Capítulo 5 - Organización de las unidades de acumulación del Ciclo Precuyano y Cuyano basal en el espacio y tiempo

5.1) Introducción

En el capítulo previo se identificaron las diferentes unidades de acumulación (volcánicas, piroclásticas y sedimentarias) que integran al relleno precuyano y la base del Ciclo Cuyano. El estudio y la discriminación de las unidades de acumulación muestra la existencia de variaciones genéticas y espacio-temporales así como fuertes variaciones de espesor a ambos lados de fallas inversas de alto ángulo y lineamientos, habiéndose interpretado el control tectónico/volcano-tectónico extensional para el relleno inicial y la determinación de áreas depocentrales. Estos rasgos deben ser evaluados de manera integral. La correlación de las columnas estratigráficas del Ciclo Precuyano y Ciclo Cuyano, sugieren que las fuertes variaciones de espesores pueden ser observadas en diferentes sectores del área de trabajo (fig. 5.2). En la zona occidental del área de estudio los espesores del Ciclo Precuyano varían en sentido NW-SE, de manera muy asimétrica, desde espesores cercanos a los 1200 m al noroeste, hasta espesores que rondan los 220 m al sureste, estando ausente en las proximidades del Cerro Corona (fig. 5.2). En sentido perpendicular, en dirección suroeste, los espesores del Ciclo Precuyano disminuyen notablemente, mientras que en dirección noreste son cubiertos por depósitos marinos correspondientes al Ciclo Cuyano (fig. 5.1). En la parte central del área de estudio, al norte y este del Cerro Corona los depósitos de la base del Ciclo Cuyano apoyan sobre espesores mínimos del Ciclo Precuyano (< 50 m) y sobre rocas del basamento (fig. 5.1 y 5.2). No obstante, al sureste del Cerro Corona las rocas del Ciclo Cuyano apoyan sobre alrededor de unos 220 m de rocas correspondientes al Ciclo Precuyano que se sumergen hacia el ESE. Las columnas parciales levantadas para el Cuyano basal y las columnas levantadas hasta base del Cuyano cuspidal indican que los espesores del Ciclo Cuyano basal aumentan hacia el este (fig. 5.2). Los espesores máximos se encontraron en el Cerro Vasco, donde se midieron 220 m. Es importante subrayar que entre el Cerro Vasco y el Cerro Roth, en la base de la columna Piedra Pintada (PP) (véase anexo II) se muestran sedimentitas cuyanas apoyando sobre lavas interpretadas como unidades de acumulación pertenecientes al Ciclo Precuyano (fig. 5.2). En dirección norte se puede apreciar cómo los afloramientos del Ciclo Cuyano continúan, mientras que hacia el sur disminuyen hasta desaparecer sobre rocas del basamento y escasos afloramientos del Ciclo Precuyano (fig. 5.1). La parte oriental del área de estudio se caracteriza por la existencia de afloramientos del Ciclo Precuyano que alcanzan su máximo espesor (1300 m) en las inmediaciones de la localidad de Piedra del Águila, disminuyendo su espesor hacia el

oeste y el suroeste, donde alcanzan el espesor mínimo (fig. 5.2). En este sector del área de trabajo los afloramientos del Ciclo Cuyano se encuentran ausentes.

Si se tiene en cuenta la distribución y variación de los espesores del Ciclo Precuyano y Cuyano, las tres áreas morfoestructurales definidas en el capítulo introductorio (zona oriental de Piedra del Águila, zona central de la Pintada y zona occidental de Sañicó) se corresponden con áreas que controlaron el espacio de acomodación para los depósitos del Jurásico Inferior del sur de la Cuenca Neuquina (fig. 5.2). Se proponen denominar a estas tres áreas de acomodación como:

- Depocentro de Sañicó
- Depocentro de la Pintada
- Depocentro de Piedra del Águila

Los límites de estos depocentros son precisados por estructuras visibles hoy como fallas inversas y redefinidas en función del control que ejercieron sobre las secuencias precuyanas y cuyanas como fallas extensionales reactivadas. Es importante destacar que no todas las estructuras inversas representan fallas extensionales invertidas, habiéndose constatado que muchas de ellas no habrían participado en la acomodación de los depósitos del inicio del la cuenca. Entre ellas se pueden mencionar a las fallas de orientación NNE-SSW y NW-SE desarrolladas hacia el borde occidental del área de estudio (fig. 5.2).

El depocentro de Sañicó es el depocentro más occidental del área de estudio. Se trata de un hemigraben de 27 km de ancho, de orientación NE-SW con polaridad hacia el sureste, limitado por fallas de orientación NE y ENE. Internamente presenta estructuras oblicuas de rumbo ENE y NNW y bloques que presentan subsidencia diferencial (fig. 5.2). En efecto, en su extremo sureste se puede apreciar que el área del Cerro Corona constituye un alto que controló fuertemente el espesor de las secuencias precuyanas. Al sureste de este alto, los depósitos precuyanos con espesores de alrededor de 200 se sumergen por debajo de sedimentitas del Ciclo Cuyano. Este sector se define como el límite de menor acomodación del depocentro de Sañicó. Es importante destacar que este depocentro coincide con el área de las unidades de acumulación piroclástica de gran distribución areal I y II definidas en el capítulo previo.

El depocentro de la Pintada se desarrolla en la parte central del área de trabajo. Corresponde a un hemigraben de rumbo N-S, de un ancho máximo de 20 km, con polaridad hacia el oeste (fig. 5.2). Se caracteriza por afloramientos del Ciclo Cuyano que sobreyacen a depósitos del Ciclo Precuyano con espesores mínimos. Se halla limitado al este por una falla de rumbo N-S a NNE-SSW, la cual restringe la distribución de los depósitos del Ciclo Cuyano hacia el este (fig. 5.2). Hacia el oeste, los depósitos del Ciclo Cuyano yacen sobre rocas del Ciclo Precuyano y del basamento.

