

## 2. ESTRATIGRAFÍA

Al comenzar este apartado lo primero que debemos tener en cuenta es que la estratigrafía de la zona objeto de estudio en este trabajo, es coincidente en gran parte, con la de los materiales que afloran en la zona estudiada el pasado año y a su vez estaría enmarcada en la estratigrafía descrita en la bibliografía para el macizo de la Pallaresa. En la zona de estudio se han identificado materiales pertenecientes al Cambro-Ordovícico, Ordovícico superior y Silúrico. Estos ocupan la mitad norte del mapa geológico (Anexo I) que se adjunta en este informe y en el que se ha representado también el área cartografiada el pasado año y que ocupa la parte más meridional del mapa.

La serie cambro-ordovícica del macizo de la Pallaresa consiste esencialmente en una alternancia de areniscas y lutitas en las que pueden diferenciarse algunos tramos o intercalaciones de carácter más carbonatado, cuarcítico o microconglomerático. Hasta la actualidad diferentes autores han realizado interpretaciones estratigráficas de esta serie. Así, Zandvliet (1960) describe dos series cambro-ordovícicas para este macizo, de base a techo, la serie de Lleret-Bayau y la serie de Pilas-Estats, indicando su posible correlación con las series descritas para el Cambro-ordovícico en el Pirineo oriental, serie de Canaveilles y serie Jujols, respectivamente. Posteriormente Zwart (1965), sustituirá la serie de Lleret-Bayau por la Fm. Ransol para el extremo oriental del macizo, aunque este autor no relacionará esta nueva formación con la serie Canaveilles. A su vez, coetáneamente, Llopis Lladò (1965), realiza el estudio de los materiales cambro-ordovícicos que afloran en territorio andorrano, definiendo dos series que de base a techo son la serie de Comapedrosa y la serie de Sant Julia o La Massana y que considerara equivalentes con la serie Canaveilles y con la serie Jujols respectivamente. Además describe una serie más oscura al suroeste del macizo de L'Hospitalet (serie de Estanyo-Passada) que podría ser similar a la delgada serie cambro-ordovícica que define Zwart (1965) como Fm. Ransol. En 1970, Hartevelt agrupa todos los materiales infracaradocienses en una única formación denominada Fm. La Seo, diferenciando dentro de ella el Mb. Ransol. Los trabajos realizados posteriormente seguirán manteniendo la Fm La Seo así como el Mb. Ransol y únicamente Van den Eeckhout (1986), redefine el Mb. Ransol y diferenciará dos miembros más dentro de dicha formación quedando el Mb. Ransol en una posición intermedia.

Las últimas aportaciones sobre la estratigrafía de la zona, serán las realizadas por Laumonier (2004) (figura 3). Para este autor la serie pre-Caradoc de la zona Axial se divide en dos Grupos: el más antiguo el grupo Canaveilles, el cual estaría representado por una serie predominantemente arenoso – pelítica con una importante componente volcánica plagioclásica, con intercalación de niveles carbonatados en su parte intermedia y una base compuesta por paragneises anatócticos metagrauwaquicos. El grupo superior, grupo Jujols, no grauwaquico comienza por dos olistostromas de dimensiones kilométricas que Laumonier en este trabajo eleva a grado de formación denominándola formación Tregura. Sobre esta, de base a techo, el grupo Jujols está constituido por las siguientes formaciones: formación Alos de Isil, formación Lleret-Bayau, formación Alins, formación Valcebollère, formación esquistos de Jujols y por último en la zona de Conflent la formación Font Frede.

Dentro de este contexto general, este autor atribuye la serie pre-Caradoc del macizo de la Pallaresa y de los alrededores de los macizos del Aston y de L'Hospitalet a las formaciones (de base a techo) de Alos de Isil, de Lleret Bayau y de Alins (figura 3). La primera formación esta caracterizada por una alternancia de pelitas y areniscas groseras, sobre la que se sitúan niveles carbonatados y lutitas de color gris oscuro a negro que constituyen la formación Lleret Bayau, para pasar finalmente a una unidad caracterizada por unas areniscas y pelitas de grano fino (Fm. Alins). El resto del grupo Jujols no estaría presente debido a la discordancia sarda que marca el límite con el Ordovícico superior. Por otra parte el grupo inferior o grupo Canaveilles, únicamente aflora por debajo de los gneises del macizo del Aston en su extremo Sur.

