calcita y la dolomita se precipitan, la fluorita y el yeso se encuentran dentro de la zona de equilibrio.

9. Hubo algunos aprovechamientos dentro de zonas agrícolas en la zona sur del área de estudio que presentan niveles demasiado elevados de nitratos. Estos altos niveles de NO_3 en el agua subterránea se debe a los fertilizantes usados en los campos de cultivo (el aprovechamiento 31, principalmente). Además, en algunos aprovechamientos en el Valle de Velardeña se refleja la contaminación por desechos orgánicos debido a granjas avícolas.

10. Los niveles de cadmio, mercurio y plomo son muy bajos en todos los aprovechamientos de agua subterránea, pero el arsénico (As) presenta niveles altos y medios en varias muestras. En la zona sur, los altos niveles de As provienen de flujos regionales, probablemente por lixiviados mineros de áreas aledañas fuera de la zona de estudio; mientras que en la Sierra de Guadalupe, los aprovechamientos por barrenación muestran As elevado debido a la explotación minera local. En el Valle de Velardeña, los niveles altos de As resultan de la combinación del As transportado por el sistema de flujo de agua subterránea intermedio desde el sureste y del que desciende de la Sierra de Guadalupe, es decir, el sistema de flujo local. El poblado de Velardeña emplea ósmosis inversa para reducir el As en algunos aprovechamientos, aunque no en todos. Los fluoruros elevados, por su parte, tienen un origen natural principalmente: en el sur, provienen de rocas ígneas fuera del área, y en los poblados de Velardeña y Cuatillos, se derivan del flujo de agua subterránea intermedio (relacionado con la falla normal y que tiene dirección

SE-NW) y del mismo arroyo Cuencamé en temporada de lluvias, enriquecidos por fluorita disuelta. Esta caracterización resalta la necesidad de monitoreo y tratamiento del agua para garantizar su calidad frente a contaminantes naturales y antropogénicos. Esta contaminación no impidió el análisis hidrogeoquímico y aportó datos clave para delimitar los sistemas de flujo.

REFERENCIAS

- Ammann, A.A., 2007, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS): A Versatile Tool, *Journal of Mass Spectrometry*, Vol. 42.
- Adams, A.E., MacKenzie, W.S., Guilford, C., 1995, *Atlas of Sedimentary Rocks under the Microscope*, Ed. Masson.
- Adams, A.E., MacKenzie, W.S., Guilford, C., 1996, *Atlas de Petrografía: Minerales formadores de roca en lámina delgada*, Ed. Masson.
- Armienta, M.A., Zamora, V., y Juárez, S.F., 1987, *Manual para el análisis químico de aguas naturales, en el campo y en el laboratorio* (Comunicaciones técnicas, Serie Docencia y Divulgación No. 4), Instituto de Geofísica, UNAM.
- Ascencio Rasgado, R., 1989, *Prospección Geohidrológica de la Región de los Llanos, en el Estado de Durango*, IPN.
- Browne, B., 2007, *Atlas of Common Rock-Forming Minerals in Thin Section to be used in conjunction with GEOL 303A and 303B laboratories*, Department of Geological Sciences, California State University.
- Cabrera Cuervo, C., 1976, *Estudio Geológico de la Sierra de Jimulco, Estado de Coahuila*, IPN.
- Cardona, A., 2003, *Medición de Parámetros Hidrogeoquímicos y Toma de Muestras de Agua*, UASLP.
- Carrillo Bravo, J., 1968, *Reconocimiento Geológico Preliminar de la Porción Central del Altiplano Mexicano*, PEMEX.
- Carrillo Bravo, J., 1971, *La Plataforma Valles-San Luis Potosí*; Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.
- Castellanos, R.M., 1993, *Importancia de la difracción de rayos X en la Química*, Ed. Química.
- Castillo González, L. A., 2009, *Estudio de factibilidad hidrogeológica en la porción sur oriente de la ciudad de San Juan del Río, Querétaro, con la aplicación de métodos electromagnéticos*, UNAM.
- Cauich Kau, D., 2015, *Caracterización geofísica de la recarga natural en la región Mérida-Progreso del acuífero kárstico "Península de Yucatán"*, UASLP.
- Christiansen, A.V.; Auken, E. y Sorensen, K., 2009, *The transient electromagnetic method*. Ed. R. Kirsch, chap. 6: 179, Springer.
- Clark, Kenneth, *et al.*, 1988, *Sierra de Santa María, Velardeña Mining District, Durango*, Society of Economic Geologists.
- Clesceri, L., *et al.*, 1992, *Métodos Normalizados Para Análisis De Aguas Potables y Residuales*, Ed. Díaz de Santos.
- Comisión Nacional del Agua, 1993, *Prospección geoeléctrica y registros geofísicos de pozos*, Libro V.
- Comisión Nacional del Agua, 2003, *Subdirección General Técnica, Documento por el que se da a conocer el estudio técnico de la actualización del conocimiento geohidrológico en la zona comprendida por el acuífero*

- denominado “Principal-Región Lagunera”, en los Estados de Coahuila y Durango.
- Comisión Nacional del Agua, 2009, Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Pedriceña-Velardeña (1021), Estado de Durango.
 - Comisión Nacional del Agua, 2013, Integración de estudios técnicos justificativos para ordenamiento de acuíferos de libre alumbramiento con disponibilidad publicada: acuíferos Tepehuanes-Santiago, Providencia, Cabrera-Ocampo, Matalotes el Oro, Galeana-Quemado, San José de Nazareno, La Victoria, Buenos Aires, Torreón de Cañas, San Fermín, San Juan del Río, Valle del Mezquital, Peñón Blanco, Cuauhtémoc, Santa Clara, Pedriceña-Velardeña, Cabrera, La Zarca-Revolución, Revolución en el Estado de Durango y acuífero Hércules en el estado de Coahuila.
 - Comisión Nacional del Agua, 2015, Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Pedriceña-Velardeña (1021), Estado de Durango.
 - Comisión Nacional del Agua, 2016, Atlas del Agua de México.
 - Comisión Nacional del Agua, 2018, Atlas del Agua de México.
 - Comisión Nacional del Agua, 2018, Estadísticas del Agua en México.
 - Consejo de Recursos Minerales, 1993, Monografía Geológico Minera del Estado de Durango, Subsecretaría de Minas, pp. 173-176.
 - Consejo de Recursos Minerales, 1997, Informe Final Complementario a la Cartografía Geológico-Minera y Geoquímica, Escala: 1:50000 de la Carta Velardeña, G13 D44, Municipio Cuencamé, Estado de Durango.
 - Christiansen, A.V., Auken, E. and Sorensen, K., 2006, The Transient Electromagnetic Method. Groundwater Geophysics, a tool for Hydrogeology, Springer, Berlín.
 - Del Valle Reyes, A., 1996, Aplicación del programa Geographix, en el Manejo de Información Geológica de Difracción de Rayos X y Palinoestratigráfica, IPN.
 - Flores Barranco, R., 1977, Exploración Geológica Minera en la Porción Sureste de Cuatro Ciénegas, Coahuila, IPN.
 - Hernández, I., 1991, Economic Geology of the Velardeña Mining District, Durango. In Economic geology, Geological Society of America, México.
 - Hernández González, C., 2018, Aplicaciones de las técnicas de espectrometría de masas al estudio elemental e isotópico de lantánidos como trazadores naturales de procesos contaminantes, Madrid.
 - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1978, Carta usos de suelo y vegetación Velardeña (G13-D44) 1:50000.
 - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1978, Carta usos de suelo y vegetación Cuencamé de Ceniceros (G13-D54) 1:50000.
 - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998, Cuaderno estadístico Municipal Cuencamé, Estado de Durango.
 - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1981, Carta de aguas superficiales Torreón (G13-9), 1:250,000.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1981, Carta de aguas superficiales Juan Aldama (G13-12), 1:250,000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1981, Carta de aguas subterráneas Torreón (G13-9), 1:250,000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1981, Carta de aguas subterráneas Juan Aldama (G13-12), 1:250,000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2015, Carta topográfica Velardeña (G13-D44) 1:50000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2017, Carta topográfica Cuencamé de Ceniceros (G13-D54) 1:50000.
- Instituto Politécnico Nacional (Ciencias de la Tierra E.S.I.A) y Comisión Nacional del Agua, 2006, Estudio para el respaldo de la disponibilidad media anual de agua en dos acuíferos del estado de Durango, Informe Final.
- Liang, S., 2017, Comprehensive Remote Sensing, Tomo 1, Elsevier Science, Estados Unidos.
- López Infanzón, M., 1986, Petrología y Radiometría de Rocas Ígneas y Metamórficas de México, Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.
- López Ramos, E., 1974, Geología General y de México, Tomo 3, México.
- López Ramos, E., 1982, Geología de la República Mexicana, México.
- Llerar Meza, G., y Salas Lechuga, L., 2010, Caracterización del funcionamiento hidráulico de la zona acuífera circundante al proyecto Velardeña, Durango, Exploraciones Mineras Peñoles S.A. de C.V.
- Llerar Meza, G., y Salas Lechuga, L., 2011, Aforo de Gasto de Agua de la Mina Proveniente de Zonas Diversas y de Barrenos de Exploración de Agua. Proyecto Velardeña.
- Mata, M., *et al.*, 2014, Diversidad de Diversidad y Composición Vegetal de Matorrales en el Valle de Santa Catarina, en el Noreste de México; Revista Iberoamericana de Ciencias, UANL.
- Meritano Arenas, J., 1970, Estudio geológico-Minero del área de Velardeña, Dgo. y sus posibilidades mineras, IPN.
- Nardi, E.P., *et al.*, 2009, The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples, Journal of Food Chemistry.
- Olmos Meléndez, S., 1977, Geología Superficial y Económica del proyecto Minero Velardeña, Durango, IPN.
- Orellana, E., 1974, Prospección eléctrica por campos variables, Biblioteca Técnica Philips, Madrid.
- Patra H. P., y Mallick K., 1980, Geosounding Principles 2 Time-Varying Geoelectric Soundings, Elsevier, Países Bajos.
- Peña Ramírez, C. F., 2014, Análisis del contexto tectónico del emplazamiento de intrusivos en el transpaís de la Sierra Madre Oriental, UANL.
- Peñoles, 2016, Estudio Hidrogeológico en la zona de la Mina Velardeña, en el Estado de Durango.

- Pinet, N., y Tremblay, A., 2008, Structural Analysis of the Velardeña Mining District: a faulted Au-Ag-rich hydrothermal system, Canadian Journal of Earth Sciences, Canadá.
- Price, M., 2011, Agua Subterránea, Ed. Limusa.
- Ramírez Gallegos, D., 2017, Caracterización Hidrogeoquímica de Metales Pesados en el Río Santa Catarina/Monterrey, Nuevo León.
- Schulze, G., 1953, Mineralización Plumbo-Cuprífera relacionada con intrusiones ígneas en conglomerados terciarios continentales del Estado de Durango, Boletín 31, Geological Society of America.
- Secretaría de Economía, Norma Oficial Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015, Análisis de agua - Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba.
- Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
- Servicio Geológico Mexicano, 1997, Informe final complementario a la cartografía geológico-minera y geoquímica, escala 1:50,000 de la Carta Velardeña, G13-D44, municipio de Cuencamé, estado de Durango, pp. 68.
- Servicio Geológico Mexicano, 1997, Carta Geológico-Minera de Velardeña (G13-D44) 1:50000.
- Servicio Geológico Mexicano, 2000, Carta Geológico-Minera de Torreón (G13-9) 1:250000.
- Servicio Geológico Mexicano, 2005, Carta Geológico-Minera de Cuencamé (G13-D54) 1:50000.
- Servicio Geológico Mexicano, 2015, Informe de la carta Geológico- Minera Jimulco G13-D45 Durango y Coahuila escala 1:50,000, pp. 90.
- TEMIXL XL program V4, 1996, Temix V.4 User's Manual, Interpex.
- Tóth, J., 1962, A theory of groundwater motion in small drainage basins in Central Alberta, Canada. J. of Geophysical Res., Canadá.
- Tóth, J., 1995, Hydraulic continuity in large sedimentary basins. Hydrogeology Journal, 3(4), pp. 4-16, Canadá.
- Tóth, J., 1999, Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones, Canadá.
- Tóth, J., 2000, Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones, Boletín Geológico y Minero, 111 (4), pp. 9-26.
- Waterloo Hydrogeologic, 2017, AquaChem 2014.2 Water Quality Analysis & Geochemical Modeling, Nova Metrix.

APÉNDICE A

Formación Cuesta del Cura



Foto 1.



Foto 2.



Foto 3.



Foto 4.



Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.



Foto 8.



Foto 9.



Foto 10.



Foto 11.



Foto 12.



Foto 13.



Foto 14.

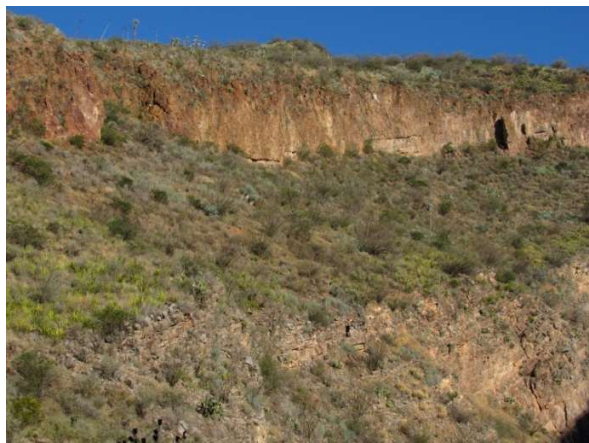


Foto 15.



Foto 16.



Foto 17.



Foto 18.



Foto 19.



Foto 20.

Formación Indidura



Foto 21.



Foto 22.



Foto 23.



Foto 24.



Foto 25.



Foto 26.



Foto 27.



Foto 28.



Foto 29.



Foto 30.



Foto 31.



Foto 32.



Foto 33.



Foto 34.



Foto 35.



Foto 36.



Foto 37.

Formación Ahuichila



Foto 38.



Foto 39.



Foto 40.



Foto 41.



Foto 42.



Foto 43.



Foto 44.



Foto 45.

Intrusivos dioríticos y granodioríticos



Foto 46.



Foto 47.



Foto 48.

Riolitas y tobas riolíticas



Foto 49.

*



Foto 50.



Foto 51.



Foto 52.



Foto 53.



Foto 54.



Foto 55.



Foto 56.



Foto 57.



Foto 58.



Foto 59.



Foto 60.



Foto 61.



Foto 62.



Foto 63.



Foto 64.



Foto 65.



Foto 66.



Foto 67.



Foto 68.

Geología estructural



Foto 69. Veta



Foto 70. Veta



Foto 71. Cerro en medio del Valle (al sur del poblado Vistahermosa)



Foto 72. Falla normal



Foto 73. Pliegues



Foto 74. Dispositivo TerraTEM en operación



Foto 75. Dispositivo TerraTEM y sus baterías

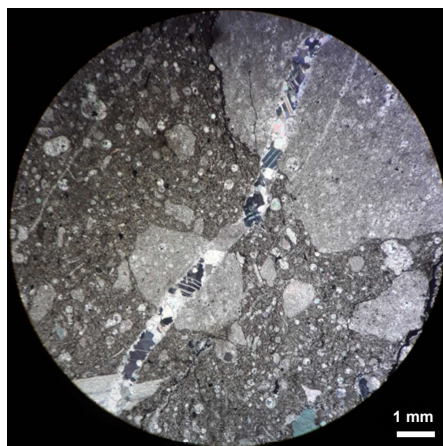


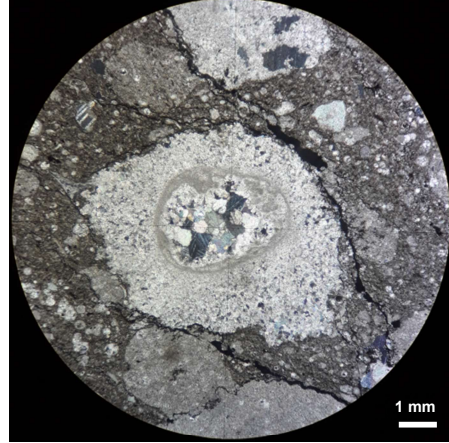
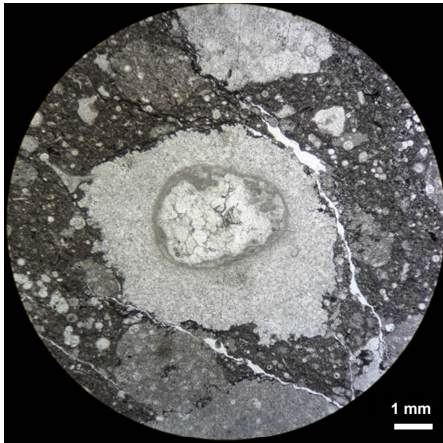
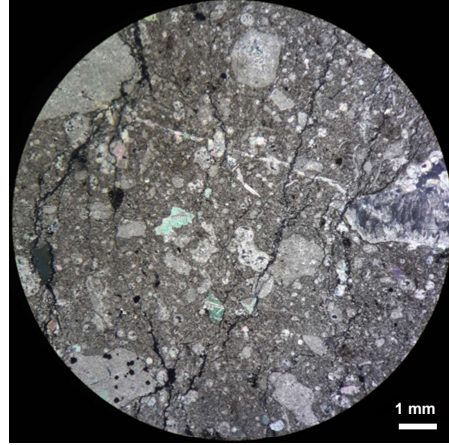
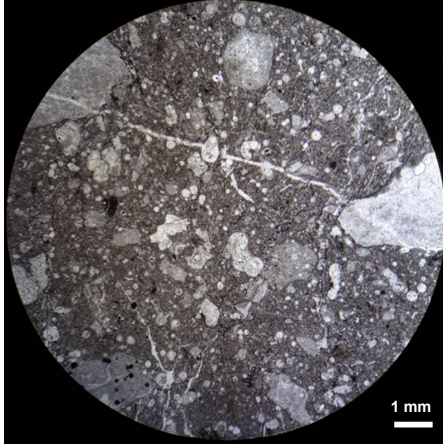
Foto 76. Tendido del cable sobre el terreno y resto del equipo geofísico usado en campo



Foto 77. Recolección de muestras de agua dentro de la mina Roble

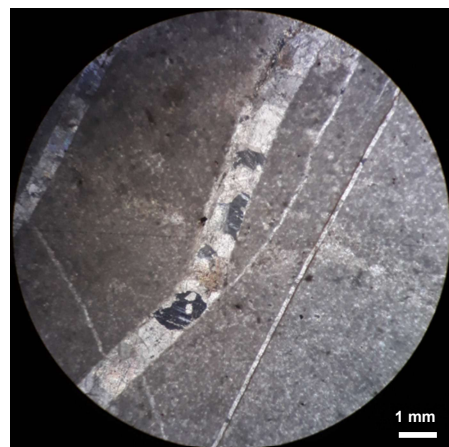
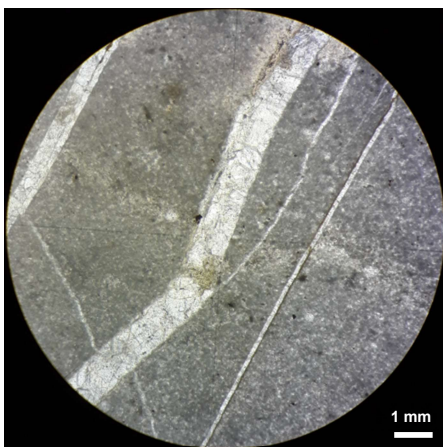
Muestra de Mano 1: Formación Cuesta del Cura

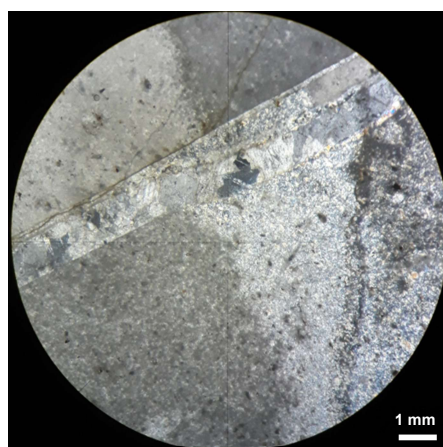
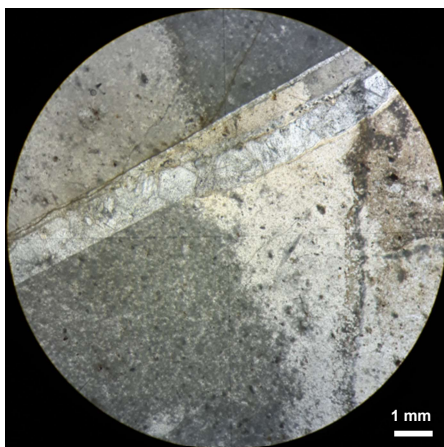




Fotos 78, 79, 80, 81, 82 y 83.

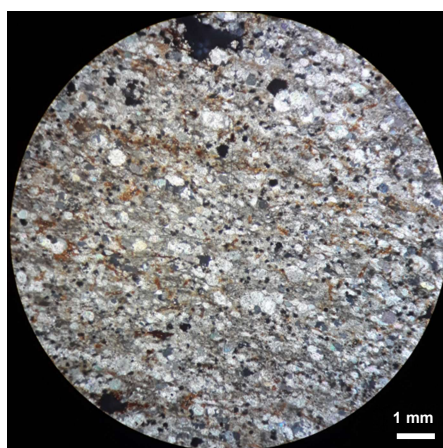
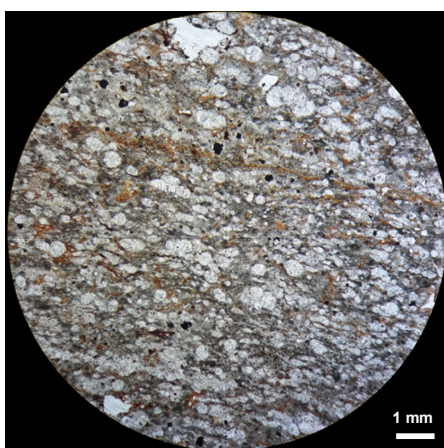
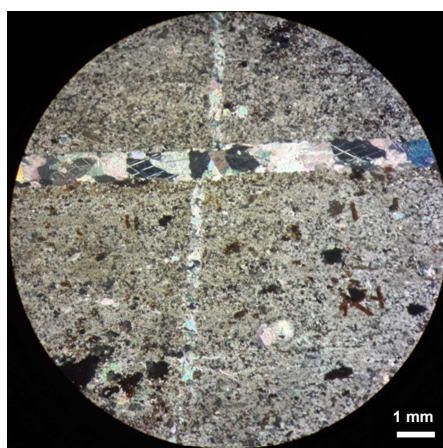
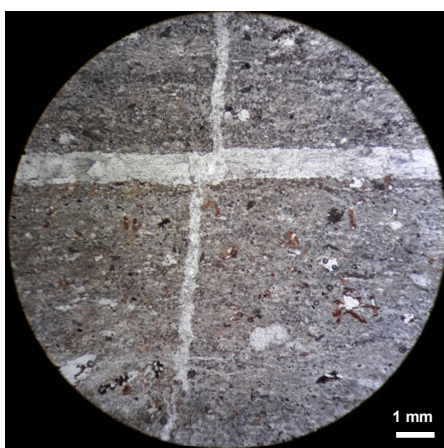
Muestra de Mano 3: Formación Ahuichila

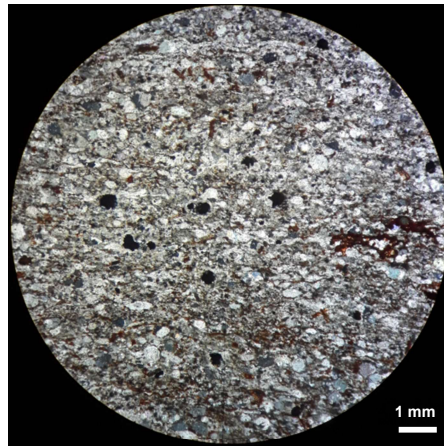
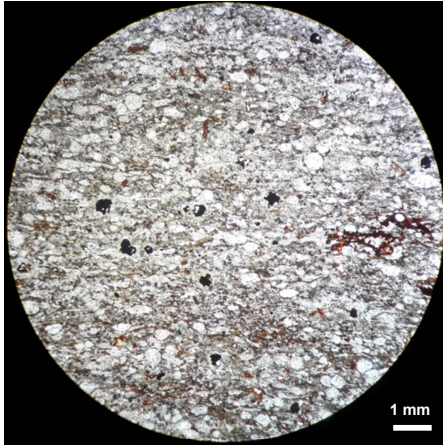
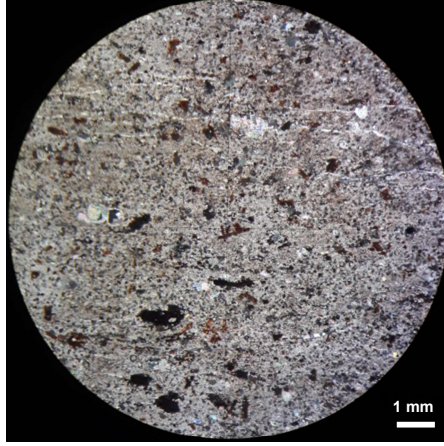
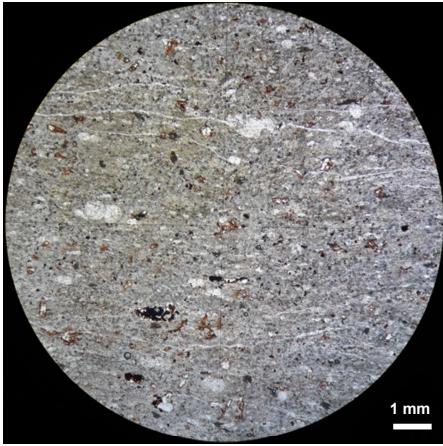
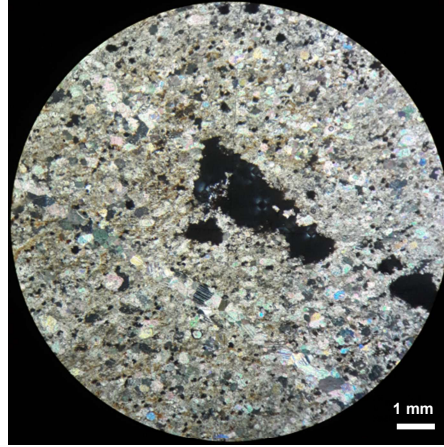
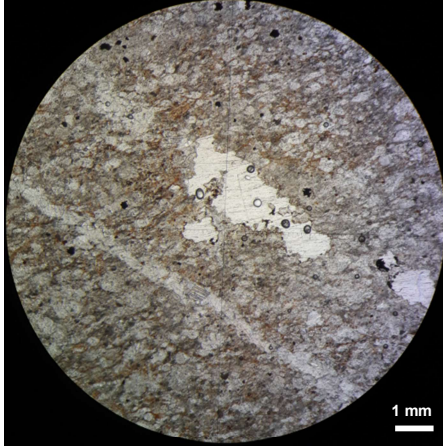


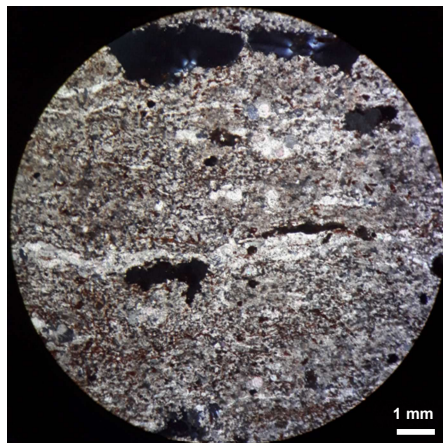
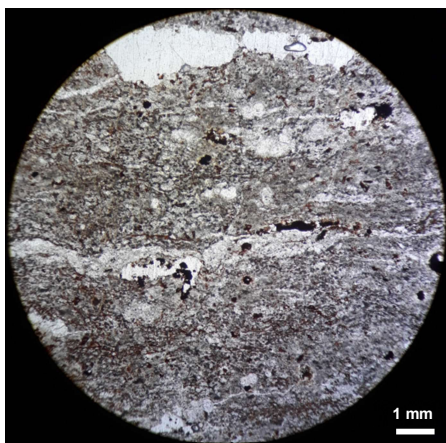


Fotos 84, 85, 86 y 87.

Muestra de Mano 5: Formación Indidura

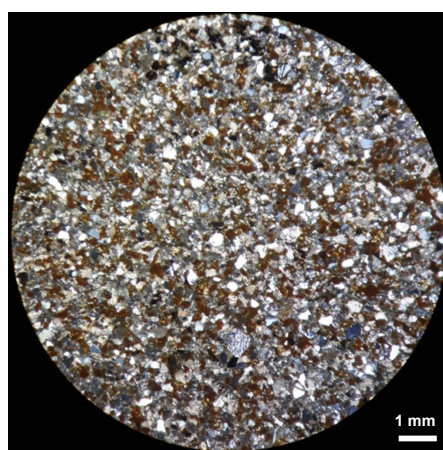
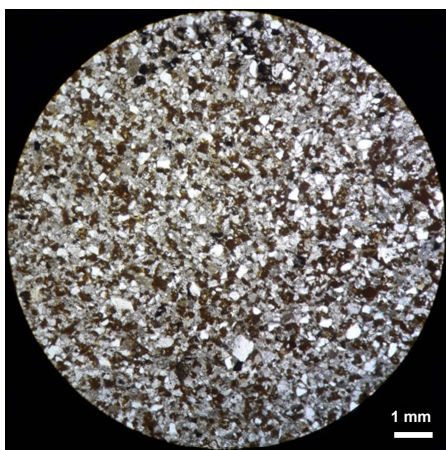






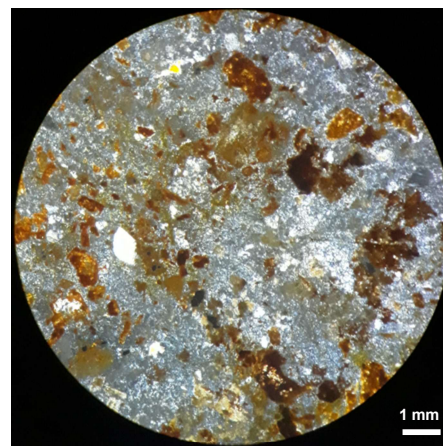
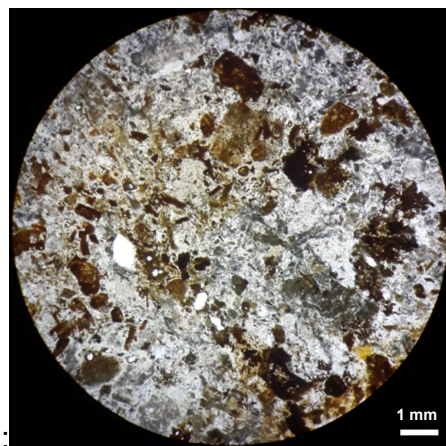
Fotos 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99.