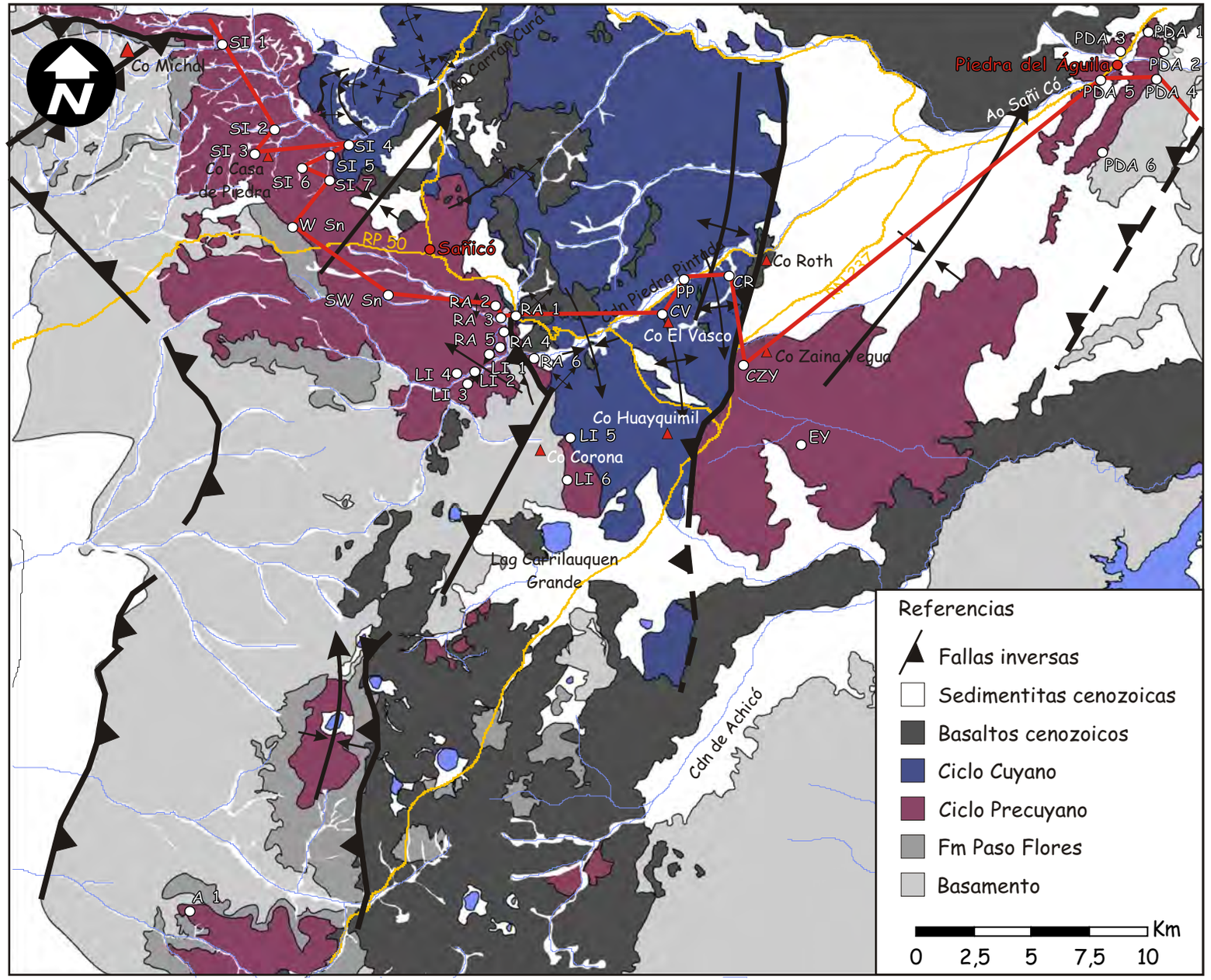


Figura 5.1. Distribución del Ciclo Precuyano y Cuyano en el área de estudio. Se muestra transecta elejida para efectuar el panel de correlación sobre la base de las columnas levantadas en el area de estudio (véase fig. 5.2).

fig 5.1

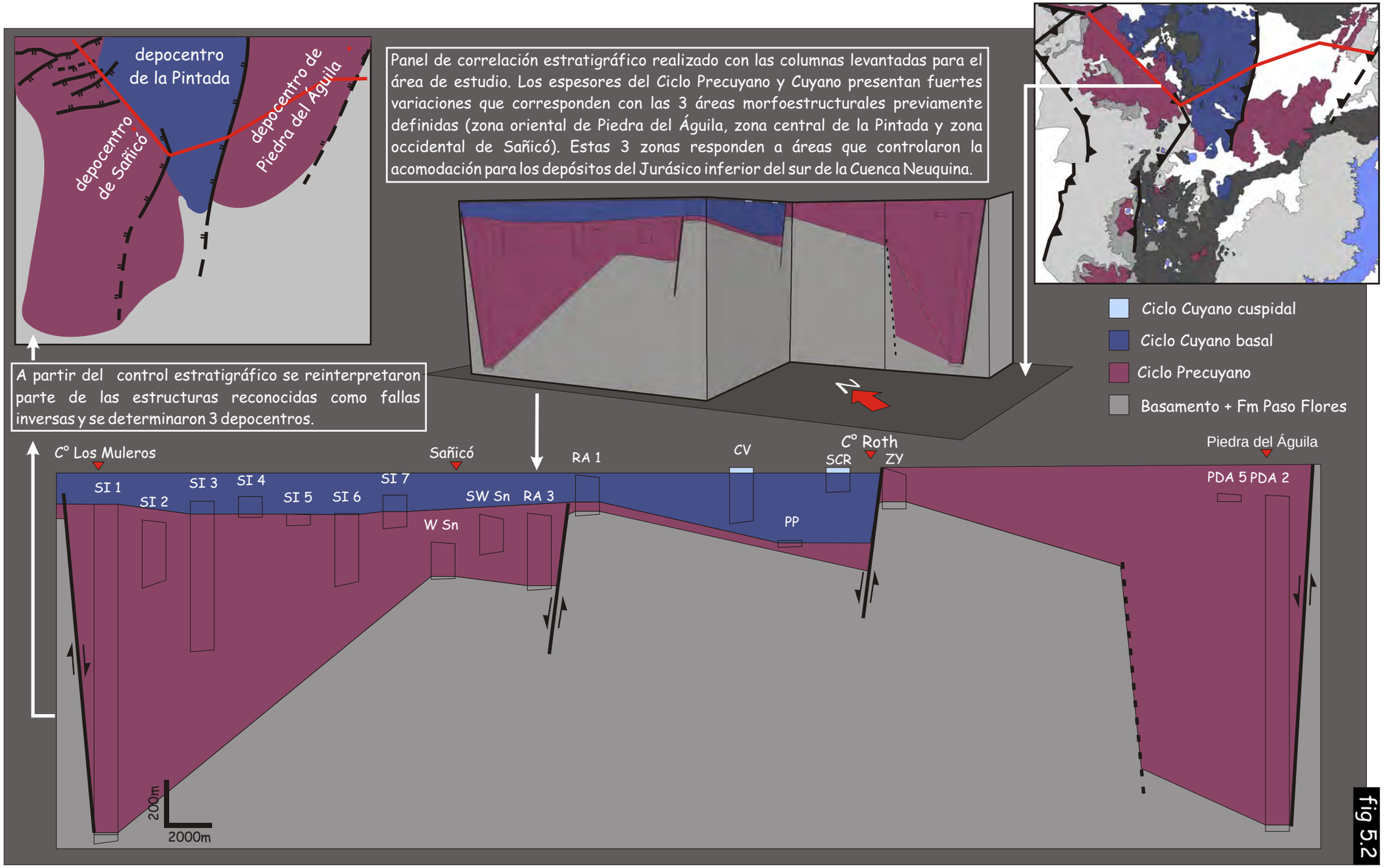


Figura 5.2. Determinación de los depocentros que controlaron la acomodación del Ciclo Precuyano y Cuyano.

