

Cartografía GIS de posibles fuentes puntuales de contaminación de suelos y aguas en la Comunidad de Madrid

GIS mapping of possible point sources of pollution of soil and groundwater in the Community of Madrid

V. Rodríguez, E. Montero, F. Villarroya, A. Sanz-Santos, A. Muñoz

Grupos HidroYmab y TGA. Departamento de Geodinámica. Fac CC. Geológicas.
UCM 28040 Madrid. vanesrod@ucm.es

email de contacto: vanesrod@ucm.es

RESUMEN

Con motivo de los trabajos que los grupos de investigación HidroYmab (Hidrogeología y Medio Ambiente) y Tectonofísica Aplicada (TGA), ambos pertenecientes al Departamento de Geodinámica (UCM), vienen realizando desde hace años en la Comunidad de Madrid, se ha elaborado un mapa de inventario de puntos con posibilidad de contaminación de suelos y/o aguas, mediante el *software Quantum GIS 2.12 Lyon*, un Sistema de Información Geográfica libre y de código abierto. Las capas de actividad potencialmente contaminante introducidas en el GIS son las siguientes: estaciones de servicio, depósitos de combustible y oleoductos, cocheras de autobuses, talleres mecánicos de coches, Centros de Inspección Técnica de Vehículos, instalaciones industriales, aeropuertos, línea de Renfe, línea de Ave, estaciones de Renfe, estaciones de ferrocarril antiguas, centros militares, aparcamientos para coches, graveras, almacenamiento de residuos peligrosos, vertederos y desguaces, Registro de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR), estaciones depuradoras de aguas residuales, cementerios, granjas y mataderos de animales. Toda la información se ha obtenido *on line* recurriendo a distintas páginas WEB. La descarga de esta información en el Sistema de Información Geográfica se realizó mediante archivos shapefile (.shp). Para aquellas capas que no estaban disponibles en dicho formato, se elaboró un listado de los puntos a localizar y se tomaron las coordenadas mediante Google Earth. Debe quedar claro que las fuentes puntuales indicadas en la cartografía GIS no implican necesariamente la existencia de contaminación de suelos y aguas subterráneas.

ABSTRACT

On the occasion of the work of research groups HidroYmab (Hydrogeology and Environment) and Tectonophysics Applied (TGA), both belonging to the Department of Geodynamics (UCM), have been making for years in the Community of Madrid, a map inventory of points with possibility of contamination of soil and /or water, had been made by meaning of the Quantum GIS Lyon 2.12 a Geographic Information System Free and

open source software. The layers of potentially polluting activity introduced in the GIS are: petrol stations, fuel tanks and pipelines, bus garages, Centers Vehicle Inspection, industrial facilities, airports, railways, AVE railways, RENFE stations, old railway stations, military centers, car parks, gravel pits, storage of hazardous waste, landfills and car scrap yards, Registry of Emissions and Pollutant Sources (PRTR), sewage treatment plants, cemeteries, farms and slaughter houses. All information was obtained online using different websites. Downloading this information in the Geographic Information System was performed by shapefile files (.shp). For those layers that were not available in that format, a list of points was developed to locate and coordinates were taken by google Earth. It should be clear that the point sources indicated in GIS mapping not necessarily imply the existence of contamination of soil and groundwater.

Nuevas soluciones analíticas de la ecuación de flujo subterráneo por el método de los autovalores.

New analytical eigensolutions of the groundwater flow equation.

Andrés Sahuquillo.

Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Académico Correspondiente. Universidad Politécnica de Valencia, Profesor Emérito.

Contacto: Plaza Manolete 2 10-C. 28020 Madrid.

correo de contacto: asahuq@hma.upv.es

RESUMEN

La solución de la ecuación diferencial de flujo subterráneo para acuíferos lineales, en acuíferos confinados, semiconfinados y libres con descensos relativamente reducidos en los que se pueda considerar lineal su comportamiento puede hacerse determinando los autovalores y las autofunciones de la ecuación $\mathcal{L}[A(x, y)] + \alpha S(x, y)A(x, y) = 0$, en la que $\mathcal{L}()$ es un operador lineal tal que $\mathcal{L}() = \frac{\partial}{\partial x} (T_x \frac{\partial}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (T_y \frac{\partial}{\partial y})$, α son los autovalores de las autofunciones $A(x, y)$ con condiciones de contorno cero de Newman, Dirichlet y Cauchy, y cero condiciones iniciales. Se discuten las soluciones existentes previamente y se generalizan otras para acuíferos rectangulares y con forma de sector circular. Se discuten las ventajas del método de los autovalores para soluciones analíticas y numéricas para simular tanto la captura de los flujos superficiales como la variación de la piezometría en una serie de puntos de observación.

ABSTRACT

The solution of the groundwater flow equation for confined, leaky or unconfined aquifers where transmissivity, or the product of hydraulic conductivity multiplied for the saturated depth, does not significantly change during the exploitation, can be obtained by the eigenvalue method computing the eigenvalues and eigenfunctions of the equation, or the product of hydraulic conductivity multiplied for the saturated depth, does not significantly change during the exploitation, is the well-known partial derivatives equation The flow equation for confined aquifers or for aquifers where transmissivity, or the product of hydraulic conductivity multiplied for the saturated depth, does not significantly change during the exploitation, is the well-known partial derivatives equation $\mathcal{L}[A(x, y)] + \alpha S(x, y)A(x, y) = 0$, where $\mathcal{L}() = \frac{\partial}{\partial x} (T_x \frac{\partial}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (T_y \frac{\partial}{\partial y})$, is an lineal operator, α are the eigenvalues of the eigenfunctions $A(x, y)$ and cero initial conditions and cero Newman, Dirichlet and Cauchy boundary conditions. Previous solutions are discussed and new solutions for rectangular and wedge aquifers are generated. The advantages of the analytical and numerical eigenvalue method are discussed for simulate stream depletion capture and head variation in several observation points.

Influencia estacional del índice NAO en el modelo CM2ME de precipitación diaria

Seasonal effect of NAO index on MC2ME daily precipitation model

M.F. Moreno-Pérez⁽¹⁾ and J. Roldán-Cañas⁽²⁾

⁽¹⁾Profesora Contratada Doctora de Ingeniería Hidráulica, Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, Córdoba

⁽²⁾Catedrático de Ingeniería Hidráulica. Universidad de Córdoba, Córdoba

mfatima@uco.es/jroldan@uco.es

RESUMEN

La circulación océano-atmosférica a gran escala puede influenciar los flujos de energía y de humedad sobre las masas de tierra a veces situadas a gran distancia. Los sistemas asociados atmósfera-océano se han mostrado muy eficientes describiendo el modelo de comportamiento de la precipitación y de su variabilidad tanto espacial como temporal. El índice de Oscilación del Atlántico Norte (NAO) tiene una influencia significativa sobre las anomalías meteorológicas y la variabilidad climática en Europa Occidental provocando escasas lluvias debido a la fase positiva del NAO. Aunque ha sido suficientemente probada la influencia del índice NAO en el régimen pluviométrico de la Península Ibérica, queda aún por descubrir sus efectos. En este trabajo, se ha estudiado el efecto de realizar una perturbación estacional en el modelo CM2ME, usando registros de 54 años de datos de precipitación diaria (1953-2006) en 38 estaciones meteorológicas ubicadas en el valle del Guadalquivir. Para ello, el procedimiento seguido ha sido perturbar los parámetros del modelo usando una ecuación lineal que incluya el índice NAO y un retardo de modo que el valor de un coeficiente del modelo en el día actual se relaciona con el valor del índice NAO ocurrido días, semanas o meses antes. Se analizará la mejora que se consigue al perturbar independientemente cada uno de los doce meses del año, respecto del ajuste obtenido al realizar una perturbación anual, y se profundizará en el comportamiento regional de los ajustes del modelo.