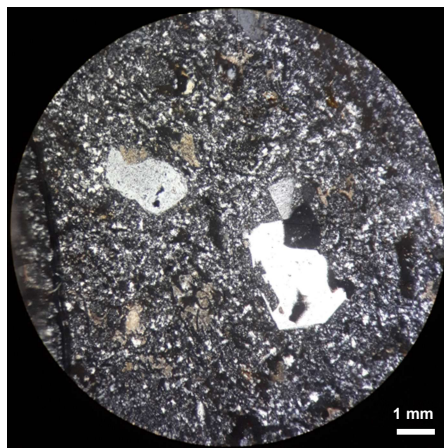
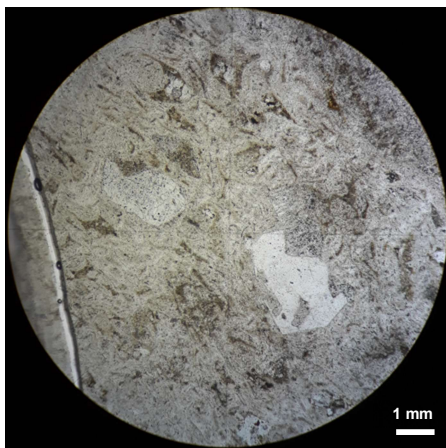
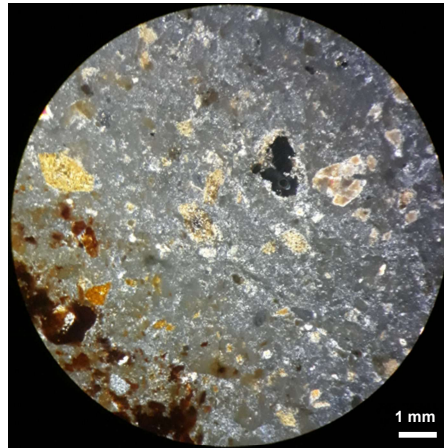
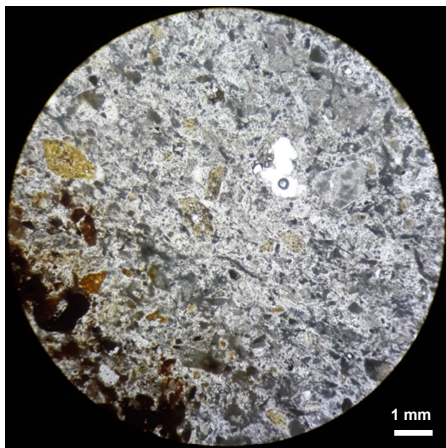
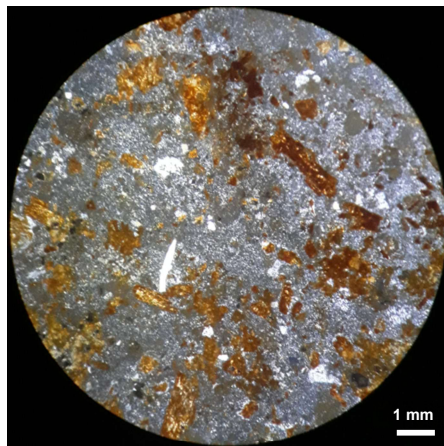
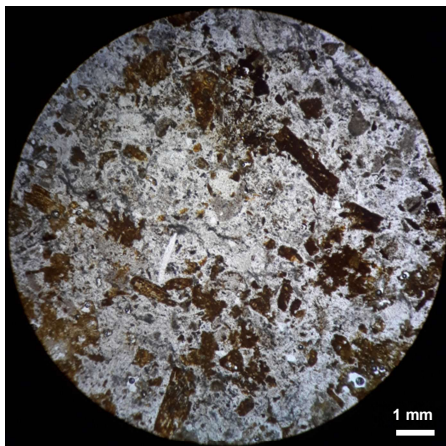
Muestra de Mano 6: Formación Indidura



Fotos 100 y 101.

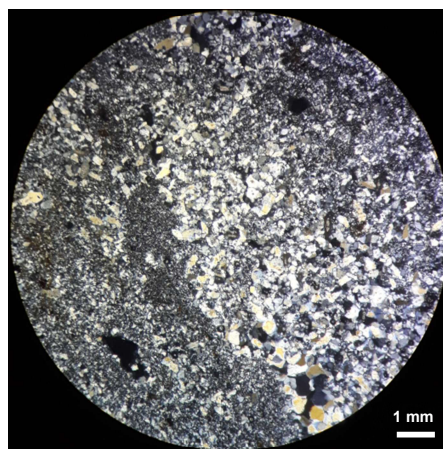
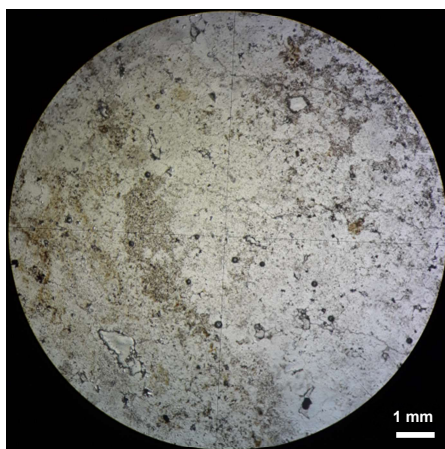
Muestra de Mano 7: Cuesta del Cura/Granito





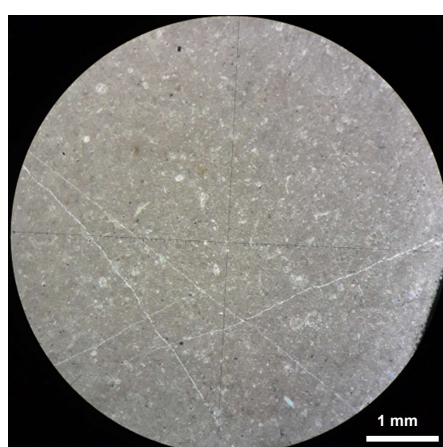
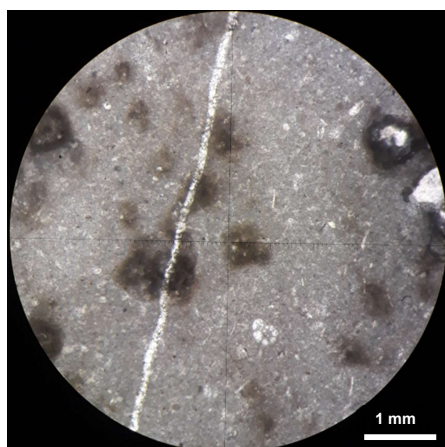
Fotos 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 y 109.

Muestra de Mano 8: Riolita



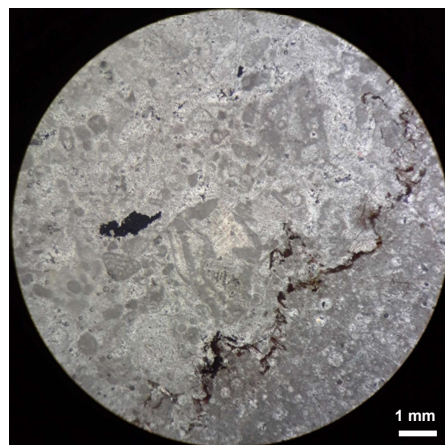
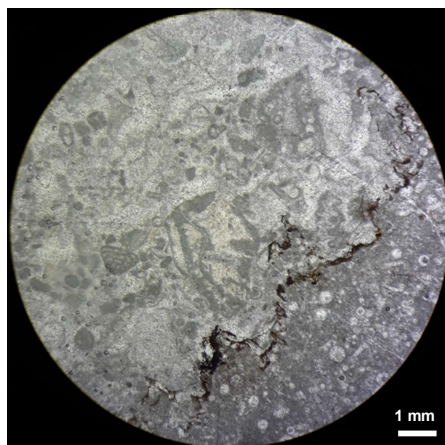
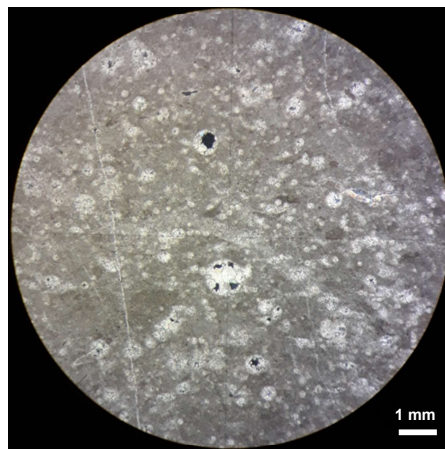
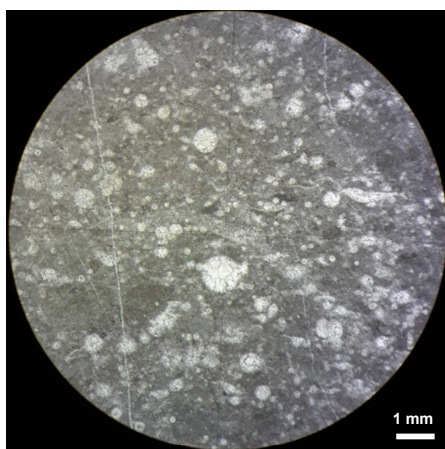
Fotos 110 y 111.

Muestra de Mano 9: Cuesta del Cura



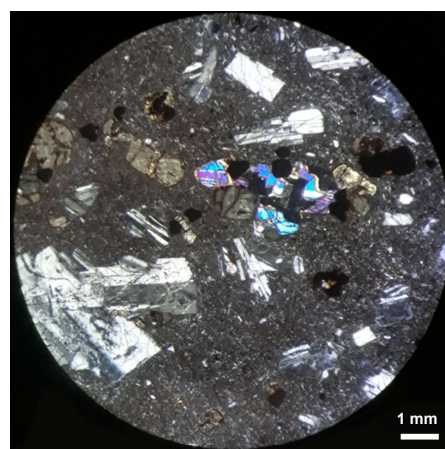
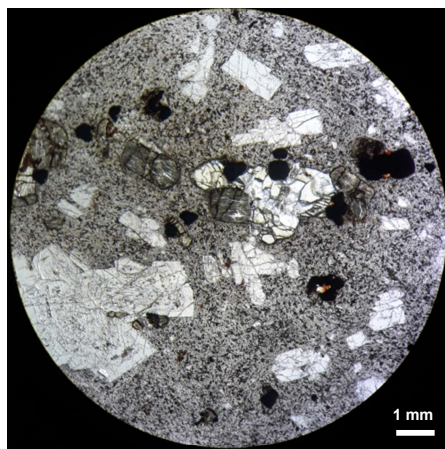
Fotos 112 y 113.

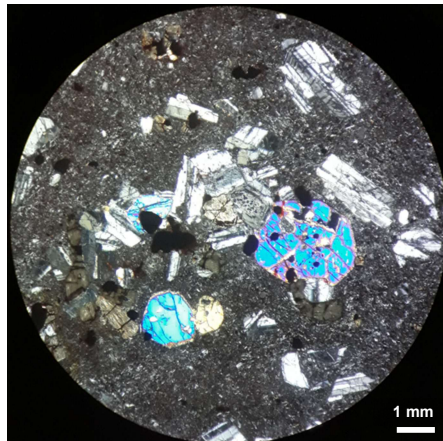
Muestra de Mano 12: Formación Cuesta del Cura



Fotos 114, 115, 116 y 117.

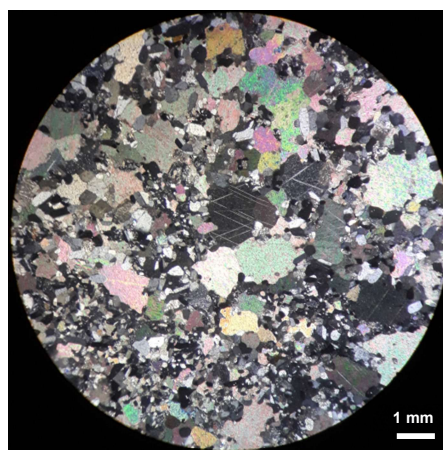
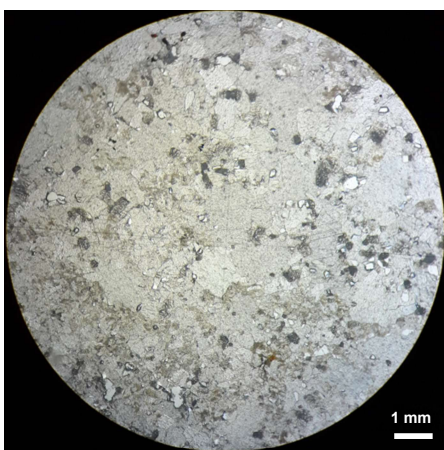
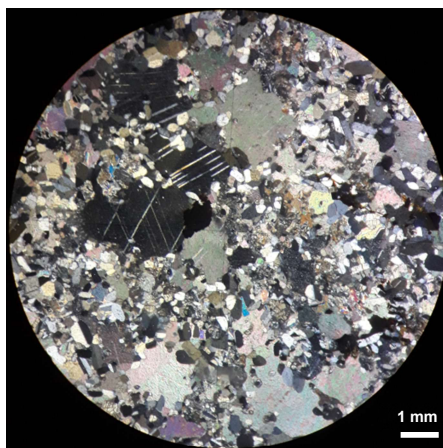
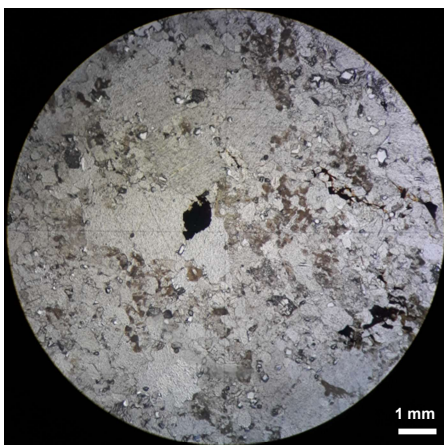
Muestra de Mano 14: Riolita

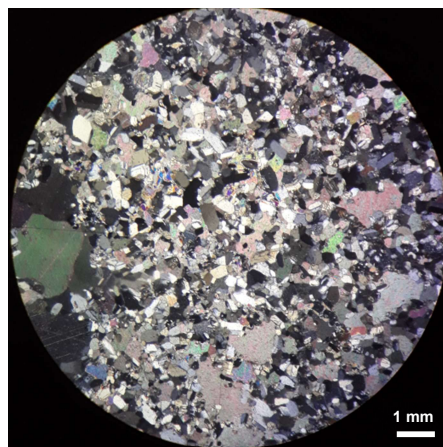
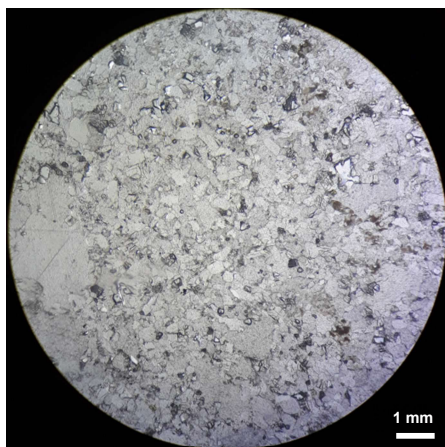




Fotos 118, 119, 120 y 121.

Muestra de Mano 15: Cuesta del Cura/Granito





Fotos 122, 123, 124, 125, 126 y 127.

Muestra de Mano 18: Cuesta del Cura

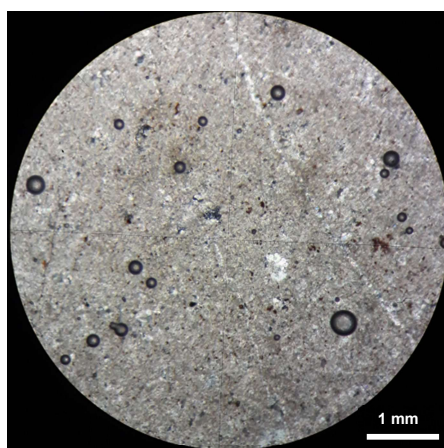
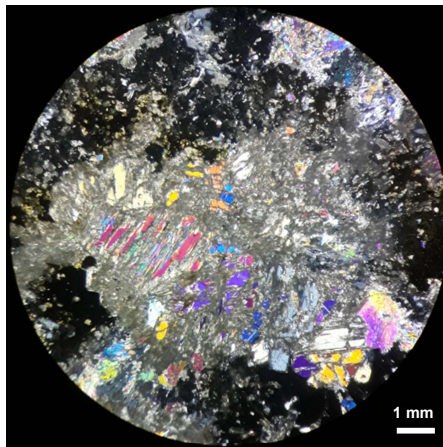
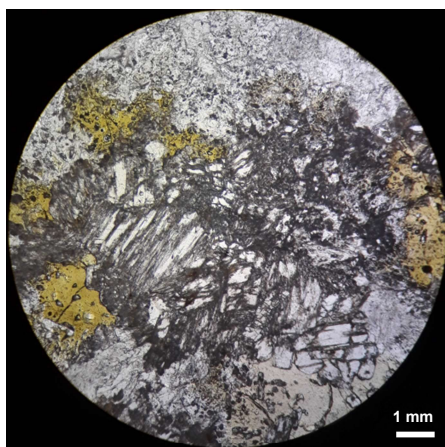
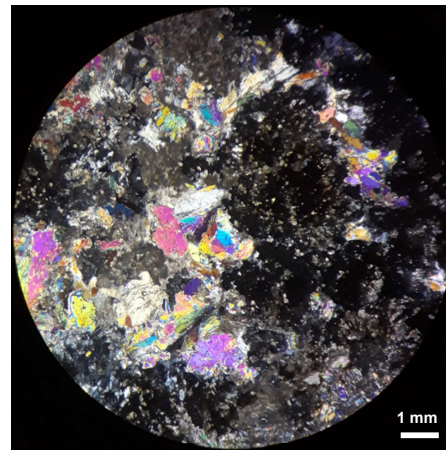
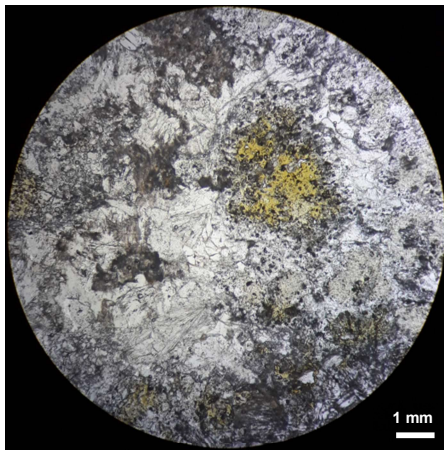
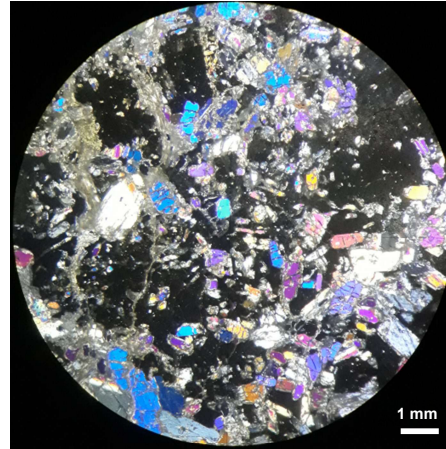
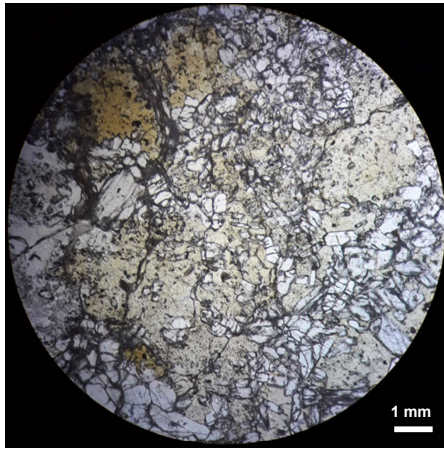


Foto 128.

Muestra de Mano 19: Aluvión





Fotos 129, 130, 131, 132, 133 y 134.

APÉNDICE B

Estaciones Climatológicas del SMN

Estación Pedriceña, Cuencamé			
X: 622160.2			
Y: 2778291.5			
1310 msnm			
Año:2015	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	17.5	8.3709	SD
Febrero	19	9.6812	SD
Marzo	48.5	11.247	SD
Abril	0	16.819	SD
Mayo	13.5	19.036	SD
Junio	86.5	25.609	SD
Julio	7	25.306	SD
Agosto	41	25.225	SD
Septiembre	21	24.447	SD
Octubre	27.3	20.322	SD
Noviembre	9.2	17.782	SD
Diciembre	12	11.629	SD
	Total: 302.5	Total: 215.5	SD
Año:2016	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	18	10.725	SD
Febrero	0	13.894	SD
Marzo	SD	SD	SD
Abril	6.5	19.866	SD
Mayo	32.6	23.79	SD
Junio	29.5	26.466	SD
Julio	95.5	25.516	SD
Agosto	280.8	24.354	SD
Septiembre	17.2	23.55	SD
Octubre	2.3	19.741	SD
Noviembre	2.8	16.133	SD
Diciembre	0	12.612	SD
	Total: 485.2	Total: 216.7	SD

Estación Simón Bolívar, General Simón Bolívar
X: 679443
Y: 2731536.8
1525 msnm

Año:2010	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	2	12.333	76
Febrero	25	13.509	65.8
Marzo	5	16.482	129.7
Abril	2	22.37	246
Mayo	0	25.91	381.1
Junio	65.5	26.364	366.5
Julio	139.1	23.321	220.2
Agosto	5	24.25	166.1
Septiembre	66.3	23.213	142.7
Octubre	0	17.338	117
Noviembre	0	15.541	103.5
Diciembre	0	SD	102.2
	Total: 309.9	Total: 220.6	Total: 2116.8
Año:2011	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	14.333	89.9
Febrero	0	14.729	116.4
Marzo	0	20.416	285.4
Abril	0	27.833	329.3
Mayo	0.2	28.7	344.3
Junio	0	27.681	259.5
Julio	25.4	25.633	170.8
Agosto	31.6	26.153	200
Septiembre	20	22.866	116.1
Octubre	12.8	20.201	146.8
Noviembre	0	16.071	139.1
Diciembre	0	13.83	134.1
	Total: 90	Total: 258.4	Total: 2331.7
Año:2012	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	17.2	14.267	144.7
Febrero	0	14.651	137.3

Marzo	0	20.808	336.6
Abril	25.5	22.3	356.6
Mayo	0	23.475	401.9
Junio	8.5	SD	410.3
Julio	42.5	SD	333
Agosto	66.9	25.09	329.3
Septiembre	98	22.366	246.2
Octubre	19.5	20.508	174.3
Noviembre	0	17.65	120.9
Diciembre	SD	SD	SD
	Total: 278.1	Total: 181.1	Total: 2991.1

Estación Ciudad
Lerdo (DGE),
Lerdo
X: 648494.6
Y: 2826246.2
1140 msnm

Año:2010	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0.9	12.675	90.45
Febrero	12	13.803	142.09
Marzo	2	17.919	204.97
Abril	8.2	23.7	235.72
Mayo	12	27.838	233.37
Junio	49.6	28.475	165.36
Julio	74.2	26.282	223.95
Agosto	0.5	28.258	153.88
Septiembre	59.5	25.558	140.77
Octubre	0	21.846	109.54
Noviembre	0	17.225	79.14
Diciembre	0	13.75	93.75
	Total: 218.9	Total: 257.3	Total: 1873
Año:2011	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	13.895	121.09
Febrero	0	16.026	166.75
Marzo	0	22.411	222.97
Abril	0	26.425	248.47
Mayo	0	27.967	245.72

Junio	0	29.258	275.74
Julio	31.3	27.975	195.06
Agosto	11.6	29.241	256.88
Septiembre	6.7	26.375	170.7
Octubre	0	22.822	164.41
Noviembre	1	17.65	202.62
Diciembre	0	13.903	91.59
	Total: 50.6	Total: 274	Total: 2362
Año:2012	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	SD	SD
Febrero	0	SD	SD
Marzo	0	21.177	177.41
Abril	0	25.683	227.74
Mayo	0	27.717	256.36
Junio	8.3	28.533	260.77
Julio	32.8	27.443	222.22
Agosto	12.4	28.395	241.43
Septiembre	97.3	25.275	173.35
Octubre	51.8	22.81	121.2
Noviembre	3.6	18.308	95.28
Diciembre	0	15.871	91.37
	Total: 206.2	Total: 241.13	Total: 1867.13
Año:2013	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	13.782	104.84
Febrero	0	17.839	SD
Marzo	0	19.193	SD
Abril	0	24.341	SD
Mayo	0.3	25.991	SD
Junio	13.5	28.928	SD
Julio	61.4	26.6	SD
Agosto	17.8	27.166	SD
Septiembre	49.2	24.791	SD
Octubre	33.1	23	SD
Noviembre	42.8	15.423	SD
Diciembre	7.4	14.854	SD
	Total: 225.5	Total: 261.20	Total: 104.84

Año:2014	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	20.8	13	SD
Febrero	0	18.678	SD
Marzo	1.3	20.193	SD
Abril	0	24.311	SD
Mayo	11.2	25.433	SD
Junio	67.8	28.25	SD
Julio	36.7	27.709	SD
Agosto	110.3	27.072	SD
Septiembre	124.3	24.391	SD
Octubre	14.5	22.937	SD
Noviembre	57.8	15.241	SD
Diciembre	0	15.233	SD
	Total: 444.18	Total: 262.5	SD
Año:2015	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	37.5	13.405	SD
Febrero	45	16.038	SD
Marzo	104	17.391	SD
Abril	18.5	23.308	SD
Mayo	2.2	26.791	SD
Junio	69.4	26.675	SD
Julio	50	27.669	SD
Agosto	1.3	28.482	SD
Septiembre	14.6	26.4	SD
Octubre	25.9	22.975	SD
Noviembre	9.6	20.116	SD
Diciembre	1.6	15.516	SD
	Total: 379.13	Total: 264.11	SD
Año:2016	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	33.9	11.733	SD
Febrero	1.8	16.819	SD
Marzo	53.1	19.991	SD
Abril	8.1	23.691	SD
Mayo	9.2	27.024	SD
Junio	2.1	27.8	SD
Julio	126.3	28.435	SD
Agosto	228.5	25.653	SD

Septiembre	25.9	24.9	SD
Octubre	11	22.79	SD
Noviembre	2	18.775	SD
Diciembre	7	16.798	SD
	Total: 508.9	Total: 264.4	SD
Año:2017	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	15.959	103.08
Febrero	SD	SD	SD
Marzo	SD	SD	SD
Abril	SD	SD	SD
Mayo	SD	SD	SD
Junio	SD	SD	SD
Julio	SD	SD	SD
Agosto	SD	SD	SD
Septiembre	SD	SD	SD
Octubre	SD	SD	SD
Noviembre	SD	SD	SD
Diciembre	0	SD	SD
	Total: 0	Total: 15.959	Total: 103.08

Estación Villa Juárez (CFE), Lerdo			
X: 647325.1			
Y: 2828510.2			
1160 msnm			
Año:2010	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	12.166	SD
Febrero	25	12.982	SD
Marzo	5	16.428	SD
Abril	2	22.19	SD
Mayo	0	25.91	381.1
Junio	65.5	26.364	366.5
Julio	139.1	23.321	220.2
Agosto	5	24.25	166.1
Septiembre	66.3	23.213	142.7
Octubre	0	17.338	117
Noviembre	0	15.541	103.5

Diciembre	0	SD	102.2
	Total: 307.9	Total: 219.7	Total: 1599.3
Año:2011	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	14.333	89.9
Febrero	0	14.729	116.4
Marzo	0	20.416	285.4
Abril	0	27.916	329.3
Mayo	0	28.7	344.3
Junio	0	27.681	259.5
Julio	25.4	25.633	170.8
Agosto	31.6	26.153	200
Septiembre	20	22.866	116.1
Octubre	12.8	20.201	146.8
Noviembre	0	16.071	139.1
Diciembre	0	13.83	134.1
	Total: 89.8	Total: 258.5	Total: 2331.7
Año:2012	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	17.2	14.267	144.7
Febrero	0	14.666	137.3
Marzo	0	20.808	336.6
Abril	25.5	22.3	356.6
Mayo	0	23.475	401.9
Junio	8.5	SD	410.3
Julio	42.5	SD	333
Agosto	66.9	25.09	329.3
Septiembre	98		246.2
Octubre	19.5	20.508	174.3
Noviembre	0	17.65	120.9
Diciembre	0	15.612	SD
	Total: 278.1	Total: 196.7	Total: 2991.1
Año:2013	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	13.04	SD
Febrero	0	14.642	SD
Marzo	0	18.612	SD
Abril	0	22.342	SD
Mayo	0	24.217	SD

Junio	15	28.141	SD
Julio	145.5	23.45	SD
Agosto	27.5	SD	SD
Septiembre	SD	SD	SD
Octubre	29.5	20.725	SD
Noviembre	36.5	16.116	SD
Diciembre	0	14.483	SD
	Total: 254	Total: 195.8	SD

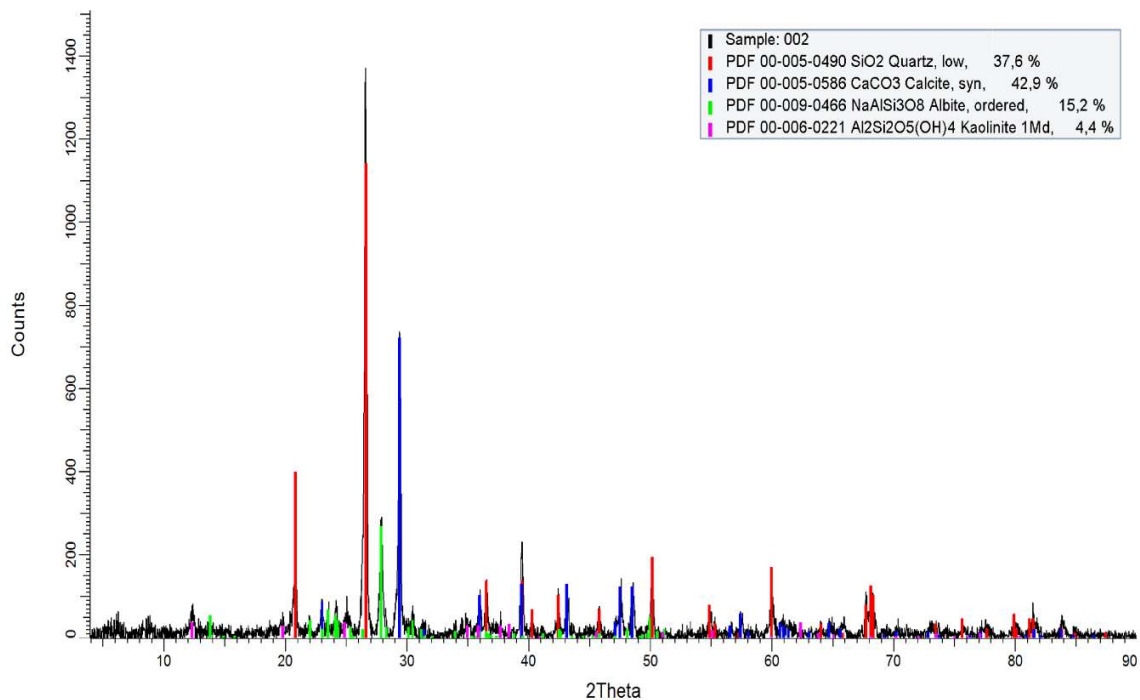
Estación Peñón Blanco (DGE)			
X: 597262.6			
Y: 2742375.9			
1700 msnm			
Año:2010	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	4	12.145	97.13
Febrero	22	12.428	116
Marzo	12	13.741	0
Abril	0	20.45	216.15
Mayo	0	23.725	291.84
Junio	38	25.016	241.01
Julio	110	22.048	175
Agosto	26	23.08	185.75
Septiembre	69	21.516	123
Octubre	0	17.838	121.22
Noviembre	0	14.033	119.1
Diciembre	0	12.758	120.46
	Total: 281	Total: 218.8	Total: 1806.7
Año:2011	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	11.983	111.6
Febrero	0	13.41	SD
Marzo	0	18.612	SD
Abril	0	20.9	SD
Mayo	0	22.129	SD
Junio	0	25.933	SD
Julio	71.5	23.435	SD
Agosto	30.5	23.822	SD
Septiembre	24	20.933	SD