El depocentro de Piedra del Águila se halla en la parte oriental del área de estudio y se encuentra relleno enteramente por depósitos del Ciclo Precuyano (fig. 5.2), fuertemente invertido, sin poderse reconocer las fallas que acomodaron las secuencias precuyanas. La parte más profunda se halla en las inmediaciones de la localidad de Piedra del Águila y coincide con el área de acomodación para los depósitos de corrientes piroclásticas de gran distribución areal III (véase capítulo previo). Fuera de este sector el relleno se sumerge por debajo de basaltos cenozoicos hacia el noroeste (fig. 5.1) y disminuye fuertemente su espesor hacia el este. Es importante destacar que, al igual que el depocentro de Sañicó, aflora en sentido NE-SW, habiéndose interpretado a la falla NE situada hacia el Macizo Norpatagónico como la estructura que habría controlado las secuencias precuyanas de este depocentro (fig. 5.2).

5.2) Organización de las unidades de acumulación del Ciclo Precuyano y Cuyano inferior dentro de los depocentros

En el presente apartado se analizará la distribución específica las asociaciones de unidades de acumulación dentro de los tres depocentros definidos, teniendo en cuenta las relaciones espaciales, composicionales y formacionales. La integración de las unidades volcánicas, piroclásticas y sedimentarias dentro de un esquema genético para cada área de acomodación otorgará un marco claro y propicio para la discusión de los controles más relevantes que tuvieron lugar en la etapa inicial para este sector de la cuenca.

5.2.1) Las unidades de acumulación del Ciclo Precuyano y Cuyano inferior dentro del depocentro de Sañicó

A grandes rasgos, el depocentro de Sañicó se encuentra relleno por unidades pertenecientes al Ciclo Precuyano, de índole netamente volcánica y piroclástica, con menor participación de unidades de acumulación sedimentarias (fig. 5.3). El Ciclo Cuyano dentro del depocentro de Sañicó, en cambio, aparece en su parte NE como una faja de afloramientos continua, constituido principalmente por unidades de acumulación sedimentarias epiclásticas (fig. 5.3).

Evaluando la distribución lateral y vertical y la relación entre las unidades volcánicas y piroclásticas, conjuntamente con la composición de las unidades de acumulación epiclásticas, el Ciclo Precuyano de este depocentro puede ser dividido en tres secciones: inferior (DS-1), media (DS-2) y superior (DS-3) (fig. 5.3). Cada una de las secciones puede ser limitada por una superficie de discontinuidad que se expresa en todo el depocentro a través de discordancias o sus concordancias correlativas.

La sección inferior (DS-1) se caracteriza por la acumulación de unidades lávicas y secundariamente por unidades piroclásticas y sedimentarias epiclásticas resultado de la resedimentación y retrabajo de las primeras. Presenta su espesor máximo hacia el noroeste (1100 m), en el Cerro Los Muleros, posicionado en las proximidades de la falla de borde del hemigraben, donde apoya en fuerte discordancia angular por sobre la Formación Paso Flores (fig. 5.3). Su espesor dentro del depocentro es altamente variable, reflejando un control estructural por parte de las fallas extensionales oblicuas a los bordes del mismo. Hacia el sureste, en las zonas aledañas al Cerro Corona, esta sección apoya sobre el basamento, mientras que en dirección oeste apoya en concordancia o suave discordancia sobre las sedimentitas de la Formación Paso Flores. Al noroeste del Cerro Corona, en una dirección paralela a las fallas presentes, la sección inferior muestra espesores que van desde los 60 m a los 300 m, describiendo una geometría de sinforme perpendicular a las fallas (fig. 5.3). Internamente la sección inferior presenta un arreglo similar en ambos bordes del depocentro. Comienza generalmente con una potente secuencia de coladas y coladas dómicas de composición andesítica, desarrollando hacia arriba unidades de acumulación aluvial dominadas por depósitos de flujos de avalanchas de detritos y flujos de detritos intercaladas minoritariamente con unidades de acumulación de depósitos de corrientes piroclásticas alojadas en depresiones y unidades de sistemas aluviales volcaniclásticos dominados por flujos hiperconcentrados alojados en depresiones (fig. 5.3). Es importante destacar que hacia los bordes del depocentro se identificaron unidades volcánicas intrusivas, atribuidas en el capítulo previo a conductos alimentadores. En el sector noroeste del depocentro, sobre la traza de la falla que limitó al graben, se encontró una unidad de acumulación de conducto alimentador (fig. 4.14), mientras que en la parte sureste, en los alrededores del Cerro Corona, se halló un sistema de diques longitudinales de composición andesítica, de rumbos preferentemente N-S y NNW-SSE (fig. 4.9 y 4.10) y un criptodomo de composición riodacítica, alineados en un sistema de fractura de rumbo N-S (fig.4.15).

La sección media (DS-2) se distribuye enteramente dentro del depocentro de Sañicó, sin encontrarse afloramientos de ésta por afuera de sus límites. Se define principalmente por unidades piroclásticas con discordancias internas, que apoyan también discordantemente sobre depósitos de la Formación Paso Flores y de la sección inferior (fig. 5.3). Secundariamente, esta sección muestra unidades de acumulación lávicas y sedimentarias volcaniclásticas, asociadas a la resedimentación y retrabajo de las primeras. Se desarrolla con un espesor variable, pero mucho más uniforme que la sección inferior. Los espesores máximos se encuentran al sureste de la falla de borde de graben (500 m) (fig. 5.3). Las unidades de acumulación de corrientes piroclásticas de gran distribución areal I y II definidas en el capítulo anterior, conforman casi la totalidad del volumen de esta sección. Se desarrollan de manera conspicua, extendiéndose con potentes espesores en todo el depocentro. Como ya fuera mencionado oportunamente en el

capítulo previo, las unidades de acumulación de corrientes piroclásticas de gran distribución areal presentan un fuerte control tecto-estratigráfico. Este control se ejerce tanto por las fallas que conforman el borde de graben como por las fallas internas del mismo, en ocasiones variando abruptamente el espesor en magnitudes del orden de centenas de metros (fig. 5.3). Las unidades de acumulación de domos de composición andesítica y unidades de coladas dómicas riolíticas se encuentran asociadas espacialmente a fallas internas del depocentro (fig. 5.3), mientras que las unidades de coladas andesíticas con dominio de lavas coherentes se desarrollan hacia la parte superior de la sección en las proximidades de la falla de borde del hemigraben (fig. 5.3). De manera muy restringida, interdigitándose con las unidades de corrientes piroclásticas de gran distribución areal, se exhiben las unidades de acumulación de sistemas aluviales dominadas por flujos hiperconcentrados. Éstas se muestran con afloramientos poco potentes y de escasa distribución lateral.

