



POSTGRADO EN CRIMINALISTICA

MINISTERIO DE GOBERNACION
POLICIA NACIONAL
INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
WALTER MENDOZA MARTINEZ



*TEMA: ESTUDIO SOBRE TECNICAS DE DETERMINACION DE
TRAYECTORIA DE DISPARO A LA DERIVA EN EFECTO
DESCENDENTE*

Integrante : Ing. JOSE SALVADOR RIVAS

ENERO 2006 MANAGUA, NICARAGUA

INTRODUCCION

nos apoyamos en las ciencias físicas de la dinámica y trayectoria de proyectiles, su comportamiento o afectaciones que sufre el proyectil, en el recorrido que realiza por el espacio, hasta su reposo final, es afectado por algunos movimiento como de rotación y el de traslación y a la misma vez por la fuerza de gravedad y la resistencia del aire.

- El proyectil, en su trayectoria, puede encontrar obstáculos que logra atravesar, tanto en la etapa ascendente como en la descendente, siendo estos indicios o las señales físicas, la base principal para conseguir nuestro objetivo, ya que son testigos mudos que el perito debe saber interpretar, es obvio que el estudio de un indicio debe realizarse de manera profunda y con la ayuda de los métodos y medios técnicos a su alcance.

JUSTIFICACION

- Los investigadores de la policía no están realizando la indagación de manera correspondiente, sobre los casos producidos por disparos a la deriva , por la falta de una técnica metodológica que les oriente que hacer en el lugar del suceso y les resuelva el problema de en que dirección y a que distancia aproximada fue realizado el disparo,

Planteamiento del problema.

- los casos de muertes o lesionados por disparos a la deriva, al quedarse sin dilucidar por los investigadores de la policía Nacional, pasan a aumentar el número de casos sin esclarecer, afectando la efectividad, aumentando la desconfianza, la inseguridad y restando credibilidad de la población hacia los órganos investigativos de la policía Nacional,.

Objetivo General

- Establecer un procedimiento técnico para la determinación de la trayectoria, dirección y distancia aproximada en que fue disparado un determinado proyectil, que en su fase descendente a provocado daños a las personas, que sirva de guía y oriente a los investigadores de la especialidad de balística para dar con el lugar e identificar a los responsables de este acto delictivo.

Objetivos Específicos

- a- Conocer las fuerzas que se oponen al vuelo del proyectil y los movimientos que intervienen durante su vuelo, al abandonar el cañón hasta su reposo.
- b- Conocer los tipos de energías que intervienen en la velocidad del proyectil y la simplificación del estudio de la trayectoria del proyectil al no considerar la resistencia del aire.

- c- Conocer las formulas de las leyes de la mecánica la distancia ideal del trayecto del proyectil y conocer la diferencia real que produce la resistencia del aire.
- d- Conocer que es el coeficiente balístico y para que nos sirve.
- e- establecer la metodología para calcular, la dirección y distancia en que fue disparado un determinado proyectil, al caer este de manera descendente

Preguntas Directrices

- 1.- ¿Cuales son las fuerzas que se oponen al movimiento del proyectil y de que manera intervienen?
- 2.- ¿Qué tipos de energías intervienen en la velocidad del proyectil?
- 3.- A la formula de la ley de la mecánica para calcular la distancia recorrida por un proyectil ¿porque se le denomina teórica o ideal?
- 4.- ¿Que es el coeficiente balístico y para que sirve?
- 5.- ¿Que artificio Matemático utilizaría para determinar la distancia real aproximada en que fue disparado un proyectil?

Diseño Metodológico

- El estudio a realizar es descriptivo, de tipo retrospectivo y explorativo, la población de estudio es el departamento de Managua, el método que utilicé es la recopilación documental y empírico, la observación, la entrevista, por su nivel de profundidad se hará uso de estudio descriptivo explicativo, se basa en la observación, descripción y análisis de los eventos

Recolección de datos

- Los instrumentos utilizados en este estudio para recolectar los datos o información fueron empíricos, la información se recopila a través de fuentes primarias como: FISICA segunda edición de Jerry D. Wilson, MEXICO, Hewitt, Paúl G. FISICA CONCEPTUAL. Segunda Edición. Addison-Wesley Iberoamericana. Y la Webs recomendadas

Procesamiento de datos

- La información se obtuvo realizando análisis y apuntes sobre el folleto “la prueba pericial balística”, en el capítulo de balística exterior. extracción y análisis de formulas ideales del libro de física de Jerry D. Wilson. Extracción de párrafos y Análisis de temas sobre el coeficiente balístico por Internet. extracción de datos del libro de trayectoria y efecto de proyectiles de armas cortas. la capacidad existente del análisis balístico del proyectil de establecer el tipo de arma que disparó un determinado proyectil.