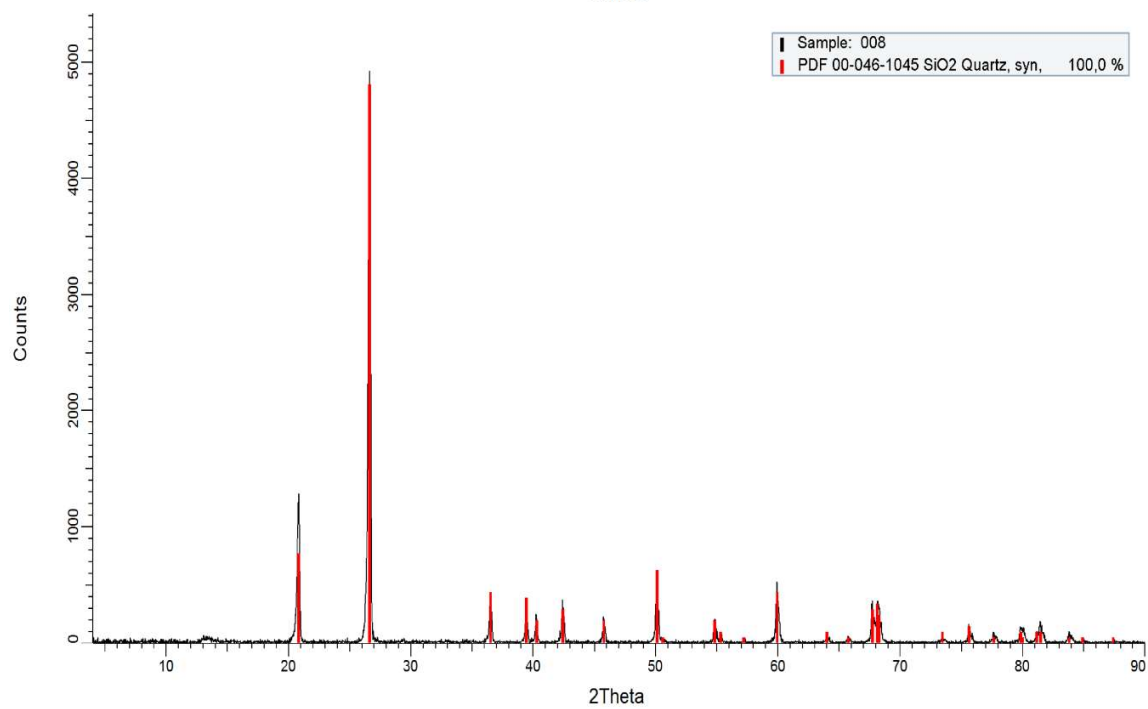
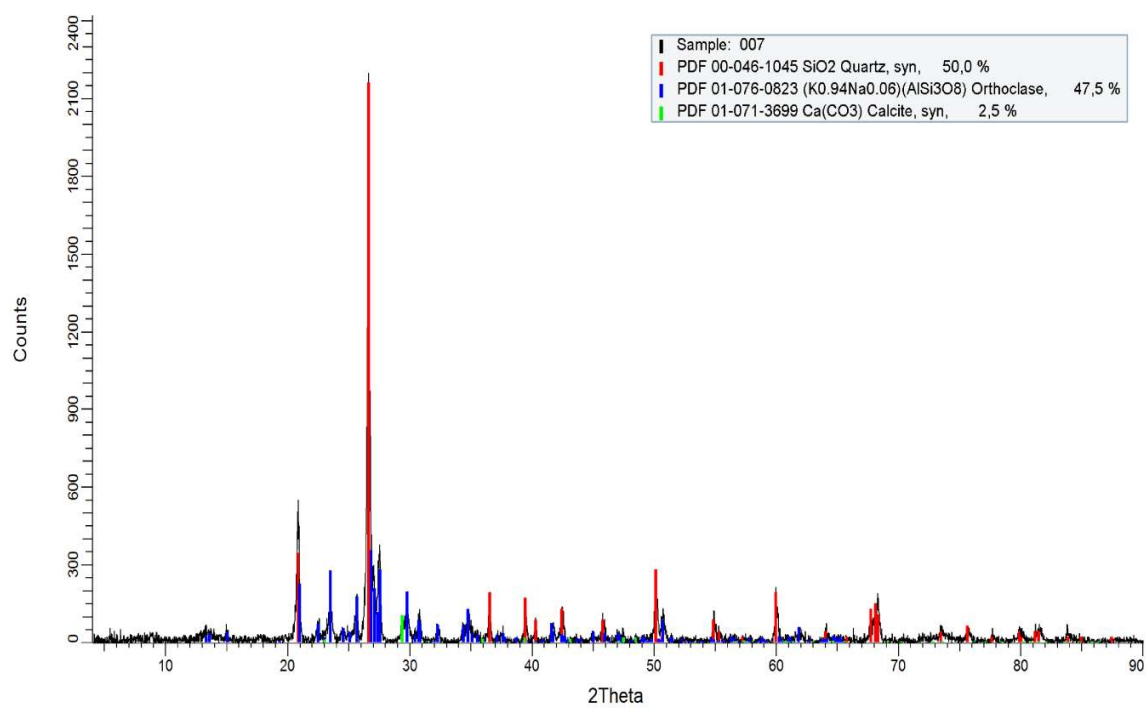
Octubre	7	18.854	SD
Noviembre	0	14.3	SD
Diciembre	0	12.258	SD
	Total: 133	Total: 226.6	Total: 111.6
Año:2012	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	0	12.112	101.73
Febrero	0	14.189	122.15
Marzo	0	17.629	207.05
Abril	1	20.483	237.51
Mayo	4	22.306	250.9
Junio	9	22.983	259.2
Julio	98	20.967	149.7
Agosto	88.5	21.29	151.86
Septiembre	69	18.883	94.21
Octubre	25.5	18.467	115.8
Noviembre	23.5	15.416	78.2
Diciembre	0	13.741	88.2
	Total: 318.5	Total: 218.5	Total: 1856.5
Año:2013	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	5	11.709	85.3
Febrero	0	15.196	145.5
Marzo	0	15.677	186.95
Abril	0	19.933	256.41
Mayo	2	21.693	241.95
Junio	5.5	24.05	255.95
Julio	171	21.08	151.85
Agosto	41.5	19	151.91
Septiembre	135.5	19.3	98.05
Octubre	13.5	18.5	85.15
Noviembre	27	14.15	79.45
Diciembre	6.5	13.403	99.26
	Total: 407.5	Total: 213.7	Total: 1837.7
Año:2014	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	9.5	11.919	85.43
Febrero	0	17.053	152.32
Marzo	0.5	17.371	181.18

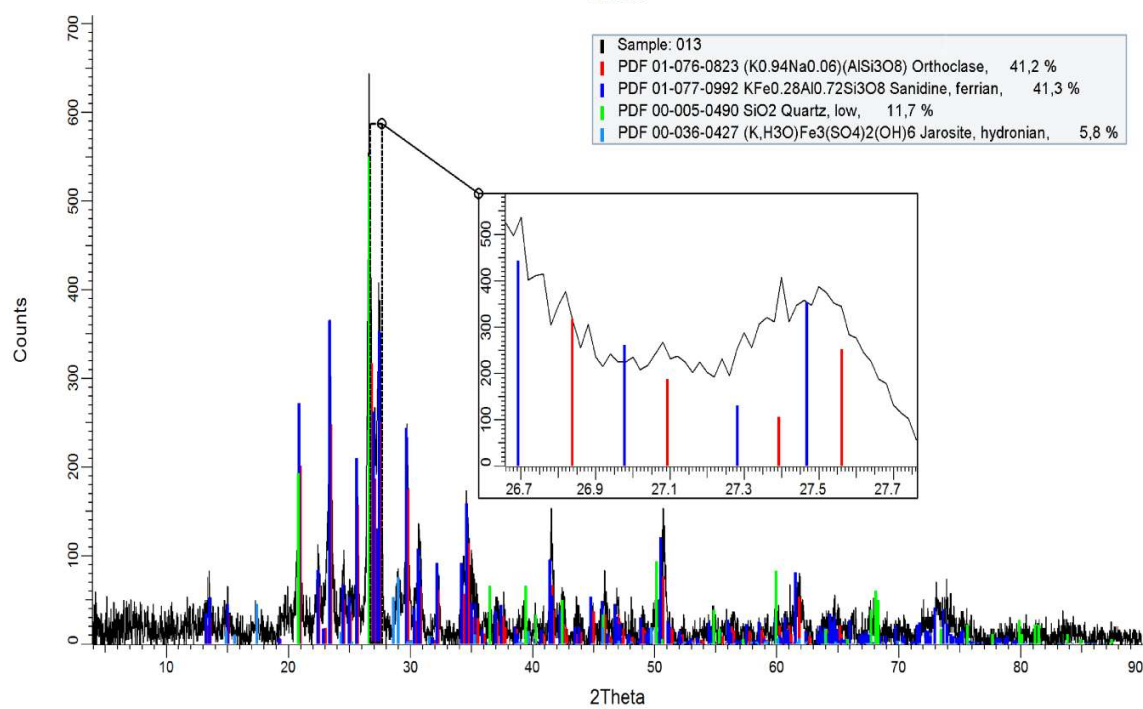
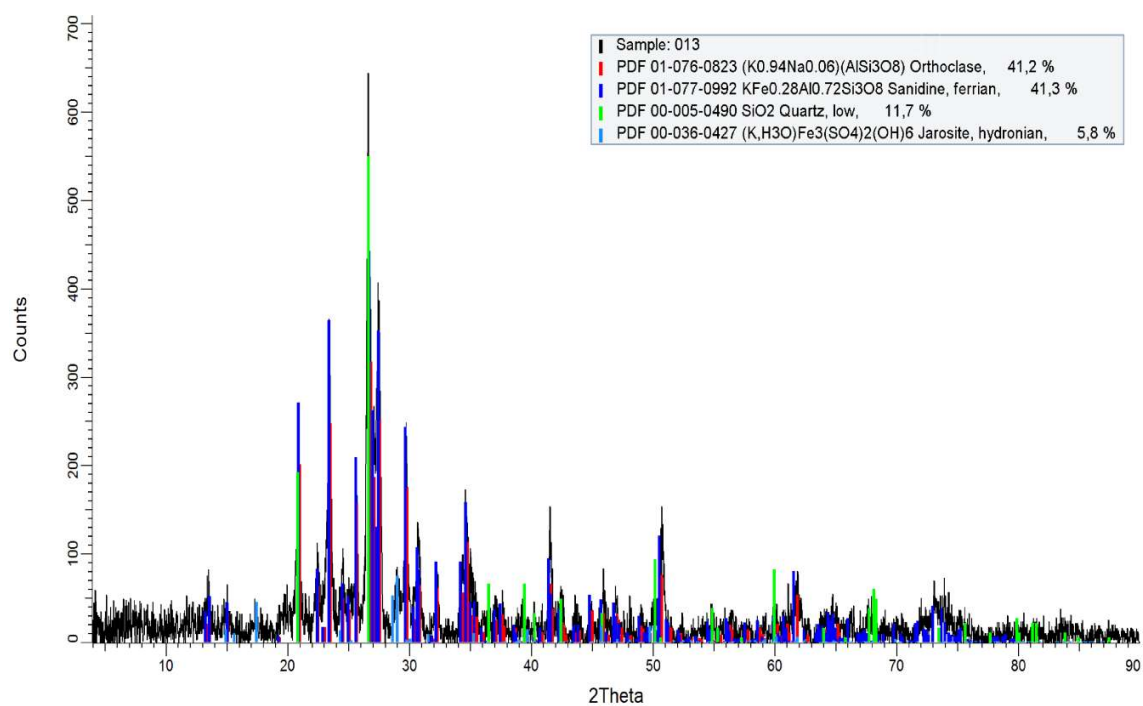
Abril	0	20.633	240.85
Mayo	0	22.032	249.88
Junio	44	24.75	263.68
Julio	55.5	23.29	163.67
Agosto	100	22.516	160.9
Septiembre	90	21.016	112.4
Octubre	26.5	19.338	115.53
Noviembre	73.5	10.233	SD
Diciembre	5.5	14.225	77.27
	Total: 405	Total: 224.4	Total: 1803.1
Año:2015	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	28.7	9.7419	SD
Febrero	60	15.571	107.16
Marzo	61.5	16.451	128.4
Abril	2.5	20.983	172.4
Mayo	0	22.596	203.34
Junio	104	23.116	177.3
Julio	106	22.274	152.29
Agosto	59.7	22.983	177.59
Septiembre	73.5	21.883	117.12
Octubre	20	15.451	SD
Noviembre	6.5	18.5	103.61
Diciembre	0	14.112	118.11
	Total: 522.4	Total: 223.7	Total: 1457.3
Año:2016	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	21	11.322	92.41
Febrero	0	10.569	SD
Marzo	26.5	13.371	SD
Abril	0	20.866	218.81
Mayo	2.5	23.596	241.47
Junio	47	23.733	245.15
Julio	3.5	23.645	182.33
Agosto	328.5	21.951	149.4
Septiembre	43.2	14.666	SD
Octubre	3.5	19.467	94.29
Noviembre	26	16.816	75
Diciembre	8	15.677	77.25
	Total: 589.7	Total: 215.7	Total: 1376.1

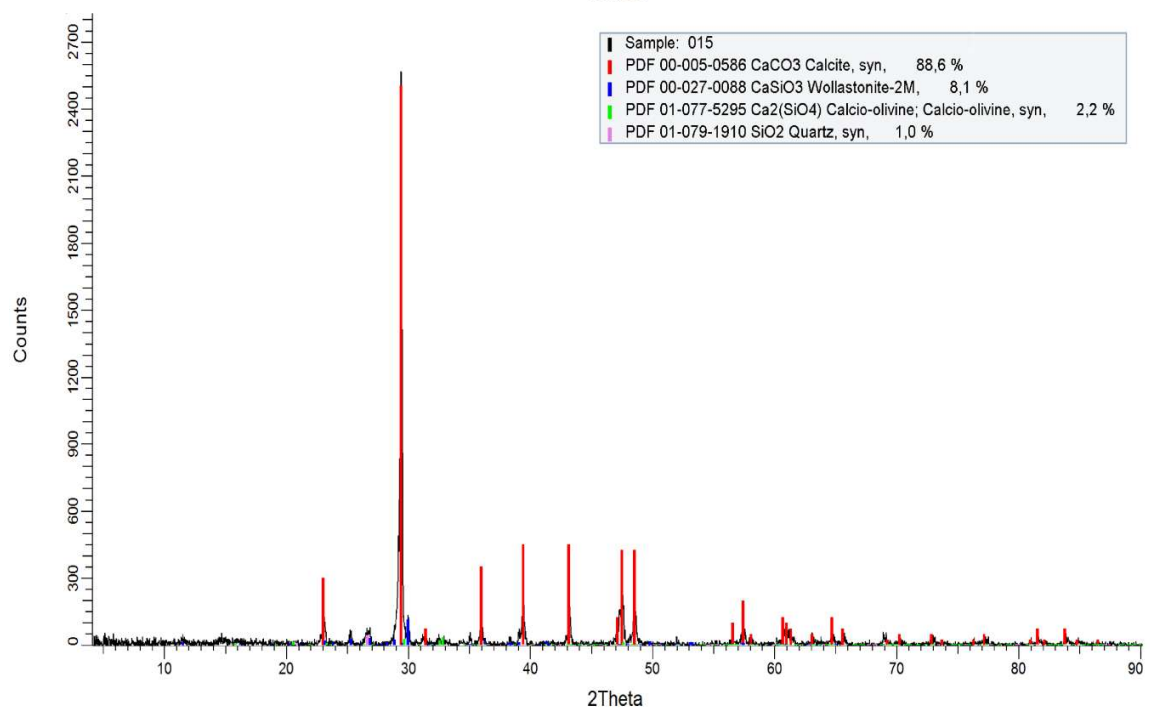
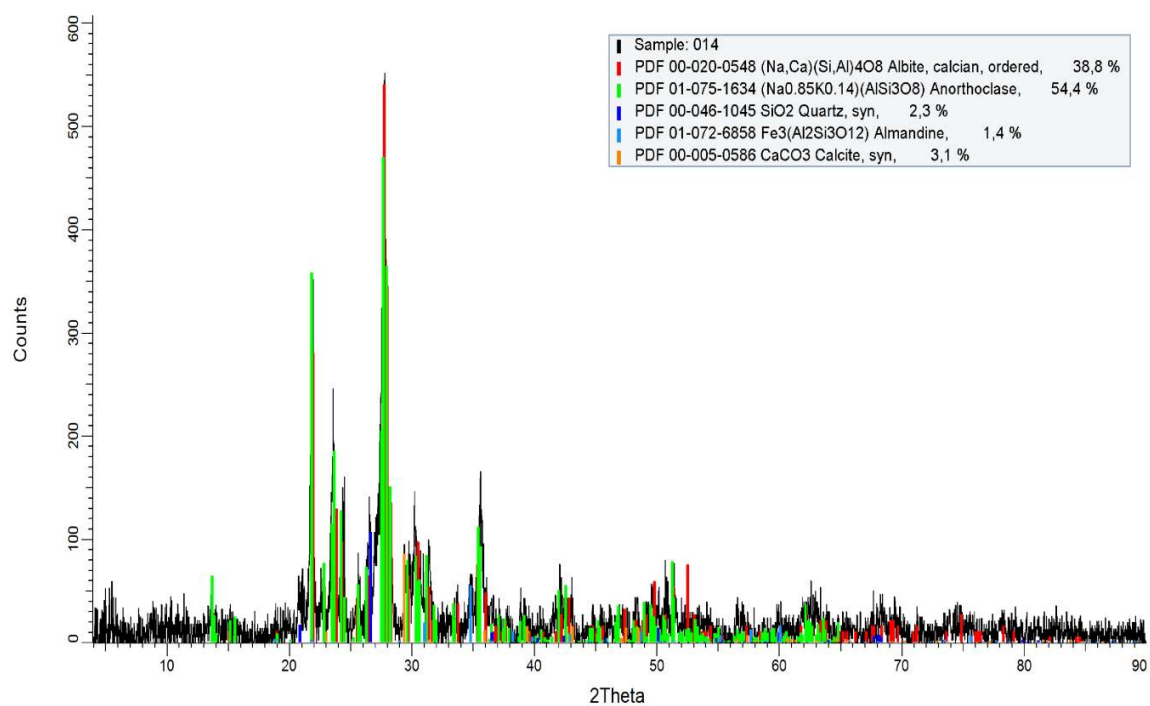
Año:2017	LLUVIA MENSUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	EVAPORACIÓN MENSUAL (mm)
Enero	2	9.7258	105.91
Febrero	2	10.232	98.77
Marzo	9.5	13.79	133.62
Abril	0	16.1	179.42
Mayo	10	18.266	168.31
Junio	32	17.766	173.73
Julio	SD	SD	SD
Agosto	SD	SD	SD
Septiembre	SD	SD	SD
Octubre	SD	SD	SD
Noviembre	SD	SD	SD
Diciembre	SD	SD	SD
	Total: 55.5	Total: 85.9	Total: 859.8

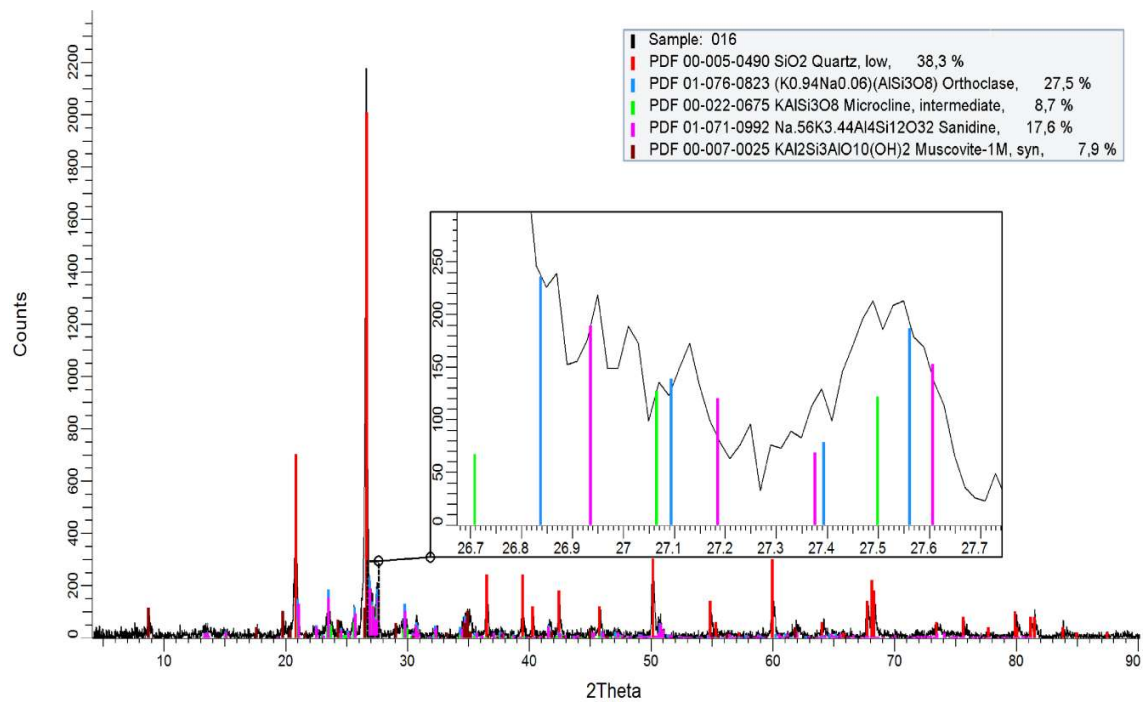
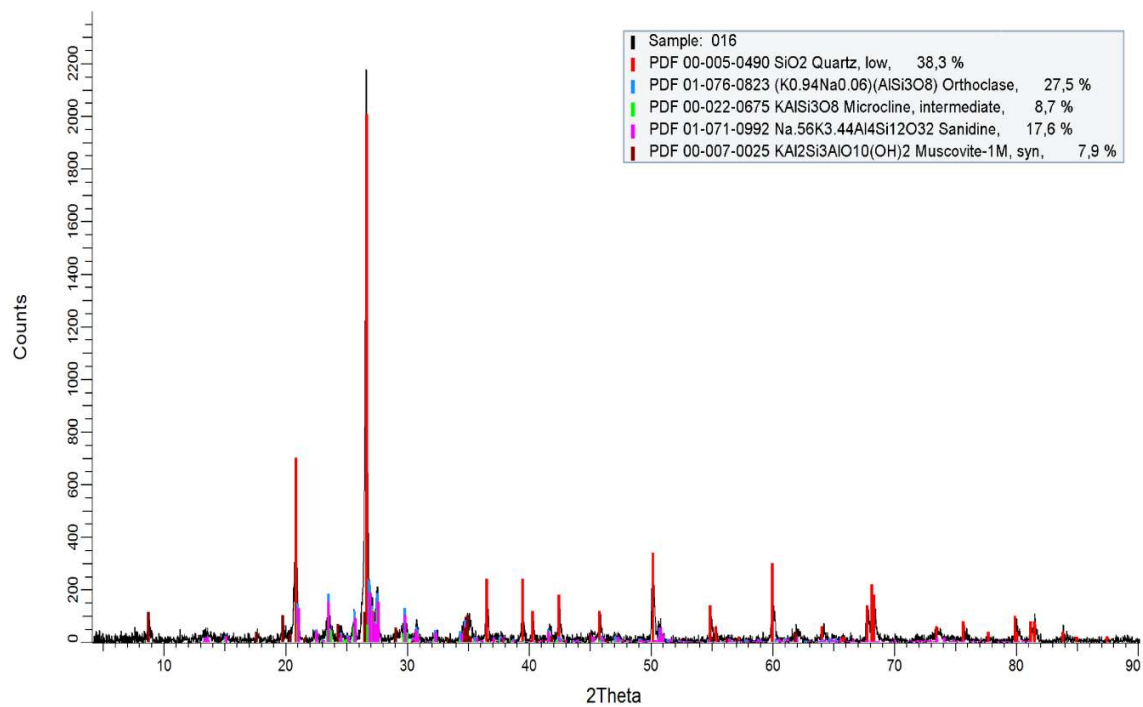
Registro de muestras por DRX

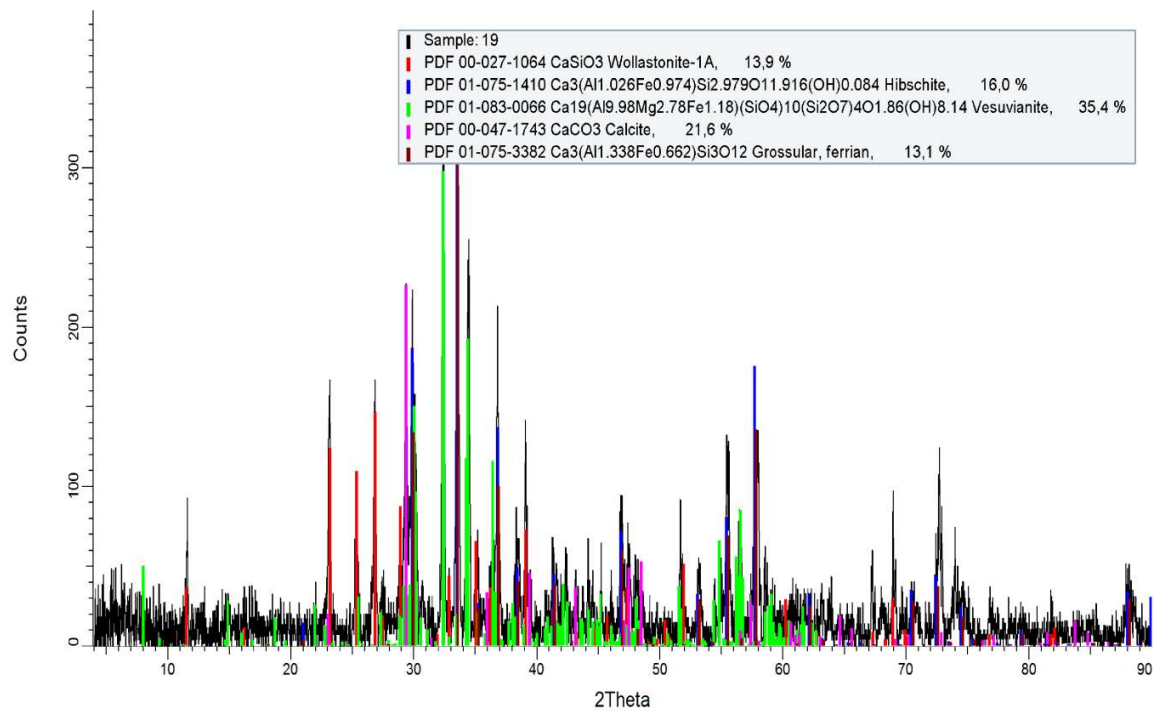
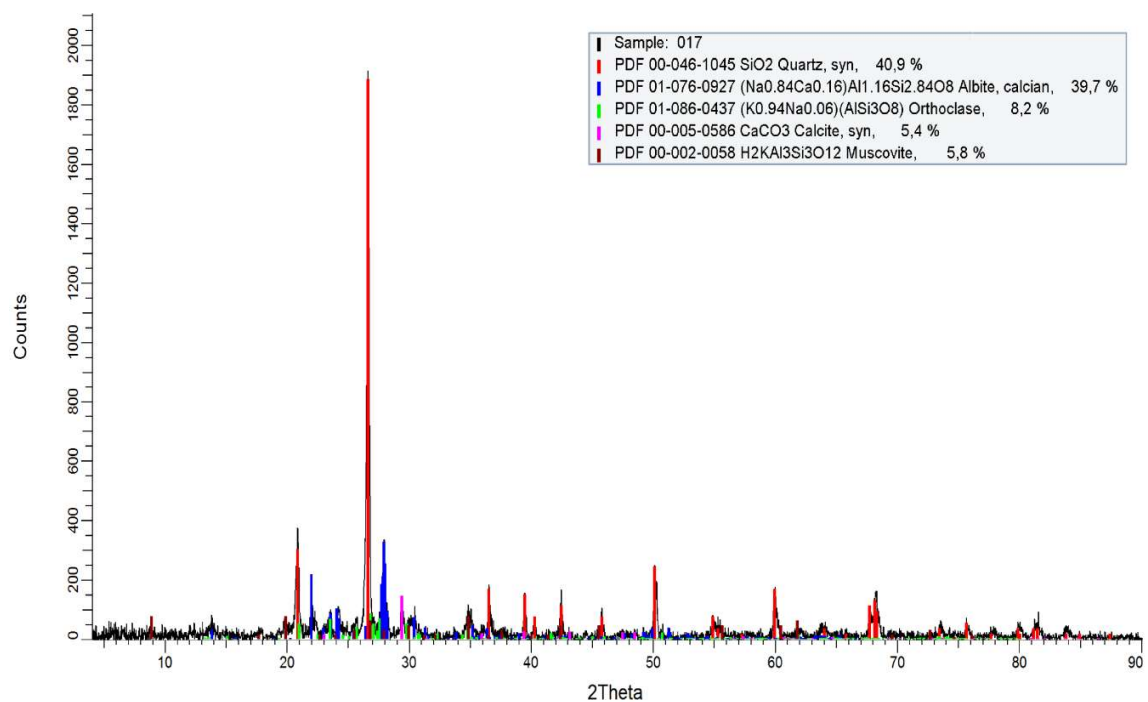












