

# Cálculo de la anomalía gravimétrica de una cuenca sedimentaria. Su aplicación en la cuenca de Almazán

*The computation of sedimentary basin gravity anomaly. Its application to the Almazan basin.*

C. Rey Moral, D. Gómez Ortiz, y R. Tejero López

Dpto. Geodinámica. Fac. CC Geológicas. UCM Avda Complutense s/n Madrid 28040  
E-mail: reymoral@eucmos.sim.ucm.es

## ABSTRACT

*Almazan Tertiary Basin has a well known geometry based on seismic surveys. From these data, the gravity anomaly due to tertiary sediments has been carried out using the Bhaskara Rao, Prakash, and Ramesh Babu (1990) method. This effect has been removed from the observed gravity map obtaining a new gravity map corresponding to deeper or regional structures (Moho, basement features etc...).*

*This method provides a useful tool to enhance deep structures which effect would be hidden by overlying sediments.*

**Key words :** Almazan Basin, gravity anomaly map, theoretical gravity map, 3-D Model

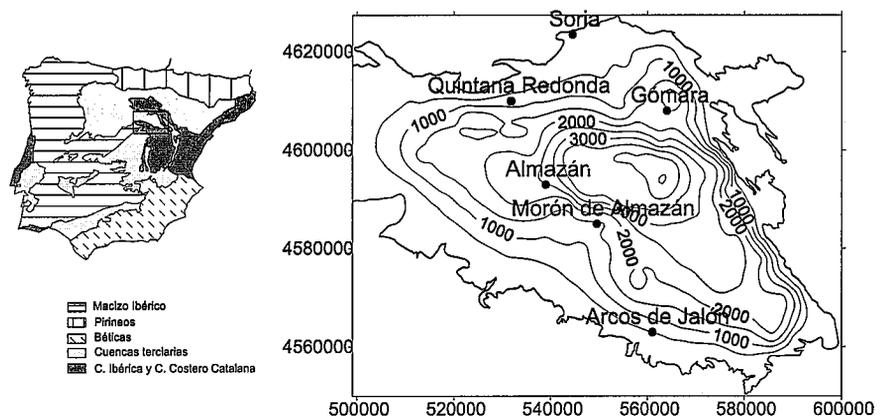
*Geogaceta*, 25 (1999), 175-178  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La cuenca de Almazán es una extensa depresión intramontañosa que constituye el sector más oriental de la Cuenca del Duero. Bordeada al N por la Sierra de Cameros y al E y S por las ramas aragonesa y castellana de la Cordillera Ibérica, presenta una forma alargada según una dirección NO-SE.

Generada durante la compresión terciaria, el relleno sedimentario corresponde a materiales continentales terciarios de edad paleógena y neógena. Las mayores profundidades se disponen según una orientación E-O alcanzando 3500 m bajo el nivel del mar, en las proximidades del límite oriental de la cuenca. Los materiales de edad paleógena alcanzan los 3000 m, mientras que los de edad neógena no superan los 500 m.

La obtención del Mapa de Anomalías de Bouguer y la realización de un mapa de isobatas del techo del Albiense mediante la restitución de perfiles sísmicos de reflexión nos ha permitido investigar la geometría de la cuenca mediante la modelización gravimétrica de varios perfiles (Rey Moral *et al*, 1998). En el mapa de isobatas (Fig. 1) se observa que la máxima potencia de los sedimentos terciarios que rellenan la



**Fig. 1.** Mapa de situación del área de estudio. Mapa de espesor de sedimentos de la Cuenca de Almazán. Intervalo 200 m. Coordenadas UTM en metros, huso 30.

*Fig. 1.* Situation map of the study area. Tertiary and upper cretaceous isopach map. Contour interval 200 m. UTM coordinates in metres, huse 30.

cuenca se encuentran en la parte centro-oriental según un surco de dirección E-O. En el mapa de anomalías de Bouguer la cuenca está caracterizada por un mínimo relativo donde se reconocen máximos y mínimos relativos de menor longitud de onda. Entre estos mínimos relativos de menor longitud de onda destaca, por su importancia, el situado en el centro de la cuenca que no coincide con el depocentro de la misma. Este

hecho ha sido explicado en la modelización gravimétrica mediante la inclusión de cuerpos de distinta densidad en el basamento.

