

Minería de hierro en Riotinto (Huelva)

A. Delgado Domínguez⁽¹⁾, A. Moreno Bolaños⁽²⁾, J. A. Pérez Macías⁽³⁾, G. Gemio del Río⁽⁴⁾ y M^a C. Regalado Ortega⁽⁵⁾

(1) Museo Minero de Riotinto. Fundación Río Tinto, Plaza del Museo s/n 21660 – Minas de Riotinto (Huelva)
museomineroriotinto@telefonica.net

(2) Club Inglés de Bella Vista. Bella Vista, s/n, 21660 – Minas de Riotinto (Huelva)
amb2004_1@hotmail.com

(3) Universidad de Huelva. Área de Arqueología, Departamento de Historia I, Facultad de Humanidades,
Pabellón 12, planta baja, Campus de «El Carmen». Avenida de las Fuerzas Armadas, S/N. 21071- Huelva-
japerez@dhis1.uhu.es

(4) Vorsevi S. A. Avda. Leonardo da Vinci, nº 20, 41092 – Isla de la Cartuja Sevilla
gregoriogemio@vorsevi.es

(5) HUM 838, Universidad de Huelva. Plaza del Museo s/n 21660 – Minas de Riotinto (Huelva)
cintaregalado@gmail.com

RESUMEN

La realización de este trabajo tiene el objetivo de dar a conocer la minería del gossan transportado en Riotinto, una roca conglomerática producto de la erosión del gossan y posterior depósito en zonas más o menos alejadas de su origen. El gossan en la época romana ya se había utilizado como material de construcción o para la decoración arquitectónica y, posiblemente, como mineral para fabricar las herramientas mineras. Sin embargo, el trabajo se centra en el desarrollo de la explotación del gossan transportado como mena de hierro de la masa de Mesa Pinos o Alto de la Mesa (Minas de Riotinto) por parte de Río Tinto Co. Ltd. entre el último cuarto del siglo XIX y la primera mitad del XX.

Palabras clave: Cuenca Minera de Riotinto, gossan transportado, hierro, minería, Río Tinto Co. Ltd.

Riotinto Iron Mining (Huelva)

ABSTRACT

This paper deals with the mining of reworked gossan at Riotinto (Huelva, southwest Spain). The rock in question is a conglomerate formed by the erosion of gossan and its subsequent deposition in areas at some distance from its origin. In Roman times this mineral was used as construction material as well as for architectural decoration and possibly as an ore for making mining tools. This work focuses upon the exploitation of this mineral as an iron ore mined from the site known as "Mesa Pinos" or "Alto de la Mesa" by the Río Tinto Company Ltd. between the last quarter of the 19th century and the first part of the 20th century.

Key words: gossan, iron, mining, Riotinto mining bowl, Río Tinto Co. Ltd.

El gossan de Riotinto

Aunque el presente trabajo tratará sobre el empleo del gossan como mena para la obtención de hierro en la primera mitad del siglo XX por parte de Río Tinto Company Limited (RTCL), antes de abordar este aspecto nos parece conveniente realizar una breve introducción a este material, definir sus características geológicas, situar sus masas y comentar sus diferentes usos a lo largo del tiempo.

El gossan es una roca formada básicamente por óxidos e hidróxidos de hierro, solos o mezclados con otras rocas, y que directa o indirectamente proceden de la meteorización de yacimientos de sulfuros por encima del nivel freático, que lleva a la oxidación

completa de la mineralización inicial de los sulfuros, y la gossanización sería por tanto el proceso de meteorización que en función de que afecte a un tipo de roca u otro, originará distintas variedades de gossan (García Palomero *et al.*, 1986).

Desde el punto de su aprovechamiento minero, en los estudios de la geología de Riotinto se han diferenciado tres variedades de gossan: el gossan masivo, el gossan de stockwork o pórfido gossanizado, y el gossan transportado (Rambaud, F., 1969; García Palomero, F., 1980; Martín González, E., 1981). Los dos primeros términos hacen referencia realmente a un mismo tipo de roca, pero se corresponden con una terminología empleada localmente en las explotaciones de mineras de Riotinto con la que se relacio-

na la masa de partida, sulfuros masivos o stockwork. El gossan masivo forma la cubierta oxidada de la zona de meteorización de las masas de sulfuros polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica, resultando con ello óxidos de hierro con otros elementos minoritarios que han permanecido en la Zona de Oxidación (plata, oro, plomo, etc.). Al estar asociado a depósitos minerales infrayacentes, comúnmente ha funcionado como guía para la localización de las mineralizaciones. En resumen, es un llamativo mineral de color rojizo intenso, de la capa más superficial de las masas de sulfuros masivos polimetálicos. Su contenido evoluciona por concentración residual de minerales que resisten la oxidación y la lixiviación, siendo plata y oro los más interesantes para su explotación a pesar de ser minoritarios y por que implica la pérdida de elementos poco resistentes, como el cobre y el zinc. Con estas mismas características se presenta el gossan de stockwork, aquél que se forma en la zona de oxidación de las propias chimeneas fumarólicas por las que salieron los sulfuros (stockwork).

Junto a estas variedades de gossan, explotadas desde época prerromana para plata y recientemente para oro y plata, existe otro gossan de apariencia similar en diversas zonas de la cuenca minera de Riotinto. Se encuentra en las siguientes localizaciones: una extensa área al noreste del casco urbano de Minas de Riotinto sobre el que se asienta el barrio del Alto de la Mesa, en las cercanías del Cerro de las Vacas (Anciola, A. y Cossio, E., 1856); en la zona de Zarandas-Naya (Pinedo Vara, 1963, Fernández-Remolar, D.C. *et al.*, 2005; Malki, M. *et al.* 2006); en el sector de Marismilla, al Oeste de la población de Nerva; y en las cercanías del cementerio municipal de Nerva. En estos casos se observa a primera vista un mineral similar al gossan descrito, pero dispuesto en capas horizontales lenticulares, que se apoyan discordantes sobre los materiales carboníferos, las pizarras y grauwacas del grupo Culm, y sobre en las pizarras moradas, riolitas y dacitas del Complejo Vulcano

Sedimentario del Devónico. Aunque da la sensación de que se trata de la típica montera rojiza de gossan que caracteriza el paisaje de la zona, esta disposición estratigráfica implica que se depositó con posterioridad a la formación y deformación de estos materiales devónicos y carboníferos que cubre. Esos estudios geológicos han incidido en su génesis sedimentaria y se ha individualizado con la denominación de gossan transportado.

La diferencia entre el gossan masivo o de stockwork y el gossan transportado fue señalada desde el siglo XIX por los ingenieros españoles (Anciola, A. y Cossio, E., 1856; Rúa Figueroa, R. 1968). Williams en su trabajo sobre Riotinto (Williams, D. 1934) denomina *true gossan* o gossan verdadero al de grano fino y textura homogénea, y *pseudo gossan* al gossan transportado (*bog iron ore*), que muestra una textura típica de conglomerado, con una matriz limonítica rojiza que cementa en bandas abundantes clastos angulosos de cuarzo y otras rocas volcánicas o sedimentarias (pizarras). Esto implica un proceso sedimentario, una movilización de materiales desde un área fuente próxima por lo poco evolucionado de los cantos, de litologías diferentes entre sí, a un área de depósito cerrado debido a la ausencia de elementos externos. Algunos estudios sugieren que este depósito se produjo durante el Mioceno Superior, y partiendo de su composición y posición, sugiere que este gossan transportado son depósitos de tipo lacustre/palustre, sin descartarse el origen fluvial (García Palomero, F. 1980).

