

Valores Realistas de Proyectoil:	
Tamaño (Diámetro)	Rango de: 0.06 mts a 3.5 mts
Masa	Rango de: 0.4968 kg a 120,050 kg
Velocidad Inicial	~300m/s +- 150 m/s
Ángulos de Disparo	Entre 25° a 70° depende de la topografía

<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/FIVI-2018-51.pdf>

[https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017RG000564#:~:text=Volcanic%20ballistic%20projectiles%20\(VBPs\)%20are,the%20outcome%2C%20of%20artillery%20shells.](https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017RG000564#:~:text=Volcanic%20ballistic%20projectiles%20(VBPs)%20are,the%20outcome%2C%20of%20artillery%20shells.)

#### Dimensiones típicas de los volcanes

Volcán	Altura (Sobre el nivel del mar)	Ancho	Prominencia
Pico de Orizaba	5636 m	500 m (cumbre)	4922 m
Popocatépetl	5426 m	600 * 800 m	3020 m
Volcán de Colima	3960 m	408 m (cumbre)	2720 m

-¿Cómo depende la fricción que experimenta un proyectil con la rapidez y geometría de las rocas?

Por la fricción las rocas se desgastan y se fragmentan reduciendo su tamaño y aumentando su temperatura gradualmente.

-¿Cuál es el coeficiente de arrastre?

$$c_d = \frac{2F_d}{\rho u^2 A}$$

Símbolo	Nombre	Unidad
cd	Coeficiente de resistencia	
Fd	Fuerza de resistencia, que es por definición la componente de la fuerza en la dirección de la velocidad del flujo	N
p	Densidad del fluido	kg/m <sup>3</sup>
u	Velocidad del objeto relativa al fluido	m/s
A	Área de referencia	m <sup>2</sup>

Para las rocas expulsadas por el volcán qué valores del coeficiente de fricción y arrastre serían apropiados?

- [http://www.insugeo.org.ar/libros/misc\\_18/04.htm](http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_18/04.htm)
- <http://www.cenapred.gob.mx/reportesVolcanGobMX/Procesos?tipoProceso=detallesUltimoReporteVolcan>

→ **Organiza esta información en una tabla**

→ **Realizar una lista de las ecuaciones necesarias para describir el movimiento de proyectil**

→ **Realizar una lista de las variables y constantes involucradas en el caso específico de tiro parabólico en el volcán.**

