



UNIVERSIDAD DE OVIEDO



FACULTAD DE GEOLOGÍA

ESTRATIGRAFÍA Y ESTRUCTURA DE LA TERMINACIÓN SURORIENTAL DEL DISTRITO MINERO VILLABONA-ARLÓS (ASTURIAS)

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN RECURSOS GEOLÓGICOS E INGENIERÍA GEOLÓGICA

Cristina Vázquez Soto

Febrero 2013

Dña. Cristina Vázquez Soto, autora del Trabajo Fin de Máster titulado “ESTRATIGRAFÍA Y ESTRUCTURA DE LA TERMINACIÓN SURORIENTAL DEL DISTRITO MINERO VILLABONA-ARLÓS (ASTURIAS)” certifica que constituye un trabajo original y solicita su presentación.

En Oviedo, a 8 de febrero de 2013

Fdo. Cristina Vázquez Soto

D. José Antonio Marín Barcáiztegui, responsable de geología de MINERSA en Asturias, certifica que ha dirigido y revisado el Trabajo Fin de Máster titulado: “ESTRATIGRAFÍA Y ESTRUCTURA DE LA TERMINACIÓN SURORIENTAL DEL DISTRITO MINERO VILLABONA-ARLÓS (ASTURIAS)”, realizado por Dña. Cristina Vázquez Soto, y autoriza su presentación.

En Oviedo, a 8 de febrero de 2013

Fdo. José Antonio Marín Barcáiztegui

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
2. ANTECEDENTES	6
3. CONTEXTO GEOGRÁFICO	7
4. CONTEXTO GEOLÓGICO	13
5. HISTORIA MINERA	16
6. ESTRATIGRAFÍA	20
6.1. PERMOTRÍAS.....	21
6.2. JURÁSICO.....	26
6.2.1. Fm. Gijón.....	27
6.2.2. Fm. La Ñora.....	29
6.3. CRETÁCICO	32
6.3.1. Fm Pola Siero	33
6.3.2. Fm. Ullaga	33
7. ESTRUCTURA	35
7.1. FALLAS NORMALES DE TRAZADO NO-SE.....	40
7.1.1. Falla de Remoria y Falla de La Vega	40
7.1.2. Falla de Tabladiello y Falla de Sisiellu.....	42
7.1.3. Edad de las estructuras	42
7.2. FALLAS NORMALES DE TRAZADO E-O.....	43
7.3. ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LA COMPRESIÓN ALPINA	44
7.4. ESTRUCTURAS ALIMENTADORAS DE LA MINERALIZACIÓN	45
8. CONCLUSIONES	46
9. REFERENCIAS	49
10. AGRADECIMIENTOS	48

ANEXO 1: Sondeo CuN22

ANEXO 2: Mapa geológico

ANEXO 3: Perfiles geológicos

RESUMEN/ABSTRACT

En este Trabajo Fin de Máster se aborda la caracterización geológica de la terminación suroriental del denominado “distrito minero de Villabona-Arlós (Asturias)”, siendo el objetivo principal la interpretación estructural de la zona con el fin de planificar la compañía de investigación y prospección en la prolongación oriental de Mina Cucona, por parte de la compañía MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS, SA (MINERSA).

El área de estudio se localiza en la cuenca mesoterciaria central, en la que se disponen materiales triásicos y jurásicos en disposición subhorizontal de modo discordante al basamento paleozoico. Destacan dos familias de fallas extensionales de direcciones NO-SE y E-O, siendo ambas las alimentadoras de los fluidos hidrotermales para la formación de las mineralizaciones de fluorita. También se ha descrito un cabalgamiento alpino de dirección E-O, que superpone rocas carboníferas y triásicas sobre el Cretácico.

En este trabajo se presentará una cartografía del área a escala 1:10.000 y una descripción de los distintos materiales, con especial detalle de la cobertera mesozoica.

This Master Thesis deals with the geological characterization of the south-eastern “mining district of Villabona-Arlós (Asturias)”, the main objective is the structural interpretation of the area in order to plan the investigation and the prospecting campaign in the eastern extension of Mina Cucona, by the company MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS, SA (MINERSA).

The study area is located in the central mesotertiary basin, which consist in triassic and jurassic materials, a subhorizontal succession which unconformably overlies the Paleozoic basement. There are two families of extensional faults of NO-SE and E-O, both structures are related to the flow of the hydrothermal fluids and the formation of fluorite mineralization. Also an alpine thrust has been described; which overlies carboniferous and triassic materials over the Cretaceous.

This thesis presents a geological mapping of 1:10,000 scale and a description of the different materials, with special emphasis on the Mesozoic cover.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este trabajo forma parte del Máster de Recursos Geológicos e Ingeniería Geológica impartido por la Universidad de Oviedo, y consiste, a grandes rasgos, en el estudio geológico del sector oriental del denominado “distrito minero de Villabona-Arlós (Asturias)” y, concretamente, de las unidades estratigráficas y estructuras que constituyen la cuenca mesozoica de dicho sector.

El trabajo se ha llevado a cabo con la colaboración de la compañía mercantil MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS, SA (MINERSA), titular de varias Concesiones de Explotación minera en dicho distrito, sobre las que está desarrollando una campaña de investigación y prospección de recursos minerales. En esta misma zona, dicha compañía beneficia los yacimientos de fluorita de Mina Moscona y Minas de Villabona. Otras explotaciones actualmente inactivas en el mismo distrito son Mina Gloria, Mina Margarita y Mina Cucona.

El objetivo principal de este trabajo es la interpretación estructural de la zona prospectada, con abundante información proporcionada por sondeos, y de su extensión oriental, en la que todavía no se han emprendido labores de investigación, con el fin de planificar la campaña de sondeos a realizar en la prolongación oriental de Mina Cucona. Para ello, se han llevado a cabo las siguientes labores:

- Lectura y revisión de los trabajos y cartografías previos; estudio detallado de los sondeos realizados para la prospección y cubicación de Mina Cucona (135 sondeos con un total de 19.360 m perforados).
- Cartografía de los afloramientos y testificación de los sondeos realizados durante la elaboración de este trabajo, que han proporcionado un buen conocimiento de la sucesión estratigráfica del área de estudio y anejas.
- Se ha realizado una nueva cartografía a escala 1:10.000, prestando atención especial a las estructuras y sus direcciones, con el fin de predecir la geometría y desarrollo de un posible yacimiento de fluorita y planificar la prospección del mismo.

- Se presentan también unos perfiles realizados a lo largo del mapa cartografiado, para una mejor comprensión de la geología estructural encontrada.

Para la elaboración del mapa cartográfico los datos se recopilaron mediante el Sistema de Información Geográfica (GIS). Para la presentación de los perfiles geológicos se ha usado el programa AUTOCAD, en donde también se han integrado la información de los sondeos estudiados. Por último, se incluye una reconstrucción de uno de los sondeos, cuya testificación forma parte del trabajo de campo realizado, mediante el programa STRATER.

Este Trabajo Fin de Máster ha sido dirigido por el responsable de geología de MINERSA en Asturias, D. José Antonio Marín Barcáiztegui, y codirigido por el Profesor del Departamento de Geología D. Daniel Arias Prieto.

2. ANTECEDENTES

Para la realización de este trabajo se ha contado con la abundante información obtenida en las campañas de prospección llevadas a cabo por MINERSA en las diferentes explotaciones mineras existentes. Además de los conocimientos adquiridos en la zona con fines mineros, que se recogen en planes de labores de las explotaciones, informes de empresa, etc., se han realizado otros trabajos de investigación en diferentes universidades, generando abundante bibliografía.

Los primeros trabajos de índole minera y/o mineralógica, corresponden a tesis e informes desarrollados en Universidades españolas y francesas (García Iglesias, 1972; Jullien, 1974; Díaz González, 1978; Ferrand, 1978; Ferrand et al., 1978; Loredo, 1981).

La Universidad de Oviedo ha continuado la labor de investigación en los yacimientos de fluorita hasta la actualidad, labor reflejada en los trabajos, entre otros, de García Iglesias y Loredo (1992, 1994) y diferentes recopilaciones llevadas a cabo por Gutierrez Claverol et al. (2009) y Luque et al. (2010).

En los últimos 10 años se ha sumado a dicha labor investigadora un equipo formado por geólogos de las universidades Complutense de Madrid y Autónoma de Barcelona, principalmente, que han publicado diversos trabajos sobre la geoquímica de los fluidos en fluoritas y su datación isotópica (Sánchez et al., 2006a y b; Cardellach et al., 2007) y una Tesis Doctoral que caracteriza los procesos hidrotermales de las mineralizaciones (Sánchez, 2009).

3. CONTEXTO GEOGRÁFICO

El área objeto de estudio está situada en la zona centro-septentrional del Principado de Asturias, al este del municipio de Llanera y al oeste del municipio de Gijón (Fig. 3.1).

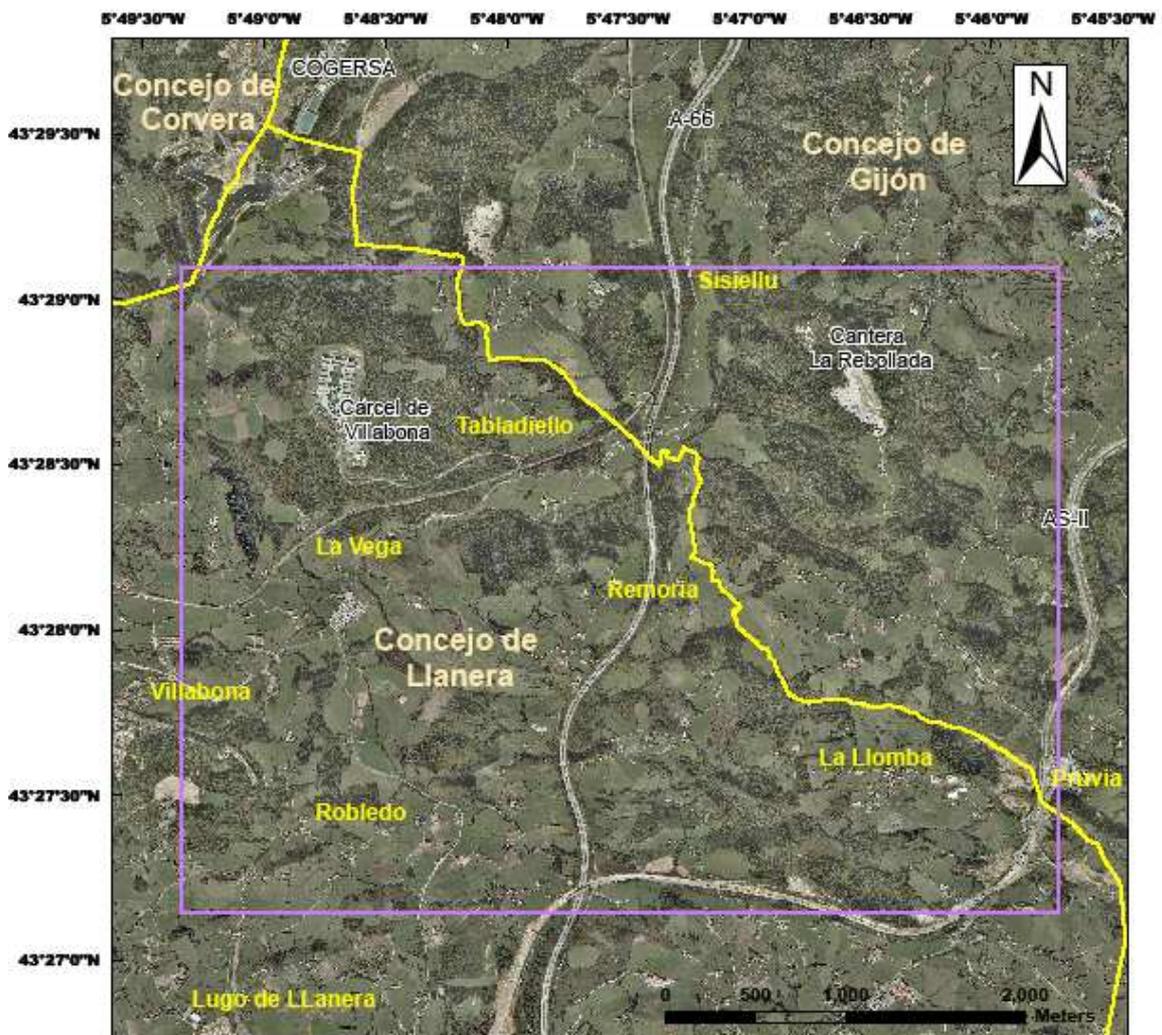


Figura 3.1. Localización del área de estudio. En morado los límites del estudio.