En este sentido, los últimos estudios realizados por el Centro de Astrobiología, INTA-CSIC proponen que el origen del gossan transportado se encuentra en un proceso bio-hidromineralúrgico, es decir en la acción de los extremófilos que albergaban las aguas ácidas, que incidieron en la cementación y dieron lugar a tres terrazas fluviales, Alto de la Mesa, Entrada de Nerva y Zarandas (Fernández-Remolar, D.C. *et al.*, 2005; Malki, M. *et al.* 2006). La existencia de

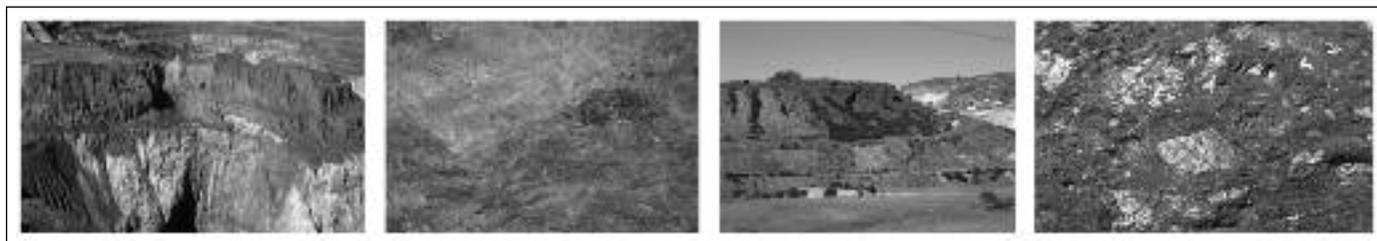


Figura 1. Gossan in situ, Filón Norte 1985, (Riotinto), Foto Pérez Macías; Figura 2: detalle de Gossan; Figura 3: Gossan Transportado, Marismilla (Minas de Riotinto) y Figura 4: Detalle de Gossan Transportado, con inclusiones de cuarzo y vulcanitas. Fotos ADD
Figure 1. Gossan in place, North Lode 1985 (Riotinto), Photo Pérez Macías; Figure 2: Detail of gossan; Figure 3 Bog Iron Ore, Marismilla (Minas de Riotinto) and Figure 4: Detail of Bog Iron Ore with inclusion of quartz and vulcanites. Photos ADD

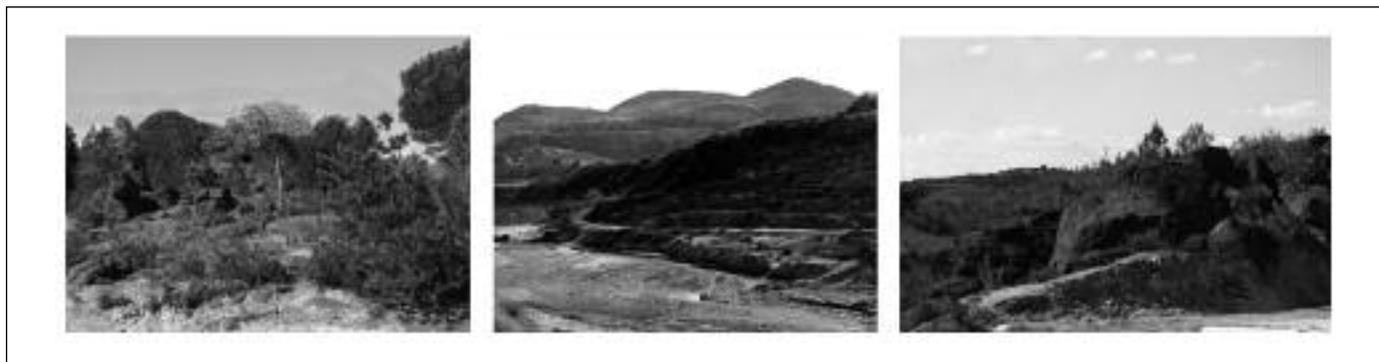


Figura 6. Ubicación de las principales masas de gossan transportado: 6.1 Alto de la Mesa; 6.2 Marismilla (Minas de Riotinto/Nerva) y 6.3 Proximidades del Cementerio de Nerva. Fotos ADD

Figure 6. Location of the main bog iron ore deposit: 6.1 Alto Mesa; 6.2 Marismilla (Minas de Riotinto/Nerva) y 6.3 vicinity of Nerva cemetery . Photos ADD.

Profesionales/Bella Vista (Minas de Riotinto) y Marismilla (Minas de Riotinto / Nerva), con una cronología que abarca entre el siglo I d. C. y hasta fines del s II d. C y principios de III d. C. (Pérez Macías, J.A. y Delgado Domínguez, A, 2010). Estos materiales constructivos romanos en gossan transportado serían incluso reaprovechados en épocas moderna y contemporánea en edificios religiosos, en la iglesia Parroquial y la Ermita de San Blas en Zalamea La Real, civiles, como la Fuente del Pilar de Nerva, y en infraestructuras industriales, entre otros en los edificios del canaleo de Planes en Riotinto (Minas de Riotinto). Se llegó a emplear incluso en la construcción de un monumento conmemorativo de los miembros del *staff* de RTCL caídos durante la I Guerra Mundial, para lo que se desmontaron parte de unos edificios funerarios romanos de la necrópolis de La Dehesa.

Aunque se ha indicado que por su contenido de arsénico no es un mineral apto para la siderurgia, no podemos descartar que se utilizará durante época romana en la pequeña producción de hierro que se ha detectado en la sección de escorias de Cortalago (Blanco, A. y Rothenberg, B, 1980), destinada a la fabricación de las herramientas mineras (Hunt Ortiz, M. A., 1988; Maddin, R., Hauptmann, A. y Weisgerber, G., 1996).

Gossan transportado y producción de hierro

Su empleo como mineral de hierro fue indicado por primera vez por D. Avery, quien dedica dos pequeños párrafos a describir que en el primer tercio del s. XX se produjo la extracción del mineral de hierro de

Mesa Pinos; añade además que este mineral sirvió para pagar a Alemania la ayuda prestada al bando nacional (Avery, D. 1974). También han hecho alusión a este asunto L. Gil Varón, que trata sobre la producción de hierro en los apéndices de su trabajo sobre las migraciones (Gil Varón, L.1984), y L. U. Salkield, quien explica por qué se empleó para la producción de hierro y por qué no se usó para este fin el gossan "verdadero". (Salkield, L. U. 1987).

Desde fines del siglo XIX RTCL, que conocía la existencia de esta mena de hierro por los trabajos de los ingenieros españoles (Anciola, A. y Cossio, E., 1856; Rúa Figueroa, R. 1968), y por los que realizaron sus propios técnicos, que lo denominaron como "*bog iron ore*" o "*Mesa Iron ore*", comenzará a extraer este mineral sin beneficiar. La primera referencia aparece en los Libros Mayores correspondientes a los años 1876-1882, en los que se recoge la extracción de mineral de hierro. Por estas mismas fechas, en el año 1891, también hay constancia de trabajos de extracción de mineral de hierro por un apunte recogido en el plano C001130, fechado en 1922 pero realizado sobre un plano de 1897, en el que se indica que la zona noreste fue trabajada para la extracción de este mineral en esa fecha.