ABSTRACT

Large-scale oceanic-atmospheric circulation can affect energy and moisture flow over land masses often a considerable distance away. The associated atmospheric-oceanic systems have proven themselves to be very effective for describing precipitation behaviour and its variability both spatially and temporally. The North Atlantic Oscillation (NAO) index has a significant influence on weather anomalies and climate variability in Western Europe causing low rainfall due to the positive phase of the NAO. Although it has been sufficiently proved the influence of the NAO index in the rainfall regime of the Iberian Peninsula, it is yet to discover its effects. In this work, we have studied the effect of making a seasonal perturbation

in the CM2ME model using records of 54 years of daily precipitation data (1953-2006) in 38 weather stations located in the valley of the Guadalquivir, southern Spain. To do this, the procedure will be to perturb the model parameters using a linear equation that includes the NAO index and a lag, so that the value of a model coefficient in current day is related to the value of the NAO index occurred several days, weeks or months earlier. The improvement of perturbing each of the twelve months of the year, independently, will be analyzed, and will be compared with the result obtained doing a annual perturbation. Also, the regional behavior of the model fit will be analyzed in depth.

El manejo de cuencas de embalse para una mejor gestión del agua en el contexto del cambio climático. Aplicación a la cuenca del río Lozoya (Madrid)

Management reservoir basins for better water management in the context of climate change. Application to the river Lozoya basin (Madrid)

J. C. Robredo⁽¹⁾, J. L. García⁽¹⁾, D. Santos⁽²⁾ and M. Gómez⁽¹⁾

⁽¹⁾ Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Forestales y del Medio Natural. Unidad de Hidráulica e Hidrología. UPM.

⁽²⁾ Agencia Estatal de Meteorología

josecarlos.robredo@upm.es

RESUMEN/RESUMO

Las interacciones entre el agua y el bosque son muy estrechas a distintos niveles como la regulación y la distribución de agua de calidad. Estas han dado lugar a numerosas publicaciones en reuniones científicas pero el reto de una mejora en la optimización de gestión de cuencas de cabecera se pone de manifiesto ante el cambio climático y más concretamente en áreas de montaña. La actual variación de las temperaturas en zonas de alta montaña ha dado lugar a numerosos estudios que pueden determinar nuevos tratamientos selvícolas en las cabeceras de cuenca que permitirán un mejor ajuste de la disponibilidad del agua a las ciudades.

Un reciente informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente en 287 subcuencas europeas ha facilitado datos sobre el papel de los bosques en cuanto a la retención del agua. La difícil interpretación de los datos obtenidos en estos escenarios es compleja debido a la cantidad de procesos que integra la Hidrología forestal, lo que ha llevado a plantear debates sobre el mejor tratamiento de las masas forestales con objeto de obtener una mejora en la calidad y cantidad del agua aportada.

ABSTRACT

The forest-water interactions are closely related to different levels regulating and supplying high quality water. These interactions have resulted in numerous publications in scientific meetings. Numerous investigations but the challenge of improved optimization watershed management header is revealed to climate change and especially in mountain areas. The current variation in temperatures in high mountain areas has led to numerous studies that can determine new silvicultural treatments in the basin headwaters that will allow a better fit of the availability of water to cities.

A recent report by the European Environment Agency in 287 European sub-basins has provided data on the role of forests in terms of water retention. The difficult interpretation of the data obtained in these scenarios is complex because of the number of processes that integrates forest hydrology, which has led to raise debates about the best treatment of forests in order to obtain an improvement in the quality and quantity the supplied water.

Alteração à resposta hidrológica de microbacias em floresta tropical seca, por mudanças no uso do solo

Change in hydrological response of catchments in a dry tropical forest subject to land use changes

E. M. Andrade⁽¹⁾, M. J. S. Guerreiro⁽²⁾ and J. O. Rodrigues⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola, bloco 804, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁽²⁾Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Porto, Portugal.

⁽³⁾Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

eandrade.ufc@gmail.com

RESUMEN/RESUMO

Para investigar o efeito do manejo da vegetação no escoamento, monitorou-se o escoamento superficial em duas microbacias similares e adjacentes localizadas no semiárido brasileiro por um período de seis anos. A precipitação média anual da região é de 800 mm concentrada em 4 meses com registros de até 40% do total anual ocorrido num único mês. No primeiro ano de monitoramento, 2008, a vegetação nas duas microbacias manteve-se inalterada - floresta tropical seca. No início do segundo ano de investigação raleou-se a vegetação numa das microbacias, eliminando toda a vegetação com diâmetro de fuste inferior a 10 cm. Relativamente à precipitação anual, dois anos de monitoramento foram classificados como secos, três como húmidos e um como médio. Em todos os anos registraram-se eventos de escoamento superficial nas duas microbacias. O coeficiente de escoamento foi calculado com base em 66 eventos de chuva-deflúvio, dos quais onze ocorreram antes de se aplicar o raleamento da vegetação. Os coeficientes de escoamento das duas bacias não apresentaram diferenças significativas ($p\text{-value} > 0.01$) no ano de 2008 (antes do raleamento da vegetação). Nos anos seguintes, o escoamento superficial da área raleada foi sempre inferior ao da mata nativa, sendo as diferenças significativas ($p\text{-value} < 0.01$). A mudança na resposta hidrológica da microbacia raleada foi decorrente do surgimento de um denso estrato herbáceo após o raleamento, promovendo uma menor lâmina escoada, que resultou numa maior retenção de umidade no solo na microbacia raleada e que poderá promover um maior serviço ambiental.

ABSTRACT

To investigate the effect of weed control on water flow, we monitored surface runoff in two similar and adjacent watersheds located in the Brazilian semiarid region for a period of six years. The average annual rainfall in the region is 800 mm concentrated in a four month period, with records of up to 40% of total annual rainfall occurring in a single month. In the first monitoring year, 2008, vegetation in the two catchments

was kept unchanged - dry tropical forest. In the second year, thinning of vegetation was performed in one of the catchments, eliminating all vegetation with a diameter shaft smaller than 10 cm. Two years were classified as dry years, three as wet years and one as an average year, relative to total annual rainfall. Runoff events were registered in the two catchments in all years. Flow coefficients were calculated on 66 rainfall-runoff events, eleven of which occurred before thinning of native vegetation. Runoff coefficients of the two basins showed no significant differences ($p\text{-value} > 0.01$) in 2008 - before thinning of vegetation. During the following years, runoff of the thinned area was always lower than that of the native forest, with significant differences ($p\text{-value} < 0.01$). This change in the hydrological response of the thinned vegetation watershed was attributed to the development of a dense herbaceous layer after the thinning process. This dense herbaceous layer resulted in higher moisture retention in the soil and lower runoff, implying that this management practice may promote greater environmental service.