Las localidades principales que delimitan la zona de estudio son Villabona, al oeste, con una población de 259 habitantes (INE, 2011), Lugo de Llanera, al sur, con una población de 4570 habitantes (INE, 2009) y Pruvia, al este. Algunos de los núcleos rurales de menor entidad son Robledo, La Vega, Tabladiello, La Llomba, Sisiellu o Remoria (Fig. 3.1).

En la zona de estudio se concentra una parte importante de la actividad industrial, comercial y del empleo de la región. Entre las principales actividades económicas se encuentran numerosas explotaciones agrarias y ganaderas. La actividad industrial aporta el principal valor de la producción económica generada por el municipio. Dentro de la zona de estudio se encuentra la planta de tratamientos de residuos de COGERSA y diferentes canteras en explotación, como La Rebollada, dedicada a la extracción de áridos silíceos (Fig. 3.1). Otra instalación por la que es conocida la zona es la cárcel de Villabona, localizada en el noroeste del mapa (Fig. 3.1).

Las principales vías de acceso son la autopista A-66, que atraviesa la zona de estudio de N a S y la autopista AS-II en el extremo este (Fig. 3.1). Otra vía de comunicación es la red de ferrocarril Oviedo - Gijón y Oviedo - Avilés, por lo que esta zona presenta un importante tránsito de ferrocarriles.

La orografía del municipio de Llanera se caracteriza por presentar una superficie llana, extensa y continua (Figs. 3.2, 3.3), alterada ligeramente en la parte norte (área de estudio), donde el paisaje presenta pequeños accidentes orográficos montañosos con altitudes que oscilan entre los 75 a los 200 m. Cabe destacar que la localidad de Villabona se encuentra en la falda del Monte de Santofirme, el cual es uno de los más elevados del municipio con una altitud de 420 m.



Figura 3.2. Imagen tomada en las proximidades de Sisiellu, al fondo se observa el viaducto de la autopista A-66.



Figura 3.3. Imagen del área de estudio más occidental tomada en las proximidades de Robledo.

Los núcleos de población están dispersos en toda la zona, sin llegar a ser muy densos. Entre estos núcleos se encuentran multitud de parcelas de pastos y prados, usados para la siega y el pastoreo. Gran parte del territorio está ocupado por especies forestales, especialmente de eucaliptos (Fig. 3.3), utilizados principalmente para su explotación maderera o papelera. En menor medida, se pueden encontrar castaños, abedules y robles, así como bosques de ribera a lo largo de los arroyos; también cabe destacar la existencia de plantaciones frutales, generalmente de pomaradas.



Figura 3.4. Bosque de eucaliptos, característicos de la zona. Foto tomada en las proximidades de la cantera La Rebollá.

En cuanto a la fauna, las aves constituyen sin duda el grupo de vertebrados mejor representado en esta zona. Su diversidad está justificada por la variedad de hábitats existentes, como ya se ha indicado, y porque es una zona de paso de las aves migratorias. Por otra parte, la zona alberga cierta variedad de anfibios, reptiles y de medianos y pequeños mamíferos. Como representación de mamíferos mayores aparece el jabalí, y en menor medida, el corzo.

En general los suelos que se encuentran en el área son ácidos y pobres en nutrientes. Esto es debido a que la mayoría del sustrato es silíceo, por lo que se encontrarán suelos de tipo Cambisol húmico y Podsol húmico (según clasificación FAO, 1985). En menor medida, se presentan sustratos de naturaleza calcárea produciendo suelos tipo Luvisol calcáreo (según clasificación FAO, 1985).

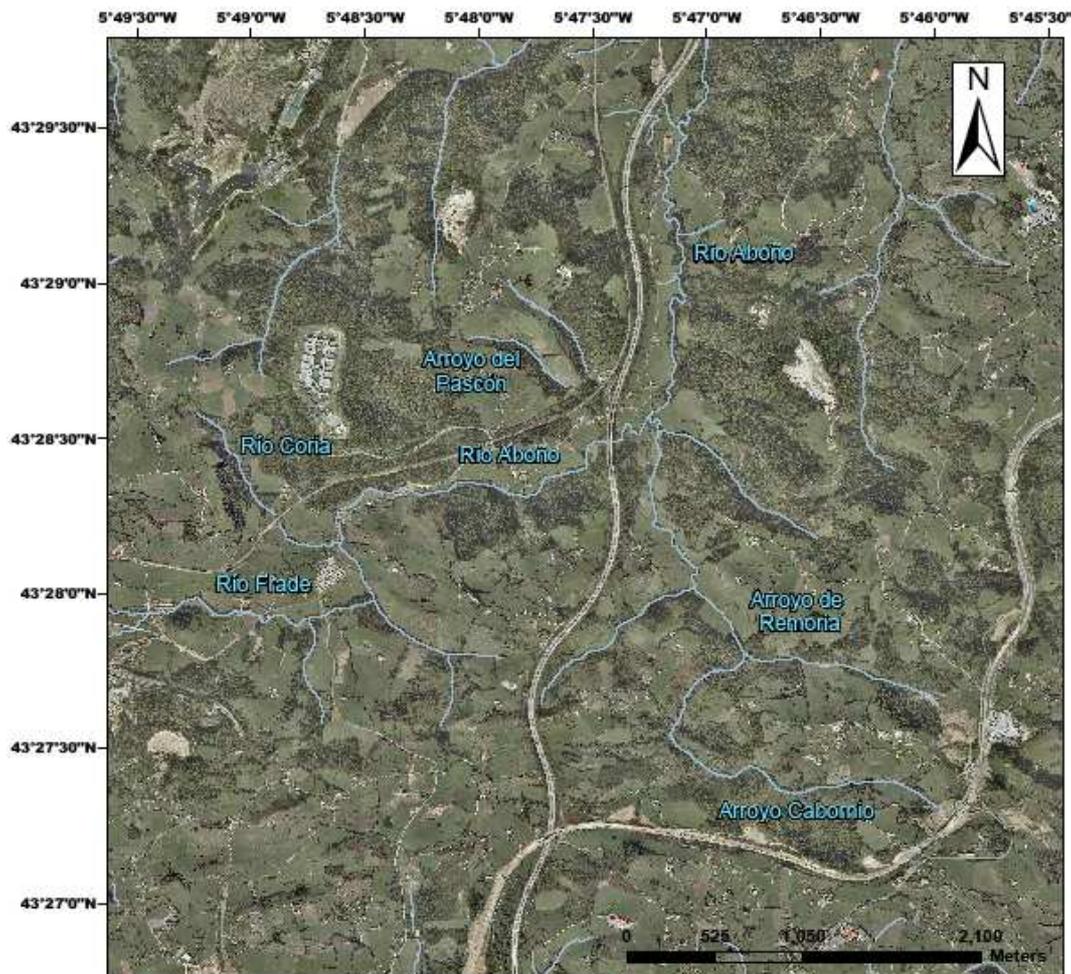


Figura 3.5. Red hidrográfica del área de estudio.

Según el Estudio Preliminar de Impacto Ambiental (2011) realizado en la zona de estudio para MINERSA, donde se contrastan los datos del Instituto Nacional de Meteorología y la publicación “Caracterización Agroclimática del Principado de Asturias MAPA 1991”, la temperatura media anual de la zona es de unos 13°C y se pone de manifiesto que los meses de agosto y enero son, respectivamente, el más cálido y el más frío. La precipitación anual está en torno a los 1140 mm. El mes que registra la precipitación máxima es diciembre con 156,7 mm, seguido de enero con 145,0 mm y los meses más secos son julio con 34,7 mm y agosto con 48,7 mm. La precipitación media estacional refleja una acumulación de las precipitaciones durante el invierno y el otoño, un moderado descenso de las mismas durante la primavera, y un periodo de relativa sequía estival. La zona de estudio puede considerarse como de ombroclima húmedo inferior.



Figura 3.6 (Derecha). Río Aboño, imagen tomada desde la carretera dirección Remoria de Arriba.

Figura 3.7 (Izquierda). Río Frade, imagen tomada en las proximidades de Mina Cucona.

La red hidrográfica (Figura 3.5) está formada por la cuenca del río Aboño (Figura 3.6), presenta un recorrido próximo a los 15 km y una dirección SO - NE, este río desemboca en la playa de su mismo nombre en Gijón, previamente es represado en

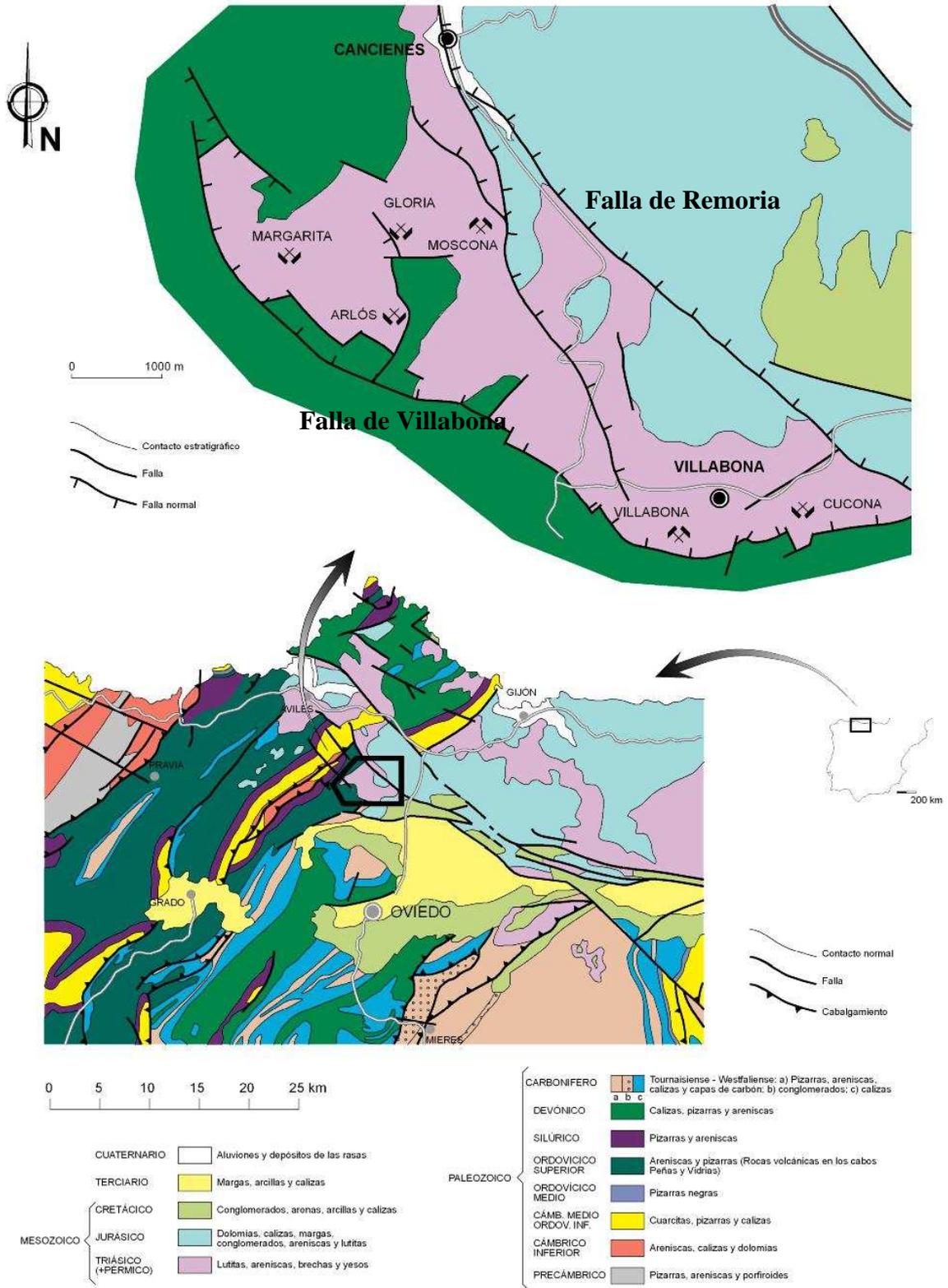
el embalse de San Andrés, situado en las proximidades de la zona de estudio. En la población de Villabona nace uno de los afluentes del río Aboño, el río Frade (Fig. 3.7). Otros afluentes, de menor importancia, son el arroyo de Remoria y el arroyo de la Peña Caliente. El fenómeno hidrológico predominante en toda esta zona, teniendo en cuenta la naturaleza de los terrenos, es la de escorrentía superficial. Del total de la precipitación media anual, los valores de lluvia útil son de unos 500 mm, y la infiltración no llega a superar el 10 - 15%.

