

Historia de la minería en Granada

© Jorge David Jiménez Perálvarez

Nieve, Oro, Sal y Estroncio



Granada forma parte de una región minera ancestral, sin embargo, durante siglos la atención minera ha recaído sobre la explotación colonial de las riquezas del subsuelo americano, de tal forma que, hasta el siglo XIX, solo subsiste una actividad dispersa, discontinua y sumamente modesta (Cohen, 2002). Los primeros testimonios de la explotación de plomo en Sierra de Lújar (sur de la provincia) se remontan a los helenos (siglos VII-VI a.c.). Estrabón (geógrafo e historiador griego; 63-24 a.c.) anotó la existencia de “minas de oro en Sierra Nevada” donde también se explotó cinabrio (Cohen, 2002). En general, la minería en Granada ha ocupado un lugar importante tanto a nivel nacional como mundial (como es el caso del estroncio), si bien las extracciones más importantes dentro de la provincia, corresponden a mineralizaciones de hierro y plomo localizadas en los materiales que constituyen el basamento de la Cordillera Bética (Marchán *et al.*, 2008). Los materiales sobre los que se encuentra la mayor parte del área metropolitana de Granada, corresponden a terrenos neógenos del relleno de la Depresión de Granada (González-Donoso, 1968), y presentan diversas mineralizaciones explotadas a lo largo de siglos. Históricamente se ha explotado el oro, la sal común, y más recientemente estroncio. Además, hay otro tipo de explotación particular que se ha desarrollado en Granada como es el comercio de la nieve (Titos, 1996).

La extracción del oro en Granada se remonta a tiempos del Imperio Romano. La técnica del bateo se ha venido practicando en Granada desde esos tiempos, sino anteriores (Girón-López, 2000). También a época romana se remonta la puesta en práctica de la minería “hidráulica” en los aluviones acuíferos del Darro (D’auro = que da oro) y el Genil. Las menciones al oro son frecuentes en las descripciones de los geógrafos de Al-Andalus. En el momento de la conquista de la ciudad, los Reyes Católicos prohibieron la extracción del oro de forma individual, por considerar que pertenecía a la corona. A lo largo del siglo XVI, se sucedieron las concesiones reales para la explotación de Sierra Nevada y Las Alpujarras (Cohen, 2002).

En época más reciente, Granada ha tenido su particular fiebre del oro, concediendo permisos incluso en áreas que ocupaban recintos monumentales (Martín, 2000). Nuevos hallazgos en el barranco de Doña Juana de Huétor Vega y parajes del entorno, reavivaron la búsqueda. Sin embargo, “*la historia contemporánea del oro granadino es una sucesión de esporádicos avisos, esperanzas desbordadas y profusamente aireadas, separadas por largos silencios durante los cuales no faltaron nunca esos “lavadores de los cármenes” o “aureanos” que con su modestísimo equipaje de dornillos, sartenes de doble asa, almocafres y gamellas, y sin más guía que la experiencia a menudo adquirida de sus mayores, intentaban ganarse su escaso sustento*” (Cohen, 2002). Entre 1859 y 1860 las promesas se centraron en el oro de Caniles, también con infructuosos resultados.

El último cuarto de siglo XIX, conoció el intento moderno más consistente de poner en marcha un dispositivo de lavado a gran escala de las arenas y tierras auríferas de la depresión granadina. Los vestigios de un primer canal de derivación del río Beas, afluente del Darro (Figura 14), llamaron la atención de los técnicos franceses, que

trabajaron en lo que fue el más poderoso y fracasado intento contemporáneo de desarrollar la explotación del oro. A partir de los años 30 (1930) hay una nueva animación, vinculada a la cotización del oro (71 \$/kg frente a los 31 de finales del XIX). Se convierten en reserva estatal los aluviones auríferos. Se pretendía una nueva explotación, ya que el precio del oro había sido al fin y al cabo un de los factores que dieron al traste con la experiencia anterior (junto con la insuficiencia de reconocimientos, la falta de agua y la pérdida de finos por la amalgamación). Hasta fechas recientes ha habido estudios exploratorios. Una empresa canadiense, a finales 60 principios de los 70, tras un muestreo exhaustivo, desestimó la explotación por diferentes escollos más contemporáneos: falta de agua (los ríos se utilizaban ya para el suministro de agua), existencia de la Alhambra (patrimonio de la humanidad), baja ley del material, y por último la contaminación del agua por cianuración. La presencia del oro en partículas finas con mucha más frecuencia que en pepitas obligaba a combinar los procedimientos mecánico con la amalgamación y siempre con resultados poco satisfactorios. Otros medios químicos propuestos, como la cianuración, no eran viables por las consecuencias agresivas para un medio frágil, muy habitado y cultivado.

