



SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO
FIDEICOMISO DE FOMENTO MINERO



**INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS
MINERALES DEL MUNICIPIO
SAN JAVIER, ESTADO DE SONORA**

MARZO, 2006

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO
FIDEICOMISO DE FOMENTO MINERO

INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS
MINERALES DEL MUNICIPIO
SAN JAVIER, ESTADO DE SONORA

ELABORÓ: ING. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ GONZÁLEZ
REVISÓ: M. en C. JOSÉ DE JESÚS PARGA PÉREZ
SUPERVISÓ: ING. FERNANDO CASTILLO NIETO

MARZO, 2006

INDICE

	Página
I. GENERALIDADES	1
I.1. Antecedentes	1
I.2. Objetivo.....	2
II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRAFICO	4
II.1. Localización y Extensión	4
II.2. Vías de Comunicación y Acceso	6
II.3. Fisiografía	8
II.4. Hidrografía	13
III. MARCO GEOLÓGICO	18
III.1. Geología Regional	18
III.2. Geología Local.....	30
IV. YACIMIENTOS MINERALES.....	43
IV.1. Yacimientos de Minerales Metálicos	43
IV.2. Yacimientos de Minerales no Metálicos	77
IV.3. Agregados Pétreos.....	93
IV.4. Rocas Dimensionables.....	94
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	98

ANEXO I

Fichas de campo, descriptivas de las localidades estudiadas

INDICE DE PLANOS Y FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización del Municipio San Javier	5
Figura 2. Principales vías de comunicación del estado Sonora.....	7
Figura 3. Provincias Fisiográficas del estado Sonora.....	9
Figura 4. División hidrológica correspondiente al estado Sonora.....	14
Figura 5. Mapa hidrográfico del estado Sonora.....	17
Figura 6. Provincias Geológicas de la República Mexicana	19
Figura 7. Terrenos tectonoestratigráficos de la República Mexicana	20
Plano 8. Carta geológica, Municipio San Javier, Son. Escala 1:50,000 (en bolsa al final del texto)	
Plano 9. Carta de yacimientos minerales, Municipio San Javier, Son. Escala 1:50,000 (en bolsa al final del texto)	
Plano 10. Carta magnética, Municipio San Javier, Son. Escala 1:50,000 (en bolsa al final del texto)	

I. GENERALIDADES

I.1. Antecedentes

Tomando en consideración la importancia para el Estado de Sonora de contar con información geológica minera actualizada, enfocada a la exploración de los recursos minerales metálicos, minerales no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos, en cada uno de los municipios de la entidad.

En el año 2005 el Director General del Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI), junto con el Director General del Servicio Geológico Mexicano (SGM) establecieron las bases de un primer convenio, para el desarrollo del **Inventario Físico de los Recursos Minerales Municipales**, fundamentalmente en dos municipios del estado de Sonora, con una superficie global de **1,673.70 Km²**, con el objeto que puedan ser promovidos los trabajos geológico mineros, con diferentes inversionistas para la explotación de los recursos resultantes.

Los municipios señalados para desarrollar este inventario son:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1.- Municipio San Javier, con superficie de | 793.27 Km² |
| 2.- Municipio Suaquí Grande, con superficie de | 880.43 Km ² |

El inicio de los trabajos de estos Inventarios, se autorizó por FIFOMI hasta el mes de agosto de 2005 por lo que la contratación de personal se realizó durante dicho mes, fecha, en que se firmaron los contratos con prestadores de servicios para complementar al personal que desarrollaría estos trabajos.

El inventario del municipio de **San Javier**, motivo de este informe, al igual que el de Suaquí Grande, se realizó tomando como base la geología levantada con anterioridad por el Consejo de Recursos Minerales y por el Instituto de Geología de la UNAM, en el Estado de Sonora, de las que se extrajo exclusivamente la geología de cada municipio estudiado (ver Carta Geológica del Municipio San Javier, estado de Sonora, escala 1:50,000 al final del texto) que se relacionó con

la geología local observada en las visitas de los geólogos encargados de este estudio.

También se integró a los planos del actual estudio, la ubicación y descripción de los yacimientos y prospectos levantados y cartografiados anteriormente durante el levantamiento de la geología, para enriquecer la información de las localidades en cada municipio, sin necesidad de levantarlos y describirlos nuevamente (ver Carta de Yacimientos Minerales del Municipio San Javier, estado de Sonora, escala 1:50,000 al final del texto).

Con objeto de complementar la información, se incluye el levantamiento magnético realizado por el Consejo de Recursos Minerales que podrá servir para interpretar las condiciones del subsuelo relacionadas con posibles yacimientos a profundidad y superficiales, al desarrollar estudios posteriores en algunas localidades que así lo ameriten, (ver Carta Magnética del Municipio San Javier, estado de Sonora, escala 1:50,000 al final del texto).

I.2. Objetivo

El principal objetivo que se persigue con el presente trabajo, es difundir el conocimiento de la geología y los recursos minerales localizados en el municipio de San Javier, ya sean yacimientos de minerales metálicos, de minerales no metálicos, de rocas dimensionables o de agregados pétreos, y como complemento, implementar programas de infraestructura geológico minera, que ayuden a:

1. Localizar recursos minerales y roca como materia prima para la industria minera y para el desarrollo urbano.
2. Atraer inversión nacional y extranjera para elevar el nivel de vida de las comunidades en los municipios, desarrollando nuevos proyectos.
Generar empleo para la gente local evitando la emigración.

3. Contribuir al desarrollo de la minería social.

II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

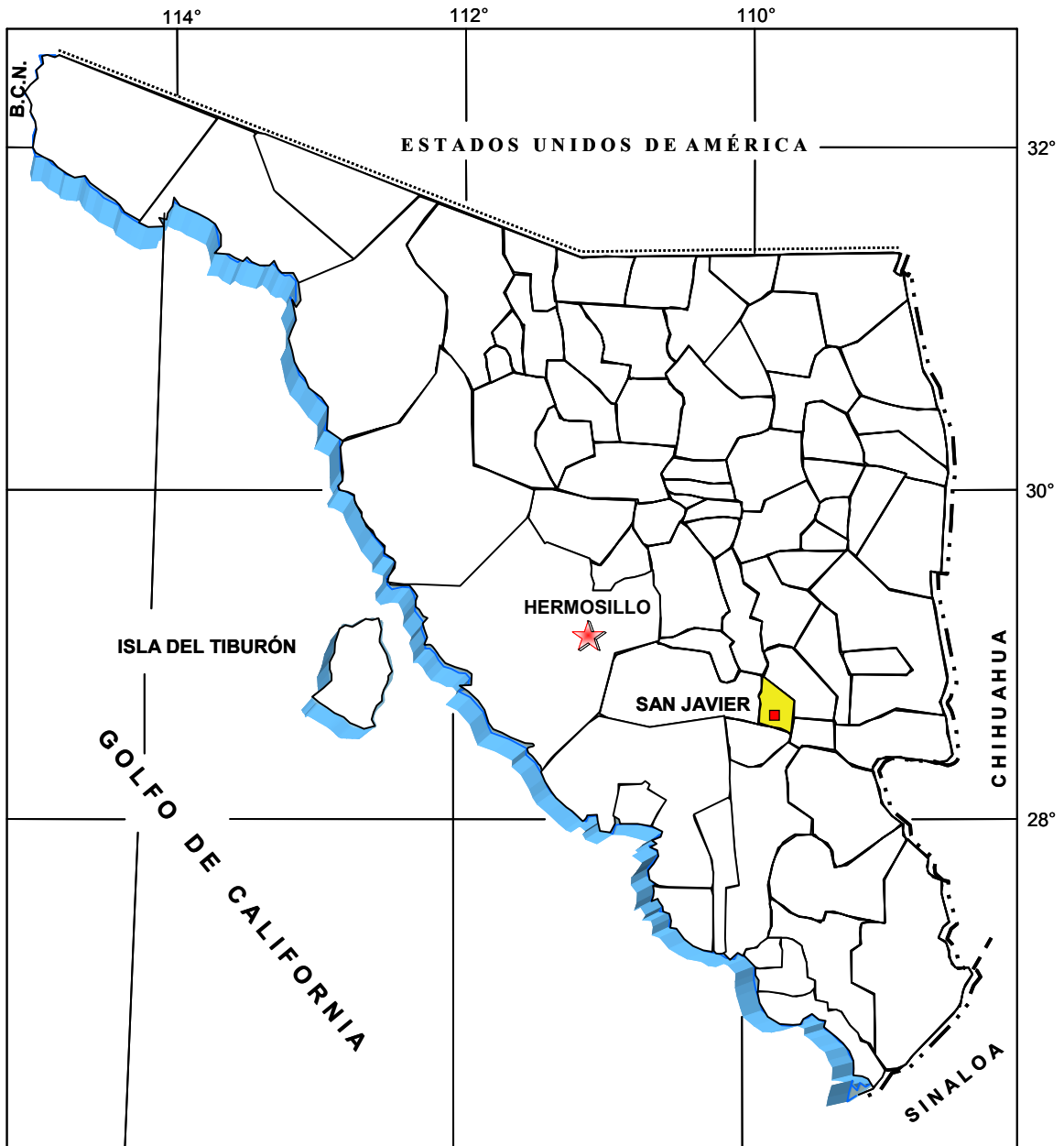
II.1. Localización y Extensión

El municipio San Javier, se localiza en la porción Centro-Sur del Estado de Sonora (figura 1), colindando con los municipios siguientes: al norte con La Colorada y Soyopa, al este con Soyopa y Onavas, al sur con el municipio Suaquí Grande; al oeste, con La Colorada; el municipio tiene una extensión territorial de 793.27 Km², equivalente al 0.43 % de la superficie del estado que es de 185,492.12 km².



Fotografía 1. Iglesia del municipio San Javier, como punto de partida, de los trabajos realizados.

Posición geográfica. La ciudad de San Javier, cabecera municipal, está situada a los 109° 44' 00.4" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a los 28° 35' 30.9" latitud norte, tomando como base, la entrada de la puerta de la iglesia principal de San Javier (fotografía 1). Su altura sobre el nivel del mar es de 750 m.