Procedimiento de mejora de la precisión de la erosión hídrica con herramientas SIG y RS SIG. Aplicación al entorno del tramo medio de la cuenca del río Jarama (Guadalajara)

Method of improving the accuracy of water erosion with GIS and RS GIS tools. Application to the environment of the middle reach of Jarama river Jarama (Guadalajara)

Riesco, J.A.⁽¹⁾ , García J.L.⁽²⁾

⁽¹⁾Prosecar Estudios y Consultoría SLU., C/ La Bañeza, 43, 28035 Madrid

⁽²⁾Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Forestales y del Medio Natural. Unidad de Hidráulica e Hidrología. UPM.

prosecar@prosecar.es/josel.garcia@upm.es
josel.garcia@upm.es

RESUMEN/RESUMO

En la década de los ochenta del pasado siglo se iniciaron los inventarios nacionales en materia de erosión de suelos. Los primeros en aparecer fueron los conocidos Mapas de Estados Erosivos (MEEs). Fueron los primeros que a nivel cuenca hidrográfica expresaron en mapas los valores de las pérdidas de suelo. Con posterioridad, en el inicio del nuevo siglo aparece el Inventario Nacional de Erosión del Suelos (INES) que trata de reflejar por provincias la situación actual de la erosión en el territorio español. En este trabajo se ha analizado con nuevas herramientas como los SIG y RS SIG las estimaciones de dos de los principales factores como son el factor topográfico y el factor vegetación, con el fin de mejorar la precisión en los resultados de la estimación de las tasas de erosión. Además se ha procedido a establecer un procedimiento que permita realizar un inventario continuo de los estados erosivos de España, fijando como premisa el tiempo para su actualización.

ABSTRACT

National inventories in the area of soil erosion began in the decade of the eighties of the last century. The first ones in appearing were the acquaintances Mapas of Erosive

States (MEEs). They were the first ones that to level hydrographic basin they expressed in maps the values of the losses of soil. With posteriority, in the beginning of the new century he appears the National Inventory of Erosion Soils (INES) which seeks to reflect the current situation of erosion by provinces in the Spanish territory. This paper has analysed with new tools such as GIS and RS SIG estimates of two of the main factors such as topographic factor and the vegetation factor, in order to improve the accuracy in the results of the estimation of rates of erosion. Also proceeded to establish a procedure that allows to realize a constant inventory of erosive states of Spain, setting as a premise its upgrade time.

Gradiente isotópico de altitud del agua y efecto de ladera del acuífero ***Water isotopic altitudinal gradient and aquifer slope effect***

E. Custodio^(1,2), J. Jódar⁽¹⁾ and F. J. Lambán⁽³⁾

⁽¹⁾Department of Civil and Environmental Engineering, Technical University of Catalonia, Barcelona

⁽²⁾Royal Academy of Sciences of Spain

⁽³⁾Geological and Mining Institute of Spain, Zaragoza Unit

emilio.custodio@upc.edu

RESUMEN

El contenido isotópico de agua, medido por la desviación relativa con respecto al estándar de agua de mar, disminuye al disminuir la temperatura ambiente promedio. También disminuye al aumentar la altitud. El gradiente isotópico vertical medio del agua varía habitualmente de 2 a 7 $\delta^{18}\text{O}$ ‰/km. Para determinarlo se necesitan varias estaciones de muestreo de la precipitación, a diferentes altitudes y orientadas según el movimiento del aire que produce la precipitación. Para obtener un contenido isotópico medio estable hay que mantener estas estaciones varios años. El contenido isotópico de las aguas subterráneas es ya un promedio, por lo que se utiliza como sustituto del promedio de la lluvia, aunque se pueden encontrar desviaciones debidas a la diferente contribución estacional de la precipitación a la recarga a los acuíferos, a un corto tiempo de renovación en algunos casos, a agua subterránea relativamente antigua en otros casos y al posible fraccionamiento isotópico cuando la cubierta vegetal no es continua o escasa o bien se produce evaporación directa del agua subterránea cuando el nivel freático es muy poco profundo. Pero se pueden producir desviaciones importantes cuando se muestrean grandes manantiales y pozos penetrantes profundos, ya que el agua obtenida es una mezcla de las recargas a lo largo de la trayectoria de flujo. Es el efecto de pendiente. Estos datos conducen a obtener una disminución del gradiente isotópico vertical con respecto al de las precipitaciones. Se analiza para esquemas de flujo simples, incluyendo sistemas de dos niveles acuíferos.

ABSTRACT

The water isotopic content, measured by the relative deviation with respect the seawater standard, decreases with decreasing average environmental temperature. This is also a decrease with increasing altitude. The average water isotopic vertical gradient commonly varies from 2 to 7 $\delta^{18}\text{O}$ ‰/km. To determine it, several rainfall sampling stations at different altitudes are needed, oriented after the rainfall producing air movement. They have to be maintained several years to obtain a stable average isotopic content. Groundwater isotopic content is already averaged, so it is used as a proxy for rainfall. Deviations can be found due to different seasonal contribution to aquifer recharge, short renewal time in some cases, relatively old groundwater in other cases, and possible isotopic fractionation when vegetation

cover is not continuous or scarce or direct evaporation of groundwater is produced when the water table is very shallow. A major deviation can be produced when large springs and deeply penetrating wells are sampled, as the obtained water is a mixture of recharge along the flow path. This is the slope effect. These data yield a decreased isotopic vertical gradient relative to that of rainfall. This is analysed for simple flow patterns, including a two-level aquifer system.

Análisis regional de las precipitaciones diarias extremas en Navarra ***Regional analysis of extreme daily rainfall in Navarre***

Iban San Martín⁽¹⁾, J. Javier López⁽¹⁾ y Juan Erro⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. Proyectos e Ingeniería Rural, Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía. 31016-Pamplona, Navarra. Spain.

iban.sanmartin@unavarra.es

RESUMEN

El análisis regional de frecuencias (ARF) es una metodología estadística utilizada para la predicción de la frecuencia con la que se producen ciertos valores de una variable, en este caso, los valores de las precipitaciones diarias máximas. El objetivo del presente trabajo es estimar los cuantiles de precipitación en el territorio de Navarra, partiendo de las 86 estaciones pluviométricas ubicadas en Navarra con una serie de registro superior a 20 años. El ARF está basado en el índice de avenida y los L-Moments, supliendo los problemas de escasez de datos en el tiempo con la abundancia en el espacio. El método consta de los siguientes apartados: Filtrado primario de las observaciones; Identificación de las regiones homogéneas; Elección de la función de distribución de frecuencias; Estimación de los cuantiles de frecuencia. De esta forma se obtienen cinco regiones aceptablemente homogéneas en las que las distribuciones que mejor se ajustan son la General normalizada (GNO) en la región 5 y la Pearson tipo III (PE3) en las regiones 1,2, 3 y 4. Para estas regiones se obtienen los valores de los cuantiles regionales adimensionales correspondientes a determinados periodos de retorno, que en combinación con el valor del índice de avenida de cada estación permite calcular los valores estimados de precipitación de cada estación individualmente.

