

GEOLOGÍA Y METALOGENIA DEL URANIO EN LA COMARCA ACOSTA, DEPARTAMENTO GUACHIPAS, SALTA

Luis C. FERREIRA¹, José I. MOLINA CASTILLO¹, Lucas ALFARO², Sergio GORUSTOVICH¹ y Franco GUIDI¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica, Gerencia de Exploración de Materias Primas, Buenos Aires. E-mail: luife2002@hotmail.com

² CATGOLD S.A.

RESUMEN

La prospección realizada en el período 2008-2010 por el Departamento Regional Noroeste de la Comisión Nacional de Energía Atómica en la comarca Acosta (departamento Guachipas, provincia de Salta), permitió localizar varios niveles anómalos de uranio asociados a sedimentos de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara del Grupo Salta. Estos indicios se ubican estratigráficamente en la base de la Formación Yacoraite y en el tercio superior de la Formación Maíz Gordo. Se menciona además el hallazgo de delgados niveles anómalos en las Formaciones Mealla y Lumbreira. Las anomalías identificadas en la base de la Formación Yacoraite se correlacionan con el nivel mineralizado regional de uranio y cobre. La mineralización de uranio se aloja en pelitas grises micáceas, pelitas pardas oscuras y niveles pelíticos negros ricos en materia orgánica, principalmente donde intercalan bancos de areniscas finas con laminación paralela. En la Formación Maíz Gordo se identificaron dos secciones anómalas, la primera de ellas localizada en la parte basal del tercio superior de la unidad y la segunda próxima al techo de la Formación. Las anomalías de la primera sección tienen una gran distribución areal y presentan mayor interés desde el punto de vista económico.

Palabras clave: *Grupo Salta, uranio, Formación Yacoraite, Formación Maíz Gordo*

ABSTRACT

Geology and uranium metallogeny in the Acosta region, Guachipas Department, Salta.

The localization of several anomalous uranium levels in Acosta zone, associated to the Balbuena and Santa Bárbara Subgroups sediments in the Salta Group, have been found by the geologist working for the Northwest Department of the National Commission of Atomic Energy between 2008 and 2010. These findings are located stratigraphically at the base of Yacoraite Formation and the upper levels of the Maíz Gordo Formation. Other findings are reported in the abnormal and thin levels of the Lumbreira and Mealla Formations. The anomalies identified on the floor of Yacoraite Formation correlate with the ore and copper values of the regional uranium level. Uranium mineralization is hosted in gray micaceous shales, dark brown pelites and organic matter-rich black levels, particularly where banks are interbedded with parallel laminated fine sandstones. Two anomalous sections were identified in the Maíz Gordo Formation, the first one located in the basal part of the upper third part of the unit and the second, close to the top of the Formation. The anomalies of the first section have a large areal distribution and show greater interest from an economic point of view.

Keywords: *Salta Group, uranium, Yacoraite Formation, Maíz Gordo Formation*

INTRODUCCIÓN

En el año 2008, el Departamento Regional Noroeste de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), inició un programa de prospección por uranio en sedimentos del Grupo Salta, en la comarca Acosta (Guachipas, Salta) en la provincia geológica Calchaquenia, basado en anomalías geoquímicas, geofísica aérea y en la favorabilidad uranífera de la cuenca cretácico-eoterciaria del Grupo Salta. Como resultado de los trabajos se localizaron varios niveles anómalos en uranio y metales base en sedimentitas de los

Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara.

Se realizaron tareas de prospección radiométrica pedestre y muestreo geoquímico de sedimentos de corriente y de roca, orientadas preferentemente a las Formaciones Lecho, Yacoraite y Maíz Gordo portadoras de los niveles mineralizados. Asimismo, se confeccionó el mapa geológico detallado de la región estudiada con datos propios, posibilitando ajustar parte de la cartografía de la Hoja Geológica Metán a escala 1:250.000 (Salfity y Monaldi 2006).

Se relevaron perfiles estratigráficos en varias quebradas para conocer las varia-

ciones faciales y realizar comparaciones con otras comarcas cercanas que poseen mineralización de uranio y pertenecieron a la CNEA. Las muestras de roca fueron analizadas en el Laboratorio de Geoquímica de la Regional Cuyo de CNEA, Mendoza. El contenido de U químico total fue determinado por el método de absorción molecular (DBM), mientras que los elementos traza Mo, Cu, Pb, Zn, Ag, Ni, Co, Mn, Cd, V y Cr fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica y plasma óptico.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La comarca Acosta se ubica principalmente en el departamento Guachipas y en parte del departamento Rosario de la Frontera, provincia de Salta. Se accede desde la localidad de Guachipas por la ruta provincial N° 6 hasta la finca Carahuasi, y luego por un camino vecinal que llega hasta la localidad de Vaquería (Fig. 1).

En la comarca se localizan pequeñas terrazas que son utilizadas para agricultura y ganadería y que están labradas por cursos de agua, en su mayoría de régimen permanente. Forman un valle discontinuo en las márgenes de los ríos Grande de la Pampa, Vaquería y Huaico Hondo, principales colectores de la región. Estos cursos pertenecen a la alta cuenca del río Rosario, formado a partir de la confluencia de los dos primeros ríos mencionados.

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La comarca está ubicada en la porción sudoccidental de la provincia geológica Calchaquenia (Salfity 2004), entre la Puna al oeste y el Sistema de Santa Bárbara al este. Aflora un basamento poco metamorfizado atribuido a la Formación Puncoviscana (Turner 1960) de edad neoproterozoico-eocámbrica, sobre el que se depositaron potentes secuencias sedimentarias del Grupo Salta (Turner 1959) de edad cretácico-terciaria y del Grupo Orán (Russo 1972).

El Grupo Salta está representado por los Subgrupos: Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. El Subgrupo Pirgua (Vilela 1951) está integrado por una espesa secuencia de conglomerados, fangolitas y areniscas rojas depositadas simultáneamente con la generación del rift cretácico. Lo integran de base a techo las Formaciones La Yesera (conglomerado basal), Las Curtiembres (fangolitas) y Los Blanquitos (areniscas rojas y rosadas microconglomeráticas) (Reyes y Salfity 1973).

Sobre el Subgrupo Pirgua, se depositan las secuencias de post-rift superiores del Subgrupo Balbuena (Moreno 1970), representado por las Formaciones Lecho

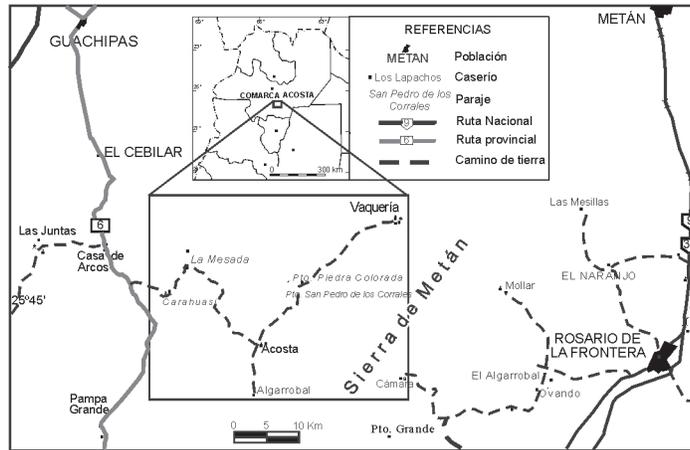


Figura 1: Mapa de ubicación de la comarca Acosta.