Con objeto de conocer el carácter y la distribución de las anomalías debidas a cuerpos infrayacentes a los sedimentos terciarios se ha calculado la anomalía gravimétrica producida por el relleno terciario de la cuenca. Este efecto ha sido sustraído del Mapa de Anomalías

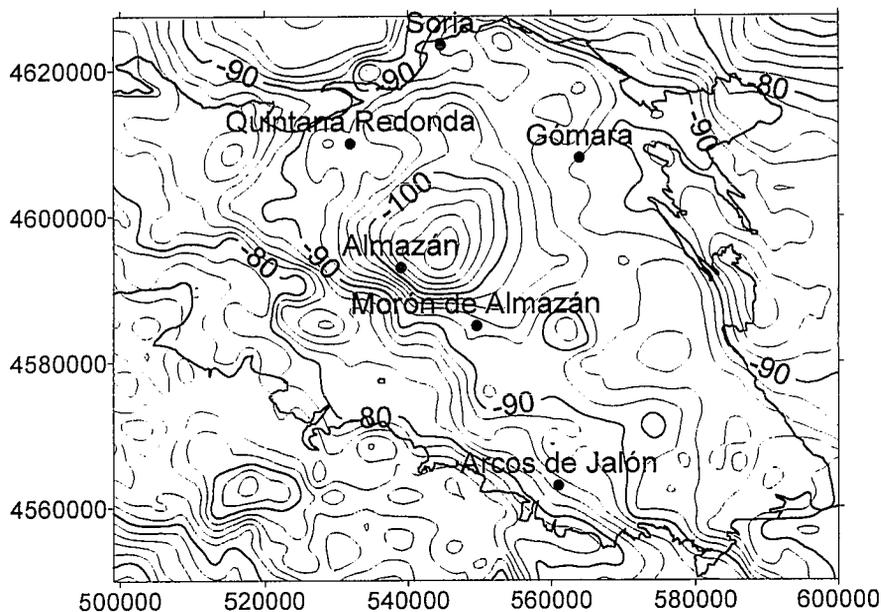


Fig. 2. Mapa de anomalía de Bouguer de la Cuenca de Almazán. Intervalo 2 mGal. Coordenadas como figura 2A.

Fig. 2. Gravity anomaly map of the Almazán Basin. Contour interval 2 mGal. UTM coordinates as in figure 2A.

de Bouguer observadas obteniéndose el Mapa de Anomalías de Bouguer debido a fuentes más profundas.

**Metodología**

En el caso de estructuras geológicas cuya geometría se conoce gracias a datos de perfiles sísmicos, sondeos, etc. puede ser útil determinar la anomalía gravimétrica generada por esa estructura con el fin de eliminar su efecto sobre el mapa de anomalías de Bouguer observado y obtener un nuevo mapa que obedezca únicamente a fuentes más profundas. La complejidad del cálculo tridimensional hace que esto sea aplicable únicamente a estructuras relativamente sencillas, tales como cuencas sedimentarias o el caso de diapiros salinos o cuerpos plutónicos de geometría no muy complicada. Existen diferentes métodos propuestos para la modelización tridimensional de anomalías gravimétricas, como son el de Cordell y Henderson (1968), Chai y Hinze (1988), Bhaskara Rao *et al.* (1990). El método utilizado aquí está basado en este último, que se caracteriza porque permite que el contraste de densidad entre el modelo y el encajante varíe con la profundidad, expresándose dicha densidad mediante una función cuadrática (Bhaskara Rao, 1986). Es un hecho frecuentemente observado en cuencas sedimen-

tarias de espesor importante el que la densidad de los materiales aumente con la profundidad, debido a la presión confinante existente en zonas profundas de la cuenca. En el caso de considerar un contraste de densidad constante con la profundidad, el método es igualmente

aplicable considerando únicamente el primer término de la función cuadrática.

Para modelizar tridimensionalmente una cuenca sedimentaria, se construye una malla de espaciado regular cuyo ancho se estima en función del grado de detalle con el que se desee construir el modelo, teniendo en cuenta que el tiempo de computación aumentará exponencialmente con el tamaño de la malla. En nuestro caso se ha escogido una malla de 34 filas por 44 columnas, con un espaciado de 2350 m. Conocido el espesor de sedimentos en cada punto de la malla, la cuenca sedimentaria estará entonces representada por un conjunto de prismas yuxtapuestos cuya superficie será igual al cuadrado del espaciado de la malla, y su altura será igual al espesor de sedimentos. A partir de la fórmula que proporciona la anomalía gravimétrica de un prisma con contraste de densidad variable (Bhaskara Rao *et al.*, 1990) se calcula, para cada punto de la malla, la anomalía producida por el prisma existente en ese punto así como el efecto producido por los demás prismas, el cual va a depender de la distancia entre cada prisma y el punto de la malla considerado. Este algoritmo ha sido el utilizado para la elaboración del programa ANOMALIA (Gómez, D., inédito), el cual proporciona un mapa de anomalías