ABSTRACT

Regional Frequency Analysis (AFR) is a statistical tool that predicts the frequency at which certain values of a known variable occur. In this particular case, maximum daily precipitation values. The aim of this study is to estimate the maximum rainfall quantiles in Navarre, taking as the starting point the 86 manual weather stations with records that span 20 years or more. The ARF is based on the index -flood and L-Moments, and compensates the problems associated with data gaps in rain records by using adequate area related data. The method consist of the following sections: Filtering primary data; Identification of homogeneous regions; choosing the frequency distribution function; Estimating the frequency quantiles. Five acceptably homogenous regions are obtained. The best statistical distributions are General Normalized (GNO) for region five and Pearson type III (PE3) for regions 1, 2, 3 and 4. The non-dimensional regional quantiles obtained for given return periods, combined with the flood-index allow to estimate the precipitation value for each individual weather station.

Evaluación de la contribución del agua de niebla a la zona saturada a través del balance de masas de cloruros en un bosque nublado del NE de Tenerife, Islas Canarias

Assessment of fog contribution to the saturated zone through a chloride mass balance in a cloud forest of NE Tenerife, Canary Islands

R. Marrero-Díaz⁽¹⁾, C. M. Regalado⁽²⁾, A. Ritter⁽³⁾, A. R. Socorro Monzón⁽²⁾, I. Iribarren Rodríguez⁽⁴⁾, R. Poncela⁽⁵⁾, E. Skupien Balom⁽⁵⁾, J. C. Guerra⁽⁴⁾ and T. Arencibia⁽⁶⁾

⁽¹⁾Laboratorio Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Bairro do Zambujal, Alfragide, 2610-999, Amadora, Portugal.

⁽²⁾Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), Dep. Suelos y Riegos, Apdo. 60 La Laguna, 38200 Tenerife, España.

⁽³⁾Universidad de La Laguna, Área de Ingeniería Agroforestal, Ctra. Geneto, 2, La Laguna, 38200 Tenerife, España.

⁽⁴⁾Universidad de La Laguna, Grupo de Investigación en Hidrometeorología, Facultad de Ciencias, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n, La Laguna 38271 Tenerife, España.

⁽⁵⁾Hidrogeologist, Private consultant, Tenerife, España.

⁽⁶⁾Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Industrial, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n, La Laguna 38271 Tenerife, España.

rayco.diaz@lneg.pt

RESUMEN

En las Islas Canarias occidentales y otras islas de la Macaronesia, los diferentes estudios que se han llevado a cabo hasta la actualidad sobre el papel de la precipitación horizontal en el balance hídrico y el ecosistema de los bosques nublados han llegado a valores y conclusiones muy dispares. En un bosque nublado de fayal-breza en el NE de Tenerife (Islas Canarias) se ha programado el muestreo y análisis sistemático de la composición físico-química e isotópica de varios componentes del balance hídrico: agua de lluvia, goteo bajo el dosel vegetal, agua de niebla, agua edáfica y subterránea. Con el fin de comprender mejor la contribución efectiva del agua de niebla a la zona no saturada y su posterior infiltración hasta el acuífero, se propone cuantificarla a través del balance de masas de cloruros (BMC) que se establece entre la atmósfera y el subsuelo. El ion cloruro es un trazador conservativo ideal para realizar balances de masas porque es químicamente estable y altamente soluble, no presenta una interacción significativa con el medio y es fácilmente medido con precisión. Dado que la evapotranspiración está libre de cloruros y asumiendo que no existen entradas ni salidas externas de cloruros así como condiciones estacionarias, en las que la retención temporal de cloruros en el suelo es despreciable, conocidos el resto de parámetros del balance se espera poder estimar la infiltración neta. Se propone comparar los resultados del BMC con los que se esperan obtener por un método independiente

basado en la firma isotópica $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ característica de cada componente del balance hídrico.

ABSTRACT

In western Canary Islands and other islands of the Macaronesian region, several studies carried out so far on the role of horizontal precipitation in the water balance and the ecosystem of cloud forests have reached values and conclusions quite disparate. In a wax myrtle-tree heath ('fayal-brezal') cloud forest in NE Tenerife (Canary Islands) was scheduled a sampling and systematic analysis of the physico-chemical and isotopic composition of various components of the water balance: rainwater, water drip under the canopy, fog water, soil water and groundwater. In order to better understand the effective contribution of fog water to the unsaturated zone and subsequent infiltration into the aquifer, it is proposed to quantify the net infiltration through the chloride mass balance (CMB) established between the atmosphere and underground. The chloride ion is an ideal conservative tracer for mass balances because it is chemically stable and highly soluble, with no significant interaction with the environment and is easily measured accurately. Since evapotranspiration is free of chlorides and assuming no input or external outputs of chlorides and stationary conditions, in which the temporary retention of chlorides in soil is negligible, known the other parameters of the balance it is thus expected to be able to estimate the net infiltration. We propose to compare the results of the CMB with those obtained by an independent method based on the particular $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ signature of each component of the water balance.

88 años de precipitación diezminutal en Igueldo (San Sebastian): Análisis y modelización estocástica.

88 years of 10 min rainfall data from Igueldo (San Sebastian): Analysis and stochastic modelling.

Oihane Delgado⁽¹⁾, Miguel Ángel Campo⁽¹⁾, y José Javier López⁽¹⁾

⁽¹⁾Projects and Rural Engineering Department. Public University of Navarre. Campus de arrosadía. 31006-Pamplona, Navarra (Spain).

oihadelgado@gmail.com; miguel.campo@unavarra.es; jjlr@unavarra.es

RESUMEN

Con frecuencia, para solucionar determinados problemas de ingeniería hidráulica, es necesario conocer valores de intensidad de lluvia y duración asociados a una determinada probabilidad o período de retorno, T. Del estudio y análisis de las precipitaciones extremas para diversas duraciones pueden deducirse las relaciones intensidad-duración-frecuencia (IDF) que se utilizan de modo generalizado en el diseño de infraestructuras hidráulicas. La falta de series largas de intensidades de precipitación para intervalos de tiempo reducido hace que haya que acudir a expresiones matemáticas para caracterizar dichas curvas. Una forma de generarlas puede ser mediante la elaboración de series sintéticas de precipitación generadas a partir de modelos estocásticos.

En este trabajo, partiendo de la serie de precipitación de 88 años (1927-2014) registrada en el pluviógrafo de Igueldo (San Sebastián), se ha realizado un análisis de homogeneidad para comprobar la consistencia de la serie, y otro de tendencias para comprobar si existen posibles tendencias estadísticamente significativas en la cantidad de precipitación a lo largo del periodo de estudio. Posteriormente, se han calibrado dos modelos probabilísticos: el modelo de pulsos Barlett-Lewis y un modelo basado en cadenas de Markov, que se basan en la sucesión de tormentas, cada una de ellas compuesta por series de lluvia separadas por un intervalo corto de tiempo. Finalmente, se han generado las series sintéticas de precipitación diezminutales que permiten elaborar las curvas IDF y se han comparado con las curvas obtenidas a partir de los datos registrados.