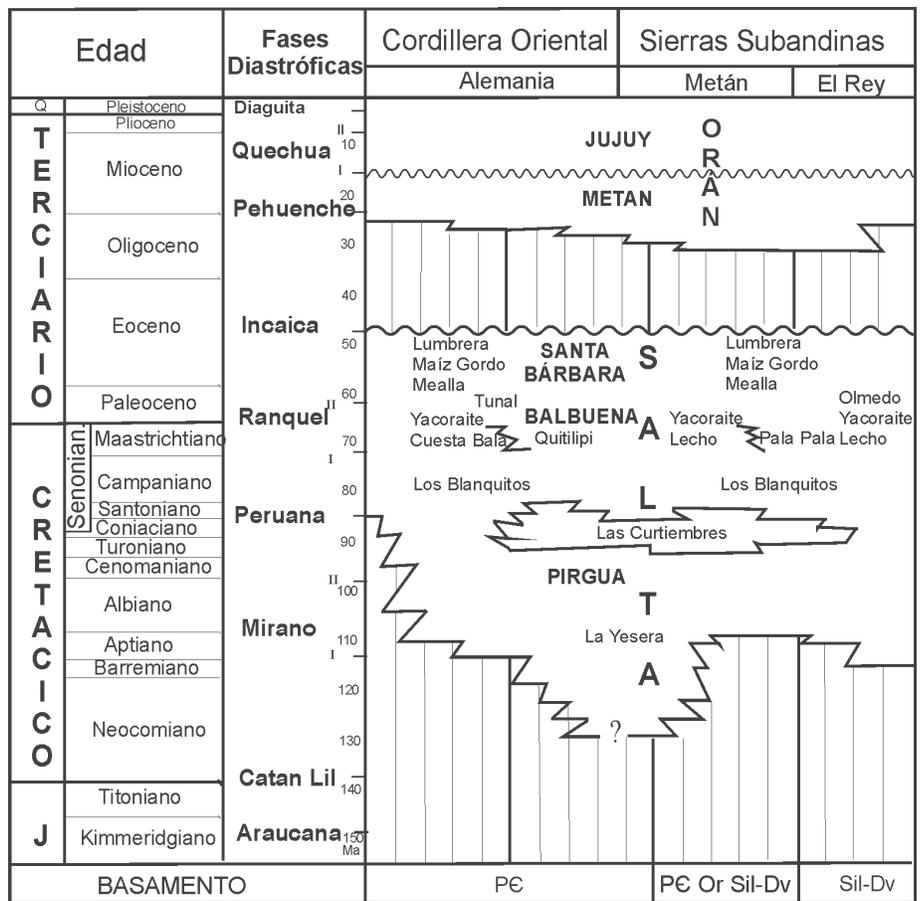


Figura 2: Columnas estratigráficas integradas del Cretácico y Terciario en las Sierras Subandinas y Cordillera Oriental. Grupos y subgrupos se indican con letra mayúscula y formaciones con minúscula (tomado de Salfity et al. 1993).

(Turner 1959) y Yacoraite (Turner 1959), y del Subgrupo Santa Bárbara (Moreno 1970), integrado por las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera (Moreno 1970). En suave discordancia sobre el Grupo Salta se apoyan las unidades terciarias del Grupo Orán (Russo 1972), in-

tegrado por los Subgrupos Metán y Jujuy (Gebhard et al. 1974).

La región se encuentra afectada por un complejo sistema de fallas sinuosas que producen el despegue del basamento con vergencia oriental en las sierras de La Candelaria, Metán, Ovejería y Cumbres

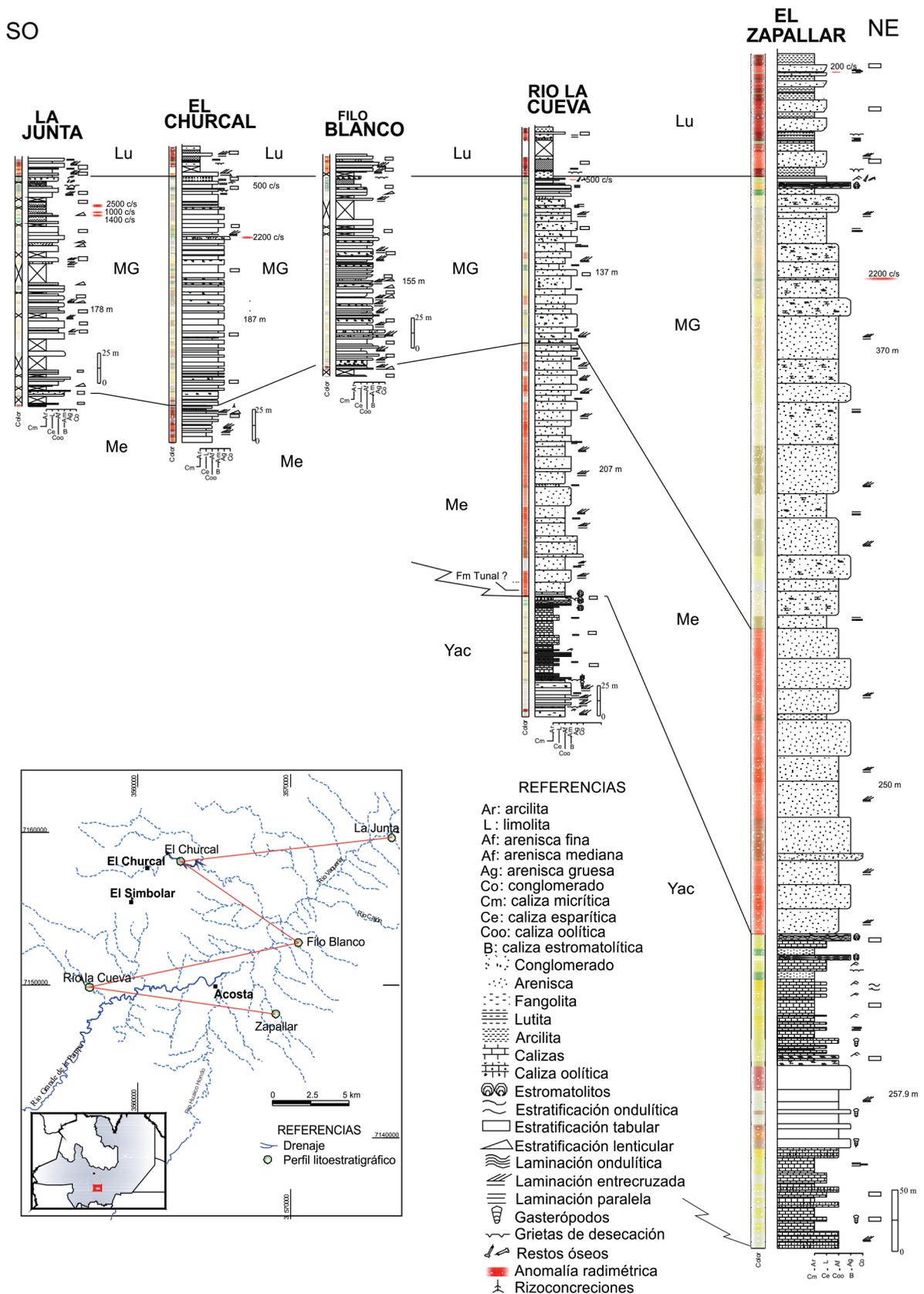


Figura 3: Perfiles litoestratigráficos relevados en la comarca Acosta.