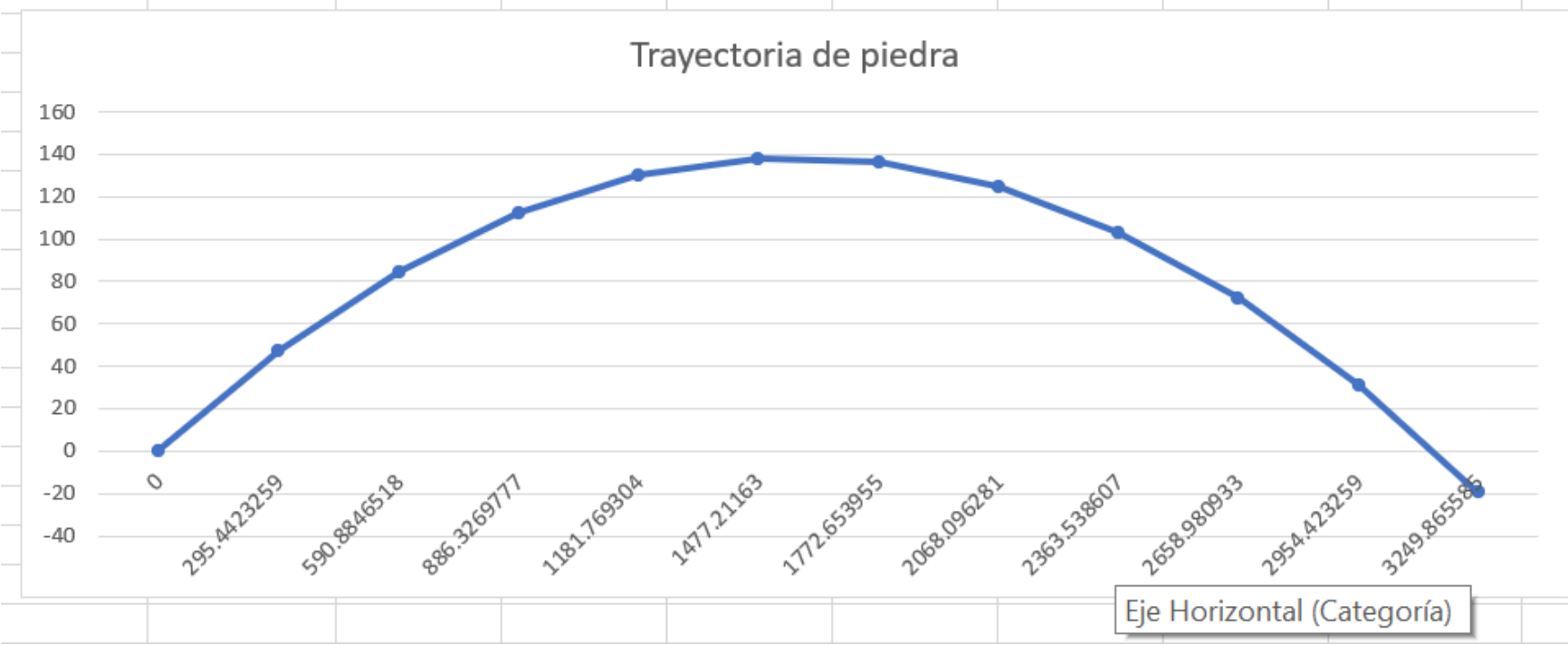
**Referencias:**

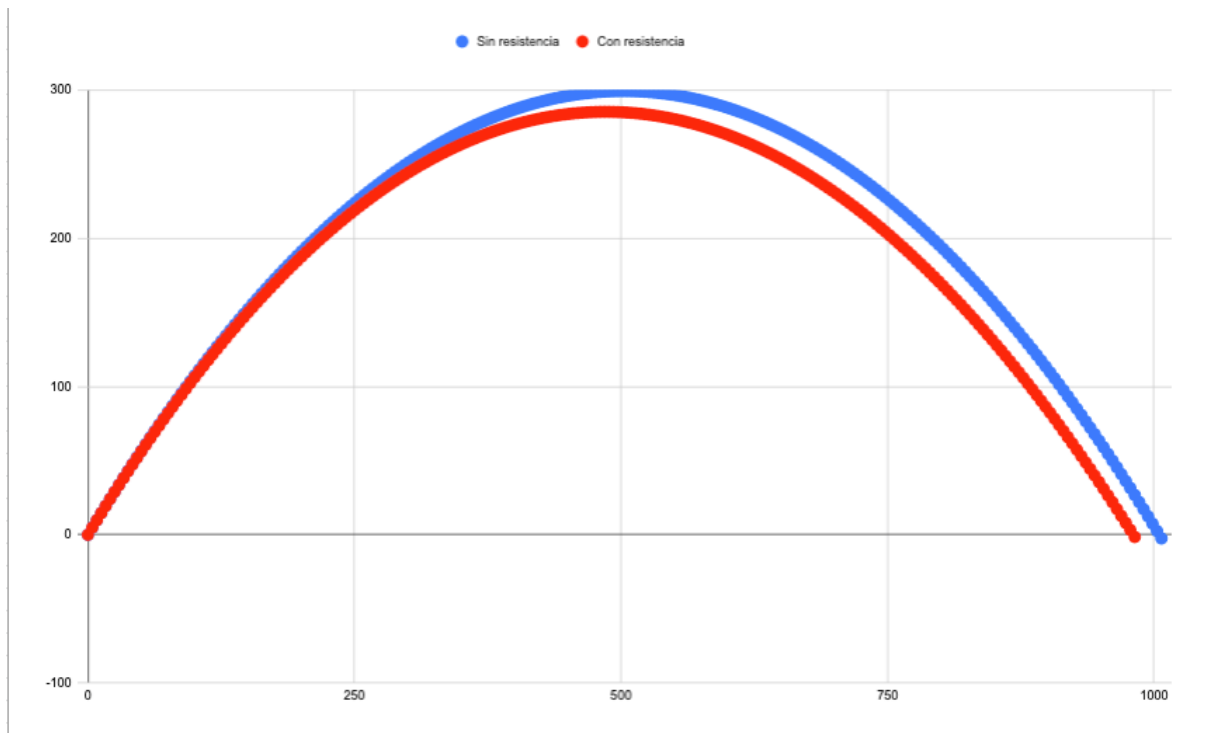
[Relieve. Colima \(inegi.org.mx\)](http://inegi.org.mx)-