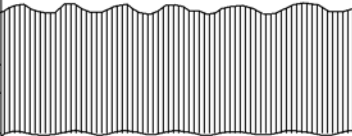
<b>PIRINEO ORIENTAL</b> Laumonier (2004)		<b>PIRINEO CENTRAL</b>	
		<b>Macizo de La Pallaresa</b> Laumonier (2004)	
Ordovícico Superior		Ordovícico Superior	
<b>Ordovícico inferior</b>	<b>GRUPO JUJOLS</b>	Fm. de Font Frède	
		Fm. Jujols	
<b>Medio-Superior</b>	Fm. Valcebollera		
<b>Cámbrico</b>	<b>GRUPO JUJOLS</b>	Fm. d' Evol	<b>Formación Alins</b>
		Fm. de Tregura	<b>Fm. Lleret Bayau</b>
<b>Vendíense</b>	<b>GRUPO CANAVEILLES</b>	Fm. de Tregura	<b>Formación Alos de Isil</b>
		Fm. de Tregura	<b>Fm. de Tregura</b>
		Fm. de Cabrils	<b>Grupo Canaveilles</b> ¿?
		Mb. D	
		Mb. C	
Mb. B			
Mb. A			
		?	

Figura 3. Tabla de las unidades litoestratigráficas definidas por Laumonier et al. (2004) para los materiales pre-variscos del Pirineo Oriental y para el Macizo de La Pallaresa (Pirineo Central), donde se localiza el área de estudio.

Partiendo de estos datos y teniendo en cuenta los rasgos estratigráficos señalados en el informe del pasado año, en el que se estableció la diferenciación en tres tramos de la serie estratigráfica cambro-ordovícica que afloraba en el área de estudio podemos pensar, comparando sus características sedimentológicas, en la equivalencia de estos tres tramos con las formaciones descritas por Laumonier (2004) para el macizo de la Pallaresa y las zonas limítrofes con los macizos del Aston y de L'Hospitalet. Así se ha realizado una columna esquemática en la que se representan las tres formaciones definidas para el cambro-ordovícico y las

formaciones del Ordovícico superior identificadas en el área de estudio del pasado año y en el área de estudio actual (Figura 4).

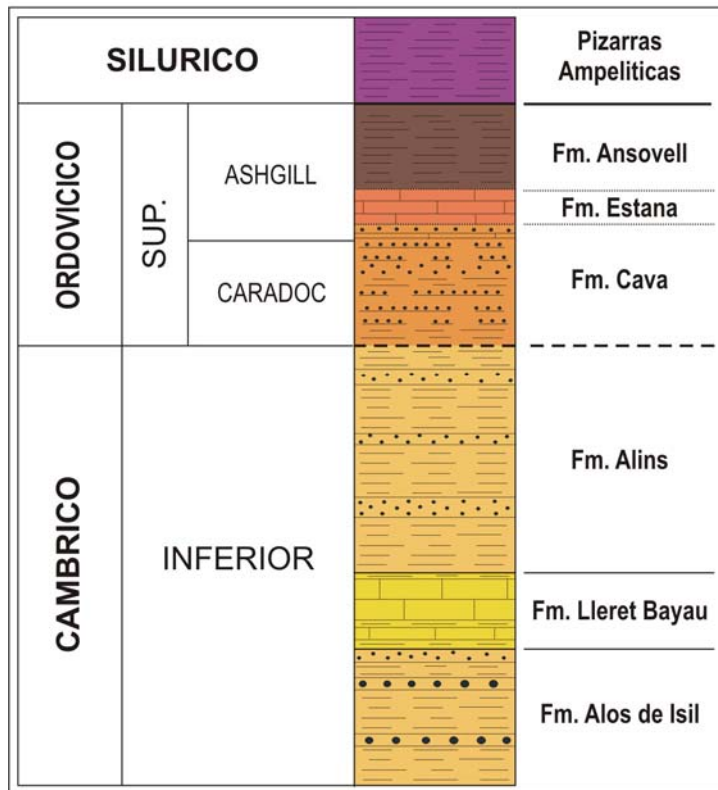


Figura 4. Columna esquemática del Cambro – Ordovícico, Ordovícico superior y Silúrico en la zona Noroeste de Andorra.

La serie del Ordovícico superior identificada en diferentes puntos del macizo de la Pallaresa (Gil-Peña *et al.* 2000) presenta generalmente las características de la serie tipo definida por Hartevelt (1970) en la zona de la unidad del Segre. En nuestra zona de estudio la serie del Ordovícico superior presenta esas mismas características pero no aflora completa en ningún punto.