Marco Teórico

- El estudio del movimiento parabólico se basa en las formulas ideales de la mecánica, sin considerar la resistencia del aire, debido a lo difícil de establecer el coeficiente balístico en cada caso y en cada proyectil, con el resultado de la fórmula ideal y con los datos reales del fabricante de proyectiles, un ardid matemático y el análisis de elementos generadores del hecho como: **el proyectil, el medio ambiente, y las huellas.**

Capítulo I — FUERZAS QUE SE OPONEN AL RECORRIDO DEL PROYECTIL



Galileo Galilei: estudió y dedujo ecuaciones del lanzamiento de proyectiles. La trayectoria descrita por un proyectil es una curva específica llamada parábola. El tiro parabólico se puede estudiar como resultado de la composición de dos movimientos:

Uniforme a lo largo del eje X ($a_x = 0$)

Uniformemente acelerado a lo largo del eje vertical Y.

Demostró que los proyectiles describen en el vacío **un arco parabólico** por efectos de gravedad ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)



Isaac Newton: con la descripción de la ley de la gravedad, aclaró la causa del movimiento curvilíneo de los proyectiles, determinando la cantidad de movimiento transferida que este cede a las partículas de aire en reposo.

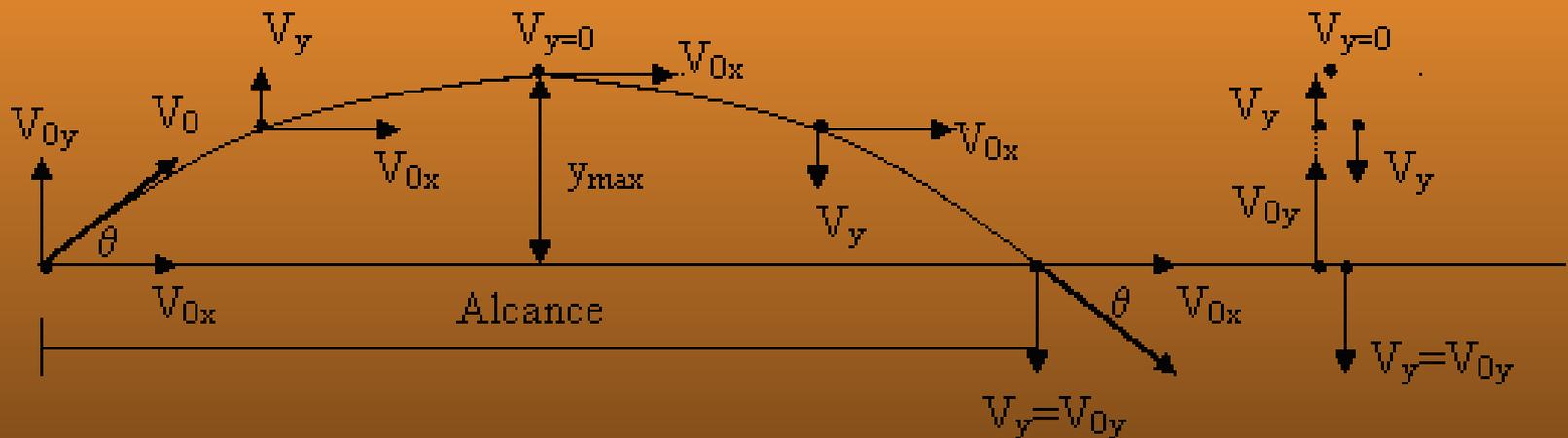
cualquier cuerpo lanzado con cierta inclinación hacia arriba, su movimiento se realiza bajo la acción de la fuerza de gravedad y de la resistencia del aire, si no actuara la fuerza de gravedad , la trayectoria del proyectil seria una línea recta, la fuerza de atracción que ejerce la tierra actúa hacia abajo en cada punto de su trayectoria, obliga al proyectil a describir una parábola ascendente y descendente

La resistencia del aire es otro factor que afecta la aceleración de un objeto que cae, es fácil observar que una moneda cae mas rápido que una hoja de papel, en este caso la resistencia del aire juega un papel notable, no obstante en un vacío donde la resistencia del aire es despreciable el papel y la moneda caen con la misma aceleración debida a la gravedad.

