



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

MÁSTER UNIVERSITARIO EN MINERÍA SOSTENIBLE

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**PROPUESTA PARA LA RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE LAS
HISTÓRICAS MINAS DE COBRE-COBALTO DEL ARAMO (ASTURIAS).
REVISIÓN TÉCNICA PARA SU CONOCIMIENTO, CONSERVACIÓN,
PROTECCIÓN Y PROMOCIÓN.**

AUTOR:

ÁNGEL MASEDA ÁLVAREZ

CO-TUTORES:

IÑIGO MARIANO DE VICENTE MINGARRO

JOSÉ LUIS SANZ CONTRERAS

Madrid, MAYO 2019

DOCUMENTO 1. MEMORIA

ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
1 – INTRODUCCIÓN	1
1.1 – MOTIVACIÓN	1
1.2 – OBJETIVOS Y ALCANCE	2
2 – ESTADO DEL ARTE	3
2.1 – ANTECEDENTES	3
2.2 – LEGISLACIÓN ESPAÑOLA APLICABLE Y ACUERDOS INTERNACIONALES SUSCRITOS POR ESPAÑA	11
2.2.1 – LEGISLACIÓN ESPECÍFICA PARA MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE	11
2.2.2 – LEGISLACIÓN Y NORMATIVA EN MATERIA DE PATRIMONIO	14
2.2.2.1 – Patrimonio cultural	14
2.2.2.2 – Patrimonio natural, geológico y paisaje	17
2.3 – EL MARCO FÍSICO Y NATURAL	19
2.3.1 – UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESOS	19
2.3.2 – EL MARCO NATURAL: FLORA Y FAUNA	21
2.3.3 – CLIMA	23
2.3.4 – HIDROGRAFÍA	25
2.3.5 – CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA COMARCA	26
2.3.6 – PROPIEDAD DE LOS TERRENOS	27
2.4 – ASPECTOS GEOLÓGICOS GENERALES, METALOGÉNÉTICOS Y PAISAJÍSTICOS	29
2.5 – LA ACTIVIDAD MINERA	37
2.5.1 – LAS MINAS: DE LA EDAD DEL COBRE A LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL SIN PARADAS INTERMEDIAS	37
2.5.2 – UNA ACTIVIDAD ORDENADA	44
2.5.3 – AFECTACIONES MINERAS QUE SE DAN EN LAS MINAS DEL ARAMO	49
3 – PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO	64
4 – METODOLOGÍA	66
4.1 – ESCRUTINIO Y VACIADO DE LAS FUENTES	67

4.2 – TRABAJO DE CAMPO	68
4.3 – IDENTIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE ELEMENTOS	70
4.4 – ANÁLISIS PRELIMINAR	75
4.5 – PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES	78
5 – RESULTADOS Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN	79
<hr/>	
5.1 – RESULTADOS DE LA FASE DE CATALOGACIÓN PATRIMONIAL	79
5.2 – VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS	80
5.3 – PROPUESTAS DE ACTUACIÓN SUBTERRÁNEAS Y EN SUPERFICIE	82
5.3.1 – ACTUACIONES SUBTERRÁNEAS	83
5.3.1.1 – Piso 4º	85
5.3.1.2 – Piso 3º	86
5.3.1.3 – Piso 2º antiguo	87
5.3.1.4 – Piso 2º nuevo	89
5.3.2 – ACTUACIONES EXTERIORES: SEÑALIZACIONES Y CARTELES EXPLICATIVOS	90
5.3.3 – RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA CATALOGACIÓN Y LAS ACTUACIONES	91
5.3.4 – RESULTADOS ESPERADOS CON LAS ACTUACIONES	92
5.4 – VALORACIÓN DEL PAISAJE	94
5.4.1 – EL MÉTODO	94
5.4.2 – LA VALORACIÓN	97
5.4.2.1 – Paisaje correspondiente a la unidad del paisaje “altas sierras del Aramo y Sobia”	97
5.4.2.2 – Paisaje correspondiente a la unidad del paisaje “cuenca de Mieres”	101
6 – CONCLUSIONES	105
<hr/>	
7 – BIBLIOGRAFÍA	108



POLITÉCNICA



DOCUMENTO 1. MEMORIA



Dibujo de Alphonse Dory (1893)



Imagen actual

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de producción de cobre de minas prehistóricas.....	5
Tabla 2. Precipitaciones	24
Tabla 3. Asociaciones mineralógicas.....	35
Tabla 4. Diagnóstico de riesgos para agua y suelos.....	53
Tabla 5. Resultados de elementos metálicos en medio acuoso.....	55
Tabla 6. Resultados analíticos de aguas de la zona	56
Tabla 7. Cuadro valores NGR.....	56
Tabla 8. Niveles de los principales elementos estudiados en informe 2001.	57
Tabla 9. Resumen del presupuesto de la catalogación.....	92
Tabla 10. Resumen del presupuesto de las actuaciones subterráneas y en superficie.....	92
Tabla 11. Puntuaciones de parámetros y variables según el método de Cañas y Ruiz modificado	96
Tabla 12. Clasificación de los paisajes.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuadros de dataciones para muestras orgánicas (C1-4).	4
Figura 2. Azurita y malaquita sobre dolomita.	7
Figura 3. Pequeñas labores en la zona de Los Veneros.	10
Figura 4. Situación del concejo de Riosa en Asturias	19
Figura 5. Área de estudio respecto del concejo de Riosa	20
Figura 6. Área de estudio.	21
Figura 7 Arandaneras en la zona alta de las minas y tejo en el piso 3º.	22
Figura 8. Murciélago interior de las minas y colonia de buitres leonados.....	23
Figura 9. Cuenca hidrográfica de la zona.	25
Figura 10. Mapa de las minas del año 1894.	28
Figura 11. Mapa geológico, sección de la zona de estudio y leyenda	30
Figura 12. Estalactita	32
Figura 13. Resto final de una vena de malaquita beneficiada.....	34
Figura 14. Secuencia de la mineralización.....	36
Figura 15. Esquema de la disposición de los filones y probable itinerario extractivo prehistórico.	37
Figura 16. Proyección vertical del mapa de las minas del Aramo por Alphonse Dory en 1893	38
Figura 17. Munición antigua de carabina.....	39
Figura 18. Muestras de herramientas mineras antiguas encontradas, zona de pilares, marcas de arranque y restos de madera carbonizada.....	40
Figura 19. Esqueleto encontrado en la campaña arqueológica de 2006.	41
Figura 20. Clavícula humana en una escombrera	42
Figura 21. Sondeos realizados. En círculo sondeos que contienen restos cerámicos	43
Figura 22. Labores modernas	44
Figura 23. Cámaras y pilares en zona Metastur, "Cielo abierto"	46
Figura 24. Uso de madera para entibación (izda) y desplazamiento en labores verticales (dcha)	46
Figura 25. Circulación del mineral y procesos en la planta de tratamiento.....	47
Figura 26. Planta de tratamiento de mineral	49
Figura 27. Zona de rellenos interiores en piso 3º	50
Figura 28. Ortofoto del área de estudio. Vuelo americano de 1956-57	52
Figura 29. Mapa escombreras inventariadas y puntos de agua (W)	54
Figura 30. Subsistencia provocada por actividad kárstica o labor minera.....	59
Figura 31. Escombrera del piso 4º.	60
Figura 32. Hueco disimulado por la vegetación y restos de animal despeñado.	61
Figura 33. Vertido de escombro sobre la galería y cargadero en madera.	62
Figura 34. Misma zona despejada y con condensación	63
Figura 35. Mediciones topográficas.....	69
Figura 36. Plano de actuaciones subterráneas.....	85
Figura 37. Vista lateral del pozo San Alfonso	86
Figura 38. Bocamina piso 3º. Vista exterior e interior.	86
Figura 39. Vista del cargadero de acceso a San Alejandro.....	87
Figura 40. Tabique y pozo escanciado sobre la galería.....	88
Figura 41. Zona inestable estéril general y galería inundada en 2º piso ramal derecho	89
Figura 42. Vista exterior e interior bocamina 2º piso antiguo.	89

Figura 43. Dos vistas del mismo hueco sin cercado perimetral.	90
Figura 44. Mapa de actuaciones exteriores.	91
Figura 45. Mapa unidades del paisaje de Asturias	95
Figura 46. Conjunto visual: Sierra del Aramo, minas, planta de tratamiento y pueblo de Llamo.....	97
Figura 47. Vista del valle de Riosa desde la zona más alta de las minas del Aramo.....	101

RESUMEN

La minería ha representado una de las actividades básicas en el desarrollo de las sociedades, estrenándose este capítulo de la historia con la industria lítica. La edad de los metales inauguró la siguiente etapa con la extracción y beneficio de los minerales cupríferos.

Cuando hablamos de la Península ibérica y concretamente del norte, el inicio de la minería metálica tuvo uno de sus primeros exponentes en las explotaciones de cobre del Aramo, allá por la primera mitad del III milenio a. C. Se trató de una explotación subterránea de gran profundidad y extensión. La cantidad de labores prehistóricas que se conservan intactas, la particularidad de su emplazamiento y la singularidad que supone la cantidad de restos humanos encontrados en sus galerías confieren a esta mina una personalidad merecedora de estudio, transmisión y conservación. Se solapan estas labores antiguas con kilómetros de galerías y explotaciones modernas cuyo estado, en ocasiones, amenaza con arruinar zonas clave del conjunto minero.

Este trabajo es una revisión técnica que establece el marco legal y el punto de protección exacto en que se encuentra actualmente el complejo minero del Aramo, muestra el escenario geológico y natural donde acontece esta historia, aporta algunas soluciones para su conservación y construye un documento de catalogación ordenado de los pasivos antiguos y modernos existentes para su valorización. La información reunida se organiza en una cartografía donde los elementos conocidos, desconocidos u olvidados se categorizan en función de su interés ambiental, minero industrial y arqueológico. Las soluciones técnicas propuestas para su conservación (como es la recuperación de varias bocaminas y tramos de galería hundidos) anticipan cualquier intervención futura de mayor calado. Actuaciones menores, como la señalización de zonas peligrosas, subsanan parcialmente problemas de seguridad consustanciales a la antigua actividad minera.

ABSTRACT

Mining plays a major role as one of the basic activities in the development of societies. It debuts in this chapter of History with the lithic industry. The Age of Metals inaugurates the next stage with the extraction and mineral processing of copper minerals.

When we speak about the Iberian Peninsula and more specifically about the North, we must consider the Aramo copper exploitations; these are to be considered as one of the first examples of metal mining, back in the first half of the III millennium B. C. It was an underground exploitation of great depth and extension. The amount of prehistoric work that remains intact, the particularity of its location and the uniqueness of the amount of human remains found in its galleries give this mine a personality worthy of study, transmission and conservation. These old working sites overlap with kilometres of galleries and modern mining works whose state sometimes threatens to ruin key mining areas.

This research paper has been contemplated as a technical review establishing the legal framework and the exact point of protection in which the Aramo mining complex is currently located. It shows the geological and natural scenario where this story takes place, providing some solutions for its conservation, and becomes a clear and well-organized cataloguing document of old, modern and existing liabilities for their enhancement. The information gathered within has been organized in a cartography where the known, unknown or forgotten elements are categorized according to their environmental, industrial mining and archaeological interest. The technical solutions proposed for its conservation (such as the recovery of several mine entrances and collapsed tunnel sections) anticipate any future intervention of greater impact. Minor actions, such as better visual signage of dangerous areas may partially solve security problems inherent to the former mining activity.

1 – INTRODUCCIÓN

1.1 – MOTIVACIÓN

Aunque de forma intermitente, desde hace 14 años colaboro con la Universidad de Oviedo en un emocionante proyecto arqueológico vinculado a unas explotaciones de cobre, que empiezan su andadura hace aproximadamente 5 milenios. Inicialmente, a través de la empresa minera en la que trabajaba y con posterioridad a título personal, mi participación, como miembro del equipo de investigación, ha consistido en dar apoyo operativo, logístico y técnico a los directores del proyecto, el catedrático de Prehistoria de la Universidad de Oviedo, D. Miguel Ángel de Blas Cortina, y el doctor ingeniero de minas y también profesor en la Escuela de Ingenieros de Minas de la citada Universidad, D. Manuel José Suárez Fernández. Con los años he podido comprobar el grado de desconocimiento general y, probablemente derivado de ello, la escasa protección legal y material de la que goza este singular conjunto minero. Por otro lado he podido advertir una serie de problemas y riesgos derivados del abandono o cierre no planificado de las antiguas minas. Paralelamente y en parte asociado a lo anterior, aparecen una serie de cuestiones medioambientales y administrativas que interesa subrayar. Por ello, una vez que la investigación en la que he participado va cerrando su última etapa y a tenor del interés mostrado hacia esta investigación por algunos de los más relevantes expertos internacionales en minería prehistórica del cobre y bronce, como son D. Evgenij Chernykh (Russian Academy of Sciences) y D. William O'Brien (University College of Cork), he sentido la necesidad de intentar situar las minas del Aramo y su espacio de influencia en una categoría más acorde y similar a la de sus homólogas euroasiáticas (Great Orme-Gales, Ross Island-Irlanda, Rudna Glava-Serbia, Kargaly-Rusia, Mitterberg-Austria, Cabrières-Francia, Troodos Mountains-Chipe, etc).

1.2 – OBJETIVOS Y ALCANCE

Este trabajo tiene como **objetivo general**:

- ❖ Recuperar y poner en valor el antiguo conjunto minero del Aramo, para que la administración autonómica del Principado de Asturias fomente su protección mediante la declaración como bien de interés cultural” (BIC); impulse la investigación, el conocimiento y la comprensión global del conjunto; favorezca su conservación y mejore su promoción con el fin de generar un reaprovechamiento y una economía derivada del turismo, alternativa a la que actualmente ofrecen otras actividades mineras (caso de la minería del carbón).

Para la consecución del objetivo general se han definido una serie de objetivos específicos:

- ✓ Realizar una identificación y catalogación completa de todos los elementos que integran el conjunto minero: instalaciones, accesos, maquinaria, escombreras, así como de las bocaminas y otros huecos de acceso al interior de las explotaciones.
- ✓ Proponer una serie de medidas de intervención prioritarias orientadas a la conservación activa y preventiva con objeto de mitigar o revertir el declive de labores mineras de elevado interés arqueológico, minero y geológico. Garantizar con ello también las máximas condiciones de seguridad para las personas.
- ✓ Estimar la superficie de las distintas escombreras que siembran la falda del Aramo en las proximidades de las minas; resaltar la necesidad de actualizar los estudios de riesgo sobre la salud en base a los niveles genéricos de referencia (NGR) para metales pesados en suelos del Principado de Asturias (2014) y anticipar la interferencia legal que desde un punto de vista patrimonial y medioambiental enfrentará a diferentes órganos de las administraciones por el tema de los residuos exteriores e interiores en lo tocante a su contenido arqueológico.
- ✓ Recopilar la legislación anterior y actual relacionada con este estudio en los distintos aspectos abarcados.
- ✓ Por último, valorar la unidad del paisaje que afecta la superficie de estudio y su área de influencia.

2 – ESTADO DEL ARTE

2.1 – ANTECEDENTES

La explotación de diferentes sustancias minerales metálicas y no metálicas en el Principado de Asturias, para atender las necesidades de materias primas de sus pobladores, ha estado constantemente presente desde los primeros inicios de la minería. La importancia de los elementos beneficiados ha sido cambiante en función de su descubrimiento, de la demanda histórica de los mismos o de las colectividades e imperios dominantes. En el siglo IV a. C se generalizó el uso del hierro en los castros asturianos. Así mismo, otro aprovechamiento minero destacado en la cultura castreña fue la producción de oro de la zona occidental de la región, intensificándose su producción sobre todo a partir de época romana, cuyos métodos de extracción y requerimientos en cuanto a abastecimiento se multiplicaron técnica y cuantitativamente. Se han explotado también, en distintas épocas y a menor escala, diferentes sustancias minerales metálicas y fósiles como el mercurio (siglos XIX y XX) o el azabache (presente en todas las épocas históricas asturianas desde que fue primera vez documentado hace 19.000 años), ambas con un peso económico menor. Por último, la minería del carbón ha sido el primer nicho de empleo industrial en las cuencas mineras de Asturias durante largo tiempo y uno de los sectores del desarrollo económico más importante en los últimos 150 años.

Siendo ésta, por tanto, una región eminentemente minera durante largos periodos de nuestra historia y sin olvidarnos de su explotación en el s XIX y XX, no podemos pasar por alto la “injusticia histórica” que supone desconocer y abandonar lo que pudo haber sido uno de los primeros exponentes de minería “organizada industrialmente” de Asturias y posiblemente de España, además de una de las minas más importantes de su género en Europa: la explotación “ininterrumpida”, “intensiva” y de probable ciclo estacional del cobre de la mina del Aramo durante más de 1200 años, secuencia temporal fiablemente afinada por decenas de diferentes muestras orgánicas fechadas mediante el método de datación radiométrica C-14 (figura 1).

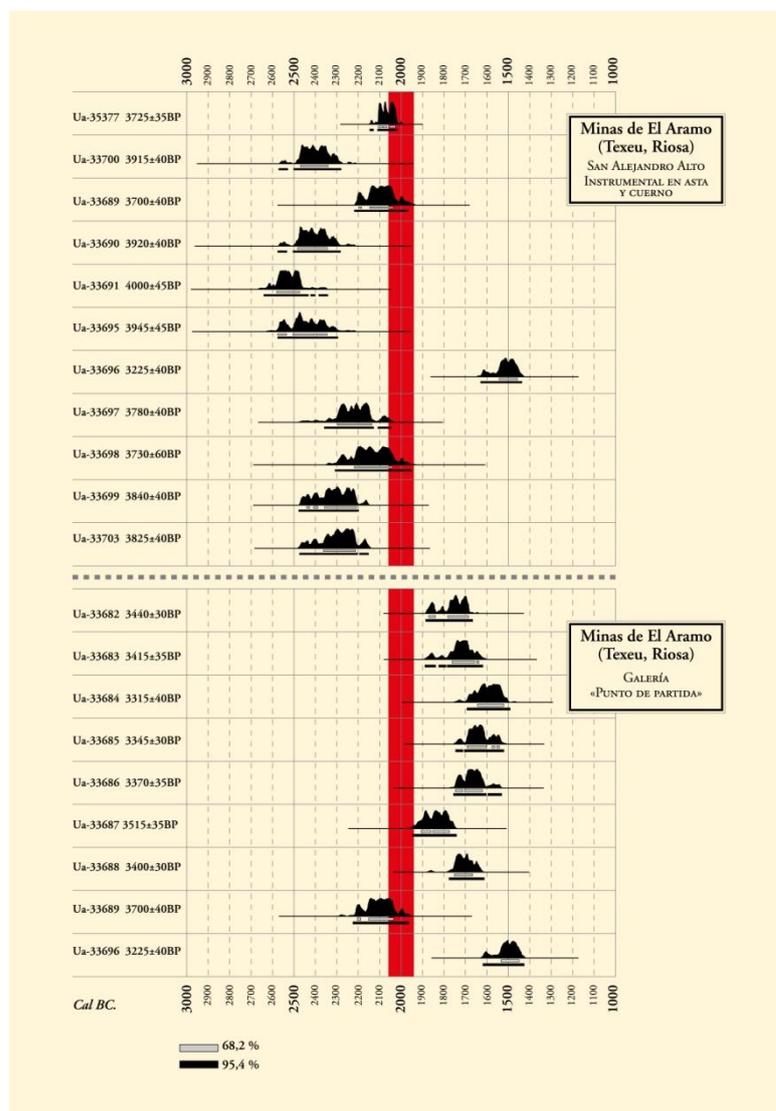


Figura 1. Cuadros de dataciones para muestras orgánicas (C-14). (Fuente: de Blas Cortina, M.A., 2010)

Teniendo otros ejemplos coetáneos y físicamente cercanos en el norte de España como fueron la mina “La Profunda”- León (considerada por Soler, en 1883, e investigadores actuales como la principal fuente de mineral de cobre en la temprana Edad del Bronce para el territorio norte peninsular), la mina “El Milagro” en Onís-Asturias, y algunas otras de menor entidad, la cantidad de osamentas encontradas o documentadas, el volumen de producción, las dimensiones, profundidad y proyección temporal constatada que alcanzó la mina del Aramo la convierten en única entre las de su categoría. A continuación podemos comprobar su importancia en la siguiente tabla comparativa (tabla 1). La clasificación entre distrito minero o mina que se establece en la tabla es importante por cuanto el primero implica numerosos depósitos o explotaciones, lo que dispara notablemente el volumen de producción al alza.

PRODUCCIÓN MINERA DE COBRE: CALCOLÍTICO Y EDAD DEL BRONCE			
MINAS O DISTRITOS MINEROS	Toneladas y tipo de mineral de cobre	Toneladas cobre metal	Periodo de explotación
Aramo (España)	420 Carbonatos y óxidos	105	2.700-1.500 a. C
Rudna Glava (Serbia)	Carbonatos y óxidos. Malaquita y azurita	275-330	5.700-4.600 a. C
Al Bunar (Bulgaria)	2.000-3.000 Malaquita	500	5.000-3.500 a. C
Troodos Mountains (Creta)	Pirita y calcopirita (4.000.000 toneladas de escorias de cobre en 40 localizaciones diferentes)	200.000	3000 años (Edad Bronce-época romana)
Saint Véran (Francia)	2.000 bornita y malaquita	1.400	2.400-1.900 a. C
Mount Gabriel (Irlanda)	Malaquita	1'7-29'43	1.700-1.400 a. C
Great Orme (Gales-Reino Unido)	Malaquita y minerales oxidados	175 Menos de 200 kg al año	1.800-600 a. C
Mitterberg (Austria)	Calcopirita y Fahlore (principalmente tetraedrita)	8.000 en depósito de Mitterberg. 50.000 toda la región	Edad del Bronce
Monte Loreto / Libola (Italia) 2 minas	4.500 Malaquita	788	1.500 años de operación
Kargaly (Rusia)	2.000.000-5.000.000	150.000	3.000-1.400 a. C

Tabla 1. Comparativa de producción de cobre de minas prehistóricas. (Fuente: propia, 2018)

El volumen de lo extraído y las leyes minerales de los óxidos y carbonatos beneficiados proporcionaron una cantidad de metal estimable. Baste decir que la producción de metal generó un excedente excesivo para el mero consumo comarcal y regional, abriéndose un más que razonable espectro de metal destinado a un mercado a mayor escala a través de pequeñas redes de intercambio que favorecería cierto grado de “exportación”. Sobre este particular, el estudio de los isótopos de plomo contenidos en el mineral de cobre y los artefactos construidos a partir del metal obtenido constituye un interesante campo de investigación acerca de los canales de distribución y el alcance geográfico que pudo alcanzar (dichos isótopos de plomo permanecen inalterados incluso a través de repetidos procesos de aleación). La “huella digital” que representan dichos isótopos podría haber sido rastreada hasta lugares tan remotos, hablando en tiempos prehistóricos, como Suecia. La coincidencia de la composición de isótopos de plomo de las menas del Aramo con un hacha de cobre procedente de Bohuslän (datada en 1600-1500 a. C) parece apuntar algo más que una casualidad (de Blas Cortina, 2014). Indicios y rastros radiogénicos Pb/Pb de cobres procedentes de las montañas cantábricas parecen también manifestarse en muestras encontradas en zonas de la Europa occidental (Cattin F. *et al.*, 2014).

La secuencia de explotación subterránea que empieza aproximadamente en el año 2700 a.C., época conocida como Calcolítico, enlaza con la posterior Edad del Bronce tras el descubrimiento del estaño y la aleación resultante con el cobre; períodos éstos, que dan inicio a la primera metalurgia practicada a partir de minerales cupríferos. Está generalmente aceptado que el cobre nativo y los afloramientos próximos a la superficie como la cuprita y los vistosos colores azules y verdes de los carbonatos (azurita y malaquita) dieron origen a esta primera etapa minero-metalúrgica (O’Brien, 2015).

Los característicos y llamativos colores de los carbonatos (figura 2) no eran desconocidos en la antigüedad, ya que antes de la reducción del mineral para la obtención intencionada del preciado metal los hombres del Neolítico habrían buscado con avidez estas piedras para la elaboración de objetos de adorno, abalorios y la producción de colorantes.



Figura 2. Azurita y malaquita sobre dolomita. (Fuente: José Luis Cabo Sariego)

Como ha ocurrido en yacimientos de otras regiones españolas (el hipogeo 1 de las Cumbres en Cádiz, donde ha aparecido un collar de cuentas de malaquita) o países (collar de cuentas de malaquita de un collar de la necrópolis de Varna-Bulgaria), parece razonable pensar que, convenientemente trabajados, los colores verdes y azules de estos minerales encontrados en algunos de los monumentos, otorgaron prestigio y distinción a las “élites” religiosas, sociales o políticas que fueron enterradas en la importante concentración megalítica de dólmenes y túmulos funerarios que se extienden ampliamente alrededor del Puerto de la Cobertoria, en el límite de los concejos de Lena y Quirós. Hablamos aquí de un fragmento de malaquita encontrado en la cámara del megalito de La Collá (de Blas Cortina, 2013). Se caracteriza el lugar por su posición dominante del territorio, a escasos 5 kilómetros de las minas (en línea recta), donde las escasas muestras de malaquitas y azuritas encontradas en la necrópolis, bien pudieran haber sido recolectadas o minadas superficialmente a poca profundidad en la zona de estudio.

El beneficio de estos óxidos y carbonatos no presentó un obstáculo tecnológico insalvable para nuestros primeros metalúrgicos ya que “the melting point of pure copper is

1084 °C” (Burgess, G.K., 1910), similar o inferior a la temperatura que se puede alcanzar en una vasija cerámica o pequeña cubeta alimentadas por carbón vegetal, lo que pone de manifiesto el conocimiento, control y manejo tecnológico requerido. A partir de aquí, se exploran las posibilidades que aparecen con el aumento y dominio progresivo de las propiedades físicas y químicas del cobre. Las cualidades físicas dependen de su pureza y ésta, de la mena y del proceso de obtención. El cobre de gran pureza es muy dúctil, incrementando su dureza y la resistencia a la tensión cuando se trabaja en frío; el recalentamiento elimina parte del endurecimiento. Cuando es puro se trabaja bien en caliente pero su resistencia a altas temperaturas es baja, sobre todo si tiene impurezas de antimonio, plomo y azufre. La conductividad eléctrica del cobre es la más alta de todos los metales. Químicamente, el cobre pertenece al grupo del oro y plata y va frecuentemente asociado a éstos.

La mina fue reabierta en tiempos modernos tras su descubrimiento “fortuito” en 1888 y la aparición de nuevos filones. Los esfuerzos de esta nueva etapa apostarían con ahínco por la producción del cobalto contenido en el mineral, dejando como subproducto comercializable el cobre y níquel acompañantes. No en vano, tras la constitución y rápida agonía (por insuficiente capitalización) de la primera compañía creada en 1892, la *Sociedad Anónima Minas del Aramo*, le seguiría en 1894 la *Real Asturias Cobalt Company Ltd* con intención de primar la explotación de este elemento metálico. El cobalto, tal y como se aclara a continuación, podría haber ofrecido mayor utilidad y rédito gracias a sus altas prestaciones en determinadas aleaciones interesantes para la industria. En cualquier caso, la revisión de los “anuarios de Estadística Minera de España” para los años finales del siglo XIX y primeros 30 años del siglo XX nos trasladan la situación de una producción de cobalto y cobre escasa e irregular en Asturias, con gran cantidad años carentes de toda actividad para alguna de esas sustancias o para ambas a la vez. Esta inestabilidad y reorientación rápida del negocio se manifiesta en la volatilidad del mercado y la alternancia en el control de las minas del que dan cuenta 3 nombres diferentes en 5 años, con el tercero de ellos en 1897, *The Aramo Copper Mines*. Esto entronca con la teoría propuesta por el profesor Manuel José Suárez Fernández quien defiende que, los informes de reservas minerales y su riqueza, incluido el primero del ingeniero Alphonse Dory, serían hábiles operaciones de marketing

con el único objeto de inflar el valor del yacimiento para su venta; teoría ésta con la que no puedo estar más de acuerdo.

El cobalto es un metal duro, ferromagnético, de color blanco azulado o gris y tan parecido al hierro y níquel que habitualmente se encuentran juntos. Es uno de los tres metales magnéticos de origen natural, característica ésta que será muy útil para la fabricación de determinadas aleaciones térmicamente muy resistentes y de gran interés comercial; no en vano serán empleadas en la fabricación de imanes permanentes, aceros magnéticos, inoxidable y cátodos de baterías para coches, así como en la construcción de turbinas de avión y generadores. También se utiliza en pinturas, barnices, esmaltes de porcelana, implantes dentales, etc. El cobalto y sus aleaciones son resistentes al desgaste y a la corrosión, aún a temperaturas elevadas. Químicamente, su punto de fusión es de 1495°C.

A pesar de las informaciones recogidas en diferentes estudios y publicaciones que otorgan también a estas minas pasado romano (informaciones todas que beben aparentemente de una fuente común), desde su abandono en el año 1500 a. C hasta su redescubrimiento a finales del siglo XIX **no hay evidencia arqueológica** alguna (en estos últimos 30 años de investigación) de que otro grupo humano o civilización posterior haya explotado estos recursos del subsuelo hasta época moderna. Desde su reapertura hasta el cierre definitivo tuvo dos claras etapas de explotación a lo largo de estos 70 años de época moderna, sufriendo oscilaciones y parones intermitentes de la producción. Podemos hablar de un primer ciclo que se alarga hasta 1906, con unas décadas posteriores de discontinuidad e incertidumbre hasta 1947. Noticias sueltas poco precisas, como el expediente para la contratación de un guarda para la mina del Aramo en 1931, adjudican la propiedad e intento de su explotación en los años 20 y 30 a D. Antonio Garré Rex o sociedad que representa (archivo municipal del ayuntamiento de Riosa). La última etapa de la mina, la más intensa, vendría capitaneada por la empresa METASTUR, que iniciaría su actividad en 1947 poniendo el foco en las nuevas reservas de cobre descubiertas en el conocido como filón Metastur y los estériles antiguos que conservaban leyes rentables con las técnicas de recuperación modernas.