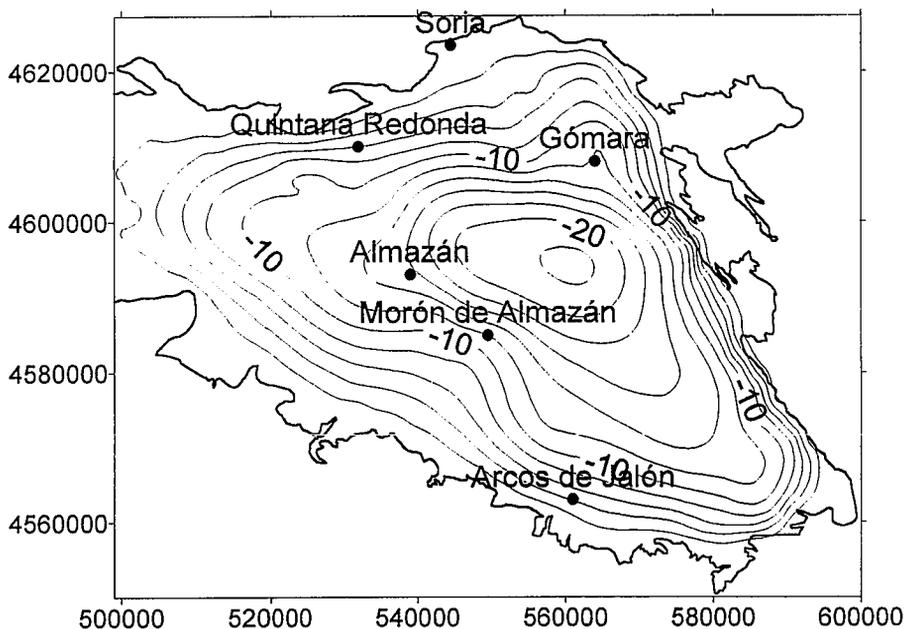


Fig. 3. A) Mapa de anomalía de Bouguer teórica, producida por el relleno sedimentario. Densidad constante 2.51 gr/cm<sup>3</sup>. Intervalo 2 mGal. Coordenadas UTM en metros, huso 30.

Fig. 3. A) Theoretical gravity anomaly map, due to basin-fill, using a constant density of 2.51 gr/cm<sup>3</sup>. Interval 2 mGal. UTM coordinates in metres, huse 30.

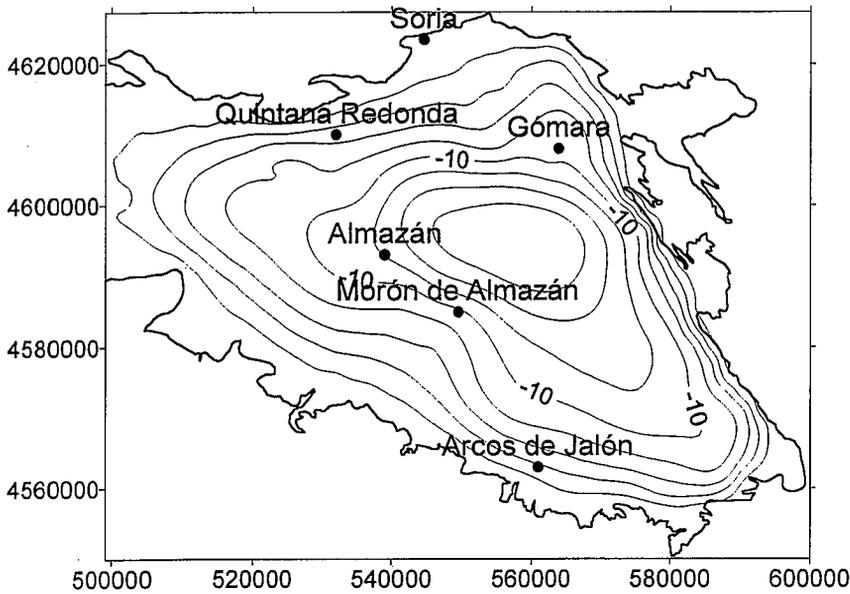


Fig. 3. B) Mapa de anomalía de Bouguer teórica, producida por el relleno sedimentario. Densidad variable de  $2.46 \text{ gr/cm}^3$  a  $2.69 \text{ gr/cm}^3$ . Intervalo  $2 \text{ mGal}$ . Coordenadas UTM en metros, huso 30.