- 1,4- Prescindiendo del roce del aire, las tres leyes fundamentales que regulan la caída son:
- A) Todo cuerpo que cae libremente tiene una trayectoria vertical.
- B)- La caída de los cuerpos es un movimiento uniformemente acelerado.
- C)- Todos los cuerpos caen con la misma aceleración. Esta aceleración de caída es la aceleración de la gravedad, g , y vale 9.8 m/s^2

LANZAMIENTO DE PROYECTILES TIERRA – TIERRA

cuando se lanza con un ángulo de inclinación respecto a la horizontal. Se separa este movimiento en dos, uno horizontal uniforme (velocidad en el eje horizontal) y otro uniformemente variado (la velocidad vertical varía porque existe la aceleración de la gravedad, dirigida hacia abajo).



Capítulo 2

Energías que intervienen en la velocidad del proyectil

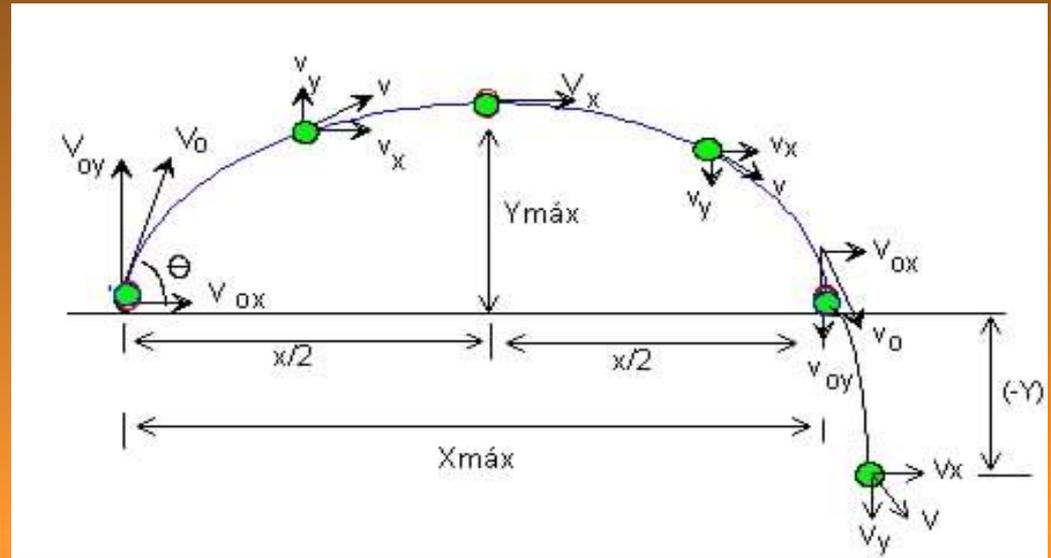
- Energía cinética : es la energía del movimiento, matemáticamente definida como la mitad del producto de la masa y el cuadrado de la velocidad de un objeto en movimiento.
- Energía potencial gravitacional, es un trabajo en contra la gravedad y del movimiento expresado en masa , gravedad y altura.

II. 1- al salir impulsado el proyectil con una velocidad determinada, adquiriendo una máxima de energía cinética, y se le opone una energía potencial que es leve pero a medida que el proyectil avanza en su trayectoria, la energía cinética decrece y la potencial crece, hasta llegar a la altura máxima donde la velocidad inicial llega a cero y la energía potencial adquiere su máxima potencia. iniciando el proyectil su descenso y el fenómeno de las energías se invierte.

Capitulo 3.- Formula de la distancia ideal.

esta distancia es máxima cuando el ángulo de lanzamiento es de 45 grados a esto se le denomina alcance máximo.

(Despreciándose la resistencia del aire). El desplazamiento realizado por un proyectil en la dirección horizontal esta expresado por:



Ecuación de distancia máxima teórica

$$X = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen } 2\alpha}{g}$$

BALÍSTICA CON RESISTENCIA DEL MUNDO REAL

Figura A: representa a la trayectoria del proyectil sin tomar en cuenta La fricción del aire. Que tienen un efecto apreciable sobre los proyectiles en especial sobre los que son ligeros y rápidos por lo que tiene que considerarse el coeficiente balístico