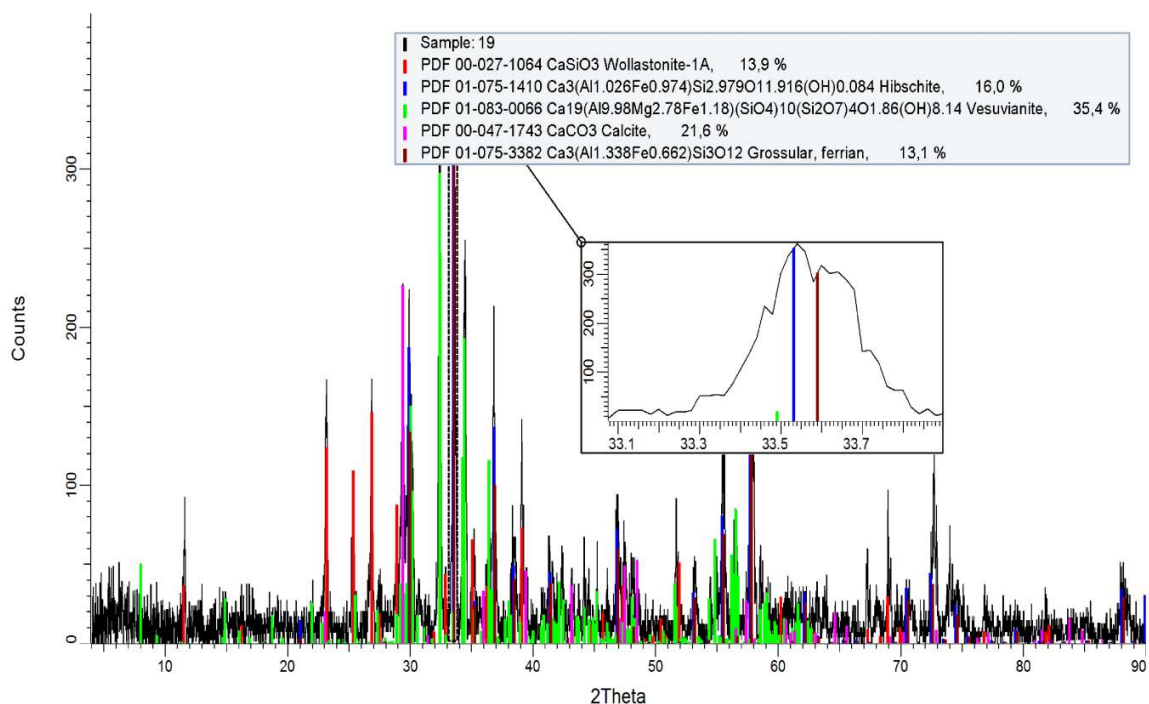


Tabla de resultados de ICP-MS para muestras de roca

ppm (mg/L)	7Li	9Be	11B	27Al	31P	33S	45Sc	47Ti	51V	52Cr	55Mn
Muestra 1	0.0048	0.0002	0.001	14.78	0.5232	618.9	0.0064	0.3365	0.0381	0.0109	0.7011
Muestra 2	0.0582	0.0011	0.001	178.05	1.0745	690.65	0.0199	4.0675	0.1	0.101	0.5949
Muestra 3	0.0104	0.0002	0.001	23.92	0.4461	566.35	0.0076	0.6824	0.0438	0.0226	0.7636
Muestra 5	0.0149	0.0007	0.001	63.255	0.7243	514.05	0.0112	1.606	0.2246	0.0655	0.8977
Muestra 6	0.005	0.0007	0.001	79.77	0.2511	536.7	0.012	2.004	0.0697	0.3015	1.7205
Muestra 7	0.0353	0.0023	0.001	199.6	0.7091	391.35	0.0157	0.7566	0.0128	0.0866	0.3666
Muestra 8	0.3139	0.0007	0.001	19.58	1.4925	581.7	0.0006	0.2343	0.0296	0.2862	0.8542
Muestra 9	0.0171	0.0002	0.001	7.7495	0.3927	573.45	0.005	0.2326	0.0083	0.0122	0.6858
Muestra 10	0.1599	0.0007	0.001	15.37	0.7231	517.2	0.0074	0.2703	0.0382	0.473	0.2632
Muestra 12	0.0027	0.0001	0.001	2.685	0.2211	539.3	0.0035	0.075	0.0221	0.0069	0.3725
Muestra 13	0.0156	0.001	0.001	320.5	0.4714	438.95	0.0336	9.8405	0.1398	0.0226	0.0354
Muestra 14	0.0463	0.002	0.001	327.2	1.909	558	0.0259	10.835	0.233	0.0875	1.193
Muestra 15	0.0103	0.0004	0.001	25.31	1.5865	455.95	0.0067	0.6904	0.1703	0.0383	0.2364
Muestra 16	0.1397	0.001	0.001	156.75	1.231	620.5	0.0184	4.021	0.1087	0.0795	0.9066
Muestra 17	0.186	0.0046	969.65	257	0.6605	594.85	0.0124	3.075	0.0541	0.1135	2.0155
Muestra 18	0.0137	0.0003	0.001	15.965	0.2126	518.1	0.0057	0.3835	0.0738	0.0141	0.7455
Muestra 19	0.0024	0.0008	80.61	222.5	0.2154	448.55	0.0297	6.643	0.0583	0.1218	1.116

ppm (mg/L)	56Fe	59Co	60Ni	65Cu	66Zn	75As	78Se	85Rb	88Sr	89Y	90Zr
Muestra 1	2.8015	0.0073	0.0004	0.0108	0.0176	0.0038	0.001	0.0137	0.6028	0.004	0.0066
Muestra 2	48.535	0.0148	0.0278	0.0284	0.1789	0.015	0.0015	0.0638	0.5286	0.0285	0.116
Muestra 3	11.51	0.01	1E-05	0.0106	0.0932	0.0217	0.0005	0.0312	0.5402	0.0087	0.0093
Muestra 5	19.165	0.0113	0.126	0.0387	0.4242	0.1697	0.0011	0.0438	2.191	0.0102	0.0372
Muestra 6	13.83	0.007	0.1601	0.0352	0.0297	0.0073	0.0003	0.0646	5.7725	0.028	0.0521
Muestra 7	11.065	0.0013	1E-05	0.0236	0.1348	0.2538	0.0003	0.4847	0.1268	0.0173	0.1654
Muestra 8	6.348	0.0059	1E-05	0.0157	0.0963	0.4302	0.0004	0.0103	0.0214	0.006	0.0121
Muestra 9	2.9945	0.0084	1E-05	0.0135	0.0464	0.0307	0.0005	0.0055	0.8797	0.0106	0.0042
Muestra 10	8.7365	0.0046	1E-05	0.0177	0.0324	0.5057	0.001	0.0087	0.2108	0.0186	0.0123
Muestra 12	0.9376	0.0078	1E-05	0.0076	0.0187	0.0302	0.0002	0.0032	0.3986	0.002	0.0025
Muestra 13	23.31	0.0006	1E-05	0.0256	0.0295	0.9977	0.0006	0.7189	0.2733	0.0057	0.1518
Muestra 14	81.09	0.0367	1E-05	0.0776	0.1409	0.0173	5E-05	0.1565	0.9831	0.029	0.3448
Muestra 15	10.725	0.0129	0.0568	0.0316	0.1036	0.0159	0.0036	0.0194	0.8718	0.0015	0.0047
Muestra 16	44.88	0.0199	0.056	0.0481	0.1601	0.026	0.0013	0.0769	0.3913	0.0267	0.1043
Muestra 17	29.99	0.0078	1E-05	0.0141	0.1161	0.7611	0.0002	0.1583	0.4608	0.0213	0.1101
Muestra 18	4.382	0.0081	0.0208	0.0129	0.0979	0.0167	0.0026	0.0017	1.0595	0.0038	0.0051
Muestra 19	58.775	0.0207	0.0002	0.0385	0.1501	0.0605	0.0001	0.002	0.3043	0.019	0.1798

ppm (mg/L)	93Nb	95Mo	107Ag	111Cd	118Sn	121Sb	133Cs	137Ba	139La	140Ce	141Pr
Muestra 1	0.0008	1E-05	0.0005	0.0003	0.0003	0.001	0.0018	0.1016	0.0028	0.0034	0.0006
Muestra 2	0.0101	1E-05	0.0015	0.001	0.0016	0.0017	0.0057	0.8044	0.0139	0.0423	0.0053
Muestra 3	0.0011	1E-05	0.0067	0.0012	0.0009	0.0021	0.0061	0.2121	0.0086	0.0075	0.0016
Muestra 5	0.0033	0.0022	0.0025	0.0045	0.0019	0.0096	0.0044	0.5274	0.0086	0.016	0.0021
Muestra 6	0.0054	1E-05	0.0009	0.0003	0.0019	0.0003	0.0069	0.3152	0.0066	0.0163	0.003
Muestra 7	0.0166	0.0061	0.0083	0.0015	0.0019	0.0537	0.014	1.2365	0.0572	0.1036	0.0103
Muestra 8	0.0008	0.0205	0.0023	0.0022	0.0016	0.2304	0.0029	0.1894	0.0051	0.0198	0.0013
Muestra 9	0.0006	1E-05	0.0003	0.0005	0.0003	0.0018	0.0002	0.0933	0.0067	0.0039	0.0011
Muestra 10	0.0007	0.036	0.0005	0.0007	0.0008	0.1517	0.0038	0.3148	0.0109	0.0111	0.0025
Muestra 12	0.0002	1E-05	0.0004	0.0026	0.0003	0.0043	0.0003	0.0356	0.001	0.0013	0.0002
Muestra 13	0.0156	1E-05	0.0014	0.0003	0.0024	0.052	0.0491	1.529	0.0231	0.0534	0.0062
Muestra 14	0.0136	0.0027	0.0027	0.0007	0.0013	0.0017	0.0153	1.035	0.0374	0.0877	0.0103
Muestra 15	0.0023	1E-05	0.0007	0.0016	0.0002	0.0017	0.0024	0.2998	0.0028	0.005	0.0007
Muestra 16	0.0093	1E-05	0.0016	0.0008	0.0016	0.0016	0.0305	0.6098	0.0193	0.049	0.0062
Muestra 17	0.0156	0.0006	0.0016	0.0007	0.0029	0.0545	0.013	0.9737	0.029	0.076	0.0076
Muestra 18	0.001	0.0093	0.0004	0.0014	0.0004	0.0019	0.0004	0.0718	0.0044	0.0066	0.0008
Muestra 19	0.0062	0	0.0022	0.0022	0.0035	0.0081	0.0003	0.0233	0.0024	0.0051	0.001

ppm (mg/L)	146Nd	147Sm	153Eu	157Gd	159Tb	163Dy	165Ho	166Er	172Yb	175Lu	178Hf
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

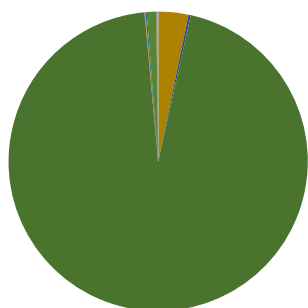
Muestra 1	0.0027	0.0005	0.0001	0.0007	9E-05	0.0005	0.0001	0.0003	0.0003	4E-05	0.0002
Muestra 2	0.0272	0.007	0.0017	0.0069	0.0009	0.006	0.001	0.0031	0.0028	0.0004	0.003
Muestra 3	0.0076	0.0015	0.0004	0.0017	0.0002	0.0015	0.0003	0.0008	0.0007	9E-05	0.0002
Muestra 5	0.0099	0.002	0.0007	0.0023	0.0003	0.0018	0.0003	0.0011	0.0009	0.0001	0.001
Muestra 6	0.0191	0.0065	0.007	0.007	0.001	0.0057	0.0009	0.0024	0.0019	0.0002	0.0017
Muestra 7	0.0369	0.0058	0.0008	0.0061	0.0006	0.0033	0.0006	0.0021	0.0025	0.0004	0.0051
Muestra 8	0.0057	0.0012	0.0003	0.0015	0.0002	0.001	0.0002	0.0005	0.0005	6E-05	0.0003
Muestra 9	0.0051	0.0011	0.0003	0.0014	0.0002	0.0012	0.0002	0.0007	0.0006	9E-05	9E-05
Muestra 10	0.0115	0.0024	0.0007	0.003	0.0004	0.0026	0.0005	0.0014	0.0012	0.0002	0.0003
Muestra 12	0.001	0.0002	5E-05	0.0003	3E-05	0.0002	5E-05	0.0002	0.0001	2E-05	6E-05
Muestra 13	0.0258	0.0041	0.0015	0.0039	0.0004	0.0016	0.0002	0.0008	0.0007	9E-05	0.0045
Muestra 14	0.045	0.0096	0.0025	0.0095	0.0012	0.0065	0.0011	0.0031	0.0028	0.0004	0.0082
Muestra 15	0.003	0.0005	0.0002	0.0006	7E-05	0.0004	8E-05	0.0002	0.0002	2E-05	0.0001
Muestra 16	0.029	0.0061	0.0013	0.0064	0.0008	0.0051	0.0009	0.0028	0.0026	0.0004	0.0026
Muestra 17	0.0317	0.0064	0.0017	0.0062	0.0008	0.0044	0.0007	0.0023	0.002	0.0003	0.0037
Muestra 18	0.0034	0.0006	0.0002	0.0008	0.0001	0.0006	0.0001	0.0004	0.0003	5E-05	0.0001
Muestra 19	0.0083	0.0041	0.0011	0.0041	0.0006	0.0038	0.0007	0.0019	0.0017	0.0002	0.0041

ppm (mg/L)	181Ta	182W	185Re	189Os	193Ir	202Hg	205Tl	208Pb	209Bi	232Th	238U
Muestra 1	0.0003	0.0003	1E-05	7E-06	4E-06	0.0006	0.0002	0.0064	3E-05	0.0003	0.0031
Muestra 2	0.0009	0.0019	1E-05	7E-06	2E-05	0.0006	0.0005	0.0201	0.0001	0.0074	0.0024
Muestra 3	0.0002	0.001	2E-06	7E-06	3E-06	0.0006	0.0003	0.0187	7E-05	0.0004	0.0016
Muestra 5	0.0006	0.0011	8E-06	9E-06	1E-05	0.0006	0.0006	0.2328	0.0002	0.0005	0.0041
Muestra 6	0.0008	0.0013	4E-06	2E-05	2E-05	0.0006	0.0004	0.0056	4E-05	0.0011	0.0012
Muestra 7	0.0021	0.0044	5E-06	1E-05	3E-05	0.0009	0.0129	0.0702	0.0003	0.0248	0.0079
Muestra 8	9E-05	0.0019	6E-06	0.0002	1E-05	0.0009	0.0011	0.0792	0.0002	0.001	0.0018
Muestra 9	0.0002	0.0003	2E-05	0	3E-06	0.0005	1E-04	0.0028	3E-05	0.0001	0.0009
Muestra 10	0.0003	0.0049	2E-05	5E-05	1E-05	0.0012	0.0051	0.0086	9E-05	0.0005	0.0026
Muestra 12	0.0001	0.0012	5E-07	1E-05	3E-06	0.0006	4E-05	0.0054	2E-05	0.0001	0.0026
Muestra 13	0.0014	0.1295	4E-06	6E-05	3E-05	0.0059	0.0064	0.0202	3E-05	0.0038	0.001
Muestra 14	0.0015	0.0034	6E-06	2E-05	6E-05	0.0008	0.0004	0.0236	0.0001	0.0114	0.0051
Muestra 15	0.0019	0.0004	6E-05	0.0001	1E-05	0.0008	9E-05	0.0095	6E-05	0.0003	0.0067
Muestra 16	0.001	0.0023	6E-06	3E-05	2E-05	0.0007	0.0007	0.012	0.0001	0.0065	0.0032
Muestra 17	0.0015	0.006	7E-06	3E-05	3E-05	0.0008	0.0021	0.0127	0.0003	0.0115	0.0058
Muestra 18	0.0002	0.0004	4E-06	1E-05	4E-06	0.0005	0.0001	0.0066	3E-05	0.0003	0.0031
Muestra 19	0.0048	0.0015	5E-06	0.0002	4E-05	0.0009	9E-05	0.1509	0.002	0.0007	0.0003

Gráfica circular de los elementos traza más abundantes para cada muestra de roca)

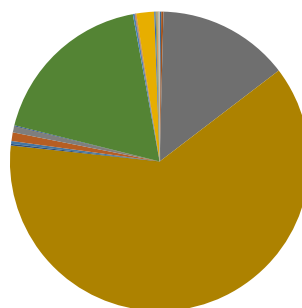


Muestra 8



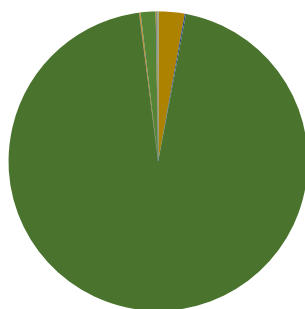
- 7Li
- 9Be
- 11B
- 27Al
- 31P
- 33S
- 45Sc
- 47Ti
- 51V
- 52Cr
- 55Mn
- 56Fe
- 59Co
- 60Ni

Muestra 9



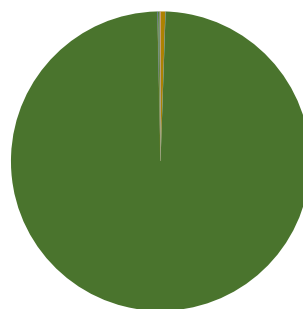
- 51V
- 52Cr
- 55Mn
- 56Fe
- 59Co
- 60Ni
- 65Cu
- 66Zn
- 75As
- 78Se
- 85Rb
- 88Sr
- 89Y
- 90Zr

Muestra 10



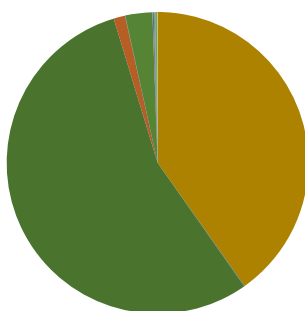
- 7Li
- 9Be
- 11B
- 27Al
- 31P
- 33S
- 45Sc
- 47Ti
- 51V
- 52Cr
- 55Mn
- 56Fe
- 59Co
- 60Ni

Muestra 12



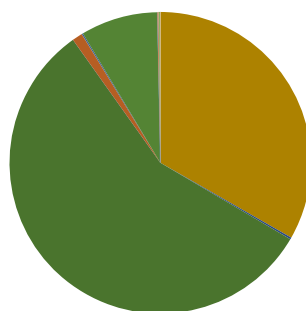
- 7Li
- 9Be
- 11B
- 27Al
- 31P
- 33S
- 45Sc
- 47Ti
- 51V
- 52Cr
- 55Mn
- 56Fe
- 59Co
- 60Ni

Muestra 13

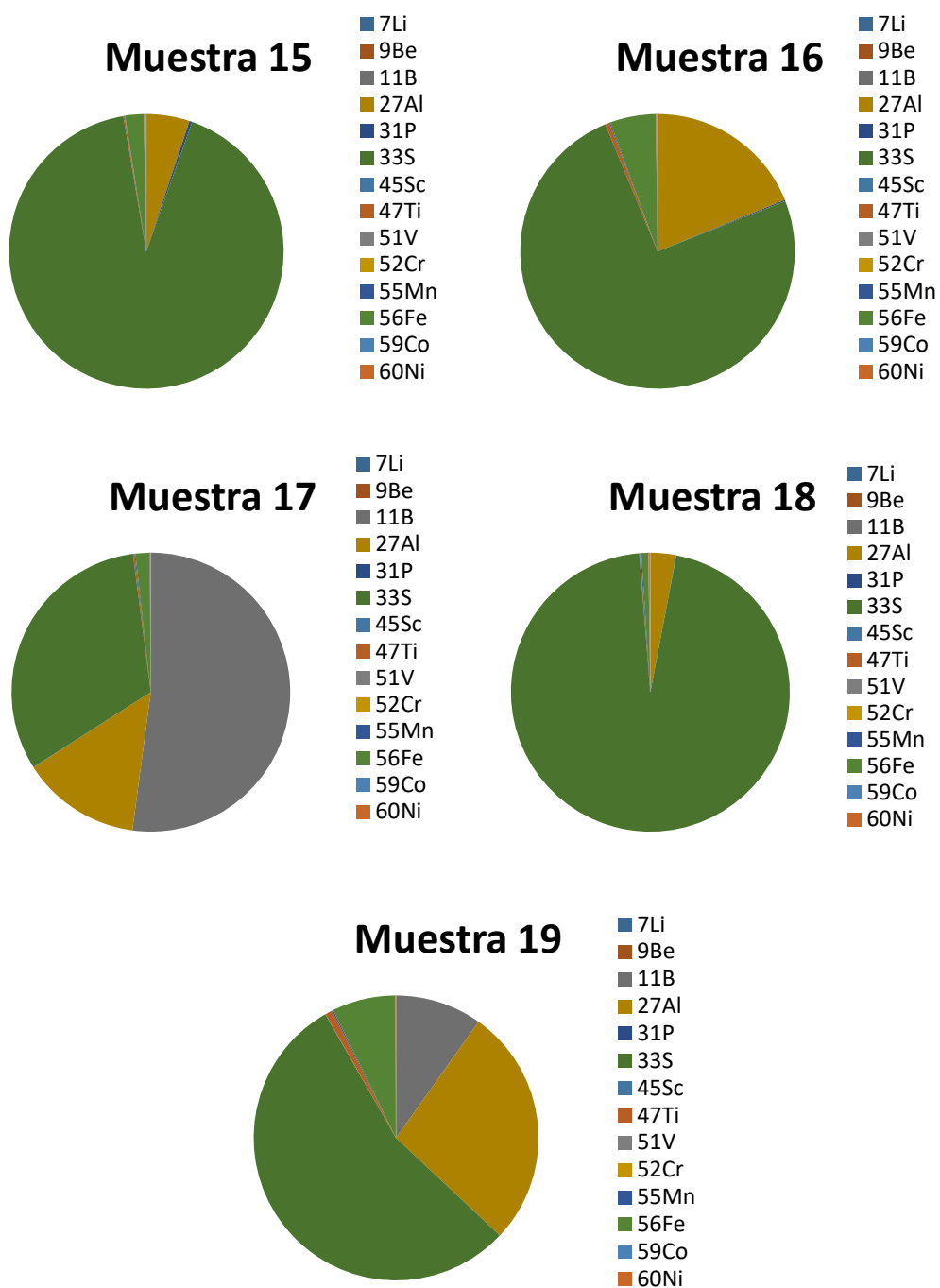


- 7Li
- 9Be
- 11B
- 27Al
- 31P
- 33S
- 45Sc
- 47Ti
- 51V
- 52Cr
- 55Mn
- 56Fe
- 59Co
- 60Ni

Muestra 14



- 7Li
- 9Be
- 11B
- 27Al
- 31P
- 33S
- 45Sc
- 47Ti
- 51V
- 52Cr
- 55Mn
- 56Fe
- 59Co
- 60Ni



Valores hidrogeoquímicos completos para las muestras de agua de Velardeña

SampleID	Clave UASLP	Fecha del Muestreo	Uso	Alcalinidad (mg/l CaCO3)	Color	Apariencia
463	2	12/10/2018	SD	229.6	No	Té de manzanilla diluido
464	3	11/10/2018	Potable	247.6	No	Transparente
465	3A	13/10/2018	Potable	267.4	No	Transparente
466	3B pileta	13/10/2018	Potable	SD	No	Transparente
467	4	13/10/2018	Doméstico	295.7	No	Transparente
468	6	11/10/2018	Doméstico	343	Si	Té de manzanilla diluido
469	7	12/10/2018	Industrial	244.8	No	Transparente
470	8	12/10/2018	Servicios	188.9	No	Transparente
471	9	12/10/2018	Servicios	198.3	No	Transparente
472	10	12/10/2018	Servicios	158.9	No	Transparente
473	11	12/10/2018	Servicios	187.2	No	Transparente
474	12	13/10/2018	Servicios	237.5	No	Transparente
475	14	13/10/2018	Potable	303.5	No	Transparente
476	15	13/10/2018	SD	326	No	Transparente
477	16	14/10/2018	Potable	237.1	No	Transparente
478	17	14/10/2018	Potable	278.2	No	Transparente
479	19	14/10/2018	Agrícola/Servicios	259.5	No	Transparente
480	21	14/10/2018	Agrícola	267	No	Transparente
481	22	15/10/2018	Servicios	200.8	Amarillo claro	Transparente
482	24	16/10/2018	Servicios	344.1	No	Transparente
483	26	16/10/2018	Servicios	274.8	No	Transparente
484	27	16/10/2018	Agropecuario	220.9	Si	Transparente
485	28	16/10/2018	Agropecuario	176.2	No	Té de manzanilla diluido
486	29	16/10/2018	Doméstico	104.8	Café claro	Café destilado
487	30	16/10/2018	Agropecuario	340.9	Amarillo	Agua de limón
488	31	16/10/2018	Agropecuario	355.9	Si	Agua de limón
489	32	17/10/2018	Agrícola	283.9	No	Transparente
490	33	17/10/2018	Agrícola	288.2	No	Transparente
491	34	17/10/2018	Agropecuario	227.3	Amarillo	Té de manzanilla
492	35	17/10/2018	Agropecuario	329.9	No	Transparente
493	37	17/10/2018	Doméstico	284.9	No	Transparente
494	39	18/10/2018	Industrial	98.1	No	Transparente
495	40	18/10/2018	Abrevadero	204.1	Amarillo	Traslúcida
496	41	18/10/2018	Agropecuario	321.1	No	Transparente
497	43	18/10/2018	Agrícola	262.4	No	Transparente

SampleID	Clave UASLP	Turbidez	Olor	Sedimentación	Desprendimiento de gases	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (%)
463	2	No	No	No	No	23.3	17.4
464	3	No	No	No	Si	26.6	60.8
465	3A	No	No	No	No	25.7	61.2
466	3B pileta	No	No	No	No	26.4	72.5
467	4	No	No	No	No	24.8	64.7
468	6	Si	No	No	Si	23.7	1.2
469	7	No	No	No	Si	38.6	0.3
470	8	No	No	No	Si	35.5	36
471	9	No	No	No	No	35.2	41.7
472	10	No	No	No	No	31	57.8
473	11	No	No	No	No	34	41.1
474	12	No	No	No	Si	25.7	126.6
475	14	No	No	No	No	24.7	56.9
476	15	No	No	No	No	23.9	18.8
477	16	No	No	No	No	25.5	67.1
478	17	No	No	No	No	25	49.1
479	19	No	Si	No	No	24.6	36.4
480	21	No	No	No	No	29	27.7
481	22	No	Si	No	Si	33.7	0
482	24	No	No	No	No	29	47.2
483	26	No	Si	No	Si	28.5	0.9
484	27	No	Si	No	No	22.2	21.5
485	28	Si	Si	Si	No	22	46.3
486	29	Si	Si	Si	No	19.6	30.9
487	30	Si	Si	Si	Si	20.7	-0.5
488	31	Si	Si	Si	Si	20.1	8.9
489	32	No	No	No	No	24.9	40
490	33	No	No	No	No	24.6	42
491	34	Si	Si	Si	No	21.5	21.5
492	35	No	No	No	No	22.7	28.5
493	37	No	No	No	No	25	70.2
494	39	Si	No	Si	No	17.3	65.7
495	40	Si	Si	No	No	18.2	90.5
496	41	No	No	No	No	25.8	64.9
497	43	No	No	No	No	27.6	40.2

SampleID	Clave UASLP	Oxígeno disuelto (mg/l)	Cond. Eléctrica (microSiem/cm)	pH	Pot. Óxido-reducción (mV)	Temp °C	Calc Alkalinity mg/l CaCO3	Conductividad µS/cm
463	2	1.46	5002	7.28	102.9	23.3	248.6	5002
464	3	4.85	1567	7.1	65	26.6	253.8	1567
465	3A	4.9	1490	7.3	105.9	25.7	272.2	1490
466	3B pileta	5.84	25.7	7.52	82.1	26.4	-	25.7
467	4	5.35	1125	7.13	78	24.8	311.1	1125
468	6	0.1	3179	7.1	61.9	23.7	355.6	3179
469	7	0.02	1725	6.98	23.4	38.6	251.6	1725
470	8	2.47	1637	7.02	30.1	35.5	202.4	1637
471	9	2.88	1619	7.04	54	35.2	202.8	1619
472	10	4.27	1468	7.2	86.4	31	163.2	1468
473	11	2.9	1274	7.31	74.7	34	189.3	1274
474	12	10.41	2656	6.92	100	25.7	245.4	2656
475	14	4.7	1467	6.76	91.1	24.7	317	1467
476	15	1.58	754	6.92	115.6	23.9	337.9	754
477	16	5.46	2005	7.03	104.3	25.5	244.1	2005
478	17	4.04	1828	6.91	104.3	25	285.5	1828
479	19	3.02	2764	6.76	106	24.6	274.9	2764
480	21	2.13	1166	7.04	81.4	29	271.8	1166
481	22	0	1089	7.91	-123.1	33.7	203.1	1089
482	24	3.62	1507	7.03	74.5	29	354.1	1507
483	26	0.06	1547	6.65	-89.3	28.5	278.6	1547
484	27	1.84	4276	7.14	104	22.2	227.7	4276
485	28	3.99	4731	7.39	84.2	22	181.6	4731
486	29	2.83	156.9	7.77	59.3	19.6	104.6	156.9
487	30	0	22182	7.61	-250.2	20.7	355.3	22182
488	31	0.79	7132	7.77	-13.9	20.1	362.8	7132
489	32	3.31	1491	7.11	75.5	24.9	286.4	1491
490	33	3.44	2149	6.95	82.5	24.6	286.1	2149
491	34	1.65	4248	7.07	-14.9	21.5	231.4	4248
492	35	2.45	1099	7.18	75.4	22.7	335.8	1099
493	37	5.78	1447	7.03	66.5	25	292.3	1447
494	39	6.3	430.5	7.91	83.9	17.3	94.7	430.5
495	40	8.5	1047	8.78	80	18.2	207.3	1047
496	41	5.28	1288	7.05	75.6	25.8	322.9	1288
497	43	3.18	1577	7.1	60.1	27.6	272.1	1577

SampleID	Clave UASLP	pe	Eh mV	E campo mV	TDS mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
463	2	5.567029	329.41	102.9	2253	311.37752	9.81261	113.51611	381.441
464	3	4.854018	287.22	65	546	184.12412	3.21132	30	103.341
465	3A	5.565001	329.29	105.9	717	145.47658	2.47024	28	122.681
466	3B pileta	5.147402	304.58	82.1	12	4.93938	1.36803	0	0.197
467	4	5.113264	302.56	78	551	121.73893	3.2556	24	80.024
468	6	4.865341	287.89	61.9	1611	248.8194	7.3866	89	273.213
469	7	3.887338	230.02	23.4	657	108.21073	5.70865	26	121.524
470	8	4.068675	240.75	30.1	660	96.27579	5.12275	27	105.395
471	9	4.479176	265.04	54	651	93.74957	3.74053	27	103.394
472	10	5.11901	302.9	86.4	642	85.63873	5.0614	30	111.188
473	11	4.85537	287.3	74.7	528	93.38652	3.7451	20	91.887
474	12	5.465291	323.39	100	1309	195.21466	3.17829	69	260.335
475	14	5.336851	315.79	91.1	723	124.11601	4.00491	40	95.122
476	15	5.768477	341.33	115.6	352	37.02704	2.72174	8	97.622
477	16	5.542355	327.95	104.3	984	137.29098	1.56406	57	193.527
478	17	5.55334	328.6	104.3	895	120.11244	3.23272	48	144.203
479	19	5.590858	330.82	106	1375	237.9395	3.84666	73	197.935
480	21	5.07845	300.5	81.4	466	171.83294	2.19658	4	35.932
481	22	1.519141	89.89	-123.1	527	86.68758	6.3379	16	100.208
482	24	4.96184	293.6	74.5	679	94.67286	5.22593	36	124.911
483	26	2.204605	130.45	-89.3	695	136.1439	4.49824	19	129.623
484	27	5.609786	331.94	104	2240	284.30768	4.6505	140	437.765
485	28	5.27956	312.4	84.2	2507	506.79852	4.41051	137	220.368
486	29	4.911478	290.62	59.3	819	6.91456	4.23375	2	23.804
487	30	-0.343239	-20.31	-250.2	8816	2587.79758	12.96364	532	252.537
488	31	3.663413	216.77	-13.9	3766	1295.86842	18.3666	97	231.519
489	32	5.068817	299.93	75.5	734	152.0199	3.63063	28	88.006
490	33	5.193708	307.32	82.5	1052	240.44901	5.63053	46	143.633
491	34	3.615755	213.95	-14.9	2245	373.50701	6.80777	207	325.932
492	35	5.115461	302.69	75.4	562	120.38508	5.08705	22	90.189
493	37	4.91452	290.8	66.5	718	118.51342	3.60478	28	152.102
494	39	5.377749	318.21	83.9	252	19.57101	4.87272	6	73.175
495	40	5.292066	313.14	80	589	162.84406	17.61871	18	39.201
496	41	5.050734	298.86	75.6	628	135.42271	3.53967	22	101.352
497	43	4.749238	281.02	60.1	711	145.40179	4.64688	33	103.233