4. CONTEXTO GEOLÓGICO

El área estudiada se localiza en la cuenca mesoterciaria asturiana, exactamente en la zona central de esta, y forma parte del Distrito Minero de Villabona – Arlós (Fig. 4.1). La secuencia estratigráfica de esta región abarca desde el Permo-Triásico hasta el Cretácico Inferior. Estos materiales constituyen la cobertera depositada discordantemente sobre el basamento paleozoico, correspondiente a la Región de Pliegues y Mantos (Fig. 4.2), una de las unidades diferenciadas por Julivert (1967) dentro de la Zona Cantábrica (Lozte, 1945). Aunque en la zona de trabajo no llega a aflorar dicho basamento, en alguno de los sondeos realizados por MINERSA a lo largo del distrito se han cortado calizas, areniscas y lutitas pertenecientes al Grupo Rañeces, calizas de la Formación Moniello y areniscas ferruginosas de la Formación Naranco (Devónico Inferior – Devónico Medio) y areniscas y pizarras del Carbonífero Westfaliense de la cuenca de Villabona.

La estructura de la Zona Cantábrica refleja la superposición de dos orogenias: el levantamiento de la cadena montañosa Varisca, durante el Carbonífero, y la deformación Alpina producida durante el Terciario (Fig. 4.3). Entre estos dos episodios se produjo uno extensional que abarca desde el Pérmico Superior hasta el Cretácico Superior. La mayor parte de las estructuras desarrolladas en la zona de trabajo corresponden a la etapa extensional, aunque también se diferencian estructuras formadas durante la compresión alpina, como el Cabalgamiento de Villabona, que constituye el límite meridional del área cartografiada, y pequeños rejuegos y basculamientos de algunas de las fallas observadas en las labores de explotación de las minas de fluorita. Al sur del área de estudio se localiza la Falla de Llanera, una de las fallas alpinas más importantes de la región (Fig. 4.3). Como estructuras extensionales presentes en el área de trabajo se han diferenciado dos familias de fallas de trazado NO-SE y E-O.

Una descripción más detallada de las características estructurales dentro de dicho área se explicará en el apartado correspondiente.



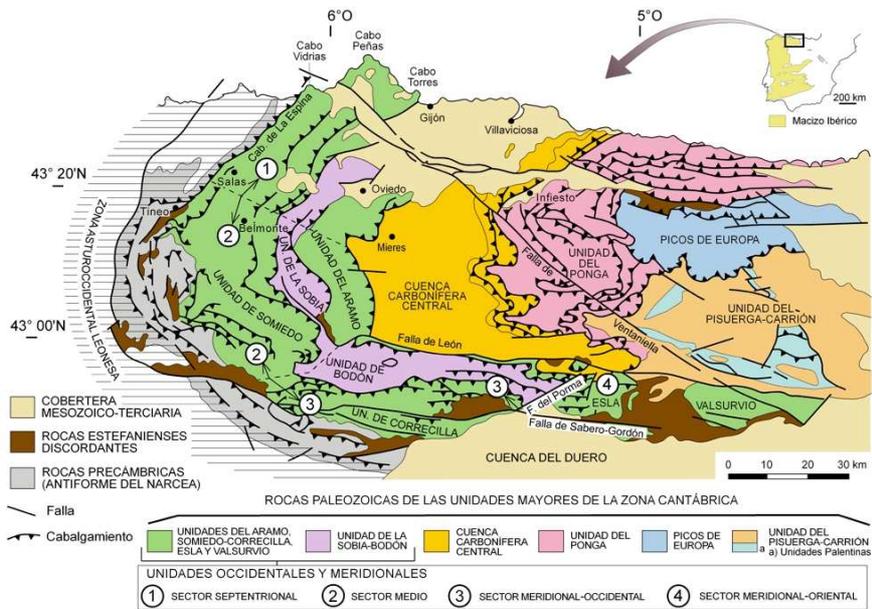


Figura 4.2. Mapa geológico de la Zona Cantábrica (tomado de Geología de España, basado en Julivert, (1971).

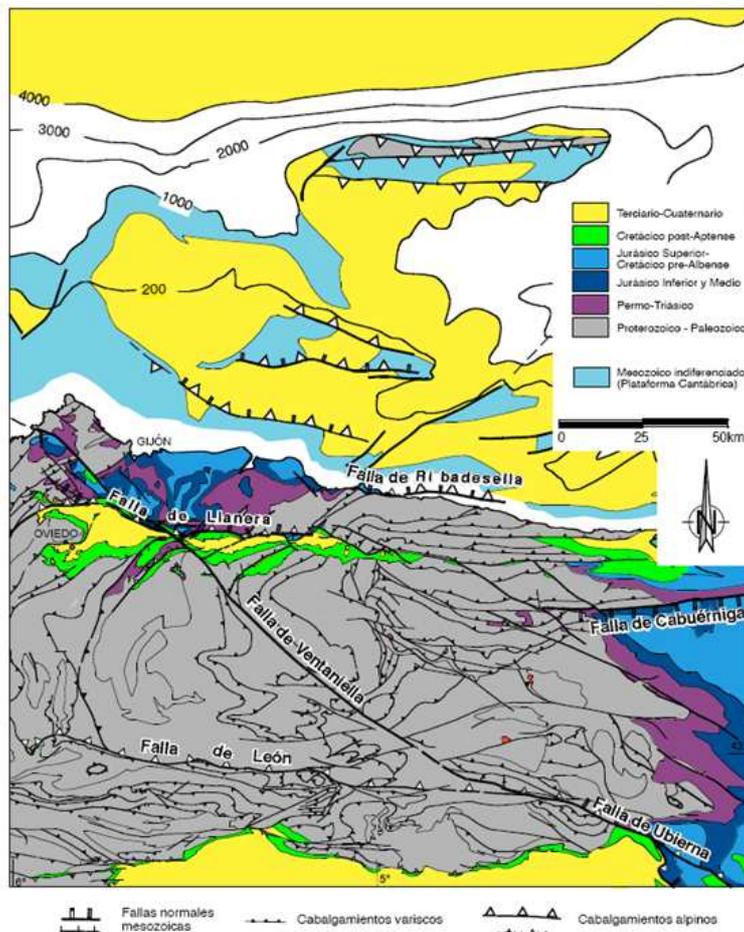


Figura 4.3. Mapa geológico de la Zona Cantábrica, donde se muestran los principales cabalgamientos variscos, las fallas mesozoicas extensionales y los cabalgamientos alpinos (mapa cedido por Juan Luis Alonso).

5. HISTORIA MINERA

Dentro del territorio asturiano se han diferenciado tres distritos mineros donde se localizan yacimientos de fluorita, los cuales son: Villabona-Arlós, Berbes-Caravia y La Collada (Fig. 5.1).

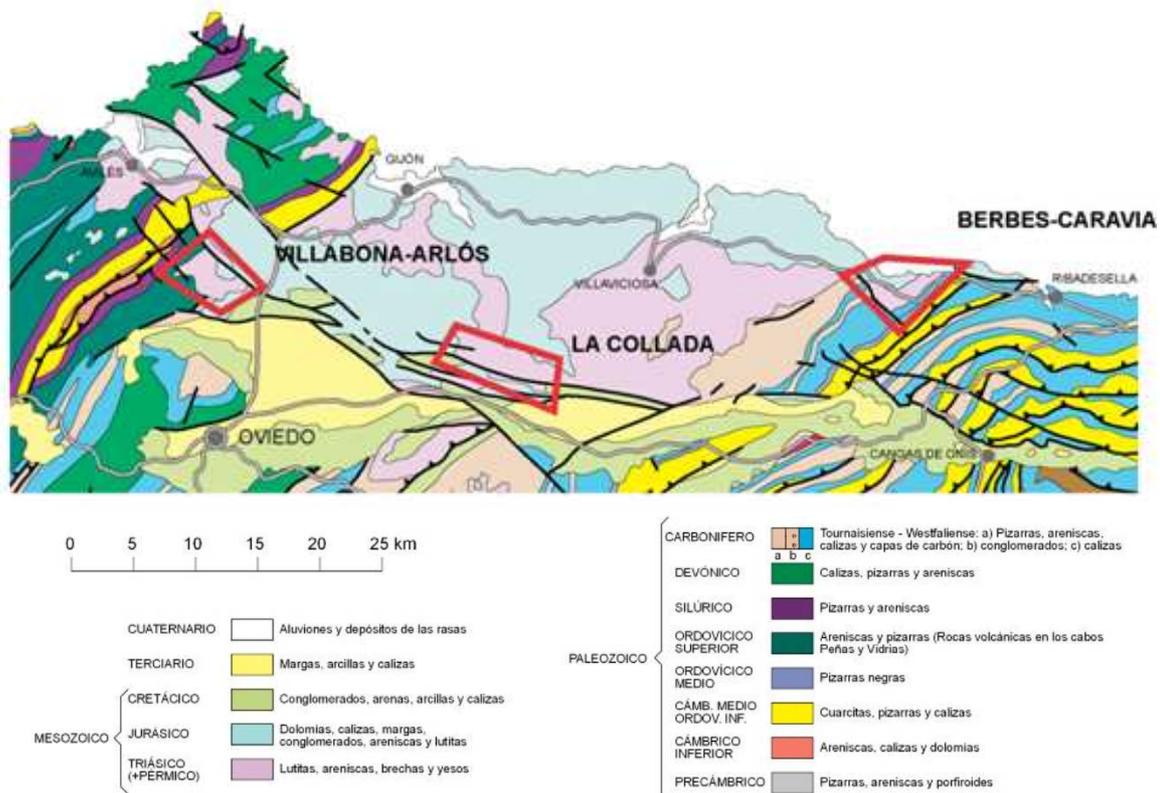


Figura 5.1. Distritos mineros donde se explotan los yacimientos de fluorita. Mapa realizado por el Departamento de Geología, Universidad de Oviedo.

La mineralización se presenta de diferentes maneras según los distritos. En Villabona-Arlós el yacimiento aparece en un mismo nivel calcáreo dentro de la secuencia triásica y a diferentes alturas respecto a la discordancia Paleozoico-Mesozoico. En La Collada y Berbes-Caravia los yacimientos se encuentran encajados dentro de la zona del contacto discordante. Otras dos zonas, de menor importancia económica, se localizan dentro de la Unidad de Pliegues y Mantos y el Manto del Ponga, donde la mineralización se relaciona con el zócalo carbonífero, aunque parece bastante probable que en el momento de su depósito existiese una cobertera pérmica superpuesta, luego desaparecida por procesos erosivos (Claverol et al., 2009).

A lo largo de la historia minera de los distritos, tanto MINERSA como diferentes empresas del sector ya desaparecidas (Minas de Villabona, S.A., Minas de Arlós, S.A., Minas Gloria, S.A., Fluoruros, S.A., Preminor, etc.) han investigado y explotado los yacimientos de fluorita emplazados dentro de la cuenca triásica. Actualmente es MINERSA quien lleva a cabo la explotación de las minas activas de fluorita: Mina Emilio y Mina Jaimina, en el distrito Berbes-Caravia, Mina Moscona y Minas de Villabona en el distrito Villabona-Arlós, y Mina La Viesca en el distrito de La Collada (Fig 5.2).

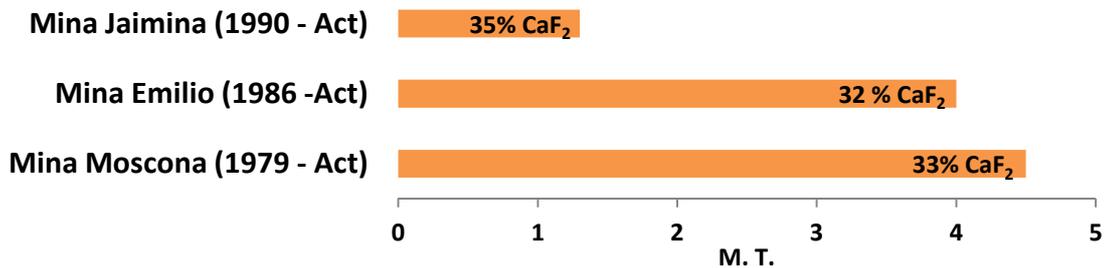


Figura 5.2. Principales explotaciones de fluorita, períodos de actividad, cantidad extraída hasta el momento (M. T.: millones de toneladas húmedas) y contenido en fluorita. Datos cedidos por MINERSA.

El distrito de Villabona-Arlós está limitado meridionalmente por la Falla de Villabona con una dirección E-O a NO-SE (Fig. 4.1), siendo ésta una falla normal con un buzamiento de entre 45° y 60°. A través del bloque hundido la falla pone en contacto la sucesión triásica con un Carbonífero productivo (Fig. 5.3). Con el comienzo de la extracción del carbón, sobre todo en las zonas de Santofirme y Truébano (Llanera), y gracias a las labores de acceso al Carbonífero, se descubrieron las mineralizaciones de fluorita, las cuales comenzaron a explotarse durante los años 60.