La sección superior (DS-3) al igual que la sección media se encuentra restringida sólo a la parte interna del depocentro de Sañicó, sin sobrepasar sus límites. El área de acomodación para esta sección se traslada a la parte central del depocentro, alcanzando espesores cercanos a los 200 m, donde se apoya en discordancia por sobre unidades de acumulación correspondientes a las secciones inferior y media anteriormente descriptas (fig. 5.3). A grandes rasgos se caracteriza por presentar unidades de acumulación volcánicas y sedimentarias epiclásticas y carbonáticas. El arreglo interno de las unidades que integran la sección superior varía respecto a la posición dentro del depocentro. En las proximidades de la falla de borde del graben, la sección superior comienza con unidades de acumulación de coladas andesíticas dominadas por lavas coherentes que intercalan con unidades de acumulación de sistemas aluviales dominados por flujos de detritos. Por sobre ellas se depositan unidades de acumulación que representan sistemas de delta de grano grueso que pasan a sistemas lacustres y por último, unidades de acumulación de coladas andesíticas con dominancia de lavas coherentes de poco espesor (fig. 5.3). Al NW del borde del “pasivo” del depocentro, la sección superior presenta un arreglo simple, estando conformada por una potente secuencia de unidades de acumulación de lavas andesíticas dominadas por lavas coherentes (fig. 5.3).

El Ciclo Cuyano basal en el depocentro de Sañicó aparece como una faja de afloramientos continua desarrollada hacia el noreste del depocentro. Se apoya mediante una superficie de discontinuidad regional, sobre rocas que constituyen el basamento de la cuenca y también, depósitos de diferentes secciones del Ciclo Precuyano (fig. 5.1 y 5.4). En sentido NW-SE, transversal al hemigraben, las unidades de acumulación del Ciclo Cuyano basal se desarrollan con importantes variaciones. En la zona próxima a la falla de borde, el Ciclo Cuyano basal alcanza un espesor parcial cercano a los de 100 m. Comienza con unidades de acumulación de ambiente marino somero carbonático, pasando hacia arriba a un sistema de delta de grano fino que culmina con una unidad de acumulación de corrientes piroclásticas

subácueas (fig. 5.4). Posteriormente se desarrollan nuevamente unidades de acumulación de ambiente marino somero carbonático que rápidamente pasan a unidades de acumulación de ambiente marino profundo de costa afuera (fig. 5.4). Hacia el sureste, sobre el alto estructural que presenta el depocentro de Sañicó y zonas aledañas (fig. 5.4), las características Ciclo Cuyano basal son muy disímiles a las descriptas anteriormente. Se caracteriza por una sucesión de unos 50 m de espesor, constituida por unidades de acumulación de un ambiente marino somero carbonático (fig. 5.4). Por arriba se desarrollan unidades de acumulación de ambiente marino de costa afuera con espesores que superan los 100 m (fig. 5.4).

5.2.2) Las unidades de acumulación del Ciclo Precuyano y Cuyano inferior dentro del depocentro de la Pintada

En sentido amplio el depocentro de la Pintada está mayoritariamente relleno por sedimentitas correspondientes al Ciclo Cuyano y minoritariamente por depósitos correspondientes a unidades del Ciclo Precuyano (fig. 5.1 y 5.2). La fuerte inversión que presenta este depocentro, tanto en el borde de menor acomodación, como en el borde del graben, dificulta la observación total del su relleno. En el borde oeste se pueden apreciar con mejor desarrollo las unidades del Cuyano basal, donde apoyan en discordancia o concordancia correlativa sobre depósitos precuyanos. En los sectores más próximos a la falla de borde, en cambio, yacen bien afloradas las sedimentitas correspondientes al Ciclo Cuyano cuspidal y minoritariamente las sedimentitas del Ciclo Cuyano basal, sin estar expuesta la base de éste. Los depósitos del Ciclo Precuyano del depocentro de la Pintada aparecen en los sectores basales, generalmente con espesores poco potentes. A unos 4 km al oeste de la falla de borde se encontraron lavas coherentes que fueron interpretadas como unidades de acumulación correspondientes al Ciclo Precuyano. Respecto a la distribución transversal de las unidades de acumulación del Ciclo Cuyano basal, en el sector sur del mismo, en las cercanías del Cerro Corona, comienza con unidades de acumulación de ambiente marino somero carbonático con espesores que rondan los 50 m. Hacia arriba, en concordancia, se desarrolla una potente secuencia constituida por unidades de acumulación de ambiente marino de costa afuera (fig. 5.4). Al oeste del Cerro Roth, a unos 4 km al oeste de la falla de borde, el Ciclo Cuyano se inicia de modo diferente, con unidades de acumulación de ambiente marino de costa afuera sin desarrollarse las unidades de acumulación de ambiente marino somero. Hacia arriba las unidades de ambiente marino de costa afuera conforman una potente secuencia que alcanza la base del Cuyano cuspidal (fig. 5.1 y 5.4).

