

PRÁCTICA 5 – CTE I 2016

CRATERES DE IMPACTO EN LA LUNA

Objetivos específicos:

- Analizar el rol de los impactos en la evolución de los planetas y satélites con superficies sólidas.
- Estimar la tasa de impactos en la Tierra y la Luna.
- Calcular la frecuencia de impacto de asteroide que cause una extinción masiva.

Conocimientos previos:

Características generales del proceso de impactos y la formación de cráteres.

Un objeto de diámetro D produce un cráter de diámetro ~ 10-50 superior.

Descripción:

Se contarán el número de cráteres en una región de área conocida. Al dividir este número por el área y el tiempo de exposición de la región, se estimará la tasa de impacto por unidad de área y de tiempo. Se calcularán cuantos cráteres se formarán en la Tierra y la frecuencia de extinciones masivas.

Materiales:

- Disponer de una imagen de la Luna en la que se aprecien varias decenas de cráteres de más de 10km de diámetro. La imagen se adjunta al final de este documento o se puede obtener de [aquí](#).
- Regla o Software para tratamiento de imágenes (se recomienda el **ImageJ**, que puede descargarse de <http://rsbweb.nih.gov/ij/download.html>)

Procedimiento:

- 1) Se buscará en la imagen un cráter de diámetro conocido. Se mide su diámetro en cm (o pixeles). El diámetro en km se divide por el diámetro medido en cm o px para obtener la escala de la imagen s en km por cm (o km por px). Por ej. el cráter Tycho que se encuentra en la parte central superior de la imagen con un pronunciado pico central tiene un diámetro de 85km.
- 2) Se determinará el área total de la región a analizar. Si la imagen incluye el limbo lunar se recomienda descartar la región más cercana al limbo, ya que la imagen queda muy deformada por la proyección. Se calculará el área en cm^2 (pix^2) lo que luego se transformará en km^2 al multiplicarla por la escala s^2 .
- 3) Se medirán los cráteres en cm (pix) haciendo una tabla:

Número de Ident. de Cráter	Diámetro (cm o pix)	Diámetro equiv. (km)
1		
2		
...		

En caso de tener una imagen cercana al limbo, se deben medir los diámetros en la dirección aproximadamente paralela al limbo. Si un cráter cae en el borde de la imagen, se lo considera dentro si su centro cae dentro de la imagen.

- 4) **Distribución acumulativa de cráteres.**

Se cargará la tabla en Matlab.

- `load diametro.txt`

Se asignará un vector a los diámetros en cm o px y se lo convertirá en km multiplicando por el factor de escala s.

- $D = \text{diametro}(:,2) * s;$

Se pretende determinar el número de cráteres mayores que un valor dado – $N(>D)$. Con el comando *sort* se ordena los valores de mayor a menor.

- $D = \text{sort}(D, 1, 'descend');$

Creo un vector con los números cumulativos de cráteres mayores que el correspondiente D .

- $N = 1:\text{length}(D);$

Se dividirá cada número por el área total (AL) y por 3000, con lo que se determinará la tasa de impacto por km^2 y por millón de años. Se asumió un tiempo de exposición de la superficie de 3 G-años - 3×10^9 años (desde el fin del bombardeo final hasta el presente).

- $T = N/AL/3000;$

La frecuencia de impacto para la superficie de la Tierra se calculará como el producto de la tasa por km^2 por el Área de la Tierra – $AT = 4 \pi R^2$ ($R = 6378\text{km}$).

- $f = T * AT;$

Finalmente el período característico entre impactos es el inverso de la frecuencia.

- $P = 1./f;$

- 5) Se calculará la Energía cinética de los impactos, asumiendo una serie de parámetros típicos de los impactos:

Velocidad de impacto	$v = 17 \text{ km/s}$
Densidad del material del proyectil	$\rho_p = 3000 \text{ kg/m}^3$
Ángulo de impacto	$\theta = 45^\circ$
Densidad del material del blanco	$\rho_t = 2500 \text{ kg/m}^3$
Aceleración de la gravedad en la superficie del blanco	$g = 1.67 \text{ m/s}^2$ (para la Luna)
Tipo de suelo arenoso	tipo = 2

Para calcular la Energía cinética de cada impacto, primero se determinará el diámetro del proyectil (d) con la función

- $d = \text{crater2proy}(D, \text{rhop}, v, \text{theta}, \text{rhot}, g, \text{tipo});$

(Esta función fue creada basándose en el código de Melosh y Beyer (<http://www.lpl.arizona.edu/tekton/crater.html>) y usando el método de dimensionamiento π de Schmidt and Holsapple 1987).

Finalmente la energía cinética de los proyectiles se calculará como:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \quad m = \frac{1}{6} \pi d^3 \rho_p$$

donde m es la masa del proyectil.

- $m = \pi/6 * \text{rhop} * d.^3;$
- $E = m/2 * (v * 1000)^2;$ % para que la velocidad este en m/s y la energía en Joules

Transformar esa energía en kiloton de TNT, mediante la conversión Energía equivalente a 1 kiloton de TNT = 4.3×10^{12} Joules

- $E = 4.3e12 * E;$

- 6) Se graficará Log(frecuencia) vs Log(Energía) y Log(Período) vs Log(Energía). Se comparará esta gráfica con el gráfico de la estimación del período entre impactos para el presente (Fig. 1). Discutir las causas de la diferencia entre las curvas.

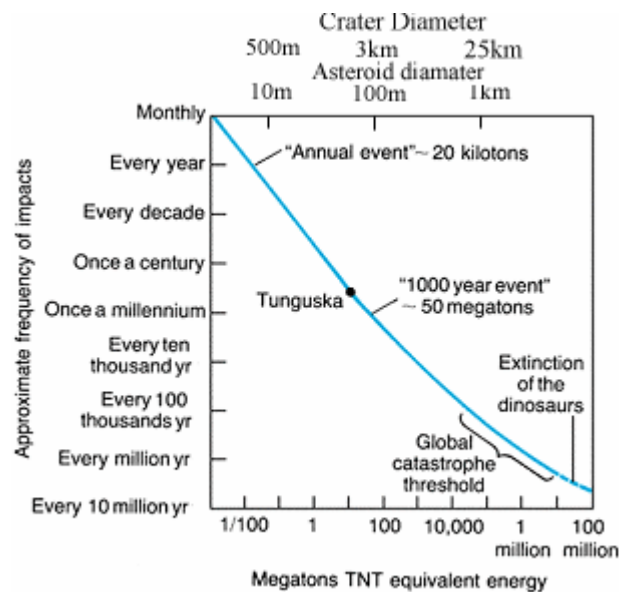


Figura 1: Período entre impactos para el presente en función de la energía del impacto

- 7) Se calculará la *Tasa promedio de muerte por colisión* (τ) a partir de los datos obtenidos y la Fig. 1. Se considera que una catástrofe global es producto de un impacto de ~ 100.000 Megatons TNT, lo que produciría la extinción del ~ 25 % de la Humanidad. Por tanto la tasa será: Tasa

$$\tau = \text{Población mundial} * 0.25 * f(1 \times 10^{11} \text{ TNT})$$

donde $f(1 \times 10^{11} \text{ TNT})$ se estima del gráfico.

Discusión de resultados:

Comparar la tasa presentes y pasadas y discutir sus consecuencias para el origen de la Vida en la Tierra.

A tener en cuenta...

La bomba de Hiroshima tuvo una energía equivalente a 15 kTNT

Las mayores bombas termonucleares tienen una energía de 100 MegaTNT = 100.000 kTNT.