La mineralización en este distrito se encuentra emplazada en una caliza micrítica fuertemente silicificada, de potencia variable entre 3 y 5 m y extensión lateral a lo largo de toda la cuenca. Las características del yacimiento se ajustan al tipo Mississippi Valley (MVT). Los yacimientos MVT fueron reconocidos por primera vez hace aproximadamente 70 años (Bastin, 1939). Su nombre se debe a que la mayoría de distritos de yacimientos de este tipo, principalmente de Pb-Zn, se localizan en la cuenca de drenaje del río Mississippi en la parte central de EEUU (Leach et al., 2009). En el

caso de los yacimientos de fluorita asociados a MVT se cree que su precipitación es provocada por un descenso de la temperatura (Holland y Malinin, 1979) y se da en dominios de alta permeabilidad.

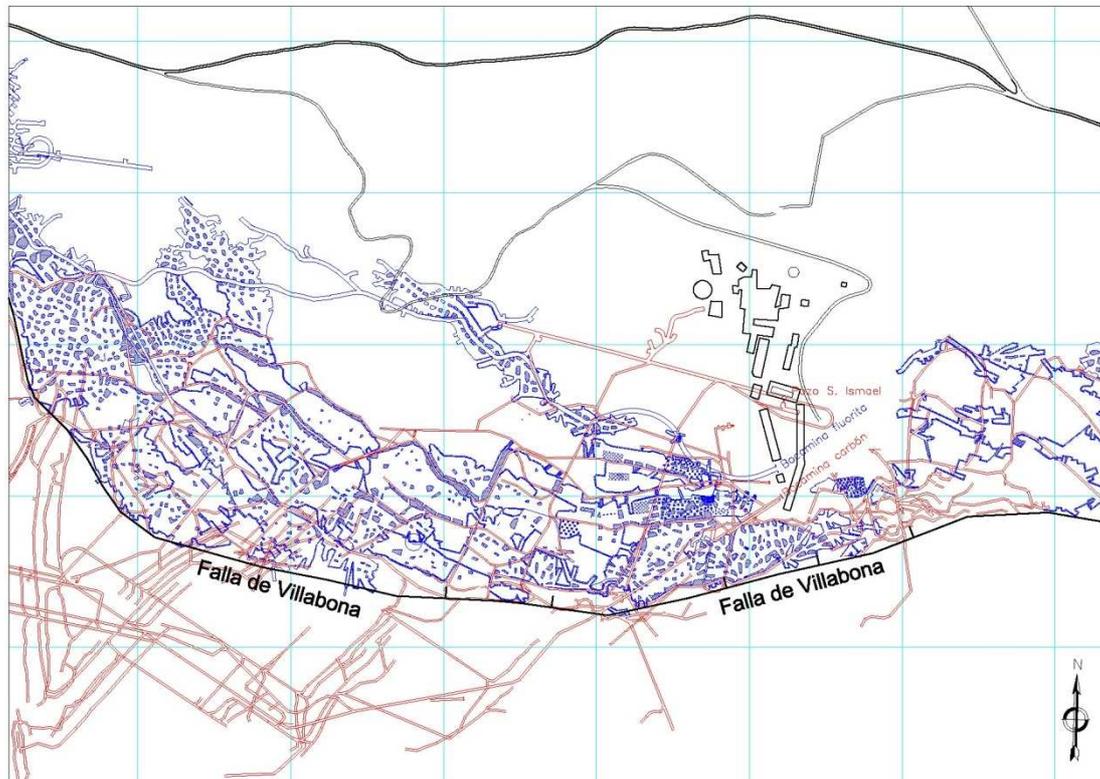


Figura 5.3. Labores de explotación de carbón (rojo) y de fluorita (azul) en Minas de Villabona. La cuadrícula es de 200x200 m. Mapa MINERSA.

En el distrito de Villabona-Arlós la circulación de los fluidos hidrotermales se produce a lo largo de las fallas extensionales mesozoicas que actúan como alimentadoras dentro del horizonte carbonatado (principalmente en el techo de éste). Este hecho se corrobora por la existencia de una mineralización de carácter filoniano preservada a lo largo de los planos de falla. Los fluidos han removilizado elementos de las litologías atravesadas, como el flúor, y al llegar a los materiales carbonatados permeables éste reacciona con el calcio liberado para dar lugar a la fluorita ($\text{Ca}^{++} + 2\text{F}^- \rightarrow \text{CaF}_2$). En aquellas áreas donde el aporte de fluidos fue elevado, la potencia de la mineralización estratoligada es mayor, pudiendo llegar a los niveles suprayacentes a la caliza, que también poseen contenido carbonatado (calcarenitas y/o conglomerados de cemento carbonatado). La ley en CaF_2 tiende a ir perdiendo riqueza a medida que nos alejamos de las estructuras alimentadoras. El horizonte calcáreo triásico se encuentra

separado del basamento Carbonífero por una secuencia de conglomerados silíceos, areniscas y margas bien consolidadas, que llegan a alcanzar una potencia conocida máxima de 150 m en las zonas prospectadas más alejadas del borde de cuenca.

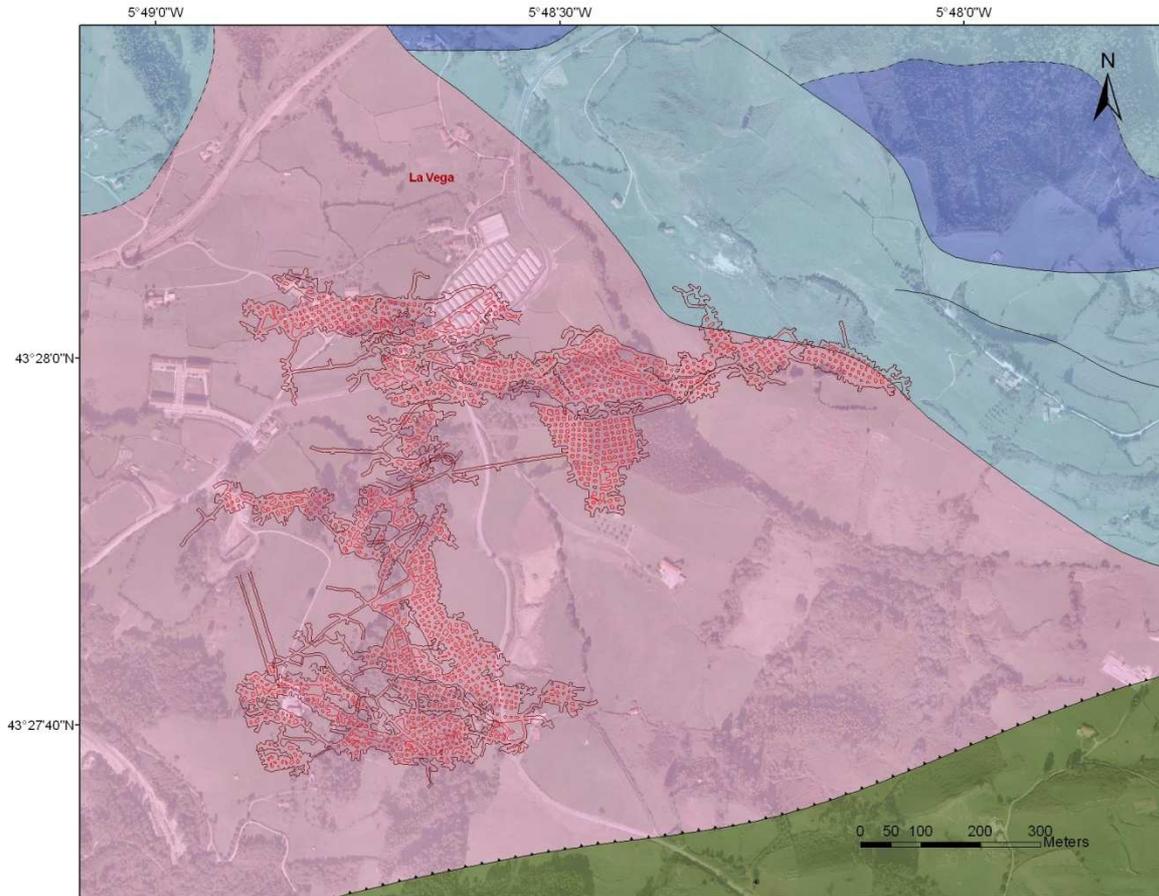


Figura 5.4. Localización y labores de Mina Cucona (MINERSA).

Dentro del área estudiada se encuentra la Mina Cucona, cuya Concesión de Explotación fue titulada a la Sociedad González y Díez, S.L. en el año 1946, comenzando la actividad minera en 1970. En 1972 la mina fue adquirida por MINERSA. La empresa realizó una campaña de sondeos y confirmó la existencia de una capa de fluorita, denominada capa Villabona, de 3 m de espesor, con reservas suficientes y leyes adecuadas para llevar a cabo la explotación subterránea. MINERSA benefició Mina Cucona (Fig. 5.4) entre 1974 y 1993 y se extrajeron 1,8 MT brutas de mineral con ley 34,12% en CaF_2 . Su cierre se produjo debido a la crisis del sector en los años 90 y conllevó a la paralización de la investigación geológica de esta zona (Fig. 5.5).

Desde 1995 MINERSA realiza una actividad continuada en la investigación de los yacimientos de fluorita, especialmente en los distritos de Villabona-Arlós y Berbes-Caravia. La actividad prospectiva al E de la Mina Cucona fue reactiva por MINERSA en 2010, a raíz de la adquisición de los derechos mineros por parte de dicha empresa.



Figura 5.5. Aspecto actual de una de las bocaminas de Mina Cucona.

6. ESTRATIGRAFÍA

La escasez de afloramientos (Fig. 6.1) y la mala calidad de los mismos impiden efectuar una descripción detallada de la sucesión estratigráfica en la zona de estudio. Para realizar una descripción más completa se incluye información obtenida mediante los sondeos llevados a cabo por MINERSA al NE de la localidad de Villabona, exactamente en el entorno de mina Cucona. Los informes de los sondeos, tanto los realizados con anterioridad en las inmediaciones de la mina, como los que se están llevando a cabo en la actualidad, han sido proporcionados por la citada empresa. En el ANEXO I se incluye la testificación del sondeo CuN-22, representativo de la sucesión estratigráfica presente en el sector occidental de la zona de estudio.

La sucesión estratigráfica, que se describe a continuación, se encuentra dentro de la Cobertera Mesozoica Asturiana y abarca materiales del Permo-Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior.

6.1. PERMOTRÍAS

El sistema Triásico está representado en la mayor parte de la Cordillera Cantábrica por depósitos de facies Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper, en discordancia sobre materiales del Carbonífero o del Pérmico Inferior. En Asturias no aparecen materiales característicos de facies Buntsandstein ni Muschelkalk, lo que hace difícil su individualización del Pérmico (Robles y Pujalte, 2004). En el Principado el Permotrías está representado por cuatro formaciones denominadas, de muro a techo, Sotres, Cabranes, Caravia y Fuentes (Martínez García, 1991).

Aunque con ciertas diferencias, que serán detalladas en la descripción posterior, el Permotrías que ha sido estudiado en la zona se asemeja a la Formación Caravia. Dicha formación muestra un desarrollo distinto en las diferentes áreas de Asturias, desde sólo unos metros de potencia hasta más de 700, ya que su espesor estuvo controlado por una tectónica sinsedimentaria de fracturación (Martínez García, 1991).