La actividad cesó en el año 1959-60 por la coyuntura política, agotamiento del filón o merma de la ley, abandonando gran cantidad de estériles de mina (escombreras exteriores y

acumulaciones en el interior) y residuos mineros en forma de maquinaria, edificios e instalaciones en el entorno de la explotación, la planta de tratamiento y lavadero. Intentos poco resueltos e infructuosos de recuperar la actividad o de “maquillar” el potencial del yacimiento para su venta pueden ser rastreados en informes elaborados en el año 1968 (localizados en expedientes sobre la mina del Aramo que se custodian en el Archivo Histórico de Asturias), donde se hace una estimación de reservas de 20.000 toneladas de Cu con una ley media del 0,5% en el Socavón de Rioseco. Una cita algo más imprecisa menciona una ley superior a cota 1450 metros (altitud que pudiera corresponderse con dos pequeñas labores en la zona de la Sierra del Aramo conocida como Los Veneros y donde las poquísimas referencias a labores prehistóricas no han podido ser aún arqueológicamente contrastadas (figura 3).



Figura 3. Pequeñas labores en la zona de Los Veneros. (Fuente: propia, 2018)

A pesar de esto, queda en entredicho la intención de la propiedad de reactivar la explotación de estas minas puesto que no hubo conservación de galerías y mantenimiento de instalaciones o maquinaria una vez se echó el cierre. Si cabe, la única actividad posterior se centra en el desmantelamiento y recuperación del material aprovechable para otras minas del mismo grupo. Esto nos lleva a ratificar la idea de que fue un abandono definitivo sin planificación, más que una suspensión temporal de la actividad.

2.2 – LEGISLACIÓN ESPAÑOLA APLICABLE Y ACUERDOS INTERNACIONALES

SUSCRITOS POR ESPAÑA

Entendiendo que lo que se conserva del conjunto minero es también producto de las leyes anteriores o de la falta de ellas, en este capítulo sobre legislación se reúne la principal normativa que afectó y actualmente afecta a los cuatro campos que se abordan en este trabajo: minería, medio ambiente, patrimonio cultural y patrimonio natural. Para ello se han agrupado en dos bloques por correspondencia entre los temas (minería-medio ambiente y patrimonio). Cada uno de ellos es introducido desde el punto de vista histórico y legal precisamente para encuadrar todo el trabajo en su doble vertiente, tanto técnica como patrimonial. Quedando sobradamente justificado que el propósito final del estudio no es crear un geoparque o un museo y que las actuaciones en el complejo serían casi en exclusiva propias de técnicas mineras, se mantendría al margen de esta compilación legislativa toda la normativa en materia de construcción, utilizada conjuntamente con la específica del ámbito minero para las rehabilitaciones y explotación turística de estos espacios. En el apartado “minería y medio ambiente” se ha intentado poner el foco en los temas de laboreo, cierre de minas, gestión de residuos, seguridad y prevención. En el de “patrimonio” se distingue entre patrimonio cultural y natural, incluyendo este último todo lo relacionado con paisaje y geomorfología.

2.2.1 – LEGISLACIÓN ESPECÍFICA PARA MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE

El 6 de julio de 1859 se publicó una ley de minas y el 5 de septiembre del mismo año su reglamento. No obstante, en 1868 la necesidad de hacer reformas estimuló la promulgación de una nueva ley, en marzo, reformada el 29 de diciembre de 1868 debido a la revolución de septiembre de 1868.

Por lo tanto la legislación vigente en materia minera a finales del siglo XIX, época en que las minas de cobre-cobalto del Aramo fueron descubiertas y reactivadas, es la ley de 6 de julio de 1859, con las reformas hechas por la ley de 4 de marzo de 1868, en cuanto no estén derogadas sus disposiciones por las bases generales de 29 de diciembre de 1868, la ley de 24 de julio de 1871 y varias reales órdenes aclaratorias.

En cuanto a la ley de 1868, la única referencia que nos importa sobre el abandono de una mina es el art 62, que dice: “El Gobernador dispondrá que un ingeniero reconozca las labores, de cuyo desistimiento ó abandono le haya sido dado conocimiento, para que

certifique del estado regular de su fortificación y de hallarse suficientemente cercados los pozos”. De lo encontrado hasta la fecha y según indicios, ninguna de estas labores que entrañan peligro fue señalizada o cercada.

Posteriormente, no será hasta el año 1944 cuando el sector vea una nueva legislación que lejos de solucionar los problemas anteriores nace condicionada por el contexto político internacional que impone la autarquía. La nueva normativa, será la Ley de Minas 19 julio 1944, con su Reglamento correspondiente, de 9 de agosto de 1946. En lo tocante a los problemas y las condiciones medio ambientales ocasionados por la minería no aparece casi nada en esta legislación excepto las responsabilidades por los daños ocasionados al medio ambiente por las industrias extractivas; responsabilidades que siguen sujetas al Reglamento de Policía Minera y Metalúrgica.

Finalizado este período, la nueva Ley de 1973 para el sector supondría un cambio radical y un salto adelante adaptado a la nueva situación y entorno económico. Desde entonces y hasta ahora, la Ley de Minas de 1973¹, desarrollada mediante el reglamento general para la minería aprobado en el Real Decreto 2.857/1978², es el principal marco legal vigente que regula todas las actividades derivadas o relacionadas con actividades mineras, entre ellas las materias en seguridad e higiene, cierre de minas, gestión de residuos y estériles, y protección del medio ambiente. Con la Ley 31/1995³, de prevención de Riesgos Laborales y la extensa normativa que la desarrolla garantizamos el nivel adecuado de protección de los trabajadores en cualquiera de los capítulos afectados.

Asimismo, esta ley de minas se ve complementada con las respectivas legislaciones derivadas de las comunidades autónomas en virtud de las competencias transferidas en materia minera, acorde con lo establecido en el art 148 de la Constitución Española de 1978, que mediante la Ley Orgánica 7/1981⁴, de Estatuto de Autonomía para Asturias, atribuye al Principado la competencia exclusiva en materias tales como, algunas de las directamente relacionadas con este trabajo, esto es, patrimonio, industria, medio ambiente, etc., entre

¹ Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, BOE núm. 176, de 24 de julio de 1973.

² Real Decreto 2.857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el régimen de la minería. BOE núm. 295, de 11 de diciembre de 1978.

³ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. BOE núm. 269, de 10 de diciembre de 1995

⁴ Ley Orgánica 7/1981, de 30 de diciembre, de Estatuto de Autonomía para Asturias. BOE núm. 9, de 11 de enero de 1982

otras. Para su desarrollo y cubrir los vacíos que ésta pudiera tener, cuenta con el soporte de un completo y variado corpus normativo auxiliar, paralelo e interadministrativo.

A fin de no perdernos en un mar de leyes citaremos seguidamente las principales, como es la Ley 26/2007⁵, de responsabilidad medioambiental, que contiene prescripciones específicas para la gestión de residuos y la recuperación de los depósitos y emplazamientos antiguos abandonados. En parecida órbita tenemos la Ley 22/2011⁶, de residuos y suelos contaminados, que considera la planificación de la gestión de los residuos como un instrumento esencial en la política de residuos.

En el terreno de los decretos relevantes tenemos el Real decreto 863/1985⁷, por el que se aprueba el Reglamento General de normas básicas de seguridad minera (reglamento desarrollado por instrucciones técnicas complementarias (ITC) que se dictarán por Orden del Ministerio de Industria y Energía) y el Real Decreto 9/2005⁸, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. Por último, estaría el Real Decreto 975/2009⁹, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras.

En cuanto a la normativa autonómica que nos afecta en este apartado, tenemos la Resolución de 20 de marzo de 2014¹⁰, de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se establecen los niveles genéricos de referencia para metales pesados en suelos del Principado de Asturias.

⁵ Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. BOE núm. 255 de 24 de octubre de 2007

⁶ Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. BOE núm. 181 de 29 de julio de 2011.

⁷ Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. BOE de 12 de junio de 1985

⁸ Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. BOE núm. 15 de 18 de enero de 2005.

⁹ Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras. BOE núm. 143, de 13 de junio de 2009.

¹⁰ Resolución de 20 de marzo de 2014, de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se establecen los Niveles Genéricos de Referencia para metales pesados en Suelos del Principado de Asturias. BOPA núm. 91 de 21 abril de 2014

2.2.2 – LEGISLACIÓN Y NORMATIVA EN MATERIA DE PATRIMONIO

2.2.2.1 – Patrimonio cultural

Puede considerarse la Real Cédula de 6 de junio de 1803 el primer soporte legal específico de protección del patrimonio arqueológico, donde además se establece por primera vez el concepto de monumento. Se describe todo un largo y tipológicamente variado catálogo de monumentos antiguos, susceptibles de protección. Además, se protege *“cualquiera cosas aún desconocidas, reputadas por antiguas, ya sean púnicas, romanas, cristianas, ya godas, árabes y de la baja edad”*.

Después de un siglo de pocos movimientos normativos en materia de patrimonio el 7 de julio de 1911 se crea la Ley de excavaciones arqueológicas. En ella se dictaban reglas para efectuar excavaciones artísticas y científicas, y para la conservación de las ruinas y antigüedades. Fue la primera gran Ley española reguladora del patrimonio histórico-artístico.

Un giro radical en la protección del Patrimonio se producirá en la década siguiente, con la promulgación del Real Decreto-ley de 9 de agosto de 1926. El Decreto-ley ponía bajo la tutela y protección del Estado los bienes del tesoro artístico arqueológico nacional que se definía ya sin parámetros temporales. Con esto se entiende, sin ambigüedades, que todos los objetos y elementos encontrados en la mina del Aramo desde 1911, y especialmente desde 1926, estarían protegidos por ley.

Con el advenimiento de la II República y la proclamación de la Constitución de 1931, la ley relativa al patrimonio artístico nacional de 13 de mayo de 1933 y su reglamento de 1936, se considera que debían ser salvaguardados todos los bienes, tanto muebles como inmuebles, con una antigüedad superior a un siglo, que tuvieran valor arqueológico, artístico, paleontológico o histórico innegables. Una vez acabada la guerra, aunque se derogaron las leyes sobre patrimonio del periodo republicano con el nuevo régimen, sirvieron como marco para la legislación desarrollada durante la época franquista cuya aplicación sería limitada y de reducido impacto.

Con la llegada de la democracia, la Constitución de 1978 (En el art. 46 se señala la necesaria defensa, conservación y acrecentamiento del Patrimonio Histórico Español) y la entrada en la Unión Europea, el panorama cambia notablemente. En 1972 se celebró la Convención del Patrimonio Mundial, a la cual España se sumó el 4 de mayo de 1982.

Producto de todos estos acontecimientos, se promulga la Ley 16/1985¹¹, del Patrimonio Histórico Español, y el Real Decreto 111/1986¹², de desarrollo parcial de dicha ley.

En el caso de Asturias tendremos la Ley del Principado de Asturias 1/2001¹³, de Patrimonio Cultural. “Integran el patrimonio cultural de Asturias todos los bienes muebles e inmuebles relacionados con la historia y la cultura de Asturias, que por su interés histórico, artístico, arqueológico, etnográfico, documental, bibliográfico o de cualquier otra naturaleza cultural, merecen conservación y defensa a través de su inclusión en alguna de las categorías de protección que al efecto se establecen en la presente Ley, o mediante la aplicación de otras normas de protección contempladas en la misma”.

“Lo dispuesto en el apartado anterior se aplica asimismo a los elementos geológicos y paleontológicos de interés por su relación con la historia del hombre y sus orígenes, y a los bienes de interés geológico, paleontológico, botánico o biológico que hayan sido separados de su medio natural o deban ser conservados fuera de él y no estén protegidos con arreglo a su normativa específica.”

Dentro del marco autonómico, la Ley de Patrimonio Cultural es de las más completas ya que, sin ser incompatibles, especifica y descarta claramente cualquier confusión entre patrimonio industrial, arqueológico, artístico, etnográfico, histórico, documental y bibliográfico, tal y como se desprende de su definición: “Integran el patrimonio histórico-industrial de Asturias los bienes muebles e inmuebles que constituyen testimonios significativos de la evolución de las actividades técnicas y productivas, con una finalidad de explotación industrial y de su influencia sobre el territorio y la sociedad. En especial de las derivadas de la extracción y explotación de los recursos naturales, de la metalurgia y siderurgia, etc”.

La Ley contempla medidas genéricas de protección, como la que se señala en el artículo 77 que prohíbe la destrucción de maquinaria industrial, conjuntos de viviendas y equipamientos sociales anteriores a 1940.

En la tercera disposición transitoria de la citada Ley se dice que, durante 10 años a partir de su promulgación y con vistas a la protección preventiva de los bienes de su

¹¹ Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. BOE núm. 155, de 29 de junio de 1985.

¹² Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

¹³ Ley 1/2001, de 6 de marzo, del Patrimonio Cultural. BOE núm. 135, de 6 de junio de 2001. Páginas 19704 a 19729.

apartado 2 (en el punto L, se especifica la protección de bocaminas y castilletes anteriores a 1950), quedaron sometidos al régimen los bienes incluidos en el “Inventario del Patrimonio Cultural de Asturias”, salvo que expresamente la Consejería de Cultura de Asturias desechase su inclusión, cosa que en el caso de minas las del Aramo no parece haber ocurrido. La disposición continua así: “El Gobierno del Principado de Asturias adoptará las medidas precisas para que antes de finalizado el mencionado plazo se haya producido la inclusión individualizada en el Inventario del Patrimonio Cultural de Asturias de cuantos bienes reúnan los méritos y condiciones precisas para ello”, cosa que tampoco ha ocurrido porque gran parte de los bienes que se tratan en este estudio o al menos los más destacados a nuestro criterio (desde un punto de vista patrimonial) nunca han sido debidamente catalogados y por tanto convenientemente protegidos.

En la base de datos unificada de todas las figuras de protección reconocidas por la ley de patrimonio cultural aparecen únicamente protegidas, bajo la figura de “Bienes incluidos en el Inventario del Patrimonio Cultural de Asturias”, el conjunto de minas de Rioseco. Se compilan las viviendas de los obreros, edificio de servicios comunes, viviendas del director técnico y técnicos, ruinas de la planta de lixiviación y la chimenea. La totalidad de las labores prehistóricas existentes, multitud de bocaminas modernas, así como el gran número de accesos a las explotaciones no aparecen en ninguna relación patrimonial detallada, ni siquiera en la lista de los 33 bienes arqueológicos del concejo de Riosa, donde sólo aparece una referencia poco precisa al lugar como “estructuras extractivas”, “materiales aislados” o minas.

El cuerpo legal de protección del patrimonio se completa con el Decreto 20/2015¹⁴, mediante el cual aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley de Patrimonio Cultural del Principado de Asturias.

Es evidente que a la vista de lo acontecido con las minas prehistóricas del Aramo, ninguna de las leyes anteriores, desde el siglo XIX hasta la actualidad, ha tenido impacto positivo alguno en materia de protección; más bien las actuaciones han sido negligentes, como lo demuestra el constante expolio de los esqueletos y herramientas encontradas a lo largo de los últimos 70 años de actividad, así como las actuaciones encabezadas por el ayuntamiento de Riosa (en la primera década del siglo XXI) en cuanto a la rehabilitación de

¹⁴ Decreto 20/2015, de 25 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley del Principado de Asturias 1/2001, de 6 de marzo, de Patrimonio Cultural. BOPA núm. 76, de 1 de abril de 2015.

las edificaciones anexas a la planta de tratamiento, que se encuentran en suelo potencialmente contaminado.

Al margen de la catalogación y no tratándose específicamente de una rehabilitación sino de la implementación de una serie de medidas de recuperación, conservación y protección *sui generis*, serán aplicados, como mínimo, los principios rectores, criterios de intervención, recomendaciones y directrices específicas recogidas, aprobadas y aceptadas por reconocidos organismos internacionales como son: la Asamblea Nacional del TICCIH (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage) que tuvo lugar en Moscú el 17 de julio de 2003 y que se conformó como Carta de Nizhny Tagil sobre el patrimonio industrial; los Principios de Dublín (2011), aprobados por el ICOMOS (The International Council on monuments and sites) y el Convenio europeo del paisaje (Consejo de Europa, año 2000).

Dentro del panorama nacional y bajo el paraguas de la ley española de patrimonio histórico de 1985 en su art 3, se aprueba Plan Nacional de Patrimonio Industrial (2001). Finalmente, tenemos la Carta del Bierzo (2007), decálogo promovido por el Instituto del Patrimonio Cultural de España con implicación de las comunidades autónomas, cuya orientación estará dirigida hacia la conservación y puesta en valor del patrimonio minero firmada en el año 2007.

2.2.2.2 – Patrimonio natural, geológico y paisaje

Admitida la singularidad del complejo minero y el medio natural que lo enmarca como un todo paisajístico de creciente interés, y ante la falta de una legislación específica en la materia (como pudiera ser la Ley 4/2014, del Paisaje, de la vecina comunidad autónoma de Cantabria), nos regiremos por lo dispuesto en la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad de 2007¹⁵, inspirada en los principios reflejados del Convenio Europeo del Paisaje (celebrado y firmado en Florencia el 20 de octubre del año 2000).

Según la ley de patrimonio natural, paisaje es cualquier parte del territorio cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos, tal como la percibe la población.

¹⁵ Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE núm. 299, de 14 de diciembre de 2007.

Para finalizar este capítulo de legislación y concretamente el apartado de patrimonio natural, a nivel autonómico tenemos la Ley 5/1991¹⁶, del Principado de Asturias, de Protección de los Espacios Naturales.

La zona se encuentra en los límites de la Sierra del Aramo, Paisaje Protegido aún sin declarar. El ámbito propuesto para su declaración como paisaje protegido se ciñe a los relieves principales de la sierra, sin incluir ningún núcleo de población. La zona de la mina no forma estrictamente parte de la sierra pero sí está muy influida por la misma y forma parte del mismo paisaje.

Los hechos más destacables a considerar, al margen de la inexistencia de toda figura de protección global de fauna y flora previstas por esta ley y que pudieran verse afectados por cualquier actuación en el entorno del complejo minero, son que el territorio está dentro de la zona de distribución del oso pardo.

El resto de especies que aparecen en el Catálogo Regional de Especies de la Fauna Vertebrada de Asturias no está en peligro de extinción, sino que tienen una menor fragilidad. Hay numerosos acebos y tejos, especies catalogadas de interés especial en Asturias dentro del Catálogo Regional de Flora Amenazada de Asturias. Deberá tenerse en cuenta cualquier afectación ecológica y medioambiental sobre las personas y el entorno rural, fauna, flora, suelos, agua o aire que pudiera aparecer en el transcurso del inventario o de las actuaciones posteriores derivadas de él (previstas en este estudio), sobre todo aquellas que tengan que ver con las escombreras y zonas de residuos. Las intervenciones estarían sujetas a la presente ley sin perjuicio de lo dispuesto en la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

¹⁶ Ley 5/1991, de 5 de abril, de Protección de los Espacios Naturales. BOE núm 121, de 21 de mayo de 1991.

2.3 – EL MARCO FÍSICO Y NATURAL

2.3.1 – UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESOS

La zona de estudio está situada en la montaña central de Asturias, en el concejo de Riosa (figura 4), en la conocida cuenca minera del Caudal, entre los vecinos concejos de Lena, Morcín y Quirós.



Figura 4. Situación del concejo de Riosa en Asturias. (Fuente: propia, 2018)

Las minas se localizan en la falda oriental de la Sierra del Aramo (figura 5). El pueblo de Llamo, último lugar accesible por coche, se encuentra a una distancia aproximada de 25 kilómetros de Oviedo siguiendo el itinerario A-66, N-630, AS-231, RI-6. A partir de Llamo, hay una estrecha pista hormigonada de poco más de 1 km que lleva a la planta de tratamiento y al poblado minero de Rioseco (633 m.s.n.m). Existe otro acceso desde el vecino concejo de Lena, esto es, desde la propia AS-231 y a través del camino As Pr-80, que lleva directamente a la antigua pista situada al sur de Rioseco, pista de poco más de 3 kilómetros y por la cual se estuvo sacando el mineral hacia Lena durante los años 40 y 50 del siglo XX. Desde el poblado y hasta llegar a la “campa les mines”, en el lugar conocido como Texeo, donde se sitúan las minas prehistóricas, no hay otra posibilidad sino tomar un camino estrecho y sinuoso ladera arriba en dirección a la Sierra para salvar pendientes superiores al 25% y una distancia de más de 3 km en un tiempo mínimo estimado de 90 minutos.

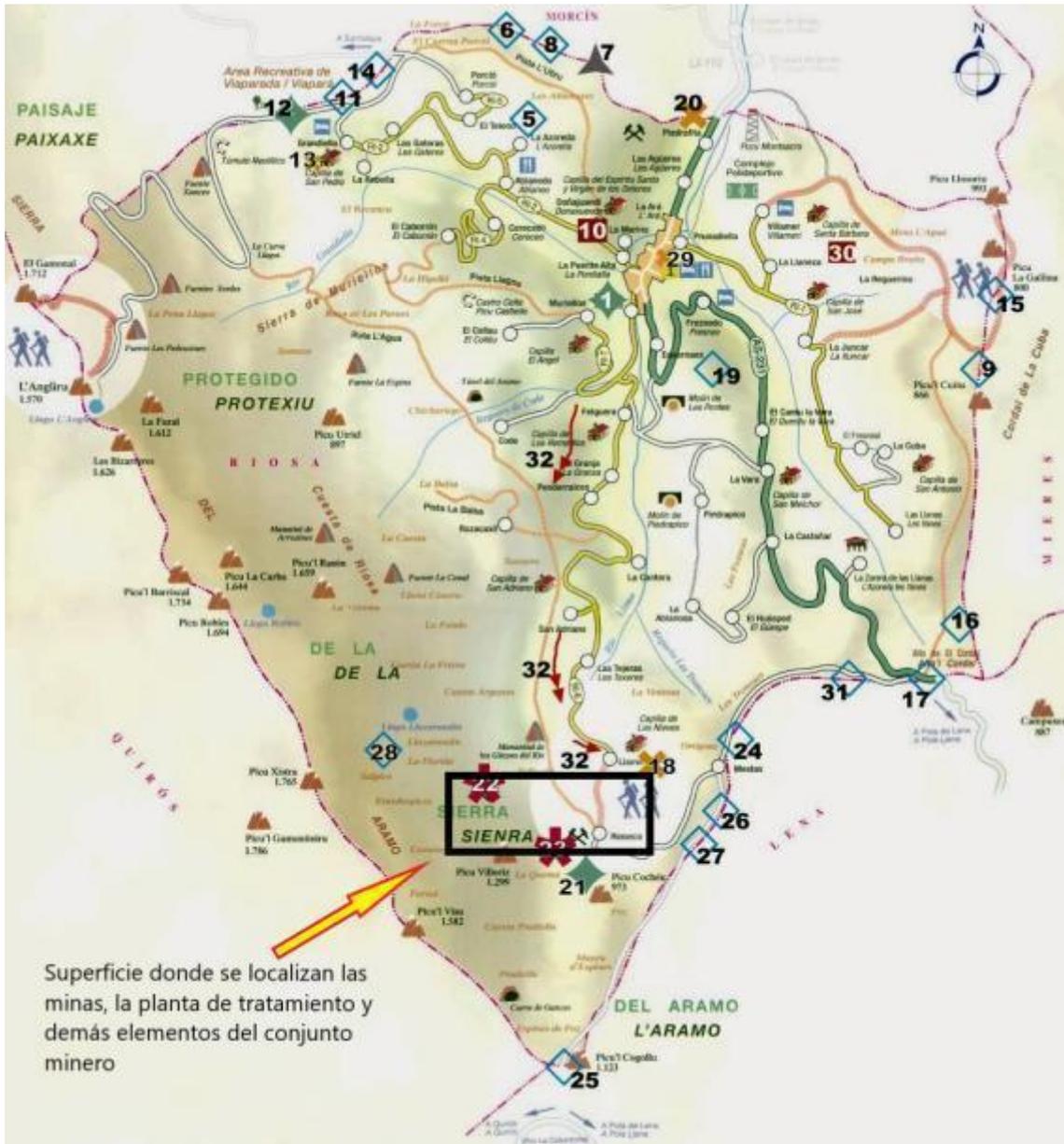


Figura 5. Área de estudio respecto del concejo de Riosa (Fuente: Ayuntamiento de Riosa)

La parte más alta de las labores tanto modernas como antiguas se encuentran entre el piso 4º (1173 metros), el socavón de Santa Bárbara que está a cota 1221 y algunas pequeñas labores que se encuentran en su cota máxima a 1231 metros.

Considerando el rectángulo de la figura 6, el área ocupa una superficie aproximada de 140 hectáreas. Aunque el complejo minero se halla distribuido a lo largo de varias parcelas, está fácilmente localizado por las coordenadas geográficas X: 265.531 Y: 4.785.532 que también ubican la planta de tratamiento de mineral, en el enclave denominado Rioseco.

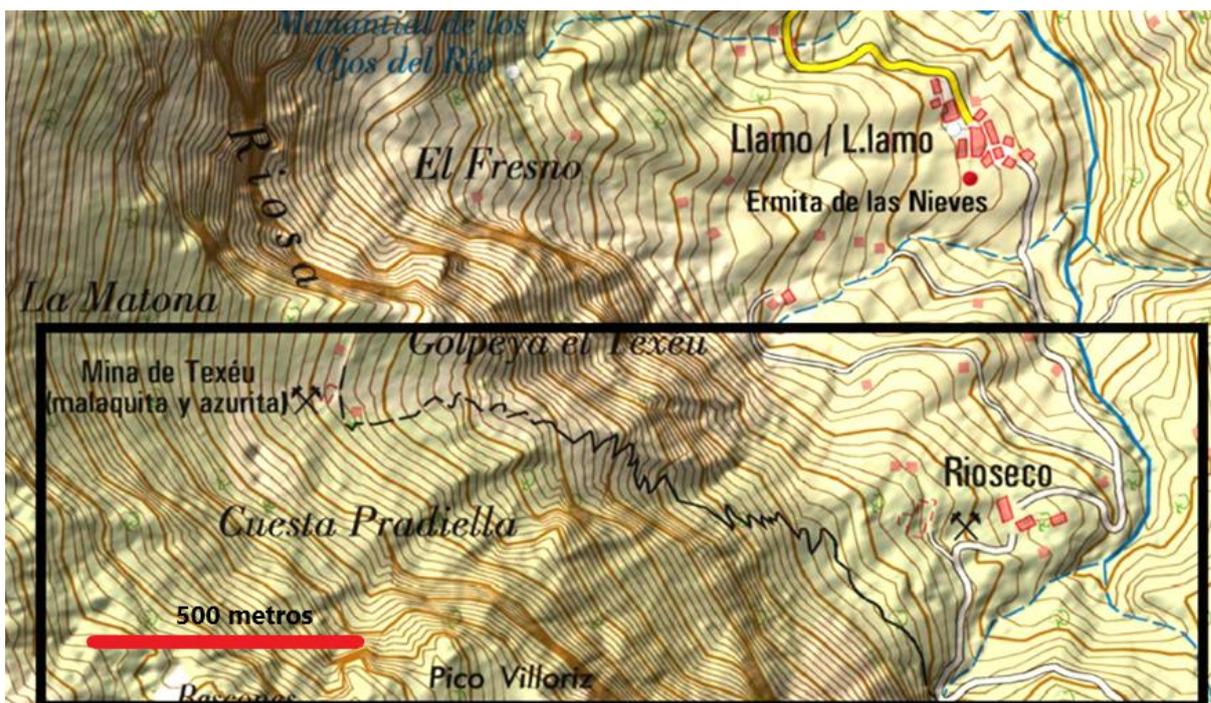


Figura 6. Área de estudio. (Fuente: sigpac.mapa.es, 2018)

2.3.2 – EL MARCO NATURAL: FLORA Y FAUNA

El escenario vegetal en este territorio es el resultado de la combinación de una serie de factores bióticos y abióticos que condicionan el paisaje en el que se desenvuelve la fauna - el clima, la topografía, la orientación, el suelo y el ser humano -. La intensa antropización y sus prácticas culturales han alterado ostensiblemente determinadas zonas pero no ha desequilibrado de manera irremisible el conjunto. Por tanto, la humanización del hábitat unido a los factores naturales ha orientado la configuración del espacio y distribuido el uso del suelo.

Unido a otros factores, con el abandono de la minería de cobre a mediados del siglo XX se ha ido produciendo un despoblamiento rural con destino hacia los centros de producción de hulla, con el consiguiente abandono de las actividades del campo generadoras de ingresos complementarios. Consecuencia de esta intensa monopolización económica de la zona central de Asturias en torno a la extracción del carbón, ha sobrevenido una progresiva naturalización del paisaje y por tanto un aumento de la superficie forestal tras el abandono de las prácticas agrícolas y ganaderas imperantes en otro tiempo. El número de tierras de labor en Llamo es residual, abundando más los prados donde antiguamente había campos de labranza. Podemos encontrar también fincas con gran

número de avellanos y otros árboles frutales. A medida que aumenta la cota en dirección a las minas, las comunidades vegetales más abundantes son masas forestales mixtas formadas por castaño, roble y haya (acorde a su piso bioclimático) y determinadas especies de matorrales y helechos. En las cotas más altas de la zona de estudio es notable la numerosa presencia de arandaneras que en ocasiones sirven para ocultar importantes labores antiguas. También son muy abundantes los tejos, como indica uno de los principales topónimos por el que se conocen las minas, Texéu (figura 7).



Figura 7 Arandaneras en la zona alta de las minas y tejo en el piso 3º. (Fuente: propia, 2018)

Desde un punto de vista técnico y atendiendo a la publicación de “Caracterización de los Distritos Biogeográficos del Principado de Asturias”, el área se hallaría situada entre dos distritos biogeográficos distintos: Ovetense Litoral y Somedano.

Hay una gran variedad de fauna silvestre de la cual destacaremos solamente la más “seductora” y popular a ojos de la mayoría de los visitantes. Entre los mamíferos más emblemáticos se encuentran el oso, lobo, jabalí, corzo, tejón, ardilla y gineta. En las partes más altas existe una población recientemente reintroducida y creciente de rebeco, objeto de gestión con fines cinegéticos. Las aves, debido a la cercanía del farallón blanco y rocoso de la Sierra del Aramo cuentan con una presencia abundante de águilas, buitres, alimoche y chova piguigualda en las partes más altas, y de halcones y otras rapaces en cotas más bajas. Hay varias colonias de murciélagos en el interior de las explotaciones que debieran estudiarse para poder confirmar o descartar que se encuentran entre alguna de las especies presentes en la lista del catálogo de la fauna vertebrada amenazada de Asturias (figura 8).