En años posteriores, desde 1886 a 1899 y de 1905 hasta 1910, se encuentran otros datos de la extracción de gossan transportado, como se recoge en los Libros de Costes de RTCL (CSTB), los Libros Diarios (DB), los Libros de Extracción y Distribución de minerales (Ex&DB), y los *Report of the Deputation from the board* (RDB). La información que nos aportan no va más allá de señalarnos la cantidad de mineral extraído y exportado, y los costes que conllevó (sueldos, transporte por los ramales o *mines line*, trans-

porte por la vía general o *main line*, impuestos, fletes, etc.). Las labores mineras para extraer este mineral se circunscribieron a su explotación por cantera a cielo abierto mediante explosivos, *open-cast quarry* (Avery, D. 1974), cargando y clasificando a mano sin hacer ningún stock, y enviándolo después sin beneficiar al puerto de Huelva por la vía general para su embarque sólo cuando hubieran encontrado un comprador para este mineral.

La zona principal de extracción de este mineral de hierro fue Mesa Pinos o Alto de la Mesa, y en menor medida *near the North Lode* (RDB, 1921), es decir Marismilla. De las dos la primera fue la preferida, pues contenía menos arsénico, y de ahí que se especifique en la documentación que el mineral para la exportación sea sólo el que procede de Mesa Pinos, *Iron ore for Europe, if mined on Alto de la Mesa* (RDB, 1921).

El año 1910 marca un punto de inflexión. Tras haber explotado en los años anteriores un total de 111.966 toneladas, y comprobando que este material tenía salida con unas ganancias razonables, aunque estuviera sometido a las variaciones en el precio, en 1910 RTCL va a llevar a cabo una campaña de sondeos para la cubicación del mineral de hierro de Mesa Pinos. Se realizaron 36 catas, pero sólo en la vertiente Este del Alto de la Mesa, la que contiene mayor

porcentaje de hierro y sílice y menos arsénico. Este muestreo ofreció como resultado que el contenido medio del gossan transportado es 54.79 % Fe; 0,31 % de S, 12,65 % de Si y 0,14 % de As (Plano A-01536, AFRT). Para poder contar con unas existencias que permitieran surtir rápidamente a las demandas, que se preveían continuas en 1911, el *board* o Consejo de Administración de RTCL decidió construir un depósito de mineral de hierro con un gasto de 109.101 reales (RDB, 1910-1911 y CSTB, 1910). D. Avery comenta que los trabajos a cielo abierto fueron supervisados por Mr. Browning, *General Manager* de RTCL en ese momento. Aunque las cifras de embarque no son del todo exactas (Ver Tabla 5), los trabajos se paralizaron cuando no se encontraron buenos precios de venta, y se reiniciaron cuando la coyuntura del mercado de metales la volvió a hacer rentable en la segunda mitad de los años 20 del siglo XX:

"In 1911 Browning supervised the making of yet another open-cast quarry, on Alto de la Mesa flat piece of table land almost 200 yards wide and almost 1 ½ miles long. This was to extract iron ore, but since little was sold the operations were halted until 1922, when they were resumed at time of growing demand. From 1927 there was a five year boom and an average of 150.000 tons a year were shipped" (Avery, D. 1974).



Figura 7. Se observa en la zona de Mesa Pinos como se está construyendo el depósito. Año 1911-1912. Colección Moreno Bolaños
Figure 7. This photo shows the building of the tip of Bog Iron Ore in Mesa Pinos. 1911 – 1912. Moreno Bolaños Collection

Iron Ore fue un sub-departamento del Departamento *South Lode* o Filón Sur, en el que estuvo incluido, como puede comprobarse en los *Cost Statements* hasta 1911, en los que aparece segregado en los costes. Incluso en ese año la construcción del depósito de hierro está incluida dentro de los gastos del Departamento de Filón Sur (CSTB, 1911, Ex&DB, 1921-1935). La construcción del depósito fue ordenada por Mr. R. E. Palmer, jefe del Departamento de *South Lode*, el 29 de noviembre de 1911 y se prolongó durante el mes de Diciembre. Fue Palmer quien también realizó en 1912 la primera estimación de las reservas del mineral de hierro para la comisión del Consejo de Administración de RTCL, que ofreció un resultado 234.814 toneladas (RDB, 1912-1913). Así, todo el mineral de hierro que aparece con anterioridad a esta fecha correspondería al Alto de la Mesa, distinción que no hará falta señalarla con posterioridad, mientras que como ya hemos apuntado el que se indica como proveniente de Filón Norte sería el precedente de la zona de Marismilla.

En 1912 se extrajeron 27.647 toneladas de *Iron Ore* de Mesa Pinos, y se exportaron por el puerto de Huelva hacia Europa 27.103 toneladas, hasta ese momento la máxima extracción anual. La disposición de un mineral con un alto contenido de hierro y las posibilidades de ganancias por un precio muy razonable, llevó a que RTCL pensara incluso en construir un alto horno en Huelva con una empresa que era "cliente preferente" de Thomas Morrison & Co., con la que tenía tratos normalmente Río Tinto Company, para la obtención de lingotes de hierro tipo nº 3 de Middlesbrough. Tras las negociaciones, en las que RTCL se comprometía durante 10 años a entregas regulares de mineral de hierro y a adquirir de forma ventajosa los lingotes tipo nº 3 de Middlesbrough, las penalizaciones que se imponían por la cantidad de arsénico que contenía el mineral de hierro del Alto de la Mesa y las diferencias en la posibilidad de poder revender el mineral de hierro por parte del "cliente preferente", determinó que el Consejo de Administración en Londres decidiera no acometer ninguna acción en ese sentido (RDB, 1912-1913).

Pero a pesar de esto, la posibilidad de negocio que representaba la explotación y venta del mineral de hierro estaba siendo considerada seriamente por RTCL. Prueba fehaciente de ello la aporta la Revista Minera, en la que se recoge el siguiente discurso de Mr. Fielding, *Chairman* de RTCL:

"Os recordaré que poseemos grandes cantidades de mineral de hierro exento de cobre y azufre. Hasta ahora no hemos extraído en escala importante este producto, pero en el plazo de uno o dos años como consecuencias de las mejoras proyec-

tadas, incluyendo la tracción eléctrica, nos será posible llevar adelante un plan relativo a la colocación de esta materia en los mercados. Expediciones hechas como ensayo han demostrado que la mena es de buena calidad para la venta" (Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, 1913, LXVIII, 208).

La Huelga de 1913, la más importante desde 1888 y la I Guerra Mundial, dio al traste con las halagüeñas previsiones y mejoras de Mr. Fielding, pues frente a lo que se pensaba no hubo un aumento en la producción y exportación de mineral de hierro, sino todo lo contrario. Sólo se extrajeron 11.691 toneladas de *iron ore* en 1915, de las que fueron exportadas por el puerto de Huelva 4.277 toneladas y quedaron en el depósito de mineral de hierro del Mesa Pinos 12.870 toneladas, cantidad que se mantuvo en stock hasta 1922, cuando se reinició la producción.