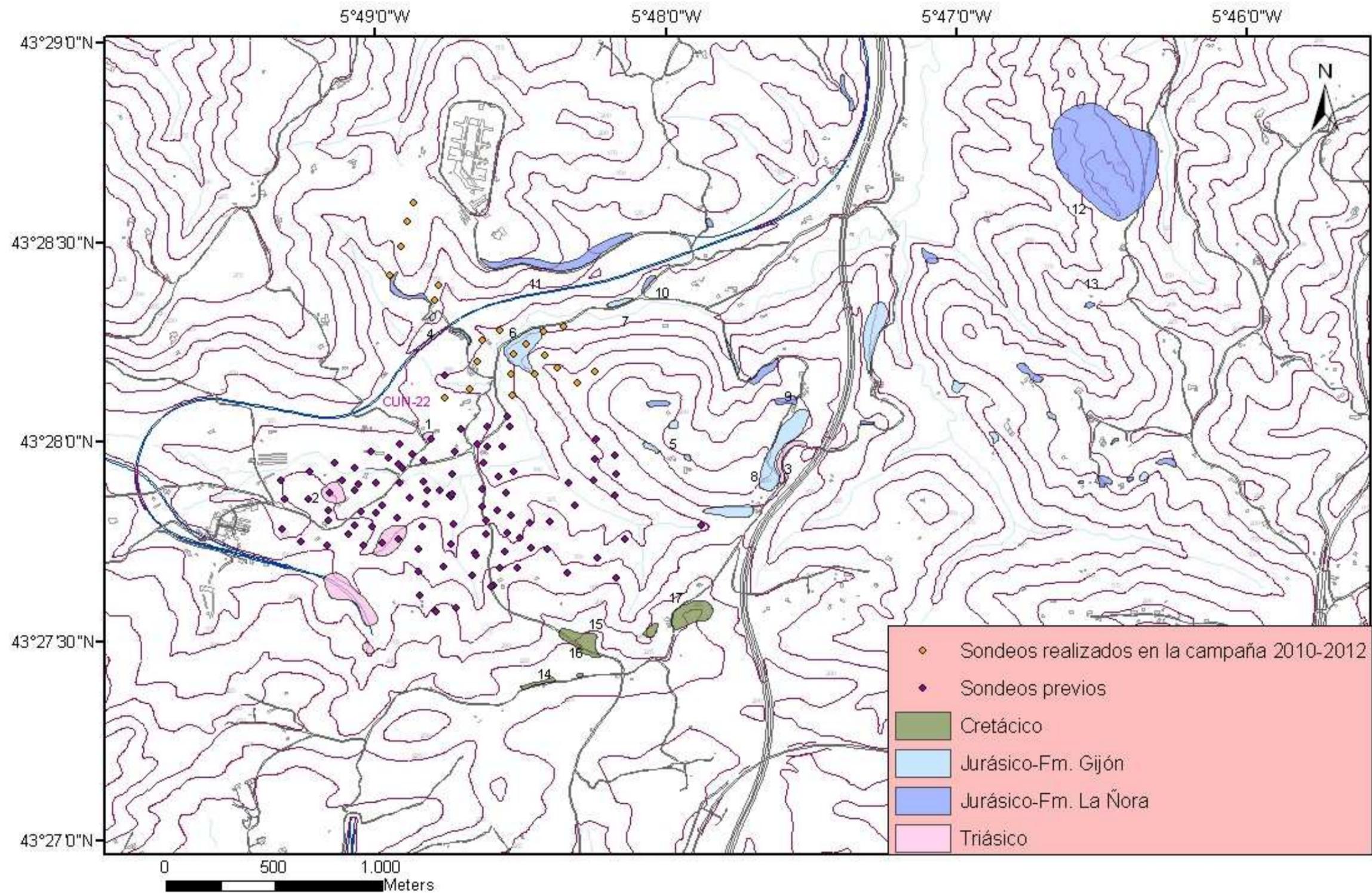


Figura 6.1. Afloramientos cartografiados en la zona de trabajo y sondeos realizados hasta la actualidad. Del sondeo CuN-22 se añade una descripción detallada en el ANEXO I. La numeración de los afloramientos corresponde a las fotografías de este apartado.

En casi todas las áreas se reconoce un tramo basal conglomerático que puede ser de carácter silíceo, que está caracterizado por un enriquecimiento en hierro, a calcáreo según la localidad. En general, la sucesión estratigráfica de la Formación Caravia está constituida por los conglomerados descritos, areniscas, margas, limolitas y arcillitas. Los términos más altos, descritos como “Formación pelítica superior” (Ferrand, 1978), están formados por una sucesión de lutitas arenoso-limosas y limolitas arcillosas con el característico color rojizo y más escasamente verdoso, en ocasiones carbonatadas (dolomicrocíticas), con nódulos de carbonato, cristales de yeso y abundantes nivelillos (normalmente de espesor inferior a 10 cm) de yeso fibroso diagenético.

El Triásico culmina con una sucesión de arcillas marrones y pizarras negras con yeso y anhidrita pertenecientes a la Formación Fuentes, en ocasiones atribuida al Jurásico Inferior. Esta formación se encuentra en contacto disconforme con la Formación Caravia y está seguida en concordancia por las calizas de la Formación Gijón (Suárez Vega, 1974), del Jurásico Inferior (Lias), que se explicarán posteriormente.

A lo largo del distrito minero de Villabona-Arlós y por tanto en el área de estudio se ha definido un Tríasico de unos 400 m, sin apenas variación de potencia excepto en su parte basal, sin cambios laterales de facies, discordante sobre el Carbonífero, y subdividido en cuatro niveles, que de muro a techo son: serie detrítica inferior, nivel calcáreo, serie detrítica superior y por último, la serie lutítico-margosa.

La **serie detrítica inferior** corresponde al relleno de un paleorrelieve y se dispone de modo discordante sobre el Paleozoico. Su potencia es de unos 100 m, variando a lo largo de la cuenca y viéndose reducida en los bordes de ésta. Está compuesta por margas y areniscas calcáreas y por conglomerados de cantos silíceos. Su edad se atribuye al Triásico Inferior.

El **nivel calcáreo** corresponde a una caliza micrítica de 3 a 5 m de potencia que generalmente aparece fuertemente silicificada y con aspecto brechoide. Este nivel carbonatado es portador de una mineralización de fluorita a lo largo de gran parte del distrito. Para observar la litología original de este nivel es necesario fijarse en los sondeos más alejados de la mineralización. La alteración silícea presenta una mayor

fluoritización. El halo de silicificación desaparece de manera gradual. Distalmente se conservan niveles y masas discontinuas de sílice microcristalino dentro de las calizas. A este nivel se le atribuye una edad de Triásico Medio a Superior.

En la zona de estudio la **serie detrítica superior**, de edad Triásico Medio-Superior, comienza con un nivel de margas con nódulos calcáreos de 1 m de potencia, seguido de una secuencia bien estratificada de areniscas margosas calcáreas, calcarenitas y niveles poco potentes microconglomeráticos. Esta serie presenta una potencia de 50 m.

Por encima de la serie detrítica superior se diferencia una **serie lutítico-margosa** de edad Triásico Superior, con rasgos atribuibles a las facies Keuper. Se trata de una sucesión monótona de unos 220 m de margas y lutitas rojas con abundantes yesos, interrumpidos en su parte media por un paquete de unos 20 m de areniscas micáceas. Estas areniscas tienen un desarrollo generalizado en todo el distrito por lo que constituyen un buen nivel guía. En el contacto basal con la serie detrítica superior se distingue un paquete de unos 10 m de lutitas con abundantes hiladas de calcita.



Imagen localidad 1. Triásico superior en las inmediaciones de Mina Cucona, serie de lutitas y margas rojas.



Imagen localidad 2. Bocamina de Mina Amparo. Triásico superior, serie de lutitas y margas rojas y algún nivel carbonatado



Imagen localidad 3. Materiales correspondientes al Triásico, alternancia de margas y lutitas rojas y grises.



Materiales correspondientes al Triásico, margas y lutitas rojas con intercalaciones de niveles de areniscas micáceas. Imagen tomada en las proximidades del área de estudio, no se encuentra señalada en el mapa. Se localiza en uno de los taludes de la carretera del Alto la Miranda dirección Villabona.

6.2. JURÁSICO

El Jurásico de la Cordillera Cantábrica está representado por dos unidades estratigráficas de distinta edad y ambiente sedimentario, referidas frecuentemente en la literatura geológica regional como Jurásico marino (Lias y Dogger) y Jurásico continental (Malm), generadas en diferentes etapas de la evolución tectónica de la cuenca.

Durante el Jurásico Inferior-Medio la Cordillera Cantábrica formaba parte de un extenso mar; a partir del Jurásico Medio la cuenca sufrió una regresión con emersión y erosión subaérea importante (Aurell y Melendez, 2002), produciéndose un cambio de condiciones marinas a continentales, coincidiendo con el comienzo del Jurásico Superior.

El Jurásico de la zona de estudio está representado por rocas carbonatadas (Formación Gijón) y silíceas (Formación La Ñora). El tránsito entre el Permotrías y el Jurásico inferior está constituido por un tramo de espesor variable (5-20 m) de alternancias de arcillas negras y rojas y margas grises con frecuentes niveles de sulfatos, que puede asociarse a la Formación Fuentes, de Martínez-García (1991), cuya edad sería Retiense (Triásico Superior) a Hettangiense (Jurásico Inferior).



Imagen localidad 4. Margas grises que podrían corresponder a la Formación Fuentes y que han sido cartografiadas como materiales pertenecientes al Jurásico Inferior.

6.2.1. Formación Gijón

Por encima de los niveles de tránsito (Formación. Fuentes) se disponen materiales calcáreo - dolomíticos que en su mayor parte se encuentran tableados y que son de color ocre a grisáceo. Las calizas y dolomías muestran intercalaciones de niveles lutítico-arcillosos negros, con espesores aproximados a 2 m. La potencia de esta unidad estratigráfica varía como consecuencia de su depósito sinorogénico y/o de su erosión posterior. Este hecho no es visible en la zona de trabajo, puesto que la Formación Gijón está erosionada en algunas zonas y oculta por los conglomerados suprayacentes de la Formación La Ñora en otras. Sin embargo, dicha diferencia en su espesor se observa a

lo largo de la mitad septentrional del distrito Villabona-Arlós, en el entorno de mina Moscona. Así, la potencia de la formación aumenta en dirección oriental, en los bloques hundidos de las fallas normales (Marín, com. per.). La edad de la unidad es de Hettagiense Superior a Sinemuriense Inferior (Jurásico Inferior).



Imágenes localidad 5. Dolomías de la formación Gijón que presentan un buzamiento de 12°.



Imagen localidad 6. Afloramientos de las dolomías de la formación Gijón en la carretera AS-325, presentan un buzamiento de 17°. Imagen localidad 7. Afloramientos de las dolomías de la Formación Gijón en la carretera AS-325, inmediatamente por encima de estos materiales se sitúa la Falla de Tabladiello, que pone en contacto las dolomías con los conglomerados de la Formación La Ñora.



Imagen localidad 8. Dolomías de la formación Gijón de aspecto brechoide y muy silicificadas debido a la proximidad de estas a una falla de rango menor.

6.2.2. Formación La Ñora

Esta unidad detrítica está compuesta por conglomerados de cantos silíceos y areniscas depositados en un ambiente fluvial, discordantemente y con un ángulo muy bajo sobre los materiales calcáreos-dolomíticos. Se diferencian secuencias de conglomerados cuarcíticos con cicatrices erosivas, formando sets de estratificación cruzada de media escala, y con algunos lentejones arenosos intercalados. La geometría de los lentejones es variable y presentan estructuras tales como laminación cruzada curvada de media escala. Según Sánchez de la Torre y Barba Regidor (1981) las areniscas estratificación cruzada en surco que pasa a laminación flaser. Los cantos son redondeados, con unos tamaños comprendidos entre 3 y 25 cm, siendo los más abundantes los comprendidos entre 3 y 7 cm. La matriz es arenosa y silícea y representa entre un 10-15% del total, su tamaño de grano es medio, y puede contener óxidos de Fe. La potencia de la unidad, conocida informalmente como “piedra fabuda”, puede llegar a

los 200 m en el área de estudio, reduciéndose a localmente hacia el oeste y regionalmente hacia el este. Su edad es Kimmeridgiense (Jurásico Superior).



Imagen localidad 9. Conglomerados de la Formación La Ñora.



Imagen localidad 10. Conglomerados de la Formación La Ñora, con lenticiones de areniscas intercalados.



Imagen localidad 11. Conglomerados de la Formación La Ñora, en el talud de la carretera que va hacia la cárcel de Villabona. Presentan abundantes lentejones de areniscas.



Imagen localidad 12. Conglomerados de la Formación La Ñora, Cantera La Rebollá.



Imagen localidad 13. Conglomerados de la Formación La Ñora, en la parte de debajo de la foto se distinguen niveles más arcillosos.

6.3. CRETÁCICO

El período Cretácico asturiano se puede dividir en dos conjuntos de materiales que alcanzan un espesor que varía, según las zonas, entre 150 y 280 m. El conjunto inferior, de edad Albiense a Cenomaniense, se constituye predominantemente por materiales silíceos, como conglomerados, areniscas y arcillas, aunque también hay depósitos carbonatados. El conjunto superior, de edad Turoniense a Santoniense, al contrario que el inferior, es predominantemente carbonatado.

Las rocas cretácicas en la zona estudiada afloran en la parte más meridional, y se distribuyen a lo largo del bloque de muro de una falla de dirección E-O. Se han diferenciado dos formaciones, Pola de Siero y Ullaga, de edad Albiense Medio-Superior.

6.3.1. Formación Pola de Siero

Esta formación está compuesta por conglomerados silíceos, areniscas y arenas, y en su parte superior por lutitas, margas y limos. Su aspecto en afloramiento es similar al de Formación La Ñora, por lo que en ocasiones resulta difícil diferenciarlas.



Imagen localidad 14. Conglomerados de la Formación Pola de Siero.