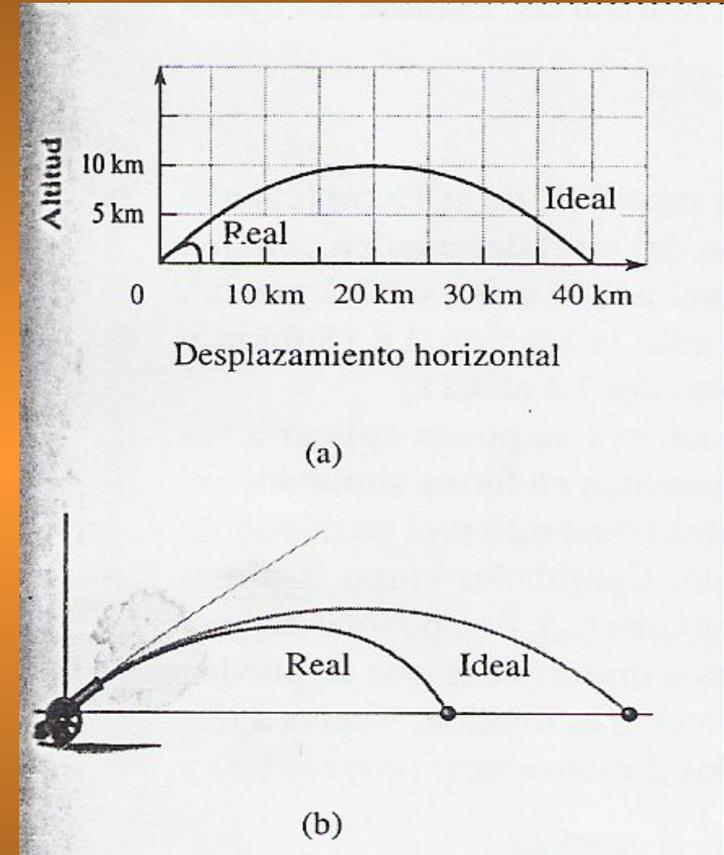


Figura B: El proyectil en condiciones reales, considerando El coeficiente balístico, puede perder hasta la mitad de su rapidez inicial y recorrer un poco menos de lo que hubiera llegado sin fricción.

Cuadro de comparación de proyectiles de diferentes calibres y armas en un espacio teórico y otro real

	Masa	Diámetro	Rapidez de salida	teorico	Real
Arma	(kg)	(mm)	$V_0 = (m/s)$	D= (m)	(m)
Lanzagranadas	0,23	40,00	76,00	590	400
Mortero	4.2	81,00	240,00	5,900	3,740
Pistola Cal. 0.45	0,00162	11,40	262,00	7,000	1,500
Mortero	11,80	106,70	299,00	9,100	5,610
Cañón/obús M198	43,00	155,00	376,00	14,400	9,870
Cañón/obús 8 pulg. M1	90,70	203,00	594,00	36,000	16,600
Rifle M-14	0,00101	7,62	853,00	74,000	3,700
Rifle M-16	0,0036	5,56	991,00	100,000	2,600
Gran Berta Cañón Alemán	120,00	210,00	2000,00	407,890	115,000

Capitulo 4

EL COEFICIENTE BALISTICO

El coeficiente balístico de un proyectil es un valor numérico que describe la capacidad que tiene ese proyectil en atravesar el aire, este valor depende esencialmente de la forma, el peso y la longitud del proyectil. Cuanto mayor sea el coeficiente balístico de un proyectil menor será la deceleración por la resistencia al aire y mantendrá de mejor forma su velocidad en vuelo.

¿Como se mide el coeficiente balístico de un proyectil?

Solo es posible mediante el uso de cronógrafos, instrumentos que miden la velocidad de los proyectiles en movimiento, y por lo general se necesitan dos cronógrafos, uno situado cerca de la inmediata salida del proyectil del cañón y otro a una distancia determinada con exactitud, desde el primer cronógrafo. Mediante una compleja fórmula matemática, se calcula el coeficiente balístico en función de la diferencia de las dos velocidades obtenidas en los cronógrafos