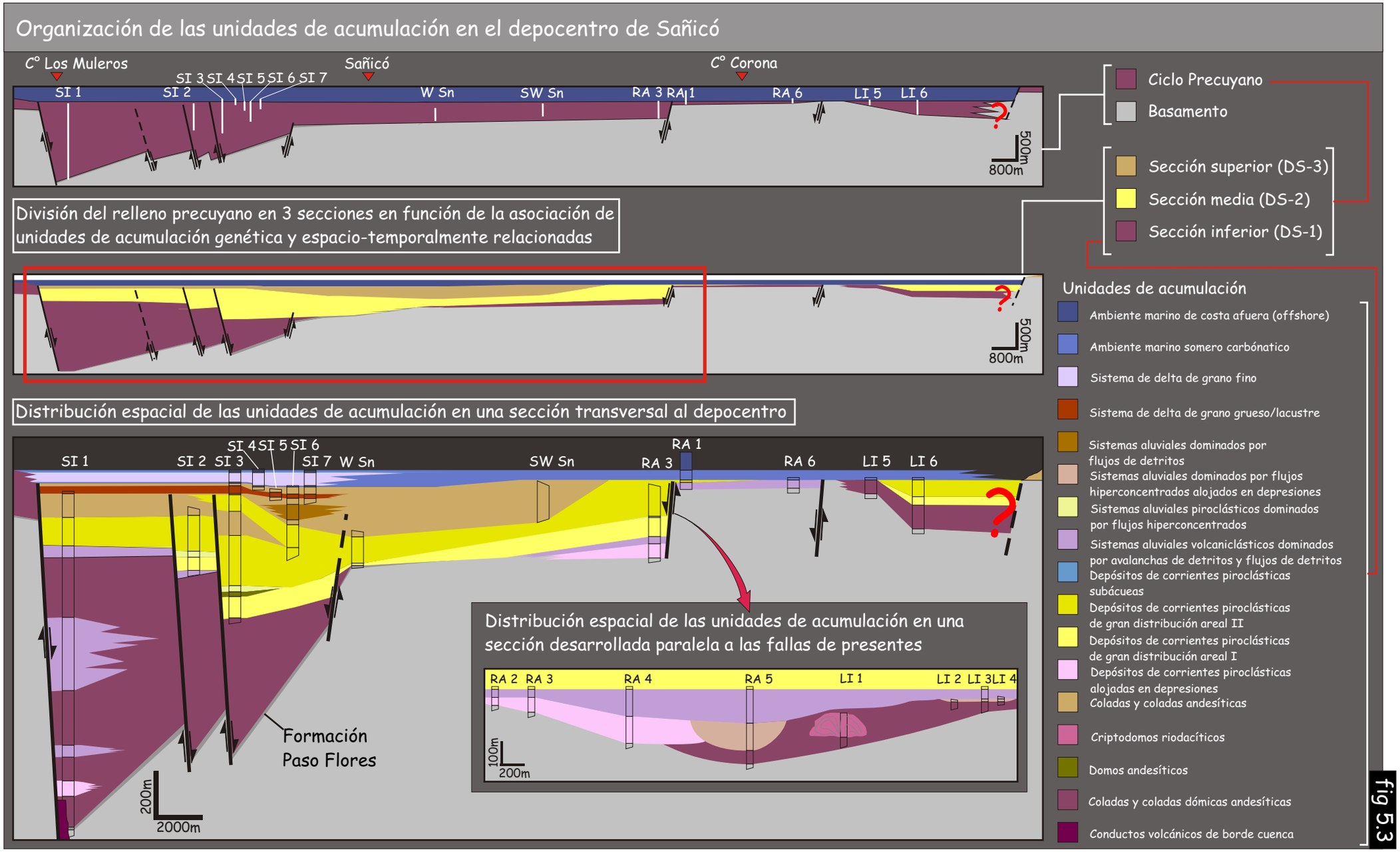


Figura 5.3. Organización de las unidades de acumulación en el depocentro de Sañicó y definición de secciones en función de asociaciones de unidades que comparten un relación génética.

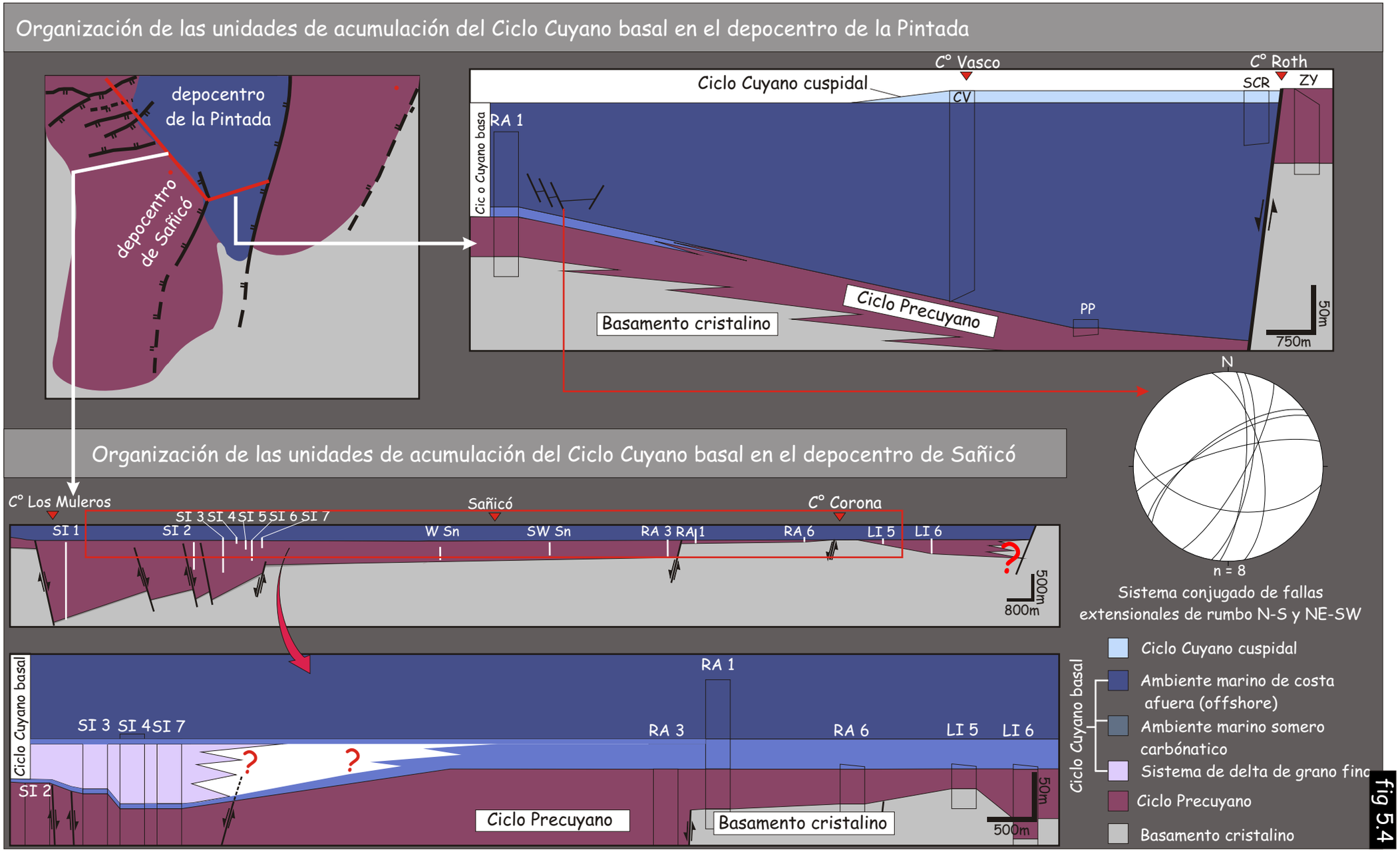


Figura 5.4. Organización de las unidades de acumulación del Ciclo Cuyano en el depocentro de Sañicó y de la Pintada.