6.3.2. Formación Ullaga

Por encima de las lutitas, margas y limos de la Formación Pola de Siero aparecen unas calizas tableadas de color marrón grisáceo, seguidas de una alternancia de lutitas con areniscas y arenas. Están presentes en toda la zona sur del mapa, desde Robledo hasta Pruvia.



Imagen localidad 15(Izquierda). Dolomías de la Formación Ullaga fuertemente bioturbadas.
Imagen localidad 16 (Derecha). Dolomías de la Formación Ullaga con un buzamiento de 40°,
presenta alternancias de lutitas.



Imagen localidad 17. Dolomías de la Formación Ullaga, buzamiento igual a 38°.

7. ESTRUCTURA

Como se indicó anteriormente, al ciclo compresivo alpino antecede un periodo extensional comprendido entre el Pérmico Superior y el Cretácico Superior. Este episodio está dividido en dos etapas. La primera etapa extensional post-hercínica abarca desde el Pérmico Superior al Jurásico Medio y dio lugar a las cuencas permotriásicas. La segunda etapa extensional tuvo lugar durante el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior, en relación con la apertura del Golfo de Vizcaya, dando lugar a la formación de las principales cuencas mesozoicas, que permanecen estables a partir del Albiense hasta la inversión tectónica durante el Terciario (Pulgar et al., 1999). Durante esta etapa de extensión se produjo una transgresión marina generalizada de las cuencas ibéricas sobre las que se instalaron extensas plataformas carbonatadas (Gallastegui, 2000); entre estos depósitos se encuentran los materiales carbonatados jurásicos que forman parte de la cuenca mesozoica del área de estudio.

La cobertera mesozoica se dispone discordante sobre el zócalo paleozoico. En general, los materiales rocosos de dicha cobertera, exentos de los intensos procesos de deformación que afectaron al basamento durante la Orogenia Varisca, tienden a disponerse suavemente inclinados o incluso horizontales (García-Ramos y Gutiérrez Claverol, 1995), salvo en áreas muy localizadas próximas a fallas de edad tardía. Así, en el área de estudio, las unidades triásicas y jurásicas muestran un suave buzamiento hacia el N-NE que no suele superar los 15°.

Gran parte de las fallas alpinas desarrolladas en la Cordillera Cantábrica representan la reactivación de cabalgamientos variscos o la inversión de fallas normales mesozoicas. Esta inversión tectónica propició la formación de las cuencas terciarias (Pulgar et al., 1999). Un ejemplo de este tipo de estructuras es la Falla de Llanera, cuya evolución como falla extensional hasta su inversión durante el ciclo compresivo alpino se representa en el esquema de la figura 7.1.

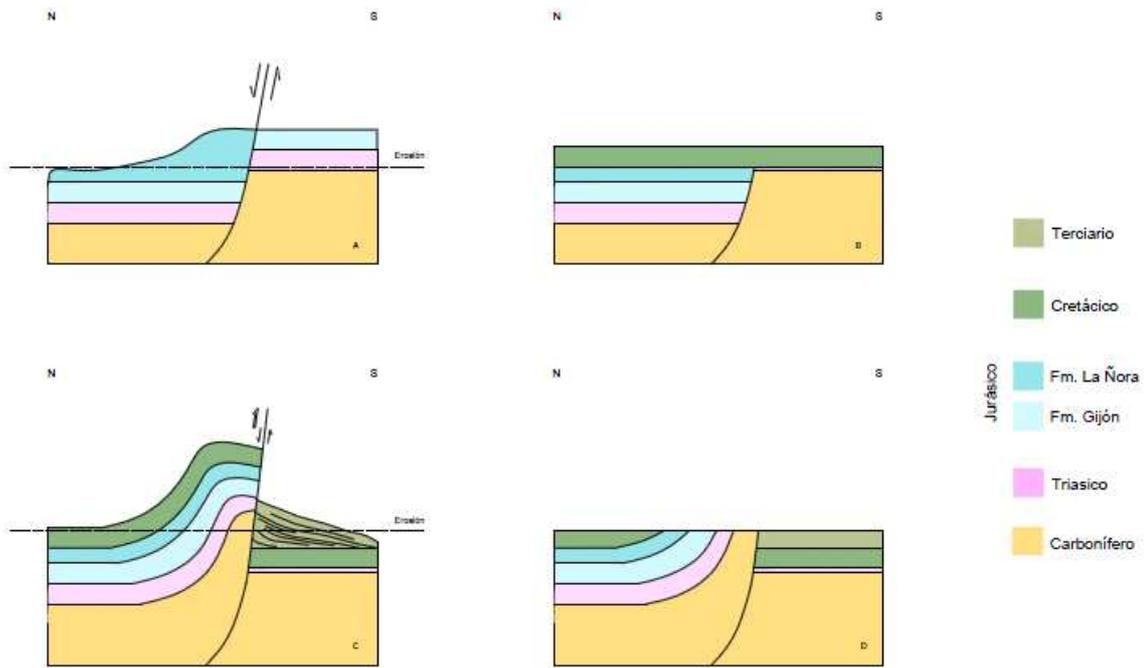


Figura 7.1. A: Juego normal pre-Cretácico; hacia el norte se depositan rocas jurásicas sinextensionales. B: Tras la etapa erosiva, el Cretácico se deposita sobre el Jurásico (bloque hundido) y sobre el Triásico o Paleozoico (bloque elevado). C: Falla reactivada durante el Terciario, con formación de una cuenca en el bloque cabalgado. La deformación se concentra en la zona próxima a la falla. D: Estructura final erosionada.

La Falla de Llanera se encuentra inmediatamente al sur de la zona de estudio. Se trata de una falla normal relacionada con procesos extensionales mesozoicos, reactivada como cabalgamiento durante la compresión alpina. Al norte de la falla se conservan materiales triásico-jurásicos, mientras que hacia el sur los materiales cretácicos se apoyan directamente sobre el basamento varisco y localmente sobre el Triásico. En el bloque superior de dicha falla el Mesozoico presenta generalmente una disposición subhorizontal, con buzamientos suaves excepto en las proximidades de la falla en donde aparece una banda de cabalgamientos y pliegues vergentes al sur, cuyo desarrollo puede atribuirse al efecto de contrafuerte (*butressing*, p.e. Welbon, 1988; Butler, 1989) ejercido por la falla normal durante la etapa compresiva de la fractura (Pulgar et al., 1999) (Fig. 7.2)

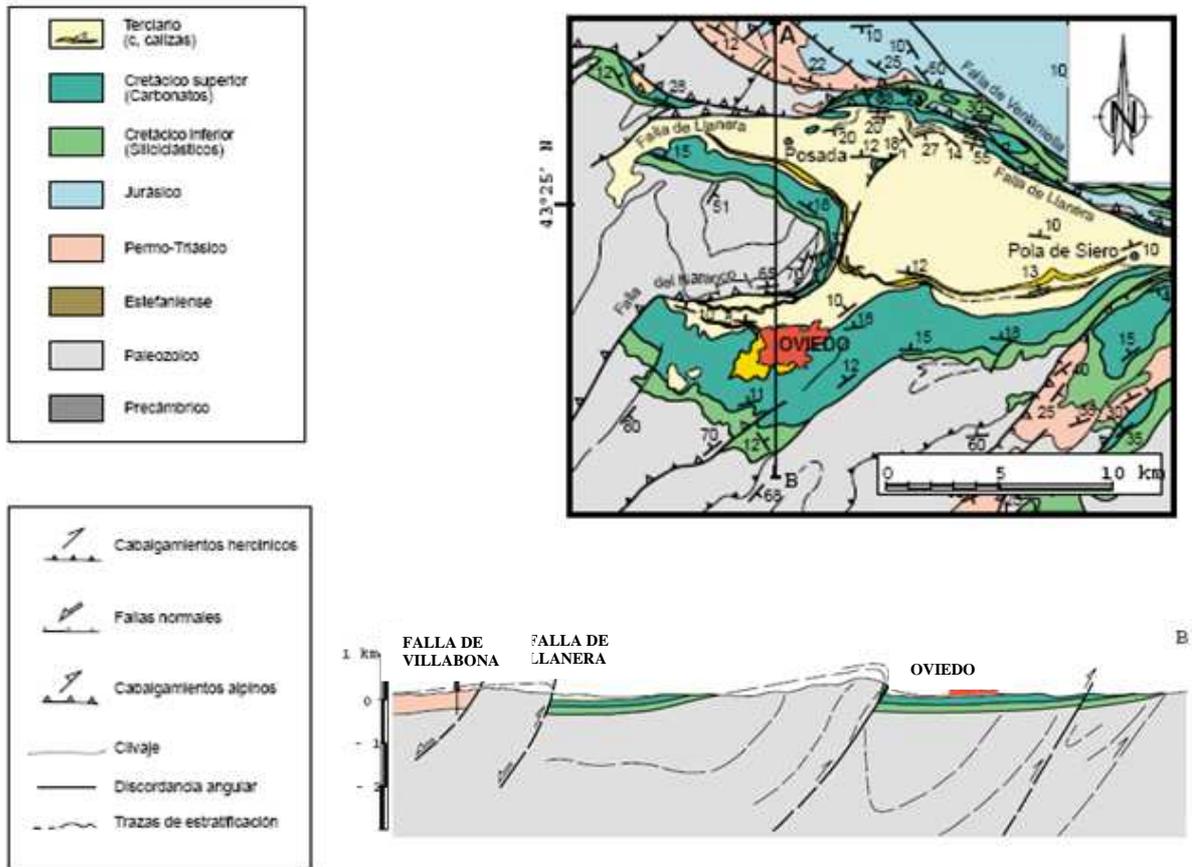


Figura 7.2. Mapa geológico y corte transversal de la cuenca meso-terciaria de Oviedo (Pulgar et al. 1999), con indicación de la zona de estudio.

Puede establecerse una correspondencia entre los sectores estructurales descritos y las unidades que clásicamente se han diferenciado dentro de la cuenca Meso-Terciaria de Asturias. Así, la zona de baja deformación al norte de la Falla de Villabona (Fig. 7.2) correspondería a la denominada Cuenca de Gijón-Villaviciosa. La banda de fuerte deformación con cabalgamientos y pliegues asociados comprendida entre la Falla de Villabona y la Falla de Llanera se enmarca dentro de la Franja Móvil Intermedia, y la zona al sur de la Falla de Llanera, donde se desarrolla la cuenca sinorogénica terciaria, corresponde al Surco de Oviedo Infiesto.

En este contexto estructural, la zona de estudio se encuentra inmediatamente al norte de una de las estructuras compresivas alpinas, el Cabalgamiento de Villabona, dentro del área de “baja deformación”, donde las estructuras principales son fallas

normales desarrolladas durante la extensión mesozoica y en la que apenas se encuentran indicios del ciclo compresivo alpino.

A continuación se describen las principales estructuras presentes en el área de estudio, entre las que pueden distinguirse dos familias de fracturas extensionales, de trazado NO-SE y E-O, que involucran a los materiales del permotriás y a la sucesión jurásica, y el Cabalgamiento de Villabona, la estructura compresiva principal que, como se ha dicho anteriormente, limita meridionalmente el área cartografiada. La mayoría de estas estructuras no son visibles en el campo, pero se confirman en los sondeos llevados a cabo en la zona oeste, y por la cartografía de afloramientos.

En la figura 7.3 se sitúan los perfiles que se han elaborado, los sondeos utilizados para la interpretación y se identifican las estructuras que se van a definir.