La vuelta a la explotación del *Iron Ore* se produjo por dos factores. Primero, el aprovechamiento por parte de RTCL de nuevos productos minerales que hasta entonces no habían sido explotados de forma adecuada (Arenas, C. 1999). Y segundo y principal, porque a fines de 1921 se recomendó por parte de la Comisión del Consejo de Administración de RTCL la exportación de mineral de hierro (RDB, 1921), como método para bajar los costes y mejorar la regularidad del transporte por la vía general (*main line*). Se indicaba además que el mineral de Mesa Pinos era más apropiado que el extraído cerca de Filón Norte, y se estimó que había 6.000.000 toneladas disponibles para ser extraídas y vendidas. Al prever una posible recuperación a partir de 1922 de las industrias dedicadas al hierro y al acero, el Departamento Comercial en Londres sería el encargado de encontrar compradores para este mineral de hierro.

La reanudación de los trabajos de extracción en 1922 fue pareja a la instalación de mejoras, como la instalación de un compresor de aire para el uso de los martillos perforadores y de una línea telefónica en la oficina del depósito (CSTB, 1922). Pero a pesar de éstas, el trabajo de perforación, la instalación de explosivos, las operaciones de carga, y clasificación y la disposición del mineral en los depósitos, continuaron siendo manuales. Todo este movimiento se realizaba empleando vagonetas (*continuos*) para un ancho de vía de dos pies. Cuando se alcanzaba el tonelaje requerido, se formaba un tren para su transporte hacia Huelva. El mineral de hierro era cargado en un primer momento en vagones tipo A de 10 tons. y desde fines de los años 30 en vagones M de 30 toneladas, que eran arrastrados hasta la playa de vías de *Río Tinto Station* por locomotoras de 1ª Clase tipo C. Una vez conformando el convoy, en el que el mineral

de hierro acompañaba a la piritita y al cobre de la fundición, eran transportados a Huelva por locomotoras de 40 toneladas. Las locomotoras 0-6-0 tipo K de 40 toneladas son las que llevaron a cabo principalmente estas labores de transporte por la vía general hasta fines de 1933, año en el que se incorporó también a este transporte las Garratts (Delgado Domínguez, A., 2009).

En 1923 la Comisión reconoció que la exportación prevista de mineral de hierro para 1922 por sí misma no mejoró la regularidad del tráfico desde *Río Tinto Station* hasta *Huelva Pier* (RDB, 1923), pero observó que "la exportación de mineral de hierro ha de considerarse por sí misma como un negocio rentable" y que el "Mesa Ore", el mineral de hierro del Alto de la Mesa, es el "único vendible". Recomendaba explotar aquellas zonas que tenían más del 50 % de hierro metálico, ya que al contener entre 15 % y el 17 % de arsénico se podían conseguir buenos precios de venta. Por último, se planteó que para mantener unos costes soportables de clasificación y transportes, la cantidad extraída y exportada debía ser superior a 50.000 toneladas al año, y para facilitar los trabajos mineros se estableció que, si no devengara un gasto extra, se tendiera la línea eléctrica antes de final del año.

The Deputation from the board advirtió que en 1923 la exportación de mineral de hierro de Mesa Pinos supuso un "apreciable éxito", pues de las más de 66.768 toneladas extraídas se vendieron 49.878 toneladas, con una ganancia de 7 chelines y 11 peniques por tonelada, quedando un stock de 17.7845 toneladas en el depósito de Mesa Pinos (RDB, 1924). Al no haber un mercado desarrollado para este mine-

ral que permitiera hacer grandes ventas durante 1924, se suspendieron las labores mineras algunos meses y sólo se extrajeron 23.227 toneladas de *iron ore*, se exportaron 27.608 por el puerto de Huelva, y quedaron en el depósito 12.814 toneladas almacenadas (CSTB, 1924, 1925 y 1926). El stock que permaneció inalterado hasta que se reanudaron las operaciones de extracción en 1927, cuando los contratos que consiguió el Departamento Comercial de Londres volvieron rentable la exportación de mineral de hierro. De este modo, durante 1927 se extrajeron 95.102 toneladas en Mesa Pinos, se exportaron por el Puerto de Huelva sólo 90.133 toneladas, y quedaron en stock para el año siguiente de 18.018 toneladas, lo cual supuso un importante incremento en la cantidad de mineral extraído y embarcado (Ex&DB, 1921-1935; CPIB: Libro de Cubicación en Piedra de Hierro 1935-1944, en adelante CPIB).

Pero la coyuntura en 1928 era favorable y esto obligó a multiplicar por dos veces y media la extracción, hasta 235.554 toneladas, y la exportación, con 232.729 toneladas. El año de 1928 sería el año que más se produjo y se comercializó este mineral de hierro.

Un aumento tan importante de la producción, que se mantendrá durante 1929, 1930 y 1931, vino parejo con el crecimiento y mejora de los recursos destinados a la extracción del *iron ore*, número de trabajadores, construcción de vías ferroviarias, y el incremento del número de locomotoras de 1ª y 2ª clase, de vagones y cantidad de explosivos. Es curioso comparar como en 1928 hubo poca diferencia entre la cantidad de explosivos empleada en Mesa Pinos (39,368 kilos) y en las cortas de Filón Norte (39,614 kilos) y



Figuras 8 y 9. Trabajos de carga manual de Iron ore en Mesa Pinos, fines de los años 20. S. XX. AFRT

Figures 8 y 9. Hand loading works of Iron ore in Mesa Pinos. At the end of the twenties S. XX. Archive of Río Tinto Foundation

Filón Sur (39,794 kilos), un buen indicador de la envergadura de los trabajos mineros desarrollados, a lo que hay que sumar que todas las labores de perforación, carga, clasificación, volcado de mineral y estéril, etc., se desarrollaban a mano (CSTB, 1928, 1929, 1930 y 1931). Posiblemente, fue el empleo de explosivos en las labores mineras desarrolladas en Alto de la Mesa la que provocó las grandes grietas que se han documentado en esta barriada desde principios del siglo XX.

Entre 1932 y 1934 no se hicieron acuerdos para grandes ventas y se paralizaron los trabajos de extracción, por lo que se mantuvo un stock durante esos dos años de 54.162 toneladas, de los que 54.019 toneladas estaban en el depósito en Mesa Pinos (Riotinto) y 143 toneladas en Huelva (Ex&DB, 1921-1935). Los únicos trabajos desarrollados fueron los de mantenimiento del depósito.

En 1934 se comenzó a vislumbrar una recuperación de los precios del mineral de hierro gracias a la labor desarrollada por el Departamento Comercial de Londres. Se pudieron colocar cargamentos de este

mineral a firmas bien conocidas con destino a Checoslovaquia, Alemania, Francia y Holanda, los compradores tradicionales del *Mesa Pinos Ore*. Aunque no se había extraído nada (ROSB: *Report of the transactions at the ordinary general meeting of the shareholders held at southern house, 1934*), en total se exportaron 20.077 toneladas por el Puerto de Huelva en el último cuarto del año. Otro destino preferente para el hierro extraído en Mesa Pinos fue Gran Bretaña, destacando la fábrica de Ford en el suburbio londinense de Dagenham (Inglaterra) y la fábrica de artillería de Carron Company en Falkirk Escocia (Avery, D. 1974).

Ante los buenos resultados de ventas, en 1935 se reanudaron los trabajos de extracción. Además de los beneficios con la venta se contribuía a solucionar el problema de exceso de mano de obra que en esos momentos acuciaba a RTCL. La realización de entregas regulares durante ese año permitió sufragar todos los costes con los beneficios de las mismas, incluidos los sueldos de los trabajadores que realizaban todos los trabajos a mano y unas ganancias no despreciables para la compañía (ROSB, 1935).