SIMBOLOGÍA

- CAPITAL DEL ESTADO
- CABECERA MUNICIPAL
- LÍMITE INTERNACIONAL
- LÍMITE ESTATAL
- LÍMITE MUNICIPAL
- CONVENIO SGM - FIFIMI

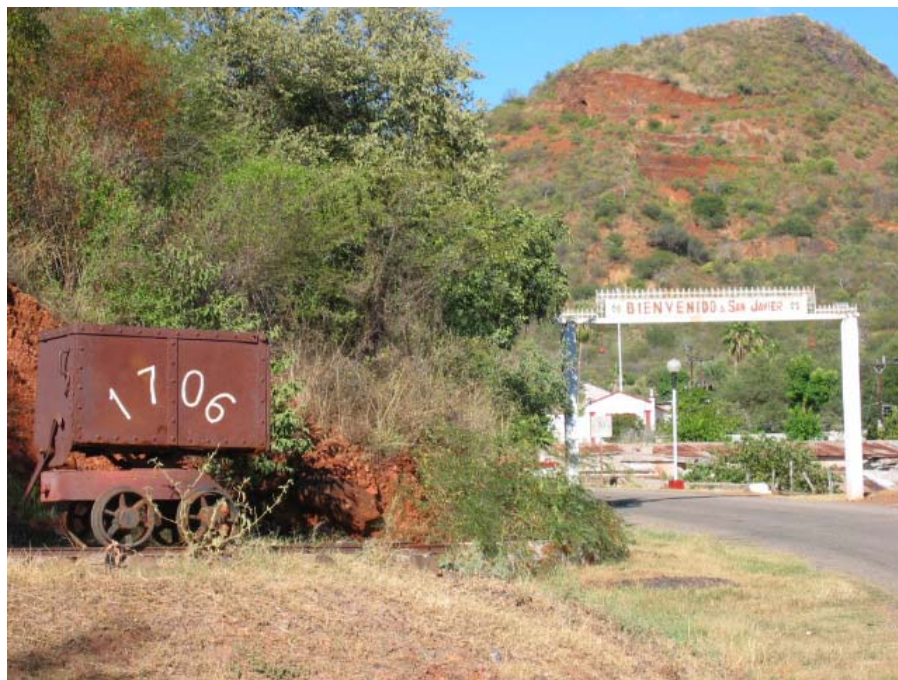


Sup. Mpio. San Javier 793.27 Km²

Figura 1. Localización del Municipio San Javier, Sonora.

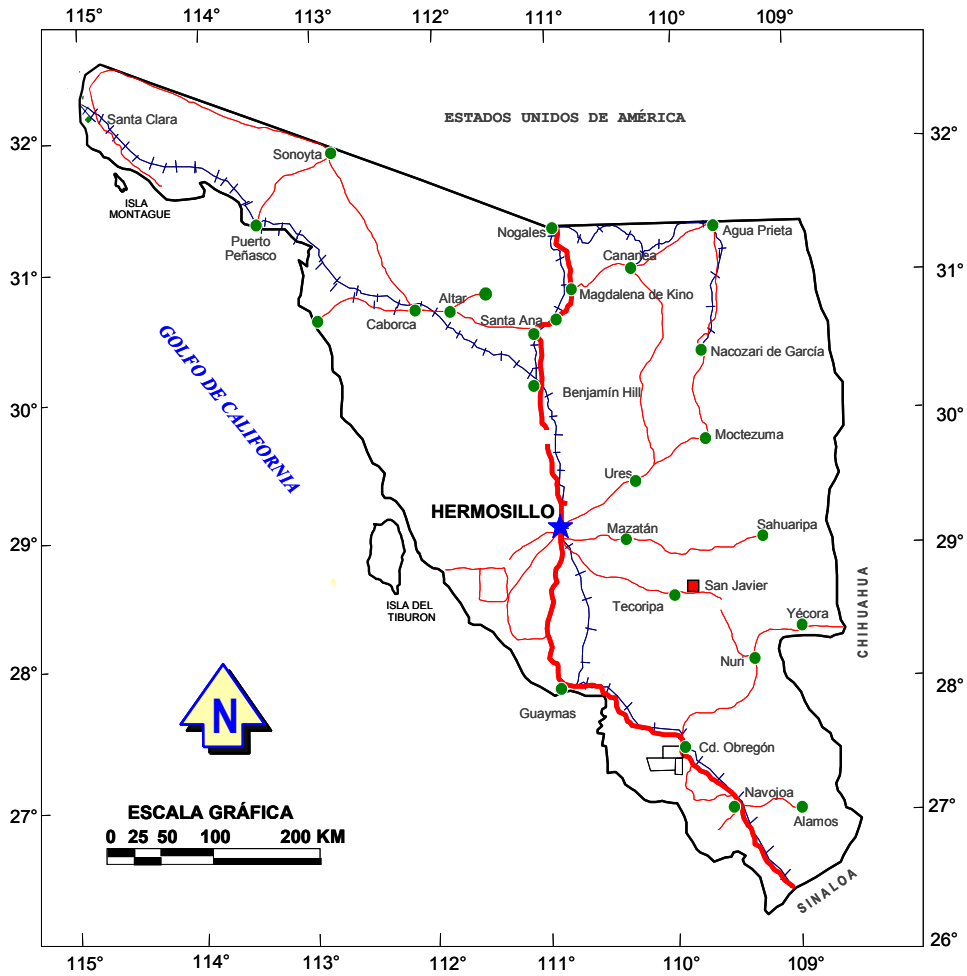
II.2 Vías de Comunicación y Acceso

El municipio San Javier, se encuentra comunicado, por su única vía de acceso que es la carretera federal No. 16, (fotografía 2), que comunica Hermosillo-Yecora, en el kilómetro 141 (Entronque), se desvía al norte por un camino pavimentado de 5 kilómetros, así se llega a la cabecera municipal San Javier, en su porción sur con la comunidad La Dura y al norte con la ciudad de Soyopa. Como segundo término, se tiene una pista para pequeñas avionetas en Tecoripa en el kilómetro 100, comunicando a las principales ciudades del estado de Sonora; así como una estación del ferrocarril Guadalajara-Nogales, en la ciudad de Hermosillo (figura 2).



Fotografía 2. Cabecera Municipal San Javier y su única vía de acceso pavimentada, al sur comunica con la carretera federal No.16

El municipio San Javier, también cuenta con una importante red de caminos de terracería, transitables en la mayor época del año, que aseguran la comunicación entre las principales comunidades y ejidos del municipio, además de contar con numerosas brechas que permiten el acceso a casi todos los prospectos, que son potencialmente productores de minerales metálicos, agregados pétreos y no metálicos, incluyendo el carbón mineal, que puede ser un importante energético.



EXPLICACIÓN

- CAPITAL DEL ESTADO ★
- CIUDAD O POBLADO ●
- AUTOPISTA —
- CARRETERA —
- FERROCARRIL + + +

Capital: Hermosillo
 Superficie: 185,492 km²
 Municipios: 72
 Población: 2,216,969

Figura 2. Principales vías de comunicación de Estado de Sonora

II.3. Fisiografía

El municipio San Javier está ubicado en la provincia fisiográfica, Sierra Madre Occidental (figura 3), donde queda representada la subprovincia Sierras y Valles del Norte (fotografía 3). En la porción poniente, está la provincia Llanura Sonorense, representada por la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses (Raisz, 1959).

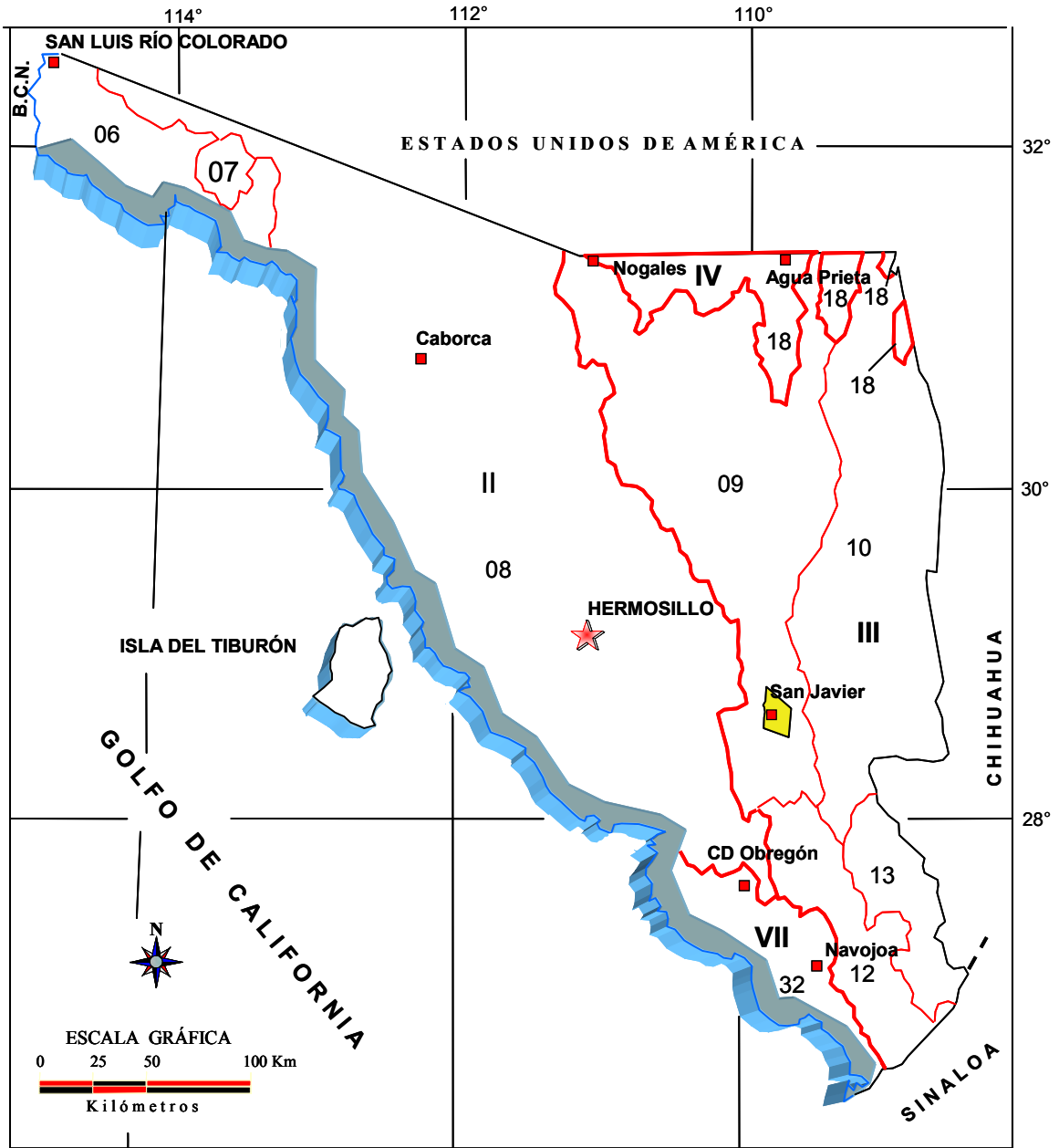


Fotografía 3. La cabecera municipal San Javier, se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental.