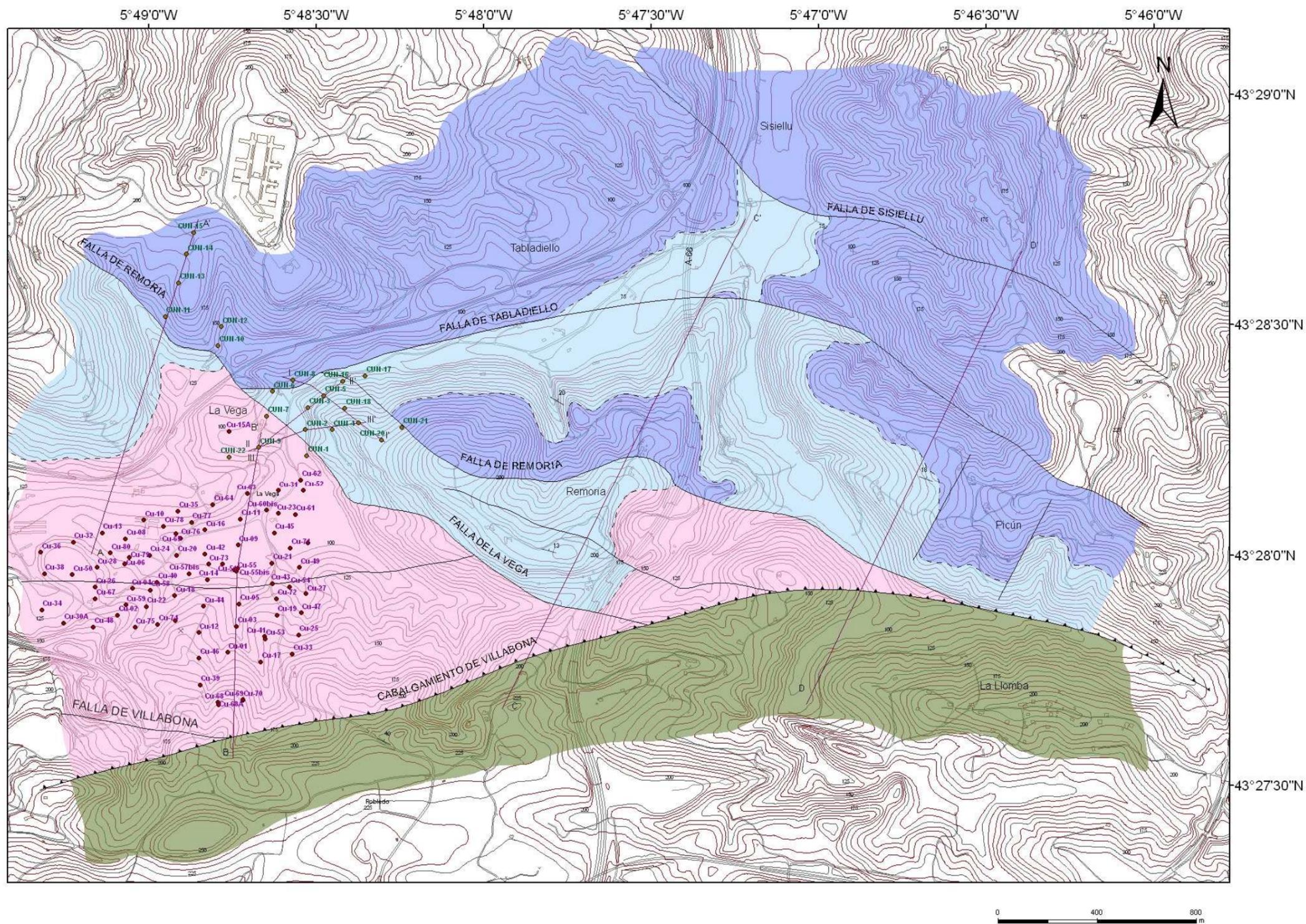


Figura 7.3. Mapa geológico de la zona donde se indican los perfiles realizados, los sondeos utilizados para realizar dichos perfiles y las estructuras diferenciadas.

7.1. FALLAS NORMALES DE TRAZADO NO-SE

La reconstrucción de estas fallas se muestra en los perfiles A-A', C-C', D-D', II-II' y III-III', realizados subperpendicularmente al trazado de las mismas.

Partiendo de la zona más occidental hacia la oriental se encuentran las siguientes fallas normales: la Falla de La Vega (F_{LV}), la Falla de Remoria (F_R), la Falla de Tabladiello (F_T) y la Falla de Sisiellu (F_s).

7.1.1. Falla de Remoria y Falla de La Vega

La traza cartográfica de la Falla de Remoria se extiende desde el oeste de la cárcel de Villabona en dirección SE, hasta su terminación oriental contra el Cabalgamiento de Villabona (cabalgamiento alpino que posteriormente será descrito). Al sur de la cárcel se bifurca dando lugar a la Falla de La Vega, con el mismo trazado y terminación en el citado cabalgamiento. La génesis de ambas fallas normales ha sido, probablemente, simultánea.

En la carretera que parte desde la localidad de La Vega en dirección NO, las lutitas rojas de la serie lutítico-margosa superior del Triásico aparecen seguidas de los conglomerados de la Formación La Ñora (Jurásico Superior). Se ha interpretado este contacto correspondiente a la Falla de Remoria, que provoca la omisión estratigráfica de toda la Formación Gijón. El salto de la Falla de Remoria se puede cuantificar con más precisión en los perfiles A-A' y C-C' o D-D'. En el primero se observa un salto aproximado a 200 m o ligeramente superior ya que no se llega a determinar el muro de la Formación Gijón en el bloque hundido, que podría ser utilizado como punto homólogo a ambos lados de la fractura. En los perfiles C-C' y D-D' el salto de la Falla de Remoria es superior a 150 m, deducido por el muro de la Formación Gijón a ambos lados de la falla. En cambio, el salto de la Falla de La Vega, observado en los cortes B-B', II-II' y III-III' mediante el nivel de las areniscas micáceas o de la serie lutítico-margosa situada por encima de dichas areniscas (SLMs), es de 60 m.

La Falla de Remoria se extiende hacia el NO con un trazado cartográfico de unos 8-10 km, finalizando en el norte de la localidad de Cancienes. En dicho sector, el

salto de la estructura se ha cuantificado, mediante sondeos en la zona de Mina Moscona, en más de 200 m, por lo que puede suponerse que dicho salto es consecuencia de la suma de los saltos de la Falla de Remoria y la Falla de La Vega desde su punto de bifurcación hacia el NO.

La inclinación de la Falla de Remoria es de unos 60° hacia el NE, determinada mediante los sondeos CuN11, CuN13, CuN14 y CuN15 (perfil D-D'). A lo largo de casi todo su trazado esta estructura pone en contacto la Formación La Ñora (bloque hundido) con la Formación Gijón (bloque elevado); en la parte más oriental pone en contacto la Formación Gijón (bloque hundido) con la serie lutítico-margosa triásica (bloque elevado).

La inclinación de la Falla de La Vega es similar a la de Remoria (60° hacia el NE), y se ha cuantificado mediante los sondeos CuN3, CuN5, CuN12 (perfil II-II') y CuN 4, CuN 19 (perfil III-III'). Esta estructura pone en contacto materiales de la Formación Gijón (bloque hundido) con materiales del Triásico (bloque elevado); en su zona más oriental pone en contacto el techo del Triásico (bloque hundido) con el muro (bloque elevado).



Figura 7.4. Talud de la autopista A-66 a la altura de Remoria donde se diferencia una de las estructuras descritas.

Entre estas dos estructuras que han sido descritas se encuentra una falla de menor rango, con una ligera inclinación hacia el SO y con un salto de falla de 30 m. dicha falla es visible desde la carretera A-66 (Fig. 7.4), donde pone en contacto calizas jurásicas con lutitas y margas rojas triásicas.

7.1.2. Falla de Tabladiello y Falla de Sisiellu

La Falla de Tabladiello presenta un trazado NO-SE desde el norte de Picún hasta la autopista A-66. En este punto, su traza sufre una ligera inflexión hasta disponerse con dirección E-O, hasta ser cortada por la Falla de Remoria. Su inclinación pasa, por tanto, de NE a NNO. La Falla de Sisiellu se dispone con un trazado NO-SE y una inclinación hacia el NE.

Ambas fallas se observan en los perfiles C-C' y D-D'. Aunque no se dispone de sondeos en esta zona del área de estudio que permitan cuantificar la inclinación de los planos de falla, su trazado cartográfico indica un fuerte buzamiento de los mismos, que podría estar en torno a 75°

Mediante el perfil C-C' se determina que el salto de la Falla de Tabladiello es de aproximadamente 100 m, ya que a ambos lados de la estructura se puede observar el techo de la Formación Gijón. El salto de la Falla de Sisiellu es difícil de cuantificar mediante las observaciones cartográficas. Pone en contacto la Formación La Ñora con materiales de su misma edad, excepto en un tramo donde las calizas de la Formación Gijón afloran en su bloque elevado.

7.1.3. Edad de las estructuras

Al NO del área de estudio, en el entorno de Mina Moscona, el trazado de la Falla de Remoria aparece interrumpido localmente bajo la parte alta de los conglomerados de la formación La Ñora (Jurásico Superior), y al E de la localidad de Cancienes, las areniscas de la Formación Lastres (Jurásico Superior, suprayacente sobre la anterior) fosilizan dicha estructura.

Por otra parte, la mineralización de fluorita ha sido datada en una edad de 185 ± 25 Ma (Sánchez et al., 2006b). Teniendo en cuenta que los filones desarrollados a lo largo de las fallas no han sido removilizados y que estas afectan al Triásico y al Jurásico, dichas estructuras tendrían la misma edad que la mineralización, es decir Jurásico Inferior-Medio.

También se observa, tanto en esta zona del área de la Mina Cucona como en Mina Moscona, que la potencia de los materiales calcáreo-dolomíticos de la Formación Gijón aumenta hacia el NE. En el bloque elevado de la Falla de Remoria, esta formación presenta una potencia de 100-150 m, en cambio, como se ve en los perfiles A-A', C-C' y D-D', la potencia asciende a más de 200 m en el bloque hundido de esta misma falla.

7.2. FALLAS NORMALES DE TRAZADO E-O

Estas estructuras son de menor salto que las anteriores y, como se explicará a continuación, son previas al juego de las fallas NO-SE. Su geometría se muestra en los perfiles I-I' y A-A'; el primero está realizado paralelo a la Falla de La Vega, es decir con una dirección NO-SE y el segundo presenta una dirección N-S, ambos están elaborados perpendicularmente a las fallas a describir.

Analizando los sondeos contenidos en los perfiles, se muestran diferentes omisiones de la serie lutítico-margosa superior (SLMs) e inferior (SLMi). En los sondeos CuN18, CuN5 y CuN8 (perfil I-I') esta omisión se presenta en el SLMs, esto es debido a la actuación de fallas extensionales de trazado E-O con diferentes inclinaciones (NW y SE). A lo largo de este mismo perfil se observa una omisión constante de la SLMi, en este caso es la Falla de La Vega la que provoca la omisión de estos materiales y a su vez corta a estas fallas de trazado E-O. En los sondeos CuN3, CuN5 y CuN12 (perfil II-II') también se omite la SLMs debido a una de estas fallas, este perfil se ha realizado paralelo a esta familia de fallas.

El perfil A-A' ha sido llevado a cabo con los sondeos que fueron realizados durante la explotación de la Mina Cucona sobre los materiales triásicos. En este se observa como las fallas normales de trazado E-O provocan el hundimiento de la capa

mineralizada hacia el norte. Los saltos de falla no suelen ser muy elevados, entre 20 y 50 m.

7.3. ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LA COMPRESIÓN ALPINA

La estructura compresiva más evidente desarrollada en la zona de trabajo corresponde al Cabalgamiento de Villabona. Es probable que se trate de una estructura con juego post-hercínico que durante la orogenia Alpina se reactivó como una falla inversa. Su movimiento como falla normal podría argumentarse inmediatamente al oeste de la zona de estudio, donde el cabalgamiento se bifurca, partiendo de su traza la Falla de Villabona, una falla normal que constituye el límite meridional del distrito Villabona-Arlós (Fig. 5.3), y cuyo plano, que presenta buzamientos de unos 45° en la zona de las labores de explotación del Carbonífero (Minas de Santofirme-Minas de Villabona), aumenta su buzamiento hacia la superficie. La dificultad de propagación del cabalgamiento en la parte alta de la falla normal durante su inversión habría dado lugar a una “falla de atajo” (short-cut fault, Gibbs, 1987) en el bloque de muro (Fig. 7.5).

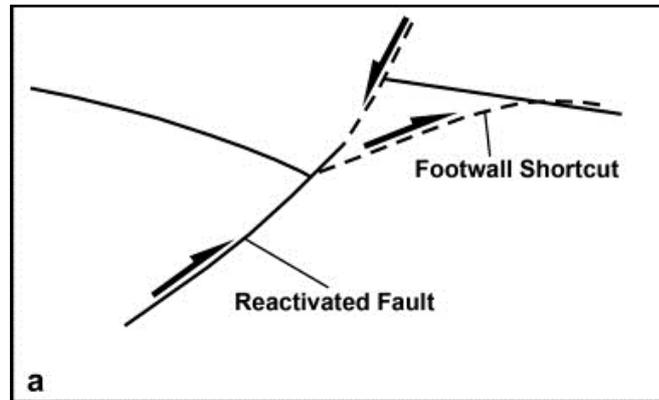


Figura 7.5. Reactivación de una falla normal con propagación del cabalgamiento a través del bloque de muro a consecuencia del aumento de buzamiento del plano de falla original.

El Cabalgamiento de Villabona presenta una inclinación de 50° hacia el norte y una dirección E-O. A través de su trazado pone en contacto el Cretácico Inferior (bloque hundido) con materiales triásicos y jurásicos (bloque elevado).