5.2.3) Las unidades de acumulación del Ciclo Precuyano dentro del depocentro de Piedra del Águila

Como fuera oportunamente mencionado la falla de borde del hemigraben de la Pintada limita la distribución de los depósitos del Ciclo Cuyano hacia el este. Por esta razón el depocentro de Piedra del Águila está totalmente relleno por unidades correspondientes al Ciclo Precuyano (fig. 5.1). Lamentablemente, la fuerte inversión que presenta este depocentro y los escasos afloramientos presentes, dificultan estimar con precisión la distribución en sentido transversal de las unidades de acumulación del Precuyano. Al igual que en el depocentro de Sañicó, si se evalúa la distribución y la relación entre las unidades volcánicas, piroclásticas y sedimentarias, conjuntamente con la composición de las unidades de acumulación epiclásticas, el relleno precuyano de este depocentro puede ser dividido en tres secciones: una sección inferior sedimentaria (DPDA-1) y una sección media (DPDA-2) y superior (DPDA-3) asociadas a la evolución de un ambiente ampliamente dominado por el volcanismo (fig. 5.5). Es importante destacar que las secciones están separadas por superficies de discontinuidad representadas por discordancias o correlativas concordancias.

La sección inferior (DPDA-1) sólo está representada por escasos afloramientos desarrollados al sur de la localidad de Piedra del Águila. Se constituye por una unidad de acumulación de sistemas fluviales de carga mixta, con materiales de acarreo relacionados directamente a la erosión del basamento ígneo-metamórfico. Se presenta en una no concordancia por sobre el basamento, con una centena de metros de largo y un espesor máximo que ronda los 70 m (fig. 5.5).

La sección media (DPDA-2) conforma la parte más profunda del depocentro de Piedra del Águila. Aflora sobre el basamento y discordantemente sobre la sección inferior, con un espesor máximo de 1300 m, presentando espesores bastante constantes. Está constituida principalmente por unidades de acumulación piroclásticas y minoritariamente por unidades de acumulación volcánicas y sedimentarias. Las unidades volcánicas y piroclásticas que se interdigitan con las unidades piroclásticas de gran distribución areal, se hallan con poco espesor y características proximales. Contrariamente, hacia el tope de esta sección, aparece de manera conspicua una potente unidad que representa un ambiente sedimentario aluvial con características terminales (fig. 5.5). Los depósitos de corrientes piroclásticas de gran distribución areal III (véase capítulo 4) conforman una secuencia que supera los 1000 m de espesor, extendiéndose lateralmente por varios kilómetros, representando casi todo el volumen de esta sección (fig. 5.5). Minoritariamente, en la parte basal de esta sección y en intercalación con las anteriores, se presentan unidades de acumulación de corrientes piroclásticas alojadas en depresiones y unidades de sistemas aluviales dominados por flujos hiperconcentrados. Hacia la parte superior de desarrolla una potente unidad sedimentaria caracterizada por sistemas aluviales volcaniclásticos terminales (fig. 5.5).