Sierra Madre Occidental

Esta provincia abarca desde la frontera norte del país, hasta la provincia del Eje Neovolcánico, en las inmediaciones de Guadalajara, Jalisco. Su orientación es sensiblemente paralela a la línea de costa del Océano Pacífico y Golfo de California, Comprende parte de los estados de Sinaloa, Zacatecas, Durango, Nayarit y Jalisco. Colinda con las provincias: Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacífico, al noroeste; Sierras y Llanuras del Norte y Mesa del Centro, al oriente; Eje Neovolcánico, al sur.

La Sierra Madre Oriental, es fundamentalmente un conjunto de sierras orientadas



SIMBOLOGÍA

II PROVINCIA LLANURA SONORENSE

- 06 Subprovincia Desierto de Altar
- 07 Discontinuidad Sierra El Pinacate
- 08 Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses

III PROVINCIA SIERRA MADRE

- 09 Subprovincia Sierras y Valles del Norte
- 10 Subprovincia Sierras y Cañadas del Norte
- 12 Subprovincia Pie de la Sierra
- 13 Subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses

IV. PROVINCIA SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE

- 18 Subprovincia Llanuras y Medanos del Norte

VII. PROVINCIA LLANURA COSTERA DEL PACÍFICO

- 32 Subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa

LÍMITE DE PROVINCIA FISIAGRÁFICA

LÍMITE DE SUBPROVINCIA FISIAGRÁFICA

CONVENIO SGM - FIFOMI



Figura 3. Provincias Fisiográficas del Estado Sonora.

preferentemente NW-SE, N-S y NE-SW, los rasgos fisiográficos se ven reformados por elementos complementarios que permiten diferenciar a cada una de las siguientes subprovincias: Sierras y Valles del Norte, donde se acentúa la presencia de sierras alargadas (con alturas que modifican de 300 a 2,600 m.s.n.m.) y valles intermontanos; Sierras y Cañadas del Norte, donde se aprecia el predominio de sierras (con elevaciones de 500 a 2,400 m.s.n.m.) y esporádicamente asociadas a valles; Pie de la Sierra, en esta zona el componente distintivo lo representan las extensas zonas de lomeríos asociadas a valles y sierras; Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, en esta subprovincia el elemento característico lo constituyen las sierras abruptas (fotografía 4), con elevaciones de 800 a 1,500 m sobre el nivel del mar.



Fotografía 4. Zona de lomeríos asociada a valles y sierras, en la sierra Agua Dulce.

Es principalmente un conjunto de sierras menores de estratos plegados, siendo éstos, de antiguas rocas sedimentarias de origen marino, de edad Paleozóico que forman escarpes muy pronunciados constituyendo estructuras rocosas muy masivas, compactas y resistentes a la erosión.

Las rocas del Triásico-Jurásico, esencialmente las unidades conglomeráticas del Grupo Barranca muestran gran semejanza geomorfológica, manifestando en general una etapa de juventud en su ciclo geomorfológico.

Las unidades del Cretácico superior que componen a la Formación Tarahumara de composición intermedia, muestran topografías más suaves formando lomeríos y mesetas. Las rocas volcánicas del Terciario que constituyen a la Formación Lista Blanca, establecen escarpes más acentuados y alargados.

Las rocas intrusivas ácidas usualmente se muestran alteradas y erosionadas proporcionando una expresión topográfica plana de forma plana, excepto algunos afloramientos de diorita y pórfido, presentan una topografía más elevada, en general exhiben un progreso geomorfológico desarrollado (fotografía 5).



Fotografía 5. Las rocas intrusivas en el municipio San Javier presentan una topografía más elevada.

La unidad de la Formación Baucarit, se encuentran rellenando ciertos valles y forman lomeríos y cerros con topografías suaves, presentan un ciclo geomorfológico avanzado. El conglomerado, limolita, grava, arena y aluvión del Cuaternario se encuentran, formando planicies, lomeríos y cordones con topografías suaves.

Subprovincia Sierras y Valles del Norte

La subprovincia de Sierras y Valles del Norte se define por ser una tierra de sierras alargadas y angostas, separadas por amplios valles intermontanos, como se observa en las sierras, El Aliso y El Encinal, son sierras dispuestas paralelamente con una orientación NW 10° SE. En general se tienen elevaciones montañosas de entre los 800 y 1200 m sobre el nivel del mar y en los valles desde 200 a 400 m sobre el nivel del mar.

Estas geoformas de (Sierras y Valles del Norte), son escarpadas y más o menos alargadas (San Javier y La Barranca). En las zonas más áridas del municipio, el sistema de drenaje, se presenta y caracteriza en un sistema dendrítico, de paralelo a semicircular. En la parte sur del municipio se localiza la sierra El Encinal, clasificada como sierra alargada con lomeríos, constituida de roca lutita, arenisca y horizontes delgados de caliza.

En general se tienen elevaciones montañosas de entre 400 y 1200 m.s.n.m. y en los valles de 200 a 400 m.s.n.m., los elementos orogénicos más elevados son las sierras de El Encinal con hasta 1450 m, Carrizo de 1300 m, cerros La Bandera con 1300 m., El Payaso 1300 m., El Dátil y Puerto Colorado de 1250 m, Cerro La Aurora de 1200 m, Cerro San Juan con 1100 m, El Aliso con 1050 m, La Higuera, El Jobabi y El Carrizal con 1050 m., El Tecolote y Mesa Grande con 1000 m., estos elementos orogénicos están surcados por profundas y estrechas barrancas juveniles que otorgan la primera etapa de madurez en el ciclo de erosión fluvial.

En la porción central del municipio se tiene las sierras alargadas, con abruptas barrancas, que corresponde a la zona minera de San Javier, donde se desarrollo la mayor cantidad de trabajos mineros. En esta subprovincia existen depósitos de minerales no metálicos y metálicos, escasamente agregados pétreos, tales como arena, grava, roca dimensionable, no se tiene evidencias.

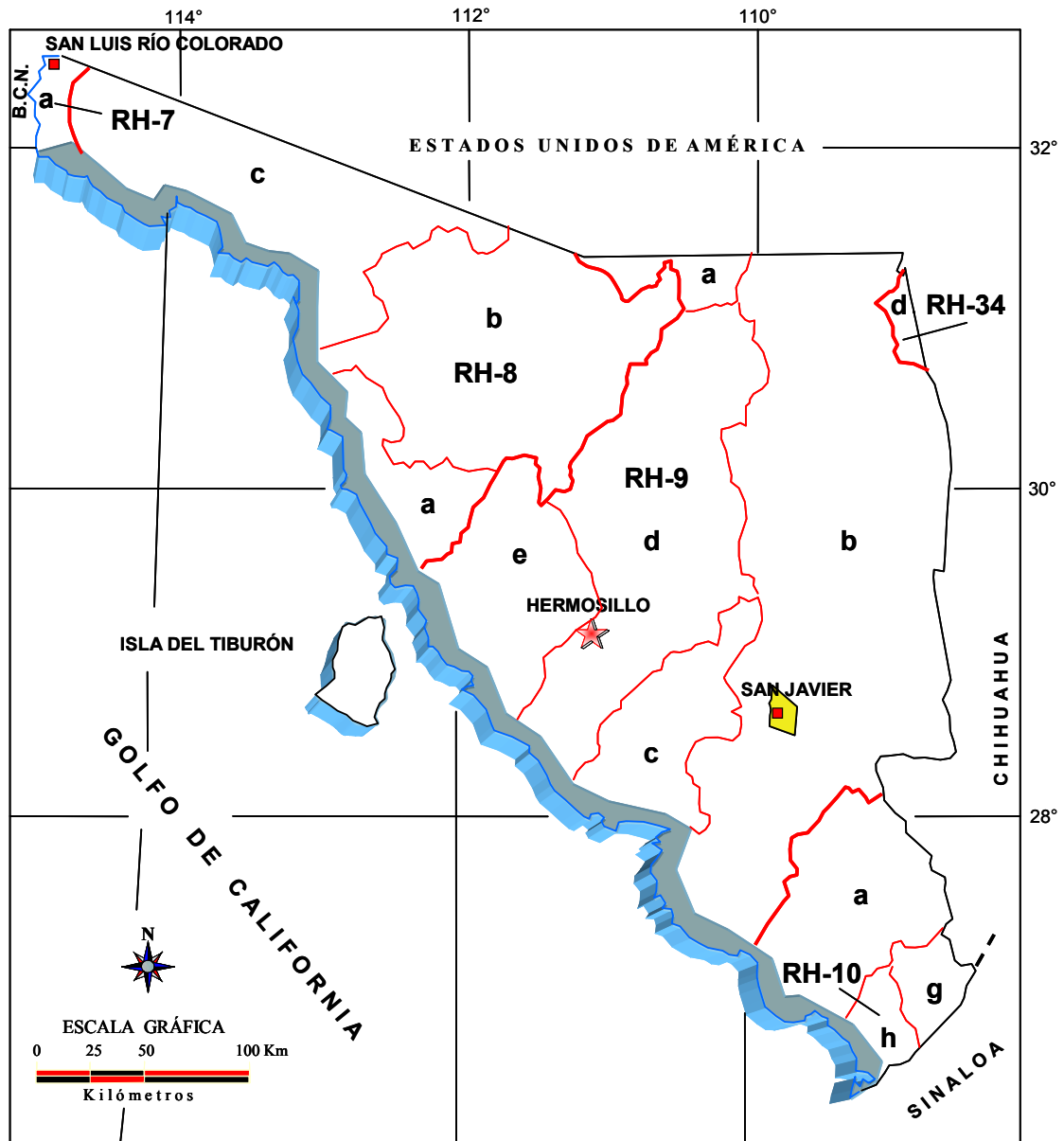
II.4. Hidrografía

El municipio está situado en la Región Hidrológica Num. RH 9, Sonora sur (figura 4). Las corrientes principales que caracterizan a esta región son: Río Mayo, Yaqui, Mátape, Sonora, Bacoachi (fotografía 6). Estas corrientes son de gran importancia, por lo regular sus cuencas captan el 98.9% del volumen total de almacenamiento. El principal uso que se les da es en el campo agrícola y en segundo termino el domestico y comercial, finalmente el pecuario e industrial.



Fotografía 6. Cauce del río Yaqui, el principal uso del agua es el domestico, en segundo termino el agrícola.

Para el aprovechamiento del agua superficial se tiene en el estado una infraestructura de 21 presas con capacidad mayor a 4, 716.8 millones de m³. de menor condición se posee la región RH 34, Cuencas Cerradas del Norte, ello resulta como efecto de su pobre extensión dentro del estado y por la insuficiente consecuencia económica que lo representa.