[Relieve. Jalisco \(inegi.org.mx\)](http://inegi.org.mx)

Etapa 2

x0	y0	T	GRAVEDAD	velocidad m/	angulo °	rad	vx	vy	xm	ym	Ts	Altura maxima	Max alcance horizontal
0	4000	0	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	0	0	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	1	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	295.4423259	47.1944533	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	2	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	590.8846518	84.5889066	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	3	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	886.3269777	112.1833599	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	4	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	1181.769304	129.9778132	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	5	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	1477.21163	137.9722665	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	6	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	1772.653955	136.1667198	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	7	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	2068.096281	124.5611731	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	8	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	2363.538607	103.1556264	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	9	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	2658.980933	71.9500797	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	10	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	2954.423259	30.944533	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001
0	4000	11	-9.8	300	370	6.4577182	295.44233	52.094453	3249.865585	-19.8610137	-5.315760541	-13297.77712	-3141.001





Se utilizaron las fórmulas de cinemática y Euler para calcular la gráfica sin resistencia del aire.

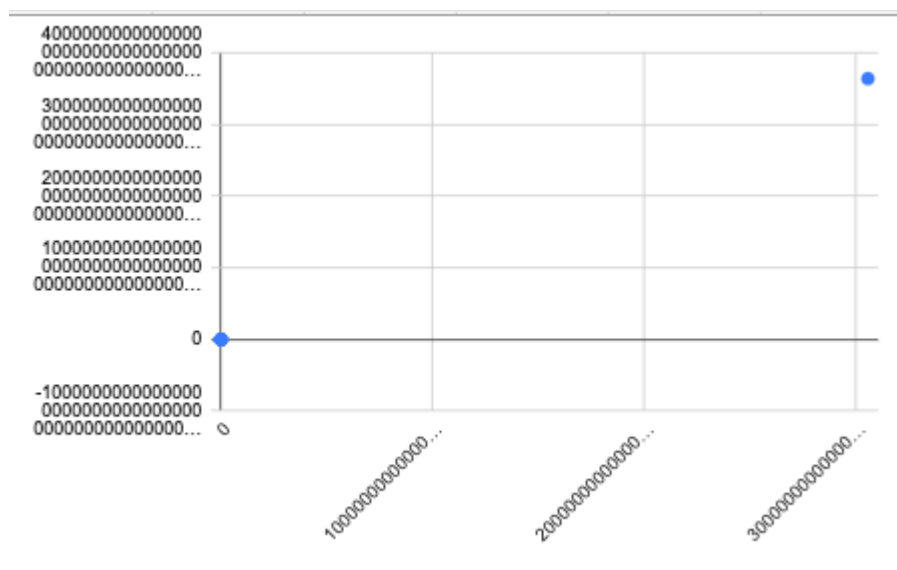
**Ecuaciones de Euler**

$$\underline{v_{n+1} = v_n + h f(v_n, t_n)} \quad y_{n+1} = y_n + h f(y_n, t_n)$$

$$\boxed{v_{n+1} = v_n + h \left( g - \frac{b}{m} v_n \right)} \quad \boxed{y_{n+1} = y_n + h v_n}$$

