

Interpretação 2

Continuação para cima e para baixo

Yara Marangoni - 2022

Veja os arquivos: TF-continuacao para cima.pdf

Transfomações de campo.pdf

UpDownContinuation.pdf

CONTINUAÇÃO PARA CIMA E PARA BAIXO

Continuação para cima/baixo

Objetivo: obter dados para uma elevação diferente daquela em que os dados foram obtidos.

Exemplo de uso:

- Juntar dados terrestres com dados aerolevantados.
- Corrigir dados de campo quando ocorrem mudanças de elevação
- Remover anomalias locais para realçar tendências regionais ou,
- Remover tendências regionais para realçar anomalias locais

Continuação para cima/baixo

- A operacionalização é feita usando a equação de Laplace:

$$\nabla U = \nabla^2 U = \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \right) = 0 \quad \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right)$$

- Se você obtiver as segundas derivadas nas direções horizontais, a eq. de Laplace permite obter a segunda derivada na terceira direção.
- Isto permite um algoritmo de computador para o cálculo da continuação para cima/baixo, ou seja, observar como é o campo potencial em uma altura diferente daquela em que foi originalmente obtido.

Continuação para cima/baixo

- Isto permite um algoritmo de computador para o cálculo da continuação para cima/baixo.
1. Comece com o mapa magnético/gravimétrico, $f(x,y)$
 2. Obtenha as derivadas segundas, em x e y em todo o mapa
 3. A partir da equação de Laplace, encontre a segunda derivada em z em todo o mapa
 4. Usando a segunda derivada, extrapole o mapa para uma nova elevação.

Relembrando: derivadas na Transformada de Fourier

- Derivadas horizontais de qualquer ordem podem ser escritas como:

$$F \left[\frac{d^n \phi}{dx^n} \right] = (ik_x)^n F(\phi)$$

$$F \left[\frac{d^n \phi}{dy^n} \right] = (ik_y)^n F(\phi)$$

segunda derivada vertical

$$F \left[\frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} \right] = k_x^2 F(\phi) + k_y^2 F(\phi) = |k|^2 F(\phi)$$

Continuação para cima e para baixo

Eq. de Laplace

$$\nabla^2 U(P) = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$$

componente vertical da aceleração da gravidade (medida)

$$\frac{\partial(\nabla^2 U)}{\partial z} = 0 \qquad g_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$$
$$\nabla^2 \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right) = 0 \quad \Rightarrow \quad \nabla^2 g_z = 0$$

Ou seja, g_z também obedece a eq. de Laplace e pode ser escrita como função de senos e cossenos em x e y e como exponencial em z ($\exp(k_z z)$), que vai a zero quando z vai a $-\infty$ (z é positivo para baixo, no sistema cartesiano usado em geofísica)

Continuação para cima e para baixo

$$g_z(x, y, z) = \sum_{n=0}^N \sum_{m=0}^M \tilde{g}_z(k_x, k_y) \{ \exp[-i(k_x x + k_y y)] \exp(k_z z) \}$$

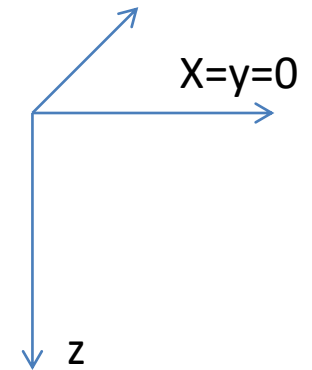
$\tilde{g}_z(k_x, k_y)$ Coeficientes de Fourier para $g_z(x, y, z = 0)$

$$k_x = \frac{2\pi n}{L_x} \quad n = 0, 1, 2, \dots, (N - 1) / 2 \quad L_x = \frac{N - 1}{\Delta x}$$

$$k_y = \frac{2\pi m}{L_y} \quad m = 0, 1, 2, \dots, (M - 1) / 2 \quad L_y = \frac{M - 1}{\Delta y}$$

$$k_z^2 = k_x^2 + k_y^2$$

Coeficientes para o caso discreto, com malha regular com espaçamentos Δx e Δy



Mudar o valor de z na expressão de g_z implica em obter o valor de g_z calculado em diferentes alturas

Continuação para cima

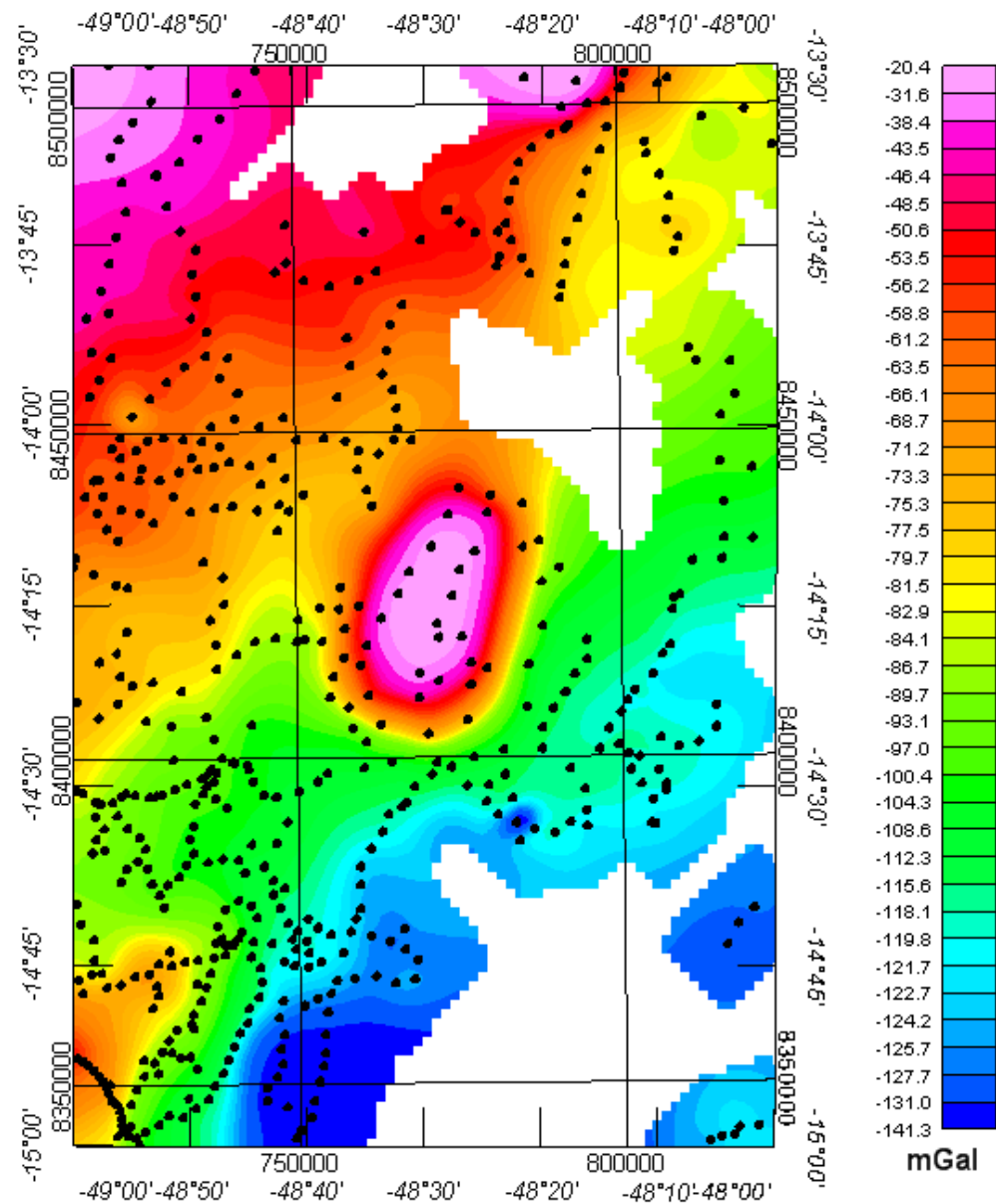
- ❑ A continuação para cima tende a atenuar as anomalias de curto comprimento de onda (ou alta frequência), e manter aquelas de maior comprimento de onda, dependendo da altura z de continuação. O mapa fica mais suavizado.
- ❑ Possível utilizar esta transformação para estimar a componente regional no processo de separação das anomalias com diferentes profundidades de origem.
- ❑ A continuação para cima é estável.