SampleID	Clave UASLP	P	SO4	S	F	Cl	CO3	HCO3	NO3
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
463	2	0.142	1700.947	567.776	1.38	119.97	0.5	302.1	32.0
464	3	0.099	442.643	147.754	1.08	75.98	0.3	308.9	11.6
465	3A	0.057	399.386	133.315	1.18	71.98	0.5	331	11.3
466	3B pileta	0.025	<0.1	-0.016	0.03	2.00	0	10.15	2.2
467	4	0.067	280.671	93.688	1.31	35.99	0	304.51	7.5
468	6	0.147	910.886	304.053	1.24	275.94	0.4	432.8	12.6
469	7	0.081	320.309	106.919	1.54	71.98	0.3	306.3	1.2
470	8	0.095	374.813	125.113	1.52	55.99	0.2	229.9	3.9
471	9	0.151	333.837	111.435	1.54	57.99	0.2	246.8	3.8
472	10	0.120	351.653	117.382	2.11	61.99	0.2	198.5	6.1
473	11	0.087	283.978	94.792	1.71	43.99	0.4	230.1	4.5
474	12	0.141	840.376	280.517	1.37	171.96	0.2	298.8	30.0
475	14	0.151	251.994	84.115	1.41	97.98	0.2	386.2	12.2
476	15	0.103	39.202	13.086	0.90	12.00	0.2	411.5	3.9
477	16	0.092	606.314	202.387	1.22	123.97	0.2	297.1	26.5
478	17	0.066	431.599	144.068	1.42	87.98	0.2	347.7	10.5
479	19	0.305	797.621	266.246	1.63	197.96	0.3	334.6	20.6
480	21	0.065	193.283	64.518	1.55	29.99	0.3	330.8	1.3
481	22	0.175	277.161	92.516	1.67	37.99	1.4	244.8	2.2
482	24	0.098	285.963	95.454	1.76	41.99	0.3	431.1	2.8
483	26	0.131	416.971	139.185	1.49	27.99	0.1	339.5	1.4
484	27	0.300	1668.261	556.865	1.86	245.94	0.3	277	24.4
485	28	0.234	1460.841	487.628	1.84	469.89	0.4	220.5	32.0
486	29	0.301	11.851	3.956	0.56	49.99	0	0	0.7
487	30	2.743	7400.000	2188.870	2.16	217.95	2	429	1.3
488	31	5.688	2800.000	880.289	1.90	57.99	2.2	437.8	97.0
489	32	0.327	296.465	98.960	1.76	73.98	0.3	348.6	15.4
490	33	0.149	637.504	212.799	1.71	117.97	0.2	348.4	23.0
491	34	0.295	1951.531	651.421	1.50	189.96	0.3	281.6	1.0
492	35	0.950	221.873	74.061	1.49	29.99	0.4	408.6	7.1
493	37	0.448	374.189	124.904	1.64	77.98	0.3	355.9	14.4
494	39	0.423	134.718	44.969	0.55	10.00	0.5	114.6	1.0
495	40	0.359	260.414	86.926	1.03	79.98	8	236.3	1.4
496	41	0.371	251.135	83.829	1.41	57.99	0.3	393.1	6.0
497	43	0.214	273.151	91.178	1.35	123.97	0.3	331.1	10.5

SampleID	Clave UASLP	Si	DO	Li	Al_diss	V_diss	Cr_diss	Mn_diss
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
463	2	25.033	1.46	0.16373372	0.00696651	0.025858063	<0.00001	0.003530766
464	3	20.775	4.85	0.09487843	0.00263789	0.025548071	<0.00001	0.000288256
465	3A	18.657	4.9	0.08950989	0.00193814	0.031305739	<0.00001	0.001966108
466	3B pileta	0.050	5.84	0.00184258	<0.0005	<0.00001	<0.00001	<0.00001
467	4	25.999	5.35	0.06970069	0.00325047	0.044952381	<0.00001	0.000395082
468	6	17.782	0.1	0.14094068	0.00208088	0.006418896	<0.00001	0.703421416
469	7	11.587	0.02	0.11761408	<0.0005	0.001507423	<0.00001	0.027320142
470	8	13.920	2.47	0.08189553	0.00089281	0.004532642	<0.00001	0.008497036
471	9	12.180	2.88	0.08153616	<0.0005	0.006295923	<0.00001	0.005891565
472	10	9.828	4.27	0.07825723	0.00036267	0.003279477	<0.00001	0.000779316
473	11	10.419	2.9	0.08025597	0.00188422	0.004328498	<0.00001	0.00031466
474	12	27.968	10.41	0.08609542	<0.0005	0.028043257	<0.00001	0.000526791
475	14	28.837	4.7	0.08097464	0.00068889	0.03217042	<0.00001	0.001098016
476	15	32.181	1.58	0.02987263	<0.0005	0.046676916	<0.00001	0.001239541
477	16	24.760	5.46	0.07192421	<0.0005	0.023463758	<0.00001	5.19915E-05
478	17	25.493	4.04	0.0805255	0.00215294	0.030883034	<0.00001	0.000324314
479	19	22.335	3.02	0.1121322	0.00184449	0.030839771	<0.00001	0.00049052
480	21	4.159	2.13	0.14700888	0.001463	0.002307321	<0.00001	0.015333112
481	22	6.708	0	0.09211525	0.00074093	0.007388827	<0.00001	0.000512171
482	24	4.993	3.62	0.12765881	0.00037898	0.005473353	<0.00001	0.002210536
483	26	17.887	0.06	0.12269238	5.5793E-05	0.000611686	<0.00001	0.0737425
484	27	11.449	1.84	0.24637174	0.00329849	0.003160233	<0.00001	0.001619115
485	28	23.216	3.99	0.19265066	0.00663713	0.043813484	<0.00001	0.001799121
486	29	2.872	2.83	0.00913532	0.47796403	0.005512146	<0.00001	0.015651714
487	30	6.602	0	0.74547101	0.01103725	0.015061381	<0.00001	4.053890327
488	31	16.901	0.79	0.75128781	0.01008171	0.013506315	<0.00001	0.078149165
489	32	18.860	3.31	0.10961512	0.00180618	0.027514551	<0.00001	0.00493255
490	33	17.522	3.44	0.19932938	0.00093084	0.029252312	<0.00001	<0.00001
491	34	9.117	1.65	0.22350978	0.00406668	0.000198575	<0.00001	0.073003987
492	35	15.951	2.45	0.11473803	0.00192417	0.010191692	<0.00001	0.000694346
493	37	21.423	5.78	0.12977076	<0.0005	0.021970326	<0.00001	8.65242E-05
494	39	0.050	6.3	0.00700354	0.05158816	0.003728472	<0.00001	0.002485764
495	40	0.050	8.5	0.16609489	0.10792482	0.006386106	<0.00001	0.005783344
496	41	21.443	5.28	0.12687161	0.00708247	0.023572733	<0.00001	0.003801897
497	43	19.651	3.18	0.12170424	3.7065E-05	0.020520991	<0.00001	0.0010824

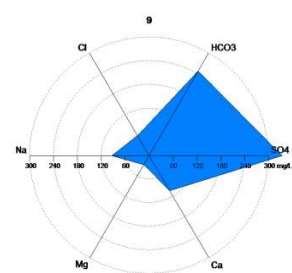
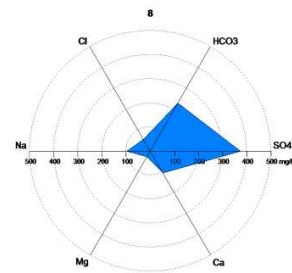
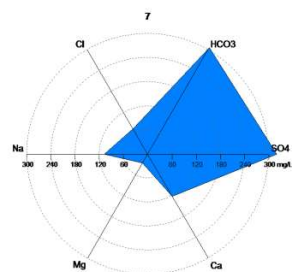
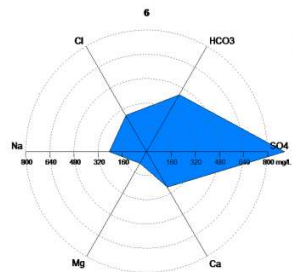
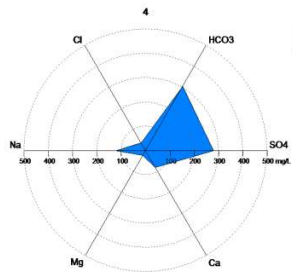
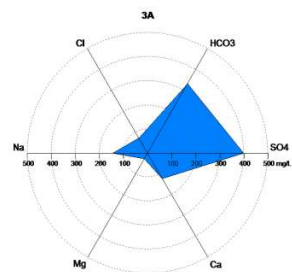
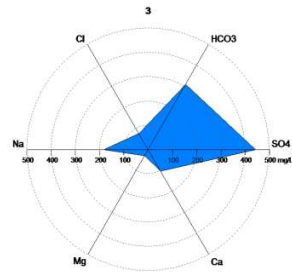
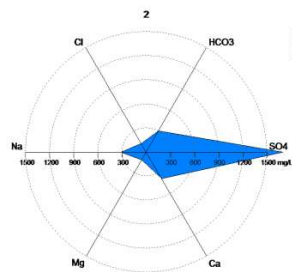
SampleID	Clave UASLP	Fe diss	Ni diss	Cu diss	Zn diss	As diss	Se diss
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
463	2	0.0749505	0.000936575	0.00060116	0.01798203	0.094035074	0.02607002
464	3	0.01169461	<0.00001	<0.00001	0.01024481	0.06145925	0.00331545
465	3A	0.01283759	<0.00001	<0.00001	0.01677753	0.068648952	0.00325874
466	3B pileta	<0.0005	<0.00001	<0.00001	2.2234E-05	0.001527916	<0.00001
467	4	0.01224411	<0.00001	<0.00001	0.00461605	0.098961109	0.00112921
468	6	0.05308493	0.000614815	<0.00001	0.0804888	0.038825502	0.00460047
469	7	0.0459828	<0.00001	<0.00001	0.21867858	0.346395784	0.00246128
470	8	0.03094092	<0.00001	<0.00001	0.03855097	0.197640446	0.00513835
471	9	0.01407605	<0.00001	<0.00001	0.05272883	0.270155404	0.00521494
472	10	0.01275193	<0.00001	<0.00001	0.00918349	0.156099876	0.00163135
473	11	0.00867106	<0.00001	<0.00001	0.01460851	0.180091902	0.00135446
474	12	0.03055187	<0.00001	<0.00001	0.02368776	0.090421211	0.00512182
475	14	0.02633018	<0.00001	<0.00001	0.00735789	0.072803914	0.00116975
476	15	0.00581855	<0.00001	<0.00001	0.00261492	0.090148466	0.0001468
477	16	0.01580834	<0.00001	<0.00001	0.00175093	0.078679284	0.00353777
478	17	0.01888896	<0.00001	<0.00001	0.01250359	0.076423595	0.00389853
479	19	0.03651371	<0.00001	<0.00001	0.00220978	0.220566744	0.00445502
480	21	0.11390921	<0.00001	<0.00001	0.00083971	0.12073722	9.8403E-05
481	22	0.02113486	<0.00001	<0.00001	0.01280891	0.098639064	0.00090049
482	24	0.02587972	0.003099232	<0.00001	0.03013149	0.067082553	0.00343059
483	26	2.853305	<0.00001	<0.00001	0.02010775	0.825213569	<0.00001
484	27	0.18053248	<0.00001	<0.00001	0.00619164	0.075842442	0.01311158
485	28	0.06506291	<0.00001	0.00030595	0.84729288	0.118713651	0.02409213
486	29	0.13904937	<0.00001	<0.00001	0.00539863	0.010857079	3.2926E-05
487	30	0.07793767	0.003767181	0.00028906	<0.00001	0.113901439	0.00177667
488	31	0.04849449	0.002296146	<0.00001	0.0083705	0.090959996	0.0053559
489	32	0.0144261	<0.00001	<0.00001	0.01697183	0.071046614	0.00150766
490	33	0.0186369	<0.00001	<0.00001	0.00020964	0.065970577	0.00237972
491	34	1.13730233	<0.00001	<0.00001	0.11160698	0.004994189	<0.00001
492	35	0.04586263	<0.00001	<0.00001	2.19109987	0.057658074	0.00083594
493	37	0.03628274	<0.00001	<0.00001	0.0018484	0.055036015	0.00138428
494	39	0.04534766	<0.00001	<0.00001	0.00057138	0.022215772	<0.00001
495	40	0.06879925	0.00129746	5.9732E-05	0.00529094	0.024179796	<0.00001
496	41	0.02217311	<0.00001	<0.00001	0.08450914	0.049268383	0.00152115
497	43	0.01586494	<0.00001	<0.00001	0.01355714	0.051479885	0.00145786

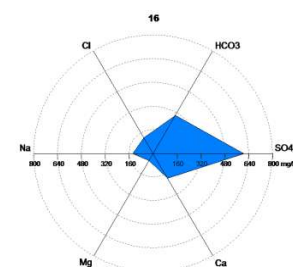
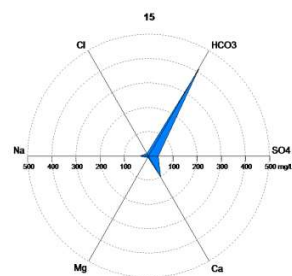
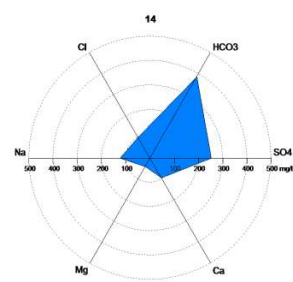
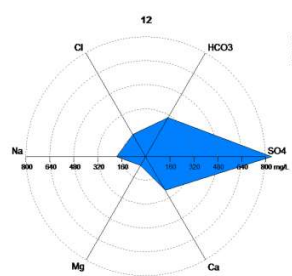
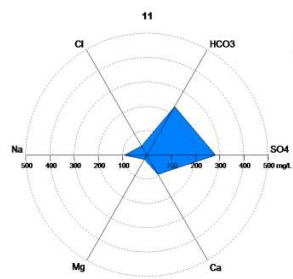
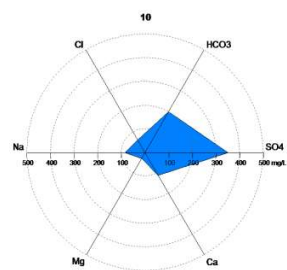
SampleID	Clave UASLP	Sr	Mo_diss	Cd_diss	Ba	Pb_diss	U_diss
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
463	2	9.84469237	0.000889932	<0.00001	0.05867619	6.84962E-05	0.00718134
464	3	2.30874275	0.000914059	<0.00001	0.03691326	0.000275809	0.00637121
465	3A	2.29461133	0.001198132	<0.00001	0.03634331	0.000149981	0.00684592
466	3B pileta	0.00221665	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.000160662	<0.00001
467	4	1.39260222	0.000794056	<0.00001	0.03441528	0.000360027	0.00458131
468	6	8.09557396	0.001820701	<0.00001	0.053421	<0.00001	0.00421522
469	7	1.43272736	0.001347755	<0.00001	0.04636635	0.000129346	0.00247355
470	8	1.57892281	0.001945639	<0.00001	0.02370236	9.63318E-05	0.00430662
471	9	1.92226769	0.00327933	<0.00001	0.03321592	0.000109593	0.00478584
472	10	2.34242128	0.002641917	<0.00001	0.01786574	0.000123905	0.00396906
473	11	1.58352237	0.002769437	0.000492073	0.01092969	0.004296189	0.00364775
474	12	4.77887503	0.002546356	<0.00001	0.05215028	0.000168138	0.01156324
475	14	1.73567768	0.001337241	<0.00001	0.03612598	0.000255113	0.00588681
476	15	0.85468556	0.000441358	<0.00001	0.05025052	0.000195804	0.0011852
477	16	3.36845296	0.000939035	<0.00001	0.06397055	0.000148475	0.00660273
478	17	2.46047881	0.000813364	<0.00001	0.03939141	0.000299853	0.00713839
479	19	4.48102043	0.001026757	<0.00001	0.04553096	0.000438626	0.0109713
480	21	1.32622737	0.002110156	<0.00001	0.03088505	0.000125052	0.00477497
481	22	1.46058534	0.001522581	<0.00001	0.0405965	0.000158758	0.00456969
482	24	2.71807305	0.003489188	<0.00001	0.03355184	9.10657E-05	0.00678471
483	26	1.01440497	0.002102775	<0.00001	0.02941928	8.97017E-05	0.00039025
484	27	12.8253401	0.004480446	<0.00001	0.01402843	<0.00001	0.01921676
485	28	9.0273347	0.002785686	<0.00001	0.03798258	0.000228515	0.00785476
486	29	0.10059707	0.000159184	<0.00001	0.03653432	0.000264743	<0.00001
487	30	10.9257552	0.002324337	<0.00001	0.05785677	7.48461E-05	0.11016273
488	31	6.67340664	0.005635012	<0.00001	0.12669603	<0.00001	0.01166856
489	32	1.9218122	0.002106992	<0.00001	0.03236446	0.000112937	0.00646255
490	33	4.22300387	0.001816056	<0.00001	0.03936454	0.000108474	0.0119049
491	34	12.3886503	0.000888117	<0.00001	0.01190641	<0.00001	0.00101185
492	35	1.71908311	0.000888578	<0.00001	0.04810794	0.000288242	0.00636904
493	37	1.49985837	0.000947148	<0.00001	0.06222436	0.000123234	0.00578174
494	39	0.48603316	0.000679235	<0.00001	0.08069849	0.00020098	0.00012571
495	40	0.63544004	0.001496845	<0.00001	0.11732132	0.000218207	0.00313358
496	41	1.38618043	0.000834249	<0.00001	0.05266306	0.000239677	0.00623136
497	43	1.4718789	0.000353143	<0.00001	0.02421008	6.02754E-05	0.00367464

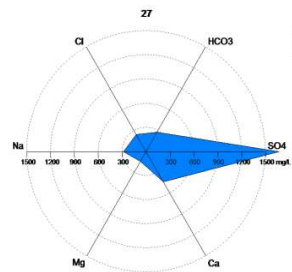
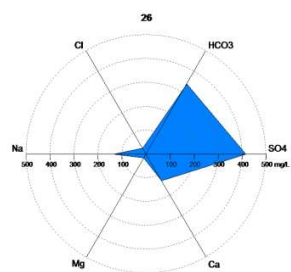
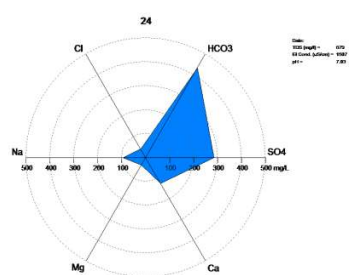
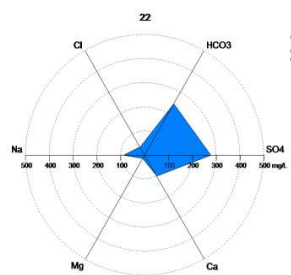
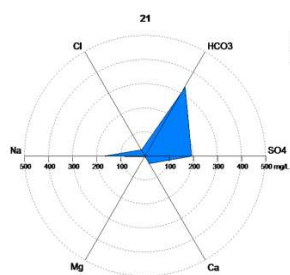
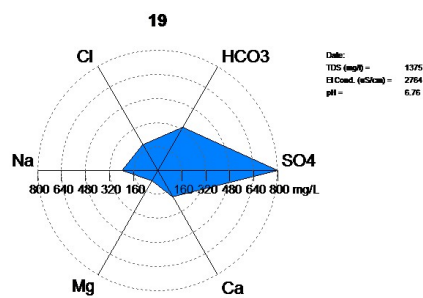
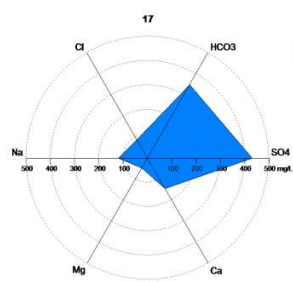
SampleID	Clave UASLP	Be	Ti	Co	Sn	Sb_diss	W
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
463	2	<0.00001	1.53526897	0.00075241	<0.00001	0.00440245	<0.00001
464	3	<0.00001	0.2013847	0.00020788	0.000997373	0.00030713	<0.00001
465	3A	<0.00001	0.20940397	0.0005357	<0.00001	0.00041705	<0.00001
466	3B pileta	<0.00001	1.1148E-05	<0.00001	0.000514082	<0.00001	<0.00001
467	4	<0.00001	0.13531942	0.00267628	0.000424603	0.00072238	<0.00001
468	6	<0.00001	0.89738336	0.00213854	<0.00001	0.00269946	<0.00001
469	7	<0.00001	0.21305466	<0.00001	<0.00001	0.02592953	4.1364E-05
470	8	<0.00001	0.20290051	<0.00001	0.000991866	0.00551147	<0.00001
471	9	<0.00001	0.24768144	<0.00001	<0.00001	0.00507657	0.00023285
472	10	<0.00001	0.22307679	<0.00001	0.003967646	0.00080081	0.00053603
473	11	<0.00001	0.16056308	<0.00001	<0.00001	0.0007323	<0.00001
474	12	<0.00001	0.56492749	<0.00001	0.00101883	0.00013022	<0.00001
475	14	<0.00001	0.17315341	<0.00001	0.000643322	0.00033646	<0.00001
476	15	<0.00001	0.1532254	<0.00001	<0.00001	0.00179361	<0.00001
477	16	<0.00001	0.31939656	<0.00001	0.000645756	0.00030447	<0.00001
478	17	<0.00001	0.31758037	<0.00001	0.000262191	0.0009677	<0.00001
479	19	<0.00001	0.58293711	0.00014499	0.003623898	0.00083591	<0.00001
480	21	<0.00001	0.07647225	<0.00001	0.00094855	3.6957E-05	<0.00001
481	22	<0.00001	0.15747503	<0.00001	0.000267981	0.00025657	<0.00001
482	24	<0.00001	0.20495274	<0.00001	0.000815926	0.00342382	<0.00001
483	26	<0.00001	0.18131082	<0.00001	0.001083024	0.02945903	<0.00001
484	27	<0.00001	1.31645155	<0.00001	<0.00001	0.00126178	<0.00001
485	28	<0.00001	0.61684106	<0.00001	<0.00001	0.00014315	<0.00001
486	29	<0.00001	0.04156723	<0.00001	<0.00001	0.00023256	<0.00001
487	30	<0.00001	0.89285332	0.00139528	<0.00001	0.00150322	0.0013826
488	31	<0.00001	0.69395311	0.00081088	<0.00001	0.00067307	0.00049113
489	32	<0.00001	0.19552566	<0.00001	<0.00001	0.00015694	<0.00001
490	33	<0.00001	0.31828826	<0.00001	<0.00001	4.0228E-05	<0.00001
491	34	<0.00001	1.13284778	0.00067887	<0.00001	<0.00001	<0.00001
492	35	<0.00001	0.16574739	<0.00001	<0.00001	0.000303	<0.00001
493	37	<0.00001	0.25306039	<0.00001	0.000140605	0.00017609	<0.00001
494	39	<0.00001	0.11998087	<0.00001	<0.00001	0.0012557	<0.00001
495	40	<0.00001	0.08628071	0.00028623	<0.00001	0.00264584	0.00017488
496	41	<0.00001	0.22973974	<0.00001	<0.00001	0.00026533	<0.00001
497	43	<0.00001	0.18289034	<0.00001	0.000832605	3.6853E-05	<0.00001

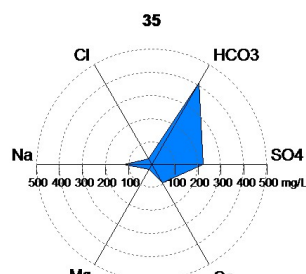
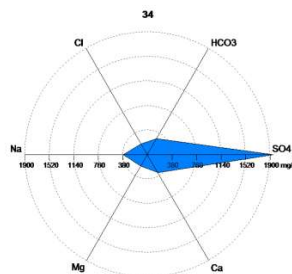
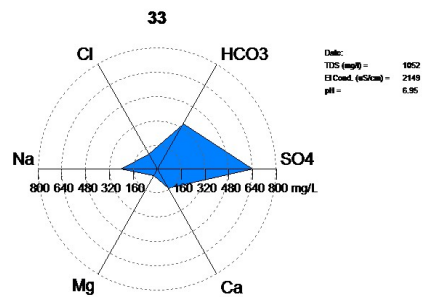
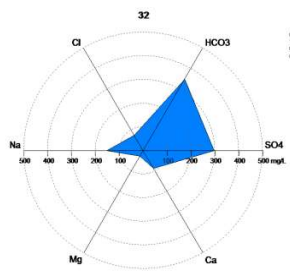
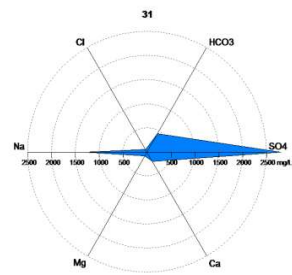
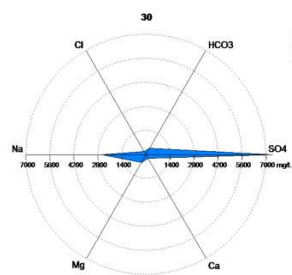
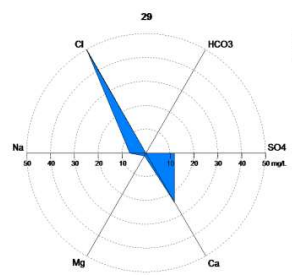
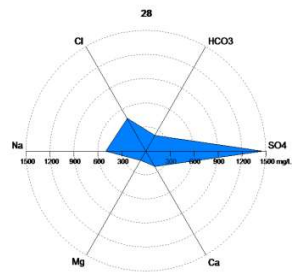
SampleID	Clave UASLP	Os	Hg_diss	Tl_diss	Rb	Rh	Ag_diss
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
463	2	<0.00001	0.00088597	0.00010341	1.715179828	<0.00001	<0.00001
464	3	<0.00001	0.00071052	8.1043E-05	0.410636906	<0.00001	<0.00001
465	3A	<0.00001	0.00071416	8.1015E-05	0.401049287	<0.00001	<0.00001
466	3B pileta	<0.00001	0.00073603	6.1008E-05	0.000425318	<0.00001	<0.00001
467	4	<0.00001	0.00071972	6.4692E-05	0.253384573	<0.00001	<0.00001
468	6	<0.00001	0.00078031	7.3873E-05	1.43933383	<0.00001	<0.00001
469	7	<0.00001	0.00072185	0.00092824	0.268153365	<0.00001	<0.00001
470	8	<0.00001	0.00072299	0.0003486	0.283681866	<0.00001	<0.00001
471	9	<0.00001	0.00071116	0.00048788	0.351824988	<0.00001	<0.00001
472	10	<0.00001	0.0007264	0.00020396	0.425840758	<0.00001	<0.00001
473	11	<0.00001	0.00069513	0.00016007	0.292564138	<0.00001	<0.00001
474	12	<0.00001	0.0007089	6.515E-05	0.870387714	<0.00001	<0.00001
475	14	<0.00001	0.00069315	6.4096E-05	0.310872067	<0.00001	<0.00001
476	15	<0.00001	0.00072479	6.5684E-05	0.148382538	<0.00001	<0.00001
477	16	<0.00001	0.00076932	6.4269E-05	0.596422066	<0.00001	<0.00001
478	17	<0.00001	0.00074766	7.1472E-05	0.455454811	<0.00001	<0.00001
479	19	<0.00001	0.00074805	0.00011305	0.783164748	<0.00001	<0.00001
480	21	<0.00001	0.00076368	6.8111E-05	0.24025055	<0.00001	<0.00001
481	22	<0.00001	0.00080643	0.00043184	0.260232303	<0.00001	<0.00001
482	24	<0.00001	0.0007185	0.00072009	0.485853806	<0.00001	<0.00001
483	26	<0.00001	0.0007465	6.3437E-05	0.208121571	<0.00001	<0.00001
484	27	<0.00001	0.00076219	9.2862E-05	2.325096719	<0.00001	<0.00001
485	28	<0.00001	0.00090395	8.8466E-05	1.578892697	<0.00001	<0.00001
486	29	<0.00001	0.00089169	7.4019E-05	0.018712984	<0.00001	<0.00001
487	30	<0.00001	0.00085207	0.00014336	1.93032596	<0.00001	<0.00001
488	31	<0.00001	0.00093567	0.00012512	1.188669103	<0.00001	<0.00001
489	32	<0.00001	0.00097679	0.00026346	0.331809086	<0.00001	<0.00001
490	33	<0.00001	0.00098688	0.00026175	0.746619988	<0.00001	<0.00001
491	34	<0.00001	0.00074762	0.00013718	2.19772393	<0.00001	<0.00001
492	35	<0.00001	0.00077934	0.00023091	0.306671812	<0.00001	<0.00001
493	37	<0.00001	0.00071163	7.009E-05	0.266650638	<0.00001	<0.00001
494	39	<0.00001	0.00069295	7.2335E-05	0.085761603	<0.00001	<0.00001
495	40	<0.00001	0.00071897	6.7048E-05	0.114780994	<0.00001	<0.00001
496	41	<0.00001	0.00086425	8.1076E-05	0.242326739	<0.00001	<0.00001
497	43	<0.00001	0.00080738	0.0001639	0.257168837	<0.00001	<0.00001

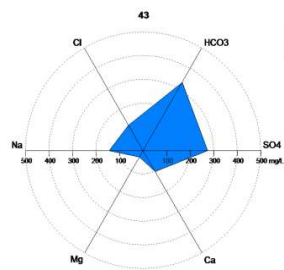
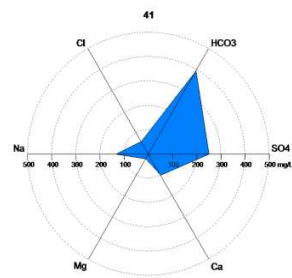
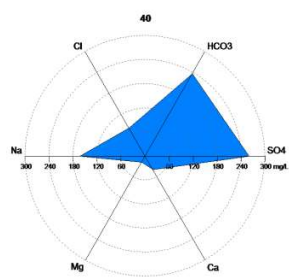
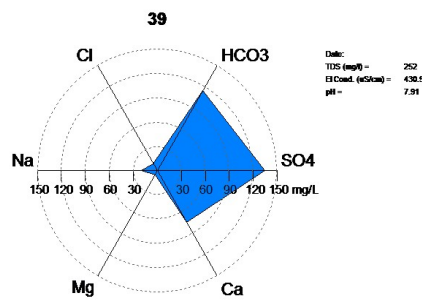
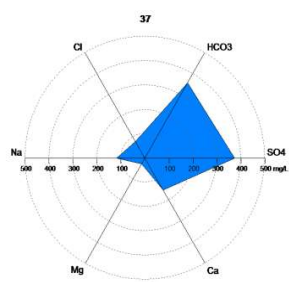
Diagramas radiales de los elementos químicos de las muestras de agua











CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 10/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)
USO DEL AGUA: Agrícola
NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Parcela 99
LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Velardeña
ESTADO: Durango
MUNICIPIO: Cuencamé
PROPIETARIO: Desconocido

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Inactivo**
(Activo ó Inactivo)
REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA
CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **01**
ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021
CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	627119 m	N=Y=	2774977 m	ELEVACIÓN Z=		1375 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalete.	NA		

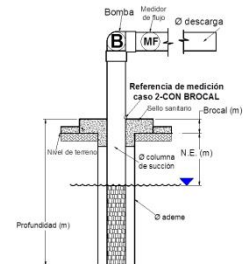
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	10/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.6	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	34.68	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

No equipado. Se realizó un registro eléctrico en 2010.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'06.8%22N+103%C2%B044'22.1%22W/@25.0852248,-103.7416487,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.08522!4d-103.73946>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Noria

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Doméstico

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Desconocido

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Velardeña

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Velardeña

FECHA DE CENSO (d/m/a): 10/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Inactivo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

02

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 627471 m		N=Y= 2772918 m		ELEVACIÓN Z=		1360 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA	NA

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

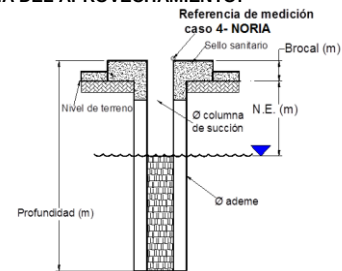
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	10/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.30	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	13.38	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	14.29	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	40	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

La noria es muy vieja, aunque fue remodelada en años recientes. Se encuentra sellado por tablas de madera.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'59.8%22N+103%C2%B044'10.2%22W/@25.0666048,-103.7383487,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.0666!4d-103.73616>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	2	Número de muestra	2	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
					Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 627,471		Y= 2,772,918		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal
						Agropecuaria	Abrevadero	Industrial
Elevación (msnm)	1360	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé				Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Velardeña			Profundidad (m)	14.29	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	12-oct-18			CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión			Color	Si	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE 13.38 m	ND	SD m	Apariencia	Té de manzanilla diluido	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	08:25					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	23.3	23.2	23.2	23.2	23.1	23.3
O.D. (%)	16.0	15.3	14.7	14.5	14.2	17.4
O.D. (mg/l)	1.33	1.28	1.23	1.22	1.20	1.46
CE (microSiem/cm)	5002	4999	4998	4996	4997	5002
pH	7.2	7.22	7.24	7.25	7.26	7.28
ORP (E campo en mV)	114.5	112.0	109.8	108.0	106.5	102.9

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 25 ml Filtrada Si **No**

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	5	15	25	35	45	50	60	70	80	91
pH	7.28	7.11	6.81	6.50	6.19	5.85	5.61	3.68	3.16	2.93	2.77

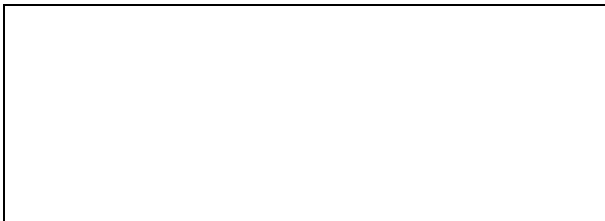
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Noria a 7 metros sobre el río.