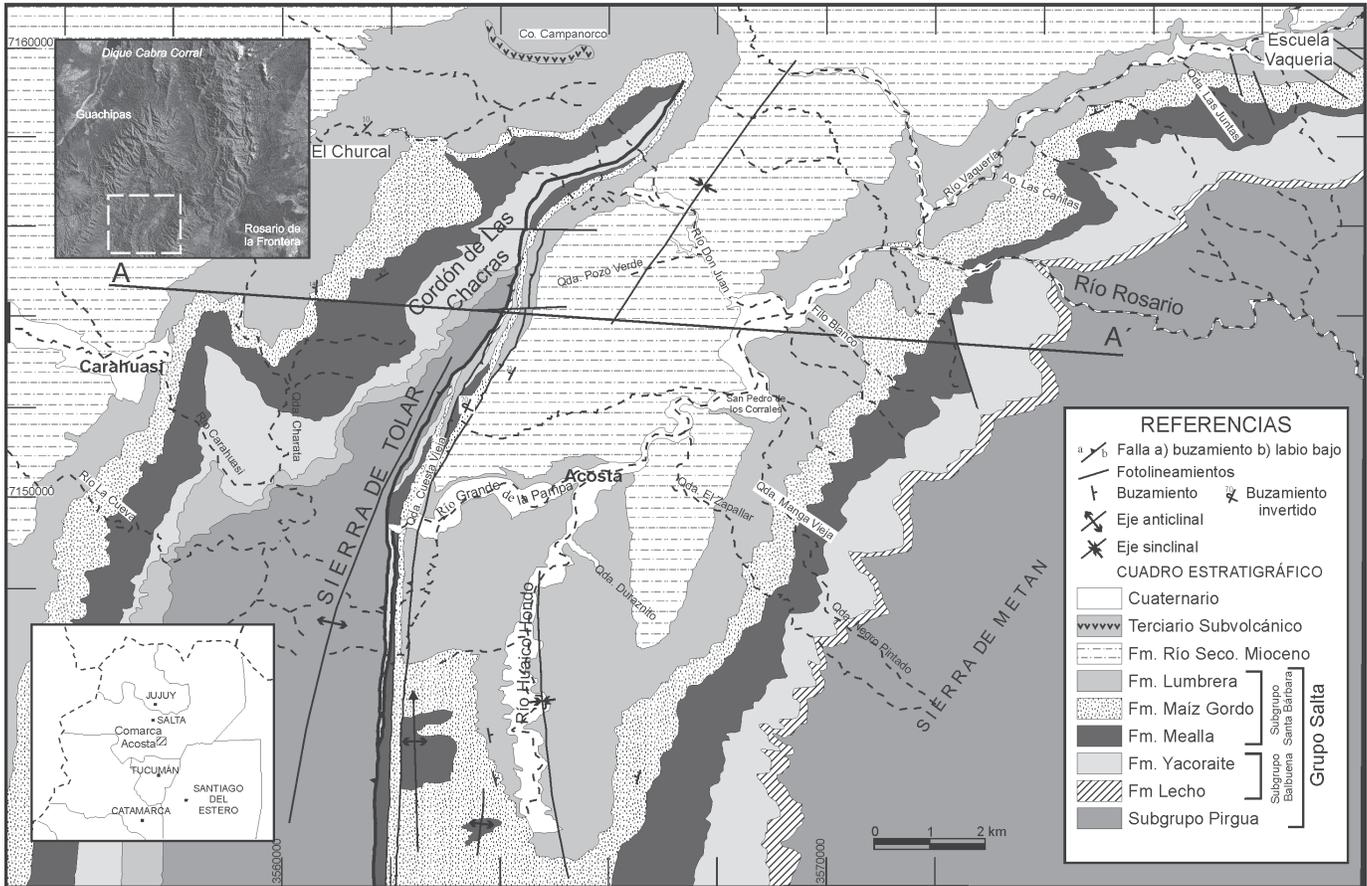


Figura 4: Mapa geológico de la comarca Acosta.

Calchaquíes, mientras que hacia el oeste un sistema de retrocorrimentos origina estructuras plegadas meridianas de vergencia occidental.

En la comarca Acosta, el anticlinal que origina la sierra de Metán es un pliegue propagado a lo largo de una falla ciega sobre el borde oriental de la altiplanicie de Pampa Grande, que origina junto a otras de similares características, una zona de repliegues limitada por dos láminas de despegue: la Candelaria al este y Ovejería al oeste (Mon 2001).

MARCO GEOLÓGICO LOCAL

En la comarca Acosta tienen una amplia distribución las sedimentitas del Grupo Salta (Subgrupos Pirgúa, Balbuena y Santa Bárbara), correspondientes a la subcuenca de Alemania, a los que suprayacen los depósitos terciarios de la Formación Río Seco (Grupo Orán) (Fig. 2). Se describen en detalle cinco perfiles li-

toestratigráficos, desde la base de la Formación Lecho hasta el techo de la Formación Maíz Gordo, aflorantes en las quebradas Las Juntas, El Zapallar, El Churcal, Filo Blanco y Las Cuevas (Fig. 3).

Subgrupo Pirgúa

En el área aflora solamente la unidad superior correspondiente a la Formación Los Blanquitos, con espesores parciales que superan los 200 metros. En la quebrada Cuesta Vieja, está compuesta por areniscas ocre rojizas de grano medio, en estratos tabulares gruesos a medianos, macizos, con rizoconcreciones levemente carbonáticas hacia el techo. Hacia la base, las areniscas de granulometría mediana gradan a conglomerados de coloración bordó o rojo violácea. Aflora principalmente en las partes más altas de la sierra de Metán, en la sierra del Tolar y cordón de las Chacras (Fig. 4), donde conforma el núcleo de sendas estructuras anticlinales complejas.

Subgrupo Balbuena

Formación Lecho: Yace en concordancia transicional sobre la Formación Los Blanquitos. Está compuesta por areniscas finas arcósicas a wackes y areniscas subarcósicas, con estratos macizos de colores blanquecinos grisáceos y geometría tabular, frecuentemente laminados en forma paralela y entrecruzada. Próxima al contacto neto y bien definido con la Formación Yacoraite, suele presentarse maciza con algunos gasterópodos, con una buena selección de sus individuos, de composición cuarzosa con micas en el caso de las arenas finas. Aflora en el faldeo occidental de la sierra de Metán, en la faja invertida de Cuesta Vieja y en varios lugares sobre el camino vecinal de acceso al paraje Acosta (Fig. 4). El espesor medido es de 42 metros en la quebrada Manga Vieja. *Formación Yacoraite:* Las facies reconocidas son las siguientes: 1) arenas calcáreas: son frecuentes en su parte inferior. En general son blanquecinas, con geometría tabu-

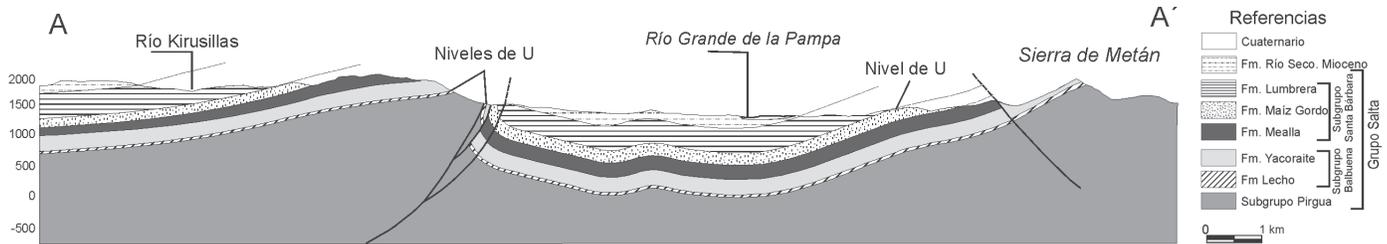


Figura 5: Perfil geológico en la comarca Acosta.

lar, a veces con laminación paralela o con suaves entrecruzamientos y otras veces macizas. Compuestas principalmente de cuarzo y micas. Tienen cemento carbonático asociadas a calizas esparíticas. 2) Calizas esparíticas: constituye una litología característica. Se presentan en estratos tabulares con estratificación fina a mediana bien definida. En corte fresco son de color gris blanquecino, de aspecto brillante y a veces presentan componentes aloquímicos (oolitas, bioclastos e intraclastos). 3) Calizas micríticas: son generalmente de color amarillo verdoso en corte fresco y de aspecto opaco. En bancos de geometría tabular y estratificación mediana a fina, la mayoría están finamente laminadas, a veces aparecen macizas, como consecuencia de bioturbación. 4) Limolitas y fangolitas: aparecen con mayor frecuencia en la parte superior de la Formación, son comúnmente de color verde grisáceo con geometría tabular y estratificación mediana. A veces son macizas (por bioturbación) y en ocasiones laminadas con la presencia de arenas finas. 5) Calizas estromatolíticas: son muy frecuentes en la parte superior de la Formación. Se presentan en bancos tabulares constituidos por estromatolitos no columnares con laminación ondulada, de composición alternada de bandas de pocos milímetros de calizas micríticas y esparíticas. Conforman lo que también se conoce como tapete algal, asociado a facies de alta a moderada energía correspondientes a episodios de somerización.