Capitulo 5.-

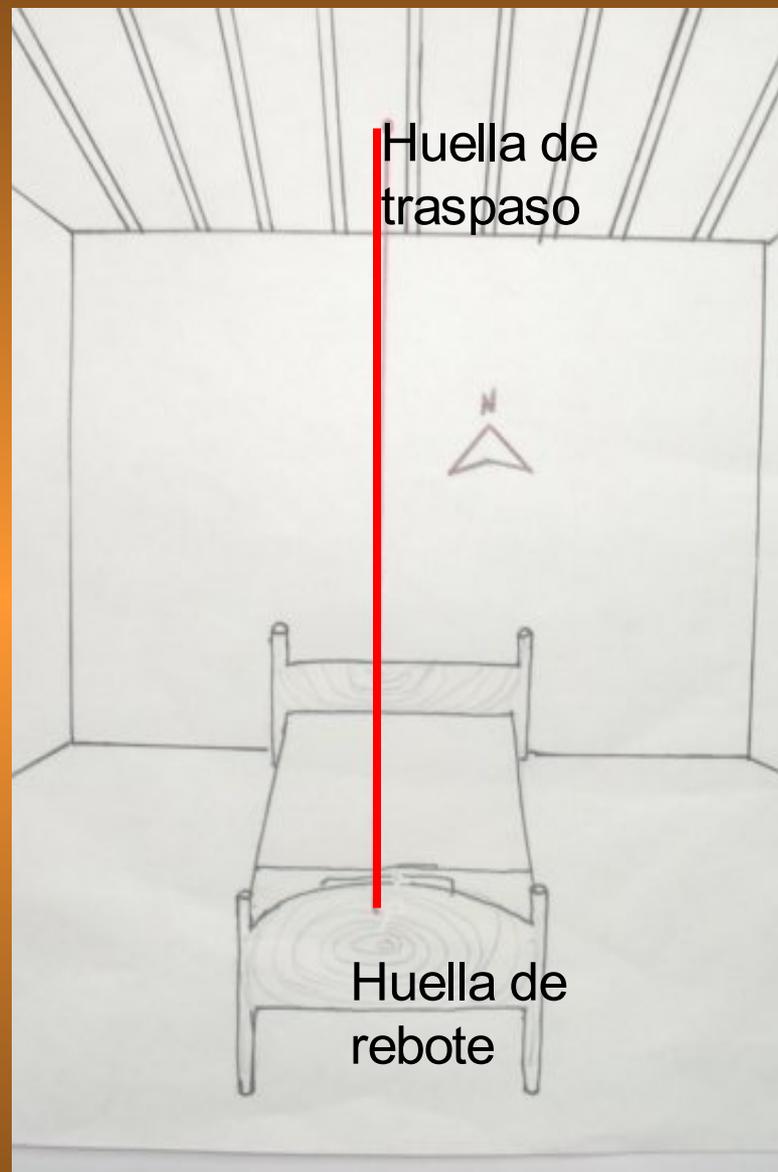
CÁLCULO DE DIRECCION Y DISTANCIA DE DISPARO DE PROYECTILES.

El desplazamiento de un cuerpo es el segmento de recta que une la posición inicial y final de un cuerpo, cuyo origen se encuentra en el segmento A con la huella de traspaso y su extremo final en el punto B. con la huella de rebote



Su dirección por el segmento de recta va orientada de A hasta B, por lo que el proyectil en movimiento es una magnitud física que posee dirección y sentido,

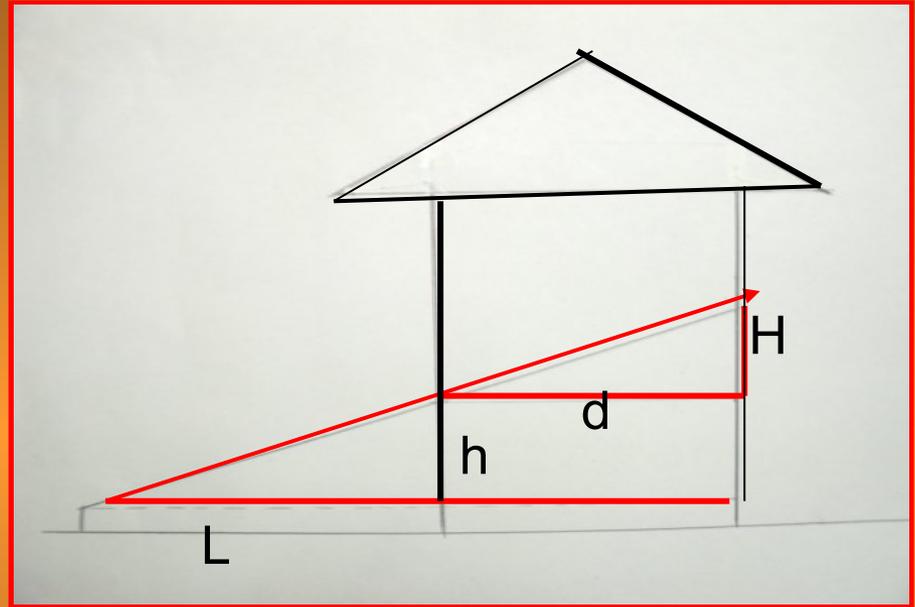
En este caso se puede usar un cordel o un sistema láser para prolongar la línea de situación, o desde el orificio de entrada hacer coincidir con el rebote, hacerlos concordar en una sola línea y con una brújula encontrar su horizonte