Figura 8. Murciélago interior de las minas y colonia de buitres leonados. (Fuente: propia, 2017)

2.3.3 – CLIMA

El clima y por extensión la cuenca de drenaje afectada por éste son dos factores que influyen extraordinariamente en el comportamiento de los estériles depositados en el área de estudio, así como en el estado natural del entorno y del paisaje. Los elementos potencialmente tóxicos lixiviados serán movilizados con mayor o menor celeridad e incidirán en el medio suelo y cauces fluviales en función de la cantidad de precipitación y su velocidad de transporte.

En términos generales, los terrenos de la mina pertenecen al dominio de la España templada-húmeda dentro de la variedad oceánica atlántico-cantábrico. Según los valores de humedad y temperatura, condicionados por la altitud, se puede precisar aún más la clasificación del clima húmedo de montaña, donde la elevada nubosidad y la lluvia tienen presencia todo el año y donde no hay estación seca.

Al carecer el municipio de estación meteorológica propia, las estaciones que aportan datos sobre la climatología de la zona se localizan en los vecinos concejos de Lena y Oviedo. La estación situada en Ronzón, a 370 m de altitud, se encuentra a una distancia aproximada de 12 km. La de Oviedo está situada a 13.7 km y a 336 m de altitud. Hay que tener en cuenta

que los valores registrados en la zona de estudio serían generalmente más altos en cuanto a precipitaciones de nieve y más bajos en cuanto a temperaturas, debido a que el conjunto minero se sitúa a partir de los 600 metros. También hay que señalar que el concejo de Riosa se encuentra equidistante y en medio de ambas estaciones, por lo que los datos son bastante extrapolables para esa altitud. Para este análisis he decidido incorporar los datos de la estación de Ronzón, en el concejo de Lena, por estar a mayor cota y tener mayores similitudes naturales.

La temperatura media anual ronda los 12-13°C. La media de precipitación del mes más seco tiene unos mínimos de 90 (en décimas de milímetro), medido en el mes de Agosto de 2012 y la del mes con la precipitación media más alta alcanza 2354, en febrero del 2016 (tabla 2).

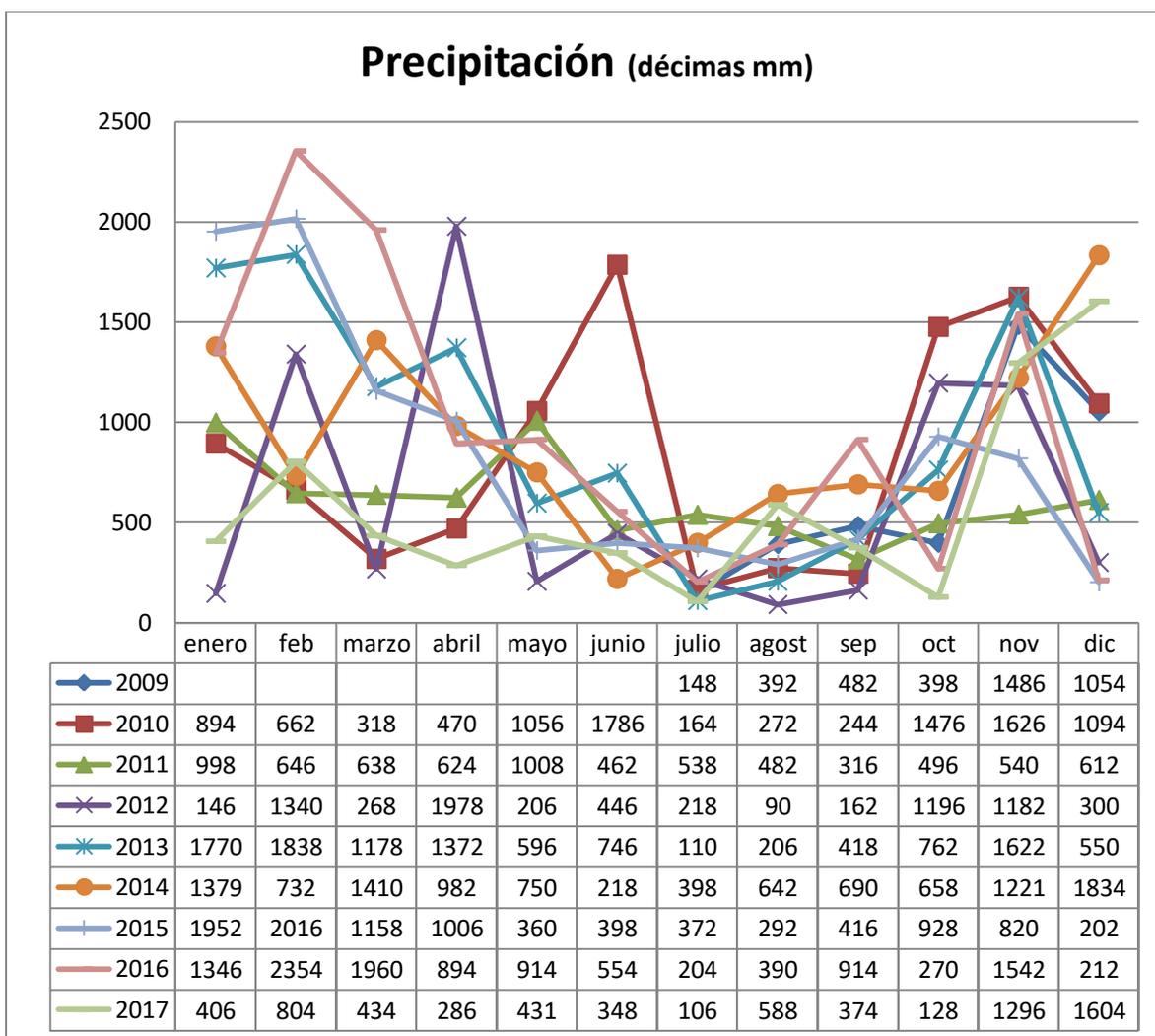


Tabla 2. Precipitaciones (Fuente: propia, 2018)

Con todos estos factores en juego, la elevada y frecuente pluviosidad se manifiesta en forma sólida numerosas veces y con distinta intensidad a lo largo del otoño-invierno e incluso en la primavera más temprana.

2.3.4 – HIDROGRAFÍA

Dentro de las cuencas hidrográficas del Principado de Asturias, el concejo de Riosa aparece adscrito a la número 9, correspondiente al Nalón Bajo. El río Llamo, único curso de agua con entidad suficiente para considerarse propiamente como tal, esculpe este valle en dirección sur-norte donde, tras suavizarse el perfil unos kilómetros más abajo, se encuentra con el río Riosa, que a su vez vierte aguas al río Caudal. Esta organización hidrográfica local finaliza pocos kilómetros después, cuando el río Caudal desemboca en el río Nalón y éste a su vez lo hace en el Mar Cantábrico. En un rango menor tenemos otra serie de valles más pequeños y barrancos que se abren a uno y otro lado del ramal principal; por ellos discurren cursos de agua de menor entidad, arroyos y regueros que vierten sus aguas al colector principal (figura 9).

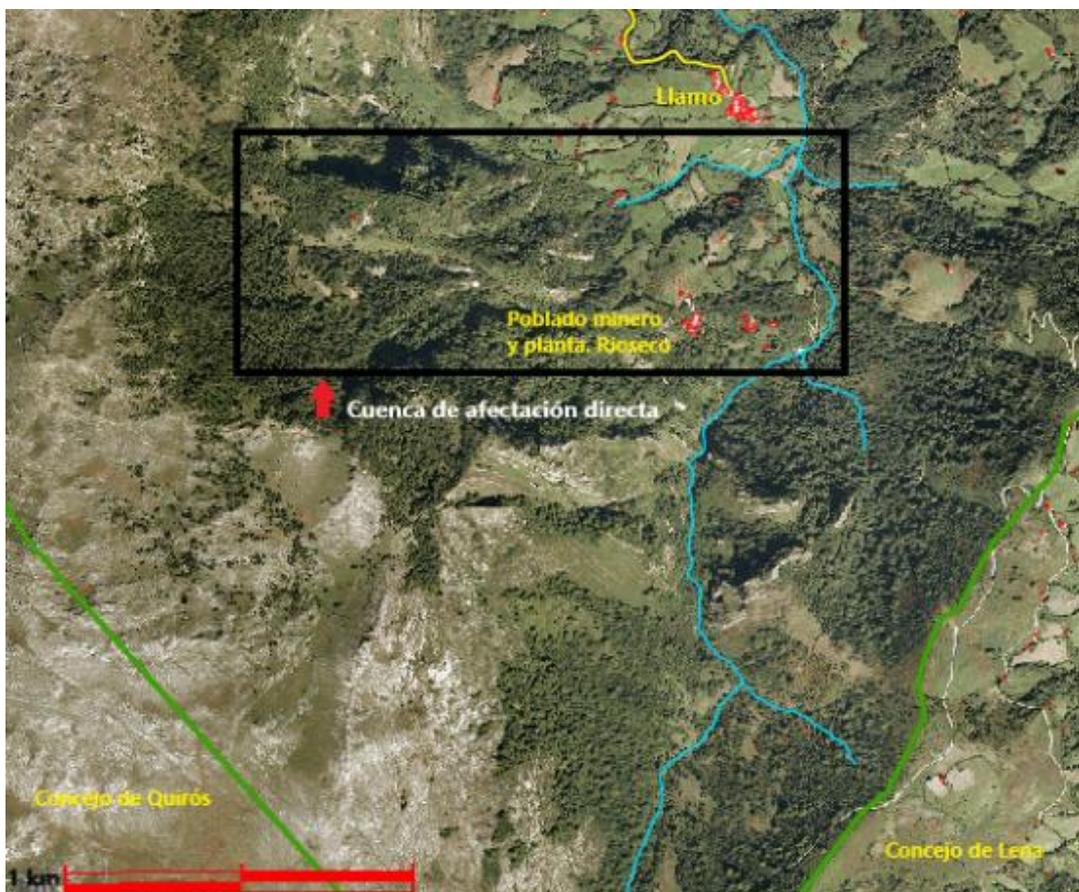


Figura 9. Cuenca hidrográfica de la zona. (Fuente: propia, 2018)

En la ladera este y por encima de la planta, en la zona del recuadro que aparece en la figura 10, tenemos el manantial de Rioseco, que aflora en las inmediaciones de las instalaciones mineras. Éste, dará origen al río o arroyo de Bayuga que desemboca en el río Llamo. La abundancia de precipitaciones surte además una nutrida red de fuentes y manantiales como la fuente de “las Espineras” y la “fuente de Sayán”, cuyos flujos alimentaron, junto con el agua proveniente del interior de las minas, los requerimientos del proceso minero en el piso 2º. Dentro de este mix hidrológico tenemos también el Reguero de Foz, situado a medio camino de la planta de tratamiento y Llamo, en la parte alta del rectángulo señalado. Así mismo, la fuente pública del pueblo está abastecida por otro de los manantiales procedentes de la sierra del Aramo.

Con escasez, el agua se puede convertir en un catalizador en los posibles procesos de dispersión de los contaminantes presentes. Al mismo tiempo y según la época, el agua también podría actuar como un eficaz diluyente de los mismos. Los resultados obtenidos en los diferentes análisis realizados pueden verse afectados significativamente por las condiciones climáticas y la época en que se hacen. De atender con mayor profundidad al ciclo del agua en relación a la cantidad de la misma que puede entrar contacto con los residuos de las escombreras, se precisaría hacer un estudio de la cuenca y un análisis morfométrico completos para determinar con exactitud la cuenca hidrográfica y jerarquización de la misma, y el cálculo de la densidad total de drenaje.

2.3.5 – CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA COMARCA

En el pueblo de Llamo ya no hay vecinos permanentes. Hay algunas tierras de cultivo y la mayor parte del terreno aprovechable en las actividades agropecuarias es pasto; lo que resta es bosque y matorral apenas utilizable como recurso desde hace tiempo. Las casas que aún se conservan en pie se utilizan cada vez menos y únicamente de fin de semana o como “residencia” de verano.

En cuanto al concejo de Riosa, la información estadística más relevante presenta un territorio montañoso con una superficie de 46,49 km², de los cuales 29,10 km² están por debajo de los 800 metros sobre el nivel del mar y los 17,39 km² restantes por encima. La capital se llama La Vega. 43,42 km² del concejo se sitúan en zona de pendiente por debajo del 20% y un 3,07% por encima. En 2016 tenía una población de 2040 vecinos, 1027

hombres y 1013 mujeres, con una población activa de 707 y una población ocupada de 523. Desde la clausura de la última mina de carbón en 2014 la industria prácticamente ha desaparecido del municipio, lo que pone de manifiesto la excesiva dependencia que ha tenido el municipio en la industria minera, que ha estado aquí presente ininterrumpidamente durante 158 años. El principal motor económico y empleador ahora es el sector servicios, seguido de agricultura y pesca, construcción y por último industria. El turismo está poco desarrollado, contando con limitadísimas camas para albergar a los escasos turistas que se adentran en el concejo buscando actividades de montaña (senderismo y bicicleta principalmente). La valorización de la mina del Aramo podría suponer un pequeño aliciente para la arruinada economía local, donde el despoblamiento rural y la emigración son la constante diaria.

2.3.6 – PROPIEDAD DE LOS TERRENOS

Según consta en la base electrónica del catastro, la referencia catastral de una parte de la finca objeto de estudio sería 33058A010002370000BB. En la cartografía del Catastro se puede observar el perímetro que delimita la parcela, zona que solamente incluiría una serie de edificaciones, entre ellos la planta de tratamiento de mineral, edificio destinado a la dirección, oficinas, economato, cuadra y barracones. La gran escombrera situada al este de las edificaciones, en dirección al río Llamo y aunque con otra referencia catastral, también está dentro del monte de utilidad pública 264, polígono 6, parcela 237. Todos estos terrenos están catalogados como rústicos y su uso principal es agrario.

Conforme a la escritura de compraventa, la parcela que contiene viviendas y planta de tratamiento fue comprada por el Ayuntamiento de Riosa en octubre de 2009 y registrada al mes siguiente en el registro de la propiedad de Pola de Lena. El objeto de la compra sería la protección de determinados bienes de interés cultural. La base de datos unificada de todas las figuras de protección reconocidas por la Ley de Patrimonio Cultural de Asturias sólo otorga algún grado de protección a los elementos contenidos en la parcela 237 del polígono 10. En dicha catalogación aparecen como construidos en el 1892 los edificios y viviendas de obreros de dicha parcela, siendo estas edificaciones posteriores al año 1900. Se catalogan estos bienes como inventario del patrimonio histórico industrial de Asturias IPHI. De acuerdo al plano Nº 5 “*Les Anciennes Mines De L’Aramo*”, de 1894, las únicas edificaciones existentes de esa fecha y relacionadas con la mina estaban en el polígono 10, parcela 292b, que se

corresponde con el monte de utilidad pública 264, varios kilómetros al Este ladera arriba, un poco por encima del piso 2º, zona que no goza del grado de protección patrimonial adecuado, que sólo aparece referida de manera genérica dentro del *totum revolutum* “estructuras extractivas” y que además han desaparecido completamente o están a punto de hacerlo (ver cuadrante superior izquierdo de figura 10).

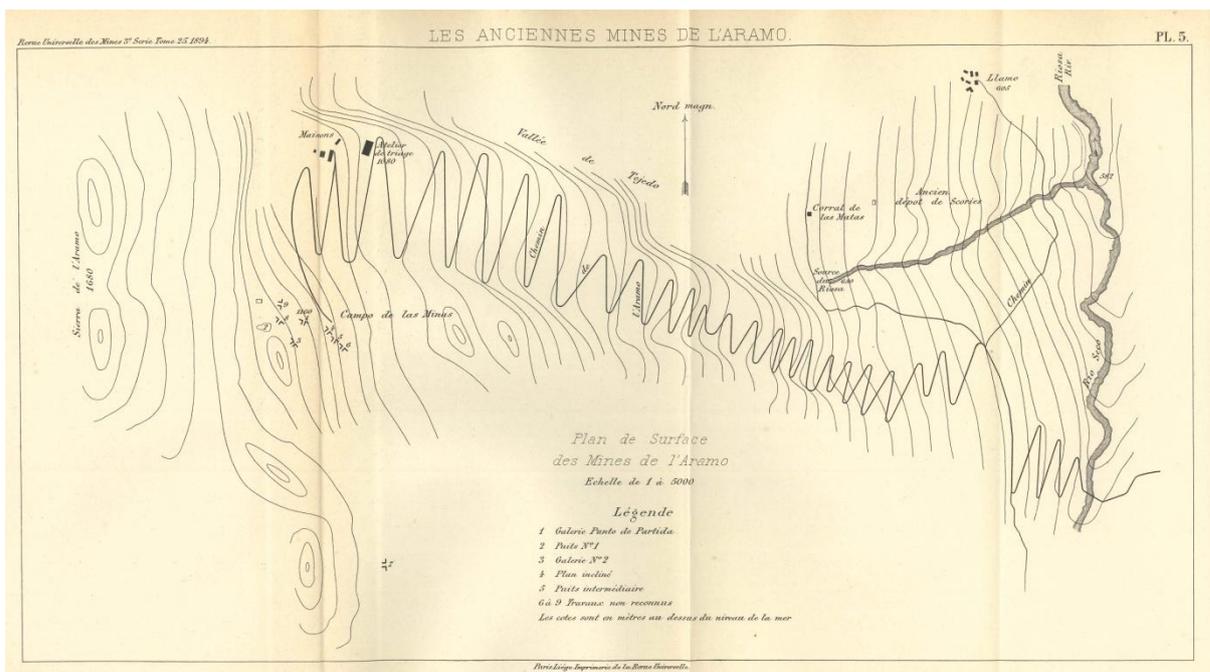


Figura 10. Mapa de las minas del año 1894. (Fuente: Manuel Suárez Fernández, 2018)

Los “bienes” contenidos en la parcela 292b se convierten así en objetivo fundamental de este estudio. Junto a la parcela comprada en 2009 y al Oeste de ésta, se compró también otra finca “La Campellina” a los herederos de la empresa Minero Metalúrgica Asturiana S.L (METASTUR), última empresa que explotó el yacimiento.

La parte correspondiente a las antiguas explotaciones, la mayoría de las escombreras, y parte de las ruinosas instalaciones y edificaciones más antiguas que permanecen, se encuentran situadas ladera arriba, hacia el oeste, en el monte de utilidad pública 264 (MUP) con referencia catastral 33058A010002920000BI, en lo que se conoce catastralmente como los Puertos Guariza y Segada, en la zona conocida como Golpeya el Texéu y La Matona.

Con todo esto queda acreditado que la totalidad de los terrenos objeto del estudio son de titularidad pública, ya sea bajo el epígrafe de fincas rústicas catalogadas para uso

agrícola, en caso de los pertenecientes al Ayuntamiento de Riosa, o en forma de monte de utilidad pública, pertenecientes al Principado de Asturias y también al citado Ayuntamiento.

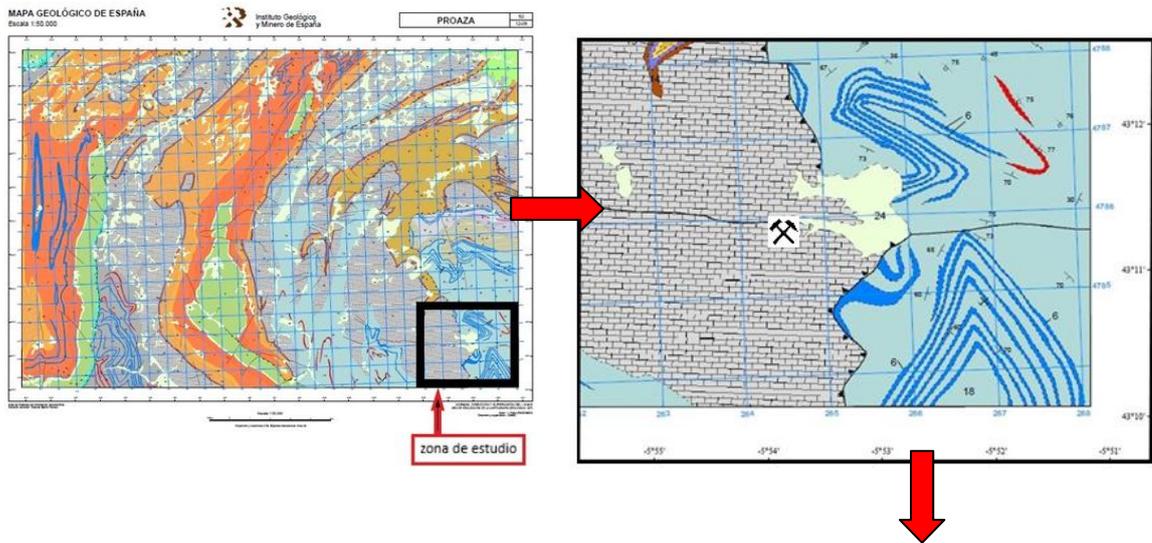
2.4 – ASPECTOS GEOLÓGICOS GENERALES, METALOGENÉTICOS Y

PAISAJÍSTICOS

Siguiendo la descripción de la completa cartografía realizada por M. Julivert (1963) y posteriores autores que han estudiado la zona a fondo, vamos a empezar este capítulo delimitando el marco geológico general. La geología del lugar está dominada por el cordal calizo de la Sierra del Aramo. La sierra está orientada de Norte a Sur, con las minas localizadas a sus pies, en los límites de su flanco sudeste. La sierra constituye una unidad geológica de veinte kilómetros de longitud y siete de ancho conocida como Unidad del Aramo.

La información cartográfica utilizada ha sido la del Instituto Geológico y Minero (IGME). Según el mapa geológico de España (escala 1:50.000) que se puede ver en la figura 11, la superficie de estudio está comprendida entre las cuadrículas 263 y 4788 de la hoja 52 con denominación Proaza. Tomando como referencia el centro de la figura para situar las minas, se correspondería con las coordenadas siguientes: latitud, 43° 11' 50'' y longitud, - 5°53'50'' de la figura.

Según la edad de los materiales, la zona minera se encuadraría en el dominio del Carbonífero. Acorde a la leyenda del mapa geológico mencionado y a medida que nos desplazamos de Este a Oeste en dirección hacia las paredes verticales de la sierra, estratigráficamente se puede observar que los principales materiales constituyentes del yacimiento están en la zona de transición entre la caliza gris del Namuriense y las pizarras y areniscas del Westfaliense. También podemos apreciar una bolsa central designada como "Indiferenciado", concordante con el Cuaternario reflejado en la leyenda del mapa. Por tanto, el núcleo central de la sierra está formado por el roquedo de las calizas grises de la conocida Formación Calizas de Montaña flanqueado por otros materiales como pizarras y areniscas fundamentalmente.



LEYENDA

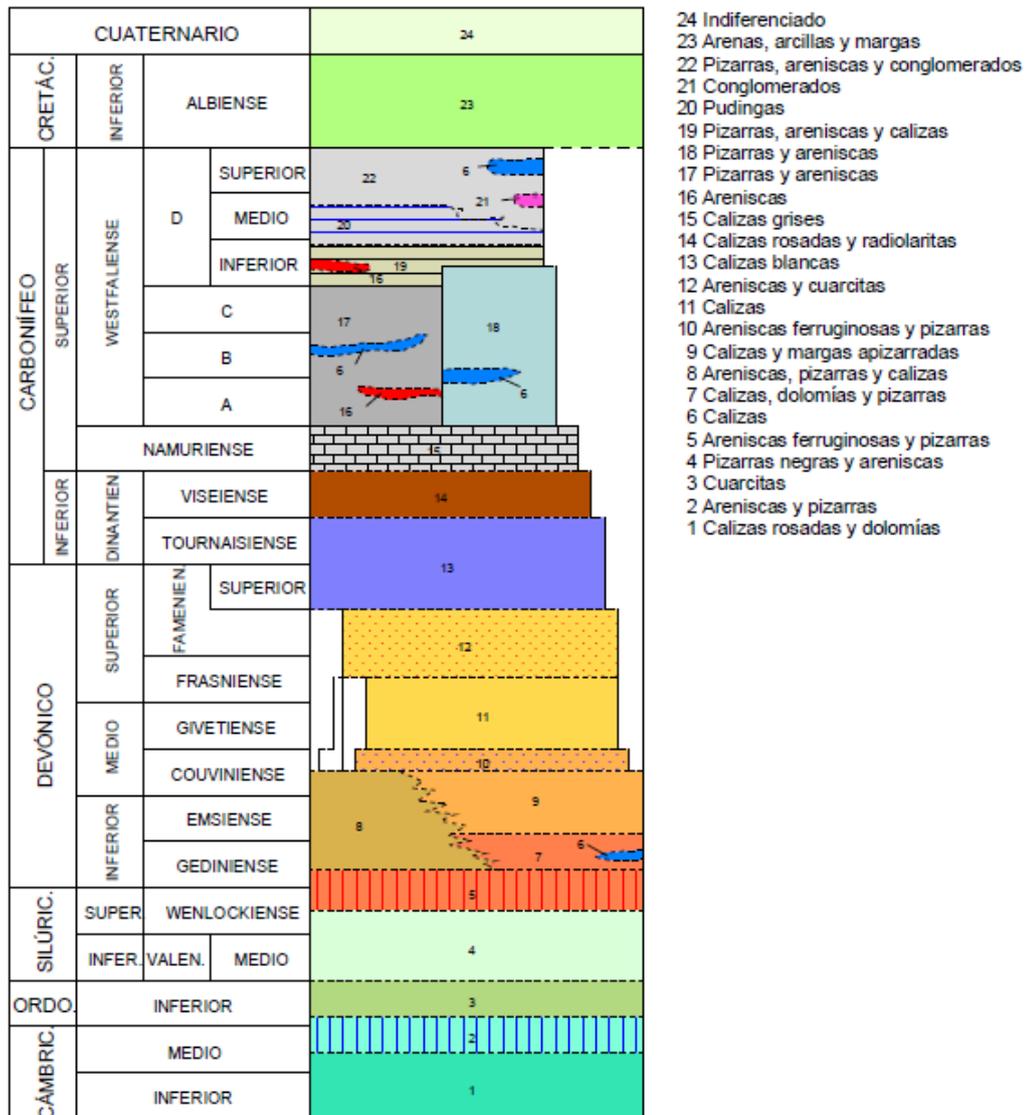


Figura 11. Mapa geológico, sección de la zona de estudio y leyenda. (Fuente: IGME, 1973)

Para entender el posterior análisis metalogenético de este capítulo dedicado a la geología del yacimiento podemos apreciar en la figura anterior la importante singularidad tectónica que supone el encuentro de una falla con un cabalgamiento en la zona de la mina: la falla transversal existente en dirección E-O, dentro de la Unidad del Aramo y que converge ligeramente con el contacto caliza-pizarra; falla que va unida inexorablemente al cabalgamiento cercano que superpone la Unidad del Aramo con la Cuenca Carbonífera Central.

Geomorfológicamente, las formas y materiales kársticos definen el paisaje, condicionan el entorno desde un punto de vista natural y ambiental y, como podremos ver más adelante, subordinan extraordinariamente todo lo relacionado con la actividad minera prehistórica y moderna. Aparte del característico modelado kárstico lapiaz que domina en la parte desnuda y alta de la sierra, la disolución de la caliza (por su lavado constante) salpica el terreno de dolinas, simas, sumideros, cuevas, depresiones y otras formas típicas de los materiales kársticos. La red de drenaje subterráneo y superficial continúa este proceso de lavado hasta el encuentro con otros materiales de diferente permeabilidad que podemos encontrar en dirección oeste desde las minas, como son areniscas y pizarras que por su diferente comportamiento frente a la erosión van dando lugar a un relieve más suave de valle que contrasta con el núcleo calizo de la sierra de la cual se aleja. Siguiendo la secuencia de explotación en el interior de las minas, no es raro observar a pequeña escala cámaras con formaciones de estalactitas y estalagmitas que no han sido destruidas por el arranque de mineral (figura 12). Esto es posible debido al solapamiento entre labores mineras y karst a través de los cuales se accedió a los filones, los conocidos como “soplados” en la jerga minera.

La transición geológica de caliza a mixta posibilita el aumento de la materia orgánica en el suelo y los colores grises de las calizas van siendo gradualmente sustituidos por la vegetación a medida que se van moderando las pendientes imposibles de la sierra y van apareciendo materiales de litología mixta.



Figura 12. Estalactita. (Fuente: propia, 2016)

Edafológicamente, según la clasificación de suelos americana (U.S.D.A. Soil Taxonomy), el tipo de suelo que ocupa la superficie a examinar es Entisol/Orthent. Son suelos caracterizados por su escasa profundidad, pobreza en bases, bajo PH y elevada pedregosidad, asociados a regiones montañosas en las que el relieve condiciona y limita la aparición de suelos más evolucionados. Un hecho singular que rompe la dictadura de las fuertes e infértiles pendientes en la zona lo constituye en exclusiva el propio asentamiento de Llamo, del cual los habitantes del vecino y empinado pueblo de las Tejeras, refiriéndose a la propiedad señorial del terreno en el pasado se hacen eco del extendido dicho “Llamo es llano pero es del amo y las Tejeras, aunque cuestras, son nuestras”.

Desde un punto de vista **metalogenético** la mineralización tuvo lugar en la intersección de la ya referida falla con el cabalgamiento lateral del Aramo, lo que convierte inmediatamente estos dos rasgos geológicos en un metalotecto de primer orden para identificar yacimientos potenciales o, como en este caso, un depósito con una concentración metálica de notable valor económico. La paragénesis de estas minas ha sido estudiada en los años 80 del siglo XX por Gómez Landeta y Solans Huguet (1981), que se centran en las mineralizaciones concernientes a procesos supergénicos y pocos años después por Paniagua,

A., Loredo, J. and Garcia Iglesias, J.(1988), que estudian la mineralización primaria. El último de los estudios consultados para delimitar este importante apartado proviene de un trabajo realizado por el departamento de Explotación y Prospección de Minas de la Universidad de Oviedo "*Consequences of abandoned Cu-Co mining in Northern Spain in surface watercourses*".