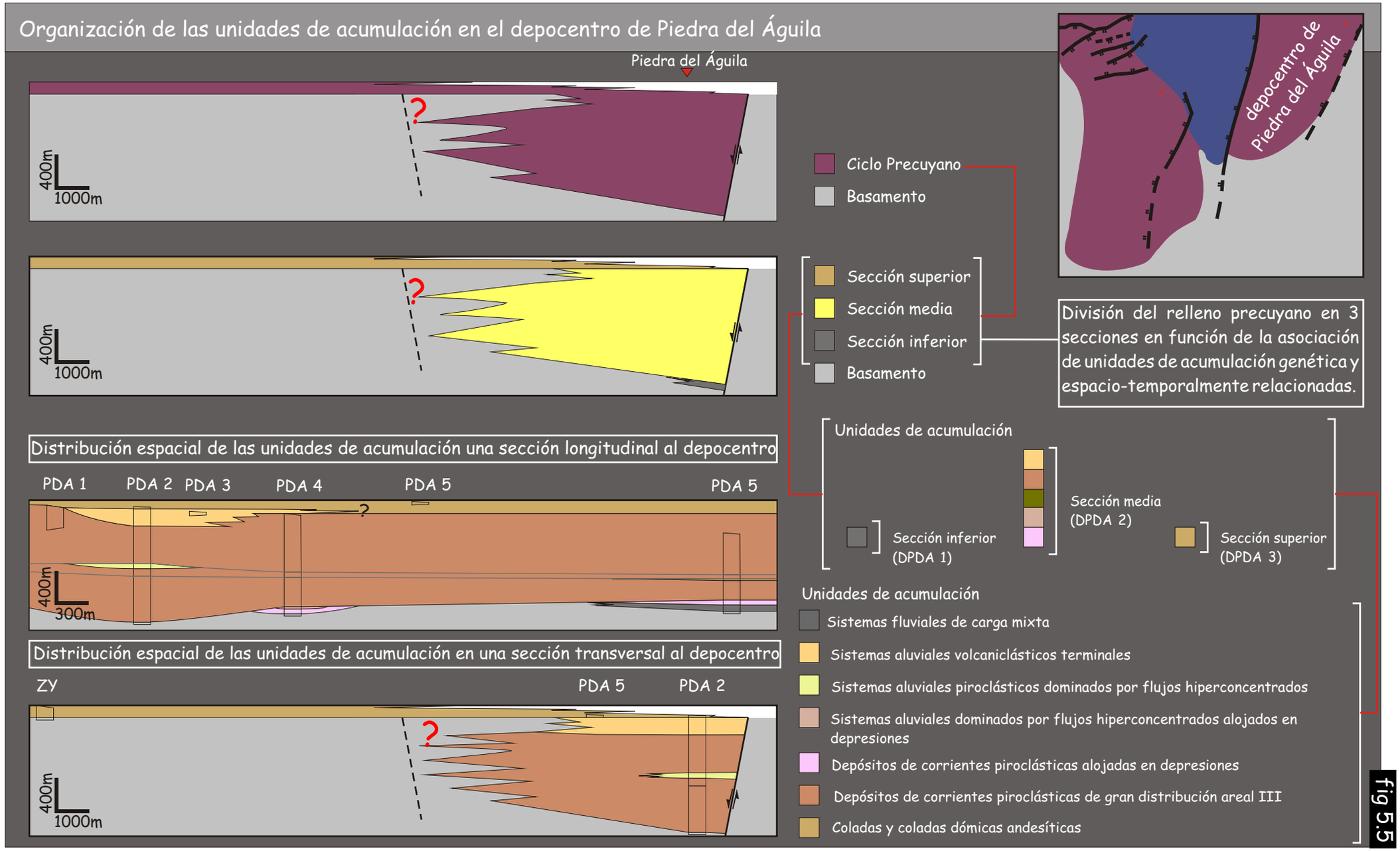


Figura 5.5. Organización de las unidades de acumulación en el depocentro de Piedra del Águila y definición de secciones en función de asociaciones de unidades que comparten un relación genética.

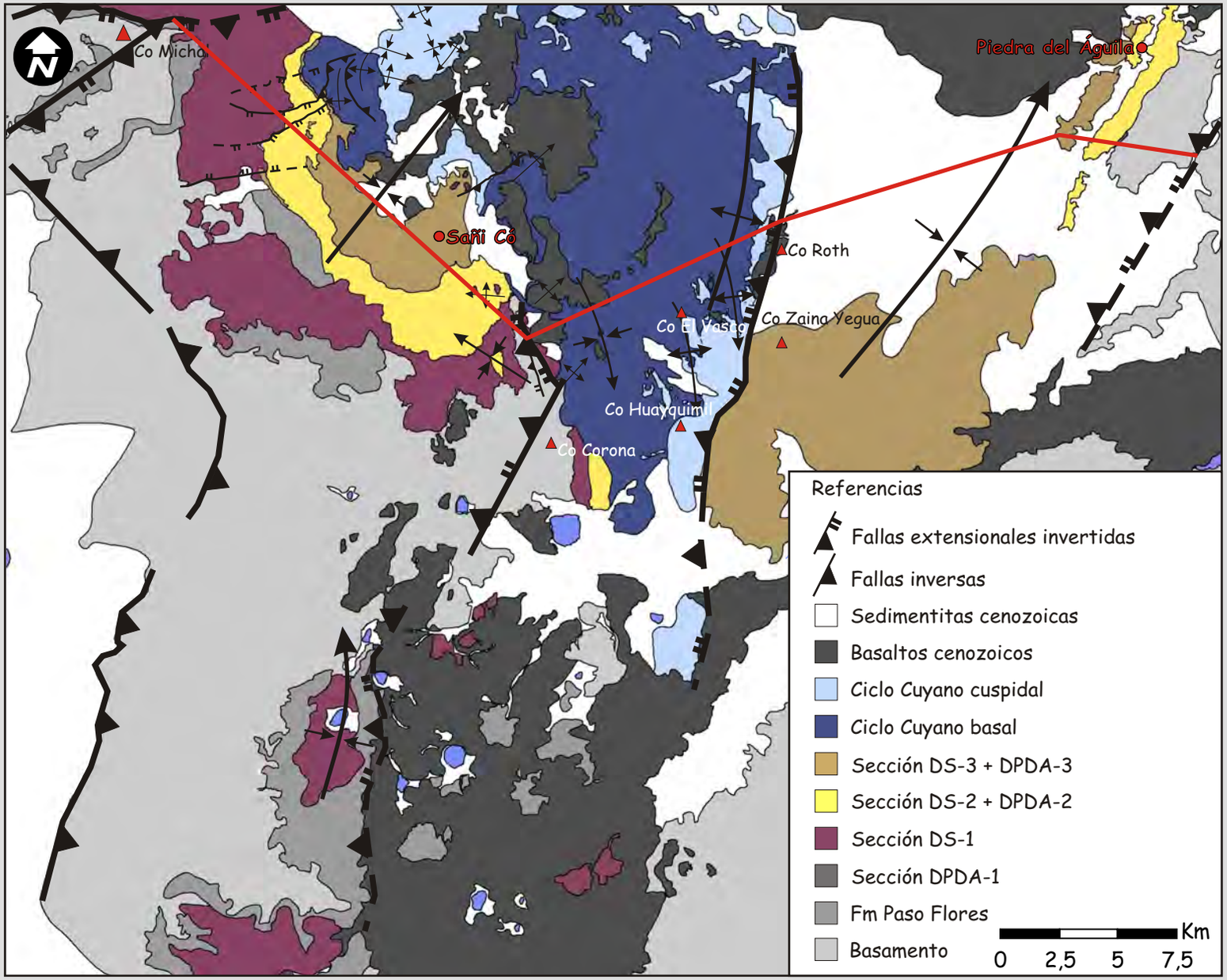
La sección superior (PDA-3) es la de mayor distribución areal de este depocentro. Se desarrolla en las proximidades de la localidad de Piedra del Águila, apoyando sobre las sección media y se extiende hasta el Cerro Zaina Yegua, próximo a la falla de borde del depocentro de la Pintada, donde sobreyace en una no concordancia rocas del basamento ígneo-metamórfico (fig. 5.5). Esta sección está constituida principalmente por unidades de acumulación de coladas y coladas dómicas de composición andesítica y minoritariamente de unidades aluviales volcaniclásticas aluviales y unidades de corrientes piroclásticas.

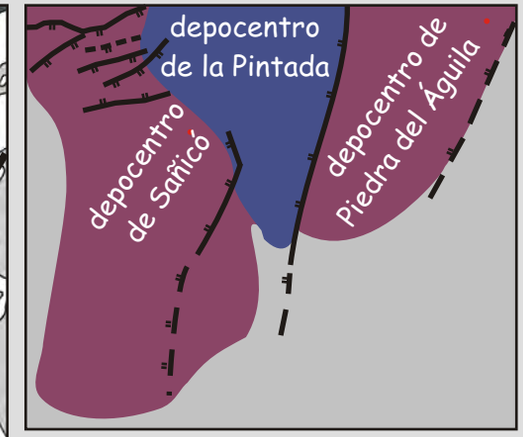
5.3) Correlación de las asociaciones de unidades de acumulación entre los depocentros

El análisis realizado en detalle sobre el relleno y la confección de paneles arquitecturales y de correlación estratigráfica, permitieron establecer el arreglo interno dentro y entre las unidades de acumulación en los tres depocentros identificados (fig. 5.3, 5.4 y 5.5). La figura 5.6 muestra un mapa donde se unificaron las secciones identificadas para los depocentros de Sañicó y Piedra del Águila, mientras que para apreciar la relación que en conjunto éstas guardan con los elementos estructurales, se elaboró un perfil geológico integrado, el cual fue retrodeformado geométricamente al estadio previo a la deformación compresiva (fig. 5.7).