RH-7 REGIÓN HIDROLÓGICA RIO COLORADO

- a Cuenca Bacanora-Mejorada

RH8 REGIÓN HIDROLÓGICA SONORA NORTE

- a Cuenca Río San Ignacio y Otros
- b Cuenca Río Concepción - A. Cocospera
- c Cuenca Desierto Altar - Río Bamori

RH9 REGION HIDROLÓGICA SONORA SUR

- a Cuenca Río Mayo
- b Cuenca Río Yaqui
- c Cuenca Río Matape
- d Cuenca Río Sonora
- e Cuenca Río Bacoachi

SIMBOLOGÍA

RH10 RÉGION HIDROLÓGICA SINALOA

- g Cuenca Río Fuerte
- h Cuenca Estero de Bacorehuis

RH34 RÉGION HIDROLÓGICA CUENCAS CERRADAS DEL NORTE

- d Cuenca Río Casas Grandes

LIMITE DE REGIÓN HIDROLÓGICA ———

LIMITE DE CUENCA HIDROLÓGICA ———

CONVENIO SGM - FIFOMI 

Figura 4. División Hidrológica correspondiente al Estado Sonora.

La región hidrológica RH 9, Sonora Sur, se ubica en las porciones noreste, este, centro y sur de Sonora, tiene una superficie en territorio mexicano (Sonora y Chihuahua), de 137, 504 km², de los cuales 117, 363 km² se encuentran dentro de la entidad, por lo que representa el 64.5% de la extensión estatal. Está conformada por las cuencas Río Mayo, Río Yaqui, Río Mátape, Río Sonora y Bacoachi, consolidándose como la región hidrológica de más importancia, dada las características específicas de cada una de sus cuencas.

El municipio San Javier, queda enmarcado en la cuenca del Río Yaqui (b), la cual se sitúa al oriente del Estado, conforma una extensa franja de orientación norte-sur, estando incluida en la Región Hidrológica 9 (RH 9), esta fracción alcanza un área de 57, 739 km² de los cuales 71, 776 km² que comprende la cuenca, la precipitación media anual es de 527 mm y posee una pendiente general que varía de fuerte a baja, conforme se avanza hacia el oeste de la entidad.

Las corrientes superficiales más significativas son los ríos Yaqui, Bavizpe y Moctezuma.

El río Yaqui, es el recolector más importante de la cuenca, surge de la unión de los ríos Bavizpe y Aros, a partir de esta unión y hasta la desembocadura en el Golfo de California, este río cubre un recorrido de 397 km. conservando una pendiente media de 0.11% y trayectoria preferencial norte-sur hasta la presa Álvaro Obregón, de ahí permanece su curso hacia el oeste hasta desembocar. Sus afluentes primordiales son los ríos Moctezuma y Tecoripa, por su margen derecha y los ríos Sahuaripa, Bacanora y Chico por la margen izquierda.

El río Bavispe, tiene su inicio en la Sierra Madre Oriental, cerca del límite interestatal con Chihuahua, posee una distancia de 371 km, una pendiente media de 0.46% y con una orientación sureste-noroeste, consecutivamente cambia en forma primordial de norte a sur, sucediendo esta inflexión al norte de la presa

Lázaro Cárdenas. Capta las aportaciones del río Agua Prieta, por su borde derecho y las del río Negro y el arroyo Bacadehuachi por el izquierdo.

El río moctezuma, tiene una amplitud de 125 km desde el norte de Cumpas hasta su unión con el río Yaqui, conserva una pendiente media de 0.32%, así como una dirección norte-sur. A lo largo del cauce del río presenta varios tributarios, los que por ser de régimen interrumpido carecen de particularidad.

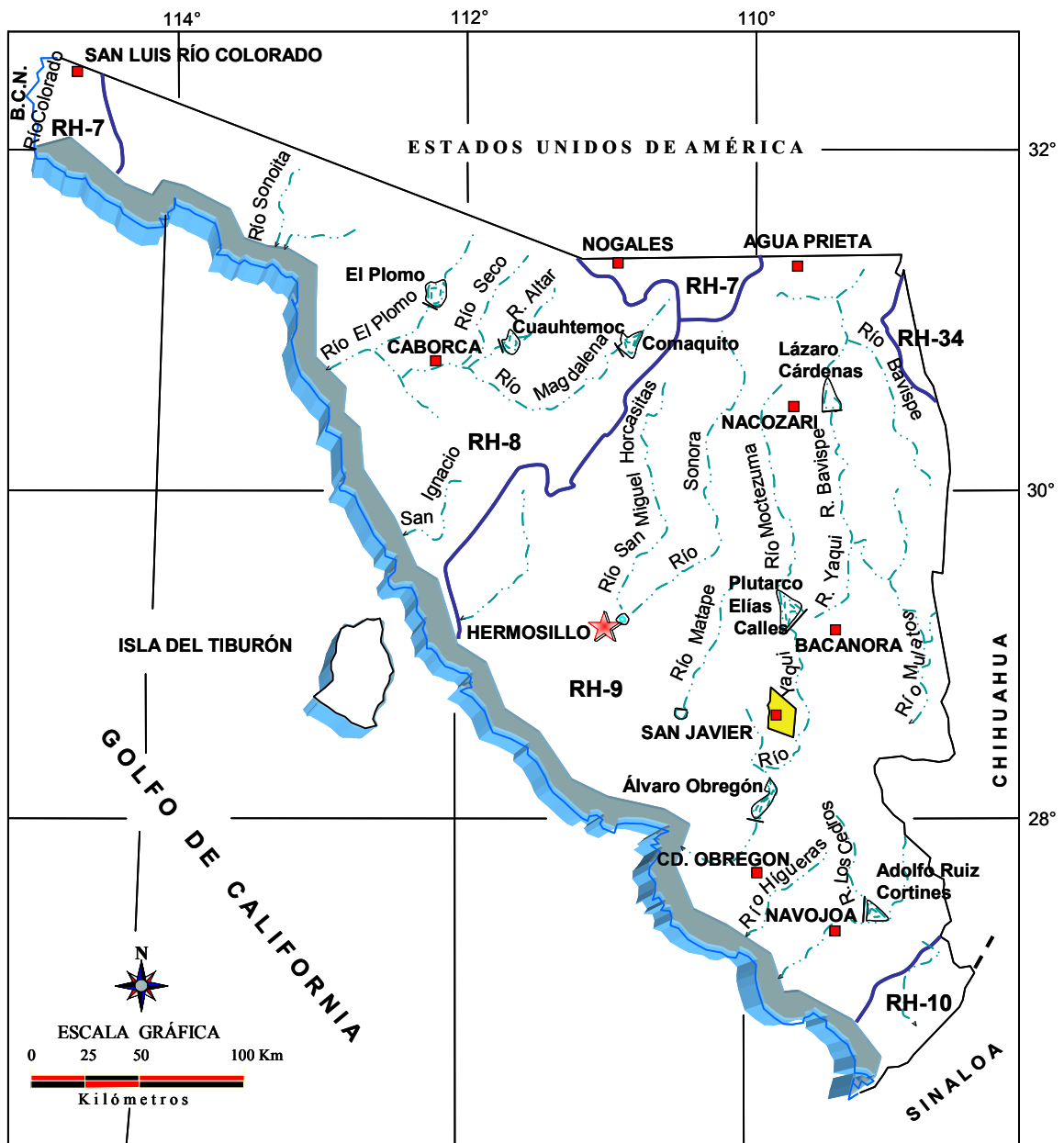
En cuanto al estado de Sonora, existen 20 estaciones hidrométricas ubicadas estratégicamente dentro de la cuenca del río Yaqui. Las principales obras hidráulicas del área las constituyen las presas Álvaro Obregón y Plutarco Elías Calles, sobre el río Yaqui, y Lázaro Cárdenas, en el río Bavispe.

En la parte baja de la cuenca se ubica el distrito de riego 41, Río Yaqui, con una superficie aproximada de 225,000 ha. Donde se tienen los principales cultivos agrícolas como maíz, frijol, sorgo, alfalfa, trigo, garbanzo y algodón.

La cuantificación del recurso de agua en la cuenca del Río Yaqui, dio como consecuencia un volumen medio precipitado de 30, 426.3 millones de m³ anuales con un coeficiente de escurrimiento de 7.9%, lo que proporciona un escurrimiento anual de 2, 403.68 millones de m³, como recarga para la cuenca (figura 5).

El agua superficial, es predestinada fundamentalmente para el cultivo de la agricultura y en menor grado están el uso doméstico, industrial y pecuario.

La importancia de las aguas subterráneas, como elemento indispensable para el desarrollo social y económico de una región, hace necesario el conocimiento de las condiciones geohidrológicas del municipio, a fin de planear estratégicamente la explotación de los mantos acuíferos en cantidad y calidad suficientes que garantice un abastecimiento permanente y, así evitar agrietamiento en forma de fallas en los valles.



SIMBOLOGÍA

RH-7 REGION HIDROLÓGICA RIO COLORADO	LIMITE DE REGION HIDRÓLOGICA	
RH8 REGION HIDROLÓGICA SONORA NORTE	REGION HIDROLÓGICA	
RH9 REGION HIDROLÓGICA SONORA SUR	PRESA	
RH10 RÉGION HIDROLÓGICA SINALOA	CONVENIO SGM - FIFOMI	
RH34 RÉGION HIDROLÓGICA CUENCAS CERRADAS DEL NORTE		

Figura 5. Mapa Hidrográfico correspondiente al estado Sonora.

III. MARCO GEOLÓGICO

III.1. Geología Regional

Con el fin de situar, en el marco geológico regional, el territorio centro suroriente del estado de Sonora, a continuación se presenta una breve síntesis de la geología regional del municipio estudiado.

En cuanto a provincias geológicas (figura 6), la región estudiada se encuentra comprendida en la provincia "Sonorense", (Ortega, 1991). Respecto a la naturaleza de los ambientes de depósito, la región centro suroriente del estado de Sonora corresponde a un terreno compuesto por rocas mesozoicas y del Paleozoico Tardío que representa una zona de transición de corteza continental a oceánica, González L. C. (1989), lo considera como un bloque de sedimentos marinos profundos de origen eugeosinclinal, de edad Ordovícico a Pérmico, que se encuentra principalmente en Baja California Norte y en la porción central y suroriente de Sonora, en relación al terreno Caborca, al norte y supuestamente transportado y acresionado en el Pérmico Tardío- Triásico Medio.

En el contexto geotectónico (figura 7), el municipio San Javier, queda comprendido en su totalidad, dentro de la unidad tectonoestratigráfica denominada Terreno Caborca (Campa y Coney, 1983).