En algunos sectores, se observa en el techo de la Formación Yacoraite un paquete de limolitas y areniscas finas rojizo-grisáceas con cemento ferruginoso, de geometría tabular y espesor de 3 metros, atribuido a la Formación Tunal. De manera

concordante le suprayacen las unidades del Subgrupo Santa Bárbara. La Formación Yacoraite aflora en el faldeo occidental de la sierra de Metán, con suave buzamiento al oeste aunque es frecuente que adopte la posición horizontal. En la faja invertida de la quebrada Cuesta Vieja, desde el río Grande de la Pampa hasta la quebrada Pozo Verde, aflora su sección basal de manera discontinua, donde se localizan las principales anomalías de uranio con cobre asociado en el contacto con la Formación Lecho infrayacente (Fig. 4). Otras buenas exposiciones se observan sobre el camino principal, en el río Don Juan, quebradas Charata y Carahuasi y río La Cueva. El espesor promedio es de 258 metros.

Subgrupo Santa Bárbara

Formación Mealla: Las facies reconocidas son las siguientes: 1) Areniscas gruesas: son muy representativas a lo largo de todo el perfil. Tienen coloración rosácea a ocre rojiza, estratificación tabular mediana a gruesa en bancos macizos, a veces con laminación paralela y escasos entrecruzamientos. 2) Areniscas finas: los estratos tienen geometría tabular mediana a gruesa, con entrecruzamientos y laminación paralela. Tienen coloración rosácea y cemento ferruginoso con micas entre la laminación. Aflora en el faldeo occidental de la sierra de Metán, en el flanco occidental del sinclinal de Huaico Hondo, en la faja invertida de la quebrada Cuesta Vieja, sobre el camino vecinal y en los ríos Carahuasi y La Cueva (Fig. 4). El espesor es de 230 metros.

Formación Maíz Gordo: Se observan las siguientes facies: 1) Areniscas finas a gruesas calcáreas: es la litología más frecuente, comúnmente de color gris a gris amari-

lento. Se encuentran en bancos de geometría tabular macizos y a veces con laminación paralela. Están compuestas principalmente de cuarzo bien seleccionado con cemento carbonático. 2) Fangolitas: de color verde amarillento, aparecen en la parte superior de la Formación. La estratificación es tabular mediana a fina, bien definida y carentes de laminación interna. Se encuentran asociadas comúnmente a finos bancos de caliza micrítica y caliza estromatolítica de escasos centímetros de espesor (tapete algal). Esta facies predomina en los perfiles situados en el norte de la comarca (río El Churcal, quebradas Luna y Las Juntas), mientras que hacia el sur aparece subordinada respecto de la facies más arenosa.

En esta parte de la cuenca, los depósitos de la Formación Maíz Gordo tienen características de sistemas deposicionales de ríos entrelazados arenosos y ríos de alta sinuosidad (del Papa 1994), variando hacia el tercio superior a sistemas deltáicos y llanuras de fango. Sobre la Formación Maíz Gordo se depositan en contacto neto y concordante, paquetes de areniscas rojizas medianas con entrecruzamientos, a las que le suceden fangolitas rojas-violáceas características de la Formación Lumbrera. Aflora en el faldeo occidental de la sierra de Metán, en ambos flancos del sinclinal de Huaico Hondo y en los ríos Carahuasi, El Churcal y La Cueva (Fig. 4). En la faja invertida de la quebrada Cuesta Vieja, el sistema de fallas corta a esta Formación de manera aleatoria, de tal forma que sólo se reconocieron afloramientos parciales. El espesor promedio es de 187 metros.

Formación Lumbrera: Las facies observadas son las siguientes: 1) Lutitas y arcilitas: son muy representativas en todo su

espesor, tienen colores bordó a rojo violáceo. Se encuentran en estratos de geometría tabular, con fisilidad en el caso de las lutitas y maciza friable en las arcilitas. Registran grietas de desecación de gran tamaño en la base y en algunas ocasiones venillas de yeso. 2) Areniscas finas: son menos frecuentes, y están presentes en la parte basal de todos los perfiles. Tienen colores que varían de gris ocre a rojo violáceo, en bancos con estratificación tabular fina a media, maciza y en ocasiones con laminación paralela discontinua. Esta formación aflora a lo largo de los ríos Huaico Hondo, Grande de la Pampa y Vaquería. También es afectada por el sistema de fallas de la quebrada Cuesta Vieja, y aflora en el cierre de la estructura anticlinal del cordón de las Chacras. En el cerro Campanorco es intruida por un cuerpo subvolcánico de naturaleza dacítica. En la parte central del valle de Acosta afloran en suave discordancia sobre la Formación Lumbrera, areniscas finas con entrecruzamientos alternadas con fangolitas verdes amarillentas correspondientes a la Formación Río Seco (Grupo Orán). En el tercio inferior se identificaron dos niveles margosos, de color verde amarillento, que se destacan de la coloración oscura del resto de la Formación, descritos como Faja Verde I y Faja Verde II por Carbajal *et al.* (1977), y también descritos por del Papa *et al.* (2010).

Grupo Orán-Subgrupo Metán

Formación Río Seco: Está constituida en la base por una alternancia rítmica de areniscas medianas y gruesas, de coloración anaranjada rojiza, con laminación paralela, tangencial, convoluta, grietas de desecación y ondulitas, con pelitas verde amarillentas. Aflora en la zona central de la comarca y al oeste de las fincas Carahuasi y El Churcal (Fig. 4), en bancos horizontales o levemente deformados. No se observa su relación de techo.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La comarca se encuentra sometida a deformación frágil que ocasiona plegamiento de amplio radio y replegamien-