La obtención de estroncio en Granada parte del tratamiento del concentrado del mineral Celestina (de gran pureza) que se encuentra en el cerro Montevives, término municipal de Las Gabias (promontorio de 950 m de altitud que destaca en la llanura central de la Depresión de Granada). La actividad minera conoció una etapa de explotación entre 1941 y 1944, con labores subterráneas a pequeña escala, en respuesta a la urgente demanda de la industria alemana de explosivos. Tras un paréntesis de más de 20 años, el yacimiento volvió a atraer el interés de empresas japonesas y alemanas, esta vez por las aplicaciones del mineral en la industria de la electrónica y la informática. Se llegó a explotar por la empresa granadina Canteras Industriales S.L., pasándose a minería a cielo abierto, sin exploración previa, debido a la riqueza del mineral (Cohen, 2002). Llegó a emplear a más de 50 obreros, y la producción se transportaba al puerto de Motril, sin más tratamiento que un estriado manual y la trituración de los fragmentos de mayor ley. La producción se destinaba en su mayor parte a la exportación, y se dirigía casi en su totalidad a Alemania, y en los últimos años a la R.P. China. Según los últimos datos de 2006, a Estados Unidos, primer consumidor de esta sustancia, se destinó 414 toneladas, con un valor de 327.200 \$ (USGS, 2008).

A mediados de 2007 se interrumpió la producción, y en la actualidad la empresa cuenta únicamente con 4 empleados. La principal aplicación del estroncio es en los tubos de vacío para TV, y por tanto la demanda comercial de estroncio ha sufrido cambios recientes por la presencia en el mercado de pantallas con tecnología TFT-LCD para monitores. No obstante, en otros mercados mundiales los tubos de vacío para TV mantienen una posición dominante, además de otras aplicaciones como pirotecnia, aditivos para pinturas, etc.

La obtención y comercio de la sal común han sido actividades de carácter histórico, donde, desde época remota, propiciaron la creación de asentamientos de población. La producción de sal en el área metropolitana de Granada se limita a las salinas de La Malahá. El nombre de la localidad, cuyo significado en árabe es alquería (finca agrícola) de la sal, revela la riqueza de la zona en este producto. Si bien se tiene constancia de que las salinas fueron explotadas ya en tiempos del imperio romano. De esta época todavía queda el puente por el que se accede a las salinas. Las evidencias de explotación en tiempos de Al-Andalus se remontan como mínimo al periodo nazarí

(siglos XIII-XV) (Malpica, 2008). Los musulmanes crearon un sistema complejo de regadío y explotación de la sal, dando gran importancia a la villa que llegó a tener más de 3000 vecinos. Tras el periodo árabe, de nuevo los Reyes Católicos compraron estas tierras y cedieron la explotación de las salinas, que han ido subsistiendo como empresa familiar desde entonces, cediéndose los derechos de unos a otros. En el siglo XIX el agua era elevada hasta los calentadores por medio de varias máquinas hidráulicas como una noria y varios tornillos de Arquímedes. La noria estaba protegida por un torreón y era accionada por una mula. En aquella época existían 87 albercas de diferentes capacidades y 7 calentadores lo que nos da idea de la importancia de la salina por entonces. En la actualidad las salinas se explotan por la empresa Salinas de la Malahá S.L., y la producción media anual alcanza aproximadamente 1000 toneladas. La producción se destina para sal de acondicionamiento de carreteras y en menor medida al uso doméstico, siempre para un consumo interior (local o provincial). El número y la producción de las explotaciones tradicionales han ido disminuyendo en las últimas décadas por razones socioeconómicas. El bajo precio del producto impide la expansión de la explotación, con el consecuente deterioro de las instalaciones, las cuales podrían doblar la producción con un buen acondicionamiento.

La actividad del comercio de la nieve se ha desarrollado en Granada durante muchos siglos (Rodrigo *et al.*, 1996). Aunque se estima que este comercio ya existía en tiempos de Al-Andalus, las primeras pruebas documentales con información sobre el comercio de la nieve se remontan al siglo XVII. En 1604 se encarga a Diego Ruiz todo lo relacionado con el abastecimiento de la nieve. Posteriormente, en 1614 se organiza todo lo relacionado con los lugares de venta de la nieve. Finalmente en 1617 se organiza el comercio, y fue persistiendo a lo largo del tiempo de tal forma que en el siglo XIX el comercio de la nieve seguía siendo una actividad habitual. En 1879 el ayuntamiento de Granada vendió a perpetuidad, por 1117\$, el derecho a extraer y vender la nieve de Sierra Nevada en régimen de monopolio a Diego García del Real. Se hizo mediante una subasta y se reflejó en escritura pública. Esta actividad se desarrolló hasta el primer cuarto del siglo XX. Su decadencia, hasta su total desaparición, vino en consonancia con la aparición de los sistemas de refrigeración y las fábricas de hielo. En 1922, los concesionarios del comercio de la nieve (herederos de Diego García del Real) establecieron una fábrica de hielo en la ciudad, y dejó de tener sentido esta actividad. Solamente se retomó parcialmente en el periodo de 1945 a 1950 durante las restricciones eléctricas de la posguerra civil española.