Donde la intercalación de rocas que conforman la columna estratigráfica de la región anteriormente señalada, está representada en la base por rocas que comprenden una arenisca de cuarzo con intercalación de lutita, correlacionable con la Unidad San Antonio, del Ordovícico Medio, Barrera y Domínguez, (1987), fraccionaron esta unidad en dos miembros: Inferior y Superior. El miembro Inferior que aflora en la Sierra El Aliso (porción noreste del municipio San Javier) y en los cerros La Zorra y El Capulín, están constituidos de la base a la cima por capas de caliza con bandas de pedernal negro, le sigue una variación de lutita calcárea de



Figura 6. Provincias Geológicas de la República Mexicana



EXPLICACIÓN

 CHI	CHIHUAHUA	 OAXACA
 CA	CABORCA	 MI
 COA	COAHUILA	 XO
 M	MAYA	 S
 SM	SIERRA MADRE	 R
 A	ALISITOS	 V
 G	GUERRERO	 SMO
 J	JUÁREZ	 TMV

Figura 7. Terrenos Tectonoestatigráficos de la República Mexicana.

hasta 10 cm. de espesor con organismos marinos en forma de copa o tubo muy resistentes de composición orgánica, en la unidad de arenisca calcárea de grano fino a medio de 10 a 60 cm., de espesor, se intercala una lutita de composición carbonosa en capas delgadas de hasta 10 cm. estas rocas fueron depositadas en ambientes de cuenca, de aguas profundas. El miembro superior sobreyace de manera transicional al miembro inferior y aparece en la Sierra El Aliso y está formado esencialmente por arenisca de cuarzo masiva, con estratos de 1 a 5 m., o más, de grano medio, bien clasificadas con pirita diagenética, intercalada con pequeñas capas de lutita carbonosa de hasta 5 cm. de espesor, además contiene pequeños organismos marinos, dentro de un espesor total de 130 m en este miembro. Esta unidad se generó en un ambiente adyacente a la margen continental, en franjas de alta energía con cambios en la precipitación de la aportación y en el contenido de oxígeno y la posterior formación de pirita diagenética en la arenisca.

El Ordovícico Medio- Superior esta representado por caliza, arenisca y lutita con franjas de pedernal intercalado, correlacionable con la unidad Soyopa; El miembro Inferior aparece hacia el limite nororiental del área, en la Sierra El Encinal y en los cerros El Vaquero y Santana, la base esta formada por una sucesión de pedernal de aspecto masivo y color blanco, hacia la cima, le sigue una variación de caliza gruesa en estratos de 10 a 50 cm. y lutita calcárea en capas delgadas de 5 a 30 cm. de espesor con partes de pequeños organismos marinos y arenisca de cuarzo de grano medio, bien clasificadas en estratos de 10 a 30 cm. de espesor.

El miembro superior sobreyace de forma transicional al miembro inferior y aparece en el Cerro Hidalgo, está constituido por arenisca de grano fino bien clasificada con capas de 1 a 3 m., intercalada con lutita calcárea con partes de fósiles de origen marino situados en capas delgadas de 5 a 10 cm. con un espesor total para este miembro de 50 m.

El Pérmico esta caracterizado por caliza masiva con pedernal y pequeños horizontes de limolita y lutita que afloran en la parte oriente del área en estudio, cartografiadas por: Amaya, Roldan, Mc Dowell 1996 y el Consejo de Recursos Minerales, en 1999. Los dos últimos trabajos denominaron a esta secuencia como la Unidad Pdp Cz- Lu; Barrera y Domínguez 1987 y Amaya, Roldan, y Mc Dowell 1996, explican el contacto de la secuencia del Ordovícico y Pérmico como una cabalgadura de las rocas de cuenca sobre las rocas de plataforma, mientras que el Consejo de .Recursos .Minerales, hoy Servicio Geológico Mexicano, muestra este contacto como una secuencia normal discordante. Estas rocas constituyen sedimentos acumulados en ambientes de plataforma que son de caliza fosilífera, con abundantes corales, crinoides y fusulínidos.

La roca Mesozoica está constituida por una facie compuesta de ambiente marino y palustre, caracterizada por conglomerado, arenisca de cuarzo y lutita carbonosa con intercalación de mantos de carbón en parte convertida a grafito (fotografía 7).



Fotografía 7. En la zona de La Barranca, afloran las rocas Mesozoicas, arenisca y lutita carbonosa, con pequeños mantos de carbón.

Estas rocas fueron estudiadas desde el siglo antepasado en la región de la Barranca (Remond, 1866), quien representó algunos fósiles de esta secuencia, subsiguientemente Dumble (1900) efectuó un reconocimiento geológico regional en las cercanías de San Javier y Tonichi, representando un conjunto de rocas sedimentarias constituidas por lutita, arenisca y conglomerado a las que designó División Barranca, fraccionándola en tres miembros: Inferior, Medio y Superior.

Después King (1939), en un reconocimiento regional cambia el rango de División a Formación Barranca y de acuerdo a la presencia de plantas fósiles le asigna una edad Triásico Tardío. Wilson y Rocha (1946), al estudiar los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara coinciden en que la Formación Barranca esta formada por tres miembros y establecen que los mantos de carbón están genéticamente agrupados con el miembro medio

Alencaster (1961), a partir de la flora y fauna fósil le determina una edad del Triásico Tardío y plantea cambiar el rango, de Formación a Grupo Barranca, fraccionándolo en tres formaciones, que de la base a la cima son: Formación Arrayanes, Formación Santa Clara y Formación Coyotes.

Stewart y Roldan (1991), efectúan estudios detallados de las rocas Triásicas del Grupo Barranca en la zona de San Javier, formando las características estratigráficas y efectuando un estudio de los aspectos petrográficos, origen, ambiente de depósito, paleogeografía y marco tectónico de las tres formaciones.

Los afloramientos de las rocas sedimentarias que determinan al Grupo Barranca se distribuyen en el área en estudio, en la zona de Santa Clara, en la región de la mina La Uvalama y San Enrique, del Grupo Barranca, donde quedo determinado que la base del Grupo o Formación Arrayanes esta compuesto por una variación de conglomerado, arenisca de cuarzo y lutita, en el conglomerado dominan fragmentos de arenisca de cuarzo semirredondeado de 1 a 5 cm., de diámetro en

una matriz fina de cuarzo de color rojizo con horizontes arenosos alternados, también dominan horizontes arcillosos quebradizos de un color rosa a rojo con gradación fina.

El Miembro Medio o Formación Santa Clara que consiste de una variación de arenisca, lutita y limolita, esporádicos mantos de carbón antracítico, la arenisca se muestra en capas gruesas y masivas; algunas unidades contienen laminaciones internas y gradación cruzada. La limolita se localiza en capas delgadas (fotografía 8).



Fotografía 8. Grupo Barranca, Formación Santa Clara, arenisca, lutita, con mantos de carbón, en las cercanías de San Javier.

Particularmente la arenisca domina el relleno de canal y gradación cruzada. En la lutita son frecuentes las plantas fósiles, de origen continental y litoral tales como helechos y otras que cuando encontraron condiciones favorables para su crecimiento se desarrollaron a tal grado que constituyen amplios mantos de

carbón hasta de 3.0 m, de espesor como ocurren en el campo minero de Santa Clara (Parga Pérez J. de J., 1976).

La Formación Coyotes, esta en alternancia de un conglomerado con clastos de cuarcita, pedernal y una caliza en una matriz arenosa (Stewart y Roldan, 1991), apreciaron un espesor total para el Grupo Barranca de 3,150 m., repartidos, para la Formación Arrayanes en 1,150 m., para la Formación Santa Clara 1,400 m., y 600 m., para la Formación Coyotes.

Estas rocas quedan afectadas por el intrusivo regional granítico granodiorítico (fotografía 9) y subyacen discordantemente a rocas volcánicas y volcanoclásticas Cretácicas de composición intermedia y cubren discordantemente a rocas sedimentarias del Paleozoico.



Fotografía 9. Afloramiento de cuerpo intrusivo regional de granodiorita-diorita, en las cercanías de la comunidad La Barranca.

La edad del Grupo Barranca, en conjunto, es difícil de establecer, sobre todo para las formaciones Arrayanes y Coyotes. La abundante diversidad de plantas fósiles en la Formación Santa Clara indican una edad Triásico Tardío (Cárniano) esta

edad fue corroborada por la fauna de pelecípodos y braquiópodos, tomando en consideración que no se han hallado fósiles preservados e identificables en la Formación Arrayanes, que corresponde tener una edad Triásico Tardío, debido al supuesto contacto gradacional con las rocas de la Formación Santa Clara y la Formación Coyotes, esta última puede ser explicativamente más joven que el Triásico Tardío y más antigua que la edad de las rocas que la intrusión del Cretácico Superior- Terciario.

El Cretácico Superior está caracterizado por la Formación Tarahumara (Wilson y Rocha, 1946), cuya localidad tipo está situada en el arroyo Tarahumara en la parte oriental del municipio, consiste de andesita, aglomerado, toba andesítica con ciertos horizontes de arenisca, caliza y rocas como traquita, traquiandesita y dacita, estas constituyen series volcánicas y volcanosedimentarias que en conjunto conforman el complejo volcánico inferior de la Sierra Madre Occidental, sus afloramientos se presentan en la parte norte y sureste del área, en estas porciones sobreyace discordantemente a todos los miembros del Grupo Barranca y en contacto tectónico, por falla normal con rocas sedimentarias continentales de la Formación Baucarit.

Su origen está profundamente vinculado al choque de placas convergentes donde se constituyen arcos volcánicos de analogía calcoalcalina (Mc Dowell y Clabaugh 1979), por lo que el origen es el resultado y producto de la subducción de la placa norteamericana y la deformación continental relacionada que afectó al estado de Sonora en el Cretácico Tardío y Terciario Temprano. Todas las unidades precretácicas han sido afectadas por el intrusivo laramídico, existiendo la más extensa por sus afloramientos localizados por una gran franja de más de 5 km., de ancho, al oriente del municipio San Javier, se tiene también la presencia de otros cuerpos intrusivos en representación de stocks dioríticos que causan alteración y mineralización metalífera en carácter de vetas y skarn en las diferentes unidades sedimentarias y volcánicas pre- terciarias.

El Oligoceno, esta compuesto por rocas volcánicas ácidas y está caracterizado por toba, aglomerado riolítico y flujo volcánico, ocupando casi por completo las partes más altas de la Sierra El Encinal (fotografía 10) y El Dátil y forma parte del evento volcánico Oligoceno-Mioceno que dio parte a la formación de la Sierra Madre Occidental, conocida como el súper Grupo Volcánico Superior (Mc Dowell y Clabaugh, 1979).