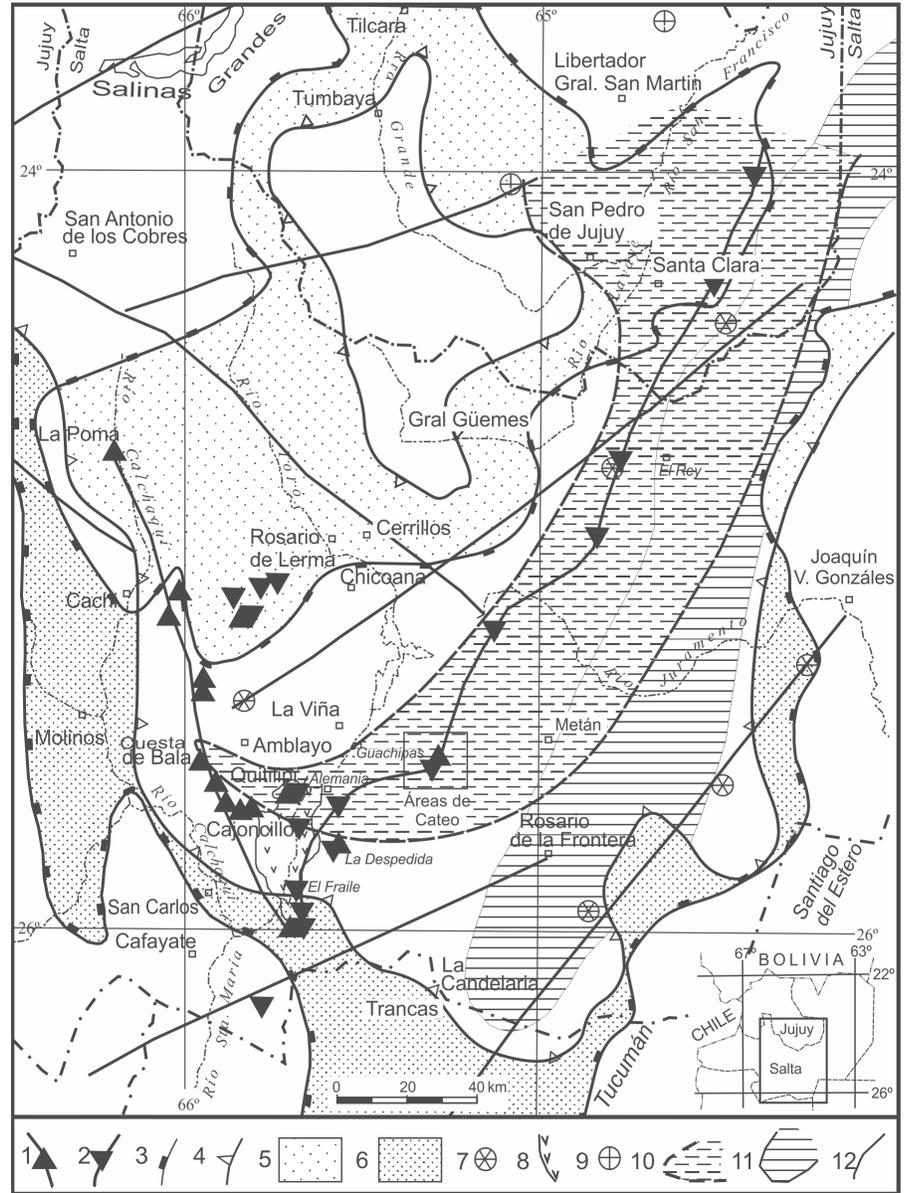


Figura 6: Yacimientos estratoligados en el sur de la cuenca del Grupo Salta (adaptada de Gorustovich *et al.* 1999). 1. Faja de prospectos uraníferos. 2. Faja de prospectos polimetálicos (Cu-Pb-Ag-Zn). 3. Bordes de cuenca del rift cretácico, nivelado al techo del Subgrupo Pirgua. 4. Borde de cuenca de los depósitos postrift, nivelado al techo de la Formación Yacoraita. 5. Áreas de transgresión de la Formación Yacoraita sobre el basamento precretácico. 6. Áreas donde el Subgrupo Balbuena no se depositó sobre el Subgrupo Pirgua, este se erosionó parcialmente y yace en discordancia debajo del Subgrupo Santa Bárbara o del Grupo Orán. 7. Primer ciclo efusivo. 8. Segundo ciclo efusivo. 9. Tercer ciclo efusivo. 10. Faja dolomítica de la Formación Yacoraita. 11. Umbral de Los Gallos. 12. Lineamientos.

to de los flancos, junto con fallamiento inverso de importante acortamiento. El arrumbamiento de las estructuras es de 28°, flexionándose al sur del río Grande de la Pampa, para tomar dirección nortesur. La vergencia es marcadamente oriental, con un sistema de fallas lístricas denominado falla Cuesta Vieja, que pone en contacto el Subgrupo Pirgua con estratos

de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara (Fig. 4).

El perfil geológico AA' de orientación O-E, muestra las características estructurales de la comarca (Fig. 5). Se observa el cabalgamiento del bloque occidental sobre el oriental a través de la falla Cuesta Vieja que engloba un conjunto de fallas lístricas de alto ángulo y vergencia orien-

tal, con algunas fallas antitéticas de alivio en algunos sectores, no incluidos en el perfil.

El rechazo vertical estimado entre ambos bloques es de 540 metros, medidos sobre el techo de la Formación Lumbreira. Una falla inversa de vergencia occidental pone en contacto las Formaciones Yacoraite y Mealla en la sierra de Metán, posiblemente consecuente de la falla mayor que eleva el cordón mencionado, no representada en el perfil.

El elemento geográfico dominante es la sierra de Metán, situada en el sector oriental del mapa, de rumbo nordeste-sudoeste con alturas que rondan los 2.200 m s.n.m. Está constituida por estratos del Subgrupo Pirgua en su parte más alta, flexionados por acción de una falla ciega inversa en subsuelo (Mon 2001). El flanco occidental, aflorante en el área de estudio, está constituido por una serie homoclinal buzante al noroeste constituido por las Formaciones Lecho, Yacoraite, Mealla, Maíz Gordo y Lumbreira. Esta última está coronada en la parte más deprimida del valle por sedimentitas de la Formación Río Seco, perteneciente al Grupo Orán.

En la parte austral de la comarca, en las márgenes del río Huaico Hondo, los estratos del Subgrupo Santa Bárbara se flexionan para formar una estructura sinclinal con eje de rumbo meridiano y buzante al norte. El núcleo de la estructura está constituido por la Formación Lumbreira y los flancos por las Formaciones Maíz Gordo y Mealla. El flanco occidental presenta repliegues que forman pequeños anticlinales cuyo techo, constituido por la Formación Maíz Gordo, se encuentra erosionado en algunos sectores mostrando el núcleo representado por la Formación Mealla subyacente.

Otra estructura importante es la que origina el cordón de Las Chacras-del Tolar, que corresponde a un anticlinal complejo y flexionado, con el plano de simetría vergente al este y el flanco oriental con alto ángulo, llegando incluso a la inversión. Este flanco es el que se encuentra afectado por la falla Cuesta Vieja que anula la base de la Formación Yacoraite y la Formación Lecho en la sierra del Tolar, mien-

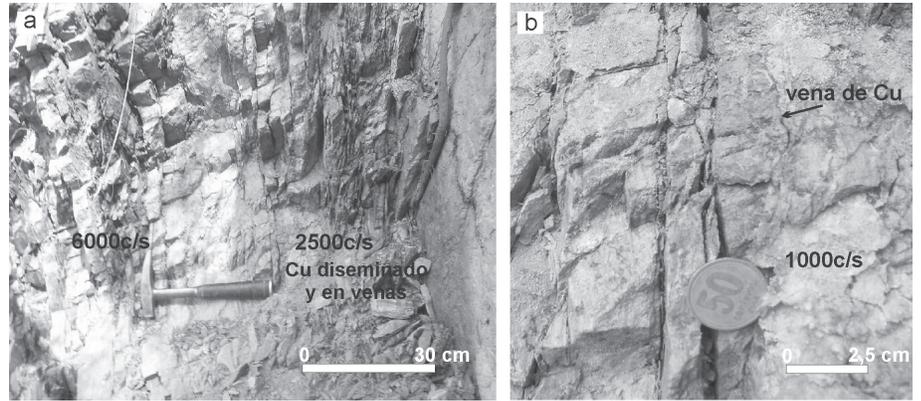


Figura 7: a) Fotografía mostrando la alternancia de pelitas-areniscas en las que se alojan las anomalías de uranio, cobre y zinc. b) Venas de cobre en la base de la Formación Yacoraite.

tras que al norte, en el borde oriental del cordón de las Chacras, la acción de este sistema de acortamiento bisela aleatoriamente las Formaciones de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara y la Formación Los Blanquitos. En este tramo del sistema Cuesta Vieja queda expuesto el contacto Lecho-Yacoraite con los mejores contenidos de uranio y cobre. Un sistema de fallas de rumbo este-oeste más modernas, desplazan este paquete invertido aumentando su complejidad.

METALOGÉNESIS

Mineralizaciones estratoligadas de Cu-U (Ag, Pb, Zn) son conocidas en los depocentros de Alemania, Metán y El Rey, localizadas estratigráficamente en la Formación Las Curtiembres (Depósitos Cajoncillo, El Fraile y Sunchales-Tonco) (Sureda *et al.* 1984, Gorustovich *et al.* 2011), y en la zona de contacto entre las Formaciones Lecho y Yacoraite (depósitos de Juramento, Quitilipi, Cuesta de Bala y La Despedida, entre otros) (Gorustovich *et al.* 1999) (Fig. 4).

Los eventos que indudablemente tuvieron relevante participación en la génesis de los depósitos estratoligados de Cu-U y Zn del Grupo Salta son el soterramiento y la inversión tectónica de la cuenca (Gorustovich *et al.* 1999). El alto estructural del umbral de los Gallos generado a partir del fin del depósito de la Formación Yacoraite, es casi paralelo a la faja mineralizada (Fig. 6). El soterramiento habría generado un sistema de mezcla entre

aguas calientes profundas y aguas meteóricas y fluviales frías; las soluciones del sistema durante su evolución se habrían enriquecido de elementos metálicos (Cu, Pb, Ag, Zn, Ni, Cr, Co) a partir de las rocas máficas y ultramáficas asociadas con las vulcanitas cretácicas y con los xenolitos del manto identificados (Galliski *et al.* 1989). En tanto, el origen y aporte de uranio revela afinidad con rocas graníticas, lo que indica la proveniencia del basamento ígneo-metamórfico (arcos Transpampeano y Pampeano) de los bordes sur y sudoeste de la cuenca del Grupo Salta (Gorustovich *et al.* 1999).