Clasificación y extensión de la Minería

El oro explotado en Granada está contenido en la “Formación Alhambra”, que es un abanico aluvial de unos 200 m de potencia, del Plioceno basal (~5 Ma). La formación está constituida por sedimentos detríticos gruesos ligados a abanicos aluviales coalescentes (Figura 5), procedentes de los relieves situados al norte y este de la depresión de Granada (Sierra Arana y Sierra Nevada). La mina se localiza en el denominado abanico interno, constituido por sedimentos de relleno de canal, tipo flujo de derrubios, con una potencia de 2 a 3 metros (Martín, 2000). El “Conglomerado “Alhambra” proviene del “retrabajado” de un conglomerado anterior (Dúdar-Pinos Genil) Mioceno (~8 Ma) (Braga *et al.*, 2003) que presenta hasta 500 metros de espesor. El área fuente de estos conglomerados es Sierra Nevada, y su génesis está ligada al levantamiento y denudación de dicho relieve, concretamente a la erosión del Manto del Mulhacén del complejo Nevado-Filábride (Figura 2). En conjunto representan una serie de abanicos deltáicos que se disponían al pie de Sierra Nevada a modo de orla en su margen occidental. Por tanto, el oro tiene su origen en cuarcitas Paleozoicas del Manto del Mulhacén, posteriormente la concentración en oro ha ido progresivamente aumentando por sucesivos procesos de erosión, transporte y depósito (depósitos tipo “placer”), ligados a los pulsos tectónicos del levantamiento de Sierra Nevada. Primer ciclo: generación del conglomerado “Dúdar-Pinos Genil”; segundo ciclo: generación del conglomerado Alhambra; y tercer ciclo: erosión y depósito fluvial de los ríos Darro y Genil que se da en la actualidad.

La depresión de Granada se ha beneficiado históricamente del oro por bateo de los ríos Darro y Genil, en ambos casos en un tramo de 3-4 km aguas arriba del mismo casco urbano (Figura 14). Su radio de acción se extendía por la ribera del Darro hasta el pie mismo de la Alhambra, y por la del Genil desde Lancha de Cenes hasta el mismo centro de la ciudad. También se ha bateado oro en el barranco de Doña Juana de Huétor Vega. En todos los casos, el oro encontrado lo era en forma de pequeñas laminillas (flourgold) de milímetros a centímetros. Los momentos más favorables eran justo inmediatamente después de las tormentas y subsiguientes riadas, que relavaban el lecho del río y erosionaban las paredes de modo más efectivo. Además del bateo en los ríos, existe una mina en Lancha de Cenes donde se ha explotado el oro a cielo abierto. En Lancha de Cenes los romanos, y posiblemente los árabes, combinaron las labores subterráneas y a cielo abierto, aplicando el método de *ruina montium* (Sánchez-Palencia, 1989). Este método consistía en desmoronar la masa de roca a explotar inyectándole agua y provocando gigantescos desprendimientos. El agua se conducía hacia el interior de la montaña por medio de una serie de galerías y pozos previamente excavados. Dicho agua, una vez introducida, iba debilitando la consistencia de la roca, y en un momento determinado, provocaba su desmoronamiento brusco. La excavación producida abarcaba 14 ha y penetraba hasta una profundidad de 75 m, lo que suponía una cosecha de 5,000^K de oro. En total se actuó sobre un volumen de terreno de 20,000 m³. Todo esto conduce a pensar que el periodo de explotación romano fue el más largo y activo (Tarayre, 1897).

La mina como tal volvió a funcionar entre 1875 y 1877. En esta segunda fase de explotación fue llevada a cabo por una empresa francesa que invirtió 2.3 millones de dólares de la época. Se desarrollaron una serie de infraestructuras e instalaciones debían producir sustento a comarcas empobrecidas. La explotación suponía una ventaja al ser jornales 10 veces inferiores a los californianos. La avidez de agua obligó a grandes

obras: el canal Almecín-Beas, fábrica de amalgamación (*Figura foto*), depósito de agua, talleres y edificios de viviendas. En este caso la conducción de agua procedía del río Aguas Blancas, reutilizado hoy día para el suministro de agua potable para la ciudad. Se adquirieron 450 ha de aluvión y concesiones de agua de 1980 litros por segundo. La inversión se consumió en desescombrado y ensayos sobre terrenos más pobres de lo que se pensaba. La ley media del material explotado era inferior a 0.5 gramos oro por metro cúbico de tierra lavada, lo que hizo abandonar la explotación hasta hoy.

El estroncio no se encuentra en estado nativo en la naturaleza, sino que se extrae de dos especies minerales menas de estroncio: Celestina o sulfato de estroncio (SrSO_4), y Estroncianita o carbonato de estroncio (SrCO_4). La explotación de estroncio en Granada corresponde a los yacimientos de Montevives (Celestina de gran riqueza) y Escúzar (con leyes de aproximadamente la mitad que en Montevives). El depósito mineral, que se emplaza en una estructura tipo horst en la zona central de la Depresión de Granada, se debe al reemplazamiento diagenético de calcita y dolomita por celestina. La roca encajante es caliza laminada algal (estromatolitos), con una edad de depósito Tortonense-Messiniense (Mioceno superior) (Marchán *et al.*, 2008). La mineralización sedimentaria de estroncio se presenta formando dos bandas mineralizadas de dirección E-W y buzamiento entre 20 y 50° al NW, separadas entre sí por una distancia de 5 km. En conjunto el cuerpo mineralizado se encuentra interestratificado entre niveles de limos carbonatados, arcillas y yesos. Una de las características es su elevada calidad de mineralización, que hace posible obtener, mediante un procesado relativamente sencillo, concentrados con leyes del 90-95% en SrCO_4 (~ 40% para el caso de la mineralización de Escúzar).