Sobre la serie del Ordovícico superior se sitúan en contacto mecánico los materiales Silúricos que afloran mayoritariamente en dos puntos de la zona de estudio. El primero, una franja localizada sobre la cresta del Pic de Arcalis y el segundo al sur del área cartografiada durante este año, en lo que constituye el extremo norte del gran afloramiento Silúrico de L'Angonella. Estos materiales están caracterizados al igual que en el resto de la Zona Axial pirenaica por pizarras ampeliticas negras intensamente deformadas.

Partiendo de todos estos datos pasaremos a describir las formaciones que afloran en el mapa geológico realizado para el noroeste de Andorra, haciendo especial hincapié en la descripción de los materiales que afloran en el área estudiada en este trabajo.

## 2.1 Cambro-ordovícico

En la columna esquemática realizada para los materiales cartografiados en las dos últimas temporadas quedan reflejados los tres tramos diferenciados dentro de la serie cambro-ordovícica. Estos, a grandes rasgos, se caracterizan por:

### Tramo inferior:

Alternancia de areniscas blancas a beige y lutitas grises oscuras. Ambas se presentan en estratos tabulares de potencias centimétricas a decimétricas incluso en ocasiones milimétricas. Los estratos de lutitas a veces pueden observarse disruptados.

### Tramo intermedio

Este tramo, sin dejar de ser una alternancia, tiene un marcado carácter lutítico. Las lutitas se disponen en estratos tabulares que muestran potencias normalmente centimétricas y en ocasiones decimétricas. Por su parte las areniscas están dispuestas en delgados niveles de potencias milimétricas.

### Tramo superior

Está constituido por una alternancia de areniscas blancas y lutitas de color gris o gris verdoso. Las lutitas se disponen mayoritariamente en estratos de potencia centimétrica mientras que las areniscas están dispuestas en estratos tabulares que pueden alcanzar hasta los 50 centímetros de potencia.

Los materiales cambro-ordovícicos que afloran en la zona estudiada en este trabajo se caracterizan por una alternancia de areniscas beige y lutitas grises oscuras. Las areniscas, de grano medio a grueso, se disponen en estratos tabulares de potencia centimétrica a decimétrica alcanzando en numerosas ocasiones potencias entre 20 y 50 centímetros. Por otra parte las lutitas también se presentan en estratos de geometría tabular de potencias milimétricas a centimétricas, en muchos casos disruptados lo cual, aunque podría ser debido a un efecto de la dinámica sedimentaria, es mucho más probable que tengan su origen en la intensa deformación que sufren estos materiales unido a la naturaleza fácilmente deformable de las lutitas. Estas características se observan en prácticamente toda la zona estudiada, excepto en aquellas zonas en las que el intenso metamorfismo no permite apreciar las características originales de la roca.

A partir de las características observadas en el campo y teniendo en cuenta la situación del área estudiada con respecto a la zona de estudio de la temporada anterior, podemos pensar en que es probable que estos materiales se correspondan con el *tramo inferior* descrito el pasado año y que por tanto podría ser equivalente a la Fm. Alos de Isil descrita por Laumonier (2004). Un aspecto de campo de esta serie puede ser observado en la fotografía (figura 5).



*Figura 5. Aspecto de la Alternancia de areniscas y lutitas característica de la serie cambro-ordovícica en la zona. Posible formación Alos de Isil de Laumonier (2004)*

Intercalado en la serie cambro-ordovícica en la zona del Port de Banyell se identifica un nivel carbonatado de aproximadamente 15 m de potencia. Este está compuesto por calizas grises claras dispuestas en estratos tabulares de potencia decimétrica en los que se identifica la presencia de minerales como por ejemplo clorita y pirita, procedentes probablemente de la recristalización de restos fósiles. Hasta el momento no se ha determinado la posición estratigráfica exacta de este nivel, aunque las características observadas son similares a los rasgos descritos por Van den Eeckhout (1986) para el Mb Ransol.