Los cationes Cu, Zn, Pb, Ag específicamente están relacionados con los basaltos y basandesitas alcalinos del magmatismo cretácico.

La prospección realizada en la comarca Acosta posibilitó la localización de varios indicios de uranio asociados principalmente a la base de la Formación Yacoraite y al tercio superior de la Formación Maíz Gordo. Asimismo, se menciona el hallazgo de delgados niveles anómalos y con escasa dispersión lateral en la Formación Lumbreira y en la Formación Mealla.

Mineralización asociada a la base de la Formación Yacoraite

En la base de la Formación Yacoraite, próximo al techo de la Formación Lecho, se hallan niveles anómalos correlacionables con el nivel mineralizado regional de uranio y cobre (Raskovsky 1968). Al presente la mineralización de la manifestación La Despedida (Noya 1965), localiza-

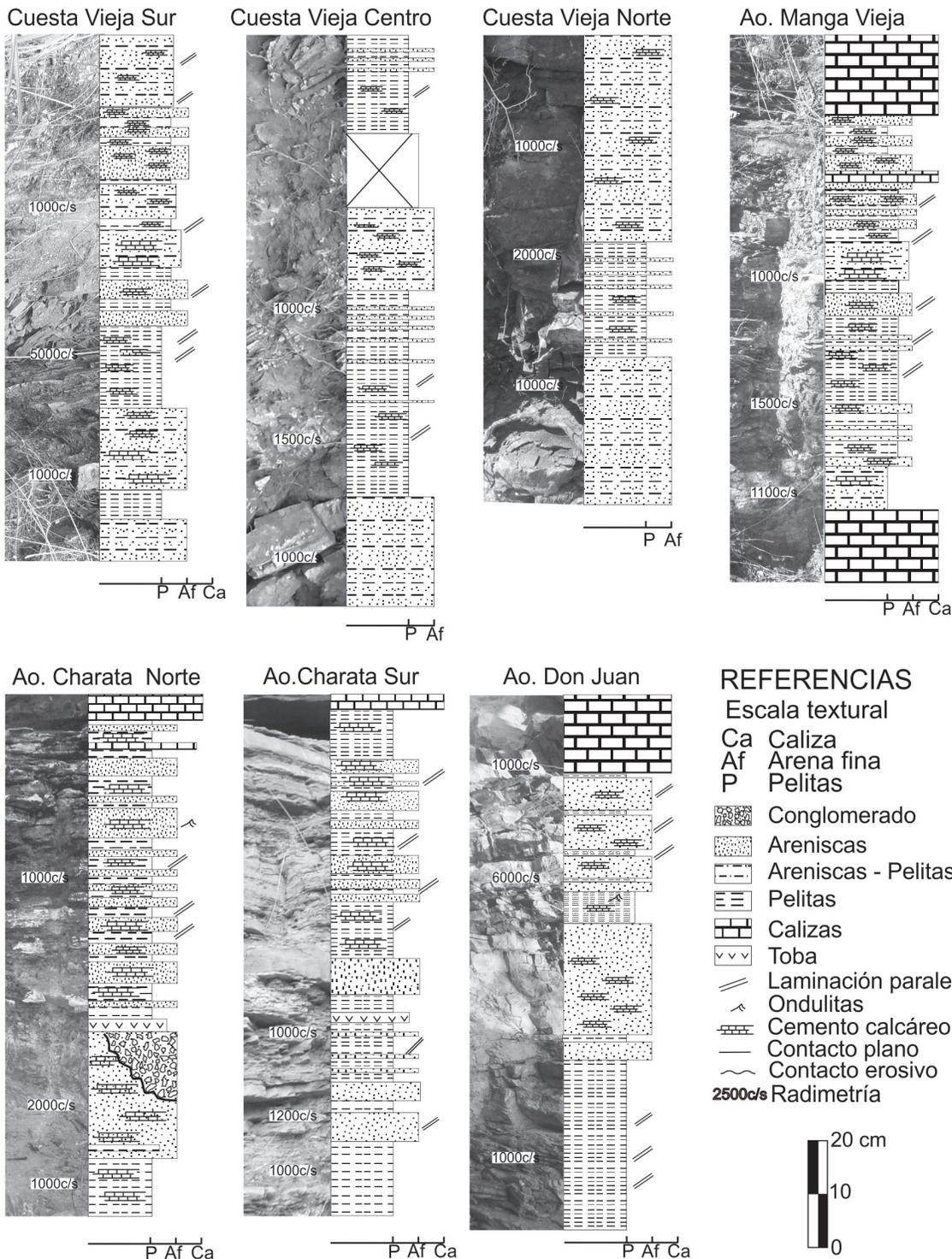


Figura 8: Perfiles litoestratigráficos de las anomalías identificadas en la base de la Formación Yacoraite, alojada en pelitas grises micáceas y pelitas pardas oscuras con intercalaciones de bancos de areniscas finas con laminación paralela.

da inmediatamente al oeste de la comarca de Acosta, es la que registra las mayores concentraciones de U-Cu en el nivel mineralizado regional.

En la comarca de Acosta el principal nivel anómalo identificado en la base de la Formación Yacoraite tiene un metro de

espesor promedio y continuidad lateral. La mineralización de uranio es netamente estratoligada y se aloja en pelitas grises micáceas y pelitas pardas oscuras principalmente con intercalaciones de bancos de areniscas finas con laminación paralela (Figs. 7a y b). El cemento carbonático

está presente en toda la secuencia mineralizada y son frecuentes las intercalaciones de niveles pelíticos oscuros ricos en materia orgánica. Acompañan niveles silicificados con sulfuros (pirita y calcopirita) donde el cuarzo se presenta ahumado. Los niveles mineralizados adquieren im-