Siguiendo la clasificación del catedrático y profesor de la Universidad Politécnica de Madrid, Ricardo Castroviejo Bolivar (2008), en su "Introducción al Estudio de los Recursos Minerales", la jerarquización geológica del yacimiento es como sigue: yacimiento endogénico plutónico, encuadrado en la serie magmática, del tipo hidrotermal y relacionado con estructuras orogénicas tardías; más concretamente, un yacimiento epitermal encajado en calizas. Las salmueras que contienen los metales circulantes ascenderían rellenando las fisuras provocadas por la falla dando lugar a un proceso de sustitución o reemplazamiento metasomático. Las temperaturas consideradas para un yacimiento de este tipo oscilan entre los 90-130°C, aunque otros autores se decantan por valores un poco más altos, entre 100-200°C (Castroviejo Bolibar, 2008). A medida que se va materializando la sustitución y el ascenso hacia la superficie se va produciendo un enfriamiento y solidificación del material contenido en la salmuera.

A pesar de la dificultad que suele haber para aplicar el mismo modelo genético a yacimientos aparentemente iguales, hay acuerdo (entre los distintos autores que han estudiado éste) en señalar que nos encontramos con una concentración mineral epigenética de Cu-Co-Ni alojada en caliza.

Un importante proceso de dolomitización alrededor de la falla del Aramo afectó la genética del cuerpo mineral. **Geoquímicamente** el depósito mineral consiste, a grosso modo, en venas mineralizadas de sulfoarseniuros relacionados con zonas dolomitizadas. El espesor medio de las venas raramente sobrepasa los 30 centímetros (figura 13). También se encuentra el mineral contenido en bolsas de arcillas dentro de las cavidades kársticas.



Figura 13. Resto final de una vena de malaquita beneficiada. (Fuente: propia, 2015)

El estudio paragenético indica que la reunión de minerales se da en tres etapas primarias o hidrotermales sucesivas y una alteración supergénica muy completa con una posterior secuencia de oxidación de los minerales primarios. Se han podido describir hasta 29 minerales diferentes, con una asociación más temprana formada principalmente por pirita y bravoita, con cobalto y níquel asociado al arsénico; una segunda etapa o etapa intermedia compuesta por tennantita y esfalerita depositadas en matrices de cuarzo o dolomita, sustituidas luego por calcopirita, y un último estadio primario donde priman la calcopirita, bornita y covelita. Finalmente, la acción oxidante del agua percolante creará las soluciones ácidas que posibilitan la lixiviación de las sustancias minerales de origen primario, lo que dará lugar a una gran cantidad de minerales secundarios formados mayoritariamente por óxidos, carbonatos y arseniatos de cobre y cobalto, como son el cobre nativo, cuprita, azurita, malaquita, goethita, calcosina, etc. En las transformaciones sulfuros-carbonatos, la malaquita ocupa el lugar de la cuprita como principal producto de la transformación del cobre del sulfuro. Tal y como muestra la siguiente tabla, tres son las principales asociaciones mineralógicas y subgrupos vinculados:

A - SULFUROS-SULFUROS
A - 1 Pirita-eskuterudita
A - 2 Esfalerita-calcopirita
A - 3 Calcopirita-bornita-diagenita
A - 4 Diagenita-djurleita-calcosina
A - 5 Bornita-calcopirita-diagenita
A - 6 Calcosina-bornita
A - 7 Sulfuros-covelina

B - SULFUROS-ÓXIDOS
B - 2 Calcopirita-diagenita-calcosina-cuprita-cobre nativo-goetita

C - SULFUROS-CARBONATOS
C - 1 Calcopirita-diagenita-calcosina-malaquita-goetita

Tabla 3. Asociaciones mineralógicas. (Fuente: García Lafuente, C.Mª, 2005)

Según podemos ver en la figura 14, como señales evidentes de este proceso quedarán: el típico indicador que constituye la montera de hierro próxima a la superficie; el vistoso color verde y azul de los afloramientos de malaquita y azurita que constituyen un poderoso metalotecto, y la zona de enriquecimiento supergénico (producto del depósito y cementación, en la zona de reducción, de los elementos lixiviados provenientes de la zona oxidante inmediatamente superior). Como se ha visto en este apartado, la ganga de todas estas asociaciones está constituida por calcita, dolomita y cuarzo. Aún siendo la calcita un mineral sin ningún interés económico (en el caso que nos ocupa) y la dolomita poco más beneficiable que la anterior, es éste un dato importantísimo debido a la facilidad que presentan para ser minados y así constituir un yacimiento explotable en época prehistórica, donde los medios tecnológicos pretéritos diferían notablemente de los decimonónicos.

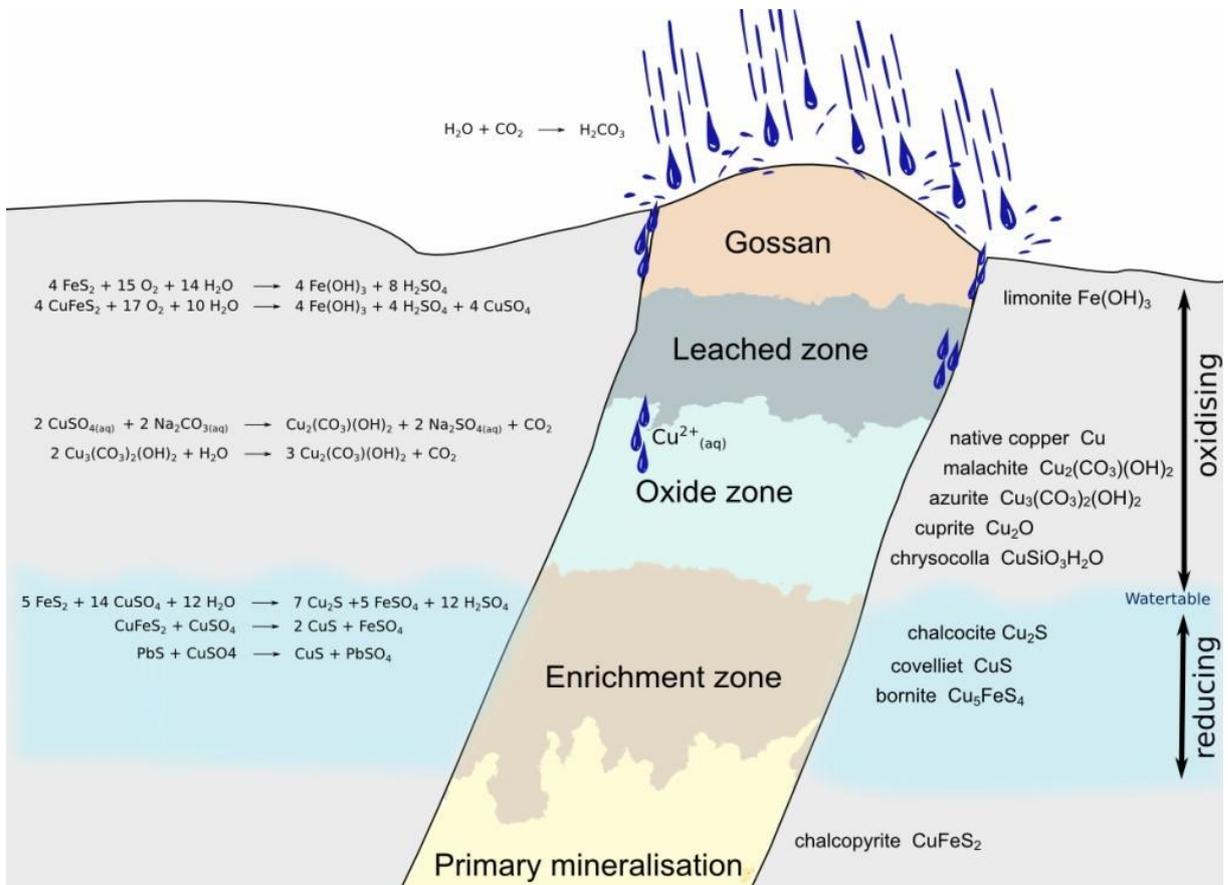


Figura 14. Secuencia de la mineralización. (Fuente: en.archaeometallurgie.de/gossan-iron-cap/)

En cuanto al **paisaje**, la unidad paisajística correspondiente a esta zona, según la jerarquía de paisajes del Atlas de los Paisajes de España (2004), está a caballo entre las características asociaciones de tipo de paisaje conocidas como “Sierras y montañas atlánticas y subatlánticas” y “Valles”. El tipo de paisaje que se corresponde con estas asociaciones sería: “Sierras y valles de la Cordillera Cantábrica (vertiente septentrional)” y “Valles intramontañosos asturianos” respectivamente. En función de lo anterior, tenemos que las unidades del paisaje correspondientes con estos tipos de paisaje son: “Altas sierras del Aramo y Sobia” y “Cuenca de Mieres”.

2.5 – LA ACTIVIDAD MINERA

2.5.1 – LAS MINAS: DE LA EDAD DEL COBRE A LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL SIN PARADAS INTERMEDIAS

Las minas están diseminadas a lo largo de la ladera, desde los 709 metros de cota de la bocamina más moderna, el conocido como Socavón de Rioseco, hasta llegar a las labores más antiguas, cuya ubicación más alta se sitúa a cota de 1231 metros.

Las **labores antiguas** se corresponden a las cotas más altas, con filones que se extienden en varias direcciones y alcanzan una profundidad de explotación considerable si tenemos en cuenta los medios técnicos disponibles. Las primeras labores modernas de fines del siglo XIX reaprovechan las antiguas y se prolongan decenas de metros más abajo por debajo de éstas, sirviéndose de los antiguos huecos ya beneficiados y de los karsts para avanzar con mayor facilidad. El solapamiento de las labores modernas con las antiguas ha destruido o alterado irremediablemente gran parte de las segundas. A pesar de ello, hay que hacer hincapié en que hay inspeccionados y confirmados varios cientos de metros de labores prehistóricas repartidas entre varios de los siguientes filones explotados: Filón San Felipe; Filón San Alejandro; Filón Santa Bárbara; Filón San Pedro y “Zona Tumbada” conocida también como San Vicente (figura 15). En el Filón 5 y Filón Metastur, que también forman parte de los criaderos beneficiados en la etapa moderna, no se ha podido encontrar hasta la fecha elementos probatorios concluyentes de explotación antigua.

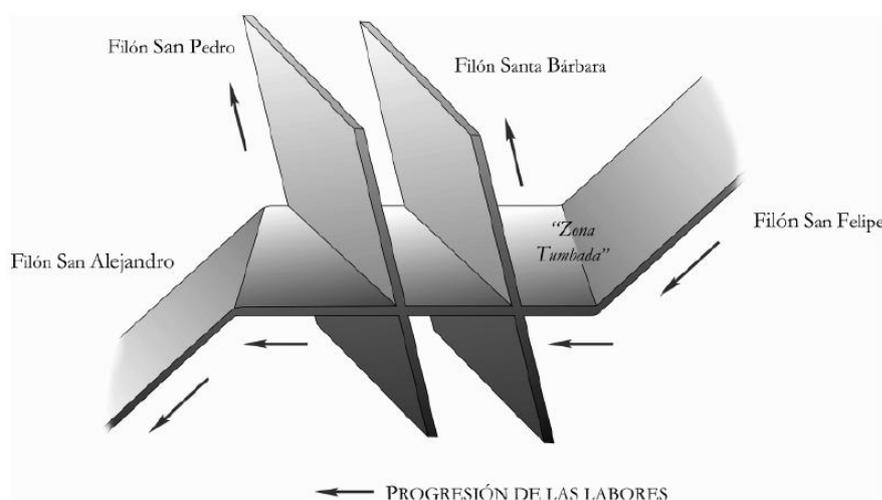


Figura 15. Esquema de la disposición de los filones y probable itinerario extractivo prehistórico. (Fuente: de Blas Cortina, M.A, 2014)

En base a lo inspeccionado y confirmado en los últimos años, y a lo intrincado del laberinto minero, la probabilidad de que haya más labores prehistóricas intactas es altísima. Cotejada la precisión del primer mapa de las minas elaborado por Dory en 1893 (ver proyección vertical en figura 16) y según las estimaciones realizadas como resultado de nuestras investigaciones, el vaciado de las labores prehistóricas se habría extendido cientos de metros en todas las direcciones de los filones, alcanzando una profundidad máxima de 150 metros.

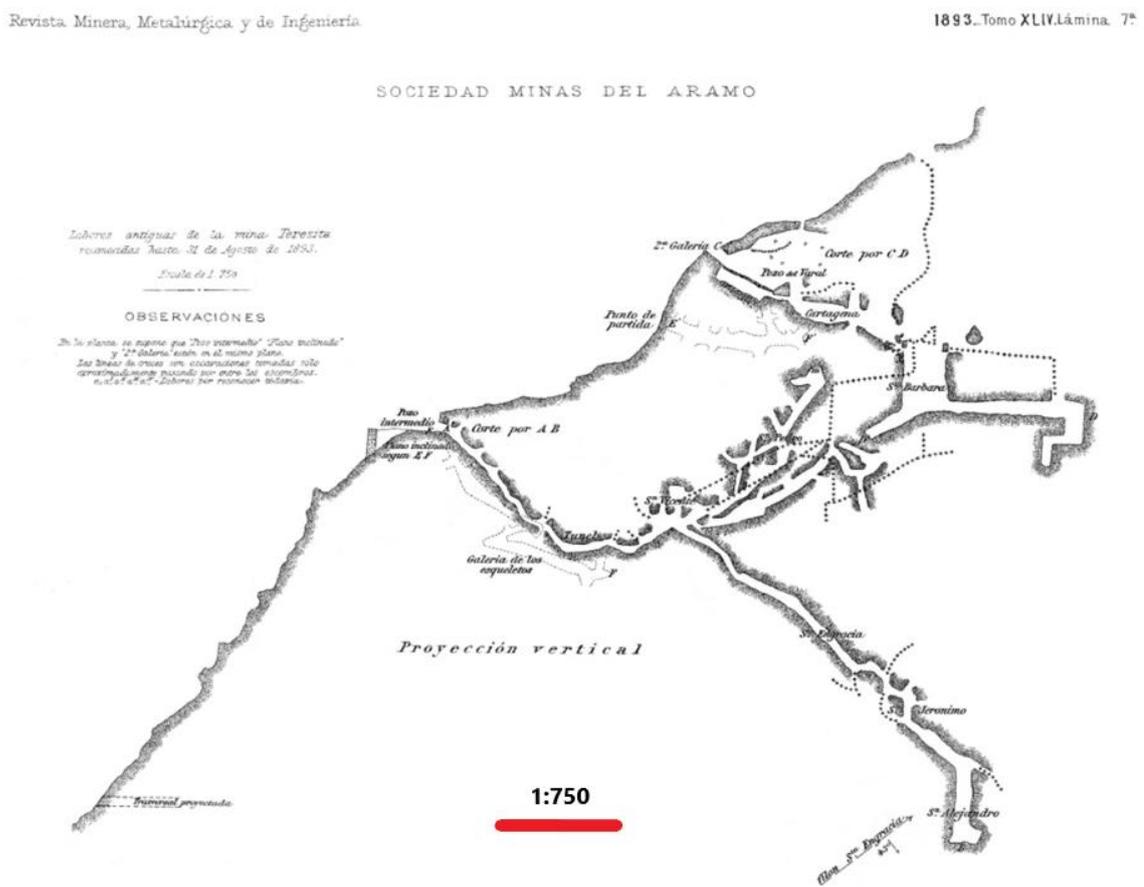


Figura 16. Proyección vertical del mapa de las minas del Aramo por Alphonse Dory en 1893. Fuente: (Dory, A.)

Como anécdota que ilustra perfectamente lo intrincado que resulta el laberinto minero sabemos que el lugar ha servido como escondite y refugio por parte de los guerrilleros y fugados en los tiempos convulsos de la postguerra civil más temprana. En el interior de una de las explotaciones se ha descubierto munición de una carabina checa asociada a estos grupos, lo que avala la tradición oral de los vecinos sobre presencia de los maquis en la zona (figura 17).



Figura 17. Munición antigua de carabina. (Fuente: Sadim 2005)

Donde es reconocible la labor minera antigua quedan numerosos testimonios en forma de herramientas de piedra para percutir o machacar; herramientas de asta y cuerno animal para picar o extraer mineral haciendo palanca (las marcas de los picos son claramente visibles en los hastiales); restos de teas resinosas para iluminación; espacios de vaciado irregular y secciones o huecos de sección reducida, y pilares dolomíticos o calizos modificados para servir de ayuda y soporte en múltiples de operaciones. Testimonio esencial lo constituyen también los numerosos restos de madera carbonizada que podemos encontrar, producto del empleo de la torrefacción o fire-setting (no descartándose el shock térmico y agrietamiento forzado de la dolomita y caliza por el súbito enfriamiento agua) (figura 18).



Figura 18. Muestras de herramientas mineras antiguas encontradas, zona de pilares, marcas de arranque y restos de madera carbonizada. (Fuente: propia, 2006)

Toda esta estructura y entramado ambicionaba el codiciado cobre de los de nódulos de malaquita y azurita contenidos en las arcillas de descalcificación que colmatan los conductos kársticos, y también los óxidos negros, malaquitas y azuritas mineralizados en forma de filón. En algunas de las labores interiores, enterrados y diseminados entre los escombros, quedan todavía restos humanos de diferentes individuos como lo atestigua el esqueleto completo encontrado en la campaña de excavaciones del año 2006 (figura 19); singularidad ésta de carácter regional, puesto que en Europa, sólo se ha documentado algo similar en la mina de “El Milagro”, sita también en Asturias (concejo de Onís).

El valioso e indispensable informe elaborado por el Ingeniero Alphonse Dory y Villers en 1893 documenta el hallazgo de gran cantidad de esqueletos depositados con sus herramientas en las labores extintas, no descartándose también la posibilidad de que algunas de las osamentas, las menos, pudieran ser en todo caso la resultante de accidentes relacionados con la torrefacción, esto es, la inhalación y consecuente asfixia o

envenenamiento por los gases resultantes de la combustión completa (CO₂) o incompleta (CO) del carbono de los combustibles empleados. La muerte por aplastamiento de algún de los restos documentados, aunque posible, no ha podido ser en ningún caso demostrada.

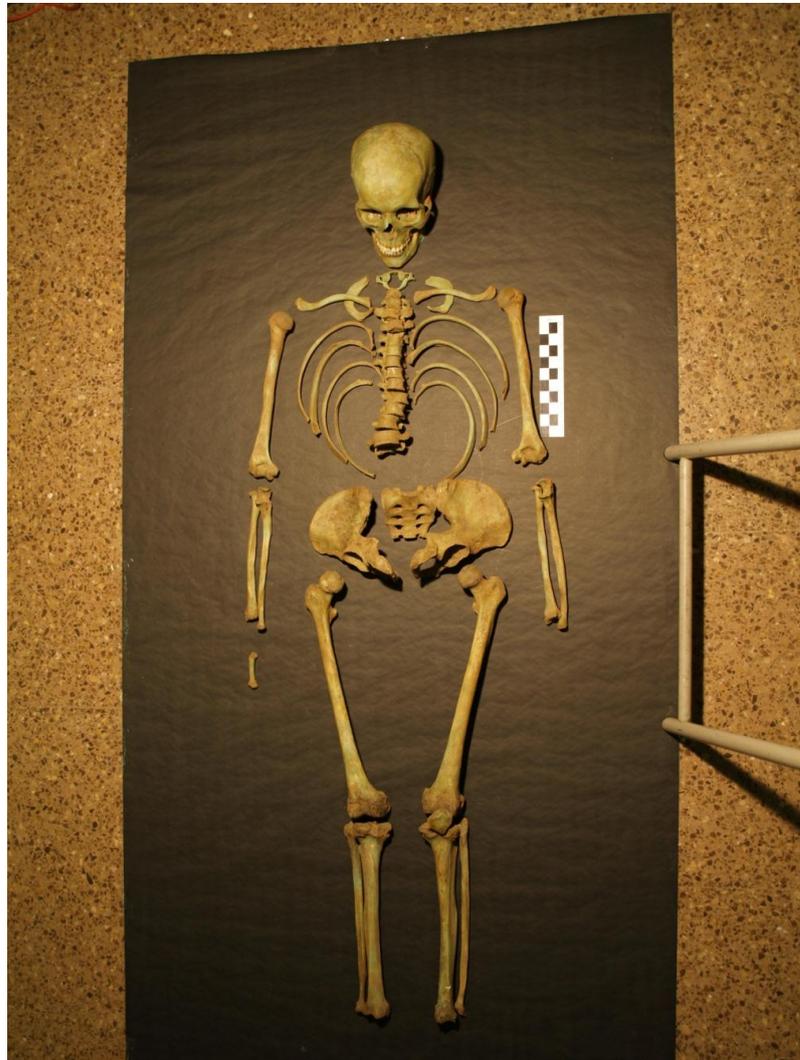


Figura 19. Esqueleto encontrado en la campaña arqueológica de 2006. (Fuente: de Blas Cortina, 2006)

Entre los restos humanos conocidos no se ha podido apreciar marcas o señales de lesiones producidas por accidentes relacionados con hundimientos con resultado de muerte y abandono en el interior de las explotaciones. A tenor de la suma documental en varias fuentes consultadas, el recuento cifra el número de hallazgos (en gran parte dispersos mediante obsequios) al menos en 29-30 individuos. Durante los 70 años de actividad moderna es de suponer el constante goteo de restos encontrados y no declarados en el transcurso de los trabajos. Como aval de esta práctica “infame” tenemos testimonios de trabajadores entrevistados, algunos de ellos aún vivos, que han declarado el frecuente

descubrimiento de esqueletos durante el avance de las labores mineras. De acuerdo a sus declaraciones, los cráneos eran expoliados y repartidos por los técnicos y dueños de la explotación entre sus conocidos. Aunque no siempre, era relativamente frecuente el descarte del resto del esqueleto, que acababa arrojado a la escombrera con el estéril sobrante (figura 20).



Figura 20. Clavícula humana en una escombrera. (Fuente: propia, 2018)

Documentado en forma de noticia periodística, es llamativo uno de estos casos, el de D. Ángel Vázquez (facultativo que trabajó para METASTUR) y que llegó a acumular en su casa de Pola de Lena un cráneo completo y otros restos óseos, herramientas de piedra y asta (GRUCOMI, 2001). Incluso una vez fallecido éste, los numerosos intentos de recuperación de los mismos han sido vanos ante las reiteradas negativas de la familia. Quedaría en el aire conocer el estado y localización actual de estos restos y de gran parte de los encontrados por los trabajadores de la empresa Metastur en sus 13 años de actividad.

En el exterior, a través de la presencia de los restos de cerámica campaniforme recuperada, las numerosas cubetas encontradas y las zonas de combustión datadas radiométricamente por C-14, los diferentes sondeos practicados sobre una superficie de 64 m² en “La Campa les Mines” (figura 21) han mostrado sólidos indicios de frecuente manipulación y transformación del mineral para conseguir su concentración o la obtención del preciado metal, lo que evidencia, al menos a priori, una actividad metalúrgica preliminar *in situ* (de Blas *et al.*, 2015).



Figura 21. Sondeos realizados. En círculo sondeos que contienen restos cerámicos. (Fuente: de Blas *et al.*, 2015)

Donde es patente la **minería moderna**, los elementos que se conservan, fácilmente reconocibles para el ojo profano son: vías, vagones, tubería metálica, entibación en madera (figura 22), restos de diferentes útiles y enseres (latas de conservas vacías, botellas, restos de calzado, palas raseras, carretillos, clavos, barrenas de martillo neumático, cajas de dinamita vacías y mecha, etc), más de 5 kilómetros entre galerías y subniveles con secciones regulares, pozos verticales de sección cuadrada o rectangular para el transporte de mineral y material mediante una cuba, instalación eléctrica de baja tensión para el cabrestante, escaleras de madera para acceder a las bolsas de mineral, cargaderos de mineral, grandes cantidades de estériles apilados ordenadamente en zonas explotadas, etc.



Figura 22. Labores modernas. (Fuente: propia, 2017)

Por la información que nos han proporcionado la variedad de planos a nuestra disposición, la exploración que hemos realizado, y el testimonio de trabajadores y técnicos de la mina, en la última etapa operativa (que abarca la decena larga de años que van desde 1947 a 1958/9) la empresa nunca explotó filones por encima del piso 4º, situado a la cota de 1172 metros. Buena prueba de ello se aprecia en la diferencia del utillaje y medios mineros que se encuentran de aquí hacia abajo, que es donde vemos los testimonios más claros de la última minería moderna; electrificación de algunos procesos, aire comprimido, etc. La fase de explotación que antecede, desde el descubrimiento de las minas en 1888 hasta 1947, se centró, por tanto, en los filones que se encuentran por encima del piso 4º. Esta zona está sembrada de restos de herramientas de trabajo más antiguas, construidas en madera (carretillas, palas raseras, etc), objetos identificables de la época (botellas, latas y otros), donde lo más destacable es la ausencia de energía eléctrica, las perforaciones de poca longitud producto del trabajo a maza y barrena, etc.

2.5.2 – UNA ACTIVIDAD ORDENADA

Desde los primeros estadios de aprovechamiento subterráneo, allá por la primera mitad del III milenio a.C, una cierta “planificación ingenieril y organización cuasi empresarial”, amén de cierto grado de especialización de determinados procesos, debieron ser sin duda necesarios para culminar con éxito el ciclo minero. Estamos hablando de acopio de combustible para la calcinación; preparación de teas de tejo (resinosas o impregnadas con grasa animal); selección, preparación y enmangado de las mazas de piedra (cantos recogidos en los cursos fluviales del fondo de valle o conglomerados redondeados de

pudinga de matriz cuarcítica y arenisca); mantenimiento del material y reutilización del mismo según el desgaste y necesidades; afilado de las astas y cuernos; fabricación de cuerdas y cestas; transporte del equipamiento y aperos necesarios hasta las profundidades de los tajos y recuperación del mineral arrancado; suministro de comida y agua; construcción de lugares de habitación y refugio; la concentración del mineral y reducción del mismo para obtener el rendimiento deseado.

En el área de influencia próxima debe quedar abundante registro arqueológico de los trabajos exteriores según lo excavado en la campera y según lo apuntado en el informe de Alphonse Dory, pero la probación de este postulado se queda corta por los escasos esfuerzos y recursos dedicados a este capítulo, inherentes al exiguo presupuesto. Aunque no podemos demostrarlo, suponemos la existencia de trabajo realizado por personas de compleción menuda y baja estatura dada la escasa potencia de algunas venas de mineral, que aún siendo de reducidísima sección y dificultosa accesibilidad, fueron beneficiadas. Lo que sí podemos constatar por testimonios directos y fotografías de la época es el empleo reiterado de mano de obra femenina en el pasado más reciente, práctica que se convirtió en habitual, en los años 40 y 50 del siglo XX, en tareas de escogido y descarte a pie de mina, y también en la parte de la planta que se conocía como el lavadero, trabajos todos relacionados con la concentración mineral.

En cuanto al proceso de extracción iniciado a finales del siglo XIX, las técnicas apenas cambiaron pero se pasó en unos años del trabajo estrictamente manual a la utilización del aire comprimido para el barrenado y arranque a martillo, y la electrificación interior para determinadas operaciones como el transporte vertical; hechos éstos que aceleraron el avance, la producción y por tanto la destrucción de gran parte del yacimiento prehistórico. El transporte rodado de material y mineral fue siempre soportado por la tracción animal que proporcionaban semovientes de tiro y arrastre, generalmente mulas. El sistema de pilares que facilitó las operaciones a los mineros prehistóricos constituyó un modo habitual de fortificación y refuerzo para determinadas labores modernas que solicitaban sostenimiento de la bóveda, como sería el caso del filón Metastur (figura 23), aunque para la mayoría de los cuarteles beneficiados la propia estructura calcárea venía permaneciendo completamente estable desde que se iniciara la actividad 4 milenios y medio atrás.



Figura 23. Cámaras y pilares en zona Metastur, "Cielo abierto". (Fuente: propia, 2006)

La madera, al igual que antaño, fue de uso general para todo tipo de operaciones y cometidos. A colación de lo señalado anteriormente, debido a la naturaleza de los hastiales, la roca encajante y el equilibrio alcanzado por el sistema cárstico, la necesidad de entibación con madera es residual y sólo se observa en algunas zonas particularmente inestables o donde lo impone el laboreo del filón (figura 24).



Figura 24. Uso de madera para entibación (izda) y desplazamiento en labores verticales (dcha). (Fuente: propia, 2016)

La circulación del mineral en la planta de tratamiento dependió de una primera selección en función de la riqueza de los distintos filones beneficiados. El bruto que llegaba a la planta recibiría un tratamiento diferenciado, resultante también de la desigual ley contenida en el mineral. La parte más rica, con leyes que oscilaban entre el 2% y 4% iría destinada a una primera separación por escogido. El sobrante se destinaría para concentrar

por gravimetría, por medio de jigs y mesas de sacudidas, con cuatro mesas de tratamiento de finos de extracción continua. Según el estudio inédito del profesor Suárez Fernández, mediante estas clasificaciones se lograría concentrar el Cu al 17%. Los descartes de estas operaciones irían a juntarse directamente con el mineral destinado al tratamiento mediante lixiviación amoniaca, conocida como vía húmeda en el argot minero, que conseguiría una recuperación del 78% de Cu (figura 25). Haciéndonos eco también de su investigación, esta planta sería la primera en utilizar el método de lixiviación amoniaca en España. A semejanza de ésta se construiría una planta para el tratamiento del mineral extraído de “mina Delfina”, mina de cobre situada en el concejo de Cabrales (Asturias), que también cuenta con antecedentes de explotación prehistórica. Mina Delfina seguiría el modelo constructivo y metodológico de la planta del Aramo.