DISTANCIA RECORRIDA POR EL PROYECTIL DE MANERA ASCENDENTE

$$\bar{L} = \frac{h \times d}{H}$$

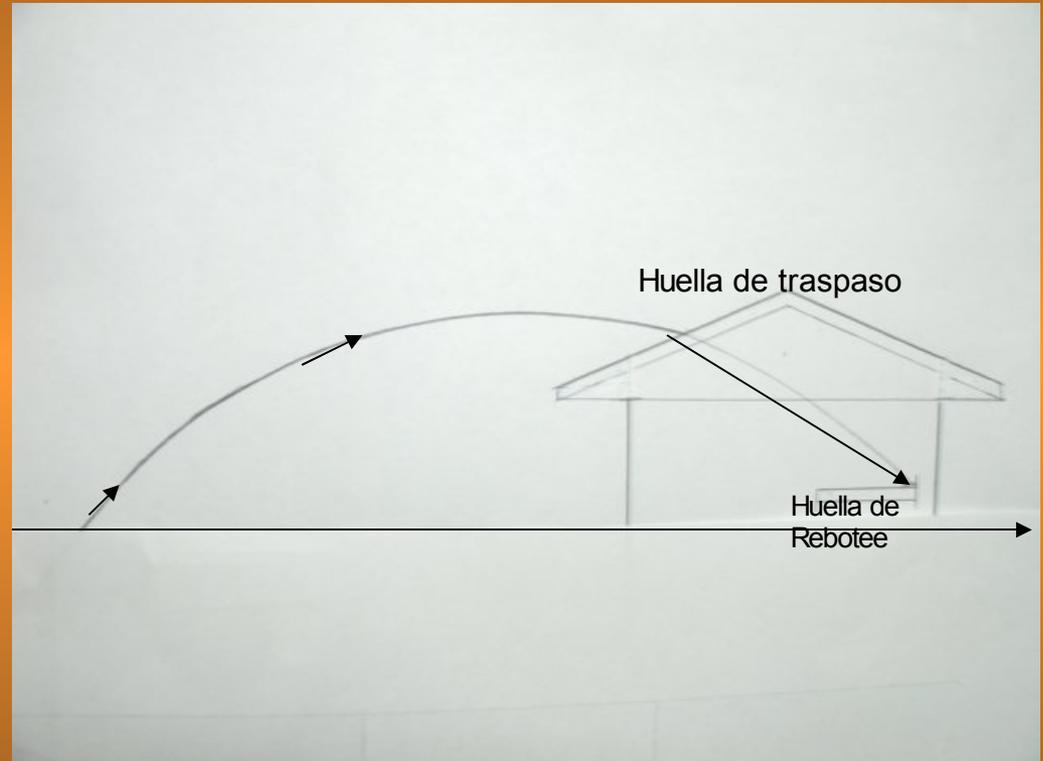
h.= altura del orificio de entrada
H.= altura del orificio de entrada al de salida
d.= Distancia del orificio de entrada al de salida
L.= distancia que se busca.



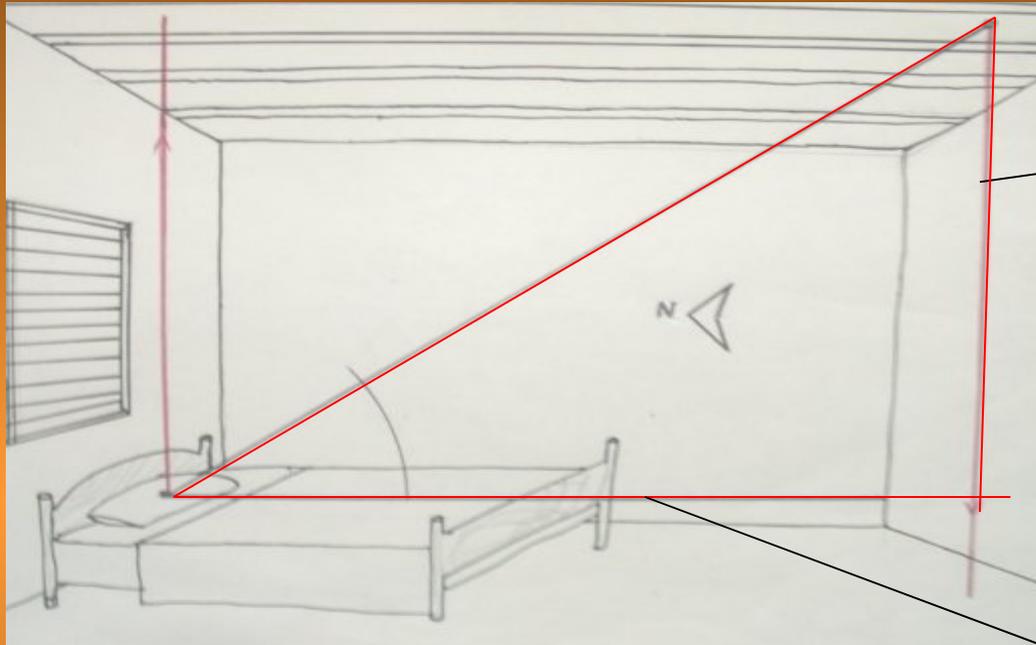
Las huellas producidas por el proyectil que viaja de manera ascendente, al impactar contra un obstáculo, se reflejan de abajo hacia arriba como en la figura la distancia de disparo se calcula por medio de formula de igualdad de triángulos.