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 11/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Público-Urbano

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 3 Velardeña

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Velardeña

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Velardeña

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: 98 HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **03**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	627492 m	N=Y=	2773360 m		ELEVACIÓN Z=	1379 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación, pero el pozo estaba sellado	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	30 hp
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	C		

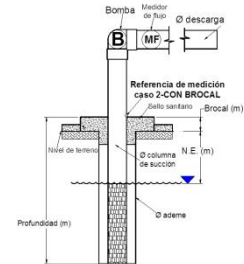
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.13	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	200	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	SD	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	3	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	3	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	18	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

No se midió nivel estático ni dinámico porque el pozo se encontraba sellado. Solamente se obtuvo la muestra, aunque no contaba con llave para el muestreo y se colocó una en donde se le ingresa cloro. El ademe es cuadrado.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'14.1%22N+103%C2%B044'09.3%22W/@25.0705848,-103.7402853,1375m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x018m2!3d25.07058!4d-103.73591>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	3	Número de muestra		3
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 627,492		Y= 2,773,360	
Elevación (msnm)	1379	Zona UTM	13 N	
Municipio	Cuencamé			
Localidad	Velardeña			
Fecha	11-oct-18			
Litología Predominante	aluvión			
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND NA m
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial

Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
	Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
	Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
	Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Profundidad (m)	200.00	Caudal de extracción (l/s)	17.92	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Color	No	Olor	No	
Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Turbidez	No	Desprendimiento de gases	Si	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	09:40					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6
O.D. (%)	62.3	61.1	61.0	61.2	61.2	60.8
O.D. (mg/l)	4.98	4.88	4.88	4.88	4.89	4.85
CE (microSiem/cm)	1567	1566	1566	1566	1565	1567
pH	7.17	7.13	7.12	7.11	7.1	7.1
ORP (E campo en mV)	66.2	63.4	63.2	63.4	64.3	65.0

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 30 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	6	16	26	36	56	60	65	70	75	85	95	105	115
pH	7.10	7.04	6.76	6.58	6.37	5.92	5.85	5.71	5.52	5.35	3.76	3.17	2.95	2.83

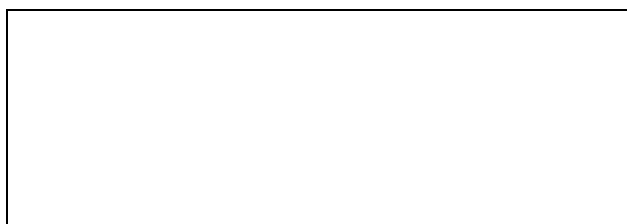
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

La longitud del pozo a la llave en brocal es de 3.10 metros



Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	3A	Número de muestra		3A	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 627,476		Y= 2,772,614		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1405	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Velardeña				Profundidad (m)	NA	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	13-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor		No
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND	Apariencia	Transparente	Sedimentación		No
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Pileta	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases		No

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	12:05					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	25.8	25.8	25.8	25.8	25.7	25.7
O.D. (%)	49.8	42.5	42.0	41.7	45.5	61.2
O.D. (mg/l)	3.99	3.45	3.40	3.41	3.80	4.90
CE (microSiem/cm)	1490	1491	1490	1490	1490	1490
pH	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
ORP (E campo en mV)	113.3	109.0	108.9	107.3	106.3	105.9

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

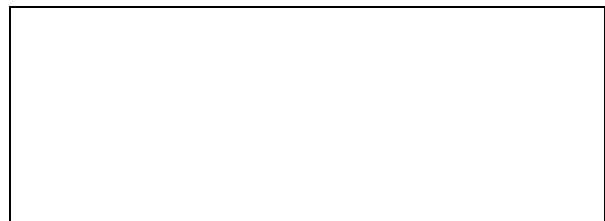
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	30	50	70	91	110	120	130	135	145	165
pH	7.30	6.79	6.65	6.40	6.17	5.95	5.59	5.30	4.61	3.93	3.42	3.05

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	NA	NA
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NA	NA
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	3B	Número de muestra		3B	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 627,476		Y= 2,772,614		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1405	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Velardeña				Profundidad (m)	NA	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	13-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	12:30					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4
O.D. (%)	71.6	71.9	72.0	72.2	72.3	72.5
O.D. (mg/l)	5.77	5.80	5.80	5.80	5.82	5.84
CE (microSiem/cm)	26.6	26.4	26.1	25.9	25.8	25.7
pH	8.3	8.11	7.95	7.81	7.64	7.52
ORP (E campo en mV)	68.3	74.7	76.1	76.1	78.8	82.1

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) - ml Filtrada S No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
pH	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

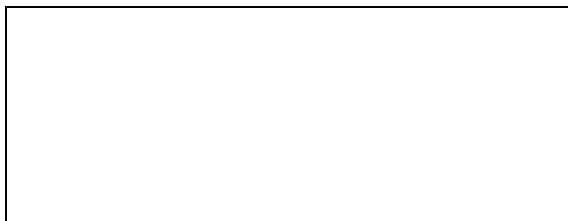
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	NA	NA
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NA	NA
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

No se determinó alcalinidad debido a que los valores de pH del equipo y de la sonda YSI (pH de 5.7) son diferentes.



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 11/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Doméstico**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **Pozo 2 Velardeña**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Pedriceña**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **Poblado Velardeña**

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **56** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

04

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	628206 m	N=Y=	2772439 m	ELEVACIÓN Z=		1377 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalete.		C		

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	11/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.055	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	19.40	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	168	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	3	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

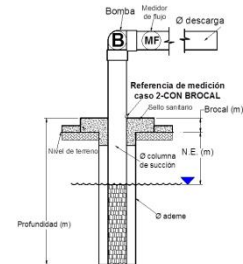


DIÁMETRO DE DESCARGA:	3	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	5	L.P.S.

TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta): **A la red**

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: **1985**

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Se le colocó una llave para realizar la toma de muestra de agua. El sábado 13 de octubre del mismo año se tomó el nivel dinámico del pozo; el pozo fue prendido a las 8:30 am y medido a las 12:57 pm dando un nivel dinámico de 20.81 m a partir de la altura del brocal (es decir, hubo un abatimiento de aproximadamente 1 metro).

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'44.0%22N+103%C2%B043'44.1%22W/@25.0657779,-103.739767,1367m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06221!4d-103.72892>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	4	Número de muestra	4
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 628,206	Y= 2,772,439	
Elevación (msnm)	1377	Zona UTM	13 N
Municipio	Cuencamé		
Localidad	Pedriceña		
Fecha	13-oct-18		
Litología Predominante	aluvión		
Prof. al Nivel del agua	NE 19.4 m	ND 20.81 m	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal Estanque/Lago/Manantial

Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noría	Manantial	Galería
	Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
	Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
	Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Profundidad (m)	168.00	Caudal de extracción (l/s)	5	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Color	No	Olor	No	
Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	13:11					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	24.8	24.9	24.9	24.9	24.8	24.8
O.D. (%)	64.4	62.8	62.6	61.8	65.4	64.7
O.D. (mg/l)	5.33	5.18	5.16	5.08	5.39	5.35
CE (microSiem/cm)	1121	1123	1122	1123	1125	1125
pH	7.31	7.19	7.14	7.13	7.13	7.13
ORP (E campo en mV)	95.0	88.0	83.2	80.9	78.8	78.0

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	80	100	110	120	130	140	151	175	190	206
pH	7.13	6.70	6.48	6.29	6.12	5.92	5.83	5.71	5.50	5.09	3.70	3.07	2.92	2.82

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Público-Urbano

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 1 Velardeña

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Velardeña

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Velardeña

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Inactivo

REGIMEN DE OPERACIÓN:

NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

05

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	628100 m	N=Y=	2772507 m		ELEVACIÓN Z=	1372 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No se tomó el caudal de operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	No en operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	C			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

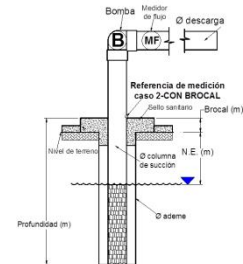
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	11/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.55	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	18.59	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	2	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Se encontró con candado.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'46.2%22N+103%C2%B043'47.9%22W/@25.0655989,-103.7388012,1369m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06283!4d-103.72996>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 11/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Noria**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Doméstico

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Noria Privada

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Velardeña

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **06**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 627349 m		N=Y= 2773019 m		ELEVACIÓN Z=		1359 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA	

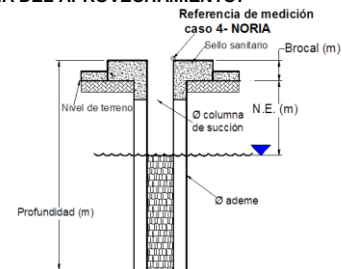
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	11/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.30	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	13.29	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	47.74	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	46	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1983	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Muestra obtenida por cubeta. Raíces del árbol adjunto absorbe el agua de la noria.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'03.1%22N+103%C2%B044'14.5%22W/@25.0665149,-103.7397252,1366m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06752!4d-103.73736>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	6	Número de muestra		6
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 627,349		Y= 2,773,019	
Elevación (msnm)	1359	Zona UTM	13 N	
Municipio	Cuencamé			
Localidad	Velardeña			
Fecha	11-oct-18			
Litología Predominante	aluvión			
Prof. al Nivel del agua	NE	13.29 m	NC	NA m
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Noria

Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
	Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
	Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
	Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Profundidad (m)	47.74	Caudal de extracción (l/s)	NA	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Color	Amarillo claro		Olor	No
Apariencia	Té de manzanilla diluido		Sedimentación	No
Turbidez	Si		Desprendimiento de gases	Si

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	17:32					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
O.D. (%)	1.5	1.4	1.5	1.4	1.3	1.2
O.D. (mg/l)	0.12	0.12	0.13	0.12	0.10	0.10
CE (microSiem/cm)	3178	3177	3178	3179	3177	3179
pH	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11	7.1
ORP (E campo en mV)	65.6	64.8	64.0	63.3	62.5	61.9

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	35	55	75	95	115	130	145	161	170	180	190	200	210
pH	7.10	6.71	6.65	6.42	6.28	6.11	5.93	5.76	5.58	5.11	4.27	3.54	3.27	3.13	302

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 12/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Barreno**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Industrial

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Contrapozo de achique Nivel 16

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Inactivo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **07**

ACUÍFERO Y CLAVE: Acuífero profundo

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84	ZONA HORARIA:	13N	SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM
COORDENADAS:	W=X= Privado	N=Y= Privado	ELEVACIÓN Z= Privado		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No en operación	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	No en operación desde hace un mes	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	30 hp
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	C		

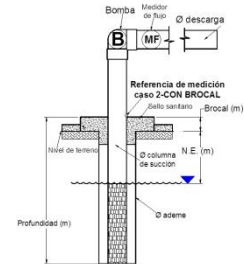
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	12/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.14	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	0.02	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	200	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	20	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	SD	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2015	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

Privado

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Ubicado en el nivel 16, acceso 2. Hay flujo de agua escurriendo (aproximadamente 0.3 l/s)

Link: Privado

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	7	Número de muestra	7		Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Barreno	
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote	
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= Privado		Y= Privado			Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
							Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	Privado	Zona UTM		13 N		Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé						Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Mina Roble					Profundidad (m)	200.00	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	12-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión					Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	0.02	m	ND	NA	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Barreno	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial		Turbidez	No	Desprendimiento de gases	Si	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	11:46					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	38.0	38.4	38.3	38.4	38.6	38.6
O.D. (%)	3.0	1.4	1.8	0.7	0.5	0.3
O.D. (mg/l)	0.20	0.09	0.11	0.05	0.03	0.02
CE (microSiem/cm)	1713	1720	1721	1725	1724	1725
pH	7.15	7.06	7.04	7.01	7	6.98
ORP (E campo en mV)	61.3	41.2	31.7	29.7	24.3	23.4

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	83	95	105	116	120	125	135	145
pH	6.98	6.74	6.50	6.25	5.95	5.75	5.51	4.96	4.47	3.79	3.36	3.15

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 12/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Barreno**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Barreno BDS 27

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: variable HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **08**

ACUÍFERO Y CLAVE: Acuífero profundo

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84	ZONA HORARIA:	13N	SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM
COORDENADAS:	W=X= Privado	N=Y= Privado	ELEVACIÓN Z= Privado		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	Localización: estación de bombas	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	No es necesario, el agua sube por si sola al momento de abrir el ducto	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA		

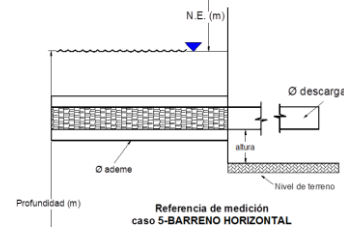
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	1160	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	3	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4.5	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	33	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	octubre 2017	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

Privado

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:

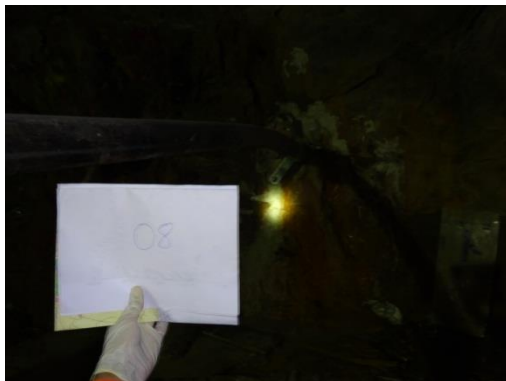


OBSERVACIONES GENERALES:

Barreno horizontal (-7° de inclinación) ubicado en la estación de bombas, en el nivel 16.

Link: Privado

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	8	Número de muestra		8	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Barreno
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= Privado		Y= Privado		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	Privado	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro: NA	
Localidad	Mina Roble				Profundidad (m)	1160.00	Caudal de extracción (l/s)	33.33	
Fecha	12-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND NA m	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Barreno	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	Si	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	12:30					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
O.D. (%)	36.5	36.0	35.7	36.0	36.0	36.0
O.D. (mg/l)	2.52	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
CE (microSiem/cm)	1637	1635	1636	1637	1637	1637
pH	7.05	7.03	7.03	7.02	7.02	7.02
ORP (E campo en mV)	29.2	30.9	31.0	30.4	30.3	30.1

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	25	45	65	80	95	116	136	160		
pH	7.02	6.58	6.29	5.92	5.50	4.16	3.16	2.91	2.75		

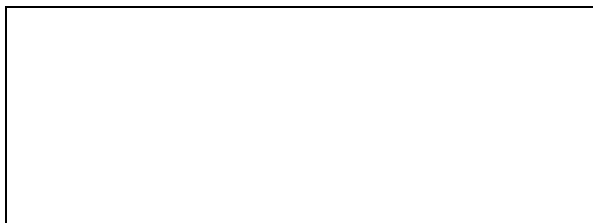
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Barreno regional, toca una falla geológica



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 12/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Barreno**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Barreno BDS 33

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: variable HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **09**

ACUÍFERO Y CLAVE: Acuífero profundo

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84	ZONA HORARIA:	13N	SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM
COORDENADAS:	W=X= Privado	N=Y= Privado	ELEVACIÓN Z= Privado		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	Localización: estación de bombas	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	No es necesario, el agua sube por si sola al momento de abrir el ducto	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA		

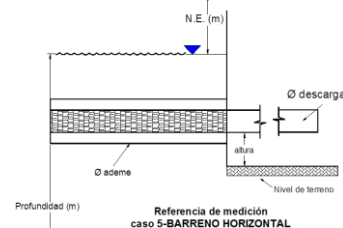
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	500	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	3	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	3	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	27	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	junio 2018	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

Privado

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Barreno horizontal (-7° de inclinación) ubicado en la estación de bombas, en el nivel 16.

Link: Privado

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	9	Número de muestra	9	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Barreno
					Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= Privado		Y= Privado	Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
					Agropecuaria	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	Privado	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé				Eléctrica	Sin Equipo	Otro: NA	
Localidad	Mina Roble			Profundidad (m)	500.00	Caudal de extracción (l/s)	26.66	
Fecha	12-oct-18			CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión			Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND	NA	m	No	
Lugar de Toma de Muestra	Barreno	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial				
				Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
				Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	13:31					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2
O.D. (%)	42.0	42.2	42.0	41.9	41.9	41.7
O.D. (mg/l)	2.90	2.91	2.90	2.88	2.89	2.88
CE (microSiem/cm)	1618	1619	1618	1618	1618	1619
pH	7.08	7.1	7.07	7.05	7.04	7.04
ORP (E campo en mV)	63.4	55.6	53.0	53.0	53.4	54.0

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

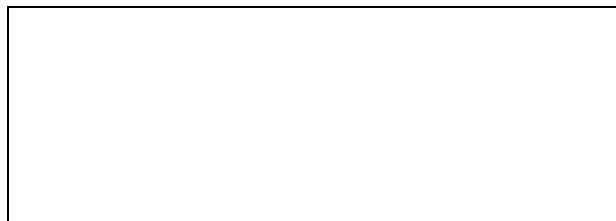
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	45	65	75	90	105	115	125	140	
pH	7.04	6.67	6.31	5.98	5.82	5.18	3.55	3.22	3.05	2.87	

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Barreno**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Barreno BDS 32

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

FECHA DE CENSO (d/m/a): 12/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Inactivo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA **HORAS/SEMANA**

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN **10**

ACUÍFERO Y CLAVE: Acuífero profundo

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84	ZONA HORARIA:	13N	SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM
COORDENADAS:	W=X= Privado	N=Y= Privado	ELEVACIÓN Z= Privado		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No presenta medidor	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	No es necesario, el agua sube por si sola al momento de abrir el ducto	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.		NA	

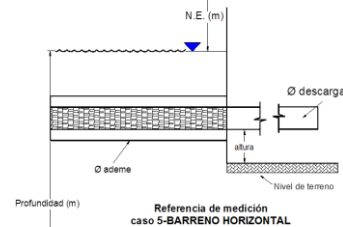
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	380	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	4	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	13	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	mayo 2018	

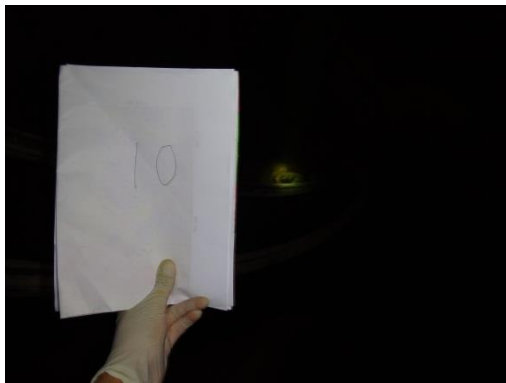
UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

Privado

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
 ----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Barreno horizontal (-7° de inclinación) ubicado en el nivel 11 (a 2000 m de la superficie). Se encuentra en el extremo izquierdo de los barrenos BDS 29 y BDS 31.
Link: Privado

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	10	Número de muestra	10	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Barreno
					Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= Privado		Y= Privado		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial
Elevación (msnm)	Privado		Zona UTM		13 N			
Municipio	Cuencamé							
Localidad	Mina Roble							
Fecha	12-oct-18							
Litología Predominante	aluvión							
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND	NA	m		
Lugar de Toma de Muestra	Barreno	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial				
				Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
					Eléctrica	Sin Equipo	Otro: NA	
Profundidad (m)	380.00		Caudal de extracción (l/s)		13.33			
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS								
Color	No		Olor		No			
Apariencia	Transparente		Sedimentación		No			
Turbidez	No		Desprendimiento de gases		No			

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	16:43					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
O.D. (%)	57.6	57.8	58.3	57.4	57.3	57.8
O.D. (mg/l)	4.28	4.28	4.31	4.25	4.25	4.27
CE (microSiem/cm)	1457	1459	1459	1459	1459	1460
pH	7.29	7.23	7.21	7.21	7.2	7.2
ORP (E campo en mV)	95.1	91.6	89.2	87.9	86.9	86.4

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Sí No

H₂SO₄ NÚMERO de vueltas	0	20	45	75	80	90	100	110	120		
pH	7.20	6.59	6.11	4.83	4.09	3.43	3.16	3.01	2.91		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SÍ	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SÍ	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 12/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Barreno**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Barreno Dolores

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: variable HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **11**

ACUÍFERO Y CLAVE: Acuífero profundo

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84	ZONA HORARIA:	13N	SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM
COORDENADAS:	W=X= Privado	N=Y= Privado	ELEVACIÓN Z= Privado		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No presenta medidor	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	Frente a la falla	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.		NA	

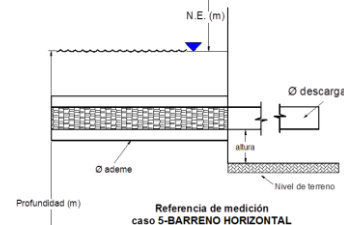
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	SD	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	SD	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	2	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

Privado

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Pasa por una falla geológica (falla Dolores).
Link: Privado

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	11	Número de muestra	11	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Barreno
					Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= Privado		Y= Privado	Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
					Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	Privado	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé				Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Mina Roble			Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	SD	
Fecha	12-oct-18			CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión			Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	SD	m	ND	NA	m	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Cárcamo	Canal	Estanque/Lago/Manantial				
				Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
				Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	18:06					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	33.9	33.9	34.0	34.0	33.9	34.0
O.D. (%)	47.8	43.4	40.2	40.9	50.8	41.1
O.D. (mg/l)	3.41	2.98	2.83	2.88	3.46	2.90
CE (microSiem/cm)	1272	1272	1273	1274	1274	1274
pH	7.35	7.34	7.34	7.33	7.31	7.31
ORP (E campo en mV)	75.6	75.2	75.2	75.0	74.7	74.7

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Sí** No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	30	50	70	80	90	100	110	120	130	
pH	7.31	6.49	6.16	5.77	5.47	4.58	3.49	3.23	3.04	2.92	

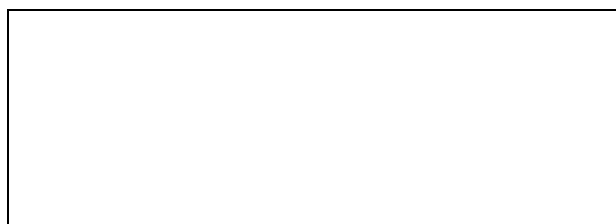
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SÍ	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SÍ	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Agua proveniente de la falla Dolores



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 13/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: La Finca

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **56** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **12**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 624068 m		N=Y= 2776407 m		ELEVACIÓN Z=		1334 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	7.5 hp
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C		

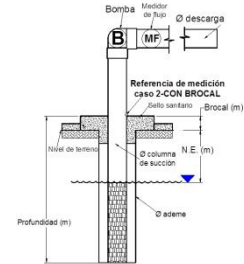
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	13/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.05	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	26.62	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	50	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	33	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	2	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	8	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Al tanque	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1988 (?)	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

También se tomaron datos sobre la recuperación del pozo.

Link:
<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'54.2%22N+103%C2%B046'10.5%22W/@25.0983848,-103.7739587,1375m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09838!4d-103.76958>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
 NA=No aplica,
 ----- No amerita comentario,
 e=Valor estimado,
 NPD= No proporcionó dato,
 SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	12	Número de muestra		12	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 624,068		Y= 2,776,407		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1334	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Los Cuatillos				Profundidad (m)	50.00	Caudal de extracción (l/s)	8	
Fecha	13-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE 26.62 m	ND 33.81 m			Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	Si	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	09:59					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	25.8	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7
O.D. (%)	129.4	129.1	132.4	130.8	129.2	126.6
O.D. (mg/l)	10.43	10.63	10.75	10.60	10.37	10.41
CE (microSiem/cm)	2664	2668	2640	2668	2625	2656
pH	6.96	6.95	6.93	6.93	6.93	6.92
ORP (E campo en mV)	112.5	109.4	106.8	104.1	101.6	100.0

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

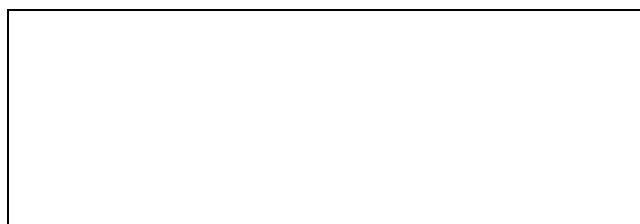
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	80	90	100	110	120	135	150	165	180
pH	6.92	6.71	6.45	6.21	5.94	5.77	5.53	5.18	4.00	3.26	2.99	2.83	2.72

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 13/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Servicios**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **Pozo Viejo**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Velardeña**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **Poblado Velardeña**

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Inactivo

REGIMEN DE OPERACIÓN:

NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

13

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 628120 m		N=Y= 2772699 m		ELEVACIÓN Z=		1375 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.		NA	

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

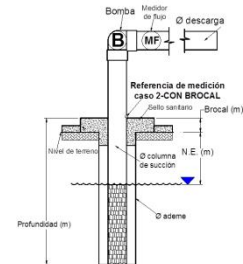
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.115	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	19.55	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Sellado desde hace casi una década.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'52.4%22N+103%C2%B043'47.1%22W/@25.0654375,-103.7365293,1370m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06456!4d-103.72975>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 13/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

USO DEL AGUA: Público-Urbano

REGIMEN DE OPERACIÓN: 21 HORAS/SEMANA

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo Vistahermosa

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **14**

MUNICIPIO: Cuencamé

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

PROPIETARIO: Poblado Vistahermosa

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 629119 m		N=Y= 2769639 m		ELEVACIÓN Z=		1393 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

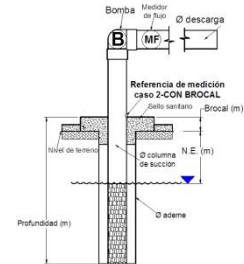
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	13/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.195	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	17.30	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	70	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	11	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	2	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	3	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Considerado el pozo más importante del poblado.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B002'12.7%22N+103%C2%B043'12.5%22W/@25.038179,-103.7268842,1381m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.03685!4d-103.72013>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	14	Número de muestra	14	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 629,119	Y= 2,769,639		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
Elevación (msnm)	1393	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé			Profundidad (m)	70.00	Caudal de extracción (l/s)	3	
Localidad	Vistahermosa			CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Fecha	13-oct-18			Color	No	Olor	No	
Litología Predominante	aluvión			Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Prof. al Nivel del agua	NE 17.3 m	ND	SD m	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial				

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	18:44					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7
O.D. (%)	57.2	57.0	56.9	56.8	56.8	56.9
O.D. (mg/l)	4.74	4.71	4.71	4.70	4.70	4.70
CE (microSiem/cm)	1465	1467	1466	1466	1467	1467
pH	6.94	6.79	6.75	6.76	6.76	6.76
ORP (E campo en mV)	112.6	101.8	94.0	92.0	91.4	91.1

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	80	100	110	120	131	141	151	166	185	200	215
pH	6.70	6.46	6.28	6.14	6.00	5.84	5.76	5.63	5.44	5.14	4.22	3.29	2.98	2.85	2.77

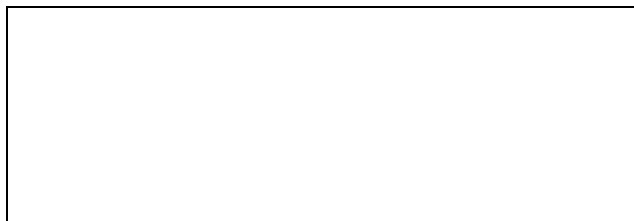
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	×
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	×
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	×

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Sonda para medir el nivel estático salió sucia.