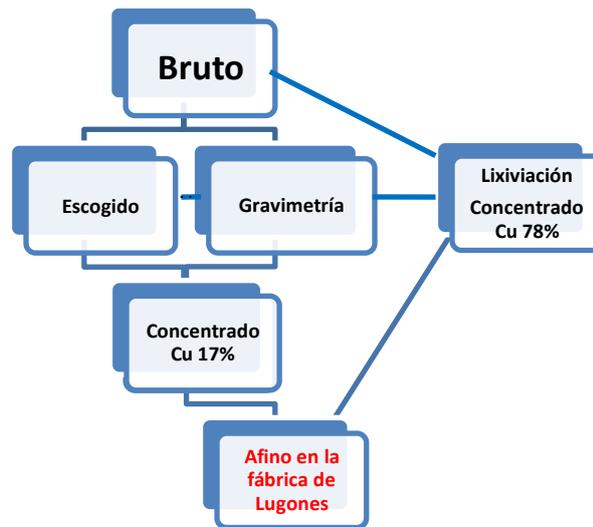


Figura 25. Circulación del mineral y procesos en la planta de tratamiento. (Fuente: propia, 2018)

Debido a su coste, el proceso recuperaba y reutilizaba el amoníaco empleado para la precipitación y concentración del cobre. Se ha podido confirmar que la concentración gravimétrica habría sido abandonada en 1957 por decaimiento de la ley mineral, lo que implicaría destinar todo el bruto a la separación por lixiviación amoniaca debido a los mejores rendimientos de este método con mineral de poca riqueza. En cabeza de los procesos y maquinaria descritos, para la liberación del mineral se contaría con una

machacadora y un lavadero previo escogido del mineral. Para la molienda previa a la lixiviación dispondrían de un molino de martillos. Un trommel desenlodador se encargaría de tratar el mineral con mucho contenido en arcilla. Lo restante de las instalaciones exteriores se compone de la línea eléctrica, dos compresores, uno de 40 y otro de 100 CV, dos vaivenes para el transporte aéreo del mineral desde la mina hasta la planta. Hubo un tercer cable de transporte aéreo de poca longitud utilizado para recuperar y llevar los “ricos” residuos sobrantes por concentración gravimétrica hasta la tolva que alimentaba el proceso de separación por lixiviación amoniacal (también llamado vía húmeda). Los rechazos del lavadero, con una ley de Cu estimada en el 1%, estaban depositados en la superficie libre que había entre la planta de tratamiento y las viviendas, por lo que fueron elevados unos 120 metros mediante un vaivén cuyo balde sería accionado por un cabrestante (ver planos 4 y 5 en anexo C). El cable entró en funcionamiento en junio de 1957 por lo que estuvo en servicio poco tiempo si consideramos que este ciclo minero se terminó dos años después.

El ciclo del transporte del mineral a la planta se completó, aunque con poco éxito, con una tubería que permitiría bajar el mineral por gravedad. El pequeño diámetro de la tubería y el tamaño de la fracción del grano causarían frecuentes obstrucciones que arruinarían el proceso. El horno vertical de camisa de agua con capacidad de tratamiento de 20 toneladas de mineral se utilizó básicamente para ensayos que acabaron fracasando, con lo que el afino del mineral concentrado se realizaría en la fábrica de metales de Lugones, próxima a Oviedo.

La planta amoniacal se acabó de instalar en 1953. Contaba con 5 cubas de ataque de 5 metros de diámetro por 4 de altura; 6 depósitos para soluciones amoniacales de 240 m³ y 2 calderas Babcock de 100 m². El proceso duraba 5 días de modo que se podía llegar a cargar diariamente una cuba de 120 toneladas de zafras de 0,2 al 5% y una media del 0,8%. El aprovechamiento era del 80%. El remanente de la minería moderna en el exterior lo componen otras instalaciones, edificios, etc, de los cuales dejaremos completo balance en la catalogación y mapas acompañantes (figura 26).



Figura 26. Planta de tratamiento de mineral. (Fuente: riosahistoria.blogspot.com, 2010)

2.5.3 – AFECTACIONES MINERAS QUE SE DAN EN LAS MINAS DEL ARAMO

Un asunto importante que no puede obviarse es el tema de los dos tipos de residuos no inertes generados durante toda la vida operativa de la mina: aquellos producidos en la fase de explotación moderna iniciada a finales del siglo XIX (acumulados en forma de escombreras diseminadas a lo largo de la ladera), y los escombros modernos y prehistóricos acumulados en el interior como relleno de las zonas ya explotadas (figura 27). Respecto a estos estériles subterráneos, el cálculo estimado por Manuel Suárez Fernández (2018), teniendo en cuenta la superficie proyectada verticalmente, el incremento de cota, la pendiente y la potencia de los rellenos, da un volumen de 31633 m³, cifra nada desdeñable sobre todo si la comparamos con lo contenido en las escombreras exteriores.



Figura 27. Zona de rellenos interiores en piso 3º. (Fuente: propia, 2018)

Por lo observado en el interior de las minas en cuanto a los estériles de época antigua, las gentes del momento desarrollaron toda una economía del esfuerzo para lidiar con la ganga y la roca huésped excedente. Este estéril improductivo fue mayoritariamente alojado en las cámaras y espacios vaciados previamente, evitando el esfuerzo y coste de transporte de los mismos al exterior, procedimiento utilizado también profusamente por la minería moderna. Parte de estos estériles antiguos fueron sacados al exterior por una minería moderna que encontró en ellos ley mineral suficientemente alta como para ser beneficiados (Dory, A. 1893). A pesar de constituir un volumen importante, estas acumulaciones de estériles en el interior de las explotaciones suelen ser desatendidas u olvidadas por cuantos estudios e informes sobre estas minas he podido consultar.

No obstante, los rasgos propios de la minería moderna en cuanto al volumen de mineral movido, el aumento de volumen que provoca el esponjamiento de los materiales tras la extracción del macizo, los procedimientos de trabajo y el tratamiento posterior del mineral, dieron lugar a la aparición de escombreras en el exterior. Los elementos potencialmente contaminantes contenidos en los descartes interiores y exteriores han seguido oxidándose y lixiviando hasta formar parte, de manera paulatina, del terreno y de la red hidrológica, con los riesgos que ello pudiera conllevar para la salud pública y el medio ambiente en general, sino son controlados.

Sumado a esto tenemos que, las escombreras, especialmente las dependientes del piso 2º (situado a cota 1085) y superiores, tienen un contenido no cuantificado pero indiscutiblemente constatado de restos de interés arqueológico que proceden de las labores prehistóricas, fenómeno éste que coincide con el hallazgo de elementos de igual interés en los depósitos de estériles exteriores de la mina “El Milagro”. Esto presenta una dificultad doble: la necesidad de control o supresión de esas escombreras eliminando el potencial riesgo de movilización y lixiviación de elementos contaminantes, así como la recuperación de la multitud de restos humanos y herramientas contenidos en algunas de ellas. A los contratiempos legales y administrativos sumaremos el factor económico, puesto que los costes y métodos empleados para eliminar esos escombros y restaurar el equilibrio del entorno no son los mismos para zonas sin interés arqueológico. Solamente la separación de herramientas, útiles y restos humanos de entre los escombros, antes de cualquier tratamiento, supone un esfuerzo técnico, de tiempo y dinero superior a un manejo convencional de los mismos.

Cualquier solución pasaría por abordar conjuntamente el problema de potencial contaminación con la presencia de restos prehistóricos en los estériles.

La revisión bibliográfica que a continuación se sintetiza procede de inventarios que no contabilizan el total de las escombreras y acopios existentes. La información procede también de un informe sanitario de control sobre los agentes hídricos que transportan los lixiviados de los estériles que conforman dichas acumulaciones, es decir, manantiales, arroyos y aguas surgentes que se han descrito en el apartado 2.3.5 “Hidrografía”. Por ello ha de conocerse con exactitud cuántas acumulaciones hay, su potencial hidroarqueológico y las

consecuencias medioambientales derivadas de cada una de ellas, estudio que necesariamente pasa por el previo inventariado completo de todos los elementos. Para este cometido ha sido de gran ayuda la ortofoto que podemos ver en la figura 28, ya que se trata de una imagen tomada en 1957, un instante próximo al fin de este ciclo minero. Esto implica que las escombreras estarían cercanas a alcanzar el momento de su mayor tamaño y volumen.

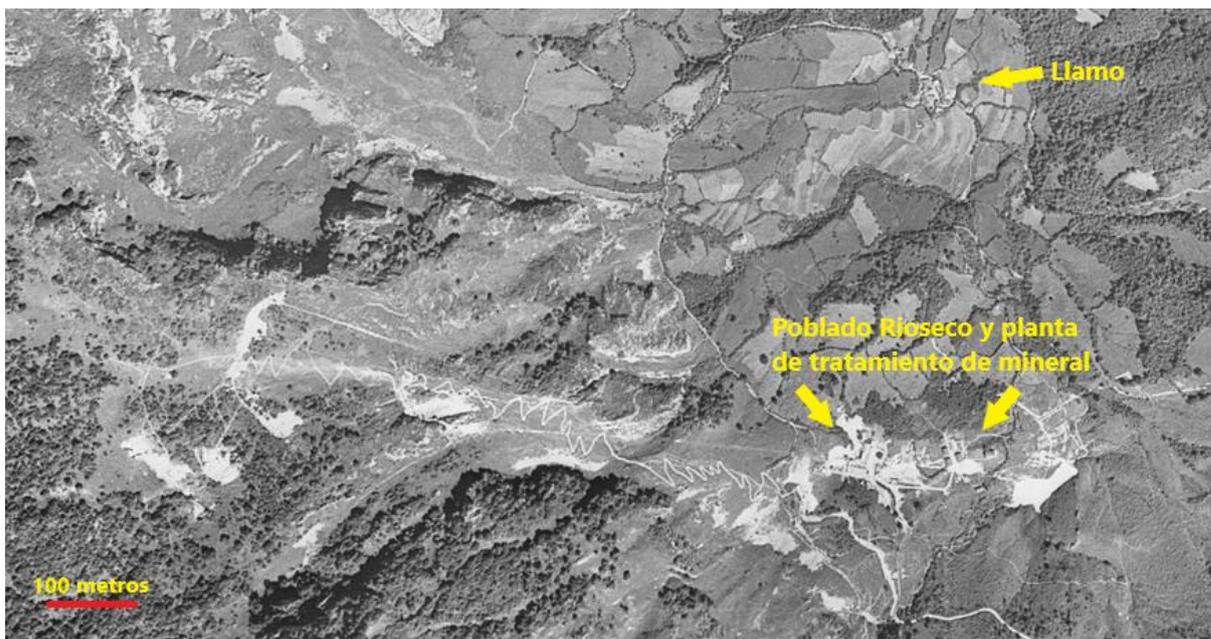


Figura 28. Ortofoto del área de estudio. Vuelo americano de 1956-57. (Fuente: IGME)

La síntesis parte de un inventario encargado por el Principado de Asturias en 1999, realizado en dos fases (la siguiente en 2001). Se ciñe al listado de una serie de escombreras y acopios dispersos en solo una parte del área total afectada. Se elabora una ficha de inventario de suelos potencialmente contaminados con datos geográficos generales, socioeconómicos, datos del emplazamiento, instalaciones y también de los contaminantes principales. En el apartado consignado como “morfología del emplazamiento” aparecen cuatro escombreras inventariadas, que según la deposición del residuo se clasificarían dentro de la tipología de vertido sobre la ladera. En dicho inventario también se hace alusión a las instalaciones de la planta y de un lavadero en ruinas. Aunque en ese inventario se hace mención a un lavadero independiente de la planta (ver Old Washery en figura 29), situado a 500 metros de distancia en línea recta (entre el pueblo y la planta de tratamiento) lo que sabemos a ciencia cierta es que, en la última fase de explotación de la mina (entre 1947-1959) el mineral se lavaba en las propias instalaciones de la planta de tratamiento, en lo que

serían las mesas de concentración gravimétrica y que los trabajadores conocían como “el lavadero”. Por lo que yo he podido inspeccionar, no he podido encontrar ningún resto de tratamiento de mineral ni instalación fruto de operaciones de lavado, separación o concentración. Por otra parte, la edificación e instalaciones anexas se conocen en el lugar como “Casa del Agua”, construcciones realizadas para la gestión de este recurso de cara a su consumo humano.

Teniendo como referencia la información obtenida en ese inventario, la Consejería de Medio Ambiente elaboró en mayo de 2001 un “*Inventario y Caracterización del Suelo Contaminado de Texeo (Aramo), EXPTE AT (2000/58-97)*”. En él se hace una descripción más detallada del número de instalaciones, planta de tratamiento, viviendas, tres bocaminas, etc, de la misma zona que en el inventario de 1999, pero donde figura el mismo número de escombreras. Se detalla la toma de muestras de agua y suelos en varios puntos, el método empleado en todo el proceso y las concentraciones máximas de arsénico, cobre, cobalto, níquel, etc, detectadas. Como resultado de estos análisis se concluye que un área de unos 10.000 m² requiere una actuación importante de regeneración y control de las condiciones existentes en vista de los altos niveles registrados. Como la profundidad de la contaminación varía mucho en función del tipo de disposición y localización en la escombrera y de si se trata de pequeños acopios o afecciones superficiales, se estima un espesor medio de 0,5 metros, con un volumen de 5000 m³ de materiales a tratar. Así mismo, el análisis de riesgos determina que la principal vía de exposición es a través de las aguas subterráneas, con riesgo carcinogénico en los núcleos residenciales ubicados en un radio de 1000 metros. También se han sobrepasado los límites que determinan riesgo por compuestos tóxicos no carcinógenos a través de esta vía (tabla 4)

	RIESGO CARCINOGENICO	RIESGO TÓXICO NO CARCINOGENICO
AIRE		
SUELO	X	
AGUA SUBTERRÁNEA	X	X

Tabla 4. Diagnóstico de riesgos para agua y suelos. (Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2001)

En el año 2005, en el IX Congreso Internacional sobre agua de mina celebrado en Oviedo, se presentó un trabajo firmado por varios expertos de la Universidad de Oviedo sobre las consecuencias que sobre suelos y aguas tiene la minería abandonada de Cu-Co. Tomando como área de estudio las antiguas minas del Aramo, dicho estudio parte de lo recopilado en el anterior inventario. Este trabajo presentó una distribución de As y Cu alta en los suelos del área muestreada, pero con una dispersión de los mismos de extensión limitada, afectando de manera especial a las muestras tomadas en la zona adyacente y próxima a la planta de tratamiento. En el mapa de la figura 29 se puede ver la distribución y número de las escombreras consideradas, así como los puntos de agua analizados. El volumen de estéril calculado para estas superficies sería de 40.000 m³, cifra que se queda corta con la actualización del inventario y la inclusión de las nuevas superficies denunciadas (ver mapa “escombreras y acopios”).

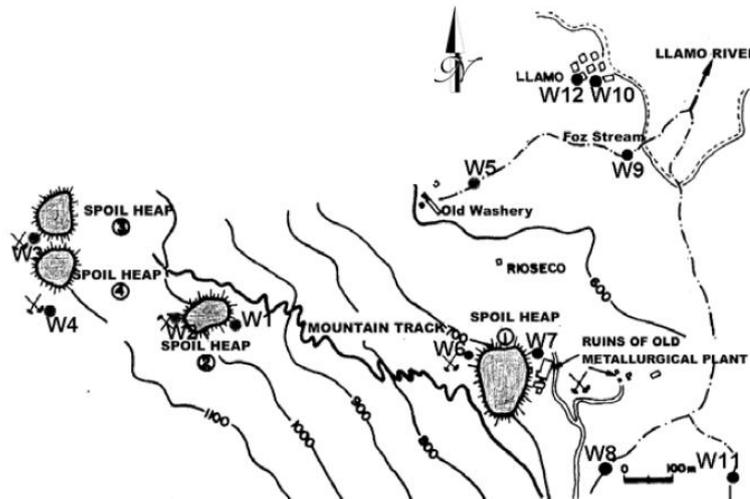


Figura 29. Mapa escombreras inventariadas y puntos de agua (W). (Fuente: "Consequences of abandoned Cu-Co mining in Northern Spain in surface watercourses", 2005)

La transferencia y dispersión de contaminantes desde las zonas con toxicidad potencial a las aguas superficiales (por debajo de las áreas de depósito de estériles) ocurre moderadamente, por lo que el pasado minero representa un problema medioambiental relativo. Las altos niveles de Cu en la fuente del pueblo de Llamo no determinan una pluma local de contaminación ya que dichas concentraciones se han asociado al lavado y erosión de las rocas mineralizadas, así como al filtrado desde zonas de residuos mineros o de transformación metalúrgica. Cabe destacar que las muestras recogidas en los meses de

verano presentan mayores concentraciones lo que se explica por la reducción del efecto de dilución ante la disminución del caudal.

Posteriormente, en 2008, la Agencia de Sanidad Ambiental y Consumo del Principado de Asturias realizó una inspección y toma de muestras en varios puntos de abastecimiento de agua de consumo humano y otros recursos hídricos que pudieran estar afectados (tabla 5). El informe sanitario concluyó que el agua es apta para el consumo y que ninguno de los puntos estudiados presentaba metales procedentes de las actividades mineras.

PUNTO DE MUESTREO	COBRE (mg/l)	ARSÉNICO (µg/l)
MANANTIAL DE RIOSECO	<0,05	<1,0
RÍO BAYUGA	<0,05	<1,0
RÍO LLAMO	<0,05	<1,0
FUENTE PÚBLICA, LLAMO	<0,05	<1,0

Tabla 5. Resultados de elementos metálicos en medio acuoso. (Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2008)

Sin entrar en ningún tipo de valoración sobre las razones, este informe sanitario de 2008 y el estudio previo de “Inventario y Caracterización de suelo contaminado de Texeo” de 2001, así como el estudio del año 2005 difieren parcialmente en sus conclusiones en lo referente a la potabilidad para el consumo humano del agua en la zona, debiendo matizarse que en ningún caso se habla de contaminación sino en todo caso niveles altos que conviene vigilar.

Un parámetro importante que determina también la calidad del agua es el ph, parámetro que en el informe del 2005 sitúa los valores en niveles adecuados para el consumo humano (tabla 6). Por lo que respecta a posible contaminación heredada de la lixiviación mediante el uso de compuestos amoniacales, ésta no se considera trascurridos 60 años desde el abandono de la actividad y debido también a que las pérdidas del mismo debieron ser mínimas ya que era un producto caro y reutilizable.

	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>
<i>pH</i>	7.2	9.4	8.0	8.0
<i>Electr. Conduct. (µS/cm)</i>	260	520	378	350
<i>Cu (µg/l)</i>	<2	4912	740.2	248.0
<i>As (µg/l)</i>	15	157	32	17
<i>Fe (mg/l)</i>	0.01	2.74	0.53	0.36
<i>Zn (µg/l)</i>	<5	50	29.5	30.0
<i>Pb (µg/l)</i>	<10	<10	<10	<10
<i>Ni (µg/l)</i>	<5	<5	<5	<5
<i>Co (µg/l)</i>	<5	<5	<5	<5

Tabla 6. Resultados analíticos de aguas de la zona. (Fuente: Consequences of abandoned Cu-Co..." 2005)

En cuanto a suelos, atendiendo a la legislación nacional y autonómica imperante en materia de suelos contaminados, la Resolución de 20 de marzo de 2014 del Principado de Asturias, establece los nuevos niveles genéricos de referencia (NGR) para metales pesados para la salud humana en el Principado de Asturias (tabla 7).

Niveles genéricos de referencia para metales pesados para salud humana en el Principado de Asturias

Elemento	CASRN	Industrial (mg/kg)	Recreativo (mg/kg)	Residencial (mg/kg)	Otros usos (mg/kg)
Antimonio	7440-36-0	295	120	25	5
Arsénico	7440-38-2	200	40 ⁽¹⁾	40 ⁽¹⁾	40 ⁽¹⁾
Bario	7440-39-3	10000	10000	10000	1540
Berilio	7440-41-7	205	140	30	20
Cadmio	7440-43-9	200	20	20	2 ⁽²⁾
Cobalto	7440-48-4	300	105	25 ⁽³⁾	25 ⁽³⁾
Cobre	7440-50-8	4000	400	400	55
Cromo (III)	16065-83-1	10000	10000	10000	10000
Cromo (VI)	18540-29-9	50	25	5	2
Estaño	7440-31-5	10000	10000	10000	4360
Manganeso	7439-96-5	9635	4970 ⁽⁴⁾	2135 ⁽⁴⁾	2135 ⁽⁴⁾
Mercurio	7439-97-6	100	10	10	1
Molibdeno	7439-98-7	600	60	60	6
Níquel	7440-02-0	6500	4150	650	65
Plata	7440-22-4	200	20	20	2
Plomo	7439-92-1	800	400	400	70
Selenio	7782-49-2	2500	1740	250	25
Talio	7440-28-0	10	3	1	1
Vanadio	7440-62-2	1505	845	190	50 ⁽⁵⁾
Zinc	7440-66-6	10000	4550	4550	455

CASRN (Chemical Abstracts Service Registry Number) identificación numérica de la Sociedad Americana de Química.

⁽¹⁾ 100 mg/kg para suelos sobre las litologías de Calizas y Granitos.

⁽²⁾ 10 mg/kg para suelos sobre la litología de Calizas.

⁽³⁾ 35 mg/kg para suelos sobre la litología de Calizas.

⁽⁴⁾ 6435 mg/kg para suelos sobre la litología de Calizas.

⁽⁵⁾ 100 mg/kg para suelos sobre la litología de Calizas y Unidades de litología mixta.

Tabla 7. Cuadro valores NGR. (Fuente: Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 2014)

En la siguiente tabla nº 8 tenemos una lectura de las concentraciones máximas en diferentes zonas para algunos de los principales elementos estudiados. Se han utilizado los

niveles máximos obtenidos en el informe de 2001 de la Consejería de Medio Ambiente y el estudio realizado por la Universidad de Oviedo en 2005. Si tomáramos como referencia el valor promedio de la concentración, dentro del rango de concentraciones obtenidas, los valores descenderían pero en cualquier caso la mayoría estarían por encima de los NGR establecidos para uso recreativo, residencial u otros usos referidos en la tabla nº 7.

ZONAS DE MUESTREO	ELEMENTOS METÁLICOS MUESTREADOS				
	(picos máximos en un punto)				
	COBRE	ARSÉNICO	COBALTO	PLOMO	NÍQUEL
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
CAMINO ACCESO MINAS	7250	1211	625	72	956
PLANTA DE TRATAMIENTO E INSTALACIONES AUXILIARES (malla 400m x 500m)	8605	847	412	690	639
MALLA (150m x 150m) Encuadrada dentro de la malla anterior. Zona de mayor concentración de metales	9921	1373	685	641	1040

Tabla 8. Niveles de los principales elementos estudiados en informe 2001. (Fuente: propia, 2018)

En base a ello, por Resolución de 28 de Abril de 2014 de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, se incoa expediente administrativo para la declaración de suelos contaminados en el emplazamiento de Texeo (Riosa), referencia catastral 33058A010002370000BB. En la misma, se requiere la presentación de un “Estudio de riesgos para la salud” de la citada parcela en dos meses. La Resolución de 21 de noviembre de 2014 de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente suspende el procedimiento de declaración de suelos contaminados por el tiempo que medie entre el requerimiento de presentación de estudios de riesgos sobre la salud, y su presentación. Una estimación del año 2008 eleva a 2.5 millones de euros el monto para tratar los 5.000 m³ de

materiales considerados en el “Inventario y Caracterización de suelo contaminado de Texeo” de 2001”. En la actualidad se ha asignado una partida de 1.200.000 euros, provenientes de fondos mineros, para la descontaminación de los suelos públicos afectados.

En 2009 se publicó en el Boletín Oficial del Principado de Asturias el anuncio sobre licitación de la ejecución de las obras de recuperación y rehabilitación de los terrenos afectados por las antiguas minas de cobre del Aramo. El proyecto fue adjudicado y ejecutado a pesar de que todos los estudios antecedentes apuntaban a la más que probable imposibilidad de utilizar esas instalaciones para los fines turísticos inicialmente concebidos, esto es, principalmente un museo y un aula de interpretación. Además de las casas del poblado minero y otros edificios e instalaciones que están en franco deterioro, el resto de iniciativas que se pretendía desarrollar están actualmente paralizadas hasta que se resuelva el expediente administrativo abierto. En una actuación posterior sobre el mismo espacio se adjudicó y se ejecutó la adecuación de la bocamina “Socavón de Rioseco” y la creación de un mirador sobre las Tolvas de Descarga.

Ninguno de los escenarios presentados y soluciones propuestas en los distintos estudios e informes revisados tiene en cuenta el fuerte componente prehistórico-patrimonial que planea sobre todo este territorio y área circundante, por lo que dichos informes adolecen del preceptivo y específico estudio arqueológico y, por tanto, de una solución integral para el manejo de los residuos. Además, los estudios de caracterización disponibles son antiguos y el paso del tiempo puede haber provocado grandes cambios. Pueden haber tenido lugar procesos de atenuación natural (estando menos contaminado) o procesos de migración que impliquen una mayor afectación a la zona. La revisión de los estudios medioambientales anteriores impone una revaluación en función de los nuevos elementos que intervienen.

De la actividad minera desarrollada no se derivan subsidencias destacables ni deslizamientos, excepto la existencia de alguna mínima deformación del terreno que no afecta significativamente la dinámica de la parcela puesto que estaría muy por encima de cualquier núcleo de población y en una zona donde la única actividad destacable es la ganadería desarrollada por una pequeña cabaña ganadera local. Además, estas alteraciones en forma de simas, depresiones y cavernas serían probablemente producto de la naturaleza

kárstica de la sierra del Aramo (figura 30). En superficie no se aprecian trastornos de los cursos de agua permanentes o temporales (arroyos y regueros) que discurren durante menos de 2 kilómetros, en línea recta, desde la zona de las minas hasta su desembocadura con el río Llamo.



Figura 30. Subsistencia provocada por actividad kárstica o labor minera. (Fuente: propia, 2018)

En el interior de las explotaciones coexisten dos circuitos para el agua con origen diferente: una red de drenaje natural favorecida por el medio kárstico y otra de procedencia antrópica resultante del horadamiento minero continuado, lo que unido a la acumulación de estériles (con elementos solubles) constantemente lavados, favorece idéntico fenómeno de lixiviación y movilización de elementos potencialmente tóxicos al medio, principalmente Cu, As, Co y Pb. Al igual que ocurría en el exterior, entre estos restos también hay útiles y restos humanos neolíticos soterrados.

Como norma general, las escombreras exteriores degradan el valor del paisaje. Con potencial arqueológico o sin él, las acumulaciones que aquí aparecen son de tipología idéntica al vertido de ladera. El impacto paisajístico es limitado y relativizado por los años de revegetación natural y las modestas dimensiones de las mismas (figura 31). Las partes que aún están “peladas” y sin vegetación pueden verse afectadas por contaminación difusa, que en este caso no es otra cosa sino la suspensión y transporte de partículas en las direcciones predominantes de los vientos.



Figura 31. Escombrera del piso 4º. (Fuente: propia, 2018)

Acompañando a los estériles o de manera aislada tenemos también gran cantidad de residuos en forma de edificios en ruinas, instalaciones y material, dispersos a diferentes cotas y que habrá que ponderar.

Progresivamente y en el transcurso del decenio que sigue al cese de la extracción mineral, años 60 del siglo XX, se produce el subsecuente **abandono no planificado** de todo el conjunto minero (según el concepto moderno de cese de actividad), que acabará con la caducidad de la concesión en los años 90. Durante los primeros años tras el cierre, hubo un impasse de espera sin mantenimiento regular del grupo minero, con tan solo una laxa vigilancia en prevención de robos. Esto derivó en un rápido deterioro de las instalaciones mineras que inauguraría así una nueva etapa marcada por el aumento del riesgo de accidentes consecuencia de un cierre anárquico.

Nacidos de esta situación de cese operativo no programado tenemos más de una treintena de entradas a las explotaciones o bocaminas abiertas y que no están señalizadas. La vegetación natural ha ocultado al ojo humano una parte importante de estas aberturas y pozos¹⁷ convirtiéndolos en una trampa latente por serio riesgo a caída, como así nos consta

¹⁷ En el argot minero asturiano muchos de estos pozos son conocidos popularmente como “tragues”. La existencia de estos pozos o agujeros es muy abundante en las cuencas carboníferas asturianas debido al aprovechamiento de este recursos por cientos de minas de montaña y “chamizos” que se explotaron en la

con la aparición de restos despeñados de animales de la cabaña ganadera local, mascotas o de la fauna silvestre (figura 32).



Figura 32. Hueco disimulado por la vegetación y restos de animal despeñado. (Fuente propia, 2018 y Sadim, 2006)

En los últimos años, el creciente número de excursionistas y visitantes que se adentran por libre en las explotaciones, en busca de los llamativos carbonatos verdes y azules o de vivencias personales diversas, ha incrementado notablemente las posibilidades de accidentes. Sumado al desconocimiento del entramado minero, la inexperiencia en un medio adverso y a que gran parte del terreno por el que se circula en el interior de las explotaciones presenta inestabilidad, la lista de potenciales peligros es muy grande (debido a las características indefinidas de la mineralización y a su arranque, las explotaciones se entremezclan irregularmente unas encima de otras, superponiéndose, cortándose y debilitando las zonas de paso).

Determinados tramos de algunas de las galerías principales han colapsado principalmente debido a la acción del agua sobre la madera que sustentaba los cargaderos de mineral existentes y al peso soportado. Idéntica situación de riesgo por colapso está presente en muchas otras galerías secundarias y subniveles de explotación, debilitados por el paso del tiempo y consecuente pudrición de la madera empleada (figura 33).



Figura 33. Vertido de escombro sobre la galería y cargadero en madera. (Fuente: propia, 2018)

La boca de varias de las galerías generales próximas al exterior está hundida debido a la inestabilidad, fragmentación y rotura que presenta generalmente el terreno en los puntos de emboquillado. La destrucción natural permanente por quiebras aleja a las generaciones siguientes de la posibilidad de seguir disfrutando de este espacio único, así como compromete futuras investigaciones del yacimiento.

La posibilidad de sufrir un accidente causado por un derrabe no es el único peligro enfrentado en estos y otros puntos del recorrido. Debido a la elevada precipitación de lluvia en la zona, la circulación interior del agua y al potencial embolsamiento de la misma, el riesgo de rotura de una bolsa y avalancha e inundación repentina constituyen un peligro invisible pero real. Este almacenamiento de agua se ve favorecido por la alta presencia y colmatación de arcillas presentes en el yacimiento.