Para el Ciclo Precuyano, la sección media del depocentro de Sañicó, caracterizada por una asociación de unidades de acumulación que responden a un volcanismo explosivo con unidades sedimentarias y volcánicas asociadas, se correlacionó con la sección media del depocentro de Piedra del Águila de características homólogas. Asimismo, la sección superior del depocentro de Sañicó caracterizada por asociaciones de facies volcánicas lávicas mesosilícicas y unidades sedimentarias volcaniclásticas asociadas, pudo ser correlacionada con la sección superior del depocentro de Piedra del Águila, de similares atributos. Se debe aclarar que las secciones inferiores de ambos depocentros no son correlacionables bajo ningún punto de vista, debido a las diferencias genéticas -unidades de acumulación dominadas por un volcanismo efusivo mesosilícico (DS-1) *versus* sistemas fluviales de carga mixta (DPDA-1)-, en los espesores y en su distribución areal. A pesar de estas discrepancias, debido a la edad (Hettangiana), por su posición en la secuencia y la ausencia de volcanismo, la sección DPDA-1 fue posicionada por debajo de la sección inferior del depocentro de Sañicó (DS-1), interpretándose como los depósitos precuyanos más antiguos de la zona de estudio.

El Ciclo Cuyano basal fue hallado en el depocentro de Sañicó y de la Pintada sin haberse registrado en el depocentro de Piedra del Águila. En el depocentro de Sañicó y de la Pintada se presentan con características diferentes, aunque sin cambios bruscos desde el punto de vista genético. Las diferencias en los ambientes depositacionales en su inicio estarían controladas por la posición dentro de los depocentro.





Mapa geológico del área de estudio donde se muestra la división del Ciclo Precuyano en secciones correlacionables entre los depocentros. Cada sección presenta una asociación de unidades de acumulación característica, determinadas en función de las relaciones genéticas y espacio-temporales entre las unidades. A su vez, se muestran los rasgos estructurales reinterpretados en función del control tecto-estratigráfico que presentan sobre las secuencias precuyanas y cuyanas.

fig 5.6

Figura 5.6. Mapa geológico donde se muestra la división del Ciclo Precuyano en secciones y las estructuras reinterpretadas en función del control tecto-estratigráfico.

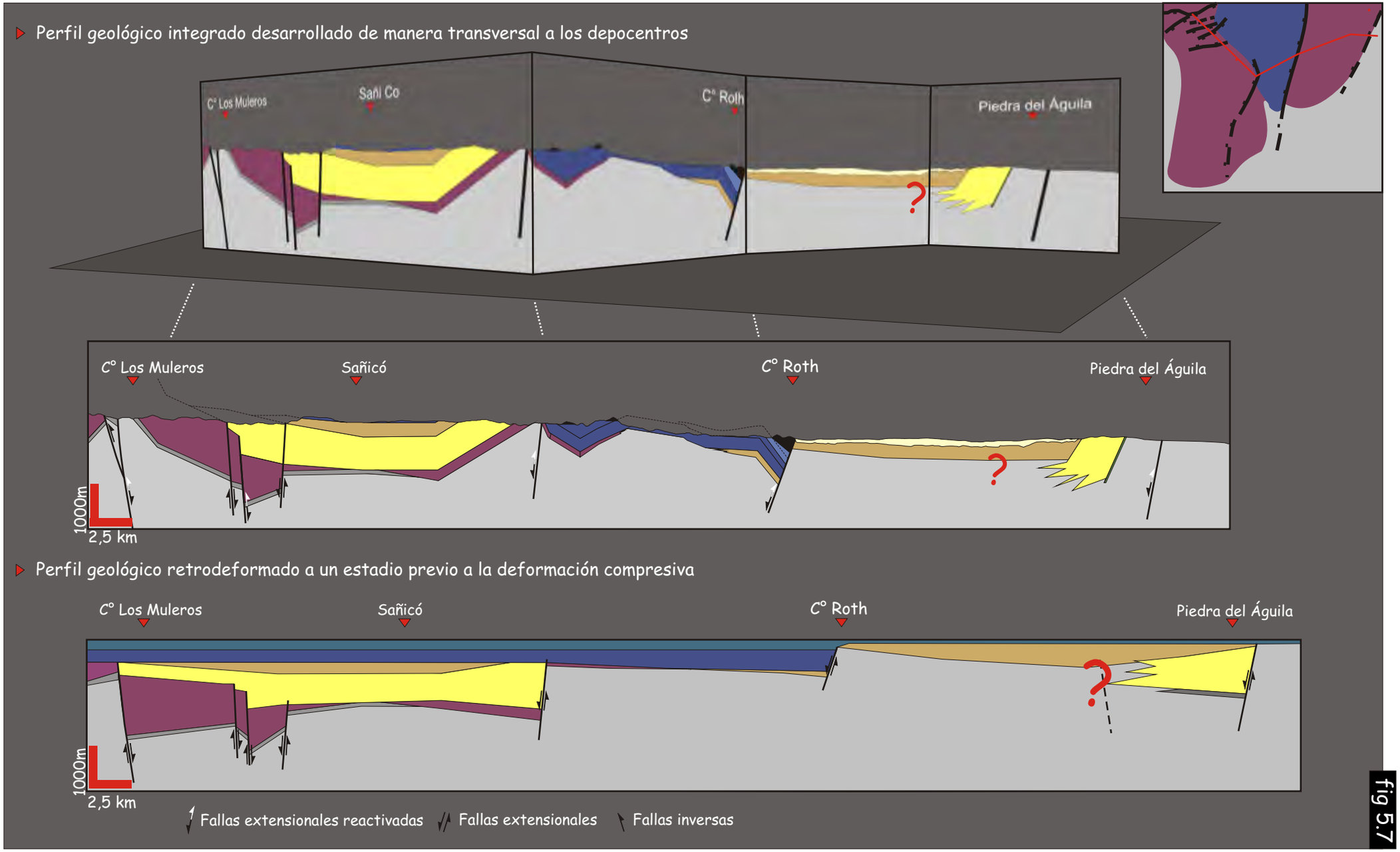


Figura 5.7. Correlación de las secciones identificadas dentro del relleno precuyano, mostradas en un perfil retrodeformado integrado de toda el área de estudio.