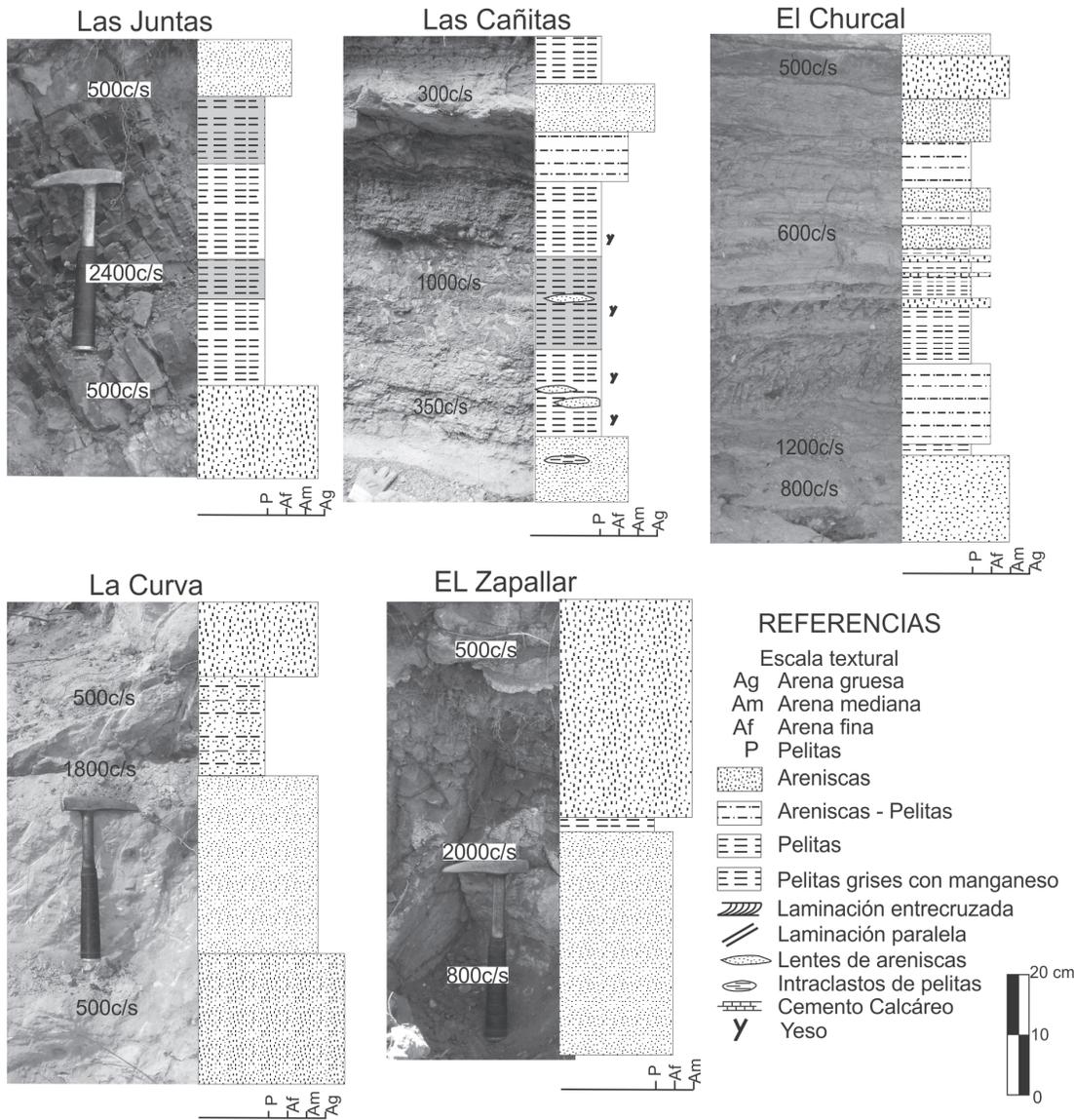


Figura 9: Perfiles litoestratigráficos de las anomalías identificadas en el tercio superior de la Formación Maíz Gordo. En el perfiles Las Juntas la anomalía se encuentra alojada en lutitas y fangolitas grises oscuras con patinas de manganeso. Gradualmente, hacia el sur las anomalías se alojan en una alternancia de areniscas y lutitas gris verdosas, hasta que finalmente se encuentran exclusivamente en areniscas medianas verdes, macizas, con oxidación, de buena selección, sin matriz pelítica ni cementación.

portancia en el sector de Cuesta Vieja y las quebradas Charata, Manga Vieja y Don Juan (Fig. 8). Los registros radimétricos promedio son de 2.000 c/s (SRAT SPP2) con alzas de hasta 6.000 c/s. Este nivel además presenta valores anómalos en Cu y Zn. En el área situada al este de la falla Cuesta Vieja, se pone en contacto el Subgrupo Pírgua con estratos de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. Donde la Formación Yacoraite se encuentra en posición vertical a subvertical como invertida, con anomalías en la base que adquieren continuidad lateral, y registros radimétricos para un metro de espesor entre 1.000 c/s y hasta 6.000 c/s. En el nivel mineralizado es frecuente la presencia de azurita y malaquita en

las secciones inferiores; se observan como mineralización disseminada y en fracturas, con tenores de cobre entre 2.000 y 19.000 ppm para un (1) metro de espesor. Asimismo, se determinó zinc con valores que varían entre 1.000 y 12.000 ppm. Con menor grado de importancia se registran anomalías radimétricas en la quebrada Duraznito, asociados con calizas estromatolíticas del techo de la Formación Yacoraite.

Indicios en la Formación Mealla

Se localizaron anomalías puntuales en esta unidad en la quebrada Manga Vieja. Estratigráficamente se localizan en la sección superior y en facies de areniscas rojas compactas con registros radimétricos

de hasta 1.000 c/s.

Mineralización asociada a la Formación Maíz Gordo

En la Formación Maíz Gordo, se identificaron dos (2) secciones anómalas, la primera está localizada en la parte basal del tercio superior de la unidad y la segunda en proximidad al techo de la Formación, cerca del contacto con la Formación Lumbrera. Las anomalías de la primera sección (Fig. 9) son las de mayor interés prospectivo, dada su extensión areal. Las anomalías de amplia distribución superficial, se encuentran asociadas a diferentes facies sedimentarias producto de variaciones laterales en la cuenca.

En la zona centro-sur de la comarca las

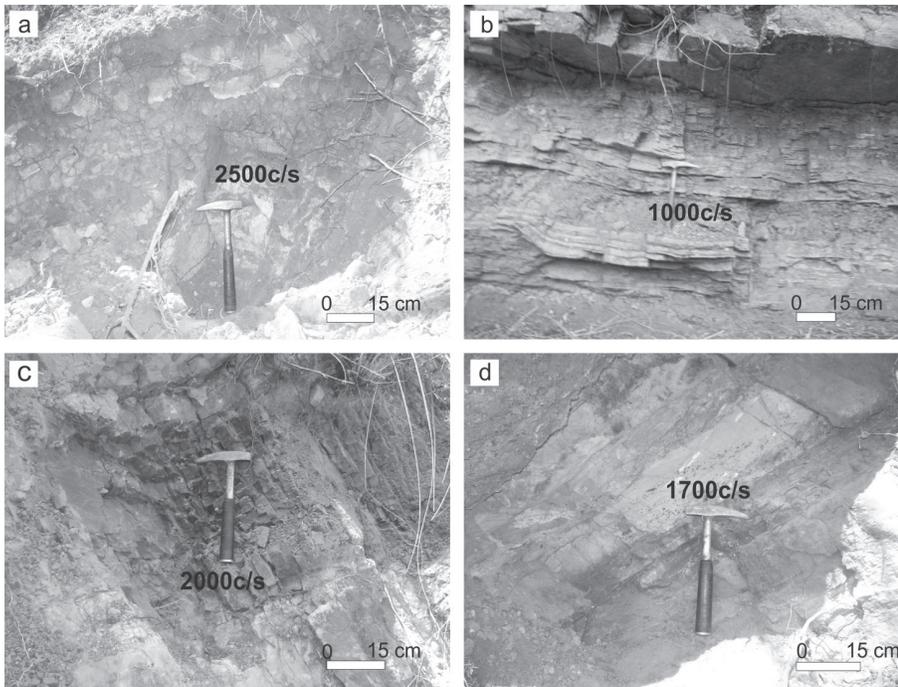


Figura 10: Fotografías de las diferentes facies sedimentarias en las que se alojan las anomalías de uranio en el tercio superior de la Formación Maíz Gordo. a) Anomalía de uranio alojada en areniscas. b) Anomalías en areniscas con intercalaciones de bancos pelíticos. c y d) Anomalías alojadas en pelitas gris verdosa.

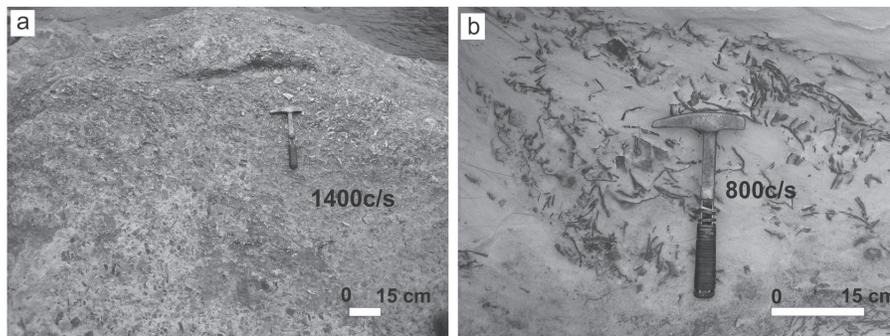


Figura 11: a-b): Fotografías de las anomalías en el techo de la Formación Maíz Gordo asociada a restos de vertebrados.

anomalías uraníferas están alojadas en una monótona secuencia de areniscas macizas verdes (Fig. 10a), de buena selección, carente de estructuras sedimentarias, algo oxidadas, de escasa matriz pelítica y cementación. Las areniscas tienen buena porosidad, escasa matriz y cementación y friables.