El riesgo de caídas al mismo y a distinto nivel es elevadísimo, como lo son también el desprendimiento y caída de rocas. Todo esto se ve incrementado si los visitantes no llevan los equipamientos adecuados para este tipo de actividades: casco, luz potente y con autonomía suficiente, botas de seguridad, guantes y ropa adecuada.

El desconocimiento de la amplia red de galerías, túneles y labores lleva con facilidad a la pérdida de referencias y a la desorientación, lo que unido a la falta de guías avezados puede generar algunas situaciones incómodas. Aunque no es habitual, tanto la humedad como el polvo pueden ser factores adicionales; el primero por la niebla que producen los cambios bruscos de temperatura con condensación-vaporización interna y el segundo, en medio seco, porque puede llegar a distorsionar nuestra percepción de las formas y balizas naturales (figura 34).



Figura 34. Misma zona despejada y con condensación. (Fuente: propia, 2016)

Los niveles de oxígeno en el interior son ideales y la calidad general de la atmósfera en la mina es muy buena. Por su propia naturaleza, las minas están suficientemente ventiladas y las mediciones realizadas no registran la presencia de ningún otro gas derivado de procesos asociados a la caliza o a los minerales explotados, circunstancia ésta, por otra parte, altamente improbable. Las mediciones del caudal de aire en las galerías principales y otros puntos donde la geometría del hueco es bastante más reducida superaron holgadamente los mínimos exigidos en las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. No obstante, se considera conveniente aislar determinadas labores en fondo de saco para prevenir el ingreso a ellas ante la posibilidad de una puntual deficiencia de oxígeno latente motivado por un entorno siempre cambiante.

Aparte de la dificultad de tránsito entre distintos sectores de la mina, los riesgos pueden verse notablemente incrementados por el cansancio acumulado tras hora y media o dos horas de ascensión por la empinada ladera hasta el punto donde comenzaría una hipotética y nunca corta visita de las minas.

Por último, debemos considerar y adelantarnos a afectaciones que pudieran acontecer sobre este espacio arqueológico en el futuro si nacen o prosperan iniciativas en exploración de recursos minerales. Un ejemplo reciente lo constituye las noticias aparecidas últimamente en prensa relacionadas con la investigación de potenciales yacimientos minerales en la zona del Aramo por parte de la empresa irlandesa LRH Resources (l.n.e, 6 de noviembre de 2018).

3 – PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TRABAJO

Con la descripción de las cuestiones expuestas en el apartado 2.5.3 se consideran justificadas las siguientes iniciativas:

1 – Catalogación de los elementos que componen el conjunto minero

Cualquier labor de gestión de un espacio minero obliga a conocer su magnitud y funcionamiento, por lo que, para comprender todos los procesos involucrados y derivaciones hay que saber necesariamente los elementos que intervienen, esto es, realizar una catalogación completa y fiable del conjunto como primera iniciativa para ofrecer una respuesta proporcionada a los problemas enunciados.

2 – Garantizar la seguridad de las personas y preservar el conjunto minero.

El fin perseguido con las intervenciones en los accesos a las minas y dentro de las mismas es la conservación y la seguridad. Obligado por las múltiples dificultades que se conjugan y desaconsejan la explotación turística convencional del conjunto minero, las actuaciones no se conciben para la creación de un geoparque por lo que queda relegada a un segundo plano la obtención de rentabilidad económica. Se propone una intervención de “urgencia” de carácter preventivo y en zonas críticas ante el riesgo creciente de accidentes y la constante pérdida del yacimiento prehistórico por colapso de galerías y labores modernas. Todas estas medidas se verán acompañadas por una serie de actuaciones exteriores de

menor envergadura y complejidad pero de necesaria implementación, tales como es la señalización de determinadas zonas peligrosas y la prohibición del paso. Debido a la dificultad en los accesos y del propio medio minero se contemplaría un hipotético régimen de visitas reducido, con itinerarios muy concretos para un perfil de visitante que requiere buena forma física y cierta experiencia. Estaríamos hablando de montañeros, espeleólogos, senderistas, asociaciones y gente interesada en temática minera e investigadores de diferentes campos del conocimiento. El constante goteo de visitantes que acceden por libre a las minas exige la toma de determinadas decisiones en materia de prevención o control, seguridad y mantenimiento.

Salvo situaciones excepcionales que puedan presentarse y como norma general, la mejor conservación en las labores prehistóricas es no hacer nada en ellas. Todas las intervenciones interiores consideradas afectan exclusivamente a labores modernas.

3 – Revisión y actualización del estudio de estériles de mina: escombreras, acopios.

Conocidas la problemática y dificultades de los residuos implicados, principalmente los estériles repartidos en diferente formato, y teniendo en cuenta que cuando se elaboró el primer inventario (fases 1999 y 2001) se carecía de NGR propios del Principado de Asturias, sería necesario una actualización o nuevo estudio de caracterización en función de los nuevos valores. Aparte de los avances metodológicos y las nuevas exigencias medioambientales hay nuevos elementos (escombreras) no registrados para considerar. Los resultados, en gran medida conjeturables a partir de los resúmenes de los informes presentados previamente y los nuevos niveles de referencia para metales pesados establecidos para el Principado de Asturias (NGR), adelantan soluciones que, como hemos señalado, entrarán en colisión con el tratamiento que deberían tener los restos arqueológicos contenidos en ellos. Advertidas las administraciones de la insuficiencia contable en el inventario y de la problemática patrimonial, se pretende subsanar esta circunstancia en dos fases: la primera, con la completa catalogación de nuevos elementos y la elaboración de una cartografía de escombreras, pequeños acopios y afecciones superficiales existentes. En una fase posterior debería realizarse un análisis de riesgos de la salud y medio ambiente actualizados, así como un nuevo estudio de aguas. El carácter

multidisciplinar requerido en esta segunda fase y la restricción de fondos para acometerla aconseja limitar el trabajo a las tres propuestas restantes.

4 – Valoración del paisaje

A pesar de la subjetividad que implica el concepto de paisaje, el intento de valoración objetiva por los distintos medios implementados se ha convertido en una herramienta importante para el desarrollo de esa nueva disciplina que estudia, planifica, gestiona, conserva y rehabilita paisajes; “la Arquitectura del Paisaje”. Por tanto, este proceso de valoración otorgará un valor de tipo estético o ecológico al paisaje, en sus componentes minero industrial, geológico y natural. Contando con un medio de gran valor geológico, ecológico y cinegético pero poco desarrollado turísticamente, la promoción del paisaje como iniciativa complementaria para el desarrollo local pasa necesariamente por impulsar medidas al margen del tradicional enfoque museístico, vinculado en este caso a la minería. No como consecuencia de ello, pero ante el rotundo fracaso de dicha iniciativa museística (por potencial contaminación de suelos u otras), se propone potenciar en este entorno actividades más flexibles y menos ortodoxas. Por ello, la puesta en valor del paisaje entronca con este tipo de iniciativas menos invasivas y masificadas. El disfrute del paisaje entendido como una reunión de flora, fauna y geología no es óbice para que el conjunto minero agregue un plus a ese escenario de recreo y disfrute. Además, el tratamiento esmerado de este punto así como el apartado donde se desarrollan de forma general los aspectos geológicos contribuirán notablemente a impulsar el enclave para su posible declaración como Lugar de Interés Geológico (LIG).

4 – METODOLOGÍA

Para este apartado seguiré de manera simplificada los criterios generales fijados en la tesis doctoral de Luis Mansilla Plaza (2013), tesis que establece una metodología para la valoración del patrimonio minero industrial de Castilla-La Mancha.

La metodología empleada para alcanzar la valorización del patrimonio minero se dividirá en varias etapas de trabajo solidarias repartidas entre trabajo de gabinete y de campo, lo que nos permitirá tener un conocimiento suficiente para elaborar el mejor diagnóstico posible con el que poder articular las medidas necesarias para su conservación,

gestión y difusión. En el primer caso se trata de la pertinente revisión bibliográfica, identificación de elementos, análisis final de los datos y propuestas o actuaciones a desarrollar, simultaneado y completado con un trabajo en campo a través de la exploración e inspección *in situ* y la recuperación de una serie espacios específicos seleccionados.

4.1 – ESCRUTINIO Y VACIADO DE LAS FUENTES

Para la revisión documental he realizado una exhaustiva búsqueda de fuentes en diferentes campos del conocimiento: historia, legislación, geología, minería, arqueología, turismo, etc. La naturaleza de las fuentes y la documentación obtenida es muy variada.

- *Fondos documentales de archivos públicos y privados, bibliotecas y organismos de las distintas administraciones.* La documentación recogida en este punto incluye informes técnicos¹⁸, proyectos¹⁹, planos antiguos²⁰, fotografías, ponencias en congresos, etc. La mayoría de los documentos proviene del Archivo Histórico Provincial, el Archivo del Ayuntamiento de Riosa, la Biblioteca de la Universidad de Oviedo, fotografías y documentos de particulares, así como publicaciones de asociaciones culturales.
- *Páginas web.* La consulta de fuentes electrónicas cada día es más importante por la facilidad de acceso, la generalización de su uso y la digitalización de la documentación. Este fenómeno queda perfectamente reflejado en el punto 7 de la memoria, dedicado al capítulo de bibliografía, con el listado de varias decenas de enlaces de consulta de medios electrónicos de diversa naturaleza²¹.
- *Entrevistas orales.* Teniendo en cuenta que la extracción de cobre cesó a finales de los años 50, son pocos los partícipes aún vivos de esta última etapa ciclo minero. No obstante, la calidad de los testimonios recabados ha sido de extraordinario valor para cotejar y entender la información de los planos, localizar elementos y entender el

¹⁸ Informes tan importantes como el “*Inventario y Caracterización del Suelo Contaminado de Texeo (Aramo)*” consultado en la Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias.

¹⁹ Documentos y planos como el “Proyecto de Transporte Aéreo de los residuos del Lavadero de Isodromía a Planta de Vía Húmeda” u otros relativos a las distintas concesiones mineras del área de estudio. Todos ellos han sido localizados en el Archivo Histórico Provincial de Asturias

²⁰ Diferentes planos antiguos cedidos por particulares y que han ayudado a localizar gran cantidad de elementos del conjunto minero.

²¹ Prensa, bases de datos de diferentes organismos e instituciones de carácter público y privado, asociaciones, particulares, empresas, etc.

proceso minero. También ha sido de gran ayuda la información facilitada por descendientes de los mineros y los vecinos de la zona.

4.2 – TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo es producto de la planificación y exploración directa sobre el terreno, pero no es menos cierto que también lo es de la exploración indirecta realizada a lo largo de 14 años como consecuencia de mi participación en un proyecto arqueológico multidisciplinar. La escala de trabajo se circunscribe a un área aproximada de 140 ha en un ámbito donde actualmente lo minero se confunde entre la densa masa forestal. Durante la realización de los trabajos de exploración arqueológica de años anteriores se detectaron numerosos elementos de interés minero e industrial modernos y antiguos que no figuraban en las fuentes documentales ni en inventarios mineros o documentos de otra naturaleza²². También se detectaron problemas de conservación y seguridad en las galerías de acceso a labores prehistóricas y modernas de elevado interés, así como potenciales problemas medio ambientales que podían derivarse de los residuos mineros. En este último caso, la dificultad para acceder e inspeccionar parte de las labores interiores, especialmente las verticales, tuvo que ser superada con ayuda de técnicas espeleológicas. Los datos recabados y las observaciones realizadas durante todos esos años de trabajo indirecto han sido el origen de este estudio.

Al tiempo que se producía el análisis de las fuentes documentales y las entrevistas orales se inició trabajo de campo directo para la verificación de datos sobre el terreno, trabajo que se intensifica una vez terminada la primera fase de revisión bibliográfica. La fórmula utilizada para la localización física de los elementos más ocultos (los pequeños huecos y entradas al interior de las minas) vendrá establecida por una metodología sencilla muy empleada en el ámbito de la ingeniería forestal, concretamente en los inventarios realizados para ordenamiento y gestión cinegética: el transecto, que en este caso consistirá en dos personas realizando unos recorridos de carácter visual, planificados en forma de franjas longitudinales y con una separación de 5 metros unas de otras a todo lo largo de la superficie a rastrear. Para contrastar las localizaciones del transecto y establecer su correcto su posicionamiento he contado indistintamente con los sistemas de información geográfica

²² Escombreras y huecos de entrada o cales mineros, que son probablemente el aspecto más desconocido de todo el conjunto minero por lo que se considera vital su registro y catalogación.

("Sigpac") y el visor de cartografía catastral que se encuentra disponible en la sede electrónica del catastro. Para determinar la altitud a que se encuentran determinados elementos incluidos en la catalogación he hecho uso de Google Earth, otra aplicación informática de uso común para la consulta de información geográfica. Los resultados obtenidos en Google Earth han sido comparados con los datos recabados en el campo mediante aplicaciones de telefonía móvil que registran información geográfica recibida en el dispositivo a través de una red de satélites. Las aplicaciones utilizadas indistintamente son GPS Test y Mobile Topographer. Todas las herramientas descritas serán utilizadas también para ubicar el resto de elementos susceptibles de clasificación contenidos en el área de estudio, la planta de tratamiento, etc. Una topografía general y de algunas zonas muy concretas de elevado interés fue realizada en 2005 por la empresa SADIM, empresa especializada del sector (figura 35).



Figura 35. Mediciones topográficas. (Fuente: Sadim, 2005)

Tanto los trabajos de topografía subterráneos como exteriores siguieron los mismos preceptos en cuanto a instrumentos (estación total), operadores y manera de aplicar los procedimientos. Los intentos de utilizar un láser-escáner fueron infructuosos debido a múltiples factores como deficiencias en la reflectancia por exceso de agua en los hastiales, estrechez e irregularidad de los espacios, etc. La topografía contribuye, por tanto, a completar la ubicación geográfica de numerosos elementos importantes. La información facilitada por los vecinos de Llamo y en especial por antiguos trabajadores de la mina ha sido inestimable para completar la citada en los apartados. La delimitación de la superficie que

ocupan las escombreras ha sido estimada por la comparación de la ortofoto²³ del vuelo americano de 1957 (ver figura 30) y la herramienta del Sigpac que permite medir superficies. No obstante conviene aclarar que las mediciones con esta herramienta se han hecho a la baja al no tener en cuenta la revegetación natural (sobre todo en los bordes) que reduce la superficie vista. Finalmente, con la valiosa ayuda de los planos antiguos que se conservan (donde figuran numerosos elementos que pretendo clasificar) y de las notas tomadas a lo largo de los 13 años previos se ha completado parcialmente la labor de localización, identificación y clasificación.

4.3 – IDENTIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE ELEMENTOS

El trabajo de campo y el análisis de fuentes han ido generando datos y croquis que posteriormente darán lugar a la construcción de unas fichas de asiento con toda la información relevante de los elementos nuevos y antiguos localizados y catalogados, así como a una cartografía en Arcgis asociada a dichos datos. Las fichas creadas para organizar la información recogida son mezcla de modelos obtenidos del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), de la Asociación de Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI), del tipo de elementos para catalogar y de los contenidos mínimos que he considerado se deben compilar.

Con todo lo anterior se ha considerado una serie de campos de información mínimos que se deben cubrir para garantizar la identificación correcta de elementos. Los modelos consisten en las 7 plantillas que adjuntamos a continuación:

En la ficha nº 1 se consignará:

- La información general de la mina que incluye el nombre que aparece en la bibliografía disponible.
- Actuales propietarios del terreno así como su condición (público o privado).
- Coordenadas geográficas UTM y Datum al que se refieren dichas coordenadas.
- Datos geográficos toponímicos de las divisiones administrativas.
- Hoja topográfica con los datos necesarios para su localización.
- Accesibilidad al lugar en función de las características de los accesos.

²³ De entre toda la documentación fotográfica reunida, la ortofoto del vuelo americano de 1957 ha sido clave para desarrollar varias etapas del trabajo como la localización de elementos y medición de superficies.

1 – IDENTIFICACIÓN DE LA MINA Y EMPLAZAMIENTO			
NOMBRE DE LA MINA			
PROPIETARIO DEL TERRENO	Ayuntamiento		
	Comunidad Autónoma		
UBICACIÓN DE REFERENCIA (planta de tratamiento del mineral)	X		
	Y		
	Datum		
COMUNIDAD AUTÓNOMA Y MUNICIPIO	Provincia		
	Municipio		
	Paraje		
HOJA TOPOGRÁFICA	Nº:		
	Nombre		
	Escala		
ACCESIBILIDAD	Planta de tratamiento		
	Minas		

Ficha nº 2:

- Tipo de minería y elementos o sustancias beneficiadas.
- Roca encajante debido a su importancia para el desarrollo del proceso minero prehistórico y moderno.
- Observaciones aclaratorias necesarias sobre dicho proceso.

2 – TIPO DE MINERÍA Y ROCA ENCAJANTE
METÁLICA
ROCA ENCAJANTE
OBSERVACIONES

Ficha nº 3:

- Situación de la mina, donde se indicará el estado actual de la explotación.
- Periodo de actividad de la mina, importante desde el punto de vista histórico patrimonial.
- Método de explotación seguido en las etapas de actividad más representativas.
- Estabilidad geotécnica aparente donde se valora mediante inspección ocular el estado de las labores prehistóricas y modernas.
- Observaciones, donde se señala el estado general de accesibilidad a las labores, la presencia de agua y aclaraciones sobre determinadas áreas.

3 – ESTADO Y TIPO DE LA MINA	
SITUACIÓN DE LA MINA	
PERIODO DE ACTIVIDAD	
MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	
ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	
OBSERVACIONES	

La ficha nº 4 está condicionada por la anarquía geométrica de los huecos de acceso a las explotaciones, lo que me empuja a clasificarlos en 3 categorías en función de su tamaño. Igual anomalía presentan las bocaminas existentes donde, al contrario, sólo existe una única clasificación cuyo límite parte de una medida estándar utilizada habitualmente en entibación metálica para minería: sección de 2,6 m², correspondiente a un tipo de cuadro denominado 1C5, siendo la sección de las bocas a inventariar no superior a 3 m², y calculando el presupuesto para una sección nunca mayor de 4 m².

- Denominación comúnmente aceptada en caso de las bocaminas y jerarquización por letras y números para los huecos y entradas.
- Valoración de su interés arqueológico y geominero. En el primer caso se valora de tres formas: en función de pruebas, de manera subjetiva través de indicios o se señala como lugar inexplorado.
- Coordenadas UTM y cota a que se encuentran los elementos.

- Estado de conservación y propuesta de actuación determinados conjuntamente con la columna de valoración de interés arqueológico y geominero.
- Además de la ficha nº 4, en las fichas nº 5, 6 y 7 se incluye también columnas de valoración sobre el interés arqueológico de los elementos identificados, valoraciones basadas en pruebas físicas contrastables o indicios no contrastados científicamente que señalan el posible origen prehistórico de dichos elementos.

4 – NÚMERO DE BOCAMINAS Y OTROS ACCESOS (Ø HUECOS EN METROS)					
	DENOMINACIÓN	INTERÉS ARQUEOLÓGICO Y GEOMINERO	COORDENADAS (UTM)	ALTITUD (m)	ESTADO DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE ACTUACIÓN
BOCAMINAS SECCIÓN ≤ XXX M²					
HUECOS ≤ 1 METRO					
HUECOS 1–5 METROS					
HUECOS ≥ 5 METROS					

La ficha nº 5 dispondrá de 3 columnas:

- En la primera se recogerán los elementos de la planta e instalaciones auxiliares de la misma, explicando en cada caso los procesos mineros desarrollados en cada uno de ellos.
- La 2ª y 3ª corresponderán al estado de conservación y al interés minero industrial y arqueológico.

5 – ESTADO Y TIPO DE LA PLANTA E INSTALACIONES AUXILIARES		
ELEMENTO / DESCRIPCIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN	INTERÉS MINERO INDUSTRIAL Y ARQUEOLÓGICO
OBSERVACIONES		

6 – RESIDUOS: ESCOMBRERAS, ACOPIOS Y OTROS					
	DENOMINACIÓN Y SUPERFICIE	COORDENADAS (UTM)	ALTITUD	ESTADO DE CONSERVACIÓN Y RIESGOS	INTERÉS ARQUEOLÓGICO
ESCOMBRERAS EXTERIORES					
PEQUEÑOS ACOPIOS Y AFECCIONES SUPERFICIALES EXTERIORES					
ACUMULACIÓN DE ESCOMBROS EN EL INTERIOR DE LAS MINAS					
OTROS RESIDUOS MINEROS DE INTERIOR					
OTROS RESIDUOS MINEROS EXTERIORES					
OBSERVACIONES					

Las principales características de la ficha nº 6 son:

- División escogida para clasificar los residuos mineros en 5 grupos: escombreras exteriores, pequeños acopios y afecciones superficiales exteriores, acumulación de

escombros en el interior de las minas, otros residuos mineros de interior y otros residuos mineros de exterior.

- Valoración medio ambiental de estos elementos incluyendo los riesgos detectados
- Otras columnas informan de la denominación del elemento y su superficie, la localización de los residuos y la altitud a que se encuentran.
- Observaciones.

7 – OTRAS INFRAESTRUCTURAS E INSTALACIONES DEL CONJUNTO MINERO				
TIPO		LOCALIZACIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN	INTERÉS ARQUEOLÓGICO Y MINERO INDUSTRIAL
OBSERVACIONES				

La ficha nº 7 contiene 4 columnas que recogen información general del tipo de elemento de que se trata, información medioambiental, arqueológica y minero industrial.

4.4 – ANÁLISIS PRELIMINAR

Para completar la comprensión de este punto es conveniente tener presente el punto 2.5.3 donde he tratado con mayor extensión las afectaciones mineras propias de las minas del Aramo que se sintetizan en este capítulo de análisis.

De todos los elementos localizados he evaluado su interés patrimonial, arqueológico, medio ambiental, el estado de conservación y su potencial o posibilidades. Así mismo, el análisis de las fuentes documentales y el trabajo de campo han dejado patente la necesidad de completar el déficit contable de anteriores inventarios, y organizar de forma sistematizada mediante estas fichas la identificación de los elementos existentes y los nuevos elementos localizados. La información completa de las fichas, que soporta la valorización de este conjunto minero en todos sus parámetros, queda recogida en su totalidad en el anexo A.

Con la ayuda de la información recogida en las fichas, el análisis preliminar saca a la luz gran cantidad de elementos desconocidos por las distintas fuentes, fundamentalmente escombreras o acopios y huecos de entrada a las minas o cales mineros de diferentes tamaño, formas y profundidad. Esto enlaza con el riesgo que entrañan algunos de estos huecos sin la debida señalización y vallado o cierre, aspecto éste sobre el que hay voluntad de actuar como parte de las actuaciones que se propondrán.

Sobre la denuncia de escombreras y acopios, ya ha quedado avalado en el punto 2.5.3 el alcance y significación de los estériles interiores y exteriores, modernos o prehistóricos, conocidos o desconocidos.

La inspección de gran parte de los huecos de entrada certifican o apuntan orígenes de explotación prehistórica, lo que verifica la fiabilidad de los mapas antiguos, especialmente el mapa de Alphonse Dory de 1893; otros, son simplemente cales mineros modernos siguiendo el filón hasta la superficie. Respecto al estado de conservación y al interés arqueológico de algunos de estos accesos la valoración es subjetiva y no se apoya en probación arqueológica definitiva como pudiera ser el carbono 14 u otra. En el caso de los numerosos huecos de entrada a las minas falta determinar la relación directa (si la hubiera) y el grado exacto de dicha relación con la explotación prehistórica. En los casos donde la subjetividad impera, se clasifica una entrada como prehistórica en función del reconocimiento visual de pilares típicos de explotaciones prehistóricas, restos carbonizados de madera sin datar, etc. En paralelo a la investigación sobre huecos o accesos de entrada y tratando siempre de cotejar la gran cantidad de labores prehistóricas que aparecen en el plano de Dory (muchas de ellas machacadas y destruidas por la minería moderna), se ha llevado a cabo una inspección que ha hecho aflorar tramos bien conservados de estas labores, lo que estimula la perentoria necesidad de planificar una exploración más amplia.

Los planos de proyección vertical de 1947 y 1957 señalan las bocaminas principales de las cuales, por comparación con el plano de Alphonse Dory y mi recorrido de las mismas, se confirman como accesos a zonas de gran interés prehistórico. Estos itinerarios de investigación interiores constatan la existencia de gran número de labores prehistóricas intactas. El recorrido de las galerías y labores modernas que aparecen en los mapas no se puede completar en muchos tramos debido a derrumbes y colapsos, incluyendo algunas de

las bocaminas de entrada más importantes arqueológicamente. Los principales problemas de conservación que deben ser acometidos los encontramos en el piso 4º, 3º y los dos 2º. En algunas galerías de servicio hay gran cantidad de agua inmovilizada que impide la circulación.

El trabajo de campo, y el inventario y caracterización de suelos contaminados del Principado de Asturias me han permitido reconocer los elementos que conformaban la planta de tratamiento, las instalaciones auxiliares y otras infraestructuras del conjunto minero, la mayor parte de ellos en un estado de conservación ruinoso. Al no disponer de un plano de la planta las informaciones que posibilitan la catalogación de nuevos elementos provienen de la inspección ocular de este espacio, de los documentos custodiados en el Archivo Histórico Provincial y de testimonios orales de antiguos trabajadores. Ello ha permitido descubrir elementos de esta instalación que no habían sido descritos con anterioridad y que son relevantes para su funcionamiento. Otras infraestructuras auxiliares de la planta, además de elementos integrantes del conjunto minero en las cotas más altas han podido ser contrastadas con la documentación existente. Una parte, en cambio, solamente ha podido ser catalogada gracias a las declaraciones conseguidas en las entrevistas orales.

El trabajo de campo realizado, determinados planos de labores, bibliografía e informes con amplio contenido geológico confirman la peculiaridad mineralógica y geomorfológica del yacimiento y del entorno, siendo este otro valor destacable.

En relación con la subsidencia y los posibles desplazamientos del terreno provocados por actividad minera o kárstica no se han detectado movimientos destacables que puedan condicionar el paisaje y la estabilidad geotécnica del solar en estudio.

El escrutinio de las fuentes documentales también revela la confusión de catalogación del patrimonio existente y la escasa la protección legal de este espacio (ver punto 2.2.2.1 de patrimonio cultural y punto 2.3.2 de propiedad de los terrenos), tema importante de cara a una gestión futura correcta del conjunto. A ello unimos la evidente ausencia de catalogación de los nuevos elementos identificados.

De forma colateral y considerando la rentabilidad social de este espacio se pone también el foco en la valoración del paisaje haciendo hincapié en todos sus matices como parte de la valoración del conjunto minero.

Con la información organizada de las fichas y el resto del estudio se da respuesta a gran parte de los elementos establecidos en la metodología para la valoración de un lugar como lugar de interés geológico (LIG): representatividad, estado de conservación, espectacularidad y belleza, accesibilidad, entorno socioeconómico, grado de conocimiento científico del lugar, etc. Igual escrutinio se acomoda en lo tocante exclusivamente al patrimonio minero e industrial, donde los parámetros de valoración del (IGME) siguen casi idéntica metodología que para los LIG, estableciéndose clases de valor intrínseco y de uso en función del estado de conservación, vulnerabilidad al expolio, representatividad, relevancia tecnológica, relevancia histórica, singularidad, peligrosidad, etc. Por tanto, sin abrazar de manera ortodoxa ninguna de las metodologías de ponderación de cada parámetro propuesta por el Instituto Geológico y Minero Español para cada uno de los asuntos citados, se conseguirá una aproximación técnica a los aspectos más relevantes de cada caso.

4.5 – PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

El análisis preliminar ayuda a llegar a un diagnóstico, plantear unas soluciones y establecer unos criterios de intervención para la pretendida puesta en valor, técnicamente adecuada, del conjunto minero del Aramo, volcando todo el esfuerzo ahora en la conservación activa de este bien, esto es, la recuperación y protección.

Con objeto de proteger el conjunto minero acorde a la legislación aplicable (ver punto 2.2.2, sobre legislación y normativa en materia de patrimonio) se insta al gobierno del Principado de Asturias para que estudie esta propuesta y gestione la declaración del conjunto minero del Aramo como Bien de Interés Cultural (BIC), bajo las figuras de Conjunto Histórico y Zona Arqueológica; todo ello sin menoscabo de su potencial interés como lugar de interés geológico (LIG).

Las soluciones que se plantean para una puesta en valor tangible de este espacio quedarán mayoritariamente circunscritas a actuaciones sobre las labores subterráneas y al

balizado de huecos peligrosos, haciendo por tanto hincapié en la recuperación, la seguridad y la conservación.

Por último, considero el paisaje como un activo que suma en la valorización de este grupo patrimonial singular. Por ello, en un apartado independiente ponderaré el mismo como un recurso para aprovechar, armonizable con el resto del conjunto minero.

Al margen de la gestión futura y como parte de la valorización de este espacio se anticipa una paralela y necesaria labor de difusión. No se asigna presupuesto a ninguno de estos dos capítulos sino simplemente la instalación de paneles informativos *in situ* y la divulgación de este trabajo en cuantos canales y medios de comunicación interesados, especializados en temas de patrimonio minero o no, vayan a resultar interesantes desde un punto de vista promocional.

5 – RESULTADOS Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

5.1 – RESULTADOS DE LA FASE DE CATALOGACIÓN PATRIMONIAL

Las fichas con toda la información recogida (descripción de elementos, valoración, interés, etc.), así como las fotografías que acompañan todos los elementos inventariados pueden consultarse en los anexos A y B respectivamente. Igualmente, toda esta información ha sido reunida en 7 mapas que se pueden consultar en el anexo A.