Fotografía 10. Rocas volcánicas, de edad Oligoceno, en la parte superior de la sierra El Encinal.

En el Oligoceno se tienen siempre potentes flujos de aglomerados y lavas de composición andesítico-basáltico, directamente reportadas por la cartografía del Consejo de Recursos Minerales. (1999), donde sobreyace discordantemente al paquete volcánico ácido Oligocénico, el inicio de este vulcanismo concuerda con una importante fase de fracturamiento en el bloque continental (pre *basin and range*), situado en posición tras-arco que surge como respuesta al cambio de velocidad y de ángulo de subducción de la paleoplaca Farallón.

La Formación Baucarit fue inicialmente definida por Dumble (1900), como División Baucarit, para describirse como una secuencia de arenisca arcillosa y

conglomerado de gradación plana, expuesta en las proximidades del pueblo de Bamori, posteriormente, en 1939 King, la nombro Formación Baucarit, definiéndola como una secuencia consistente de arenisca, conglomerado y arcilla bien estratificada ligeramente consolidada y cuya porción inferior dominaba flujos de basalto intercalado con aglomerado basáltico (fotografía 11).



Fotografía 11. La Formación Baucarit, sobre la margen del río Yaqui, en las inmediaciones de la comunidad La Barranca.

En la zona del Río Yaqui, seguidamente al oriente del área en estudio, las rocas de la Formación Baucarit fueron fraccionadas en dos miembros, con un espesor total de 700 m., (Roldan y Mc Dowell, 1992); precisa el miembro inferior como capas gruesas de conglomerado bien consolidado, con clastos subangulosos de intrusivo granítico, de rocas volcánicas, caliza y pedernal, en una matriz arenosa, intrusiones de flujo basáltico, brecha y un horizonte de ignimbrita riolítica hacia la cima. El miembro superior esta formado por capas delgadas de conglomerado y arenisca, rellenando la cuenca del Río Yaqui, la Formación Baucarit se considera producto de una sedimentación continental de ambiente fluviales y lacustres interestratificadas con rocas volcánicas ácidas y básicas y ligadas íntimamente a

la distensión del Mioceno, definitivamente el Cuaternario esta representado por depósitos no consolidados de grava, arena y limo.

En el municipio San Javier, la unidad de mayor interés económico, es el Grupo Barranca (Formación Santa Clara), arenisca, lutita y limolita unidad receptora de mineralización de carbón, que tiene importante presencia en la industria de combustibles energéticos, principalmente para la Comisión Federal de Electricidad.

III.2. Geología Local

(ver Carta Geológica del Municipio San Javier, escala 1:50,000 al final del texto). Las rocas que afloran en el municipio San Javier, son rocas que varían en edad del Ordovícico al Reciente, siendo estas rocas metamórficas, sedimentarias depósitos de cuenca de aguas profundas, ígneas intrusivas y extrusivas. De ellas, se hace una breve descripción de la más antigua al reciente, que sirve para marcar y comprender una serie de eventos geológicos, tectónicos y sedimentarios acaecidos en tiempo y espacio en el territorio que comprende el municipio estudiado, y su relación con los procesos que dieron origen a las rocas y minerales, que representan los recursos potenciales de este municipio.

Lutita Caliza (EmPo Lu Cz).

En la porción norte del municipio afloran las rocas Paleozoicas, se presentan en facies sedimentarias tanto de plataforma como de aguas profundas, el Paleozoico, fue primeramente reportado por King (1939), en la sierra de las Norias, después, se definieron los grupos San José y Agua Verde en un afloramiento limitado al sureste de San José de Gracia, posteriormente los mismos autores reportan la presencia de lutita con fósiles del Cámbrico en la región de La Colorada, mientras que Morales *et al.*, el mismo año reporta una secuencia con un espesor de 400 m., constituida por lutita negra, limolita y caliza con pedernal con pequeños organismos marinos en forma de copa o tubo muy resistentes de composición orgánica, de edad Ordovícica, otro afloramiento con roca de esta edad se localiza en la región de Mazatán, Noll (1981) y Ketner y Noll (1987) reportan una secuencia con un espesor mayor de 700 m. formada por lutita negra con pequeños organismos marinos en forma de copa, arenisca con radiolarios y en menor proporción caliza, fragmentos de esta secuencia es de edad Ordovícica y figuran ambientes de aguas profundas.

Dentro del municipio se tienen secuencias análogas en la Sierra El Aliso, al norte de San Javier, secuencia con un espesor superior a los 250 m. formada por lutita y caliza con gruesas intercalaciones de cuarcita que contienen delgadas capas de lutita con fósiles de organismos de origen marino en forma de copa o tubo muy resistentes y radiolarios del Ordovícico, en la Sierra El Encinal, donde se han reportado rocas Ordovícicas de aguas profundas en rocas muy similares a la de las Sierra El Aliso, no obstante con un contenido mínimo de cuarcita.

Los afloramientos de estas rocas en el municipio se sitúan en la porción norte formando gran parte de las sierras Agua Dulce y El Encinal, su litología consta de lutita negra y caliza, en ciertos lugares esta serie esta intercalada con limolita arenisca cuarcita y caliza con pedernal que contiene organismos de origen marino (radiolarios).

La unidad esta afectada por grandes cuerpos intrusivos de estructura granítica-granodiorítica, en la porción norte del municipio San Javier (sierra Agua Dulce) le subyace a las secuencias Paleozoicas de plataforma del Devónico-Pérmico, en las Sierras El Aliso y El Álamo, se encuentra en contacto tectónico con rocas volcánicas y volcanoclásticas Cretácicas y con el Conglomerado Baucarit. A está unidad se le ha considerado de edad Ordovícica.

Arenisca-Lutita, Grupo Barranca (TRs Ar-Lu).

Corresponde esta unidad al Triásico, en el centro-orienté del municipio en estudio, primeramente fueron reportadas por Dumble (1900), le asignó el nombre de "División Barranca" y las divide en tres miembros: Inferior, Medio y Superior. Posteriormente King (1939), la designa Formación Barranca, fijándole una edad Triásico Superior, Jurasico Inferior. Estudios de investigación sobre el carbón efectuados por Wilson y Rocha (1946) en la región de Santa Clara, en el municipio San Javier, coinciden en que esta unidad esta formada por tres miembros y establecen que los mantos de carbón están genéticamente asociados con el miembro medio. Alencaster G (1961), realiza un artículo paleontológico de la flora

y fauna fósil de la Formación Barranca y le fija una edad del Triásico Tardío, asimismo plantea modificar la importancia, de Formación a Grupo Barranca, dividiéndolo en tres formaciones, que de la base a la cima son: Formación Arrayanes, Formación Santa Clara y Formación Coyotes (fotografía 12).



Fotografía 12. Formación Santa Clara, del Grupo Barranca, con pequeños horizontes de carbón, al sur de San Javier

Stewart y Roldán (1991), efectúan estudios detallados del Grupo Barranca en el municipio San Javier y constituyen las características estratigráficas y hacen un estudio de los aspectos petrográficos, medio ambiente, génesis, paleogeografía y marco tectónico de las tres formaciones.

Aflora en la porción centro-oriente del municipio, en las inmediaciones de los poblados de Huisar, Puerto San Javier, San Javier, La Barranca y Santa Clara, Esta unidad esta constituida por arenisca, lutita y conglomerado (Formación Arrayanes), arenisca y lutita con mantos de carbón (Formación Santa Clara), arenisca, lutita y conglomerado (Formación Coyotes).

Alencaster (1961), menciona un espesor total de 1750 m. (Stewart y Roldán, 1991) estimaron un espesor total para el Grupo Barranca de 3150 m distribuidos, para la Formación Arrayanes en 1150 m, Formación Santa Clara 1400 m y 600 m para la Formación Coyotes.

Esta unidad yace discordantemente sobre las unidades del Paleozoico, EmPo Lu Cz. Y se hallan afectadas por intrusivos graníticos y granodioríticos de la unidad KsTpa Gr-Gd y subyacen discordantemente a rocas volcánicas y volcanoclásticas cretácicas de la Formación Tarahumara

La Formación Santa Clara, parte central del Grupo Barranca, muestra flora que permite determinar una edad Triásico Superior, en la región de Santa Clara y pelecípodos en la región de San José de Moradillas.

Las formaciones Arrayanes y Santa Clara, están formadas por depósitos fluviales y deltaícos con influencia marina, y la Formación Coyotes por depósitos de abanicos aluviales. Los estudios realizados en los diferentes afloramientos del Grupo Barranca proponen que su depósito fue en una gran cuenca con orientación este-oeste.

Esta unidad representa una gran importancia geológico-minera, ya que la Formación Santa Clara, en el municipio San Javier, contiene más de 25 mantos de carbón (antracita) y grafito que siguen siendo explotados de forma continua, hasta la fecha.

Arenisca Conglomerado polimíctico (TRs Ar-Cgp)

Esta unidad, fue estudiada en la región de La Barranca, donde se detallan algunos fósiles de esta serie, consecutivamente Dumble (1900), realizó un estudio geológico regional en las cercanías de San Javier y Tonichi, detallando un conjunto de rocas sedimentarias representadas por lutita, arenisca y conglomerado a las que nombró División Barranca, fraccionándola en tres

miembros: Inferior Medio y Superior Después King, (1939), en un estudio regional cambia el rango de división a Formación Barranca y de acuerdo a la presencia de plantas fósiles les asigna una edad Triásico-Tardío. Wilson y Rocha (1946), al estudiar los depósitos de carbón de la región de Santa Clara, concluyen que la Formación Barranca esta formada por tres miembros y establecen que los mantos de carbón están genéticamente agrupados con el miembro medio. Alencaster (1961), a partir de la flora y fauna fósil le establece una edad del Triásico Tardío, y plantea modificar el rango, de Formación a Grupo Barranca, dividiéndolo en tres formaciones, que de la base a la cima son: Formación Arrayanes, Formación Santa Clara y Formación Coyotes. Stewart y Roldán (1991), efectúan estudios detallados de las rocas Triásicas del Grupo Barranca en el municipio San Javier.

Los afloramientos de las rocas sedimentarias que caracterizan al Grupo Barranca se distribuyen extensamente en la región del municipio San Javier, solo reconoció la Formación Santa Clara y Coyotes, agrupando a la Formación Arrayanes y Santa Clara; algunas unidades contienen laminaciones internas y estratificación cruzada. La limolita se encuentra en estratos delgados, interestratificados. Particularmente la arenisca contiene material de relleno y estratificación cruzada. En la lutita es común las plantas fósiles, braquiópodos y pelecípodos.

La Formación Coyotes, esta mezclada con clastos de cuarcita y pedernal además de caliza en una matriz arenosa.