ABSTRACT

When trying to solve certain hydrological engineering problems, it is often necessary to know rain intensity values related to a specific probability or return period, T. Based on different durations of extreme precipitation studies and analysis, Intensity-Duration-Frequency (IDF) relationships can be deduced; that are widely used in hydraulic infrastructure design. The lack of long series of rainfall intensities for reduced time intervals, leads to use mathematical expressions to characterize these curves. One way of generating them, is through the development of synthetic series of precipitation generated from stochastic models.

From the series of precipitation recorded in the pluviograph of Igueldo (San Sebastian) in the time period between 1927-2005, firstly their homogeneity have been checked and possible statistically significant increasing or decreasing trends have also been shown. Subsequently, two models have been calibrated: Bartlett-Lewis and Markov chains models have been used, which are based on the successions of storms, each one composed for a series of rain, separated by a short interval of time. Finally, synthetic ten-minute rainfall series are generated, which allows to make IDF curves and elaborate the IDF curves.

Evaluación de la recarga en un acuífero aluvial mediante tomografía de resistividad eléctrica (cuenca del río Onyar, NE España)

Using electrical resistivity tomography to evaluate alluvial aquifer recharge (Onyar River basin, NE Spain)

Soler D.⁽¹⁾, Menció A.⁽¹⁾, Giménez M.⁽¹⁾, Zamorano M.⁽¹⁾, Brusi D.⁽¹⁾ and Mas-Pla J.^(1,2)

⁽¹⁾ Grup GAiA - Centre GEOCAMB, Dept. Ciències Ambientals, Universitat de Girona, 17071 Girona

⁽²⁾ Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA), 17003 Girona.

email de contacto/contact email: david.soler@udg.edu

RESUMEN

En el balance hídrico de un acuífero aluvial, especialmente durante los períodos de máxima necesidad de riego, la variación del nivel freático y el almacenamiento hídrico en la zona vadosa son determinantes para conocer la evolución de los recursos almacenados. Complementariamente a los datos puntuales de nivel piezométrico, métodos geofísicos como la tomografía de resistividad eléctrica permiten realizar secciones transversales del acuífero en las que la resistividad del terreno ofrece información indirecta sobre el estado de saturación y, por consiguiente de los recursos disponibles. En esta contribución se analizan los datos de tomografía eléctrica obtenidos en dos emplazamientos con diferente aprovechamiento agrícola del acuífero aluvial del río Onyar (Girona, NE España). En ellos se exploran las variaciones de resistividad en distintas campañas a lo largo de un periodo anual (Mayo 2013-2014) y su significado en cuanto a recursos hídricos. Los resultados muestran un comportamiento diferenciado de los distintos niveles sedimentarios y permiten estimar el grado y ritmo de saturación del suelo (expresado en función de la resistividad) según las condiciones de saturación iniciales. *Financiación*: Proyecto CGL2014-57215-C4-2-R y UdG|MPCUdG2016/61.

ABSTRACT

As regards water balance in alluvial aquifers, especially during the irrigation season, available water resources depend on water-table oscillation as well as on soil water storage in the vadose zone. In addition to point potentiometric data, electrical resistivity tomography (ERT) provides geophysical cross-sections where soil resistivity is an indirect portray of the soil saturation state and, therefore, of the amount of subsurface water resources. In this contribution we analyse ERT cross-sections performed in two sites of the Onyar river alluvial aquifer (Girona, NE Spain) with different agricultural use. The resistivity variations and their meaning in terms of water resources are explored from distinct field surveys carried out along a one year time lapse (May 2013-2014). Results point out the different behaviour of each sedimentary layer and permit estimating soil saturation degree and rates (given

as a function of resistivity) depending on the initial saturation conditions. *Funding:* Project CGL2014-57215-C4-2-R and UdG|MPCUdG2016/61.

Modelo de parámetros agregados precipitación-escorrentía de las subcuencas media y alta del río Pas (Cantabria, España)
Rainfall-runoff concentrated parameter model of the middle and upper sub-basin of the Pas river (Cantabria, Spain)

J. G. Heredia⁽¹⁾ and M. L. Meléndez⁽²⁾

⁽¹⁾IGME, C/Ríos Rosas, 23. 28003, Madrid

⁽²⁾IGME

j.heredia@igme.es

RESUMEN

La cuenca de la estación de aforo EA-1215 “Puente Viesgo” en el río Pas (Cantabria, España) comprende las subcuencas media y alta de este río. El Instituto Geológico y Minero de España por solicitud de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico modeló esta cuenca con el objeto de conocer el caudal circulante en el tramo inferior del río. La cuenca presenta un contraste notable entre las subcuencas alta y media, la divisoria de aguas entre ambas la define la afluencia del río Luena al Pas. Así, si bien las subcuencas tienen un Índice de Compacidad similar, la alta, $k_c = 1.94$ y la media, $k_c = 1.82$, los demás parámetros morfológicos y sus rasgos hidrogeológicos y orográficos difieren bastante. La subcuenca media con una cubierta mayoritaria de prados, terrazas aluviales y horizontes edáficos desarrollados, una pendiente media del 30 % y una altura media de 380 m s.n.m., sugiere una cuenca con capacidad de laminación y donde el flujo circula lentamente. Por otro lado, la subcuenca alta, con bosques y prados alternándose, sin terrazas aluviales, suelos pocos desarrollados, una pendiente media del 42 % y una altura media de 715 m snm, indica una cuenca con un dosel vegetal con cierta capacidad de intercepción, un tránsito del flujo rápido y donde la nieve tiene un rol estacional retardatario. La modelación se realizó con dos modelos agregados precipitación-escorrentía (P-E). Uno representó toda la cuenca de forma conjunta y el otro trató cada subcuenca de forma discriminada. Los resultados evidencian la capacidad de este tipo de modelo para representar subcuencas tan contrastadas, pero también la limitación inherente a su carácter agregado.

ABSTRACT

The basin of the gauging station EA-1215 "Puente Viesgo" in the Pas River (Cantabria, Spain) comprises the middle and upper sub-basin of this river. The Geological Service of Spain at the request of the “Confederación Hidrográfica del Cantábrico” model this basin in order to calculate the current flow in the lower stretch of the river. The basin presents a marked contrast between the middle and upper sub-basins and the watershed between the two is defined by the Luena tributary. Thus, while the sub-basins have a similar Compactness index, $k_c = 1.94$ and $k_c = 1.82$ for the high and the mid sub-basin, respectively, other morphological parameters and their hydrogeological and orographic features are quite different. The

mid sub-basin with a majority covered meadows, terraces and alluvial soil horizons developed an average slope of 30% and an average height of 380 m s.n.m., suggests a basin with rolling capacity and slow flow. On the other hand, the high sub-basin, with forests and meadows alternating, without alluvial terraces, soils few developed, an average gradient of 42% and an average height of 715 m above sea level, indicates a basin with a vegetable canopy with some ability to intercept, rapid transit flow and where the snow has a seasonal retardant role. The modeling was performed with two rainfall-runoff concentrated parameter models (P-E). One represented the whole basin jointly and the other treated discriminately each sub-basin. The results show the ability of this type of model to represent so contrasted sub-basins, but also the limitation inherent in his character added.