El balance de la realización de esta catalogación patrimonial podría resumirse así:

- He contabilizado un total de 36 huecos mineros o puntos de acceso al interior de las minas, de los cuales 8 corresponden a bocaminas. La mayor parte son bien conocidas por los lugareños, investigadores, excursionistas, etc. Los huecos de entrada iguales o menores de 1 metro, que corresponden a entradas prehistóricas y modernas o prehistóricas reutilizadas por la minería moderna, suman un total de 16, entre los que se incluye un indicio sin investigar. De igual procedencia que la anterior categoría y sumando además algunos huecos exclusivamente modernos serían los clasificados en los dos siguientes apartados. Los huecos entre 1-5 metros localizados serían 8 y por último, los huecos que superan los 5 metros de diámetro serían 4. Los 3 grupos categorizados en el genérico “huecos o entradas” constituyen el elemento más

novedoso de esta catalogación, puesto que no había hasta ahora ninguna relación de su número y localización. Relacionado a labores prehistóricas accesibles desde bocaminas y huecos de entrada, he reconocido y controlado varios cientos de metros de labores de interés en estas zonas: puntos 2, 3, 5, 10, 12, d, f, g, h, i, y l. Igualmente, los pisos 4º, 3º y 2º han revelado explotaciones antiguas. Otros puntos como a, b, c, e, j, k y o no han sido reconocidos pero su situación, forma y tamaño apuntan en buena dirección. El resto de los puntos ha sufrido gran destrucción y aparentemente no quedan restos de actividad prehistórica.

- Los residuos se dividen en 5 grupos, siendo los 2 primeros descritos típicamente reconocibles como escombreras y acopios (acumulaciones de poca potencia) de estériles, heterogéneos en tamaño, mineralogía y concentración de metales. Suman un total de 12 superficies exteriores. Otro grupo lo constituye la acumulación de estériles de interior, donde hemos localizado acumulaciones en varios puntos de la mina. Los dos grupos últimos de residuos se categorizan como otros residuos y consisten en multitud de elementos como paramentos, tubería, cables, vagones, etc, elementos dispersos en el interior de las explotaciones o esparcidos por la ladera.
- 11 son los elementos integrados bajo el título “planta de tratamiento e instalaciones auxiliares”. Se reparte su número entre todos los emplazamientos y construcciones de servicio directo a la planta.
- En el último apartado “otras instalaciones y edificaciones del conjunto minero” se incluyen 22 registros que corresponderían a elementos de diferente naturaleza como viviendas, edificaciones de servicio a pie de bocamina, puntos de agua, puntos relevantes de inicio de transporte aéreo, etc.

5.2 – VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

- En los registros anteriores solo aparece información explícita de 6 bocaminas, no figurando nada relativo a las bocaminas que he listado como “mayor cota” y “entre el piso 2º y 3º”. Las bocaminas del piso 3º y piso 2º moderno se encuentran hundidas por lo que el acceso hacia las explotaciones desde estos puntos está obstruido.
- Sobre los huecos de entrada, la única información contable proviene del mapa de Alphonse Dory (1893). Aparecen reflejadas algunas de las entradas más significativas como el “punto de partida”, la zona alta de Sta Bárbara o la entrada señalada como

“punto intermedio”. En total aparecen 5 huecos señalados por lo que en la catalogación de este estudio se documentan 23 huecos más de los hasta ahora documentados. La cantidad de labores antiguas que hemos confirmado y que aún se conservan pone a este yacimiento en un lugar destacado entre este tipo de espacios que estudian la minería metálica prehistórica.

- Del total de 12 superficies exteriores distingo las que están por encima del piso 1º como vertederos con gran potencial arqueológico frente a las que se encuentra por debajo de este piso, que tienen nulo interés prehistórico que no medioambiental. En las 4 escombreras del piso 4º, piso 3º, pisos 2º moderno y antiguo, hemos encontrado herramientas de piedra, asta y huesos humanos relacionados con la explotación prehistórica. Las 4 superficies de estériles situadas por encima del piso 2º (mayor cota, piso 4º, 2º / 3º y piso 3º), así como la gran escombrera de 4193 m² situada al este del gran acopio de 24001 m² no habían sido listados en ninguno de los inventarios o estudios de riesgo para la salud realizados hasta la fecha (ver mapa “escombreras y acopios”). La acumulación de estériles de interior es considerada como una unidad a efectos de cálculo y se trata en la catalogación como un volumen de 31633 m³ en lugar de una superficie. En la categoría de otros residuos se constata la abundancia de elementos de interior y exterior sin reflejar su número. Como ejemplo tenemos la cantidad de metros de cable y de vagones sembrados a lo largo de las 140 hectáreas de estudio.
- De los 11 elementos agrupados en la ficha y mapa “planta de tratamiento e instalaciones auxiliares” destacamos algunos espacios novedosos que no habían sido explicados en trabajos o estudios anteriores: las “acumulaciones del rechazo de la concentración gravimétrica”, que es una superficie plagada de pequeñas trincheras de almacenaje de mineral de baja ley con objeto de recircular estos rechazos, mediante un pequeño transporte aéreo, a la zona de lixiviación amoniaca. También se destaca y se señala el lugar que ocupó el laboratorio de la planta. Junto con los demás elementos de este grupo el mapa se puede consultar en el anexo A. Los elementos que constituyen las instalaciones de la planta y del resto del conjunto minero no serán considerados en este primer plan de intervención.

- Entre los 22 registros designados como “otras instalaciones y edificaciones del conjunto minero” aparecen recogidos y explicados, en el mapa más completo y didáctico que existe hasta la fecha, elementos de diferente naturaleza: las viviendas más antiguas de 1894; el conjunto de edificaciones de servicio a pie de bocamina (tendejón del vigilante, compresor, fragua, lampistería y balsa del piso 2º, y tendejón piso 1º); puntos de agua como la fuente de Sayán y la fuente de las Espineras y destacados puntos del transporte aéreo. En el mapa asociado, “instalaciones y otras edificaciones”, he mostrado el recorrido que habrían tenido los 3 cables de transporte aéreo que existieron, de los cuales sólo quedan abundantes restos del cable que iba desde el piso 2º hasta la planta.
- He detectado zonas críticas que apremian intervenciones “urgentes” para cumplir con una de las premisas básicas de este trabajo, la recuperación y puesta en valor del conjunto minero. Es necesario solucionar problemas de acceso a los puntos de mayor interés patrimonial subterráneo que se encuentran en los pisos 4º, 3º, 2º antiguo y 2º moderno. Paralelamente, hay que atender problemas de sostenimiento en numerosos puntos de las galerías que conectan las distintas labores y pisos entre sí. Por último, hay que mejorar la seguridad de tránsito en algunos puntos concretos de las estériles generales en los pisos 4º y 3º.
- En superficie, he advertido grave riesgo de caída en 17 puntos concretos que se distribuyen entre una bocamina, huecos de entrada prehistóricos y cales mineros modernos de diferente tamaño, todos verticales y parte de ellos ocultos a la vista por la vegetación.

5.3 – PROPUESTAS DE ACTUACIÓN SUBTERRÁNEAS Y EN SUPERFICIE

Según la clasificación hecha por el catedrático Enrique Orche García, Presidente de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM), para labores mineras integradas en parques mineros, la mina quedaría encuadrada en el Grupo C “Minas no rehabilitadas sin actividad minera”. Forman parte de este grupo las labores antiguas abandonadas. El acceso a estos espacios es muy peligroso y se desaconseja incluirlos en los parques mineros sin una rehabilitación que mejore su seguridad, hecho lo cual se transformarán en labores pertenecientes al Grupo B “Minas rehabilitadas sin actividad minera” (Orche, E. y Orche, M.P., 2008). Aunque no sea este el caso, la inclusión en

esta clasificación me parece necesaria para definir el conjunto según una distribución ampliamente conocida y aceptada que permitirá una aproximación más exacta por parte de cualquier persona familiarizada con esta disciplina.

En base a lo anterior, a continuación se detallan una serie de intervenciones adecuadas a la escala del trabajo propuesto siguiendo las directrices del Plan Nacional de Patrimonio Industrial en lo que podría ser una mezcla de un plan director y la antesala de un pequeño proyecto de obra. Aunque la mayoría de las actuaciones y las más complejas serán subterráneas, las exteriores no deben ser subestimadas.

5.3.1 – ACTUACIONES SUBTERRÁNEAS

Se realizará el correspondiente estudio geotécnico en cada caso, para diseñar el sostenimiento óptimo que garantice la seguridad estructural de las galerías y pasos.

No obstante estimamos que, como la entibación metálica normalizada no está adaptada a la geometría de estos huecos se haría el pedido de cuadros metálicos deslizantes para necesidades especiales, aunque para facilitar la estimación del coste, el precio se considera estandarizado como si tratase de la misma sección. Se ha elegido cuadros metálicos ligeros, de 16,5 kilos / metro, que se colocarán a una distancia de 0,75 metros. Se colocará malla y chapa para rematar la entibación. Al tiempo que se realizan las labores de saneamiento y entibación se mejorará el sistema de evacuación del agua circulante mediante la excavación o limpieza de las cunetas existentes y la regularización del firme de las galerías. Se destina una partida para hormigón proyectado; partida pensada en caso de necesidad para estabilizar el emboquille. Previendo roturas y cuñas en el macizo se presupuesta una partida de bulones, alguno de ellos necesario para la colocación del cierre perimetral del Pozo San Alfonso (4 º piso)

Aparte de las actuaciones que se describen seguidamente, una inspección general constante puede conllevar también el saneamiento y fortificación en algún tramo puntual de las galerías en estéril donde se va a actuar.

Al tratarse de un yacimiento prehistórico se destina una partida del presupuesto para el seguimiento arqueológico.

Dos cuestiones importantes que incrementarán notablemente el presupuesto son la logística y el porte necesario de materiales. La estimación de coste se ha hecho en base a materiales a pie de obra. Debido a la lejanía de la zona de estudio de cualquier núcleo habitado, sería necesario habilitar alguna instalación de servicio para los trabajadores que van a ejecutar la actuación. Lo más lógico sería la instalación de un campamento en las superficies llanas que proporcionan las trincheras.

La subida de material se hará mediante un helicóptero ya que el transporte mediante vehículos de 4 ruedas es impracticable. La construcción de un acceso rodado para este tipo de vehículos no se contempla por el elevado coste que supone, y el destrozo medioambiental y paisajístico que ocasionará. Además de considerar esta opción demasiado agresiva para este enclave permitirá mantener el camino original de acceso a las minas, considerando esta la solución más armónica posible. El transporte aéreo es el idóneo para este tipo de terreno puesto que el aparato tiene explanada suficiente para aterrizar o posar el material en la trinchera del piso 4º y del piso 2º. Así mismo, las restricciones de acceso señaladas convertirían el transporte aéreo para visitantes, mediante teleférico, en una de las posibles soluciones contempladas para facilitar el acercamiento al conjunto. Junto al material de entibación que se describe a continuación se portearán todos los equipos y herramientas necesarios para llevar a cabo todas las operaciones: un grupo compresor adecuado para las distintas herramientas de aire comprimido (martillos de barrenar, martillos de picar y aprietatuercas neumático); cuadros metálicos deslizantes, grapas, codales, parrilla metálica, bastones; generador luz eléctrica y línea; rieles delgados y grapas de abarcón para barandilla del pozo San Alfonso y finalmente los distintos aperos necesarios para completar las labores.

En la proyección horizontal del plano de la figura 36 se puede ver el esquema completo de actuaciones subterráneas que a continuación se plantean en este apartado. El plano original sobre el que se han esquematizado las intervenciones de recuperación y conservación es el más completo en cuanto a número de labores y extensión explotada. Corresponde al año 1957 y puede verse en el anexo C, figura 13. Se ha considerado una longitud total de tramo a intervenir de 800 metros, teniendo en cuenta la suma del circuito entre el piso 2º antiguo y piso 2º moderno (señalado con flechas amarillas), las actuaciones del piso 3º y la intervención puntual del piso 4º.

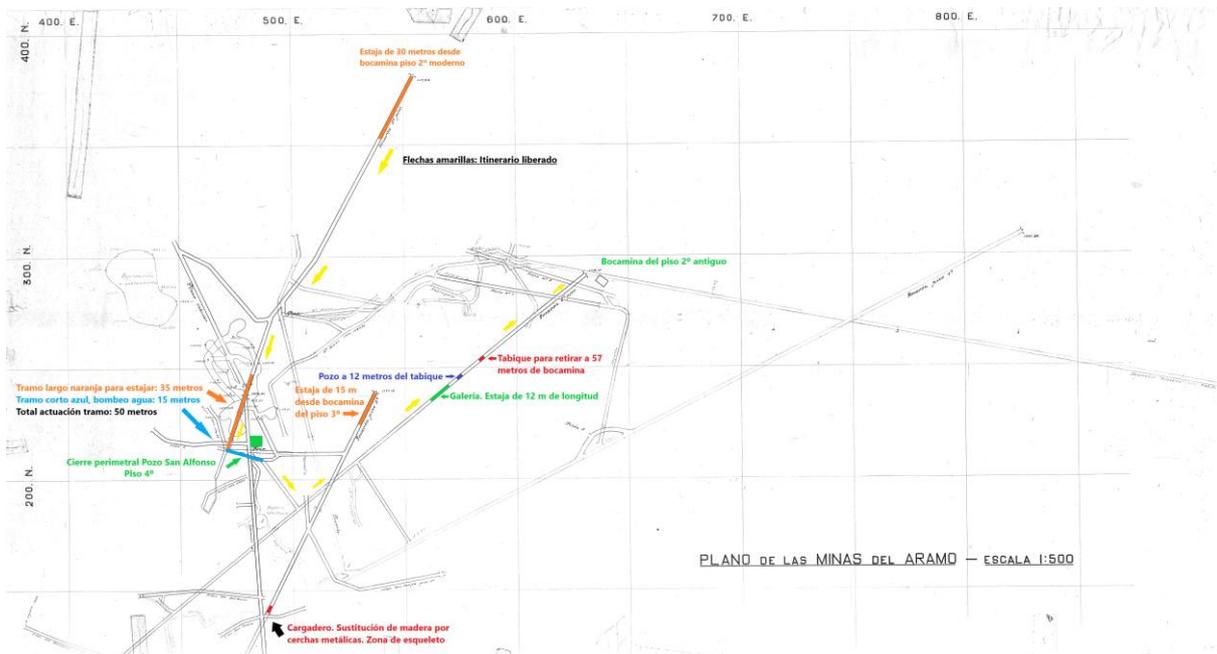


Figura 36. Plano de actuaciones subterráneas. (Fuente: propia, 2018)

5.3.1.1 – Piso 4º

Se acotará el perímetro del pozo San Alfonso mediante la instalación de una barandilla compuesta por varios elementos metálicos anclados a los hastiales y a la cumbre. Se perforarán unos taladros para introducir pernos que quedarán fijados al hastial bien mediante resina o cuñas. La finalidad de éstos es anclar grapas de abarcón donde introducir unos raíles de sección delgada pero suficiente resistencia que actúen de barrera. En el punto medio se amarrarán por el mismo sistema al techo para evitar la flecha de estos elementos metálicos (figura 37). Otra opción contemplada en el caso de que los hastiales no fueran lo suficientemente resistentes para implementar la medida anterior, sería la colocación de 2 o 3 cuadros metálicos antes y después del pozo, y el amarre de los carriles a estas cerchas mediante grapas de abarcón o idénticas a las empleadas para grapar los distintos elementos de los cuadros.



Figura 37. Vista lateral del pozo San Alfonso. (Fuente: propia, 2018)

5.3.1.2 – Piso 3º

Se levantará la bocamina hundida y se estabilizará la ladera que está por encima, próxima a la bocamina. Asimismo, se levantarán y entibarán los 15 metros de galería derrumbados desde la bocamina hacia el interior (figura 38). Esto facilitará el acceso a la zona de los esqueletos de San Alejandro, previo saneamiento y fortificación de un cargadero, que se halla en serio riesgo de colapso, ubicado unos metros antes del plano de entrada a dicha zona (figura 39). Para asegurar la admisión al plano se construirá una estructura nueva de entibación metálica, retirando el escombros y la madera defectuosa del actual. Las labores de sustitución de las piezas deterioradas entrañan bastante peligro por lo que se procederá al apuntalamiento previo de los elementos sustentantes antes de su reemplazo.



Figura 38. Bocamina piso 3º. Vista exterior e interior. (Fuente: propia, 2018)



Figura 39. Vista del cargadero de acceso a San Alejandro. (Fuente: propia, 2018)

5.3.1.3 – Piso 2º antiguo

Se abrirán y despejarán los tramos obstruidos a lo largo de la estéril principal a su paso por un antiguo tabique y por un pozo, cuyo escombros vertido ciega casi totalmente la sección de la galería principal. Una vez retirado el tabique se colocarán unos cuadros metálicos y un tranque en la boca del pozo de bascule para impedir la bajada de más escombros sobre la galería. Se despejará la galería de cualquier resto de escombros proveniente de este pozo (figura 40).



Figura 40. Tabique y pozo escanciado sobre la galería. (Fuente: propia, 2018)

Superado este último obstáculo, se estajará un tramo de 12 metros en la estéril general; tramo que, al atravesar una zona de material arcilloso más blando e inestable, sufre desprendimientos constantes y acumulación de escombros sobre la vía. Se bombeará el agua del recorte derecho que comunica con el 2º nuevo y se levantará la quiebra hasta comunicar ambos segundos. Se calcula la longitud de galería a recomponer en unos 50 metros (figura 41).



Figura 41. Zona inestable estéril general y galería inundada en 2º piso ramal derecho. (Fuente: propia, 2018)

5.3.1.4 – Piso 2º nuevo

Se levantará la quiebra que es visible a la boca del piso 2º moderno. Se estabilizará el talud de la ladera por encima de la bocamina y se avanzará levantando el tramo hundido hasta llegar a la zona sana. La longitud del tramo a entibar será de 30 metros. Se respetará, en la medida de lo posible, la sección abovedada de ladrillo macizo rojo existente. Cuando la operación lo permita se colocarán cuadros y parrilla metálica dejando el ladrillo visto (figura 42).



Figura 42. Vista exterior e interior bocamina 2º piso antiguo. (Fuente: propia, 2017)

5.3.2 – ACTUACIONES EXTERIORES: SEÑALIZACIONES Y CARTELES EXPLICATIVOS

Se señalarán las bocaminas y los huecos más peligrosos para advertir y prevenir caídas dentro de los mismos (figura 43).



Figura 43. Dos vistas del mismo hueco sin cercado perimetral. (Fuente: propia, 2018)

Asimismo, se colocarán carteles explicativos en los lugares más emblemáticos del yacimiento prehistórico y el conjunto moderno con interés histórico. Adjuntos o integrados en ellos, se insertará un plano del circuito recuperado, recogiendo toda la información útil para facilitar un recorrido seguro. Los carteles se colocarán en lugares bien visibles de la explanada del piso 4º, en “Cielo Abierto-Metastur”, el piso 3º, la trinchera del piso 2º y el piso 1º. La información facilitada en el plano dispondrá además de salidas de emergencia y la localización de alguno de los botiquines interiores que se colocarán en sitios estratégicos. En estos puntos se dejarán también, aislados y cerrados, equipos básicos de iluminación individual para utilizar en caso de emergencia

La relación de bocaminas y huecos cuya señalización se considera obligada por la elevada peligrosidad que representan son los siguientes:

- bocaminas: **mayor cota**
- huecos menores de 1 metro: **a, d, e, j, k, n y o**
- huecos entre 1 – 5 metros: **2, 3, 4, 7 y 8**
- huecos mayores de 5 metros: **9, 10, 11 y 12**

En el mapa de la figura 44, “Actuaciones exteriores”, se puede consultar la distribución espacial de todos estos puntos señalizados en el área de estudio.

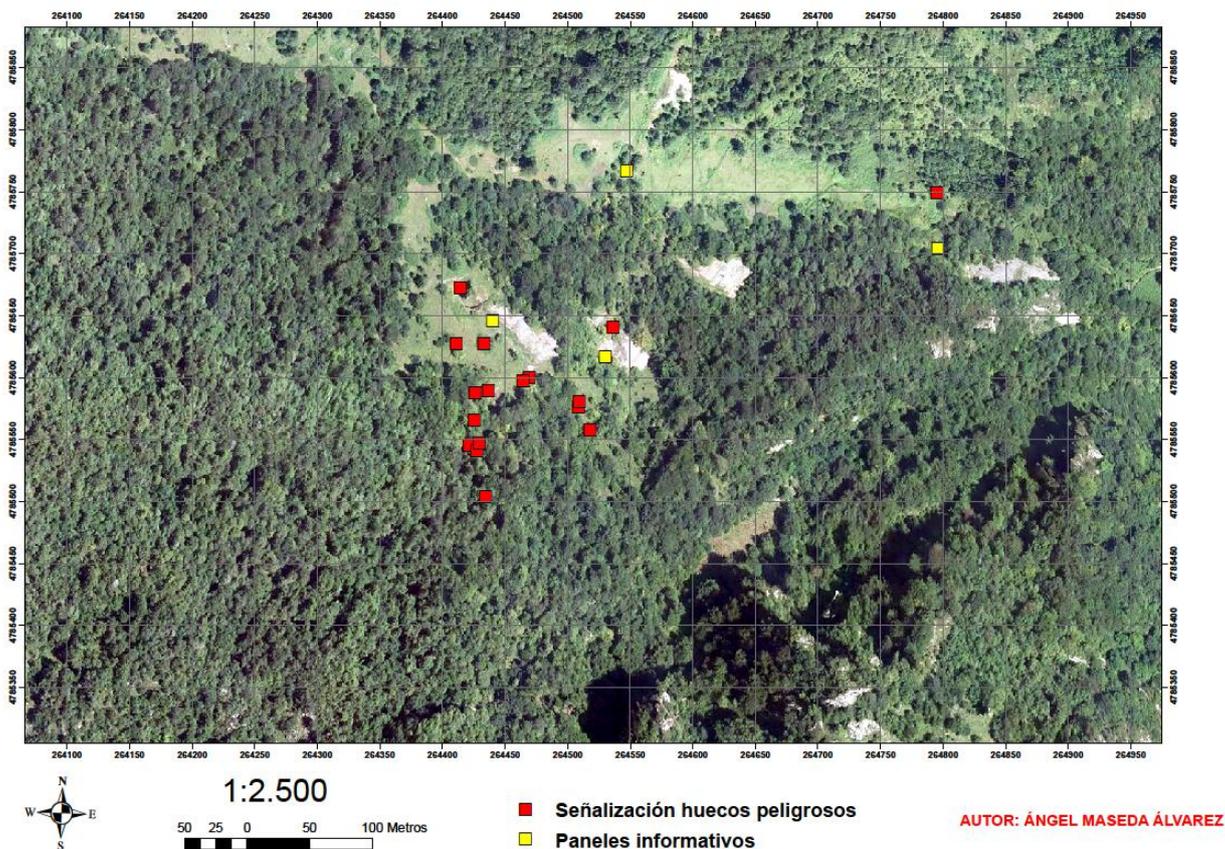


Figura 44. Mapa de actuaciones exteriores. (Fuente: propia, 2018)

5.3.3 – RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA CATALOGACIÓN Y LAS ACTUACIONES

El desglose por partidas de ambos presupuestos podrá consultarse en el Documento número 2.

No se han considerado gastos de licitación pública y tampoco se valora la elaboración de proyecto de evaluación de impacto ambiental porque la Ley de Evaluación Ambiental del año 2013 no obliga en ninguna de las actuaciones planificadas en este trabajo. Y aunque tampoco se incluye en este presupuesto, hay que dejar señalado que la Ley de Protección de Espacios Naturales del Principado de Asturias “creó la Evaluación Preliminar de Impacto Ambiental (EPIA) como instrumento para evitar el efecto acumulado o sinérgico sobre el espacio natural asturiano, de actividades que no estuvieran sometidas a Evaluación de Impacto Ambiental”. Esto significa que el supuesto que aquí manejamos estaría sujeto a EPIA.

CONCEPTO	IMPORTE € (EUROS)
Personal	10.204,6 €
Transporte	956,34 €
Material	1042,18 €
Gastos indirectos	330 €
TOTAL	12.533,12 €

Tabla 9. Resumen del presupuesto de la catalogación.

MINAS DEL ARAMO	
Longitud 800 metros Sección máxima 4 m ²	
CAPÍTULOS	TOTAL CAPÍTULO €
1. – TRABAJOS PREVIOS	1.003,09
2. – EMPIQUETADO Y EXCAVACIÓN	34.000,00
3. – SOSTENIMIENTO Y REFUERZO INTERNO DE LAS GALERÍAS	76.892,63
4. – REGULARIZACIÓN DE FIRMES Y EJECUCIÓN DE DRENAJES EN GALERÍAS	44.400,00
5. – CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES	2.226,00
6. – SEÑALIZACIÓN Y CARTELERÍA. 30 carteles (60 X 40 X 2,5)	1080
TOTAL	159.601,72
TOTAL CAPÍTULOS 1,2,3,4, 5 y 6	
	159.601,72
OTROS (Gestión residuos, seguridad, dirección facultativa y arqueólogo)	31.704,35
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	36.142,95
TOTAL PEC	227.449,02
TOTAL PEC CON IVA (21%)	275.213,31 €

Tabla 10. Resumen del presupuesto de las actuaciones subterráneas y en superficie.

5.3.4 – RESULTADOS ESPERADOS CON LAS ACTUACIONES

El cierre del perímetro del pozo San Alfonso permitirá circular por este tramo de la estéril general con seguridad y acceder de forma segura a las labores antiguas y modernas del piso 4º. Al mismo tiempo, el procedimiento utilizado para su cercado, carriles ligeros de mina convenientemente amarrados a los hastiales y a la cumbre, permitirá al equipo arqueológico montar sistemas para el descenso o rappel por el pozo, con el objeto de inspeccionarlo y despejar ciertas interrogantes sobre la existencia de niveles intermedios aislados que pudieran contener labores prehistóricas y modernas.

Las actuaciones de recuperación y fortificación en la bocamina y galería hundidas del piso 3º permitirán un acceso cómodo y seguro a las labores antiguas del filón San Felipe, San Vicente y San Alejandro. Igualmente, la apertura de este acceso facilitará el transporte de material necesario para la fortificación del pozo que se encuentra inmediatamente antes del acceso a la zona de los esqueletos de San Alejandro. Es prácticamente obligado pasar por debajo de este pozo, que está en muy mal estado, para acceder a este área de notable interés arqueológico.

Las actuaciones en el piso 2º antiguo permitirán liberar el paso que obstaculiza la circulación por la galería mediante la retirada de los restos del tabique existente. Con esto se logrará además acceder y retirar el escombros que, proveniente de un pozo de bascule, taponan parcialmente la sección un poco más adelante. Una vez asegurado el pozo y despejado el camino de estos dos obstáculos se logrará acceder al recorte que comunica el piso 2º antiguo con el piso 2º nuevo. El bombeo del agua que inunda parcialmente esta galería de conexión entre los dos 2º y el levantamiento de la quiebra en el tramo siguiente de este recorte permitirán el acceso y tránsito seguro de personas por una zona de elevado interés minero antiguo y moderno.

De manera complementaria, los trabajos de recuperación y consolidación en la bocamina del piso 2º nuevo y en los primeros 30 metros de la galería de entrada, permitirán restablecer su aspecto original (bóveda en ladrillo macizo rojo), tan típico de la minería de otra época. Con la reapertura de esta bocamina se tendrá además una salida de evacuación excelente al margen de la reapertura de la boca del piso 2º antiguo y de las labores de pisos superiores que también conducen al exterior.

Todas las intervenciones de interior planificadas, así como el itinerario final recuperado, se pueden recordar en el esquema diseñado sobre la proyección horizontal del plano de labores de las minas del Aramo (1957), incorporado a la memoria y que se halla en la figura 36 de la página 85 con el título de "Plano de actuaciones".

En cuanto a las actuaciones en la superficie, la colocación de los carteles explicativos ayudará a los visitantes a localizar los lugares de interés, y a entender el proceso minero prehistórico y moderno. Planos incorporados en los carteles facilitarán la visita interior y "garantizarán", en cierta medida, un final de excursión sin incidentes. Al margen de la gestión futura de este espacio (en lo cual no entraremos) e independientemente de las

actuaciones interiores, cualquier visitante que se arriesgue a una visita debería contar con unas garantías mínimas en materia de protección individual, como pueden ser los EPIS (calzado de seguridad, ropa adecuada y guantes), además de los equipos de iluminación individual apropiados.

La señalización de los numerosos huecos y puntos de entrada a las minas, listados en el punto 5.3.2, ayudará a evitar la caída de personas y animales a través de estos tragaderos “invisibles”. Queda pendiente de consideración y ejecución el cercado de todos estos “puntos negros” una vez evaluado el interés arqueológico y la primacía de la seguridad física de las personas.

Todas estas actuaciones necesitarán de una inspección periódica y un mantenimiento mínimo para conservar las condiciones que se consigan con las intervenciones ideadas en este proyecto.

5.4 – VALORACIÓN DEL PAISAJE

5.4.1 – EL MÉTODO

No exento de inconvenientes, el método utilizado de valoración será el modelo de Cañas y Ruíz. Es un método indirecto mixto, donde el valor del conjunto del paisaje es mayor que la suma de sus componentes. La aplicación de este modelo es válida solamente si partimos del presupuesto de que los estándares de belleza de los profesionales que realicen la valoración son similares a los del conjunto de la sociedad. Este modelo determina el valor del paisaje en función de una serie de parámetros evaluables que se agrupan en tres categorías principales, ligeramente adaptadas en algún caso y según nuestro entender por ajustarse mejor a lo que creemos expresa mejor la valoración del paisaje: Parámetros físicos, parámetros estéticos y parámetros psicológicos.

Los criterios utilizados para definir las siguientes unidades del paisaje han sido de tipo estético y perceptivo, arqueológico, técnico-ecológico, económico, (agrícola, ganadero, minero, turístico), social, etc. Aunque parezca que alguno de estos criterios puede definir de manera aislada cada paisaje, la fórmula general es la adicción de todos ellos (no es necesario que deban concurrir todos a un tiempo) para el establecimiento y concreción de las unidades del paisaje del presente trabajo.