Gradualmente hacia el noroeste participan componentes pelíticos en la matriz de estas areniscas (Fig. 10b), con finas intercalaciones de niveles pelíticos. La mineralización de uranio se aloja en lutitas y fangolitas gris verdosa (Figs. 10c y d), con

laminación paralela fina, con sectores de incipiente oxidación y patinas de manganeso, y restos de materia orgánica vegetal, que indicaría un ambiente reductor, palustre o lacustre con planicies fangosas. Caracterizan la mineralización altas radimétricas hasta 2.500 c/s y contenidos promedio de 250 ppm U para el metro de espesor.

En el sector donde las anomalías se alojan en facies arenosas, se registran dos niveles anómalos, con intervalos estériles de tres metros. Pero cuando las anomalías se alojan en facies pelíticas, se localizan cua-

tro niveles anómalos en una secuencia de ocho metros de espesor, con registros de 500 c/s y espesores entre 0,20 y 0,80 m.

También se han encontrado anomalías radimétricas y geoquímicas en el techo de la Formación Maíz Gordo, próximo al contacto con la Formación Lumbreira, alojadas en areniscas gris blanquecinas a verdosas, de buena compactación, texturalmente homogéneas, con escasa matriz pelítica, contenido variable de cemento y abundantes fragmentos de vertebrados (quelonios) con signos de haber sido previamente retrabajados (Figs. 11a y b). Los registros radimétricos varían entre 400 y 1.400 c/s, con contenidos de 400 ppm de U. Asimismo, con contenidos de zinc y cadmio, con contenidos de 5.000 y 250 ppm respectivamente.

Por características litológicas, estructurales y paleontológicas, entre otras, se sugiere la correspondencia con ambientes fluviales para las facies de la Formación Maíz Gordo en el tramo sur de las áreas de cateo. Asimismo, gradualmente hacia el norte, las facies observadas corresponderían a un ambiente lacustre con buenas expectativas de localizar mineralizaciones de uranio.

Anomalías en la Formación Lumbreira

En la sección inferior - media de la Formación Lumbreira se localiza una anomalía geoquímica-radimétrica puntual de hasta 1.000 c/s, alojada en una alternancia de lutitas rojas y moradas.

CONCLUSIONES

Se resalta una nueva área de interés metalogénico con mineralizaciones de U-Cu-Zn preponderantes. El registro de múltiples anomalías radimétricas y químicas por uranio y metales base en la zona de prospección, señalan la continuidad de la favorabilidad metalogénica en esta parte de la subcuenca de Alemania. Las tareas realizadas permitieron ajustar la faja de prospectos uraníferos y polimetálicos (Fig. 4), particularmente la asociación de U-Cu-Zn para el área de la comarca de Acosta.

Las anomalías de U-Cu y Zn descriptas

y ubicadas estratigráficamente en la base de la Formación Yacoraite y el techo de la Formación Lecho son correlacionables con el nivel mineralizado regional y registran los contenidos más significativos de la comarca de Acosta.

Se considera que la movilización del ión uranilo se produjo de manera contemporánea con la sedimentación, y que la participación de materia orgánica y sulfuros en las pelitas de la Formación Lecho y Formación Yacoraite, como en las limolitas y pelitas del tercio superior de la Formación Maíz Gordo, ha resultado significativa en la retención y fijación del uranio. El primer nivel mineralizado de la Formación Maíz Gordo ubicado en el tercio superior de la unidad sería correlacionable con el nivel uranífero descrito por Méndez y Salfity (2009) en la región de Isonza, provincia de Salta, inicialmente identificado por Santomero (1965).

La anomalía uranífera con valores anómalos de U-Zn-Cd descrita en el techo de la Formación Maíz Gordo, estaría asociada a la materia orgánica de los múltiples fragmentos de vertebrados (quelonios).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica por permitirnos dar a conocer esta información, y también al personal técnico y de apoyo que colaboró en las tareas de campo. Este trabajo forma parte del Simposio de Uranio realizado en el marco del 18° Congreso Geológico Argentino.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Carbajal, E., Pascual, R., Pinedo, R., Salfity, J., Vucetich, M.G. 1977. Un nuevo mamífero de la Formación Lumbrera (Grupo Salta) de la comarca de Carahuasi (Salta, Argentina). Edad y Correlaciones. Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata "Lorenzo Scaglia", Publicaciones 7: 148-163.

del Papa, C. 1994. Estratigrafía y sedimentología de la Formación Maíz Gordo (Terciario Inferior) en el sur de la Cuenca del Grupo Salta. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Salta, (inédita), 124 p, Salta.

del Papa, C., Kirschbaum, A., Powell, J., Brod, A., Hongn, F. y Pimentel, M. 2010. Sedimentological, geochemical and paleontological insights applied to continental omission surfaces: A new approach for reconstructing an Eocene foreland basin in NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 29: 327-347.

Galliski, M.A., Aparicio Yague, A., Risso, C., Viramonte, J.G. y Araña Saavedra, V. 1989. Contribución a la petrología y geoquímica de los xenolitos y basaltos alcalinos cretácicos de la quebrada de Las Conchas, provincia de Salta, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología* 20: 71-87.

Gebhard, J., Gúidici, A. y Oliver Gascón, J. 1974. Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 39: 359-375.

Gorustovich, S., Marquillas, R.A., Matthews, S., Sabino, I. y Salfity, J. 1999. Depósitos estratoligados de Cu - U (Ag,Pb,Zn) en el sur de la cuenca del Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno), norte argentino. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 398-401, Salta.

Gorustovich, S., Guidi, F., Bárbaro, N., Nievas, H. y Tomellini, G. 2011. Observaciones geológicas y ambientales en la quebrada Sunchales y el río Tonco, mina Don Otto (provincia de Salta). 18° Congreso Geológico Argentino, Actas: Simposio de exploración de uranio en Argentina, S14: 915, Neuquén.

Méndez, V. y Salfity, J. 2009. Estratoligados de uranio y cobre en el Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno), Isonza, provincia de Salta. 9° Congreso de Geología Económica: 247-253, Catamarca.

Mon, R. 2001. Estructuras curvadas y levantamientos verticales en la Cordillera Oriental (provincias de Salta y Tucumán). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56: 367-376.

Moreno, J.A. 1970. Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25: 9-44.

Noya, J.M.A. 1965. Informe preliminar sobre la Manifestación Nuclear La Despedida, departamento Guachipas, Salta. Comisión Nacional de Energía Atómica, (inédito), 16 p, Buenos Aires.

Raskovsky, M.A. 1968. Geología del Valle del Tonco. Comisión Nacional de Energía Atómica, (inédito), 105 p, Buenos Aires.

Reyes, F.C. y Salfity, J.A. 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 355-385, Buenos Aires.

Russo, A. 1972. La estratigrafía terciaria en el noroeste argentino. 5° Congreso Geológico Argentino, Resúmenes 29, Villa Carlos Paz.

Salfity, J.A. 2004. Geología Regional del valle Calchaquí, Argentina. *Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Anales* 56 (2004): 133-180, Buenos Aires.

Salfity, J. y Monaldi, C. 2006. Hoja Geológica 2566-IV, Metán, provincia de Salta. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 352, Buenos Aires.

Salfity, J.A., Monaldi, C.R., Marquillas, R.A. y González R., 1993. La inversión tectónica del umbral de los Gallos en la cuenca del Grupo Salta durante la fase Incaica. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3:200-210. Mendoza.

Santomero, A.M.O. 1965. Prospección radimétrica en la cuenca del río Amblayo. Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, Salta, 1963, Actas 5:167-182.

Sureda, R., Galliski, M. y Gorustovich, S. 1984. Los minerales de uranio y cobre en la manifestación nuclear Cajoncillo, provincia de Salta. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 7: 407-417.

Turner, J.C.M. 1959. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra Rinconada. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 15: 15-39.

Turner, J.C.M. 1960. Estratigrafía de la sierra de Santa Victoria, provincias de Salta y Jujuy. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín* 41: 163-196.

Vilela, C.R. 1951. Acerca del hallazgo del Horizonte Calcáreo Dolomítico en la Puna Salto-Jujeña y su significado geológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 6:100-107.

Recibido: 18 de febrero, 2013

Aceptado: 14 de mayo, 2013