Continuação para baixo

- ❑ Continuação para baixo: tende a amplificar as anomalias de curto comprimento de onda e deixá-las mais definidas.
- ❑ Se os dados observados apresentam ruídos ou erros, estes tendem a ser amplificados neste processo, e cuidados devem ser tomados para escolher a altitude máxima de continuação para baixo, sem que o mapa se transforme em um mapa de ruídos.
- ❑ Outro ponto: para manter a eq. de Laplace válida, a continuação para baixo não pode adentrar a fonte da anomalia.
- ❑ A continuação para baixo nem sempre é estável.
- ❑ Tende a amplificar as anomalias de curto comprimento de onda.

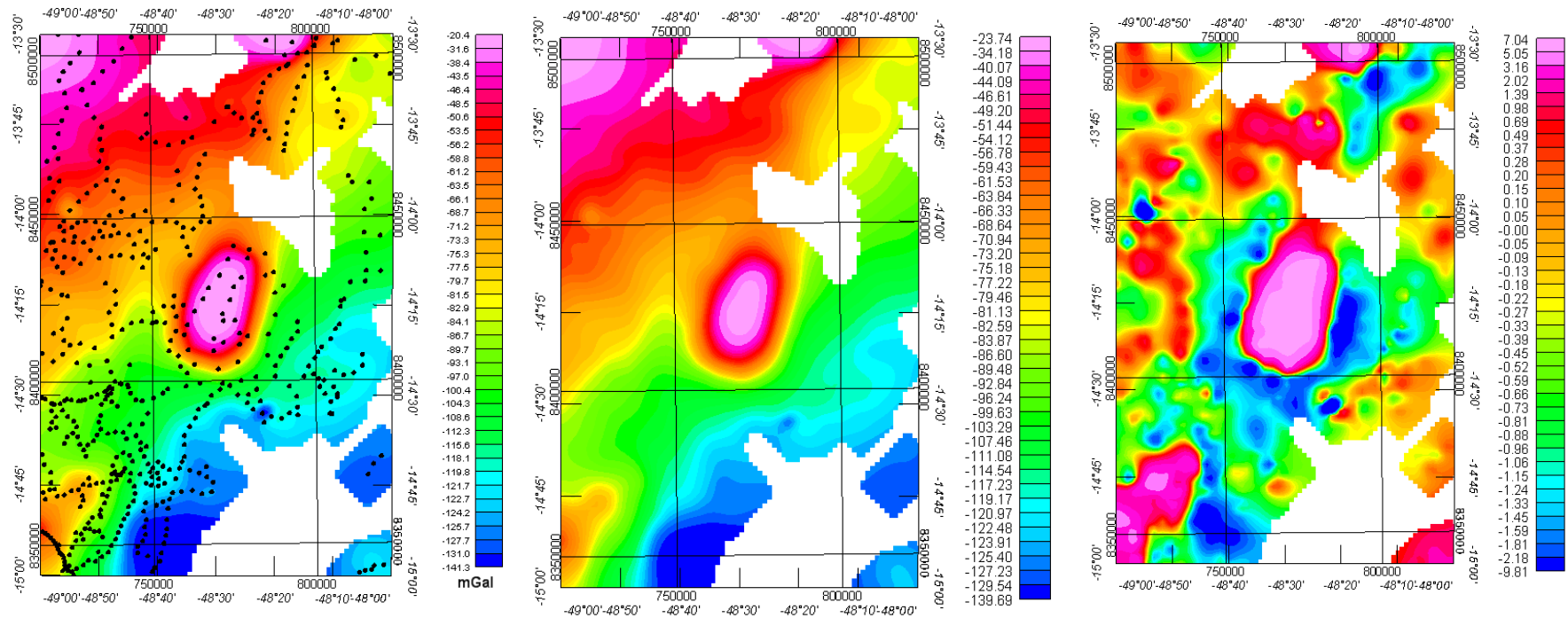
Continuação para cima

Mapa de anomalia Bouguer de Niquelândia com a distribuição das estações gravimétricas.