En la parte central del municipio, estas rocas están afectadas por el cuerpo intrusivo granítico-granodiorítico y subyacen discordantemente a rocas volcánicas y volcanoclásticas de edad Cretácica y composición intermedia, cubren discordantemente a rocas de origen sedimentario (Paleozoico). La edad del Grupo Barranca, en conjunto, es difícil de establecer, sobre todo para las formaciones Arrayanes y Coyotes. La exuberante diversidad de plantas fósiles en la Formación Santa Clara, indican una edad Triásico Tardío.

La edad fue ratificada por la fauna de pelecípodos y braquiópodos, tomando en consideración que no se han hallado fósiles preservados e identificables, debido al supuesto contacto gradacional con las rocas de la Formación Santa Clara, y la Formación Coyotes, esta última puede ser significativamente más joven que el Triásico Tardío y más antigua que la edad de las rocas que la intrusieron del Cretácico Superior-Terciario. Se considera que las formaciones Arrayanes y Santa Clara, están constituidas por depósitos fluviales y deltaicos marinos, y la Formación Coyotes por depósitos de abanicos aluviales.

De acuerdo con los estudios de la mayoría de los afloramientos del Grupo Barranca en el municipio, sugieren un ambiente de depósito en una gran cuenca.

Andesita-Toba-Andesítica (Ks A-TA)

En esta unidad volcánica y clástica se define primeramente como Grupo Volcánico Inferior y Grupo Volcánico Superior.

Esta unidad forma un sistema montañoso orientado NW-SE, y representa la unidad de mayor distribución en el municipio.

La litología está dominada principalmente por rocas de composición andesítica y toba andesítica, en forma de flujos de lavas de textura afanítica, fanerítica, brechoide y aglomerática intercaladas con niveles de areniscas, limonitas, conglomerados polimícticos y horizontes lenticulares de calizas lacustres.

La generación del vulcanismo es el reflejo de la coexistencia o sucesión de eventos de una tectónica compresiva a extensiva, donde domina la emisión de productos piroclásticos.

Existen importantes campos volcánicos formados por las rocas antes descritas, muchas de ellas asociadas a importantes yacimientos minerales de rendimiento económico.

La evolución magmática durante el Cretácico Tardío-Terciario Temprano de México estuvo relacionada a procesos tectónicos de subducción de un margen activo donde la placa Pacífica se subdujo bajo la placa de Norteamérica, esto dio lugar a la formación del arco volcánico-plutónico. Los eventos observados son la intrusión de plutones, seguido de inyecciones de troncos, diques y extrusión contemporánea de rocas volcánicas.

Las edades de las rocas volcánicas más antiguas corresponden a la Formación Tarahumara con edades entre 70 y 90 Ma., del Cretácico Superior-Paleoceno. Consisten de tobas y derrames de composición andesítica, tobas riolíticas con niveles sedimentarios intercalados. En estas rocas se incluyen las formaciones informales más conocidas como son la formación Mesa, grupo El Chanate y formación El Tuli.

Las rocas volcánicas félsicas y máficas de naturaleza calciocalina con edades que van de 11 y 23 Ma. La segunda, son rocas intrusivas más jóvenes que corresponden a basaltos e intrusivos con edades de 8.5 y 14 Ma.

Los derrames de tobas, brechas y conglomerados de composición riolítica y andesítica con edades de 52 a 63 Ma., en este periodo se forman calderas que dieron origen a extensas áreas cubiertas por ignimbritas.

Batolito Laramide (KsTpa Gr-Gd)

Esta unidad aflora, al centro, norte y poniente del municipio San Javier, y forma parte del Batolito Laramide que aflora ampliamente en el NW de México., esta unidad de rocas intrusivas de composición principalmente ácida a intermedia cuyas edades varían desde el Cretácico Temprano al Eoceno.

Los intrusivos que afloran dentro del municipio, presentan texturas faneríticas equigranulares, que corresponden a dos cuerpos bien diferenciados. Los primeros son una serie de granitos y granodioritas que presentan texturas faneríticas

equigranulares con intemperismo esferoidal, los cuales a partir de fechamientos radiométricos que se publican, en la literatura, se tiene un rango de edad entre el Cretácico Tardío y el Eoceno (Ks Te Gr Gd). El segundo cuerpo corresponde a un cuerpo intrusivo de composición diorítica (KsTe Gd-D) que fueron emplazados durante el Eoceno (fotografía 13).



Fotografía 13. Cuerpo intrusivo, con intemperismo esferoidal, de edad Cretácico Tardío, porción poniente del municipio.

El estudio petrográfico de una lámina delgada, reporta diferentes grados de alteración, principalmente sericitización y argilitización en los feldespatos potásicos y plagioclasas. Es importante establecer que la mayoría de las localidades de yacimientos metálicos encontrados en el municipio se encuentran genéticamente asociados a la actividad hidrotermal (epitermal y mesotermal).

Los cuerpos ígneos que se tienen dentro del municipio en estudio, se encuentran intrusionando a todas las unidades más antiguas, incluyendo a las rocas volcánicas y volcanoclásticas.

La edad de este cuerpo está claramente determinada por los fechamientos radiométricos que se han efectuado en algunas localidades, definiendo a este cuerpo como la unidad informal denominado batolito laramide de Sonora.

Granodiorita-Diorita (KsTe Gd-D)

Esta unidad se encuentra conformada por rocas intrusivas de composición granodiorítica, de estructura deleznable a masiva, color gris claro, con diferenciación magmática a la diorita, se le observa plagioclasa sódica, feldespato potásico, cuarzo, biotita, como alteración caolinización, seritización, cloritización.

Sus principales afloramientos se encuentran distribuidos al norte de la cabecera municipal San Javier y pequeños afloramientos al oriente del municipio. La textura de grano medio a fino, estructura masiva compacta, con cambios locales a facies de diorita, se encuentra afectando a las rocas del Ordovícico, sedimentarias del Grupo Barranca.

Se consideran de edad Cretácico Superior. Al este poniente del municipio, Damón (1983), fechó una muestra, por el método K-Ar, reportando 61.0 Ma., y son correlacionables con las rocas del batolito laramídico de Sonora. Esta unidad se considera que se originó por fenómenos magmáticos, generados por la subducción de la placa Farallón bajo la placa de Norteamérica a fines del Cretácico Superior y principios del Terciario.

La diorita, es de color gris oscuro, estructura compacta masiva, textura fanerítica de grano medio a fino con feldespato, biotita, hornblenda, cuarzo y óxidos de hierro, con alteración hidrotermal por la alteración de los ferromagnesianos y la oxidación de sulfuros, presentan coloraciones rojizas y anaranjadas (fotografía 14) Al microscopio presenta una textura hipidiomórfica, granular de grano medio, con más de 75% de oligoclasa-andesina, 5.25% de piroxeno y menos del 5% de apatita y magnetita, en cuatro muestras analizadas petrográficamente durante la



Fotografía 14. Afloramiento de cuerpo intrusivo de composición diorítica, con alteración de ferromagnesianos, al norte de San Javier.

cartografía de la carta Tecoripa del Consejo de Recursos Minerales, hoy Servicio Geológico Mexicano, las cuales fueron clasificadas petrográficamente, como: diorita de biotita, cuarzo–diorita, diorita alterada y tonalita de biotita respectivamente.

En esta unidad se tienen yacimientos de origen hidrotermal del tipo de relleno de fisuras y mineralización diseminada de oro, tal como se observa en la mina Los Graseros y en el prospecto Cerro Grande.

Toba Riolítica, Ignimbrita Riolítica (ToTR-R)

Esta unidad, es una secuencia de rocas volcánicas constituidas por tobas riolíticas ignimbritas, riolitas, riolacítas y esporádicamente pequeños domos riolíticos.

Ordinariamente constituyen largas mesetas de orientación norte-sur y pseudoestratificación que buza hacia el este, constituyendo gran parte del evento volcánico Oligoceno-Miocénico que dió lugar a la formación de la Sierra Madre Occidental conocida como el Super Grupo Volcánico Superior McDowell y

Calbough.(1979). Estas rocas cubren un 15% de distribución en el municipio en estudio, sus principales afloramientos empiezan al norte y sur este de la comunidad Panzacola y en la porción noreste de la comunidad El Sabino (fotografía 15).



Fotografía 15. Crestón de riolita, con abundantes óxidos de cobre, cercano a la mina Los Mimbres.

Está unidad conforma tobas riolíticas, ignimbritas riolitas y aglomerados de color rosa claro, de estructura compacta, megascópicamente se observan, fragmentos de roca, cuarzo, vidrio, ortoclasa, sanidino, óxidos de cobre y minerales arcillosos, al microscopio muestran minerales esenciales vidrio, ortoclasa, oligoclasa, andesina, cuarzo y como minerales accesorios muscovita, calcita y óxidos de Fe y se presenta en contacto por falla normal con El Conglomerado Baucarit.

Las edades varían desde 39.2 Ma. a 22.4 Ma. que ubican a esta secuencia como Oligocénica y hasta miocénica temprana no obstante, esta última podría pertenecer a depósitos volcánicos más recientes del volcanismo Bimodal.

Conglomerado Polimíctico-Arenisca, Formación Báucarit (Tm Cgp-Ar)

Primeramente, la definió como Formación Báucarit, Dumble (1900), subsiguientemente, la incluyen en el Grupo Yaqui, donde aflora en la porción noroeste, del municipio, en forma de franja entre las comunidades Huisar y Aguaje del Monte. Litológicamente esta constituido por conglomerados polimícticos de rocas volcánicas e intrusivas, con intercalaciones de arenisca y basalto principalmente, grava y arena poco consolidadas con espesores variables de 100 a 700 m su contacto inferior es discordante con la unidad (KsTe Gd-D), se tiene edades radiométricas de K/Ar de 17 a 21 ± 0.4 Ma. lo cual se sitúa en el Mioceno.

El ambiente de depósito fué de cuenca íntermontana, que en ocasiones favoreció al depósito de yeso, así como a depósitos de placer de oro.

Toba riolítica, Dacita, Andesita, Formación Lista Blanca (TmTR-A)

Corresponde a la parte superior del Grupo Yécora. Aflora en las porciones sur, del municipio, entre las comunidades El Obispo y al sur de La Cieneguita, consiste en una serie de toba riolítica, riolita, ignimbrita, andesita y esporádicamente basalto, traquitas y algunos domos andesíticos y riolíticos, brechas de lahár y presenta horizontes zeolitizados y perlíticos, con espesores variables de 100 a 500 m. Su contacto inferior es discordante sobre las unidades preexistentes.