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO: Noria
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: SD

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Noria abandonada

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Vistahermosa

FECHA DE CENSO (d/m/a): 13/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: Inactivo
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA **HORAS/SEMANA**

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN **15**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84	ZONA HORARIA:	13N	SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM
COORDENADAS:	W=X= 628988 m	N=Y= 2769502 m	ELEVACIÓN Z= 1393 m.s.n.m.		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA		

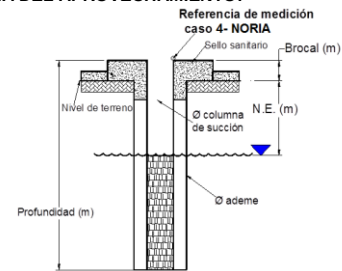
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	13/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.325	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	11	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	48	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Se encuentra sellado por tablas de madera.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B002'08.2%22N+103%C2%B043'17.2%22W/@25.0379723,-103.726902,1369m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.03562!4d-103.72144>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	15	Número de muestra	15
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 628,988	Y= 2,769,502	
Elevación (msnm)	1393	Zona UTM	13 N
Municipio	Cuencamé		
Localidad	Vistahermosa		
Fecha	13-oct-18		
Litología Predominante	aluvión		
Prof. al Nivel del agua	NE 11 m	ND NA m	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal Noria

Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
	Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
	Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
	Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	NA	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Color	No	Olor	No	
Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	19:46					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
O.D. (%)	24.0	19.0	18.8	18.5	18.7	18.8
O.D. (mg/l)	1.96	1.57	1.57	1.55	1.58	1.58
CE (microSiem/cm)	749	753	755	754	754	754
pH	7.15	6.94	6.91	6.91	6.92	6.92
ORP (E campo en mV)	124.0	123.8	120.7	118.3	116.3	115.6

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	61	80	100	120	135	145	156	160	175	192	210	226
pH	6.92	6.72	6.61	6.42	6.27	6.07	5.83	5.60	5.38	4.87	4.39	3.32	3	2.83	2.74

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 14/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Público-Urbano

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 3 Los Cuatillos

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Los Cuatillos

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN:

49 HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

16

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	624119 m	N=Y=	2776209 m	ELEVACIÓN Z=		1334 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	7.5 hp
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C		

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

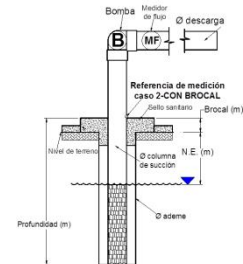
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	14/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.47	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	27.11	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	200	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	7.5	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	2	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	5.5	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Tanque	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2003	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Nivel dinámico se tomó a las 11:07 am (33.15 metros) y el nivel estático a las 5:55 pm (27.11 metros) demostrando que el abatimiento es de 6 metros.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'47.7%22N+103%C2%B046'08.7%22W/@25.0965948,-103.7712787,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09659!4d-103.76909>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	16	Número de muestra	16
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 624,119	Y= 2,776,209	
Elevación (msnm)	1334	Zona UTM	13 N
Municipio	Cuencamé		
Localidad	Los Cuatillos		
Fecha	14-oct-18		
Litología Predominante	aluvión		
Prof. al Nivel del agua	NE 27.11 m	ND 33.15 m	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal Estanque/Lago/Manantial
Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial
	Estanque	Arroyo	Presa
Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal
	Agropecuaria	Abrevadero	Industrial
Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga
	Eléctrica	Sin Equipo	Otro:
Profundidad (m)	200.00	Caudal de extracción (l/s)	5.55
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Color	No	Olor	No
Apariencia	Transparente	Sedimentación	No
Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	09:20					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	25.4	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
O.D. (%)	67.0	67.2	67.3	67.1	66.8	67.1
O.D. (mg/l)	5.43	5.47	5.47	5.47	5.46	5.46
CE (microSiemens/cm)	2003	2004	2005	2006	2005	2005
pH	7.12	7.07	7.05	7.04	7.03	7.03
ORP (E campo en mV)	116.5	108.2	106.2	105.1	104.5	104.3

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	80	90	100	110	121	136	151	175
pH	7.03	6.50	6.35	6.12	5.85	5.72	5.54	5.14	3.87	3.22	2.99	2.77

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 14/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Público-Urbano

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 2 Los Cuatillos

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Los Cuatillos

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

Activo

(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: 49 HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

17

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	623711 m	N=Y=	2776101 m		ELEVACIÓN Z=	1334 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	9 hp	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.		C		

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

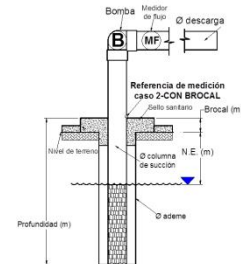
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	14/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.57	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	16.54	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	70	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	3	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	3	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	5.6	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Tanque	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1980	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Nivel dinámico se tomó a las 11:45 am (22.82 metros) y el nivel estático a las 6:08 pm (16.54 metros) demostrando que el abatimiento es de 7 metros.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'44.3%22N+103%C2%B046'23.3%22W/@25.0979764,-103.7777074,1376m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09565!4d-103.77315>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	17	Número de muestra		17	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 623,711		Y= 2,776,101		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1334	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Los Cuatillos				Profundidad (m)	70.00	Caudal de extracción (l/s)	2.78	
Fecha	14-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE 16.54	m	ND 22.82	m	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	10:37					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
O.D. (%)	50.7	50.3	49.4	49.4	49.3	49.1
O.D. (mg/l)	4.16	4.13	4.07	4.07	4.05	4.04
CE (microSiemens/cm)	1828	1828	1829	1828	1828	1828
pH	6.96	6.93	6.91	6.91	6.91	6.91
ORP (E campo en mV)	114.9	111.3	108.8	107.3	105.5	104.3

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

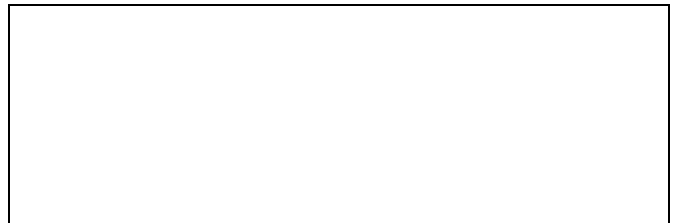
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	25	51	70	90	100	115	125	135	140	150	160	170
pH	6.91	6.63	6.34	6.19	5.96	5.84	5.59	5.34	4.69	3.94	3.4	3.17	3.02

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	×
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	×
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	×

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 14/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Público-Urbano

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 1 Los Cuatillos

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Los Cuatillos

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Inactivo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **18**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	624029 m	N=Y=	2775726 m		ELEVACIÓN Z=	1328 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA		

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

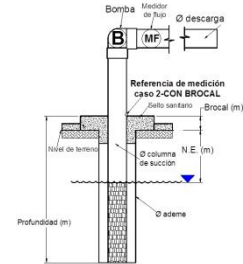
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	14/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.10	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	13.31	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	15.61	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	130	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Sin equipo. Tiene basura.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'32.1%22N+103%C2%B046'12.1%22W/@25.0958451,-103.7775282,1374m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09224!4d-103.77003>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Noria

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Agropecuario y Servicios**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **Hacienda de Cuatillos**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Los Cuatillos**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **Grupo Peñoles**

FECHA DE CENSO (d/m/a): **14/10/18**

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

19

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 623581 m		N=Y= 2776081 m		ELEVACIÓN Z=		1328 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.		NA

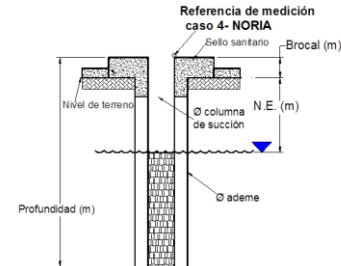
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	14/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.50	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	14.91	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	90	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Libre	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Se emplea para el riego de la alfalfa y para una granja de gallinas. Tiene un panal de abejas adentro. Cuando se le succionó agua (de las 1:00 pm a las 2:05 pm), el nivel del agua pasó a 16.26 metros (el nivel dinámico).

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'43.7%22N+103%C2%B046'28.0%22W/@25.0938789,-103.7786723,1371m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09548!4d-103.77444>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	19	Número de muestra		19	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 623,581		Y= 2,776,081		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1328	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Los Cuatillos				Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	14-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor		Si
Prof. al Nivel del agua	NE	14.91	m	ND NA m	Apariencia	Transparente	Sedimentación		No
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases		No

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	13:21						
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11	
T (°C)	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.6	
O.D. (%)	37.6	36.5	37.2	37.2	36.9	36.4	
O.D. (mg/l)	3.10	3.03	3.07	3.06	3.01	3.02	
CE (microSiem/cm)	2740	2757	2761	2766	2765	2764	
pH	6.95	6.82	6.77	6.76	6.76	6.76	
ORP (E campo en mV)	121.3	117.1	112.8	110.1	107.4	106.0	

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	35	55	75	95	115	130	140	150	160	
pH	6.76	6.40	6.22	6.00	5.69	5.16	3.69	3.32	3.12	2.99	

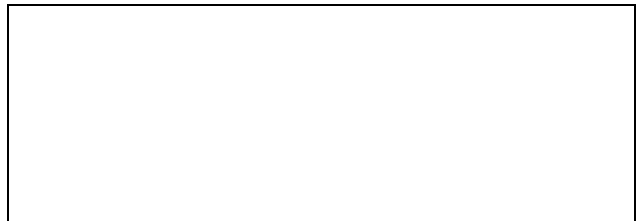
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Hay una granja de aves a lado de la noria.



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo abandonado La Tinaja

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Salvador Esquivel

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Inactivo

REGIMEN DE OPERACIÓN:

NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

20

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 622967 m		N=Y= 2773333 m		ELEVACIÓN Z=		1360 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA	

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

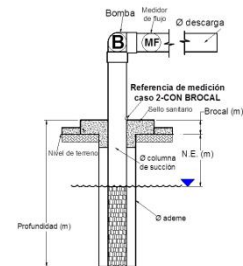
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	14/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.11	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	40.68	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Desde hace años ya no está en funcionamiento.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'14.6%22N+103%C2%B046'50.8%22W/@25.0683648,-103.7989272,5415m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07072!4d-103.78077>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 14/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agrícola

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo La Tinaja

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Salvador Esquivel

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **24** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **21**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 623058 m		N=Y= 2773343 m		ELEVACIÓN Z=		1358 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalete.	A			

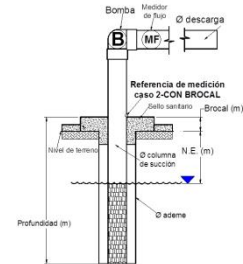
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.435	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	6	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	6	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	23.27	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

No se midió nivel estático ni dinámico porque el pozo se encontraba sellado. Se obtuvo la muestra de agua del ducto que daba a la pileta.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'14.9%22N+103%C2%B046'47.5%22W/@25.0692731,-103.7865592,1359m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.0708!4d-103.77987>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	21	Número de muestra		21	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 623,058		Y= 2,773,343		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1358	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Los Cuatillos				Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	23.27	
						CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Fecha	14-oct-18				Color	No	Olor	No	
Litología Predominante	basalto				Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	SD	m	ND	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial					

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	19:25					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
O.D. (%)	27.9	27.8	27.8	27.8	27.5	27.7
O.D. (mg/l)	2.14	2.14	2.13	2.13	2.15	2.13
CE (microSiem/cm)	1166	1165	1167	1166	1166	1166
pH	7.11	7.08	7.06	7.05	7.05	7.04
ORP (E campo en mV)	90.5	87.8	85.5	83.8	83.8	81.4

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

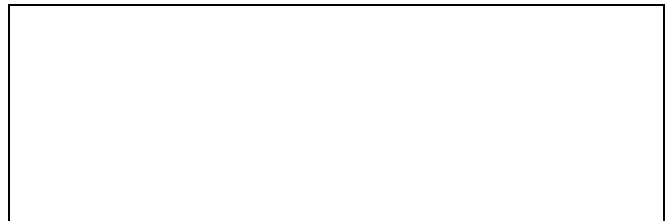
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	21	45	70	90	105	120	130	135	145	155	165
pH	7.04	6.62	6.36	6.10	5.87	5.67	5.35	4.61	3.86	3.36	3.14	3

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Grasero

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: variable HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **22**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 624109 m		N=Y= 2774636 m		ELEVACIÓN Z=		1352 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

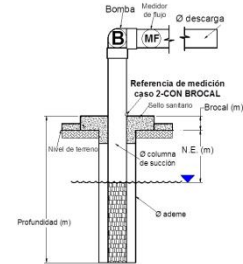
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	1.00	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	470	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	6	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	8	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	0.015	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Red interna	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

No se midió nivel estático ni dinámico porque el pozo se encontraba sellado. Se realizó un registro eléctrico en 2010.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'56.6%22N+103%C2%B046'09.6%22W/@25.0827451,-103.7801336,1371m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.08239!4d-103.76933>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	22	Número de muestra		22	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 624,109		Y= 2,774,636		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1352	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Los Cuatillos				Profundidad (m)	470.00	Caudal de extracción (l/s)	0.0153	
Fecha	15-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	Amarillo claro	Olor	Si	
Prof. al Nivel del agua	NE	SD	m	ND	Apariencia	Translúcido	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	Si	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	10:05					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	32.6	33.1	33.1	33.3	33.3	33.7
O.D. (%)	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
O.D. (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CE (microSiem/cm)	1098	1101	1101	1100	1097	1089
pH	7.86	7.84	7.84	7.85	7.85	7.91
ORP (E campo en mV)	-78.8	-160.7	-157.6	-147.6	-143.3	-123.1

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	45	70	90	105	115	130	140		
pH	7.86	6.99	6.42	5.97	5.39	3.64	3.24	2.96	2.85		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo de monitoreo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

Activo

(Activo ó Inactivo)

USO DEL AGUA: **Monitoreo**

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **D2-SS1-PM1**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Minera Roble**

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

22A

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

PROPIETARIO: **Grupo Peñoles**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 626241 m		N=Y= 2773384 m		ELEVACIÓN Z=		1367 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	1.02	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	19.85	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.

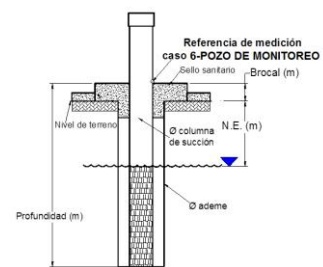


DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.

TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta): **NA**

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: **SD**

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Los pozos de monitoreo se encuentra alrededor de la presa de jales.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'15.6%22N+103%C2%B044'53.9%22W/@25.0710048,-103.7526873,1378m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07114d-103.74831>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo de monitoreo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

USO DEL AGUA: Monitoreo

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA HORAS/SEMANA

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: D2-SS2-PM1

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **22B**

MUNICIPIO: Cuencamé

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 626162 m		N=Y= 2773439 m		ELEVACIÓN Z=		1371 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA	

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	1.02	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	19.23	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



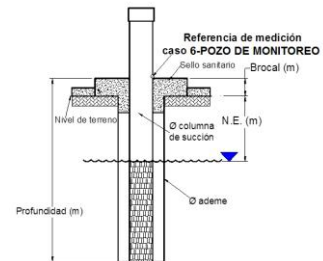
DIÁMETRO DE DESCARGA: NA Pulg.

CAUDAL DE OPERACIÓN: NA L.P.S.

TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta): NA

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: SD

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Los pozos de monitoreo se encuentra alrededor de la presa de jales.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'17.1%22N+103%C2%B044'56.7%22W/@25.0735072,-103.7572908,2750m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07141!4d-103.74909>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo de monitoreo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Monitoreo

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: D3-SS1-PM1

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA **HORAS/SEMANA**

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN **22C**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM			
COORDENADAS:		W=X=		625931 m		N=Y=		2773673 m		ELEVACIÓN Z=		1358 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalete.	NA		

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.88	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	15.165	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Los pozos de monitoreo se encuentra alrededor de la presa de jales.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'24.7%22N+103%C2%B045'04.9%22W/@25.0742443,-103.7593327,2732m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07354!4d-103.75136>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo de monitoreo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Monitoreo**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **D3-SS2-PM2**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Minera Roble**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **Grupo Peñoles**

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **22D**

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 625854 m		N=Y= 2773833 m		ELEVACIÓN Z=		1354 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA	

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

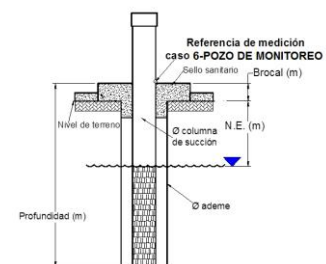
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	15/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.96	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	16.80	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	22.24	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Los pozos de monitoreo se encuentra alrededor de la presa de jales.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'30.0%22N+103%C2%B045'07.6%22W/@25.0739499,-103.7599075,2728m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07499!4d-103.75211>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo de monitoreo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Monitoreo**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **D3-SS3-PM1**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Minera Roble**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **Grupo Peñoles**

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **22E**

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	625705 m	N=Y=	2773989 m	ELEVACIÓN Z=		1355 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalete.	NA		

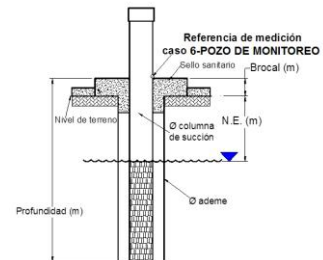
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	15/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.94	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	18.33	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	21	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Los pozos de monitoreo se encuentra alrededor de la presa de jales.

Link:
<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'35.1%22N+103%C2%B045'12.9%22W/@25.0736366,-103.7590157,2725m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07641!4d-103.75357>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo de monitoreo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Monitoreo

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: D3-SS4-PM1

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Minera Roble

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Grupo Peñoles

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **22F**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRAFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 625416 m		N=Y= 2773928 m		ELEVACIÓN Z=		1362 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	No	No está equipado
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA	NA

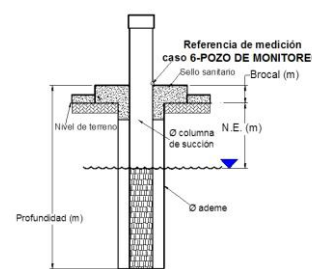
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.90	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	16.90	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Los pozos de monitoreo se encuentra alrededor de la presa de jales.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'33.2%22N+103%C2%B045'23.2%22W/@25.0745435,-103.760095,2735m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07589!4d-103.75644>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 3 Piletas

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Minera William

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **SD** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

23

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 631121 m		N=Y= 2769232 m		ELEVACIÓN Z=		1419 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

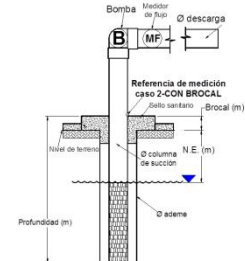
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.40	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	4	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Cerrado con candado.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B001'58.8%22N+103%C2%B042'01.2%22W/@25.03536,-103.7169166,2754m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.033!4d-103.70033>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha

muestreado,

NA=No aplica,

----- No amerita

comentario,

e=Valor estimado,

NPD= No proporcionó

dato,

SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 2 Piletas

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Minera William

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **SD** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **24**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	631134 m	N=Y=	2768671 m	ELEVACIÓN Z=		1418 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimballete.	C			

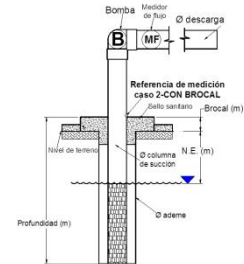
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	15/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.71	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	4	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

El nivel estático no se pudo tomar porque se encontraba demasiado profundo para el cable.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B001'40.6%22N+103%C2%B042'00.9%22W/@25.0365024,-103.7250772,2699m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.02794!4d-103.70026>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	24	Número de muestra		24	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería	
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote	
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 631,134		Y= 2,768,671		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico	
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios	
Elevación (msnm)	1418	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga		
Municipio	Cuencamá					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:		
Localidad	Vistahermosa				Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	SD		
Fecha	16-oct-18									
Litología Predominante	riolita				CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS					
Prof. al Nivel del agua	NE	SD	m	ND	SD	m	Color	No	Olor	No
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial		Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
						Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	11:50					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	28.8	28.8	28.9	28.9	28.9	29.0
O.D. (%)	48.8	48.8	48.1	48.7	47.8	47.2
O.D. (mg/l)	3.72	3.72	3.72	3.77	3.66	3.62
CE (microSiem/cm)	1503	1503	1507	1508	1507	1509
pH	7.18	7.15	7.1	7.06	7.04	7.03
ORP (E campo en mV)	92.9	89.5	85.4	80.2	76.3	74.5

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

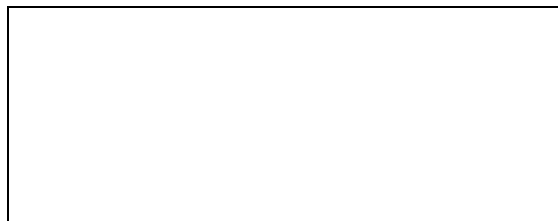
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	45	70	95	110	130	140	150	155	165	170	175	185	191	200
pH	7.03	6.78	6.57	6.41	6.16	6.05	5.83	5.68	5.50	5.40	4.92	4.32	3.75	3.29	3.16	3.03

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuario

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo San Isidro

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **SD** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **25**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 630778 m		N=Y= 2767980 m		ELEVACIÓN Z=		1411 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	Estaba apagado
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	Estaba apagado
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: 1800 rpm
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	A	

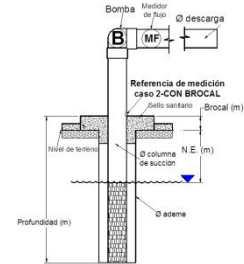
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	15/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.23	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	73.87	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	125	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	6	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	6	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Pozo privado.

Link: <https://www.google.com/maps/place/25%C2%B001'18.2%22N+103%C2%B042'13.9%22W/@25.0334424,-103.7300654,2807m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.02173!4d-103.70385>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Servicios

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo 1 Piletas (Hecla)

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Minera William

FECHA DE CENSO (d/m/a): 15/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **SD** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

26

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	631166 m	N=Y=	2767388 m		ELEVACIÓN Z=	1421 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

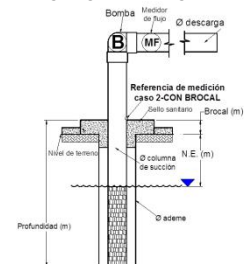
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	15/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.40	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	61.68	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	4	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	A la red	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Cerrado con candado. El pozo se encuentra muy sucio por dentro.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B000'58.9%22N+103%C2%B042'00.2%22W/@25.0308351,-103.744851,5374m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.01635!4d-103.70006>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	26	Número de muestra		26	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 631,166		Y= 2,767,388		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1421	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Vistahermosa				Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	SD	
Fecha	16-oct-18								
Litología Predominante	riolita				CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Prof. al Nivel del agua	NE 61.68 m	ND SD m			Color	No	Olor		Si
					Apariencia	Transparente	Sedimentación		No
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases		Si

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	12:58					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
O.D. (%)	2.8	2.0	1.6	1.3	1.0	0.9
O.D. (mg/l)	0.21	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06
CE (microSiem/cm)	1548	1549	1549	1549	1548	1547
pH	6.8	6.72	6.67	6.67	6.66	6.65
ORP (E campo en mV)	-67.7	-75.3	-82.7	-84.5	-86.9	-89.3

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	45	65	85	95	105	115	125	135	140	150	160	170
pH	6.65	6.49	6.31	6.13	5.94	5.84	5.69	5.50	5.19	4.41	3.80	3.29	3.02	2.87

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Noria

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuaria

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Noria La Botija

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

FECHA DE CENSO (d/m/a): 16/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

27

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	633017 m	N=Y=	2769335 m	ELEVACIÓN Z=		1426 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.		NA

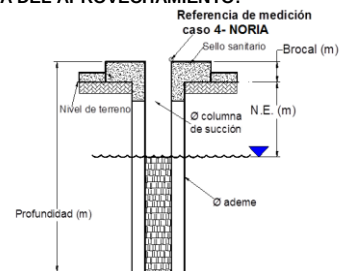
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	<u>16/10/18</u>	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	<u>0.31</u>	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	<u>7.43</u>	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	<u>11.19</u>	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	<u>NA</u>	m
DIÁMETRO DE ADEME:	<u>35</u>	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	<u>NA</u>	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	<u>NA</u>	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	<u>NA</u>	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	<u>Pileta</u>	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	<u>SD</u>	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B002'01.6%22N+103%C2%B040'53.5%22W/@25.0487049,-103.7293084,5378m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.03377!4d-103.68153>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	27	Número de muestra		27	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 633,017		Y= 2,769,335		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1426	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Vistahermosa				Profundidad (m)	11.19	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	16-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	Amarillo claro	Olor	Si	
Prof. al Nivel del agua	NE	7.43	m	ND NA m	Apariencia	Translúcido	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Noria	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	10:34					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2
O.D. (%)	23.4	20.1	20.0	19.6	26.5	21.5
O.D. (mg/l)	2.00	1.73	1.71	1.69	2.27	1.84
CE (microSiem/cm)	4277	4275	4273	4273	4277	4276
pH	7.24	7.21	7.19	7.17	7.16	7.14
ORP (E campo en mV)	110.0	108.0	106.8	105.6	104.9	104.0

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

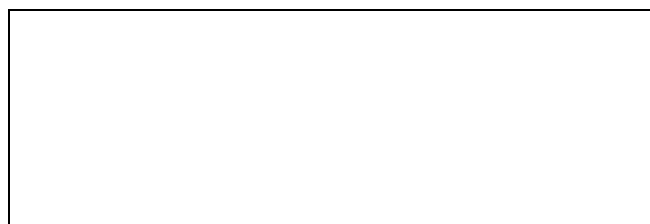
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	30	51	75	90	100	110	120	130	140	
pH	7.14	6.55	6.29	5.95	5.55	5.21	4.23	3.55	3.29	3.12	

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuaria

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Papalote del Rancho Marcelo

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Vistahermosa

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Andrés Carrillo

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: variable HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

28

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 631871 m		N=Y= 2765651 m		ELEVACIÓN Z=		1431 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	No aplica
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	Con papalote
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	C	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C	

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

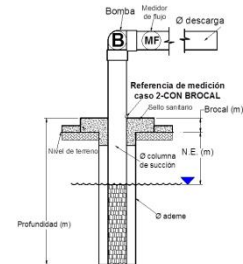
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	16/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.05	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	10.40	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	60	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	12	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Tiene un papalote

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B000'02.2%22N+103%C2%B041'35.7%22W/@25.0008361,-103.6966453,2752m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.00061!4d-103.69324>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	28	Número de muestra		28	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 631,871		Y= 2,765,651		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1431	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé						Eléctrica	Sin Equipo	Otro: Papalote
Localidad	Vistahermosa				Profundidad (m)	60.00	Caudal de extracción (l/s)	SD	
Fecha	16-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	Si	
Prof. al Nivel del agua	NE	10.4	m	ND NA m	Apariencia	Té de manzanilla diluido	Sedimentación	Si	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Papalote	Turbidez	Si	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	14:22						
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11	
T (°C)	22.2	22.2	22.1	22.1	22.0	22.0	
O.D. (%)	65.1	57.2	54.9	50.0	46.5	46.3	
O.D. (mg/l)	5.42	4.91	4.70	4.20	4.00	3.99	
CE (microSiem/cm)	4720	4727	4730	4733	4732	4731	
pH	7.11	7.25	7.33	7.37	7.38	7.39	
ORP (E campo en mV)	102.3	96.4	91.0	86.5	85.4	84.2	

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

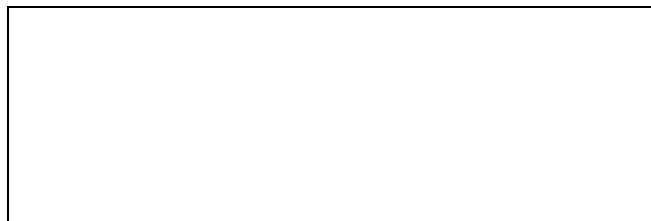
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	80	90	100	110	120		
pH	7.39	6.87	6.47	6.02	5.15	3.96	3.47	3.22	3.02		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CACIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Bordo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agrícola

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: El Divisadero

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: El Divisadero

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: SD

FECHA DE CENSO (d/m/a): 16/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** **HORAS/SEMANA**

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN **29**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D45

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	628621 m	N=Y=	2765154 m	ELEVACIÓN Z=		1438 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es un bordo
¿LONGITUD DE CORTINA?	Si	Aproximadamente 470 metros de longitud
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	Si	Aproximadamente 5 metros de altura
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es un bordo
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.		NA

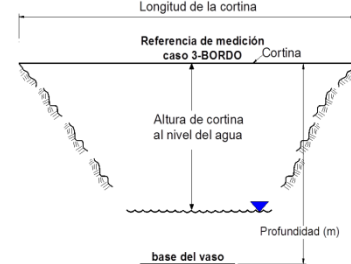
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	NA	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/24%C2%B059'47.0%22N+103%C2%B043'31.7%22W/@24.9980807,-103.7303277,1375m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d24.9964!4d-103.72548>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	29	Número de muestra		29	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Bordo	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 628,621		Y= 2,765,154		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1438	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	El Divisadero				Profundidad (m)	NA	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	16-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	Café claro	Olor		Si
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND	Apariencia	Café destilado	Sedimentación		Si
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	Si	Desprendimiento de gases		No

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	15:38					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	19.7	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
O.D. (%)	37.6	34.4	31.6	28.9	29.0	30.9
O.D. (mg/l)	3.41	3.14	2.88	2.64	2.67	2.83
CE (microSiem/cm)	157	157.3	157.3	157.2	157	156.9
pH	7.89	7.84	7.81	7.79	7.78	7.77
ORP (E campo en mV)	79.5	74.5	68.5	63.4	60.6	59.3

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 52 ml Filtrada Si No

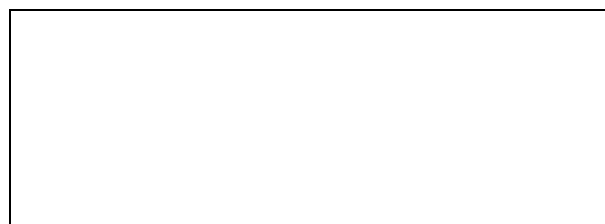
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	3	8	15	25	35	51	54	64	75	
pH	7.77	7.33	7.16	6.96	6.58	6.12	4.49	3.81	3.29	3.06	

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 16/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Noria**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuario

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Noria La Majada 1

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: La Majada

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **30**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 626703 m		N=Y= 2766233 m		ELEVACIÓN Z=		1425 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA		

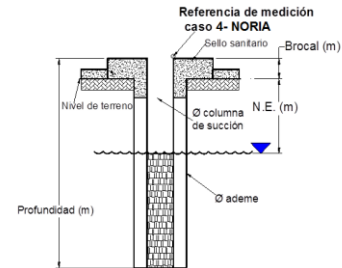
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	16/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.25	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	10.44	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	15.22	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	40	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Agua recolectada se encontraba muy sucia.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B000'22.7%22N+103%C2%B044'39.8%22W/@25.0075285,-103.7566423,1373m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.0063!4d-103.74439>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	30	Número de muestra	30	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 626,703	Y= 2,766,233		Uso del Agua	Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Elevación (msnm)	1425	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
Municipio	Cuencamé			Profundidad (m)	15.22	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Localidad	La Majada							
Fecha	16-oct-18							
Litología Predominante	aluvión							
Prof. al Nivel del agua	NE	10.44 m	ND NA m					
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal					

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color	Amarillo claro	Olor	Si
Apariencia	Agua de limón	Sedimentación	Si
Turbidez	Si	Desprendimiento de gases	Si

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	18:12					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	20.6	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7
O.D. (%)	0.9	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5
O.D. (mg/l)	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CE (microSiem/cm)	22117	22204	22201	22220	22186	22182
pH	7.38	7.56	7.58	7.59	7.6	7.61
ORP (E campo en mV)	-221.3	-223.7	-243.0	-248.6	-250.8	-250.2

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	30	60	91	145	155	165	169	180	191	201	212
pH	7.61	7.05	6.56	6.22	5.51	5.19	4.58	4.27	3.73	3.43	3.27	3.13

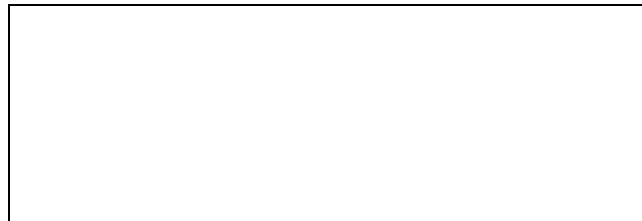
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	×
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	×
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	×

OBSERVACIONES

Agua de la muestra salió muy sucia.