## **2.2 Ordovícico superior**

Al igual que ocurría en la zona estudiada el pasado año, en esta zona, hasta la fecha no se había identificado y por tanto cartografiado como tal, materiales pertenecientes al Ordovícico superior, aunque sí están descritos en zonas muy cercanas, al sur del macizo de l'Ospitalet (Van den Eeckhout, 1986). En nuestra zona de estudio se han diferenciado algunos materiales que por sus características se han considerado como correspondientes a unidades del Ordovícico superior. En este punto pasaremos a describir dichas unidades, de manera más somera las identificadas el pasado año y dedicando mayor atención a las identificadas en la nueva cartografía. Por tanto estas unidades de base a techo son:

### 2.2.1 Areniscas grises

Esta unidad está representada por unas areniscas grises oscuras dispuestas en estratos tabulares de potencia decimétrica. Estas areniscas poseen un tamaño de grano medio y muestran numerosas oquedades, sin que hasta el momento hayamos comprobado si estas podrían estar originadas por la disolución de restos fósiles. Con estas características podemos pensar que estas areniscas corresponderían a la Fm. Cava. Esta unidad se

ha identificado en la parte sur de la zona de estudio del pasado año y desaparecen lateralmente hacia el oeste. El afloramiento más característico se sitúa en el camino que va de Arinsal a las bordas dels Prats nous.

### 2.2.2 Calizas grises oquerosas

Esta unidad esta constituida por calizas grises a marrones oscuras y calizas arenosas grises (figura 6), las cuales podrían alcanzar los 20 m de potencia. Se disponen en estratos tabulares de potencias centimétricas



a decimétricas. Estas calizas presentan oquedades que nos permiten identificarlas claramente en el campo y que tendrán un origen probable en la disolución de restos fósiles. En sección pulida las calizas presentan color gris oscuro y aspecto noduloso. Estas calizas afloran en diferentes puntos a lo largo de la cresta del Pic de Arcalis y en la estación baja de Ordino-Arcalis. En alguno de estos afloramientos puede observarse un paso gradual a la formación superior de naturaleza más pizarrosa. En vista de las características expuestas se ha considerado que estas calizas podrían corresponder a las calizas de la Formación Estana del Ordovícico superior.

*Figura 6. Aspecto de campo de las calizas oquerosas grises a marrones en la zona de la estación baja de Arcalis.*

### 2.2.3 Pizarras grises Fm. Ansovell

Esta unidad está compuesta por pizarras grises oscuras que no alcanzaran más de 20 m de potencia en ninguno de sus afloramientos. Al igual que en otras ocasiones en estas pizarras es muy difícil observar superficies de estratificación. A esto hay que añadir en este caso que la zona de afloramiento se encuentra afectada por una intensa deformación asociada a fallas y cabalgamientos y por tanto las pizarras presentan una deformación todavía más intensa, que la que muestran normalmente. Esta formación se encuentra en contacto mecánico con las pizarras ampelíticas silúricas lo que en ocasiones complica su identificación. Los afloramientos más importantes de esta unidad se sitúan en la zona de la cresta del Pic de Arcalis.

## **2.3 Silúrico**

Al igual que en el resto de afloramientos de la zona Axial, el Silúrico de esta zona se caracteriza por lutitas ampelíticas negras. Como ocurre normalmente se encuentran intensamente plegadas y foliadas y además en esta ocasión uno de sus afloramientos, concretamente el situado en la zona de la cresta del Pic de Arcalis, esta relacionado con una importante zona de falla lo cual todavía hace más intensa su deformación. En superficie estos materiales presentan una oxidación importante que puede apreciarse claramente en el terreno, resaltando sobre los materiales adyacentes. El afloramiento más importante de materiales Silúricos cartografiados en este trabajo, es el extremo norte del gran afloramiento de Silúrico cartografiado en trabajos anteriores y situado al norte del sinclinorio de Tor-Casamanya y que se extiende por el valle de L'Angonella y el Valira del Nord, en la zona de la población de Llorts.

## **2.4 Devónico. Fm. Rueda**

Convendría también en este capítulo hacer una pequeña descripción de los materiales de edad devónica pertenecientes a la Fm. Rueda. Estos están presentes en un pequeño afloramiento situado en el extremo meridional del mapa.

Estas rocas, al igual que el resto de la unidad, consisten en una alternancia de lutitas, lutitas carbonatadas y calizas. Las lutitas muestran colores ocres en superficie y grises en corte fresco y alternan con las calizas de colores grises oscuros. Todas estas litologías se disponen en estratos tabulares de potencia decimétrica. Las calizas presentan texturas mudstone y wackestone y en ellas se identifican restos fósiles de crinoides y fragmentos bioclásticos.

Este afloramiento correspondería a los afloramientos devónicos más septentrionales del sinclinorio de Tor-Casamanya.