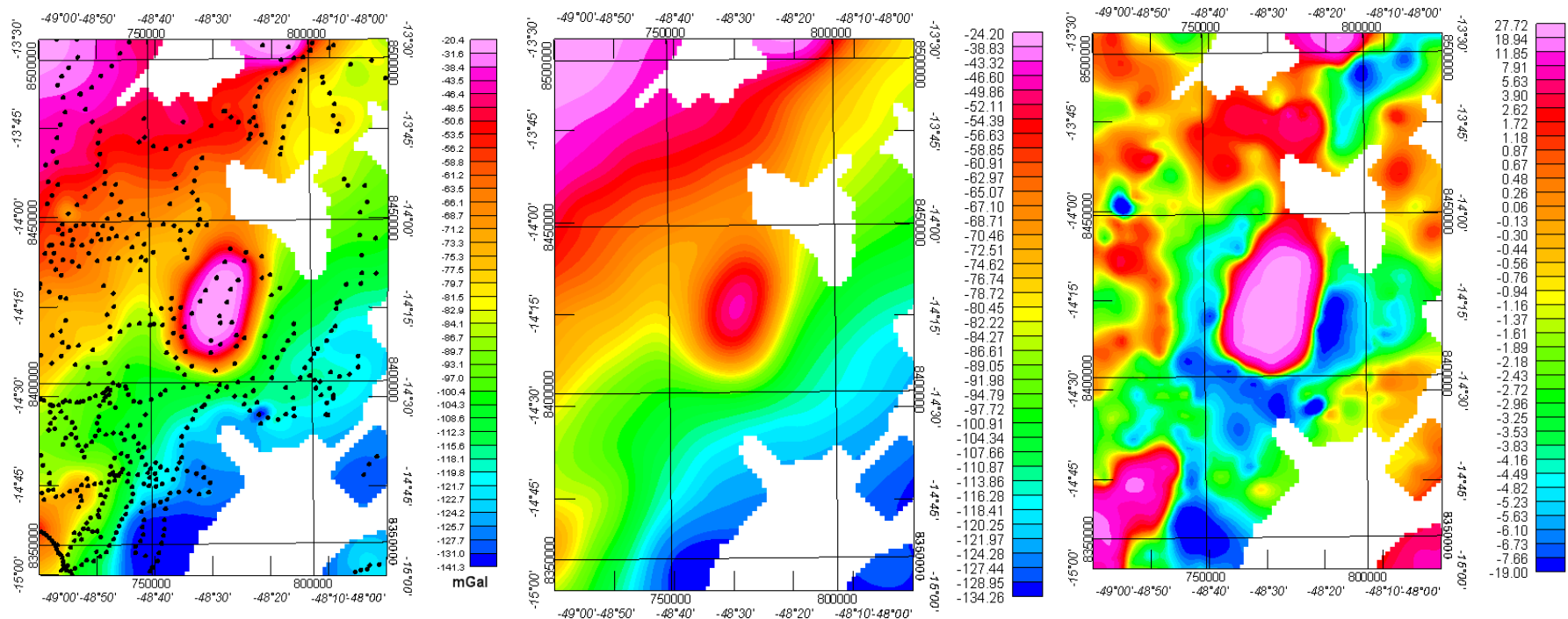
Continuação para cima

Continuação para 1000 metros acima de $z = 0$ (plano de medida) (central) e residual resultante (anomalia Bouguer – continuação) (à direita)

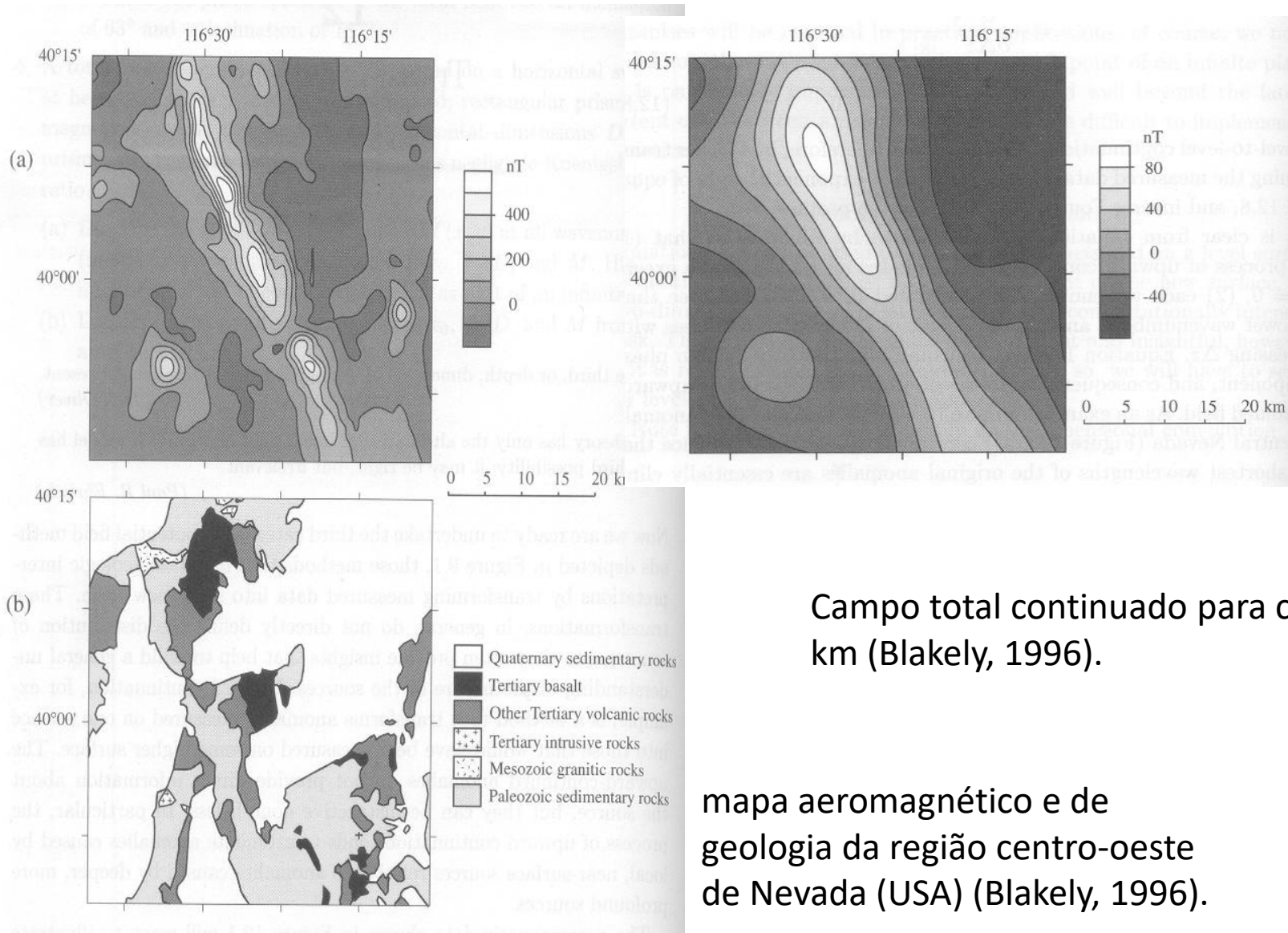


Continuação para cima

Continuação para 5000 metros acima de $z = 0$ (plano de medida) (central) e residual resultante (anomalia Bouguer – continuação) (à direita)



Continuação para cima

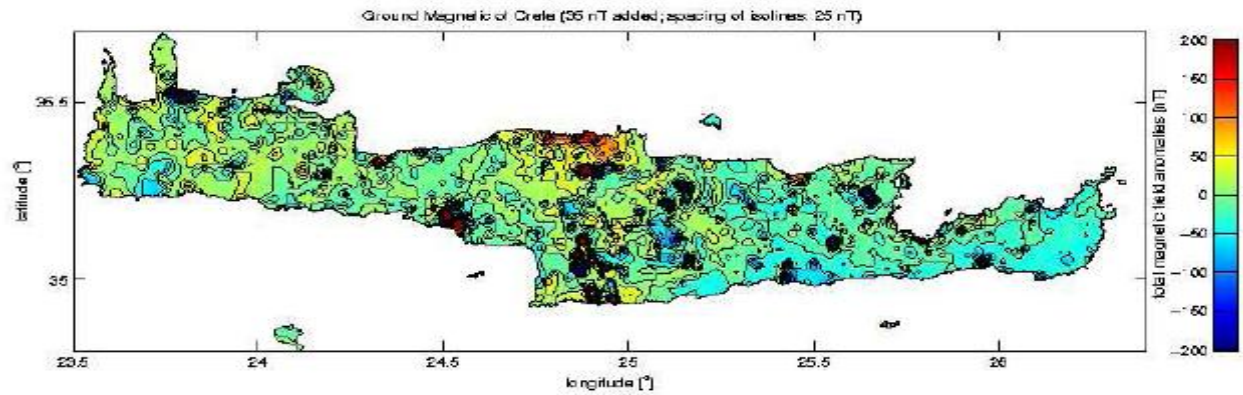


Campo total continuado para cima a 5 km (Blakely, 1996).

mapa aeromagnético e de geologia da região centro-oeste de Nevada (USA) (Blakely, 1996).