Caracterización hidrogeológica e hidroquímica del Reservoirio Geotérmico Cretácico del área urbana de Lisboa, Portugal.
Hydrogeological and hydrochemical characterization of the Cretaceous Geothermal Reservoir at Lisbon urban area, Portugal.

R. Marrero-Díaz⁽¹⁾, M. Rosário Carvalho⁽²⁾, P. M. Carreira⁽³⁾ and A. Policarpo⁽²⁾

⁽¹⁾Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Bairro do Zambujal, Alfragide, 2610-999, Amadora, Portugal.

⁽²⁾Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia e Inst. D. Luiz, Edifício C6, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

⁽³⁾Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), IST, Universidade de Lisboa, Estrada Nacional nº10, ao km 139.7 Bobadela 2695-066 LRS, Portugal.

rayco.diaz@lneg.pt

RESUMEN

En el contexto del uso creciente de fuentes de energías de baja emisión de CO₂, las aguas subterráneas profundas en áreas urbanas pueden ser eventualmente consideradas, además de como un recurso hídrico estratégico, como potenciales recursos geotérmicos. En el área urbana de Lisboa (Portugal), las formaciones sedimentarias profundas del Cretácico Inferior tienen potencial utilización como reservorio geotérmico de baja entalpia. Con el fin de desarrollar una gestión integrada agua/geotermia de este Reservoirio Geotérmico Cretácico (RGC) se llevó a cabo una caracterización hidrogeológica e hidroquímica del mismo. Los ensayos de bombeo y determinaciones hidroquímicas llevados a cabo aportaron datos relevantes sobre las características del agua subterránea (temperatura, salinidad; contaminación; tiempo de residencia) y del reservorio (caudales; transmisividad; difusividad). Las facies del RGC son principalmente HCO₃-Cl-Na-Ca relativamente ricas en hierro y flúor, temperaturas entre 29 °C y 35 °C y baja salinidad media (< 1 g/L). Debido a la profundidad (techo normalmente > 300 m) y características confinadas del RGC, el aporte de recarga moderna y/o contaminada derivada de las actividades urbanas parece despreciable. La fuerte compartimentación del RGC y los tiempos de residencia muy prolongados (> 15 ka), sugieren una tasa de recarga muy limitada y reducidas reservas de aguas subterráneas. Estas evidencias recomiendan la reinyección del agua subterránea en una futura explotación para garantizar las condiciones óptimas desde una perspectiva de recursos hídricos y geotérmicos.

ABSTRACT

In the context of growing use of low CO₂-emission energy sources, deep groundwater in urban areas, instead of a strategic resource for water supply, eventually has been considered as potential geothermal resources. In Lisbon urban area (Portugal), groundwater hosting in deep Lower Cretaceous sedimentary formations, has potential as low-enthalpy geothermal resource. In order to develop a

sustainable and integrated water/geothermal management of this Cretaceous Geothermal Reservoir (CGR) a hydrogeological and hydrochemical study was carried out. Aquifer tests and hydrochemical determinations provide relevant data about groundwater (temperature; salinity; contamination; residence time) and reservoir characteristics (specific flow; transmissivity; diffusivity). CGR facies are mainly $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$ type with relatively high iron and fluoride concentration, hypothermal characteristics ($29\text{ }^{\circ}\text{C} - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$), and weak mean salinity ($< 1\text{ g/L}$). Due to the roof depths (usually $>300\text{m}$) and confined properties of the CGR, input of modern and/or polluted recharge derived from urban activities seem to be almost negligible. Strong aquifer compartmentation of the CGR and very long residence times ($> 15\text{ ky}$), suggest also a very limited rate of recharge and narrow groundwater reserves. All these evidences recommend the reinjection of the groundwater in a future exploitation to ensure optimal conditions from water and geothermal resources perspectives.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO (HUESCA, ESPAÑA)

Evaluation of the infiltration capacity by Geographic Information Systems in Ordesa and Monte Perdido National Park (HUESCA, SPAIN)

Polo E ⁽¹⁾⁽⁴⁾, Lamban L.J.⁽²⁾, Jodar J.⁽³⁾ and Ballarín D.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza

⁽²⁾ Instituto Geológico y Minero de España, Unidad de Zaragoza.

⁽³⁾ Departamento de Ingeniería Civil y Medioambiente. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona

⁽⁴⁾ Autor que presenta la comunicación

[ep.allueva@gmail.com/](mailto:ep.allueva@gmail.com) [javier.lamban@igme.es/](mailto:javier.lamban@igme.es) [dr.zruspa@gmail.com/](mailto:dr.zruspa@gmail.com) [dballarin@mastergeo.es/](mailto:dballarin@mastergeo.es)

RESUMEN/RESUMO

Los acuíferos kársticos presentan características específicas como la alta heterogeneidad generada por la red endokárstica, velocidades de tránsito del agua elevadas y corto tiempo de residencia. Cuando estos acuíferos se encuentran en zonas de alta montaña, como es el caso del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, su dinámica se ve afectada además por los efectos asociados a los relieves abruptos y a las cotas altas, importantes gradientes altitudinales, de precipitación y temperatura, además de procesos de recarga y descarga controlados por la dinámica nival. Para estimar la capacidad de infiltración, el método APLIS combina inicialmente los parámetros de altitud, pendiente, litología, zonas de infiltración preferencial y suelos. En el presente trabajo se hace una discusión sobre la influencia de algunos de los parámetros utilizados por el método y se proponen distintas categorías para las capas “Litología” e “Infiltración”. Posteriormente y mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica, a cada capa de información se le asigna una clasificación según las variables. Todo ello ha permitido obtener una primera estimación de la distribución espacial de la capacidad de infiltración en el Parque. Estos resultados ayudarán a evaluar la recarga y el funcionamiento hidrogeológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, esenciales para una adecuada gestión de los recursos hídricos.

ABSTRACT

Karst aquifers present particular hydrological features, such as a high heterogeneity generated by the endokarstic network, a high-speed water transit and therefore a short

residence time. When these aquifers are located in high mountain areas, such as the National Park Ordesa and Monte Perdido, the hydrological response is also affected by the effects associated with steep slopes and high altitude zones, extremely short response to precipitation episodes and significant geographical and temperature gradients. Besides, the snow melting process controls the dynamics of both the aquifer recharge and discharge. The APLIS method combines several geographically distributed parameters such as the altitude, the slope, the lithology, the preferential infiltration areas and the soil type to determine the infiltration capacity in these calcareous environments. In this work an analysis on the influence of some of the APLIS parameters is presented, and different categories for the "Lithology" and "Infiltration" parameters are proposed. As a result, a first estimate of the spatial distribution of the specific infiltration capacity for the Ordesa and Monte Perdido National Park is obtained. These results will help to estimate the aquifer recharge in the hydrological system, which is essential for a proper water resources management in the study zone.