HUELLAS PRODUCIDAS POR EL PROYECTIL CUANDO VIAJA DE MANERA DECENDENTE

Cuando el proyectil viaja de manera descendente, las huellas se producen de arriba hacia abajo y se refleja en un segmento de recta que une la posición inicial, que en este caso es la parte mas alta y la final la parte mas baja donde se encontraran huellas de traspaso y de rebote.



CALCULO DEL ÁNGULO DE CAIDA DEL PROYECTIL



Línea vertical
(Cateto opuesto) 3m

Línea horizontal (Cateto
adyacente) 5.2 m

$$\text{tang} = \frac{\text{Cateto opuesto al ángulo}}{\text{Cateto adyasente al ángulo}} = \frac{3}{5,2} = 0,576$$

se aplica en la calculadora la tangente inversa, resulta 30° que es el ángulo de caída del proyectil.

Calculo aproximado de distancia de disparo

Para calcular las distancias en esta situación con el ángulo encontrado y el proyectil, obtenemos los datos para resolver operativamente la distancia aproximada en que fue disparado, basándonos en la formula de distancia máxima teórica

G = valor de gravedad = 9,8 m/s

Vo = velocidad inicial = 365 m/s

ángulo de tiro = 45°

$$x = \frac{v_o^2 \cdot \text{sen } 2\alpha}{g}$$

Sustituyendo $x = \frac{133225 \frac{m^2}{s^2}}{9.8 \frac{m}{s^2}} \times 1 = 13,594.38 \text{ m}$

Con ángulo de 30°

Los datos del proyectil son los proporcionados anteriormente

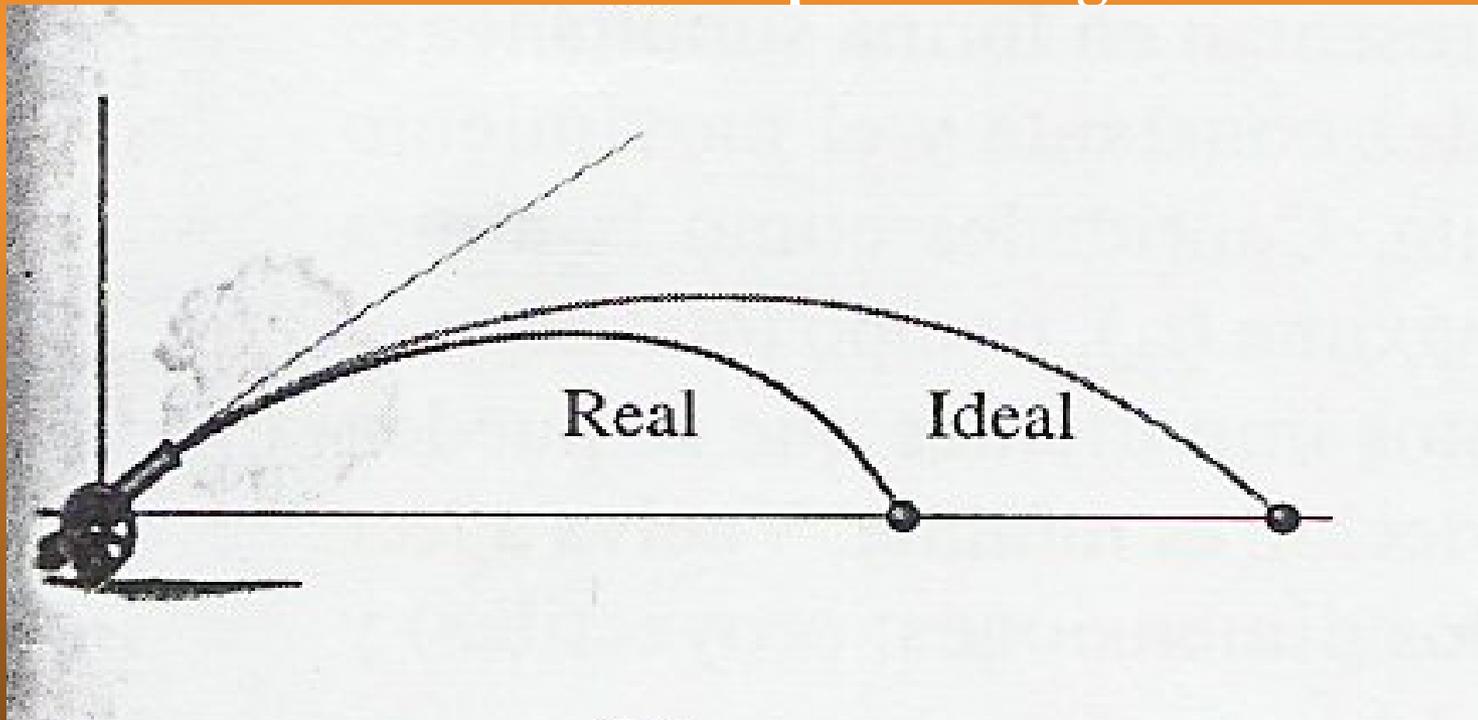
$$x = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen } 2\alpha}{g}$$