En Montevives se viene explotando el estroncio desde hace más de 50 años. Se explota a cielo abierto mediante voladura, fragmentación mecánica de bloques de roca mineralizada con celestina, estriado manual, molienda y clasificación. El laboreo a cielo abierto es en frentes discontinuos, de unos 50 m de longitud y 15 m de altura, a lo largo de una banda de orientación E-W con una continuidad de 2 km. El posterior procesado en la planta de trituración se realiza en la misma cantera. La producción de estroncio en Granada ocupa una posición prominente como país productor de concentrados de estroncio. Según el USGS (*Mineral Commodity Summaries*, enero 2008) Granada representa el 30% de la producción mundial de estroncio, y se han estimado unas reservas de 1.5 millones de toneladas.

Una segunda explotación de este mineral fue inaugurada en 1990 en Escúzar. El yacimiento se encuentra a unos 7 km de Montevives, y corresponde a rellenos de celestina mezclada con yesos en los huecos de karstificación formados en series calizas y calizo-margosas, de edad Tortonense-Messiniense (Mioceno superior) (Marchán *et al.*, 2008). La explotación (actualmente Solvay Minerales S.A.) requería de un tratamiento mayor, al ser el mineral de menos riqueza. La producción llegó a multiplicar por 3 la producción de mineral, que estaba en unas 40.000 toneladas anuales.

Las salinas de la Malahá se encuentran en la margen derecha del arroyo Salado, al pie del cerro de la Almenara. Están a una altitud de 780 m sobre el nivel del mar, en una depresión rodeada por relieves constituidos por margas yesíferas. La producción de sal común en La Malahá corresponde a la de una salina de interior. El beneficio de la sal manantial se basa en la evaporación natural de aguas continentales concentradas en cloruro sódico (ClNa), por la acción combinada del calor solar y la cinética del aire. El

agua disuelve los minerales del subsuelo llevando en disolución además de cloruro sódico, otras sales como los sulfatos que deben ser separadas del agua antes de la obtención de la sal. Los minerales por los que circula el agua que abastece las salinas de La Malahá, corresponden a un depósito evaporítico que representa la transición marino-continental de la depresión de Granada (Tortoniense final-Messiniense basal). Se originan como consecuencia de una intensa evaporación en una cuenca somera (al colmatarse de sedimentos) que se estaba cerrando. Se trata de turbiditas que tienen su área fuente en Sierra Tejeda y Sierra Gorda. Su origen está vinculado al levantamiento de estos relieves, por tanto derivan de la erosión y resedimentación de las evaporitas inferiores depositadas en el área fuente (Dabrio *et al.*, 1982).

El agua que la abastece las salinas procede de tres manantiales, dos subterráneos y uno superficial (manantial charcón), formando una balsa en la que el agua está prácticamente estancada. La salina está construida sobre dos planos, uno superior, donde se encuentra el almacén y las albercas, y otro inferior donde se encuentran los manantiales. El agua se conduce mecánicamente desde los manantiales hasta las albercas, y posteriormente es elevada hasta unos calentadores. Allí se acumula el agua durante los meses de invierno y por decantación los sedimentos se depositan en el fondo, quedando el agua limpia para extraer a partir de ella las sales. En la actualidad la salina está formada por 2 calentadores y 9 evaporadores unos 50 cm de profundidad que ocupan en total unos 9000 m² de superficie.

A finales de Mayo principios de Junio, cuando la temperatura del agua es la adecuada, es trasvasada desde los calentadores hasta los evaporadores. Previamente el agua se pulveriza varias veces por un separador de interfases para separar las sales sulfatadas. La sal precipita en el fondo de los estanques al ser sometida el agua a la radiación solar. A lo largo del verano se recogen varias cosechas, que en total ascienden a aproximadamente 1000 toneladas. La producción se destina a salazón la sal gorda, consumo la sal fina, y acondicionamiento de carreteras la sal sucia formada en los márgenes de los evaporadores.

Por lo que respecta a la explotación de la nieve, Granada representaba el primer centro de consumo en Andalucía. La proximidad de Sierra Nevada, donde existían ventisqueros (zonas de umbría) de nieves perpetuas, permitía venderla muy barata y exportarla a pueblos colindantes (Rodrigo *et al.*, 1996). El consumo de la nieve se había popularizado utilizándola para refrescar bebidas, conservar alimentos, e incluso, ya en el siglo XVI, con usos medicinales.

Las personas que se dedicaban a recoger nieve de Sierra Nevada y abastecer la ciudad eran los neveros. La nieve se almacenaba en pozos de las áreas montañosas y se recubría de paja para evitar su fusión, luego se transportaba, sobre todo en verano, a la ciudad para su venta. Se conservan documentos que describen como los portadores subían durante el verano de 1812 a la sierra para surtirse de nieve (Titos, 1996). Las épocas frías y lluviosas provocaban la devaluación de la nieve por sobreproducción. Su importancia era tal, que se llegó a incluir la nieve como producto agrícola. Ya en Granada la nieve era comercializada, usándose fundamentalmente para conservar alimentos y refrescar el agua.