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Noria

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Agropecuario**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **Noria La Majada 2**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **La Majada**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **Privado**

FECHA DE CENSO (d/m/a): **16/10/18**

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

31

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	627207 m	N=Y=	2765863 m	ELEVACIÓN Z=		1427 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA	NA

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

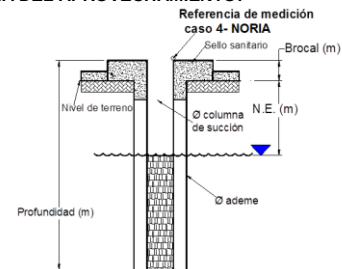
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	16/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	12.33	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	15.90	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	60	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Agua recolectada se encontraba muy sucia.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B000'10.5%22N+103%C2%B044'22.0%22W/@25.0055191,-103.7446596,1378m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.00292!4d-103.73943>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	31	Número de muestra		31	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 627,207		Y= 2,765,863		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1427	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	La Majada				Profundidad (m)	15.90	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	16-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	Amarillo claro	Olor	Si	
Prof. al Nivel del agua	NE 12.33 m	ND NA		m	Apariencia	Agua de limón	Sedimentación	Si	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Noria	Turbidez	Si	Desprendimiento de gases	Si	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	06:58					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1
O.D. (%)	14.4	11.6	11.4	9.5	9.2	8.9
O.D. (mg/l)	1.26	1.00	0.93	0.83	0.81	0.79
CE (microSiem/cm)	7135	7141	7137	7136	7132	7132
pH	7.69	7.74	7.76	7.77	7.77	7.77
ORP (E campo en mV)	5.9	-4.3	-8.5	-10.5	-11.6	-13.9

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

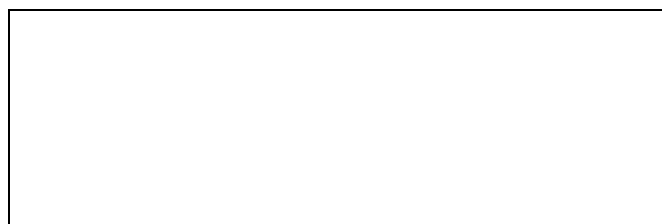
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	25	50	75	100	130	140	150	160	170	173	177	187	197	217
pH	7.77	7.03	6.69	6.42	6.17	5.83	5.73	5.59	5.35	4.92	4.67	4.18	3.54	3.28	2.98

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
 (pozo, noria, manantial, bordo)
USO DEL AGUA: Agrícola
NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Las Mercedes
LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Las Mercedes
ESTADO: Durango
MUNICIPIO: Cuencamé
PROPIETARIO: Campo Experimental de Zonas Áridas de la UAAAN

FECHA DE CENSO (d/m/a): 17/10/18
SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
 (Activo ó Inactivo)
REGIMEN DE OPERACIÓN: variable **HORAS/SEMANA**
CLAVE DE IDENTIFICACIÓN **32**
ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021
CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 624409 m		N=Y= 2767342 m		ELEVACIÓN Z=		1444 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	30 hp
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C		

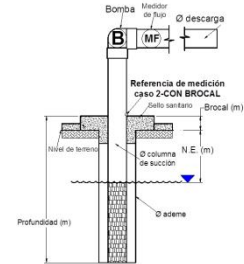
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	17/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.31	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	21.98	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	150	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	50	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	4	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	18	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2006	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
 ----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

A veces el pozo está en operación 24 hrs. al día.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B000'59.4%22N+103%C2%B046'01.3%22W/@25.0165148,-103.7692087,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.01651!4d-103.76702>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	32	Número de muestra		32	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 624,409		Y= 2,767,342		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1444	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Las Mercedes				Profundidad (m)	150.00	Caudal de extracción (l/s)	18	
Fecha	17-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE 21.98 m	ND		SD m	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	09:53					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9
O.D. (%)	39.6	39.5	39.9	39.8	40.3	40.0
O.D. (mg/l)	3.27	3.25	3.31	3.28	3.32	3.31
CE (microSiem/cm)	1511	1517	1505	1497	1502	1491
pH	7.26	7.2	7.18	7.16	7.13	7.11
ORP (E campo en mV)	75.6	75.3	75.3	75.2	75.4	75.5

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	61	85	105	125	135	139	143	153	163	173
pH	7.11	6.80	6.58	6.40	6.12	5.87	5.45	4.88	4.53	3.88	3.31	3.08	2.92

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agrícola

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozuelos

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: La Vinata de los Tres Reyes

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

FECHA DE CENSO (d/m/a): 17/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

Activo

(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: 168 HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

33

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 624150 m		N=Y= 2767987 m		ELEVACIÓN Z=		1440 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	Está en operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalete.	C			

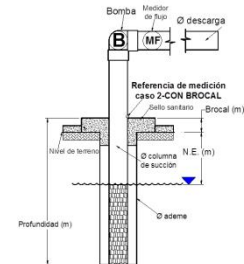
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	17/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.215	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	3	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	3	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	6.23	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Aunque tiene uso agrícola, el agua del pozo también tiene uso de servicios.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B001'20.5%22N+103%C2%B046'10.3%22W/@25.0208098,-103.7785635,2747m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.02235!4d-103.76953>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	33	Número de muestra		33	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 624,150		Y= 2,767,987		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1440	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	La Vinata de Los Tres Reyes				Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	6.23	
Fecha	17-oct-18				CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	SD	m	ND	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	10:55					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	24.5	24.5	24.5	24.6	24.5	24.6
O.D. (%)	42.1	41.6	42.4	40.5	43.1	42.0
O.D. (mg/l)	3.47	3.43	3.51	3.38	3.54	3.44
CE (microSiem/cm)	2120	2127	2136	2143	2146	2149
pH	7.05	7.02	6.99	6.97	6.96	6.95
ORP (E campo en mV)	80.2	81.1	81.4	81.9	82.1	82.5

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

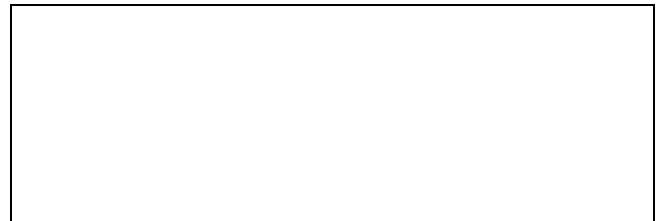
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	35	55	78	110	125	135	140	142	150	160	170	180
pH	6.95	6.56	6.39	6.15	5.75	5.36	5.01	4.63	4.36	3.50	3.15	2.95	2.82

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	×
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	×
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	×
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	×

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 17/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)
USO DEL AGUA: Agropecuario
NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo solar La Vinata
LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: La Vinata de los Tres Reyes
ESTADO: Durango
MUNICIPIO: Cuencamé
PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)
REGIMEN DE OPERACIÓN: **SD** HORAS/SEMANA
CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **34**
ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021
CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 625426 m		N=Y= 2767806 m		ELEVACIÓN Z=		1438 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	Está en operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor		Solar	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.			C	

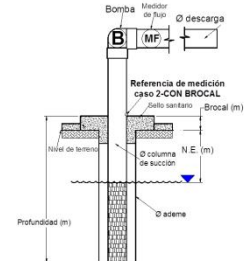
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO: 17/10/18 D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO: 0.24 m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL: 28.96 m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA: SD m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN: SD m
DIÁMETRO DE ADEME: 18 Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN: 1 ¼ Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA: 1 ¼ Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN: SD L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta): Pileta
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: SD

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Único pozo encontrado con panel solar.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B001'20.5%22N+103%C2%B046'10.3%22W/@25.0208098,-103.7785635,2747m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.02235!4d-103.76953>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	34	Número de muestra		34	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería	
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote	
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 625,426		Y= 2,767,806			Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
							Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1438	Zona UTM		13 N		Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé						Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	La Vinata de Los Tres Reyes					Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	SD	
Fecha	17-oct-18						CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión					Color	Amarillo			Si
Prof. al Nivel del agua	NE	28.96	m	ND	Apariencia	Té de manzanilla	Sedimentación		Si	
Lugar de Toma de Muestra	Bailer	Descarga	Canal	Estanque/Lago/Manantial	Turbidez	Si	Desprendimiento de gases		No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	13:05					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	21.8	21.8	21.7	21.6	21.6	21.5
O.D. (%)	23.9	22.4	22.5	22.4	22.0	21.5
O.D. (mg/l)	2.03	1.94	1.95	1.94	1.91	1.65
CE (microSiem/cm)	4258	4235	4252	4250	4250	4248
pH	7.15	7.13	7.11	7.1	7.09	7.07
ORP (E campo en mV)	-17.1	-16.8	-16.6	-16.3	-1.58	-1.49

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	36	55	90	100	110	113	123	133	143	
pH	7.07	6.35	6.16	5.64	5.41	4.68	4.21	3.51	3.24	3.08	

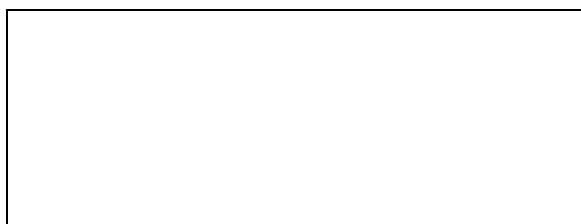
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Cuenta con panel solar.



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 17/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuaria

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Papalote Gallinero

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Los Cuatillos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **35**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 623375 m		N=Y= 2774203 m		ELEVACIÓN Z=		1352 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	No aplica		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	Con papalote		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	C	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO: 17/10/18 D/M/A

ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO: 0.12 m

NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL: 20.60 m

PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA: SD m

LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN: NA m

DIÁMETRO DE ADEME: 10 Pulg.

DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN: NA Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



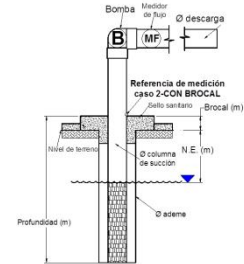
DIÁMETRO DE DESCARGA: NA Pulg.

CAUDAL DE OPERACIÓN: NA L.P.S.

TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta): Pileta

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: agosto 2018

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Tiene un papalote y es el pozo más reciente en la zona. Es parte de una granja de gallinas.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B004'42.7%22N+103%C2%B046'35.9%22W/@25.0785448,-103.7788387,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.07854!4d-103.77665>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	35	Número de muestra		35	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 623,375		Y= 2,774,203		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1352	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro: Papalote	
Localidad	Los Cuatillos				Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	17-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor		No
Prof. al Nivel del agua	NE	20.6	m	ND NA m	Apariencia	Transparente	Sedimentación		No
Lugar de Toma de Muestra	Bailer	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases		No

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	15:28						
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11	
T (°C)	23.2	23.1	22.9	22.8	22.7	22.7	
O.D. (%)	36.6	31.0	26.6	28.1	28.5	28.5	
O.D. (mg/l)	3.10	2.62	2.28	2.41	2.45	2.45	
CE (microSiem/cm)	1106	1105	1105	1103	1101	1099	
pH	7.29	7.22	7.2	7.19	7.19	7.18	
ORP (E campo en mV)	89.4	81.6	78.4	76.8	75.9	75.4	

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	45	70	95	135	145	150	165	176	188	205
pH	7.18	7.05	6.78	6.54	6.23	5.72	5.51	5.39	4.15	3.34	3.03	2.81

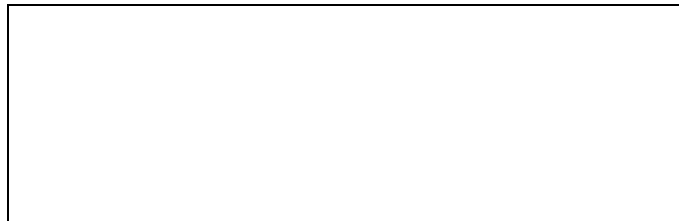
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Se encuentra a lado de una granja de gallinas.



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 17/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Noria**
(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Doméstico

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Noria Seca Veinte Amigos

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Veinte Amigos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Inactivo**
(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **36**

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 621662 m		N=Y= 2775582 m		ELEVACIÓN Z=		1336 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es una noria	
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	Es una noria	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	Es una noria	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es una noria	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	NA		

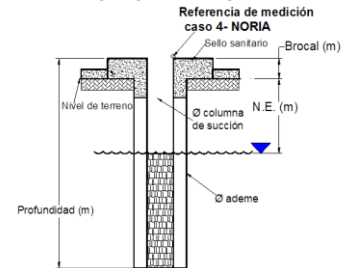
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.06	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	24.30	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	50	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	1.5	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SP	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'28.1%22N+103%C2%B047'36.6%22W/@25.0911348,-103.7978869,1371m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09113!4d-103.79351>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Doméstico

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo Veinte Amigos 2

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Veinte Amigos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Veinte Amigos

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Activo

REGIMEN DE OPERACIÓN: **84** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

37

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 621583 m		N=Y= 2775742 m		ELEVACIÓN Z=		1336 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

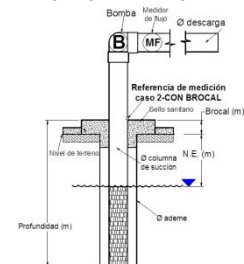
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	17/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.20	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	32.07	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	2	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	SD	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Tanque elevado	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1988	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Entrada para la llave del brocal contiene sarro (no deja salir el agua).

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'33.3%22N+103%C2%B047'39.4%22W/@25.0959858,-103.7918155,1376m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09258!4d-103.79428>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	37	Número de muestra	37	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
					Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 621,583	Y= 2,775,742		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
					Agropecuaria	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1336	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamá				Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Veinte Amigos			Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	SD	
Fecha	17-oct-18			CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión			Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE 32.07 m	ND	SD m	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	
			Estanque/Lago/Manantial					

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	18:02					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	24.9	24.9	24.9	25.0	25.0	25.0
O.D. (%)	66.4	67.3	69.5	69.2	69.2	70.2
O.D. (mg/l)	5.48	5.55	5.72	5.71	5.71	5.78
CE (microSiem/cm)	1447	1447	1447	1447	1447	1447
pH	7.2	7.12	7.05	7.04	7.03	7.03
ORP (E campo en mV)	85.0	70.1	65.6	65.3	65.8	66.5

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

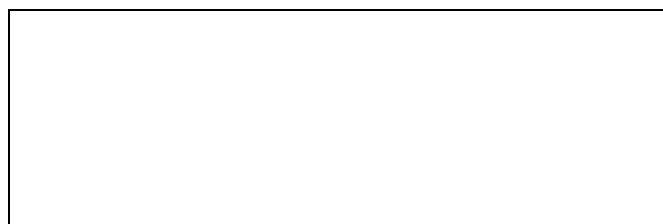
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	50	80	110	120	130	141	150	161	180	191
pH	7.03	6.70	6.40	6.17	5.76	5.62	5.36	4.29	3.44	3.12	2.9	2.8

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 17/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Doméstico

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo Veinte Amigos 1

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Veinte Amigos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Poblado Veinte Amigos

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Inactivo

REGIMEN DE OPERACIÓN:

NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

38

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 621518 m		N=Y= 2775993 m		ELEVACIÓN Z=		1336 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	No está en operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	SI	No está en operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

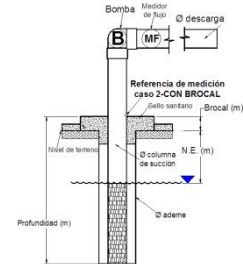
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	17/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.74	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	31.28	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	8	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	4	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	4	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Tanque	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2008	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

El pozo ya no está en uso.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B005'41.5%22N+103%C2%B047'41.6%22W/@25.0963036,-103.8012184,1377m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.09485!4d-103.7949>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha

muestreado,

NA=No aplica,

----- No amerita

comentario,

e=Valor estimado,

NPD= No proporcionó

dato,

SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Bordo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: **Múltiple**

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: **Vistahermosa**

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: **Vistahermosa**

ESTADO: **Durango**

MUNICIPIO: **Cuencamé**

PROPIETARIO: **SD**

FECHA DE CENSO (d/m/a): **18/10/18**

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

Activo

(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: **NA** HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

39

ACUÍFERO Y CLAVE: **Pedriceña-Velardeña 1021**

CTA. INEGI N°: **G13D44**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	629727 m	N=Y=	2769711 m	ELEVACIÓN Z=		1401 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es un bordo
¿LONGITUD DE CORTINA?	Si	Aproximadamente 268 metros de longitud
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	Si	Aproximadamente 9 metros de altura
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es un bordo
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.: NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.	NA	

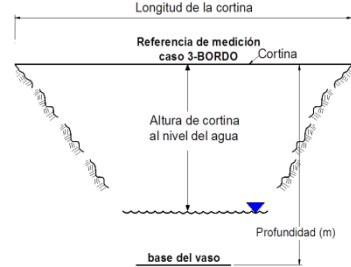
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	NA	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B002'14.8%22N+103%C2%B042'50.8%22W/@25.0374548,-103.7162887,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.03745!4d-103.7141>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	39	Número de muestra		39		Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noría	Manantial	Galería
							Bordo	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 629,727		Y= 2,769,711			Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
							Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1401	Zona UTM		13 N		Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé						Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Vistahermosa					Profundidad (m)	NA	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	18-oct-18						CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión					Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	ND	Apariencia	Transparente	Sedimentación	Si		
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	Si	Desprendimiento de gases	No		

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	12:12						
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11	
T (°C)	17.3	17.4	17.3	17.3	17.3	17.3	
O.D. (%)	73.7	70.0	66.6	70.8	69.0	65.7	
O.D. (mg/l)	7.06	6.70	6.39	6.79	6.58	6.30	
CE (microSiem/cm)	430.1	430.6	430.3	430.3	430.4	430.5	
pH	7.97	7.94	7.9	7.9	7.9	7.91	
ORP (E campo en mV)	87.2	87.5	86.3	85.3	84.4	83.9	

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

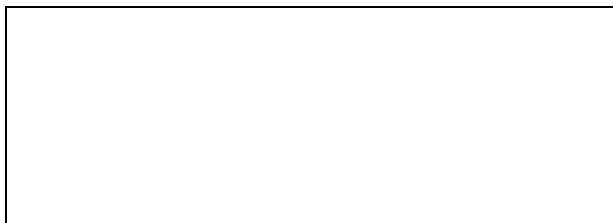
H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	10	25	45	50	60	70	80	90		
pH	7.91	6.80	6.33	5.10	3.96	3.33	3.08	2.90	2.77		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Bordo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuario

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: SD

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Veinte Amigos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

FECHA DE CENSO (d/m/a): 18/10/18

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

Activo

(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

40

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 619905 m		N=Y= 2772675 m		ELEVACIÓN Z=		1371 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES	
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	NA	Es un bordo	
¿LONGITUD DE CORTINA?	Si	Aproximadamente 30 metros de longitud	
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	Si	Aproximadamente 1 metro de altura	
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	NA	Es un bordo	
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	NA	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	NA
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbaleta.		NA	

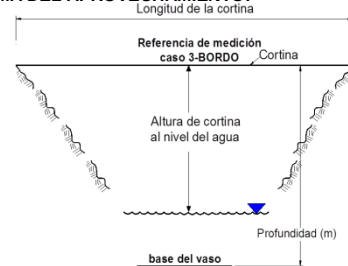
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	NA	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	0.80	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	m
DIÁMETRO DE ADEME:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	NA	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	NA	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	NA	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	NA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'54.1%22N+103%C2%B048'40.3%22W/@25.0650248,-103.8155584,1371m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06502!4d-103.81118>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA

USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	40	Número de muestra	40	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
					Bordo	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 619,905	Y= 2,772,675		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
					Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1371	Zona UTM	13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
Municipio	Cuencamé				Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Veinte Amigos			Profundidad (m)	NA	Caudal de extracción (l/s)	NA	
Fecha	18-oct-18			CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Litología Predominante	aluvión			Color	Amarillo	Olor	Si	
Prof. al Nivel del agua	NE	NA	m	Apariencia	Traslúcida	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Turbidez	Si	Desprendimiento de gases	No	
			Estanque/ Lago/Manantial					

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	15:45					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	18.3	18.3	18.3	18.3	18.2	18.2
O.D. (%)	111.4	99.3	96.0	93.6	90.7	90.5
O.D. (mg/l)	10.34	9.22	8.68	8.75	8.51	8.50
CE (microSiem/cm)	1047	1047	1047	1047	1047	1047
pH	8.63	8.69	8.7	8.75	8.76	8.78
ORP (E campo en mV)	79.6	79.7	79.8	80.0	80.0	80.0

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada **Si** No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	25	50	75	80	90	100	122	134	145	
pH	8.78	7.19	6.50	5.89	5.77	5.39	4.35	3.21	2.98	2.85	

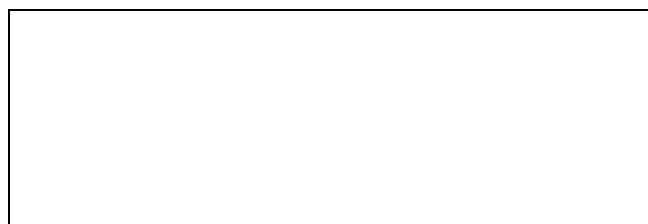
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

Ganado toma agua de ese bordo



CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 18/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO: **Pozo**
(pozo, noria, manantial, bordo)
USO DEL AGUA: Agropecuaria
NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo Vado 2
LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Veinte Amigos
ESTADO: Durango
MUNICIPIO: Cuencamé
PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL APROVECHAMIENTO: **Activo**
(Activo ó Inactivo)
REGIMEN DE OPERACIÓN: **SD** HORAS/SEMANA
CLAVE DE IDENTIFICACIÓN: **41**
ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021
CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	619560 m	N=Y=	2772669 m		ELEVACIÓN Z=	1372 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.		C		

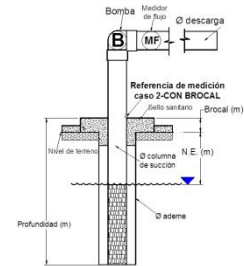
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	18/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.19	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	SD	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	10	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	2	Pulg.
DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	3.33	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'54.0%22N+103%C2%B048'52.6%22W/@25.0649948,-103.8167887,686m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06499!4d-103.8146>

FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	41	Número de muestra	41
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 619,560	Y= 2,772,669	
Elevación (msnm)	1372	Zona UTM	13 N
Municipio	Cuencamé		
Localidad	Veinte Amigos		
Fecha	18-oct-18		
Litología Predominante	aluvión		
Prof. al Nivel del agua	NE SD m	ND SD m	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal Estanque/Lago/Manantial

Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noría	Manantial	Galería
	Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
	Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrífuga	
	Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Profundidad (m)	SD	Caudal de extracción (l/s)	3.33	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
Color	No	Olor	No	
Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	16:15					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	25.7	25.7	25.7	25.8	25.7	25.8
O.D. (%)	67.0	66.5	65.8	64.9	65.5	64.9
O.D. (mg/l)	5.44	5.37	5.34	5.27	5.32	5.28
CE (microSiem/cm)	1292	1292	1301	1290	1293	1288
pH	7.53	7.26	7.19	7.08	7.07	7.05
ORP (E campo en mV)	92.8	82.0	79.6	76.3	76.1	75.6

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	40	60	80	100	115	125	135	145	155	157	160	170	180	190	200
pH	7.06	6.61	6.48	6.28	6.12	5.91	5.73	5.65	5.55	5.36	4.89	4.65	4.08	3.35	3.12	2.95	2.83

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 18/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agropecuario

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo Vado 1

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Veinte Amigos

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: Privado

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

(Activo ó Inactivo)

Inactivo

REGIMEN DE OPERACIÓN:

NA HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

42

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D44

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:		WGS84		ZONA HORARIA:		13N		SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM	
COORDENADAS:		W=X= 619546 m		N=Y= 2772673 m		ELEVACIÓN Z=		1371 m.s.n.m.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	No	No está equipado		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	No está en operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

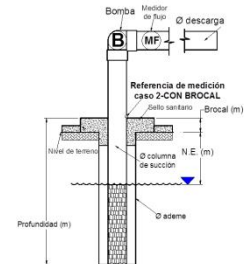
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	NA	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.22	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	NA	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	SD	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	SD	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	10	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	2	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	2	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	SD	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	SD	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Link:

<https://www.google.com/maps/place/25%C2%B003'54.1%22N+103%C2%B048'53.1%22W/@25.0678197,-103.8280902,5487m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d25.06503!4d-103.81474>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CENSO DE APROVECHAMIENTOS EN LA ZONA DE VELARDEÑA



DATOS GENERALES

FECHA DE CENSO (d/m/a): 18/10/18

TIPO DE APROVECHAMIENTO:

Pozo

(pozo, noria, manantial, bordo)

USO DEL AGUA: Agrícola

NOMBRE DEL APROVECHAMIENTO: Pozo Rancho AJ

LOCALIDAD O NOMBRE LOCAL: Rancho AJ

ESTADO: Durango

MUNICIPIO: Cuencamé

PROPIETARIO: María Guadalupe Gloria Romo Luján

SITUACIÓN ACTUAL DEL

APROVECHAMIENTO:

Activo

(Activo ó Inactivo)

REGIMEN DE OPERACIÓN: 24 HORAS/SEMANA

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

43

ACUÍFERO Y CLAVE: Pedriceña-Velardeña 1021

CTA. INEGI N°: G13D45

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

DATUM:	WGS84		ZONA HORARIA:		13N	SISTEMA DE COORDENADAS:		UTM
COORDENADAS:	W=X=	625462 m	N=Y=	2765428 m	ELEVACIÓN Z=		1442 m.s.n.m.	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL APROVECHAMIENTO

CONCEPTO	SI / NO	COMENTARIOS U OBSERVACIONES		
¿EXISTE MEDIDOR DE FLUJO?	Si	En operación		
¿LONGITUD DE CORTINA?	NA	No aplica		
¿ALTURA DE CORTINA AL NIVEL DEL AGUA?	NA	No aplica		
¿CUENTA CON EQUIPO DE BOMBEO?	Si	En operación		
TIPO DE MOTOR: (A) Eléctrico, (B) combustión interna, (C) aire, (D) tracción manual, (F) tracción animal, (G) tracción de tractor	A	POTENCIA DE MOTOR Y R.P.M.:	SD	
TIPO DE BOMBA: (A) Turbina vertical lubricada con agua, (B) turbina vertical lubricada con aceite, (C) sumergible, (D) centrífuga, (E) pistón-quimbalote.	C			

MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA

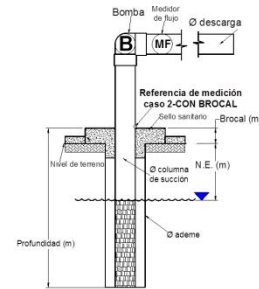
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL ESTÁTICO:	18/10/18	D/M/A
ALTURA DE BROCAL RESPECTO AL NIVEL DE TERRENO:	0.65	m
NIVEL ESTÁTICO A PARTIR DE LA ALTURA DE BROCAL:	36.60	m
PROFUNDIDAD TOTAL DE LA OBRA:	108	m
LONGITUD DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	SD	m
DIÁMETRO DE ADEME:	14	Pulg.
DIÁMETRO DE COLUMNA DE SUCCIÓN:	8	Pulg.

UBICACIÓN DONDE SE REGISTRÓ LA MEDICIÓN DE N.E. Ó N.D.



DIÁMETRO DE DESCARGA:	8	Pulg.
CAUDAL DE OPERACIÓN:	52.63	L.P.S.
TIPO DE DESCARGA (libre, tanque elevado, a la red, mixta):	Pileta	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2004	

ESQUEMA DEL APROVECHAMIENTO:



FOTOGRAFÍA DEL APROVECHAMIENTO:



NOMENCLATURA USADA:

NM=No se ha muestreado,
NA=No aplica,
----- No amerita comentario,
e=Valor estimado,
NPD= No proporcionó dato,
SD=Sin Dato

OBSERVACIONES GENERALES:

Lo prenden cada tercer día y durante la noche lo dejan funcionando.

Link:

<https://www.google.com/maps/place/24%C2%B059'56.9%22N+103%C2%B045'24.3%22W/@24.9991449,-103.7578499,346m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d24.99914!4d-103.75676>

DEPENDENCIA O EMPRESA INFORMANTE:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Datos Físicos y Químicos de Muestras de Agua Subterránea

DATOS GENERALES

Clave del Aprovechamiento	43	Número de muestra		43	Tipo de Aprovechamiento	Pozo	Noria	Manantial	Galería
						Estanque	Arroyo	Presa	Papalote
Coordenadas UTM Datum WGS84	X= 625,462		Y= 2,765,428		Uso del Agua	Potable	Agrícola	Forestal	Doméstico
						Agropecuario	Abrevadero	Industrial	Servicios
Elevación (msnm)	1442	Zona UTM		13 N	Tipo de Bomba	Turbina Vertical	Sumergible	Centrifuga	
Municipio	Cuencamé					Eléctrica	Sin Equipo	Otro:	
Localidad	Rancho AJ				Profundidad (m)	108.00	Caudal de extracción (l/s)	52.63	
Fecha	18-oct-18					CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS			
Litología Predominante	aluvión				Color	No	Olor	No	
Prof. al Nivel del agua	NE	36.6	m	ND SD	Apariencia	Transparente	Sedimentación	No	
Lugar de Toma de Muestra	Llave en Brocal	Descarga	Canal	Estanque/ Lago/Manantial	Turbidez	No	Desprendimiento de gases	No	

PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO

Hora de inicio	18:30					
Tiempo (min.)	1	3	5	7	9	11
T (°C)	27.5	27.6	27.6	27.7	27.7	27.6
O.D. (%)	41.6	41.5	41.3	41.6	41.7	40.2
O.D. (mg/l)	3.30	3.26	3.22	3.27	3.27	3.18
CE (microSiem/cm)	1644	1635	1625	1608	1594	1577
pH	7.16	7.12	7.11	7.11	7.1	7.1
ORP (E campo en mV)	59.3	58.8	58.9	59.3	59.7	60.1

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE CAMPO

N ácido: 1.6 ± 0.008 V muestra (Alcal) 50 ml Filtrada Si No

H ₂ SO ₄ NÚMERO de vueltas	0	20	50	70	90	105	120	135	146	156	172	184
pH	7.10	6.67	6.35	6.15	5.98	5.79	5.34	3.75	3.30	3.07	2.85	2.78

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA COLECTADA

MUESTRA PARA:	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD	CAPACIDAD	CONSERVADOR	¿FILTRADA?	Check
CATIONES Y METALES	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, HNO ₃	SI	x
NITRATOS	POLIETILENO	1	60 ML	REFRIGERACIÓN, H ₂ SO ₄	NO	x
CARBONO-14	VIDRIO	1	100 ML	REFRIGERACIÓN	NA	NA
ANIONES	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS (respaldo)	POLIETILENO	1	500 ML	REFRIGERACIÓN	NO	x
ISÓTOPOS	VIAL	1	15 ML	REFRIGERACIÓN	SI	x

OBSERVACIONES

FOTOGRAFIA