Para 1936 y años posteriores se había previsto entregas de mineral en torno a las 60.000 toneladas anuales (ROSB, 1935), y para mejorar el precio del mineral ya se había visto por parte del *board* que era necesario mejorar la preparación del mismo (ROSB, 1934). Por orden del Consejo de Administración con fecha 2 de abril de 1935 se construyó en 1935 para este fin la planta trituradora de mineral de hierro (*Iron Ore Crushing Plant*) en el mismo depósito de Mesa Pinos. Tuvo un coste total de 59.701 pesetas. (CSTB, 1935), y estaba dotada de un motor *Jaw Crusher & electric* que accionaba la trituradora de mandíbulas. Durante 1935 se extrajeron 41.150 toneladas de mineral de hierro y se exportaron por el Puerto de Huelva 65.685 toneladas, entre las que se incluía el mineral almacenado anteriormente.

Si bien se aumentó la cantidad de mineral extraído con respecto al año anterior, con 53.882 toneladas, en 1936 disminuyeron un tanto las exportaciones en la segunda mitad del año como consecuencia del inicio el 18 de Julio de la Guerra Civil, y sólo fueron embarcadas 47.455 toneladas. En este año se continuó con la campaña de sondeos, toma de muestras y cálculo de reservas por zonas, operación de exploración minera que venía desarrollándose ya desde fines de los años 20 del s. XX.

Los trabajos de extracción desarrollados en 1937 y en los años posteriores fueron fruto de la labor realizada por los técnicos del departamento encargado de la planificación minera. Desde 1927, en los años de mayor actividad del Departamento *Iron Ore*, momen-



Figura 10. Planta de Trituradora de Mineral de Hierro. 1984. AFRT
Figure 10. Iron ore crushing plant, 1984. Archive of Río Tinto Foundation

to en el que se extrajo y exportó gran cantidad del mineral de hierro "accesible", se comenzó a desarrollar una nueva gran campaña de sondeos para hacer un buen cálculo de reservas, para diferenciar por bloques la calidad del mineral y poder planificar los trabajos de arranque, carga y transporte. A partir de 1934 se constata en los *Cost Statements* un gasto importante en sondeos (*surveying*), en análisis de laboratorio (*laboratory charges*), y en la oficina de dibujo (*drawing office*), que hasta entonces no se habían reflejado en la documentación económica. Así en 1931, al final del primer gran período extractivo, se trazaron 94 sondeos, que a diferencia de 1910 incluyeron la zona de poniente de Masa Pinos, y se establecieron 15 bloques de la "A" a la "O". A fecha 1 de Diciembre de 1936, cuando se vuelven a realizar trabajos de sondeos, sólo quedan 13 bloques, pues dos habían sido totalmente extraídos. Seis meses después, el 1 de Mayo de 1937, quedaban 2.450.000 toneladas de mineral de hierro, que determinarán la explotación futura de este mineral y que se disponían como indica la tabla 2.

A-Disponibles		
BLOQUES	Calidad de Mineral de Hierro	Toneladas
G,H,I,N,J	Alta	472.000
A	Baja Calidad	310.000
O "Cementerio"	Baja Calidad	304.000
		1.086.000
B- Bajo las casas ya condenado		
BLOQUES	Calidad de Mineral de Hierro	Toneladas
C	Alta con alto contenido en As	128.000
D	Alta con alto contenido en As	57.000
		185.000
C- Bajo las casas no condenado		
BLOQUES	Calidad de Mineral de Hierro	Toneladas
B	Alta	262.000
C	Alta con alto contenido en As	208.000
D	Alta	504.000
		974.000

Fuente: Plano C00869; CPIB, 1935-1944, Report on Visit to Río Tinto by Messrs Gray, Lawford & Anderson, may/june 1937, en adelante RVRT).

Tabla 2. Reservas de Mineral de Hierro (1937)
Table 2. Stock of Iron ore (1937)

El trabajo de extracción de mineral de hierro en Mesa Pinos se desarrollará desde la segunda mitad de 1937 hasta 1944. Además de los condicionantes propios del mercado de minerales en una coyuntura tan complicada como el final de la Guerra Civil española y el inicio de la II Guerra Mundial, estuvo auspiciado por varios factores. Entre ellos la propia legislación minera de ese momento, que impedía los trabajos de minería y cantería a 40 metros de las edificaciones, lo que suponía una reducción de 300.000 toneladas de mineral de hierro sobre del total (RVRT, 1937). Hay que aclarar que el mineral que se encontraba bajo las casas podía haber sido extraído si se hubieran derribado las viviendas y reemplazado en otra localización, pero esto suponía un coste estimado por RTCL de 4.000.000 de ptas., que en esos momentos no se asumía, ni siquiera en el caso del bloque D, que contaba con 500.000 toneladas de mineral de hierro de muy buena calidad (RVRT, 1937).

A pesar de todos estos condicionantes, la comisión que visitó Río Tinto a mediados de 1937, estimó que era posible una extracción a razón de 1.000 toneladas/día, siempre que se pudiera regularizar el transporte a Huelva por ferrocarril y el embarque, pues la calidad de mineral que se iba a extraer en 1937 contenía leyes similares y no iba sufrir ningún tipo de penalización, por lo que no se resentiría el precio final (RVRT, 1937). Mr. Julián llegó incluso a plantear la posibilidad de establecer un plan para la extracción de 20.000 toneladas/mes durante 20 meses (RVRT, 1937).

Todo esto favoreció que de Julio a Diciembre de 1937 la extracción de mineral de hierro se reanudara y se alcanzaran 194.832 toneladas, cifras similares a las de fines de los años veinte y principio de los treinta. Fueron exportadas 206.609 toneladas, en las que se incluía el mineral apilado en los depósitos de Mesa Pinos y Huelva. Tal aumento se debió también a dos factores ya presentes en otras coyunturas, la posibilidad de ventas rentables de mineral de hierro de forma regular y el empleo en el departamento *Iron Ore* de mucha mano de obra, pues a pesar de la instalación de la trituradora en 1935 todos los trabajos se realizaban *by hand*. Siguiendo orden de la oficina central de Londres el 19 de Noviembre de 1937 también se construyó un depósito de mineral cerca de la Central Eléctrica de Huerta Romana, con un gasto de 29.500 ptas., lo que permitió un ahorro en los costes de transportes hasta *Río Tinto Station*.

Aunque queda fuera de los límites de este trabajo, otro factor de peso y que influiría hasta el final de la producción del *Mesa Pinos Ore* en 1944, es que tanto los beneficios como la entrega de partidas de mineral, la fórmula de los impuestos pagados por RTCL al

gobierno insurgente de Burgos hasta 1939, sirvieron para saldar la ayuda de guerra prestada por la Alemania nazi y la Italia fascista (Manrique García, J.M. y Molina Franco, L. 2006). Estas “apropiaciones” por parte de los países que formaban el Eje, afectaron también directamente a la industria británica, pues dos de los clientes preferentes, *Ford* y *Carron Company*, vieron reducidos a partir de 1937 sus suministros de hierro (Avery, D. 1974).