La profesión de nevero era una actividad rural de subsistencia, complementaria a la de agricultor, y la desarrollaban generalmente los habitantes de Güejar Sierra, Monachil y

Huétor Vega. Estas personas, acompañadas de sus mulos, salían de la ciudad al amanecer, durante toda la tarde recogían de los ventisqueros la nieve y la echaban en los serones, a razón de unos 150 kg de nieve por animal. De esta cantidad se perdía entre un 40 y un 50% aproximadamente durante la vuelta. A la puesta del sol comenzaba el retorno con la carga, evitaban así el calor del día. El camino que seguían se conserva hoy día y se denomina el Camino de los Neveros, y tiene una longitud aproximada de 50 km (Figura 14). Llegaban a la ciudad al amanecer y repartían su “mercancía” a los arrendadores, quienes tenían licencia municipal para venderla por la ciudad.

Aunque no tiene sentido hablar de reservas para una actividad desaparecida, debido al carácter renovable de la nieve y la gran extensión de Sierra Nevada, las reservas eran prácticamente inagotables. En cada viaje los neveros cargaban unos 200 kg por animal, de los que la mitad se perdían por el camino (Titos, 1996).

Restricciones de la Minería

La actividad minera también interfiere sobre los elementos territorio, sobretudo en cuanto las explotaciones se han ido situando cerca de los núcleos de explotación que le dan soporte. Consecuentemente existe una racionalización de la actividad minera, debido al espectacular aumento de posibilidades humanas de transformar el entorno natural.

Sin restauración del espacio afectado y con el fin de garantizar el desarrollo minero, en equilibrio con la protección y conservación del medio ambiente, se debe proceder a una ordenación del territorio. El objetivo de la ordenación territorial es distribuir las actividades mineras en el espacio (teniendo en cuenta la peculiaridad de existencia de yacimientos) de acuerdo con un plan. Si bien, cuando la explotación minera viene prefijada por una ubicación de los recursos única, no cabe más análisis que el de la viabilidad económico-ambiental del proyecto. La ordenación territorial debe tener en cuenta no solo criterios técnicos-económicos, sino que también deben tenerse en cuenta criterios ambientales y de armonización con otras actividades humanas. La normativa de para la ordenación espacial del territorio viene prefijada por los planes generales de ordenación urbanística y planes sectoriales de ordenación territorial, que para el caso de área metropolitana de Granada son la ley de ordenación del territorio de la comunidad autónoma de Andalucía ([Junta de Andalucía, 1994](#)), y el plan de ordenación del territorio de la aglomeración urbana de Granada ([Junta de Andalucía, 1999](#)).

Los planes generales de ordenación urbanística clasifican y califican el territorio de un municipio desde este punto de vista. La clasificación y calificación también abarca a las actividades mineras. Esta ordenación territorial debe de estar de acuerdo e integrada en una regulación sectorial más amplia (a nivel provincial y autonómico) que tienda a la ordenación de un sector determinado de actividad. Este tipo de ordenación corresponde a planes (plan sectorial de ordenación territorial) encuadrados y regulados en la Ley del Suelo ([Ministerio de Vivienda, 2008](#)).

Un plan sectorial de ordenación territorial responde al siguiente perfil ([Hita and Martín-Vivaldi, 1996](#)): (1) Localización de los recursos extraíbles; (2) clasificación de los recursos en términos de viabilidad económica y de vinculación a puntos concretos del territorio; (3) determinación de la capacidad de acogida del territorio a las actividades extractivas con base a criterios medioambientales; (4) determinación de la capacidad de acogida del territorio en función de la mayor o menor compatibilidad de otras actividades que puedan mantener relación con las actividades extractivas; (5) estimación de la demanda de los productos de la extracción y su localización geográfica; (6) definición de un modelo de localización que establezca las zonas adecuadas para la extracción; (7) regulación de los sistemas de explotación y del uso posterior de los terrenos afectados por la actividad extractiva; (8) información y orientación para la evaluación de impacto ambiental, detectando los aspectos más frágiles y conflictivos.

Para la solución de la problemática derivada de explotaciones anteriores a la normalización por parte de los planes de ordenación del territorio, se realizan una serie de actuaciones para limitar espacialmente las explotaciones y disminuir el impacto visual, para ello la explotación se restaura a la vez que se abandona el frente. Además los titulares de las explotaciones tienen la obligación de aportar planos topográficos donde se indican los límites de las explotaciones mineras, así se pueden ordenar los

sistemas de explotación de forma que se obtengan unos perfiles definitivos del terreno a la vez que se explota, que estén integrados en el entorno y permitan su inmediata restauración.