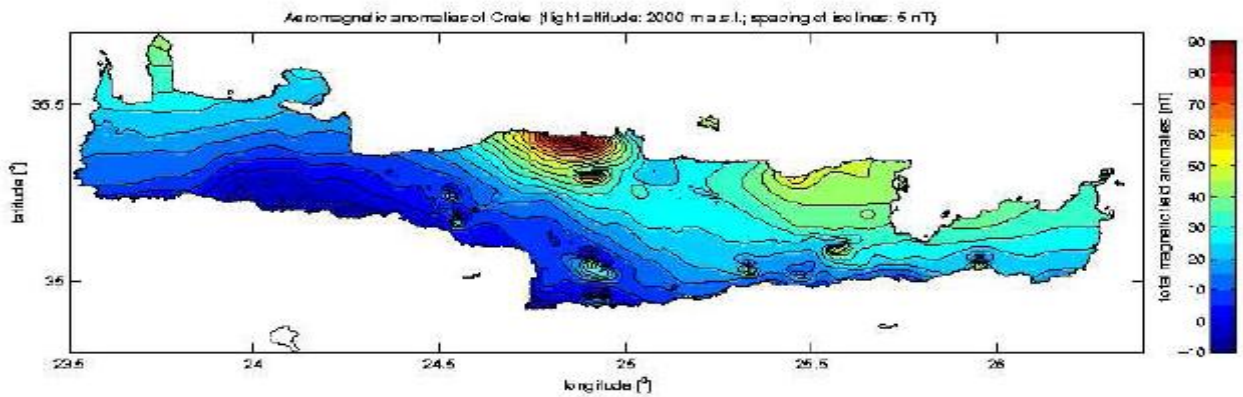
Upward continuation example
(Crete). Mapa de anomalia
magnética de campo total

a) Ground magnetic survey



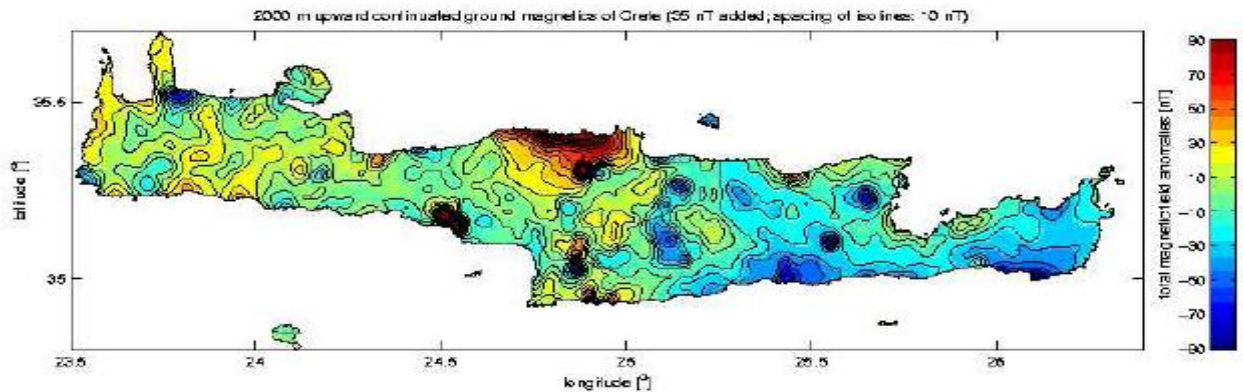
(a)

b) Aeromagnetic survey (2000
m)



(b)

c) Ground survey after upward
continuation to 2000 m



Ground Magnetic of Crete (36 nT added; spacing of isolines: 25 nT)