$$\text{Sustituyendo } x = \frac{133225 \frac{m^2}{s^2} \times 0.86602}{9.8 \frac{m}{s^2}} = 11.773 \text{ m}$$

Se calcula la diferencia de porcentaje por regla de tres entre el resultado de la distancia máxima ideal en grado de 45° con los resultados de 30°.

Distancia en $45^\circ = 13,594.38 \text{ m}$ ~~100%~~
Distancia en $30^\circ = 11,773 \text{ m}$ ~~X~~

La diferencia de porcentaje es $13,39 \%$ Este porcentaje se le resta a la distancia máxima real de 1650 m , Resultando una distancia real de disparo aproximada de 1429 m , en ángulo de 30° . Este resultado es similar si se dispara en ángulo de 60°



existe una forma mas directa y sencilla de realizar la relación, siendo esta por interpolación de los datos,

Resultado ideal en $45^\circ = 13594,38$ 1650
resultado ideal en $30^\circ = 11,773$ X

$$X = \frac{11773 \times X \times 1650}{13594,38} = 1429 \text{ m}$$

COMPARACION DE DATOS CON PISTOLA BROWNING 9 MM

θ	ANGULO DE DISPARO	DISTANCIA IDEAL EN METROS	REFERENCIA CON EL ANGULO DE 45° %	DISTANCIA REAL EN METROS
89°		474,37	96,5	57
85°		2360	82,6	287
80°		4649,55	65,8	564,3
70°		8738	35,7	1060
60°		11773	13,39	1429
50°		1338,7	1,52	1443,4
45°		13594,12	0	1650
40°		1338,7	1,52	1443,4
30°		11773	13,39	1429
20°		8738,3	35,7	1060
10°		4649,55	65,8	564,3
5°		2360	82,6	287
1°		474,37	96,5	57

cuando se dispara en ángulo de 45° , cualquier ángulo menor o mayor, la distancia que recorrerá el proyectil horizontalmente es menor, también se aprecia similitud de distancia recorrida entre ángulos mayor con el menor, se aprecia que todo disparo mayor de 45° grados recorre mayor altura y los menores la altura que recorre es menor, aunque la distancia horizontal sean iguales

conclusiones

- Se calcula la distancia ideal con el ángulo de 45° y el encontrado en el lugar del hecho con la fórmula teórica, se calcula por medio de regla de tres, la diferencia en porcentajes entre los resultados encontrados, Este porcentaje se le resta a la distancia máxima real, dado por el fabricante del arma y tenemos una deducción de distancia real aproximada en que fue disparado ese proyectil.

Recomendaciones

- .- Impartir cursos sobre esta metodología a peritos e investigadores para poner en práctica el uso de esta investigación,
- .- Los especialistas en balística deben hacer uso del software de balística que ayudaran al esclarecimiento de estos tipos de casos,



MUCHAS GRACIAS