Mitigación de las amenazas de la minería

Los proyectos de explotación están legislados en materia de protección ([Jefatura del Estado, 1973; 1980; Ministerio de Industria y Energía, 1982](#)) debido a las consecuencias de las actividades mineras sobre el territorio y el medio ambiente. La minería deteriora los terrenos circundantes a la zona de actividad, especialmente las explotaciones a cielo abierto, provocando perjuicios estéticos, ambientales y geomorfológicos. Al ser actividades transitorias deben concluir con una restauración del espacio afectado ([Hita and Martín-Vivaldi, 1996](#)).

La actuación, en cuanto a medidas correctoras, se enfoca a la consecución de la preservación del medio físico, mediante una utilización ordenada de los recursos, garantizando el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas, su restauración y mejora. Estos aspectos están regulados por la Ley de Minas, modificada por la de 5 de noviembre de 1980 ([Jefatura del Estado, 1973; 1980](#)) y fundamentalmente por el Real Decreto sobre restauración de espacio natural afectado por actividades mineras ([Ministerio de Industria y Energía, 1982](#)). Desde entonces, toda nueva solicitud de concesión debe ir acompañada del correspondiente plan de restauración, y su explotación está supeditada al cumplimiento por el concesionario de las medidas protectoras y restauradoras aprobadas.

Según esta reglamentación, el titular de una solicitud de las previstas en la Ley de Minas, debe presentar un plan de restauración del espacio natural, afectado por las labores. El plan se presentará siempre que se trate de aprovechamientos a explotaciones a cielo abierto, y en aquellos casos de minas de interior, en los que las instalaciones o trabajos en el exterior, alteren sensiblemente el espacio natural. El Plan tiene dos partes, dedicada la primera a suministrar información sobre la descripción del lugar previsto para las labores mineras y su entorno. Debe contener información acerca del medio físico y socioeconómico, así como información sobre las características de la explotación. La segunda parte, debe hacer constar el proyecto de restauración propiamente dicho, incluyendo las medidas previstas para la protección del paisaje, acondicionamiento de la superficie del terreno, prevención de la erosión y otros (Impacto ambiental, almacenamiento de residuos, etc.). Cuando la restauración sólo es posible una vez finalizada la explotación es la Administración la responsable de la ejecución del plan.

La restauración exigible se graduará en función de la fisonomía, configuración, características, valor y usos del suelo con anterioridad al inicio de las labores, procurando devolver a los terrenos las posibilidades de utilización que tuvieran antes de la explotación. En el caso de inviabilidad económica, la Administración podría aceptar un acondicionamiento que confiera al terreno una utilización distinta a la que tuviera con anterioridad. El programa de restauración contempla medidas de protección y acondicionamiento: reconstrucción del terreno en los huecos de explotación o alternativas para su reutilización; acciones en escombreras para evitar la erosión e integrarlas en el paisaje; cuidados ambientales en la etapa de investigación; reconstrucción estabilizada del suelo y su revegetación; protección de las aguas y recuperación de las captaciones afectadas; depuración de aguas contaminadas; protección a la población de polvo, ruidos y vibraciones.

El plan de restauración también contempla acciones posteriores a la explotación, concretamente el desmantelamiento de edificios e instalaciones; establecimiento de la infraestructura necesaria para el uso previsto de los terrenos, mantenimiento de la vigilancia y tareas de revegetación. El incumplimiento del Plan de Restauración, conllevará la aplicación de sanciones, que pueden provocar la caducidad de la concesión de explotación o permiso de investigación.

Bibliografía

- Braga JC. Martín JM. Quesada C. 2003. Patterns and average rates of late Neogene-Recent uplift of the Betic Cordillera, SE Spain. *Geomorphology* 50: 3-26
- Cohen A. 2002. *Minas y mineros de Granada (siglos XIX y XX)*. Ed. Diputación de Granada, Granada, España. 164 pp. ISBN: 84-7807-329-9
- Dabrio CJ. Martín JM, Megías AG. 1982. Signification sedimentaire des évaporites de la depresión de Grenada (Espagne). *Bull Soc. Géol. France* 4:705-710
- Girón-López C. 2000. En torno al Darro. El Valle del oro. In: *Colección Granada y sus Barrios, Número 3*. Ed. Caja General de Ahorros de Granada, Granada, España. 267 pp.
- González-Donoso JM. 1968. Conclusiones estratigráficas y paleogeográficas sobre los terrenos miocénicos de la Depresión de Granada. *Acta Geológica Hispánica* 3:57-63
- Hita JA. Martín-Vivaldi JA. 1996. Extracciones mineras en Sierra Nevada y su impacto sobre el medio ambiente. In: Chacón J. & Rosúa JL. (eds.) *1ª conferencia internacional Sierra Nevada, conservación y desarrollo sostenible*, Vol. V: 65-73. ISBN: 84-920272-2-3
- Jefatura del Estado de España, 1973. *Ley 22/1973, de 21 de julio de 1973, de Minas*. BOE N° 176, de 24/07/1973, p. 15056-15071
- Jefatura del Estado de España, 1980. *Ley 54/1980, de 5 de noviembre de 1980, de modificación de la Ley 22/1973, de 21 de julio de 1973, de Minas*. BOE N° 280, de 21/11/1980, p. 26000-26001
- Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1994. *Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía*. BOJA N° 8, de 21/01/1994, p. 425-442
- Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1999. *DECRETO 244/1999, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan de Ordenación del Territorio de la aglomeración urbana de Granada*. BOJA N° 37, de 28/03/2000, p. 4482-4482
- Malpica A. 2008. La explotación de la sal en el marco de la economía del reino nazarí de Granada. In: Castellón BR. (coord.) *Sal y Salinas: Un gusto ancestral*. Diario de campo (Instituto Nacional de Antropología e Historia, México), suplemento 51:59-68
- Marchán C. Regueiro M. Rubio J. 2008. *Panorama minero, sustancias minerales*. Ed. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). NIPO: 657-08-008-X
- Martín JM. 2000. Geología e historia del oro de Granada. *Boletín Geológico Minero* 111(2-3):47-60. ISBN: 0366-0176