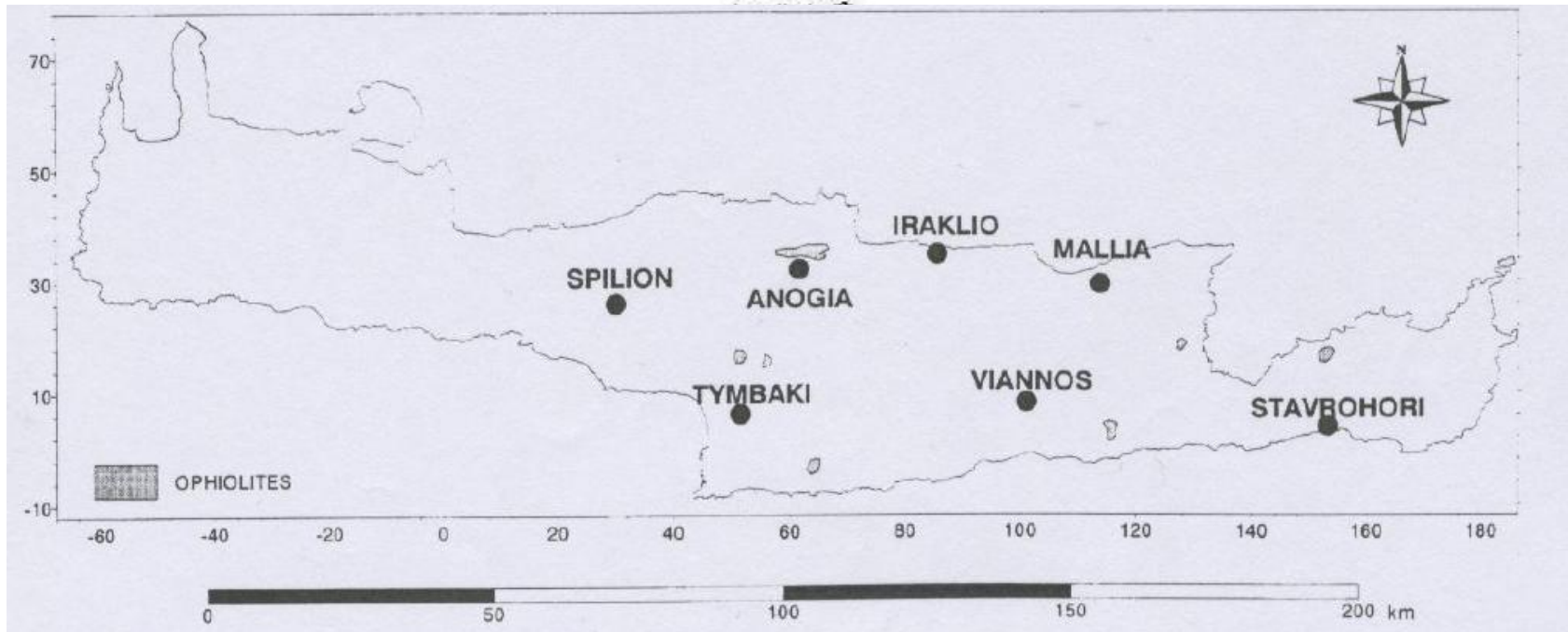
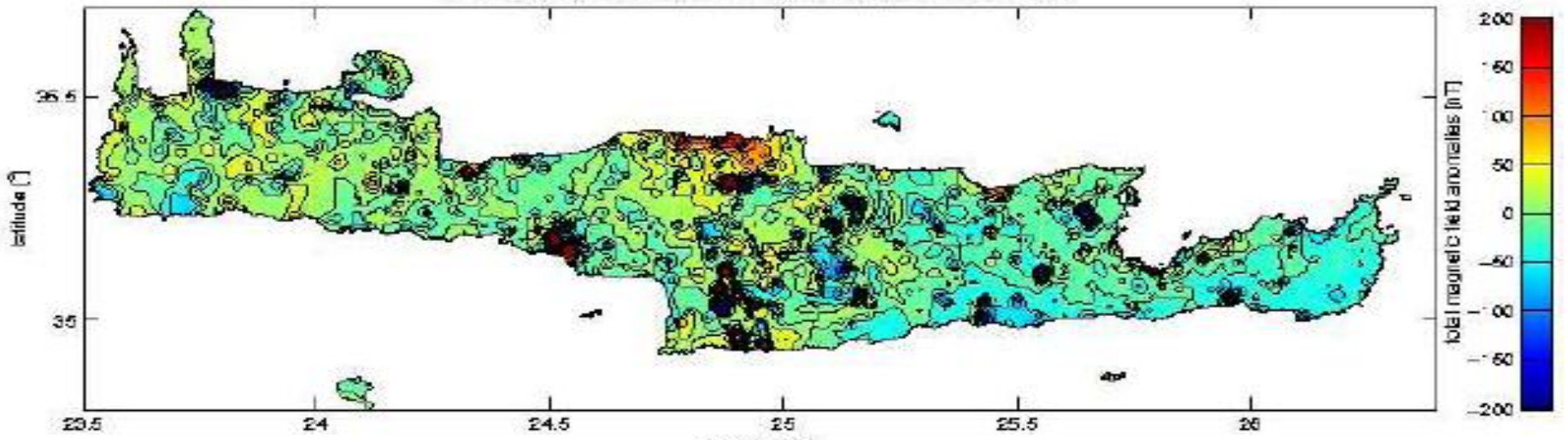
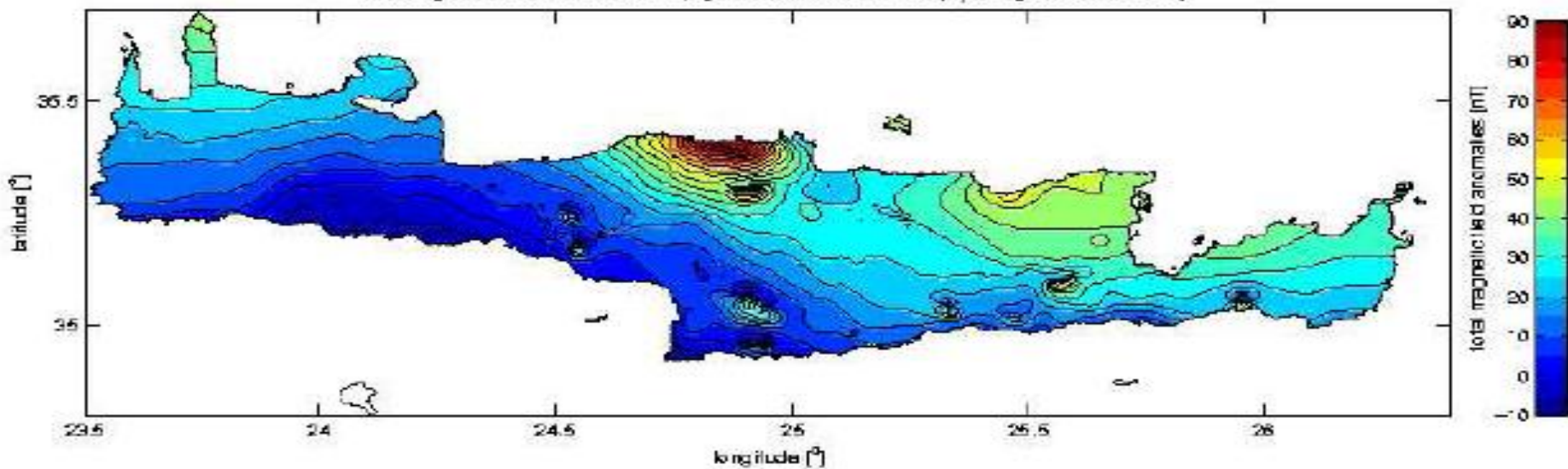


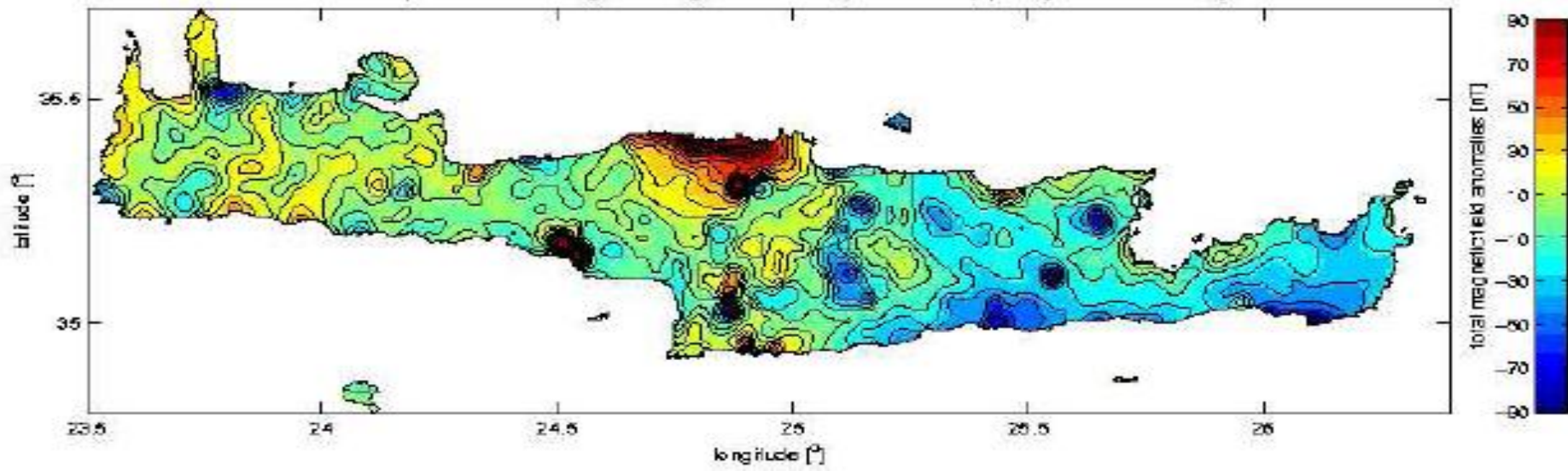
Fig. 1 – Ophiolitic outcrops on the island of Crete (marked by dark areas).