El ^{222}Rn como trazador de aguas fuente en sistemas acuíferos con mezclas. Aplicación al acuífero de Úbeda (Jaén, España)

^{222}Rn as a tracer of groundwater source in large aquifer systems with mixing. Application to the Úbeda aquifer (Jaén, Spain)

Lucía Ortega^(1,2,3), Marisol Manzano⁽³⁾, Javier Rodríguez-Arévalo⁽⁴⁾

⁽¹⁾Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) e Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo J. Usunoff”, Av. República Italia 780, 7300 Azul, Buenos Aires, Argentina.

⁽²⁾Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas, Universidad Politécnica de Cartagena, Pº de Alfonso XIII 52, 30203 Cartagena, España.

⁽³⁾Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Alfonso XII 3, 28014 Madrid, España.

lortega@faa.unicen.edu.ar

RESUMEN/RESUMO

Se ha evaluado la utilidad del ^{222}Rn como trazador de la procedencia del agua en grandes acuíferos con mezclas verticales, aplicándolo al sistema acuífero de Úbeda (SE España). Este consiste en acuíferos y acuitardos con edades que van del Triásico al Mioceno, con un acuífero principal Jurásico carbonatado que es libre hacia el N y confinado hacia el centro y el S. El conjunto está suavemente plegado y fracturado, lo que favorece los flujos y mezclas verticales. Actualmente las mezclas están potenciadas por la explotación, concentrada principalmente en el Jurásico confinado. Entre 2011 y 2014 se realizaron muestreos químicos e isotópicos en pozos y manantiales, incluyendo mediciones in situ de ^{222}Rn , con dos objetivos principales: i) estudiar la utilidad del ^{222}Rn para trazar procedencia del agua, y ii) estimar proporciones de mezcla de distintas fuentes en pozos profundos, con énfasis en el comportamiento del ^{222}Rn como trazador. El primer objetivo se ha alcanzado con ayuda de la técnica End Member Mixing Analysis, que ha permitido identificar cuatro asociaciones de variables químicas e isotópicas atribuibles a tres unidades hidrogeológicas, Triásico, Jurásico y Mioceno, y al impacto de retornos de riego. Para el segundo objetivo se ha usado el código MIX. Existe una clara correlación entre la actividad de ^{222}Rn y las facies hidroquímicas de las diferentes formaciones, lo que ha permitido usarlo para identificar la contribución de aguas procedentes del Triásico, caracterizadas con altos contenidos de SO_4 y ^{222}Rn , incluso en muestras con poco SO_4 debido a procesos de reducción. El trabajo es parte del proyecto MICIN REDESAC.

ABSTRACT

The potential of ^{222}Rn to trace groundwater provenance in large aquifers with vertical mixing has been evaluated in the Úbeda aquifer system. The aquifer consist of aquifer

and aquitard layers from Triassic to Miocene ages. The main aquifer is a carbonated Jurassic layer that crops out to the N and is confined to the centre and the S. The pile of layers is gently folded and faulted, which favors vertical flows and mixing. At present mixing is reinforced by groundwater exploitation, which concentrates in the confined Jurassic. Groundwater sampling for chemical and isotopic analyses and on site ^{222}Rn measurement were performed from 2011 to 2014 with two objectives: i) to evaluate the usefulness of ^{222}Rn as tracer of groundwater provenance, and ii) to identify end-member waters and estimate their mixing proportions in samples from deep wells. The first objective has been achieved with the End Member Mixing Analysis technique, which allowed identifying four groups of chemical and isotopic variables representing three hydrogeological units (Triassic, Jurassic and Miocene formations) plus the impact of water irrigation excesses on groundwater of whatever formation. The second objective has been achieved with the support of the MIX code. A clear correlationship between ^{222}Rn activity and the hydrochemical facies of the different geological formations has been found. This allowed using radon to identify the contribution of groundwater from the Triassic formations, characterized by high SO_4 and ^{222}Rn contents, even in samples with low SO_4 contents due to sulfate-reduction processes. The work is part of the project MICINN REDESAC.

Procesos de transporte de NO_3 y SO_4 agrícolas en la parte superior del acuífero del Manto Eólico de Doñana (SO España)

Transport processes of agricultural NO_3 and SO_4 in the upper part of the Doñana's Eolian Mantle Aquifer (SW Spain)

M. Manzano⁽¹⁾, H. Higuera⁽¹⁾ and E. Custodio⁽²⁾

⁽¹⁾Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas, Universidad Politécnica de Cartagena, Pº de Alfonso XIII 52, 30203 Cartagena, España.

⁽²⁾Real Academia de Ciencias y Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona

marisol.manzano@upct.es

RESUMEN

Con el fin estudiar los mecanismos de transporte de fertilizantes y la posible existencia de procesos naturales de atenuación en el acuífero del Manto Eólico de Doñana, entre 1995 y 2009 se midieron diez veces los contenidos de NO_3 y SO_4 agrícola en el agua subterránea de los primeros 25 m de acuífero en un sondeo multitubo perforado en la finca El Tejar. El sondeo consta de cuatro piezómetros con filtros de 1 m ubicados a 10-11 m, 14-15 m, 18-19 m y 21-22 m. Fue perforado en 1995, cuando en la finca se cultivaban fresas. El cultivo persistió cinco años más, y en 2000 la finca se dejó de cultivar. En 2009 se realizaron análisis de ^{15}N y ^{34}S en muestras de los cuatro piezómetros y de un sondeo manual que alcanza el nivel freático. Tanto los contenidos como la distribución vertical de NO_3 y SO_4 fueron muy similares durante los catorce años de control, lo que hizo pensar en un posible frente de reducción alrededor de 22 m de profundidad. Pero los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ hicieron descartar esta hipótesis, ya que no indican procesos de reducción. Teniendo en cuenta información geológica generada después de la perforación del sondeo, la hipótesis más plausible para explicar la distribución vertical de NO_3 y SO_4 observada en El Tejar es el predominio del flujo lateral en los primeros 20-25 m de acuífero, inducido por la existencia de una capa de arcillas de extensión regional situada a unos 25 m de profundidad. El flujo horizontal de agua contaminada por encima de esta capa explicaría también la existencia de contenidos notables de NO_3 en sondeos de 15-20 m de profundidad situados en La Vera del Parque Nacional, unos 10 km al SE de los cultivos.

ABSTRACT

Nitrate and sulphate contents in groundwater of the first 25 m of the Doñana's Eolian Mantle aquifer were monitored ten times between years 1995 and 2009 at El Tejar site to study both transport mechanism of agricultural nutrients, and the possible existence of natural attenuation processes. A multitube borehole consisting of four piezometers placed inside a large casing was drilled in 1995. The piezometers are equipped which

1 m length screens located at 10-11, 14-15, 18-19 and 21-22 m depth. By this time, the area was under cultivation and this lasted five more years, ceasing in year 2000. In year 2009, samples were taken for ^{15}N and ^{34}S analysis in the four piezometers and in a water table hand-dug borehole. Both the magnitude and the vertical distribution of NO_3 and SO_4 contents showed very similar patterns along the fourteen years monitoring, inducing the hypothesis of a possible reduction front at around 22 m depth. But this hypothesis was discarded in view that neither the $\delta^{34}\text{S}$ nor the $\delta^{15}\text{N}$ data showed the signature of reduction processes. Taken into consideration lately available geological information, the current hypothesis to explain the vertical distribution of NO_3 and SO_4 observed at El Tejar is that it is caused by prevalent lateral flow in the upper 20-25 m of aquifer induced by the existence of a clay layer at around 25 m depth. Horizontal flow of shallow, polluted groundwater above this layer would also explain the notable contents of NO_3 found in some 15-20 m depth boreholes in La Vera of the National Park, some 10 km to the SE of the cultivation area.