Ministerio de Industria y Energía de España, 1982. *Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración de espacio natural afectado por actividades mineras*. BOE N° 274, de 15/11/1982, p. 31246-31247

Ministerio de Vivienda de España, 2008. *Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo*. BOE N° 154, de 26/06/2008, p. 28482-28504

Rodrigo FS. Esteban-Parra MJ. Castro Díez Y. 1996. Uso de datos sobre el comercio de la nieve en Sierra Nevada para reconstrucciones climáticas. In: Chacón J. & Rosúa JL. (eds.) *1ª conferencia internacional Sierra Nevada, conservación y desarrollo sostenible*, Vol. II: 41-54. ISBN: 84-920272-2-3

Sánchez-Palencia FJ. 1989. La explotación del oro en la Hispania Romana: sus indicios y precedentes. *Coloquio Internacional sobre la Minería y Metalurgia de las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas*. Madrid, p. 35.53

Tarayre G. 1897 *L'exploitation des alluvions aurifères de Grenade (Espagne)*. Exposition Universelle de Paris 1889. 25 pp.

Titos M. 1996. Los Neveros, un oficio y un camino. In: Chacón J. & Rosúa JL. (eds.) *1ª conferencia internacional Sierra Nevada, conservación y desarrollo sostenible*, Vol. IV: 215-223. ISBN: 84-920272-2-3

U.S. Geological Survey (USGS). 2008. *Mineral commodity summaries 2008*: U.S. Geological Survey, 199 pp.

Inundaciones: Recurrencia Histórica y mapa de peligrosidad

A lo largo de la historia, el área metropolitana de Granada ha sido afectada sistemáticamente por inundaciones de diferente envergadura. Las causas de las inundaciones son tanto por el desbordamiento de los cauces que discurren por la zona, como consecuencia de fuertes precipitaciones, bien por la gota fría típica de climas mediterráneos, o por el paso de frentes activos. Otro causante de inundaciones son deshielos anormalmente rápidos de Sierra Nevada. Además, la accidentada orografía de la zona se suma a la dinámica atmosférica descrita. Otros factores que intervienen en la ocurrencia de avenidas son la morfología de la cuenca, las características geológicas e hidrogeológicas de los materiales, la cobertura vegetal, etc.

El riesgo se incrementa al producirse las inundaciones en zonas de ocupación y actividad humana. Los terrenos aluviales y las llanuras de inundación son zonas llanas y fértiles, frecuentemente ocupadas por construcciones, donde se desarrollan actividades antrópicas variadas. Además, la ocupación humana, altamente incrementada en la zona metropolitana en la última década, ha supuesto la modificación del funcionamiento hidrogeológico de la llanura de inundación, aumentando la susceptibilidad y el riesgo a inundaciones.

Desde el punto de vista climático, la depresión de Granada se encuentra expuesta a los frentes nubosos atlánticos, que se caracterizan por la intensidad y duración de sus precipitaciones. Estas precipitaciones se generalizan en toda la depresión y se incrementan en los relieves de Sierra Nevada, donde se encuentran las cabeceras de los ríos que discurren por el área metropolitana de Granada. Esta situación ha producido importantes inundaciones en el pasado, algunas documentadas durante los siglos XVI y XVII. Las situaciones de deshielo rápido también produjeron inundaciones, documentadas en febrero de 1963 y enero de 1965.

Los datos históricos sobre inundaciones anteriores al siglo XX en Granada no poseen homogeneidad espacial, se ciñen a los eventos ocurridos en los núcleos urbanos más importantes para la época. Por suerte, se centran casi exclusivamente en Granada y su área metropolitana, con referencias importantes para los años 1476, 1482, 1600, 1629, 1642, 1791, 1714 en Granada, y los años 1590, 1611, 1614, 1635, 1757, 1772, en su área metropolitana.

Durante el siglo XX la inundación más importante fue la de octubre de 1973. Durante los días 17 y 19 de octubre su produjeron riadas en todo el SE de la península Ibérica, afectando seriamente a Granada y su área metropolitana. Fueron causadas por intensas precipitaciones originas por una gota fría localizada en el borde SE del Mediterráneo.