Sin embargo, la etapa compresiva queda patente a menor escala a modo de pequeños rejuegos de las fallas normales, observables en las labores de interior de mina (Cucona, Villabona, Moscona), así como en la removilización y brechificación de algunos filones de fluorita. Algunas de las fracturas subverticales o fuertemente inclinadas al norte, formadas durante la etapa extensiva, han sufrido, junto con la estratificación, un basculamiento en esta misma dirección y aparecen actualmente como aparentes fallas inversas buzando hacia el sur. En ningún caso se observan, ni en afloramiento ni en las labores de interior de mina, que los rejuegos inversos lleguen a compensar el salto normal.

7.4. ESTRUCTURAS ALIMENTADORAS DE LA MINERALIZACIÓN

Los dos sistemas de fallas normales descritos han actuado como alimentadores de los yacimientos del distrito de Villabona-Arlós.

En Mina Cucona la mineralización es, principalmente, de carácter estratoligado, emplazada en el nivel carbonatado triásico. El contenido en CaF_2 es mayor a lo largo de las estructuras E-O, por las que debió ascender el fluido hidrotermal.

En Mina Moscona, el sistema alimentador principal de la mineralización son las fracturas NO-SE, que conservan filones de hasta 5 m de potencia y desarrollo vertical que alcanza los 20 m. La arquitectura de la mina consiste, a grandes rasgos, en tres niveles suavemente inclinados al norte, separados verticalmente por dos fallas normales de trazado NO-SE. La mineralización estratiforme es rica en las proximidades de estas fallas y se empobrece a medida que aumenta la distancia a las mismas.

El yacimiento explotado en Minas de Villabona se sitúa entre Mina Moscona, al N, y Mina Cucona, al E. El sector oriental presenta una disposición E-O, a lo largo de la Falla de Villabona y de otras fracturas menores con la misma dirección (Fig. 5.3). Las labores de explotación del extremo occidental siguen, sin embargo, la traza de una fractura de dirección NO-SE, podría llegar a enlazar con una de las fallas de Mina Moscona.

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo Fin de Máster ha sido abordada la caracterización estratigráfica y estructural de la terminación suroriental del distrito minero Villabona – Arlós, el cual se localiza dentro de la cuenca mesoterciaria asturiana.

La cuenca mesozoica reconocida en el área de estudio, formada durante el periodo extensional sucedido entre las orogénias Varisca y Alpina, se dispone discordante sobre el zócalo paleozoico y presenta unos buzamientos máximos de 15° hacia el N-NE. Estos materiales se disponen muy horizontalizados y no hay presencia de pliegues a gran escala.

La sucesión estratigráfica descrita en este trabajo abarca las edades comprendidas entre el Permotriás y el Cretácico. Se ha definido un Triásico litológicamente muy constante a lo largo de la cuenca, de una potencia de 400 m, que se dispone discordante al Carbonífero y que se divide en cuatro niveles bien diferenciados: la serie detrítica inferior, el nivel calcáreo, la serie detrítica superior y ya a techo la serie lutítico-margosa. Sobre el Triásico se presenta un Jurásico del que se reconocen dos unidades formadas bajo diferentes ambientes sedimentarios, un Jurásico marino formado por rocas carbonatadas (materiales calcáreo-dolomíticos) y un Jurásico continental formado por rocas silíceas (conglomerados, areniscas y margas), entre ambos se presenta una discordancia de bajo ángulo. El Jurásico presenta una variación de su potencia a lo largo de la cuenca, su espesor aumenta hacia el este como consecuencia de su depósito simultáneo al movimiento de las estructuras extensionales. Entre el Triásico Superior y el Jurásico Inferior se encuentra un tramo de alternancia de arcillas negras y rojas y margas grises. El período Cretácico queda representado por dos conjuntos, el inferior se caracteriza por materiales silíceos (conglomerados, areniscas y arcillas) y el conjunto superior es predominantemente carbonatado.

Estructuralmente el área presenta dos familias de fallas normales, las de trazado NO-SE y las de trazado E-O. Dentro de la familia NO-SE se presentan la Falla de La Vega, la Falla de Tabladiello y la Falla de Sisiellu, y como estructura principal se encuentra la Falla de Remoria que se extiende hacia el NO de la zona de estudio con un trazado cartográfico de unos 8-10 km. La evidencia compresiva en el área de estudio

está representada por el Cabalgamiento de Villabona, que podría haberse originado como una estructura extensional post-hercínica, que fue reactivada durante la orogenia Alpina. Puntualmente, en el interior de las explotaciones mineras se observan pequeños rejuegos y basculamientos atribuidos a la compresión.

Los dos sistemas de fallas normales han actuado como alimentadores de los yacimientos de fluorita dentro del distrito de Villabona-Arlós. En la zona de estudio, exactamente en Mina Cucona, la mineralización, de carácter estratoligado, es mayor a lo largo de las estructuras E-O y se emplaza en los niveles carbonatados del Triásico formando capas mineralizadas de aproximadamente 3 m de potencia. Mediante las dataciones de las mineralizaciones de fluorita ($185\pm 25\text{Ma}$) y teniendo en cuenta que las fallas son singenéticas respecto a la mineralización, se establece que las estructuras son de edad Jurásico Inferior-Medio.

9. AGRADECIMIENTOS

Estas líneas pretenden servir como muestra de mi agradecimiento a aquellas personas que han facilitado mi labor para la realización de este trabajo.

En primer lugar, agradecer la oportunidad de aprendizaje que se me ha ofrecido a la hora de realizar este trabajo en la empresa MINERSA. Mencionar a mis directores de tesis de máster, Daniel Arias y, en especial, a José Antonio Marín, quien ha sido mi tutor, enseñándome, guiándome y contribuyendo a la realización de este proyecto. También quiero expresar mi agradecimiento al resto de geólogos que forman parte de MINERSA, pues siempre me han ofrecido su ayuda cuando la he necesitado.

Recordar a mi familia, especialmente a mis padres, por su apoyo y comprensión a lo largo de mi formación.

A mis amigos, porque siempre me han animado y también forman parte de este trabajo y, en especial, a Luis Díaz que ha sido como un director de tesis más y me ha ayudado pacientemente en todo lo que he requerido.

Agradecer también a todos los profesores que me han ayudado, facilitando mi labor y comprensión de las dificultades que he podido encontrar.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aurell, M. y Meléndez, G. (2002): Jurassic: South Pyrenean basin. En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.), Geol. Soc. (London), 221-223.
- Bastin, E. S. (1939): Theories of formation of ore deposits. *Scientific American*, 49 (6): 538-547.
- Butler, R. W. H. (1989): The influence of pre-existing basin structure on thrust system evolution in the Western Alps. In: *Geological Society of London Special Publications*, 44, London: 105-122.
- Cardellach, E., Corbella, M., Sánchez, M., Sánchez, V., Vindel, E. y Boyce, A.J. (2007). Origins of fluids associated to gangue minerals in fluorite deposits of Asturias (N Spain). Proceedings of the Ninth Biennial SGA Meeting, Dublin 2007. In: *Digging Deeper* (Andrew et al., eds.), Irish Association for Economic Geology, Dublin, 2: 1311-1314.
- Díaz González, J. S. (1978): *Estudio geológico de los indicios y yacimientos de fluorita en Asturias*. Tesis Doctoral (inédita), E.T.S. Ingenieros de Minas, Universidad de Oviedo, 450 pp.
- FAO (1985): Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture. *Soils bulletin*. Nº 55, Rome, 243p.
- Ferrand, A., Grappin, C., García Iglesias, J. y Touray, J. C. (1978): Nouvelles données sur le gîte de fluorine de Villabona (Asturias-Espagne) et ses conditions de genèse. *B. BRGM*, 4: 357-689.
- Ferrand, A. (1978): *Étude géologique et géochimique du gisement de fluorine de Villabona (Asturies, Espagne)*. Thèse de 3e cycle (inédita), Univ. Orleans, 116 pp.

- Gallastegui, J. (2000): Estructura cortical de la cordillera y margen continental cantábricos: perfiles ESCI-N. *Trabajos de Geología*. Universidad de Oviedo, 22, 9-231.
- García Iglesias, J. (1972): *Los yacimientos de fluorita en Asturias*. Fundación Juan March (informe inédito), Madrid.
- García Iglesias, J. y Loredó, J. (1992). Yacimientos de fluorita de Asturias. En: *Recursos Minerales de España* (GARCÍA, J. y MARTÍNEZ, J., coords.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 487-497.
- García Iglesias, J. y Loredó, J. (1994). Geological, Geochemical and Mineralogical Characteristics of the Asturias Fluorspar District, Northern Spain. *Explor. Mining Geol.*, 3-1: 31-37.
- García-Ramos, J. C. y Gutiérrez Claverol, M. (1995): La cobertera mesozoico-terciaria. En: *Geología de Asturias*: 81-94.
- Gibbs, A. (1987): Development of extension and mixed mode sedimentary basins. *Geological Society*, London, Special Publication, nº 28, pp 19-33.
- Gutiérrez Claverol, M.; Luque, C.; García Álvarez, J.R. y Rodríguez Terente, L.M. (2009): *La fluorita, un siglo de minería en Asturias*. Eujoa Artes Gráficas, 568 pp., Oviedo.
- Julivert, M. (1967): La ventana del Río Monasterio y la terminación meridional del Manto del Ponga. *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, 1: 1-26.
- Julivert, M. (1971): Décollement tectonics in the Hercynian Cordillera of NW Spain. *Amer. Jou. Sci.*, 270: 1-29.
- Jullien, J. (1974): *Recherches sur les minéralisations fluorées liées à l'évolution du bassin permo-triasique des Asturies (Espagne)*. Tesis Doctoral (inédita), Univ. Paris VI, 298 pp.

- Holland, H. D., y Malinin, S. G. (1979): The solubility and occurrence of non-ore minerals. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd Ed: 461-508.
- Leach, D. L. y Taylor, R. D. (2009): Mississippi Valley-type lead-zinc deposit model. *U. S. Geological Survey Open File Report 2009-1213*.
- Loredo, J. (1981): *Aplicación de los estudios de inclusiones fluidas a la investigación metalogénica de los yacimientos asturianos de fluorita*. Tesis doctoral (inérita), E.T.S. Ingenieros de Minas, Universidad de Oviedo.
- Lotze, F. (1945): Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6: 78-92. (Traducido al español en *Publ. Extr. Geol. España*, 5: 149-166).
- Luque Cabal, C., Gutiérrez Claverol, M. y Pando, L. (2010). Contribución de la geología minera al conocimiento de la cuenca permotriásica asturiana. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, 30, 361-385.
- Martínez García, E. (1991): Hercynian syn-orogenic and post-orogenic succession in the Cantabrian and Palentian zones (NW Spain). Comparison with other western European occurrences. *Giornale di geologia*, Bologna, 53 (1): 209-228.
- MINERSA (2011): Estudio preliminar de impacto ambiental. Sondeos de investigación – permiso de investigación “El Canal” Llanera-Gijón-Asturias. Gijón.
- MINERSA (2011): Memoria sobre la compatibilidad de trabajos geológico-mineros a desarrollar en el permiso de investigación “Canal” N°30.0815 y los que puedan realizarse en la concesión de explotación “Ural Primero” N°25778.
- Pulgar, J. A., Alonso, J. L., Espina R. G. y Marín, J. A. (1999): La deformación alpina en el basamento varisco de la Zona Cantábrica. *Trabajos de Geología*. Universidad de Oviedo, 21, 283-294.

- Robles, S. y Pujalte, V. (2004): *El Triásico de la Cordillera Cantábrica*. En: Geología de España: 274-276.
- Suárez Vega, L. C. (1974): Estratigrafía del Jurásico de Asturias. *Cuad. Geol. Ibérica*, 5, nº3, C.S.I.C. Madrid, 368 pp.
- Sánchez de la Torre, L. y Barba Regidor F. J. (1981): Estudio sedimentológico de los conglomerados del Jurásico de Asturias (Borde occidental). *Trabajos de Geología*. Universidad de Oviedo, 11, 203-212.
- Sánchez, V., Vindel, E., Corbella, M., Banks, D., Martín Crespo, T. y Cardellach, E. (2006a): Geoquímica de los fluidos en fluoritas de los depósitos de Asturias Oriental. *Macla* 6: 445-447.
- Sánchez, V., Corbella, M., Fuenlabrada, J.M., Vindel, E. y Martín Crespo, T. (2006b): Sr and Nd isotope data from the flourspar district of Asturias, Northern Spain. *Jour. Geoch. Expl.* 89: 348-350.
- Sánchez, V. (2009): *Las mineralizaciones de fluorita del N.E. de Asturias: Caracterización y evolución del proceso hidrotermal*. Tesis Doctoral UCM.
- Welbon, A. (1988): The influence of intrabasinal faults on the development of a linked thrust system. *Geol. Rund.*, 77(1-11).