Aeromagnetic anomalies of Crete (flight altitude: 2000 m a.s.l.; spacing of isolines: 5 nT)



(b)

2000 m upward continued ground magnetics of Crete (35 nT added; spacing of iso lines: 10 nT)



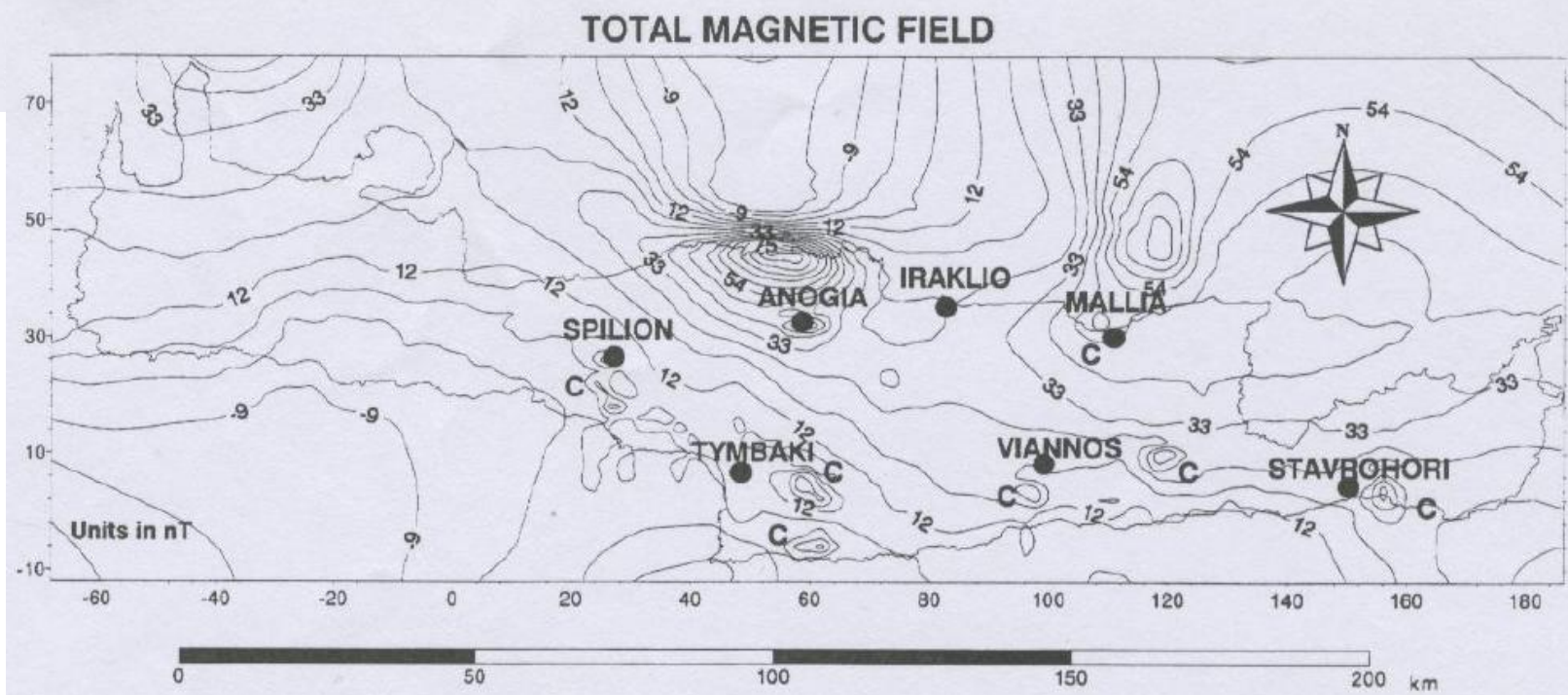
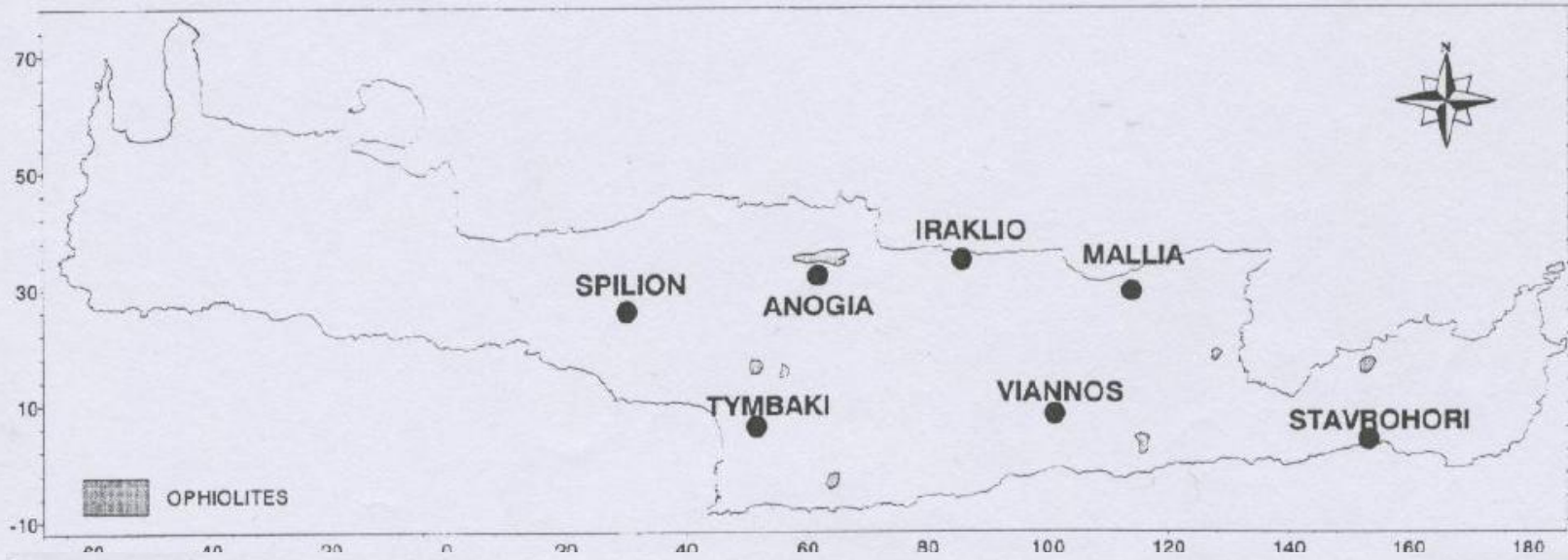
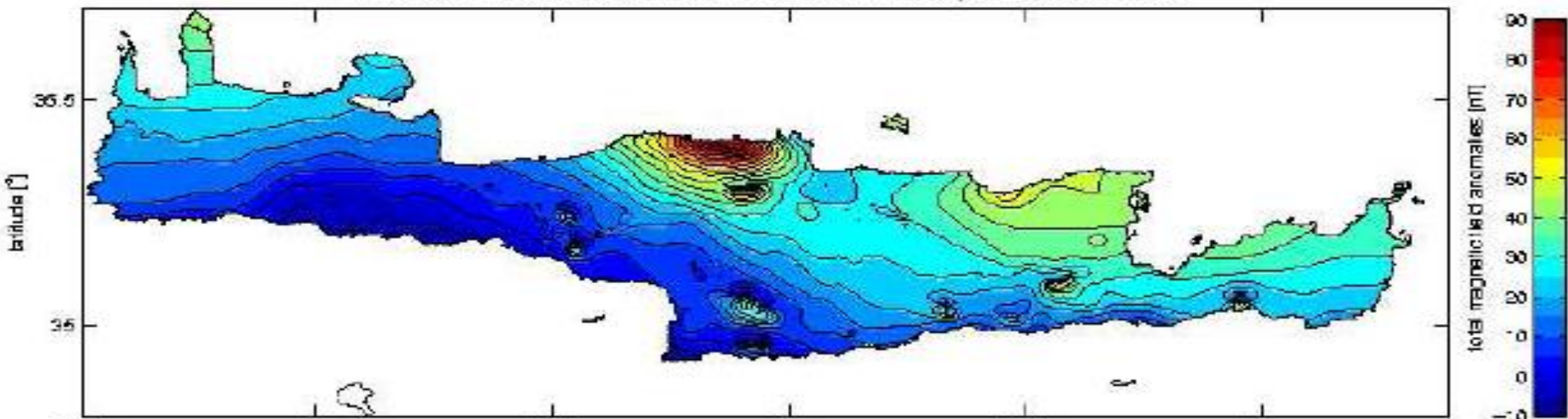