En este sentido, en su discurso antes los accionistas en Southern House (Londres) el jueves 20 de Abril de 1938, Sir Auckland Geddes, *Chairman* de RTCL, afirma que hay una campaña por parte de la prensa de izquierdas favorable al gobierno legal de la República, que el mismo describe como “libelo”, en la que se acusa a la “Compañía” de haber entregado al gobierno franquista 1.500.000 toneladas de pirita y 200.000 toneladas de mineral de hierro. Curiosamente, estas cifras casi se corresponden a lo extraído por RTCL en 1937, que fueron 1.153.804 toneladas de mineral de cobre y 194.832 toneladas de mineral de hierro. Pero aunque no podemos aportar datos hasta el momento de las entregas de mineral en bruto al gobierno sublevado de Burgos, no fue entregada al “bando nacional” la totalidad de lo extraído. El mismo presidente reconoce también que hay requisaciones y entregas de bienes, y sin especificar la cantidad ni la naturaleza de las mismas hace, sin embargo, un pequeño informe de cómo estas “ayudas” son forzadas y casi interesadas en parte, pues consideraba que se debía hacer todo lo posible para preservar los intereses de RTCL en España. Para concluir reconocía que esta postura estaba afectando a las ventas, ya que algunos de sus compradores habituales habían dejado de adquirir minerales de Río Tinto como forma de sanción económica al gobierno “nacional”. Como ejemplo, dos de los compradores habituales de mineral de hierro, Checoslovaquia y Holanda, dejaron de hacerlo (ROSB = *Report of the transactions at the ordinary general meeting of the shareholders held at southern house, 1938*).

Estos problemas y las penalizaciones que se imponían a los cargamentos de mineral de hierro de Riotinto al no poder mantener el arsénico por debajo del 0,3 % (RVRT, 1938), provocaron que en 1938 la extracción descendiera a un tercio del año anterior, a 70.051 toneladas. Se resintieron sobre todo las exportaciones, que bajaron una cuarta parte, sólo 57.069 toneladas. En previsión de un importante descenso en las ventas de este mineral, que hasta ese momento había dado buenos resultados, el Consejo de Administración requirió a Mr. Julián que enviara a la oficina central de Londres las últimas cubicaciones y

los datos disponibles de las leyes en hierro del *Mesa Pinos Ore*.

De este modo, la falta de contratos y la difícil situación que se sucedió en 1939, con el fin de la Guerra Civil en el primer tercio del año y el inicio de la II Guerra Mundial a principios de Septiembre, ocasionaron que la extracción fuera mínima, 2.653 toneladas, y que se exportaran sólo 10.346 toneladas, una quinta parte con respecto al año anterior. Sólo la demanda de mineral de hierro tras el comienzo de la segunda gran guerra, motivó que en 1940 se reanudara los trabajos mineros y se extrajeron 72.394 toneladas de *iron ore*, pero sólo se exportaron por el Puerto de Huelva 59.885 toneladas. Como nota anecdótica, en este año es el único durante todos en los que se trabajó este mineral en el que se cargó *by crane*, aunque sólo 4.303 toneladas.

En el año 1941 las coyunturas nacional e internacional determinaron un importante descenso en la extracción de minerales, en el caso del cobre un 59% (Moreno Bolaños, A. 2006). De mineral de hierro sólo se extrajo el 10 % con respecto a 1940, 7.941 toneladas, mientras que las exportaciones fueron algo mayores, 10.508 toneladas. Esta tendencia de que el mineral exportado supere en tonelaje al extraído se mantendrá hasta el fin de las mismas en 1943.

Durante 1942 la necesidad de materias primas fue la causa del aumento en la extracción de minerales en Río Tinto. La extracción de mineral de cobre se multiplicó por dos (Moreno Bolaños, A. 2006), y la de hierro por cuatro, 27.528 toneladas. En este mismo año se incrementó la exportación de mineral de hierro en un 16,8 % con respecto al arrancado en Mesa Pinos, 33.113 toneladas. El 21 de Julio de 1942 se presentaron a la Dirección General en Río Tinto los resultados de una nueva campaña de sondeos, control de leyes y cubicación. Se ofreció como conclusión que en los bloques A, G, H, J, L, N y O podrían extraerse sin quitar las casas 454.500 toneladas de mineral hierro. La tendencia alcista en la extracción y exporta-

Ubicación	Toneladas
Debajo de las Casas	1.317.100
Al Norte, Sur y Oeste de las casas	500.100
Al Este de las casas	78.800
Total	1.895.800

Fuente: Plano C00869; CPIB, 1935-1944; RVRT, 1935

Tabla 3. Reservas de Mineral de Hierro (1944)
Table 3. Stock of Iron ore (1944)