El contacto superior es discordante con la unidad (TmCgp-Ar), Se tiene edades radiométricas de K/Ar 10.4 ± 0.2 Ma., donde se tienen 15 muestras datadas por K/Ar con edades de 10.3 ± 0.3 a 23.5 ± 0.8 Ma., (Cochemé, 1985, Montigny, 1987.

El ambiente de depósito es vulcanosedimentario asociado a cuencas cerradas con emplazamiento de magmas y agrupado a fallas y fracturas de carácter distensivo asociado a la apertura del Golfo de California. Se correlaciona con el Grupo Rosario de Ciudad Obregón y las formaciones informales: Tobas Gito,

Baleado, andesita Espuela, dacita El Mezquite, y andesita La Pasión, que se conocen en la sierra de Santa Ursula y La Formación Lista Blanca en Tecoripa. Se correlaciona con la Base de la Formación Comondú de Baja California.

IV. YACIMIENTOS MINERALES

(ver Carta de Yacimientos Minerales, Municipio San Javier, escala 1: 50,000 al final del texto).

El municipio San Javier, tiene un buen potencial en cuanto a la existencia de depósitos minerales no metálicos, metálicos, moderadamente de agregados pétreos y no presenta localidades de rocas dimensionables; tradicionalmente ha sido productor de minerales no metálicos, metálicos y agregados pétreos, donde las soluciones hidrotermales derivadas de los fluidos magmáticos que llevan los metales en solución y en forma de gases, desde la fuente de un cuerpo intrusivo hasta los sitios donde se emplaza el mineral y son considerados como los mayores elementos en la formación de depósitos minerales epitermales y mesotermales formados en o cerca de la superficie del terreno.

Lo cual se entiende después de haber descrito el marco geológico en el que está comprendido el municipio estudiado. En el presente trabajo se hace una breve descripción de los yacimientos antes mencionados y una estimación de su potencial.

En este inventario, de recursos minerales, dependiendo del tipo de muestra se realizaron los análisis normales por Au, Ag, Pb, Zn, Cu y cuando se consideró conveniente se realizaron análisis de carbón fijo e ICP-Masas, para análisis de uranio. Dentro del inventario, se detectaron 45 localidades de minerales metálicos, mostradas en la tabla 1 y descritas a continuación.

IV.1. Yacimientos de Minerales Metálicos.

Tabla. 1. Localidades de minerales Metálicos, del municipio San Javier, Son.

Num. Ficha	Nombre, Localidad	Roca Encajonante	Potencial m³	Principales Usos
SJ-01	Santa Rosa	Arenisca	35,147	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-02	San Juan	Arenisca	3,600	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-03	San Carlos	Lutita	50,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-06	La Grande	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-07	La Uvalama	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-08	La Colorada	Lutita	8,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-09	La Esperanza	Arenisca	15,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-10	La Nahuila	Granito		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-11	La Crucecita	Diorita	4,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-12	Don Fidencio Norte	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-15	Los Bronces	Granito		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-16	Las Goteras	Arenisca	5,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-17	La Reyna I	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-18	La Plata	Granito		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-19	La Chiripada	Arenisca	3,850	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-20	El Nueve	Arenisca	1,920	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-21	El Siete	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-23	Las Bellotas	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-24	Mina La Sierra	Granodiorita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-25	Sierra	Granodiorita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-27	Túnel de Robinsón	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-28	Los Tiritos	Granodiorita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-29	Buenavista	Lutita	400	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-30	El Halcón	Arenisca	415	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-31	Alcaparroz	Lutita	7,500	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-33	Ramant	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-34	Cerro Verde	Andesita	20'000,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-45	Los Graceros	Diorita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-47	San Francisco	Arenisca	1,344	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-48	Mario	Arenisca	9,600	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-49	El Mimbres	Riolita	1'800,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-50	El Mimbres I	Riolita	120,000	En Joyería, acuñación de monedas
SJ-51	Santa Teresita	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-53	Cerro Colorado	Andesita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-62	La Cárcel	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-63	Las Uvalamas	Andesita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-65	La Barranca	Hornfels		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-67	As de Oro	Lutita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-68	Tescalama	Hornfels		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-69	La Abundancia	Lutita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-70	Guadalupe	Arenisca		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-75	El Tren	Lutita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-76	Tarahumara	Granito		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-77	La Gloria-Tibet	Lutita		En Joyería, acuñación de monedas
SJ-78	Aguja	Riolita	2,015	En Joyería, acuñación de monedas

Santa Rosa (SJ-01)

Esta obra minera se localiza a 810 m., al S 01° E, del centro de la puerta principal de la iglesia de San Javier, en las coordenadas UTM 624 086 y 3163 592.

Partiendo de la cabecera municipal, por una brecha que conduce al arroyo, Jacalitos, después de recorrer 1.5 Km., se llega a la mina Santa Rosa (fotografía 16), en una secuencia sedimentaria (lutita negra, arenisca y conglomerado)



Fotografía 16. Al fondo se aprecia, instalaciones de la mina Santa Rosa, labrada en una secuencia de rocas sedimentarias.

Dentro de esta obra, la mineralización se observa en una estructura de un sistema de vetas hidrotermales de origen epitermal-mesotermal, la más importante es una veta falla con un rumbo general N 40°- 65° E, y una actitud de 35°-60° al SE y longitud de 900 m, con espesor variable de 0.30 a 2.30 m., y profundidad reconocida de 300 m, mediante obra minera, donde se tiene tres niveles con un desarrollo total de 606 m, 2 tiros inclinados con una pendiente de 6°-42°, con un desarrollo entre ambos de 163 m.

En la cartografía de la hoja Tecoripa, H12-D64, se colectaron tres muestras, donde se reportan los siguientes análisis, en la tabla 2

Tabla 2. Muestreo de la carta Tecoripa H12-D64.

No.	Tipo de Muestra	Espesor (m)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Fe %
TE-240	Z. Ox-sil	2.00	5.00	39	0.018	8.65
TE-241	Terrero	Terrero	0.80	235	0.036	1.07
TE-242	Veta	1.5	0.24	102	0.82	5.61

El Consejo de Recursos Minerales, en 1985 realizó un estudio Geológico-Minero, donde realizo un muestreo con los siguientes resultados:

De 56 muestras colectadas en superficie: se reportan valores de indicios a 11.3 g/t de Au; de 3.4 a 18.10 g/t de Ag; de 0.01 a 3.89 % de Pb y de 0.001 a 0.580 % de Zn con espesores de 0.30 a 2.30 m.

141 muestras de Interior de mina: con valores trazas a 22.3 g/t de Au; de 31.8 a 6,120 g/t de Ag; de trazas a 8.16 % de Pb y de trazas a 25.7% de Zn con espesores de 0.35 a 4.70 m.

En el lote ampliación Santa Rosa, se colectaron 31 muestras de canal, 30 en superficie y una de interior de mina, el muestreo reportó los siguientes valores indicios a 6.6 g/t de Au; de 21.1 a 291.0 g/t de Ag; de indicios a 2.49 % de Pb y valores indicativos de 0.308 % de Zn, con espesores de 0.15 a 1.30 m. La muestra colectada de interior de mina reportó valores de 2.5 g/t de Au; 107 g/t de Ag; valores indicativos de Pb y Zn, con espesor de 0.80 m.

En la obra minera Santa Rosa se cubicaron 9,654 toneladas positivas; 16,480 toneladas probables y 35,147 toneladas posibles con una ley de 6.0 g/t de Au; 800 g/t de Ag; 1.8 % de Pb.

Actualmente la mina Santa Rosa se encuentra inactiva.

San Juan (SJ-02)

La localidad se sitúa a 750 m. de la cabecera municipal de San Javier y en línea recta al N 72° W, está comunicada por el camino empedrado que lleva al cerro La Nahuila, con un recorrido de 500 m. para llegar a los terreros y mina San Juan (fotografía 17).



Fotografía 17. Vista panorámica de la mina San Juan, mostrando terreros, al fondo cerro La Nahuila, en las inmediaciones de San Javier.

Se observa una veta de rumbo N 05° E y una actitud de 60° al NW, emplazada en una arenisca con intercalación de lutita y pizarra carbonosa, el espesor de la estructura es de 1.0 m con una longitud de 400 m, en la zona de los terreros se contemplo un volumen de 3,600 toneladas. Con valores de indicativos de Au; de

166 a 185 g/t de Ag, datos tomados de Reporte Cubicación y muestreo del terrero de la mina San Juan, Mpio. San Javier, Son. (Prieto, C., 1989) y Reporte Geológico preliminar del lote minero San Juan, Municipio de San Javier, Son. (Téllez M.-Samaniego V., 1998).

San Carlos (SJ-03)

Se localiza 2.15 kilómetros, de la cabecera municipal de San Javier y en línea recta al N 81° E, su acceso es por la brecha que pasa por la mina Santa Rosa, de donde se recorren 3.3 kilómetros para llegar al arroyo Jacalitos, donde se continúa por una vereda a pie, para llegar a las instalaciones de la obra minera San Carlos, donde aflora una veta de origen hidrotermal, presenta un rumbo N 30° W, actitud de 60° al NE, emplazada en una arenisca bastante oxidada y silicificada, presenta una longitud de 100 m. con un espesor de 30 m, durante los trabajos de cartografía de la carta Tecoripa H12-D64, se colectaron cuatro muestras para análisis químico, no obteniendo resultados de valor económico (fotografía 18).



Fotografía 18. Obra minera San Carlos, labrada en una arenisca bastante silicificada con intensa oxidación, en una longitud de 100 m.

En el período de 1984 la Dirección General de Fomento Minero del estado de Sonora, ejecutó un estudio geológico-minero en ésta localidad antes de que las obras mineras estuvieran azolvadas, donde lograron definir una estructura mineralizada de tipo vetiforme de origen hidrotermal, con rumbo NE 45° SW, con 80° al NW, con longitud mayor a 100 m, espesor de 2.0 m. Calcularon un potencial del orden de 50,000 toneladas, con una ley promedio de 10 g/t de oro. En la actualidad y durante la realización de este inventario la mayoría de las obras se encontraron inundadas e inaccesibles.

La Grande (SJ-06)

Se localiza a 500 m. en línea recta al N 29° E, del poblado San Javier, en las coordenadas UTM 623586 y 3163970. La situación legal, está vigente, en la localidad hay mojonera de localización.

Se tiene un yacimiento hidrotermal caracterizado por una veta de cuarzo con alto contenido de fierro, con rumbo general N 50° E, actitud de 75° al SE, con una longitud aproximada de 100 m, un espesor de 1.5 m y una profundidad de 35 m. reconocida en un tajo realizado a rumbo de veta (fotografía 19).



Fotografía 19. Localidad, La Grande, tajo desarrollado a rumbo de veta, con mineralización de pirita, calcopirita y hematita.