Fig. 2 – The total magnetic field distribution over the island of Crete in a gray scale format. The letter C denotes the magnetic anomalies which are not associated with ophiolitic outcrops.

Aeromagnetic anomalies of Crete (flight altitude: 2000 m a.s.l.; spacing of isolines: 5 nT)



TOTAL MAGNETIC FIELD

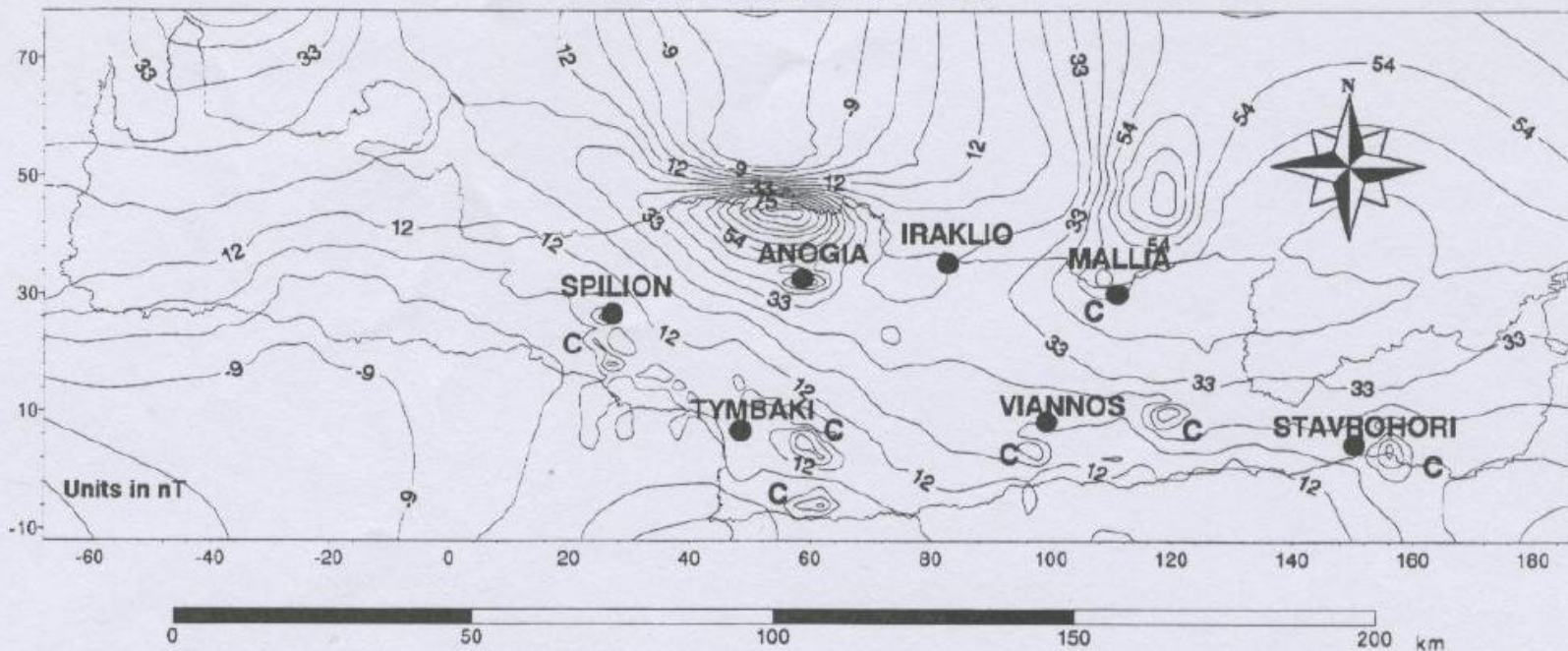
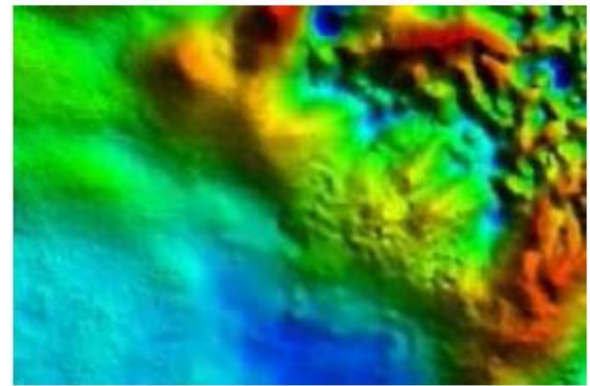
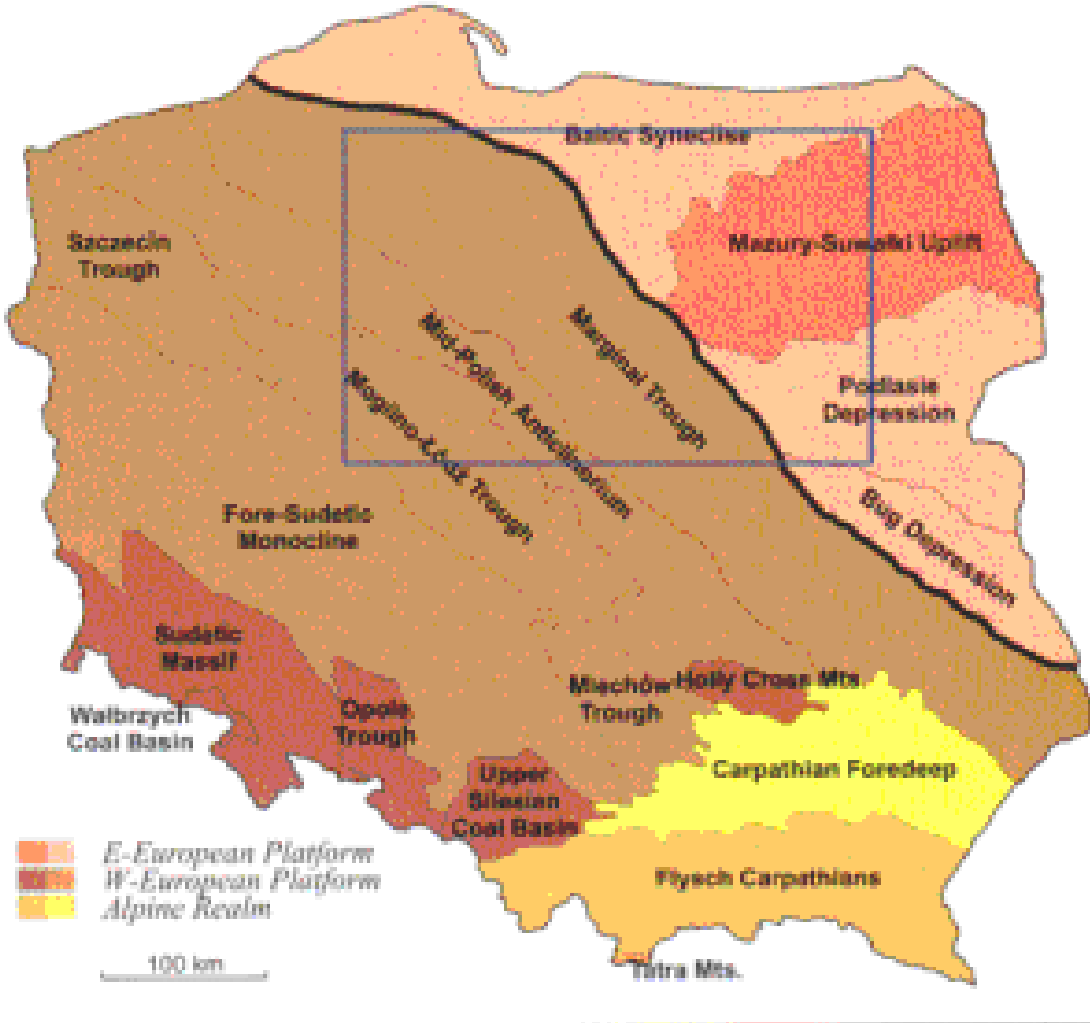