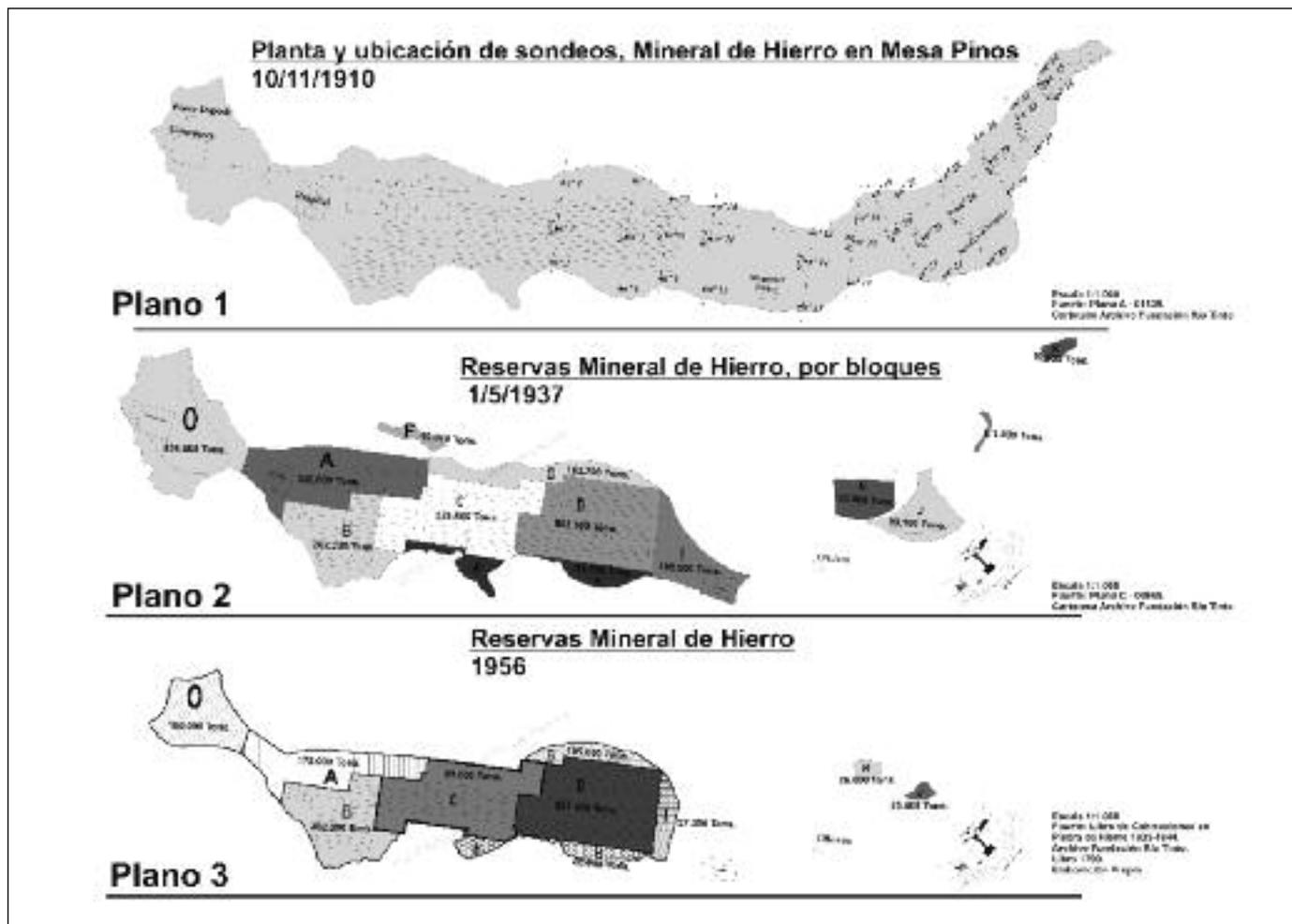


Figura 11. Evolución de la extracción de mineral de Hierro en Mesa Pinos
 Figure 11. Evolution of the extraction of Iron Ore in Mesa Pinos

ción del mineral de hierro continuó hasta 1943, en el que los trabajos de arranque se implementaron, llegando a extraer un 25,6 % más y siendo exportadas 49.096 toneladas, un 32,5 % más de mineral de hierro que en 1942. Éste sería el último en el que se embarcó mineral de hierro por el Puerto de Huelva.

Por último, en el año 1944 los trabajos en el Departamento de *Iron Ore* se redujeron al arranque y almacenamiento de mineral, hasta el 1 de Octubre, fecha en la que se paralizaron los trabajos. Al no haber sido posible realizar ventas de estos minerales, durante ese año no se exportó nada. No obstante, para calcular con toda la exactitud posible las reservas de mineral de hierro que podrían ser explotadas cuando las condiciones del mercado lo hicieran posible, se llevaron a cabo por parte del Departamento de Topografía tres trabajos de levantamiento y cubicación del mineral, el 24 de Agosto, el 14 de Septiembre

Bloque	Tons.	% Fe	% S	% As	% Si
"I" Levante	27.000	55.19	0.23	0.22	13.20
"J" Levante	25.000	54.85	0.39	0.13	12.01
"N" Levante	26.000	55.50	0.22	0.10	13.60
"C" Norte	83.000	56.76	0.63	0.81	6.39
"G" Norte	105.000	57.34	0.36	0.54	8.08
"H" Sur	60.000	53.22	0.25	0.42	13.82
"A" Poniente	175.000	52.15	0.27	0.36	15.37
"O" Poniente	160.000	51.21	0.47	0.41	14.63
TOTAL	661.000	53.78	0.38	0.44	12.48

Fuente: CPIB, 1935-1944

Tabla 4. Reservas de Mineral de Hierro (1956)
 Table 4. Stock of Iron ore (1956)

y el 24 de Octubre de 1944 (CPIB, 1935-1944). Además de aportar las cantidades de mineral disponible (Tabla 3), en el informe se presentó un estudio indicando los bloques que eran económicamente rentables y los que no lo eran. Se calculó que sólo podían explotarse 115.300 toneladas de las que se encontraban disponibles en los bloques I y J, debido a que el mineral "se encontraba clavado en el piso de la zona ya explotada, de manera discontinua en una extensión de 450 metros de largo por 150 de ancho. Su pro-

fundidad media no llega a 2 metros y en algunos sitios esta cubierto por el escombros de la explotación general". En el bloque N, con 23.800 toneladas de mineral de hierro, éste se encontraba hasta 6 metros por debajo del entonces piso de carga, y Mr. Julián propuso extraerlo mediante un plano inclinado. Por último, se consideró que en el bloque L, con 900 toneladas, y K, con 800 toneladas, las masas de mineral eran "pequeños residuos abandonados en la total explotación de los mismos" (CPIB, 1935-1944).

Minas de Río Tinto / Mineral de Hierro - 1879-1944												
Año	Mineral			Estéril		Zonas de Extracción				Envío a Huelva	Exportación	
	By Hand	By Crane	Total	M3	F. Sur	Mesa P.	F. Norte	Lago	Dehesa		Hierro	Cossán
1879	496		496									
1880	9.103		9.103									
1881	7.413		7.413									
1882	14.194		14.194									
1883	5.813		5.813									
1896	6.225		6.225		6.225							
1897	28.567		28.567		28.567							30.714
1898	15.847		15.847		15.847							16.753
1899	21.945		21.945		21.945							23.812
1905	630		630		630							630
1906	588		588		588							588
1907	741		741		741							741
1908	200		200		200							200
1909	202		202		202							202
1910	2.235		2.235		2.235							1.897
1911	3.572		3.572		3.377				195	1.666		1.859
1912	27.647		27.647		27.103			544		21.664		18.475
1913	3.316		3.316		3.116					5.749		8.471
1915	11.691		11.691		11.371		320			4.277		4.382
1921										688		597
1922	17.845		17.845			17.845				29.708		29.872
1923	66.768		66.768			66.768				49.878		49.720
1924	23.227		23.227			23.227				27.623		27.638
1927	95.103		95.103	26.904		95.103				90.214		90.133
1928	235.554		235.554	56.275		235.554						232.729
1929	202.978		202.978	26.220		202.978				199.669		206.112
1930	188.673		188.673	36.663		188.673				187.525		157.633
1931	55.749		55.749	3.129		55.749				50.353		50.210
1934												20.077
1935	41.150		41.150			41.150						65.385
1936	53.882		53.882			53.882						47.455
1937	194.832		194.832			194.832						206.609
1938	70.051		70.051			70.051						57.069
1939	2.653		2.653			2.653						10.346
1940	72.394	4.303	76.697			72.394						59.885
1941	7.941		7.941			7.941						10.508
1942	27.528		27.528			27.528						33.113
1943	37.047		37.047			37.047						49.096
1944	15.833		15.833			15.833						
Total	1.569.636	4.303	1.573.939	140.191	122.348	1.409.207	320	544	195	639.004		1.513.072

Elaboración: Alfredo Moreno Bolaños

Fuente: Libros Mayores 1876 – 1882; DB 1876 – 1945; CSTB 1897- 1956; Gil Varón, 1984; Salkield, L. U. 1987.

Tabla 5. Extracción y Exportación de Mineral de Hierro. 1879-1944

Table 5. Extraction and Export of Iron Ore. 1879 - 1944

El 23 de Enero de 1948 Mr. W. S. Tong presentó a la Dirección General la cubicación de "Piedra de Hierro", la última que realizó RTCL, basada en estos trabajos de 1944, que resumimos en tabla 3.

No disponemos de otra documentación, pero a pesar de disponer de unas reservas no despreciables, nuestra hipótesis es que no se reanudaron los trabajos de extracción de hierro en esa fecha por no poder colocarlas en el mercado internacional a un precio beneficioso para RTCL.

A principios de 1956 se realizaron en Mesa Pinos los últimos trabajos de cubicación de mineral de hierro por parte de la Compañía Española de Minas de Río Tinto S. A. Se desarrolló una campaña de sondeos de exploración mediante barrenos a 6 metros de profundidad en una malla de 25 x 25 metros. En la cubicación se incluían las reservas del bloque C, en la que algunos derribos de casas hacían ahora posible la extracción del mineral de hierro (CPIB, 1935-1944). Los resultados aportados no se tradujeron en una reanudación de la extracción del mineral de Mesa Pinos porque la explotación no produciría unos beneficios atractivos. Las reservas de mineral de hierro de estos sondeos son los presentados en la tabla 4.