Fig. 3. B) Theoretical gravity anomaly map, due to basin-fill, using a density range from  $2.46 \text{ gr/cm}^3$  to  $2.69 \text{ gr/cm}^3$ . Interval  $2 \text{ mGal}$ . UTM coordinates in metres, huse 30.

de Bouguer a partir de un mapa de espesor de sedimentos de la cuenca y una función cuadrática de variación del contraste de densidad con la profundidad.

Una vez obtenida la anomalía de Bouguer teórica que produce la cuenca sedimentaria, se resta al mapa de anomalía observada con el fin de eliminar el

efecto gravimétrico debido a los sedimentos que rellenan la cuenca. De esta manera, el mapa final será debido a estructuras del basamento de la cuenca, cambios litológicos del mismo, o cualquier estructura cuyo efecto gravimétrico podría estar oculto por la contribución al mapa total del relleno sedimentario.

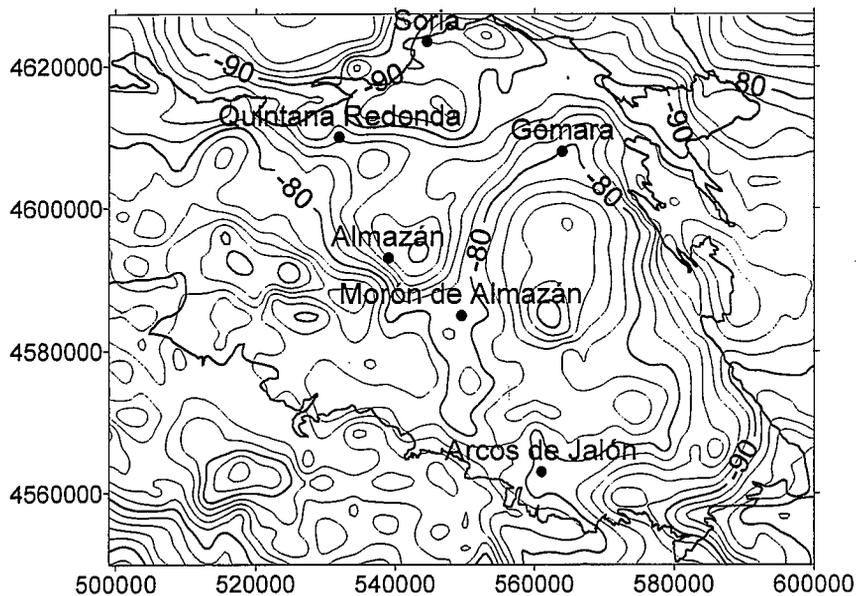


Fig. 4. A) Mapa de anomalía de Bouguer teórica, resultado de restar el efecto que produce la cuenca sedimentaria, con densidad constante en profundidad, al mapa de anomalía de Bouguer. Intervalo  $2 \text{ mGal}$ . Coordenadas como en figura 2A.

Fig. 4. A) Theoretical gravity anomaly map, obtained subtracting the gravity anomaly map, of the sedimentary basin, with constant density, to the gravity anomaly map. Contour interval  $2 \text{ mGal}$ . UTM coordinates as in figure 2A.

## Resultados y conclusiones

A partir del mapa de espesor de sedimentos y utilizando el programa ANOMALIA se ha calculado la anomalía de Bouguer teórica producida por el relleno de la cuenca. El contraste de densidad se ha calculado mediante el ajuste a una función cuadrática de los datos de densidades calculados a partir del sondeo GREDAL 1 (ITGE, 1990). Hemos obtenido dos mapas, uno de ellos cuya densidad permanece constante en profundidad (Fig. 3a) de  $2.51 \text{ gr/cm}^3$  y otro con densidad variable entre  $2.46 \text{ gr/cm}^3$  y  $2.69 \text{ gr/cm}^3$  (Fig. 3b). La anomalía máxima obtenida en el primer caso es de  $-22 \text{ mGal}$ , y en el segundo caso de  $-16 \text{ mGal}$ , conservándose en ambos casos la forma de la anomalía.