En la gráfica de la resistencia del aire se hizo uso de las fuerzas de la gravedad y la resistencia del aire que se calcula con la ecuación de  $-b/m \cdot \text{vel anterior}$

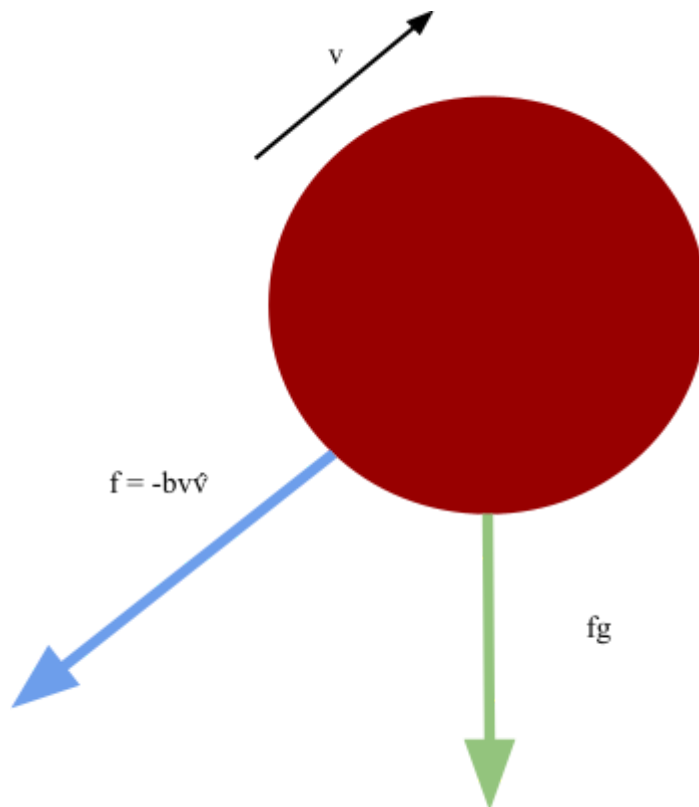
Se observó que en la comparación de las gráficas, la que tiene incluida la resistencia del aire alcanza una menor distancia porque presenta una resistencia que va reduciendo la velocidad del proyectil constantemente a diferencia de la primera que no presenta ninguna.



En la gráfica de resistencia cuadrática, podemos observar datos que no tienen relación o mucho sentido, se esperaría ver una gráfica similar a la de arriba, sin embargo esto no es así, la razón por esto es porque, la resistencia cuadrática se espera el uso de objetos con masas muy grandes, sin embargo esto no pasó ya que la masa que se usa es una muy chica, de 0.15 kg.

## Ecuaciones de movimiento

### 1. Diagrama de Cuerpo Libre



2. Como podemos ver aquí abajo, la segunda ley de newton dice que la sumatoria de fuerzas es igual a la masa por la aceleración.

$$-b(v_x \hat{i} + v_y \hat{j}) - mg \hat{j} = m(ax \hat{i} + ay \hat{j})$$

3. Aquí separamos los componentes de la ecuación, en x y y. Como podemos ver abajo.

a.  $ma_x = -bv_x$

b.  $ma_y = -bv_y - mg$

4. Aquí sacamos las ecuaciones de la aceleración de los dos componentes dividiendo la masa entre los valores que están del otro lado.:

$$\frac{dv_x}{dt} = -\frac{b}{m}v_x = a_x$$

a.  $\frac{dv_y}{dt} = -\frac{b}{m}v_y - g = a_y$

5. Por último derivamos las ecuaciones de x y y para obtener los valores de velocidad.

$$v_x = v_{0x} - at = v_{0x} - \frac{b}{m}v_x t$$

$$v_y = v_{0y} - at = v_{0y} - \left(\frac{b}{m}v_y - g\right)t$$

### Conclusiones:

Para concluir, este proyecto fue muy útil para entender todos los procesos necesarios para modelar fenómenos físicos con programación. Utilizamos matemáticas y física para encontrar diferentes funciones, ecuaciones, y herramientas útiles que nos dejaron encontrar la forma de demostrar todo esto mediante un programa el cual utiliza todos nuestros conocimientos para poder simular nuestro proyecto. Al final del día sentimos que el proyecto si fue un gran reto que nos obligaba a ver el problema desde distintos puntos de vista y nos ayudó a crecer en los ámbitos de física, matemáticas, programación y análisis.

```

lc;
clear;
vo = input("Cual es la velocidad inicial del
proyectoril: ");
angulog = input("Cual es el angulo de salida: ");

angulor = angulog*pi()/180; %Convertimos el
Angulo a radianes
vox = vo*cos(angulor); %Conseguimos las
velocidades iniciales en el ejex y en el eje y
voy = vo*sin(angulor);
x0 = 0; %Ponemos el valor de las x0 y y0
iniciales
y0 = 2500; %Altura de un volcan
h = 0.065; %Paso de el tiempo de Euler

g = 9.8; %Gravedad
sigma = input("Cual es el coeficiente  $\beta$  de su
proyectoril: ");
D = input("Cual es el diametro de su proyectil:
");
m = 0.15; %Masa del proyectil
b = sigma/D;
t = 0:h:60; %Tiempo con a ritmo del paso antes
usado
vx = zeros(size(t)); %Esto crea un vector que
tenga todos los valores de velocidadx velocidady,
al igual que sus posiciones
vy = zeros(size(t));
x = zeros(size(t));
y = zeros(size(t));
vx(1) = vox; % Esto hace que el primer valor de
estos vectores sean las posiciones iniciales
vy(1) = voy;
x(1) = x0;
y(1) = y0;

```



```

for i = 1:length(vx) %Esto consigue la velocidad
en x con el metodo de euler
    vx(i+1)= vx(i)+h*((-b/m)*vx(i));
end

for i = 1:length(vy)
    %Esto consigue la velocidad en y con el
metodo de euler
    vy(i+1)= vy(i)+h*((-b/m)*vy(i)-g);
end

for i = 1:length(x) % Esto consigue la posición
en x con el metodo de euelr

    x(i+1)= x(i)+vx(i)*h;
end

for i = 1:length(y) % Esto consigue la posición
en y con el metodo de euler

    y(i+1)= y(i)+vy(i)*h;
end


for i=1:size(x,2) %Esto hace la gráfica
    if(i>1 && y(i)<=0)
        break;
    end
    plot(x(i),y(i),'bo','MarkerSize',3);
    xlabel({'Velocidad en x',vx(i),'Posicion en
x',x(i)}) % Esto despliega los valores actuales
de la velocidad y distancias en ambos ejes
    ylabel({'Velocidad en y',vy(i),'Posicion en
y',y(i)})
    hold on;
    pause(0.02);
    axis([-2500 2500 y0-2500 y0+600]);

```

```

    img = imread('volcan2.jpg');%Creamos un
objeto de tipo imagen
    image('CData',img,'XData',[-500
500],'YData',[0 y0]);%Definimos la posicion de la
imagen

```

```

    tx = text(0,y0*2-20,"Posicion x: ");
    ty = text(0,y0*2-120,"Posicion y: ");
    tvx = text(0,y0*2-220,"Velocidad x: ");
    tvy = text(0,y0*2-320,"Velocidad y: ");

```

```

end

```

```

disp("Los Parametros que se usaron fueron:")
fprintf("Angulo: %i\nVelocidad Inicial en x e y:
(%fm/s, %fm/s)\nPosición inicial en (x,y): (%i,
%i)", angulog,vox, voy, x0, y0)
fprintf("\nTamaño del paso usado para Euler: %f\n
gravedad: 9.8\n Coeficiente  $\beta$ : %f\nDiametro:
%f",h, sigma, D)
fprintf("\nMasa: %f\nconstant b = %f\n",m, b)

```