En conclusión, con unas reservas disponibles de más de 600.000 toneladas y a pesar de que su minería no fue continua, la explotación del gossan transportado como mineral de hierro se extendió a lo largo de ochenta años, desde 1876 hasta 1944. El interés industrial en su beneficio se prolongó hasta 1956, pero a lo largo de todos estos años la coyuntura histórica y el mercado marcaron el desarrollo de esta minería de hierro en Riotinto.

Referencias

- Anciola, A. L. y Cossio, E., 1856. *Memorias sobre las Minas de Río Tinto*, Madrid.
- Arenas Posadas, C. 1999. *Empresa, Mercados, Mina y Mineros: Río Tinto 1873-1936*. Huelva. Universidad de Huelva y Fundación Río Tinto.
- Avery, D. 1974. *Not on Queen Victoria's birthday. The Story of the Río Tinto Mines*. Collins. London
- Blanco, A. y Rothemberg, B. 1980, *Exploración Arqueometalúrgica de la Provincia de Huelva*, Barcelona.
- Delgado Domínguez, A. (Dir.). 2009. *Ferrocarril Turístico Minero*. Fundación Río Tinto, Huelva.
- Fernández-Remolar; D.C.; Morris, R. V.; Gruener, J.E.; Amils, R., Knoll, A. H. 2005: The Río Tinto Basin, Spain: Mineralogy, sedimentary geobiology, and implications for interpretation of outcrop rocks at Meridiani Planum, Mars. En *Earth and Planetary Science Letters* 240 (2005) 149-167. www.elsevier.com/locate/epsl
- García Palomero, F. 1980. *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto*. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena". Diputación Provincial de Huelva.
- García Palomero, F., Bedia Fernández, J.L., García Magariño, M., y Sides, E.J. 1986. Nuevas investigaciones y trabajos de evaluación de reservas de gossan en Minas de Riotinto. En *Boletín Geológico y Minero*, XCVII-V, 82-102.
- Gil Varón, L. 1984, *Minería y Migraciones. Río Tinto 1873-1973*. Córdoba. Sociedad Cooperativa Industrial Tipografía Católica.
- Gonzalo y Tarín, J. 1888. *Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva*. Comisión del Mapa Geológico, Provincia de Huelva. 2 vols.
- Hunt Ortiz, M.A., 1988. Consideraciones sobre la metalurgia del cobre y del hierro en la época romana en la provincia de Huelva, con especial referencia a las minas de Río Tinto. En *Habis*, 18-19, 601-611.
- Instituto Tecnológico Geominero de España 1999. *Investigación geológica y cartografía básica en la Faja Piritica y áreas aledañas*. Memoria Hoja 938-IV.
- Johnson, J. C. F. 2006. (e-Book) *Getting Gold: a practical treatise for prospectors, miners and students*.
- Maddin, R., Hauptmann, A. y Weisgerber, G. 1996. Metallographische Untersuchungen an römischem Gerähe aus Río Tinto, Spaien. En *Metalla*, 3/1, 27-44
- Malki, M., González-Toril, E., Sanz J. L., Gómez, F., Rodríguez, N., Amils, R. 2006. Importance of the Iron cycle in biohydrometallurgy. En *Hydrometallurgy* 83, 223-228. www.elsevier.com/locate/hydromet
- Manrique García, J. M. y Molina Franco, L. 2006. *Las Armas de la Guerra Civil Española*, Esfera de los Libros, Madrid,
- Martín González, E. 1981: *Minería y génesis de Cerro Colorado (Riotinto)*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Moreno Bolaños, A. 2006. Anexo. Mineral de cobre extraído de Minas de Riotinto, 1725-2001 en Delgado Domínguez, A. (Coord.): *Catálogo del Museo Minero de Riotinto*. Ed. Fundación Río Tinto. Sevilla.
- Rambaud, F. 1969: *El sinclinal carbonífero de Riotinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas*, Memorias del Instituto Geológico y Minero, LXXI, Madrid.
- Rúa Figueroa, R. 1868: *Minas de Río Tinto: Estudios sobre la Explotación y el Beneficio de sus minerales*. Coruña.
- Salkield, L.U. 1987. *A technical history of the Río Tinto mines: some notes on exploitation from pre-phoenician times to the 1950s*. Institution of Mining and Metallurgy. London.
- Pérez Macías, J. A. y Delgado Domínguez, A. 2010. Las cupae de gossan de Riotinto. en *Actas I Coloquio de Arqueología de Historia Antigua de los Bañales* (Zaragoza). UNED Tudela. (En prensa)
- Pinedo Vara, I. 1963. *Piritas de Huelva, Su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa, Madrid.
- Tornos, F. 2008. La Geología y Metalogenia de la Faja Piritica Ibérica. En *Macla* 10, 13-23.
- Williams, D. 1934. The geology of the Río Tinto mines, Spain. En *Transactions of the Intitution of Mining and Metallurgy*. Vol XLIII, pp. 593-678.

Fuentes

- Libros Mayores 1876 – 1882. Archivo Fundación Río Tinto Libro nº 55.
- Libro Diarios 1876 – 1945. Archivo Fundación Río Tinto, Libros nº2 – 45.
- Libros de Estados Anuales de Costos o *Cost Statements* años: 1897, 1898, 1899, 1900, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909 y 1910. Archivo Fundación Río Tinto Libro 560; Libro 567; Libro 569; Libro 574; Libro 600; Libro 604; Libro 610; Libro 617; Libro 629; Libro 635.
- Libro de Extracción anual y distribución de minerales Vol I - III. Archivo Fundación Río Tinto, Libros 932, 933 y 934.
- Libro de cubicaciones en Piedra de Hierro 1935 – 1944. Archivo Fundación Río Tinto. Libro 1790.
- Planos: A01536; A02799, C00869, C01130.
- *Report of the Deputation from the boXCard, 1908 and 1909.* Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A 10.
- *Report of the Deputation from the board, 1910 and 1911.* Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A 11.
- *Report of the Deputation from the board, 1912 and 1913.* Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A 12.
- *Report of the Deputation from the board. December 1921.* Instruction and estimates for 1922. Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A – 15.
- *Report of the Deputation from the board. February 1923.* Instruction and estimates for 1923. Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A – 16.
- *Report of the Deputation from the board, February 1924.* Instruction and estimates for 192. Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A – 17.
- *Report of the transactions of the ordinary general meeting of the shareholders held at Southern House, 1934.* Archivo Fundación Río Tinto.
- *Report on their Visit to Río Tinto by MESSRS GRAY, LAWFORD & ANDERSON, May/June 1937,* pp 7-9. Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A 32.
- *Report on their Visit to Río Tinto by MESSRS R. L. PRESTON y G. W. GRAY, April 1938,* p. 5. Archivo Fundación Río Tinto. Legajo 100 A 32.
- *Report of the transactions of the ordinary general meeting of the shareholders held at Southern House, 1938.* Archivo Fundación Río Tinto.
- *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, 1913,* Tomo LXVIII, página 208. Archivo Fundación Río Tinto.

Recibido: septiembre 2010

Revisado: noviembre 2010

Aceptado: diciembre 2010

Publicado: julio 2011