Las figuras 4a y 4b muestran los mapas resultantes de restar el mapa de anomalía de Bouguer teórico, que corresponde al efecto gravimétrico del relleno de la cuenca, al mapa de anomalía de Bouguer observada. Estos mapas presentan máximos y mínimos bien definidos correspondiendo las anomalías positivas a materiales más densos y las negativas a zonas con densidad menor. En ambos casos vemos que el mínimo de Almazán ha quedado muy minimizado. Esto es una consecuencia lógica, pues el mínimo estaba producido por una depresión en el basamento y por lo tanto un mayor espesor de sedimentos; sin embargo el máximo que existía entre Gómara y Arcos de Jalón se ha agudizado con una anomalía de  $-70 \text{ mGal}$ , en el primer caso con densidad constante en profundidad (Fig. 4a), y de  $-74 \text{ mGal}$  en el segundo caso con densidad variable (Fig. 4b). Al contrario de lo que ocurría con el mínimo de Almazán, donde el mínimo gravimétrico está producido por el relleno sedimentario, este máximo relativo se ha visto muy maximizado aún cuando esta zona sigue siendo depocentro como se ve en la Fig. 1, haciendo válida la hipótesis de la existencia de una basamento de características distintas al del resto de la cuenca.

Dado que el tratamiento de los datos del sondeo El Gredal indican una variación en la densidad en profundidad creemos que el que mejor refleja las anomalías de Bouguer generadas por fuentes situadas por debajo de la cuenca es el mapa representado en la figura 4b, realizado con densidad variable.

A partir de los datos sísmicos y de sondeos existentes para la cuenca de Almazán se ha elaborado un modelo tri-

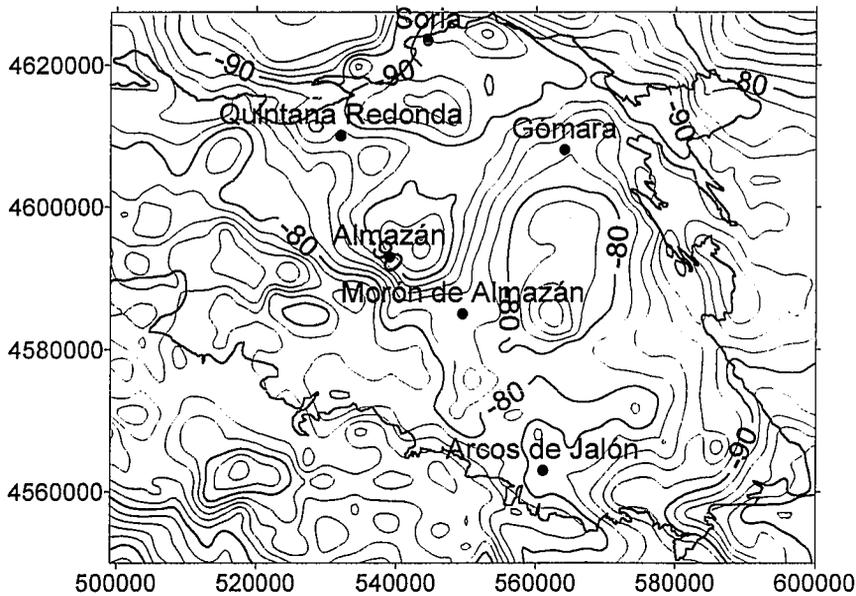


Fig. 4. B) Mapa de anomalía de Bouguer teórica, resultado de restar el efecto que produce la cuenca sedimentaria, con densidad variable en profundidad, al mapa de anomalía de Bouguer. Intervalo 2 mGal. Coordenadas como en figura 2A.

Fig. 4. B) Theoretical gravity anomaly map, obtained subtracting the gravity anomaly map, of the sedimentary basin, with variable density, to the gravity anomaly map. Contour interval 2 mGal. UTM coordinates as in figure 2A.

dimensional que refleja la geometría de dicha cuenca. Dicho modelo se ha utilizado para obtener la anomalía gravimé-

trica generada por el relleno sedimentario, restando posteriormente al mapa de anomalía de Bouguer dicho efecto gra-

vimétrico, obteniendo de esta manera un nuevo mapa de anomalía de Bouguer que es reflejo únicamente de la existencia de cuerpos situados por debajo de la cuenca.

**Agradecimientos**

Este proyecto ha sido financiado por el proyecto de la DGICYT PB 94-0242.

**Referencias**

Bhaskara Rao, D. (1986): *Geophy. Jour. Roy. Astr. Soc.*, 84(1): 207-212.  
 Bhaskara Rao, D. Prakash, M.J. y Ramesh Babu, N. (1990): *Geophy. Prosp.*, 38(4) :411-422.  
 Chai Y., y Hinze W. J. (1988): *Geophysics*, 53 (6): 837-845.  
 Cordell, L. y Henderson, R.G. (1968): *Geophysics*, 33 (4): 596-601.  
 ITGE (1990): *Documentos sobre la geología del subsuelo de España*.  
 Rey Moral, C., Tejero López, R. y Gómez Ortíz, D. (1998): *Geogaceta*, 24 (en prensa).