Defensa ante los aludes en los Pirineos de Aragón. Cien años de experiencia necesitados de renovación y continuidad
The defence before avalanches in the Aragonese Pyrenees. A century of experience needed of renovation and continuity

P. Huelin Rueda⁽¹⁾, J. C. Robredo Sánchez⁽¹⁾, J. Á. Mintegui Aguirre⁽¹⁾, and S. M. Fábregas Reigosa⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental. E.T.S.I. Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid 28040 Madrid.

⁽²⁾ AECT Espacio Portalet. 22640 Sallent de Gállego (Huesca)

pablo.huelin@upm.es

RESUMEN

Los trabajos de defensa ante los aludes en España se inician coincidiendo con las obras del túnel ferroviario de Somport (1908) y de la Estación Internacional de Ferrocarril de Canfranc (1928) en el paraje de Los Arañones (Pirineo Aragonés). Entre 1919-28 se ejecuta el Proyecto de defensa contra aludes y corrección del régimen torrencial de las cuencas vertientes a la plataforma de la futura Estación Internacional de Canfranc, que constituye el núcleo de actuación y punto de partida de la defensa ante los aludes del paraje en cuestión. Este proyecto se completó con dos posteriores de 1933 y 1947 y con obras puntuales en 1964 y 1990 para reparar los daños causados por los aludes ocurridos en 1962 y 1986. Aunque la Estación Internacional haya perdido su anterior condición estratégica, el núcleo de población de Canfranc-Estación es un asentamiento permanente cuya seguridad depende del mantenimiento de las actuaciones de defensa ante los aludes ejecutadas en el pasado. Se ha elaborado una metodología para evaluar, con criterios científico-técnicos el efecto proporcionado por la infraestructura creada para defender de los aludes a la Estación y al núcleo de población Canfranc-Estación. La misma, incluye el periodo 1910-2013; analiza la evolución y comportamiento del bosque formado con las reforestaciones; las incidencias acaecidas en obras para-aludes en la retención de los mismos y las sinergias surgidas entre bosque-obras para-aludes. Se sugieren medidas para el reforzamiento de citada infraestructura y su seguimiento.

ABSTRACT

Works of defence before avalanches in Spain started with the construction of the rail tunnel of Somport (1908) and the International Train Station of Canfranc (1928) in Los Arañones place (Aragonese Pyrenees). Between 1919 and 1928 the project of defence before avalanches and correction of the torrential regime of the basins flowing to the platform of the future International Station of Canfranc are executed. These are the core of the works and the start of the defence before avalanches in the place. This project was completed with projects in 1933 and 1947, and with punctual works in 1964 and 1990 to repair damages from avalanches taken place in 1962 and

1986 respectively. Although the International Station has lost its strategic condition, the population of Canfranc-Estación is a permanent settlement whose security depends on the maintenance of works of defence before avalanches executed in the past.

A methodology has been made to evaluate with technical-scientific criteria the effect provided by the infrastructure built to defence the train station and the population of Canfranc-Estación. A period from 1910 to 2013 has been included, as well as an analyse of the evolution and behaviour of the forest from restoration, incidents in the works restraining avalanches and the synergies between forest and works. Measures to reinforce that infrastructure and its continuity are suggested.

Evaluación de los efectos de las restauraciones hidrológico-forestales de las cuencas de montaña en su sostenibilidad y en la atenuación en ellas de los riesgos naturales. Aplicación en el Pirineo Aragonés
Assessment of the effects of water and forest restorations on the sustainability of mountain watersheds and attenuation of natural hazard, Application to the Aragonese Pyrenees

Juan Ángel Mintegui Aguirre⁽¹⁾, Santiago M. Fábregas Reigosa⁽²⁾, José Carlos Robredo Sánchez⁽¹⁾, Pablo Huelin Rueda⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental. E.T.S.I. Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid 28040 Madrid.

⁽²⁾ AECT Espacio Portalet. 22640 Sallent de Gállego (Huesca)

email de contacto: juanangel.mintegui@upm.es

RESUMEN

La gran mayoría de los proyectos de restauración hidrológico-forestal de cuencas de montaña en España se efectuaron hace más de cincuenta años y algunos rebasan el siglo. Son proyectos que se planificaron y ejecutaron para asegurar la viabilidad futura de las actividades en la montaña con un horizonte temporal a largo plazo; exigieron importantes inversiones y causaron profundas transformaciones en el medio. Aunque alcanzaron su principal objetivo, habilitar la montaña, la evolución de la sociedad a partir de la segunda mitad del siglo XX no ha permitido apreciar sus logros, incluso disfrutando de ellos; lo que pone en riesgo la conservación del bosque surgido de sus reforestaciones y el mantenimiento de las obras ubicadas en los torrentes para regular sus crecidas ante acontecimientos torrenciales.

Se expone una metodología, basada en criterios científico-técnicos, para analizar la transformación experimentada por la montaña con dichos proyectos en el tiempo y estimar el grado de protección proporcionado por los mismos ante los riesgos naturales a través de: 1) las cubiertas forestales surgidas de las reforestaciones; 2) las obras ejecutadas en las propias cuencas y en sus cauces de drenaje, en cuyo funcionamiento incide la evolución de las reforestaciones, aspecto que se atiende en su evaluación y 3) las sinergias surgidas entre las reforestaciones y las obras a lo largo de la consolidación de los objetivos específicos del proyecto. A modo de ejemplo se aplica la metodología a las cuencas de dos pequeños torrentes, el Arratiecho y el Arás, situadas en el Pirineo Aragonés.

ABSTRACT

Most of the water and forest restoration projects in mountain basins in Spain were carried out more than 50 years ago and some exceed a century. These projects were planned and implemented to secure the future viability of activities in the mountain in the long term time frame. They required important investments and caused deep

transformations in the environment. Although they reached the main objective of inhabiting the mountain, the evolution of society in the second half of the 20th century has not let to value their achievements, even enjoying them. This put at risk the conservation of the forest arising from reforestations and the maintenance of works placed in torrents to stable floods in torrential events.

A methodology based in technic-scientific criteria is shown to analyse the transformation experimented by the mountain along the years by those projects and to estimate the level of protection supplied before natural hazards through: 1) the forest cover arising from reforestations; 2) the works built within the watersheds and their drainage courses, which functioning is affected by the evolution of reforestations and it is taken into account; 3) the synergies appeared between reforestations and works along the consolidation of the specific objectives of the projects. As an example, the methodology is applied to the basin of two little torrents in the Aragonese Pyrenees, Arratiecho and Arás.