Parámetro x	Variable i	PARÁMETRO		P _{xi}	f _{xi}	Fórmulas
		Variable	Valores			
1	AGUA					
	A	Tipo	Zona pantanosa	4	-	V _{1A} =P _{1A}
			Arroyo	2	-	
			Río	3	-	
			Lago	5	-	
			mar	15	-	
	B	Orillas	Sin vegetación	-	0	V _{1B} =f _{1B} XV _{1A}
			Con vegetación	-	0,5	
			Mucha vegetación	-	1	
	C	Movimiento	Ninguno	0	-	V _{1C} =P _{1C}
			Ligero	0,5	-	
			Meandros	1	-	
			Rápido	5	-	
			Cascada	10	-	
	D	Cantidad	Baja	1	-	V _{1D} =P _{1D}
Media			2	-		
Alta			3	-		
E	Visibilidad	Baja	-	0,5	V ₁ =f _{1EX} ΣV _{1I}	
		normal	-	1		

Tabla 11. Puntuaciones de parámetros y variables según el método de Cañas y Ruiz modificado

Menos de 20 puntos	DEGRADADO
20-32	DEFICIENTE
33-44	MEDIOCRE
45-56	BUENO
57-68	NOTABLE
69-80	MUY BUENO
Mayor de 80 puntos	EXCELENTE

Tabla 12. Clasificación de los paisajes. Fuente (Manual de Arquitectura del Paisaje, UCAV)

Las fotografías que acompañan la valoración del paisaje han sido tomadas en diferente época: al final del invierno de 2017 la que identifica la panorámica paisajística de la zona de estudio (Sierra) y al principio del verano de 2018 para la que representa el paisaje que se divisa desde dicha zona (Valle).

5.4.2 – LA VALORACIÓN

Una de las características principales de las asociaciones de paisajes del Concejo de Riosa es el escalonamiento en los usos del suelo, producto de las diferencias altitudinales tan acusadas en pocos kilómetros, que dan como resultado distintos entornos ecológicos, pendientes, suelos, etc.

5.4.2.1 – Paisaje correspondiente a la unidad del paisaje “altas sierras del Aramo y Sobia”

En lo tocante a la Asociación Sierras y montañas atlánticas y subatlánticas, el Atlas las describe de forma general como alineaciones montañosas de clima atlántico con altitudes inferiores a 2000m y con modelado glaciar escaso (solamente en zonas más altas). Lo más destacable de esta unidad es la diversidad y el buen estado de conservación desde el punto de vista medioambiental. En lo que respecta a la fotografía que presentamos para valorar este tipo de paisaje, las minas se encuentran en la parte más baja de la sierra, donde los bosques (de haya fundamentalmente) empiezan a ganar la batalla por el espacio a los roquedos calizos y a las especies arbustivas más propias de las partes altas. No obstante, la influencia de la sierra sobre la zona de las minas es muy superior a la de los valles.

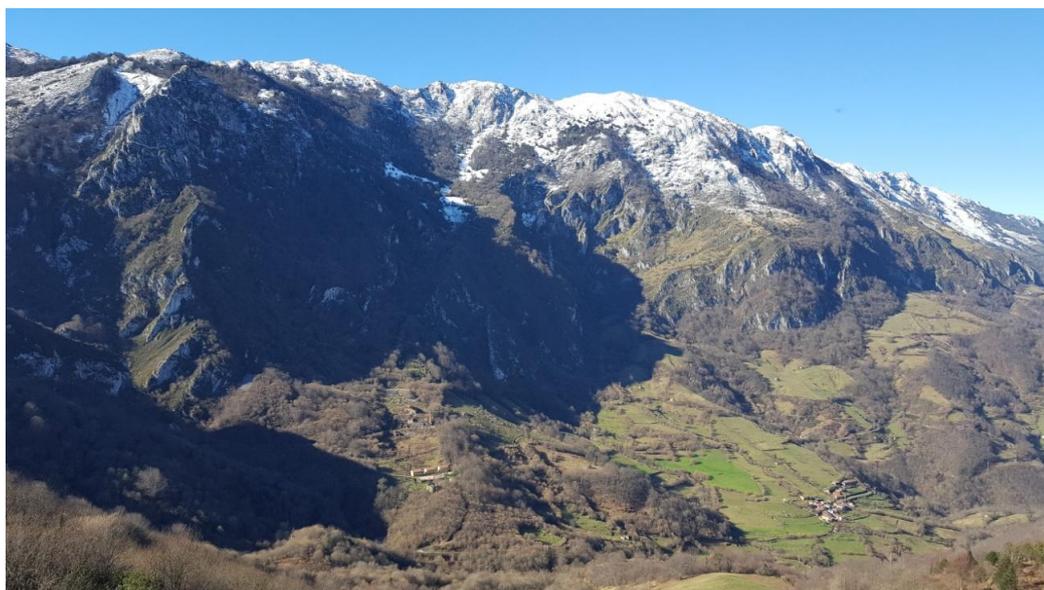


Figura 46. Conjunto visual: Sierra del Aramo, minas, planta de tratamiento y pueblo de Llamo. (Fuente: propia, 2017)

ATRIBUTOS FÍSICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
1 - AGUA				
Tipo	Arroyo	0		0
2 - FORMA DEL TERRENO				
Tipo	Montañoso	10		10
3 - VEGETACIÓN				
Cubierta	50-75%	2'5		
Diversidad	Bastante		3'75	
Calidad	Muy buena		7'5	
Tipo	Arbóreo, arbustivo y pradería		4'375	
Visibilidad	Normal		1	
TOTAL				18'125
4 - NIEVE				
Cubierta	5-25%	2		2
5 – FAUNA				
Presencia	Presente	1		
Interés	Mínimo		1	
Facilidad de verse	Media		2	
TOTAL				4
6 – USOS DEL SUELO				
Tipo	Rural/Natural	12		12
7 – VISTAS				
Amplitud	180-270º	1'5		
Profundidad	Panorámica		3	
TOTAL				4'5

ATRIBUTOS FÍSICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
8 – SONIDOS				
Presencia	Indiferentes	2		
Tipo	Armoniosos		2	
TOTAL				4
9 – OLORES				
Presencia	Presente	1		
Tipo	Indiferentes		1	
TOTAL				1
10 – RECURSOS CULTURALES				
Presencia	Abundantes	3		
Tipo	Histórico		3'5	
Visibilidad	Media			
Interés	Interés			
TOTAL				10'5
11 – ELEMENTOS QUE ALTERAN EL PAISAJE				
La planta de tratamiento y escombreras adyacentes. En el estado actual no son elementos que alteren significativamente el paisaje pero los valoraremos por que al ser los únicos presentes y la calidad del paisaje tan alta, es posible que algunas personas tengan tendencia a dirigir su mirada hacia ese punto.				
Intrusión	Baja	- 0'5		
Fragmentación	Algo		- 0,5	
Tapa línea del horizonte			0	
Tapa vistas	Algo		- 0'0625	
TOTAL				- 1'0625

ATRIBUTOS ESTÉTICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
12 – FORMA				
Diversidad	Dominante	5		
Contraste	Alto	5		
Compatibilidad	Compatible		5	
TOTAL				15
13 – COLOR				
Diversidad	Dominante	5		
Contraste	Medio/Alto	5		
Compatibilidad	Compatibles		5	
TOTAL				15
14 – TEXTURA				
Contraste	Dominante	6		
Compatibilidad	Compatible		3	
TOTAL				9

ATRIBUTOS PSICOLÓGICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
15 – UNIDAD				
Líneas estructurales	Dominantes	5		
Proporción	Dominante	7		
TOTAL				12
16 – EXPRESIÓN				
Expresión	Alguna/Dominante	10		10

VALOR TOTAL DEL PAISAJE = 126' 0625 > 80 = EXCELENTE

5.4.2.2 – Paisaje correspondiente a la unidad del paisaje “cuenca de Mieres”

Por lo que respecta a la asociación identificada como Valles, el Atlas de los Paisajes de España lo define como una unidad del paisaje en sí misma y que coincide con una cuenca de drenaje cuya superficie vierte sus aguas a un solo colector. Es por tanto el río el elemento director que articula el territorio discurriendo por su eje principal. Al cauce principal, el río Llamo, convertido más abajo en río Riosa, van vertiendo sus aguas numerosos afluentes en forma de arroyos y riachuelos provenientes de los valles transversales de menor entidad que existen en todo el tramo. El valle arranca al sur, en los límites del vecino concejo de Lena, discurre hacia el norte atravesando en su tramo medio varias poblaciones del concejo de Riosa y Morcín hasta su encuentro con el río Caudal, del cual el río Riosa es tributario. Como se podrá apreciar en la fotografía, en el tramo más bajo del río, justo antes de mezclarse con el río Caudal, el valle sufre un encajonamiento entre las formaciones calizas que albergan el monte Monsacro (lugar emblemático para la historia de Asturias en lo tocante a la etapa Altomedieval) y la sierra la Gobia. El valle queda definido también por los numerosos pero escasamente poblados núcleos rurales, sus tierras de labor y prados circundantes. Uno de los elementos antrópicos más destacados es la arquitectura tradicional de mampostería en piedra y corredores de madera. El modelo de poblamiento se encuentra en el tránsito final entre la antigua dispersión del mundo rural y la moderna concentración en núcleos mayores, bien sea hacia la capital del concejo o a poblaciones cercanas a las unidades de explotación carboníferas.



Figura 47. Vista del valle de Riosa desde la zona más alta de las minas del Aramo. (Fuente: propia, 2018)

ATRIBUTOS FÍSICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
1 - AGUA				
Tipo	Río	3		
Orillas	Mucha vegetación		3	
Movimiento	Rápido	5		
Cantidad	Media	2		
Visibilidad	Baja		0'5	
TOTAL				6'5
2 - FORMA DEL TERRENO				
Tipo	Relieve llamativo	8		8
3 - VEGETACIÓN				
Cubierta	>75%	3		
Diversidad	Bastante		4'5	
Calidad	Muy buena		9	
Tipo	Arbóreo, arbustivo y pradería		3'75	
Visibilidad	Normal		1	
TOTAL				20'25
4 - NIEVE				
Cubierta	<5%			0
5 – FAUNA				
Presencia	Presente	1		
Interés	Mínimo		1	
Facilidad de verse	Media		2	
TOTAL				4
6 – USOS DEL SUELO				

ATRIBUTOS FÍSICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
Tipo	Rural/Natural	12		12
7 – VISTAS				
Amplitud	180-270º	1'5		
Profundidad	Panorámica		3	
TOTAL				4'5
8 – SONIDOS				
Presencia	Indiferentes	2		
Tipo	Armoniosos		2	
TOTAL				4
9 – OLORES				
Presencia	Presente	1		
Tipo	Indiferentes		1	
TOTAL				1
10 – RECURSOS CULTURALES				
Presencia	Ausentes	1		
Tipo	Histórico		2'5	
Visibilidad	Media			
Interés	Interés			
TOTAL				2'5
11 – ELEMENTOS QUE ALTERAN EL PAISAJE				
Las escombreras. En el estado actual no son elementos que alteren de forma determinante el paisaje pero los valoraremos negativamente por que al ser los únicos presentes y la calidad del paisaje tan alta, es posible que algunas personas tengan tendencia a dirigir su mirada hacia ese punto.				
Intrusión	Media	- 1		
Fragmentación	Algo		- 1	
Tapa línea del horizonte			0	
Tapa vistas			- 1	
TOTAL				- 3

ATRIBUTOS ESTÉTICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
12 – FORMA				
Diversidad	Dominante	5		
Contraste	Alto	5		
Compatibilidad	Compatible		5	
TOTAL				15
13 – COLOR				
Diversidad	Dominante	5		
Contraste	Medio/Alto	4		
Compatibilidad	Compatibles		5	
TOTAL				14
14 – TEXTURA				
Contraste	Dominante	5		
Compatibilidad	Compatible		3	
TOTAL				9
ATRIBUTOS PSICOLÓGICOS				
Variable V	Elementos	Puntuación variable Pxi	Puntuación variable fxi	Resultado fórmulas
15 – UNIDAD				
Líneas estructurales	Dominantes	5		
Proporción	Dominante	7		
TOTAL				12
16 – EXPRESIÓN				
Expresión	Dominante	13		13

VALOR TOTAL DEL PAISAJE = 122'75 > 80 = EXCELENTE

La resultante de la valoración de ambos paisajes es por tanto Excelente, considerando por tanto innecesario hacer mayor énfasis de sus cualidades.

6 – CONCLUSIONES

- De ámbito general, a la finalización de este trabajo se ha puesto en valor este conjunto minero destacando la magnitud del mismo en todos los campos de interés: minero, industrial, geológico, histórico y paisajístico.
- Específicamente, se ha conseguido realizar un documento ordenado y sistematizado de todo lo que integra dicho conjunto. Una catalogación que además ha sacado a la luz más elementos de los que las fuentes disponibles indicaban.
- Comparando con el estadio anterior:
 - Se han actualizado el número de superficies que contienen estériles, se han clasificado y se ha estimado su superficie. Además, se ha visibilizado el volumen de estériles interiores.
 - Se ha catalogado un gran número huecos y accesos nuevos al complejo subterráneo, nunca identificados o catalogados con anterioridad.
 - Se ha precisado con mayor exactitud los elementos constituyentes de la planta de tratamiento e instalaciones de servicio anexas.
 - Se ha sacado a la luz documentación nueva relativa al cable transportador de residuos del lavadero, a las concesiones mineras que lo componen, al volumen estimado de recursos minerales, etc, y se han concretado y detallado algunos aspectos que hasta ahora sólo se habían sobrevolado (como el tema de las escombreras con potencial arqueológico, las implicaciones legales o administrativas y los obstáculos para encontrar una fórmula idónea para tratar con dichos estériles).
 - Se ha justificado también la necesidad de hacer un nuevo estudio o actualización de la caracterización de suelos y valoración de riesgos en sintonía con la normativa actual y los nuevos valores (NGR).
- En cuanto a las intervenciones exteriores:
 - Las señalizaciones dejan organizados *in situ* elementos catalogados; balizan los huecos más peligrosos; documentan la historia del lugar e informan o previenen (al resuelto visitante que se decida a entrar al interior de las minas) sobre el circuito recuperado, las zonas peligrosas del mismo y de las explotaciones fuera del itinerario recuperado.

- Las actuaciones subterráneas propuestas preservan la integridad funcional (“mejoran la salud y prolongan la vida”) de una parte del conjunto minero y posibilitan el acceso a zonas de enorme y variado interés multidisciplinar. Además, la reapertura de las dos bocaminas del piso 2º garantizan un acceso cómodo y seguro al circuito, y dos salidas más al exterior, lo que incrementa la seguridad al facilitar cualquier posible evacuación.
- Al mismo tiempo se ha contextualizado el conjunto minero acorde a la ley de Patrimonio Cultural de Asturias, corrigiendo confusiones en la catalogación o protección de determinados bienes, como ha quedado reflejado en el punto 2.2.2.1.
- Sin seguir de manera ortodoxa la metodología de ponderación de cada parámetro propuesta por el Instituto Geológico y Minero Español para valorar un lugar como LIG (lugar de Interés Geológico), se ha conseguido una aproximación técnica a los aspectos más relevantes: estado de conservación, espectacularidad y belleza, accesibilidad, grado de conocimiento científico del lugar, tamaño del LIG, régimen de protección, régimen de propiedad del suelo, etc. Igual escrutinio se acomoda en lo tocante exclusivamente al patrimonio minero e industrial, donde los parámetros de valoración del (IGME) siguen casi idéntica metodología que para los LIG, estableciéndose clases de valor intrínseco y de uso en función del estado de conservación, representatividad, relevancia tecnológica, relevancia histórica, singularidad, peligrosidad, etc.
- Por último, el óptimo resultado alcanzado por el paisaje en cuanto a su valoración redondea y completa el estudio dotándolo del marco promocional idóneo.
- En paralelo a esta investigación se hace la propuesta de fomentar una “campaña de marketing” (dirigida a administraciones e instituciones, ciudadanos en general y comunidad científica en particular) para intentar “vender” un producto excepcional de naturaleza histórico patrimonial; producto relacionado con dos etapas muy concretas de nuestra historia minera distanciadas 4500 años. Todo ello en ciernes de una campaña para la búsqueda de minerales en el área de estudio y otra de descontaminación de las superficies afectadas.

En resumen, este documento plantea retos, expone una serie de problemas y finalmente ofrece soluciones a todas las cuestiones sometidas a estudio en este trabajo sobre las minas de cobre y cobalto del Aramo.

7 – BIBLIOGRAFÍA

ALLER, J. (1993): “La estructura geológica de la Sierra del Aramo (Zona Cantábrica, NO de España)”, *Trabajos de Geología*, Nº 19, pp. 3-13 [1]

ARCHIVO HISTÓRICO DE ASTURIAS (1956-1957) “*Expediente de Autorización del Proyecto sobre Instalación de Transporte Aéreo de los Residuos del Lavadero de Isodromía en Minas del Aramo*”. Localizador: [C362003/10](#). Oviedo [2]

ARCHIVO HISTÓRICO DE ASTURIAS: “*Expedientes de Registro de la Mina de cobre y cobalto en Riosa*”. Localizadores: [C36093/4](#), [C36092/3bis](#), [C36092/2](#), [C36093/1](#) y [C36095/6](#). Oviedo [3]

ARAMBURU, C. y BASTIDA. F. (1995): *Geología de Asturias*. Gijón: Trea [4]

ARMESTO, J.L. Y ORCHE, E. (2002): *Metodología para la transformación de labores mineras en parques temáticos*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I. Minas, Universidad de Vigo. [5]

ASGMI. (2010): *Pasivos Ambientales Mineros: Manual Para el Inventario de Minas Abandonadas o Paralizadas*. Disponible en Internet:

http://www.asgmi.org/wp/content/uploads/2013/02/Manual_Inventario_PAM_Completo.pdf [6]

BLAS CORTINA, M.A. DE (2007): “Minería prehistórica del cobre en el reborde septentrional de los Picos de Europa: las olvidadas labores de “El Milagro” (Onís, Asturias)”, *Veleia. Revista de Prehistoria, Historia Antigua, Arqueología y Filología Clásicas*, Nº 24-25, pp. 723-753. [7]

BLAS CORTINA, M.A. DE, and SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2009): “Ustillaje faunístico inédito de las labores de cobre prehistóricas de La Profunda (León) y su datación C14 (AMS)”, *Zephyrus*, Nº 64. Universidad de Salamanca, 5-18. [8]

BLAS CORTINA, M.A. DE. (2010): “El expolio del subsuelo y las prácticas rituales en explotaciones de cobre de Asturias”, in Blas Cortina, M.A. De, Delibes de Castro, G., Villa Valdés, A., and Suárez Fernández, M. *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias Prehistórica y Antigua*. Oviedo. Real Instituto de Estudios Asturianos, pp 127-169. [9]

BLAS CORTINA, M.A DE y SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2010): “La minería subterránea del cobre de Asturias: un capítulo esencial en la prehistoria reciente del norte de España”, in Blas Cortina, M.A De, Delibes de Castro, G., Villa Valdés, A., and Suárez Fernández, M. *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias Prehistórica y Antigua*. Oviedo. Real Instituto de Estudios Asturianos, pp 43-82. [10]

BLAS CORTINA, M.A DE, RODRÍGUEZ DEL CUETO, F y SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2013) “De las labores subterráneas a las actividades metalúrgicas en el exterior: Investigaciones 2007-2012 en las minas de cobre prehistóricas de la Sierra del Aramo (“La Campa les mines”), concejo de Riosa”, *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 2007-2012*. Gobierno del Principado de Asturias. Consejería de Educación, Cultura y Deporte, pp. 169-187. [11]

BLAS CORTINA, M.A. DE (2013): “IVº milenio a de C.: los monumentos sepulcrales del Puerto de La Cobertoria (Quirós) y el dominio de las cumbres por las sociedades neolíticas”. *De neandertales a albigones: cuatro lugares esenciales en la Prehistoria de Asturias*. M. Á. de Blas Cortina (ed.). Oviedo. Real Instituto de Estudios Asturianos, 69-138. [12]

BLAS CORTINA, M. A. DE (2014): “El laboreo del cobre en la Sierra del Aramo (Asturias) como referente cardinal de la minería prehistórica de la Región Cantábrica”, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*. Nº24, pp 45-84. [13]

BLAS CORTINA, M.A. DE, RODRÍGUEZ DEL CUETO, F. (2015): “La cuestión campaniforme en el Cantábrico Central y las minas de cobre prehistóricas de la sierra del Aramo”, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*. Nº 41, pp 165-179. Madrid [14]

BURGESS, G.K. (1910): “The estimation of the temperature of copper by means of optical pyrometers”, *Bulletin of the Bureau of Standars*, Nº6, pp. 111-119. Washington [15]

CALZADA JIMÉNEZ, J. A. (2014): *La evaluación estratégica del impacto paisajístico en los pasivos mineros y su rentabilidad ambiental*. Tesis doctoral. Universidad de la Rioja. [16]

CATTIN F., LABAUNE M., ALCANTARA A., CAMIZULI E., FURESTIER R., GANDOIS H., LEMERCIER O., PERREY D., SOHN M., VILLA I. M., VILLES A. (2014): "Copper supply during the third millennium BC (Late Neolithic and Bell Beaker) from the Pyrénées to the Western Alps". *ResearchGate*. [17]

CASTROVIEJO BOLIBAR, R. (2008): *Introducción al Estudio de los Recursos Minerales*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid [18]

DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. (2009): "Caracterización de los Distritos Biogeográficos del Principado de Asturias (Norte de España)", *Botánica pirenaico-cantábrica en el siglo XXI*, pp. 423-456. León [19]

DORY, A. (1983): "Las minas antiguas de cobre y cobalto del Aramo descubiertas por el ingeniero Sr Van Straalen", *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* N° 1463, pp. 332-337 y 1466, pp. 361-366 [20]

ELAW (2010): *Guía Para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros*. Disponible en internet: <https://www.elaw.org/es/content/guí-para-evaluar-eias-de-proyectos-mineros> [20]

GÓMEZ LANDETA, F. y SOLANS, J. (1981): "Procesos supergénicos en la mina de cobre del Aramo", en *Boletín Geológico y Minero* N° 92: pp 429-436. [21]

GUITIÁN OJEA, F., MUÑOZ TABOADELA, M., CARBALLAS FERNÁNDEZ, T. y ALBERTO JIMÉNEZ, F. (1985): *Suelos naturales de Asturias*. Santiago de Compostela: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia [22]

GRUCOMI (Grupo Coleccionista Minero Investigador), (2001): *Valle de Riosa, Minero desde la Prehistoria*. [23]

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y LUQUE, C. (1993): *Recursos del subsuelo de Asturias*. Oviedo: Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo [24]

HUELGA-SUÁREZ, G., MOLDOVAN, M., SUÁREZ FERNÁNDEZ, M., BLAS CORTINA, M.A. DE, VANHAECKE, F., and GARCÍA ALONSO, J.I, (2012): "Lead isotopic analysis of copper ores from the Sierra El Aramo (Asturias, Spain)". *Archaeometry*, Nº54, 685-697. [25]

HUELGA-SUÁREZ, G., MOLDOVAN, M., SUÁREZ FERNÁNDEZ, M., BLAS CORTINA, M.A. DE, VANHAECKE, F., and GARCÍA ALONSO, J.I, (2013): "Isotopic Composition of Lead Copper Ores and a Copper Artefact from the La Profunda Mine (León, Spain)". *Archaeometry*, Nº56, 651-664. [26]

HUNOSA (Hulleras del Norte, S.A.), (2011): *Manual de Prevención de Riesgos Laborales, Nivel Básico. (Aplicación en Minería)*. Dpto de Formación y Desarrollo, Hulleras del Norte. S.A [27]

IGME (2011): *Lugares de Interés Geológico Españoles de Relevancia Internacional (GEOSITES)*. Disponible en Internet:

[http://www.igme.es/patrimonio/Listado Geosites enero2011.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/Listado%20Geosites%20enero2011.pdf) [28]

IGME, (2012): "Guía metodológica para la integración del Patrimonio Minero en la Evaluación de Impacto Ambiental". Disponible en Internet:

[http://www.igme.es/patrimonio/descargas/Guía metodológica para la integración del Patrimonio Minero en la Evaluación de Impacto Ambiental.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/descargas/Guía%20metodológica%20para%20la%20integración%20del%20Patrimonio%20Minero%20en%20la%20Evaluación%20de%20Impacto%20Ambiental.pdf) [29]

IGME, (2013): *Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Disponible en Internet:

[http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA IELIG web.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20web.pdf) [30]

IPCE (2011): *Plan Nacional de Conservación Preventiva*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Disponible en Internet:

www.mecd.gob.es/planes-nacionales/planes-nacionales/conservacion-preventiva [31]

JULIVERT, M. (1964): *Estudio geológico de la Sierra del Aramo, cuenca de Riosa y extremo meridional de la cuenca de Quirós*, Oviedo: Real Instituto de Estudios Asturianos [32]

JORDÁ BORDEHORE, L. (2008). *La minería de los metales en la provincia de Madrid: patrimonio minero y puesta en valor del espacio subterráneo*. Tesis Doctoral, E.T.S.I. Minas (UPM). Madrid [33]

JORDÁ BORDEHORE, R. (2016). *Inventario y propuesta de puesta en valor del patrimonio geológico-minero de las minas del Macizo Central de los Picos de Europa (Cantabria)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. [34]

KASSIANIDOU, V. (2013): "Mining Landscapes of Prehistoric Cyprus", *Metalla* 20, no.2, pp. 36-45. [35]

KLAUS BIEGER (2015): "La química de los minerales". Disponible en Internet: http://www.moodle.uda.cl/pluginfile.php/27726/mod_resource/content/4/LaQuímica_de_los_minerales-2.pdf. [36]

LOMBA MONJARDÍN, R. y VÁZQUEZ GARCÍA, J.A. (2000): "La industria asturiana, un sector en transformación", *Economía Industrial*, Nº 335-336, pp. 111-122. [37]

LÓPEZ ALMANSA, J.C., MARTÍN GARCÍA, L.P. y ZUBELZU MÍNGUEZ, S. (2012): *Manual de Arquitectura del paisaje*, UCAV. Tema 6 pp 1-35. Ávila [38]

LOREDO, J. (2007): "Minería abandonada y medio ambiente", en *VIII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*. Mieres. Consejería de Cultura y Turismo del Principado de Asturias. pp 319-326 [39]

LUTZ, J., PERNICKA, E., STÖLLNER, T. (2016): "Bronze Age Copper Produced at Mitterberg, Austria, and its Distribution", *Archaeologia Austriaca*, Nº 100, pp. 19-55 [40]

MANSILLA PLAZA, L. (2013): *Metodología para la valoración del patrimonio minero industrial de Castilla-La Mancha*. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba. [41]

MATA OLMO, R. y SANZ HERRÁIZ, C. (2004): *Atlas de los paisajes de España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid [42]

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE, (2016): *Plan Nacional de Patrimonio Industrial. (Actualización 2016)*. Disponible en Internet:

www.mecd.gob.es/planes-nacionales/dam/.../04-texto-2016-pnpi-plan-y-anexos.pdf [43]

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, (2009): *Guía para el Establecimiento de Criterios en Materia de Seguridad y Salud para Proyectos de Adecuación a Uso Turístico de Explotaciones Mineras Subterráneas*. Disponible en Internet:

<https://www.mincotur.gob.es/energia/mineria/Seguridad/Guias/2008-Guia-criterios-seguridad-salud-minas.pdf> [44]

O'BRIEN, W. (2015): *Prehistoric Copper Mining in Europe 5500-500 BC*. Oxford: Oxford University Press [45]

ORCHE, E. y ORCHE, M.P. (2008): "Un problema no resuelto: la seguridad de los parques mineros españoles", *De Re Metallica*, 10-11, pp. 11-20. [46]

ORDÓÑEZ, A., ÁLVAREZ, R., BROS, T. & LOREDO, J. (2005): "Consequences of abandoned Cu-Co mining in Northern Spain in surface watercourses". *In 9th International Mine Water Association Congress*. pp 611-617. Oviedo [47]

ORJOL, R. (1983): "Los criaderos de cobre y cobalto del Aramo (Asturias)", *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*. Nº 1469. Año XLIV, pp 390-392 [48]

OYARZÚN MUÑOZ, J. (2008): *Planes de Cierres Mineros - Curso Resumido*, pp. 1-119. Disponible en Internet:

https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cierres_mineros_-_Jorge_Oyarzún.pdf [49]

PUCHE RIART, O. (2000): “La conservación del Patrimonio Geológico y Minero”, *Ciento cincuenta años (1849-1999). Estudio e investigación en Ciencias de la Tierra*, Madrid: Ministerio de Ciencia y Tecnología e Instituto Tecnológico Geominero. pp. 73-101. [50]

RADIVOJEVIC, M., REHREN, T., PERNICKA, E., SLJIVAR, D., BRAUNS, M. and BORIC, D. (2010): “On the origins of extractive metallurgy: new evidence from Europe”, *Journal of Archaeological Science*, Nº 37, pp. 2775-2787. [51]

RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, F. (1984): *La Organización Agraria de la Montaña Central Asturiana*, Oviedo: Servicio Central de Publicaciones del Principado de Asturias [52]

RECURSOS ELECTRÓNICOS.

<https://www.asturias.es>

<https://www.asturnatura.com>

<https://www.boe.es/>

<https://bopa.vlex.es/>

<https://earth.google.es/>

<fama2.us.es/fde/ocr/2006/legislacionDeMinas.pdf>

<https://fototeca.cnig.es/>

<info.igme.es/cartografiadigital/>

<https://www.icomos.org/fr/>

<incuna.es/incuna/>

<https://ipce.mecd.gob.es/dam/jcr:9150e4a0-fb5b-40f9.../carta-del-bierzo-layout1.pdf>

<http://historicodigital.com/antecedentes-legislativos.html>

<https://www.lne.es/>

https://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/.../Convenio_europeo_paisaje.pdf

<https://www.mincotur.gob.es/energia/mineria/Seguridad/Paginas/Legislacion.aspx>

[noticias.juridicas.com/](https://www.noticias.juridicas.com/)

<http://www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero1/legislacion/estudios/>

riosahistoria.blogspot.com/

<https://www.sedecatastro.gob.es/>

www.sedpgym.es/

sigpac.mapa.es/

<http://sitpa.cartografia.asturias.es/Geoportal>

<http://www.aemet.es>

[https://www.unioviedo.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La Metalurgia del Cobre\(web\).pdf](https://www.unioviedo.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La%20Metalurgia%20del%20Cobre(web).pdf)

elmineraldigital.blogspot.com/