Fig. 2 – The total magnetic field distribution over the island of Crete in a gray scale format. The letter C denotes the magnetic anomalies which are not associated with ophiolitic outcrops.

Original magnetics



Poland Main Structural Units

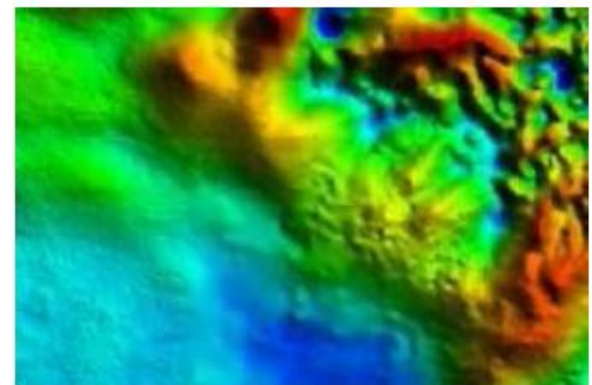


(www.getech.com).

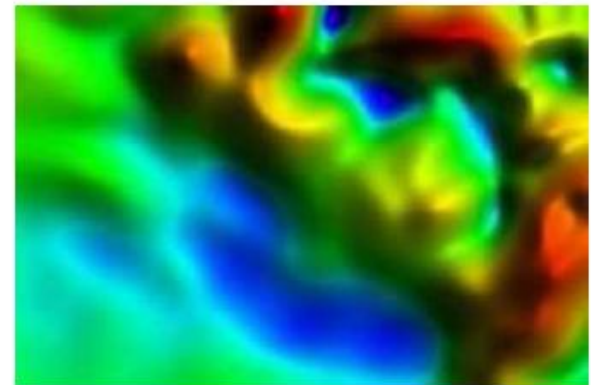
Upward continuation example

(Polonia)

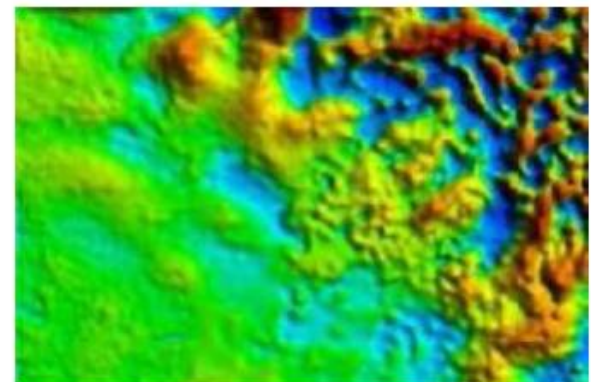
Original magnetics



After upward continuation^(b)



After subtraction of upward continued field^(d)



Poland
Main Structural Units



(www.getech.com).

Continuação para cima e para baixo

- Possível utilizar esta transformação para estimar a componente regional no processo de separação das anomalias com diferentes profundidades de origem.
- Consideramos que as anomalias continuadas para cima representam o campo regional.
- As anomalias residuais serão obtidas por:
Anomalia residual= anomalia de campo (Bouguer ou campo magnético) – resultado da continuação para cima