El documento de referencia para la prevención y mitigación de los daños producidos por las inundaciones, es el mapa de peligrosidad a las inundaciones de la provincia Granada ([Diputación de Granada, 2007](#)) (**Figura 10**) útil en los planes de ordenación del territorio. El mapa de peligrosidad está realizado según la distribución de depósitos aluviales, a los que se les asigna una peligrosidad en función los datos de inundaciones históricas, sus precipitaciones, núcleos afectados por inundaciones y frecuencia de daños; además se considerada el efecto laminador de los embalses. En función de estos criterios se consideran 4 niveles de peligrosidad: alta, periodicidad de inundaciones inferior a 25 años; media, periodicidad comprendida entre 25 y 100 años; baja,

periodicidad comprendida entre 100 y 500 años; y muy baja cuando la periodicidad de las inundaciones es superior a 500 años, o áreas y tramos con peligro potencial. Como se aprecia en el mapa de peligrosidad, las zonas de mayor peligrosidad se concentran en la Vega de Granada.

Los daños producidos por las inundaciones se han visto agravados en los últimos años por actuaciones humanas que incrementan el riesgo, como han sido la eliminación de la cobertera vegetal, canalización de cauces, impermeabilización del suelo por el aumento de la construcción de viviendas y urbanizaciones, y sobre todo la ocupación de cauces. Los datos de pérdidas están recogidos fundamentalmente del “Estudio de inundaciones históricas. Mapa de riesgos potenciales” (Comisión Nacional de Protección Civil, 1985).

Afortunadamente la pérdida de vidas humanas no ha sido una constante en las inundaciones documentadas. Las víctimas aparecen en el 15% de los casos. Los daños en general se clasifican en daños en: edificaciones: equipamientos y servicios (red eléctrica y telefónica); cortes en vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles, etc.) por anegación y/o movimientos de ladera; anegación de campos en agricultura y ganadería, con la consecuente destrucción de cosechas, muerte del ganado, etc.; arrastre de suelos fértiles; y daños en encauzamientos de cursos fluviales (Diputación de Granada, 2007).

En lo referente a plan de prevención contra avenidas e inundaciones, las actuaciones quedan establecidas por la legislación vigente en el Decreto 189/2002 de 2 de julio, por el que se aprueba plan de prevención contra avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces (Junta de Andalucía, 2002). En este plan se identifican y clasifican todos los puntos de riesgo. Los puntos se clasifican según una matriz que considera la frecuencia y magnitud de los daños que puedan producirse en viviendas, vías de comunicación, equipamientos y servicios básicos. La frecuencia de los daños asociados a las inundaciones se clasifica en cinco categorías: (1) casi todos los años; (2) 1 vez cada 5 años; (3) 1 vez cada 10 años; (4) fenómenos aislados; (5) peligro potencial. A partir de esta matriz se establecen 4 niveles de riesgo: (1) escaso; (2) moderado; (3) grave; (5) muy grave.

Tabla X. Inundaciones en el área metropolitana de Granada. NI: número de inundaciones documentadas. P: Probabilidad anual de inundación ($\times 10^{-2}$). FR: frecuencia de daños según el plan de prevención contra avenidas e inundaciones; Sin datos (--).

Municipio	NI	P	FR	Municipio	NI	P	FR	Municipio	NI	P	FR
Agrón	--	--	--	Dílar	1	1	3	Monachil	6	2	2
Albolote	5	5	3	Dúdar	1	--	5	Nigüelas	1	1	--
Alfacar	5	4	3	Dúrcal	1	1	5	Nívar	--	--	--
Alhendín	1	1	3	Escúzar	--	--	2	Ogíjares	2	2	5
Armillá	2	2	2	Fuente Vaqueros	11	10	--	Otura	--	--	3
Atarfe	5	4	3	Gójar	1	1	--	Padul	--	--	2
Beas de Granada	1	--	5	Granada	25	9	3	Peligros	6	6	4
Cájar	--	--	1	Güejar-Sierra	6	4	3	Pinos-Genil	4	2	--
Calicasas	2	2	--	Güevéjar	--	--	--	Pinos-Puente	8	7	3
Cenas de la Vega	--	2	3	Huétor-Santillán	2	1	--	Pulianas	1	1	2
Chauchina	14	13	2	Huétor-Vega	1	1	--	Quéntar	1	--	--

Chimeneas	1	1	--	Íllora	4	4	3	Santa Fe	15	9	3
Churriana de la Vega	1	--	--	Jun	1	1	5	Vegas del Genil	7	4	--
Cijuela	1	4	--	La Malahá	1	1	3	Ventas de Huelma	--	--	--
Cogollos Vega	--	--	3	La Zubia	1	1	1	Villamena	--	--	3
Colomera	2	2	2	Láchar	8	7	--	Víznar	2	2	--
Cúllar-Vega	3	3	--	Las Gabias	5	2	3				
Deifontes	2	2	3	Maracena	3	3	3				

Bibliografía

Comisión Nacional de Protección Civil, 1985. *Estudio de inundaciones históricas. Mapas de riesgos potenciales*. Madrid

Diputación de Granada, 2007. Atlas de Riesgos Naturales en la Provincia de Granada. Ed. Diputación de Granada e IGME. 190 pp. ISBN: 978-84-7807-438-9

Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 2002. *DECRETO 189/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el plan de prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces*. BOJA N° 91, de 03/08/2002, p. 15067-15070