



ESCUELA NAVAL "ARTURO PRAT"

Sistemas de Armas 2025

UT N°1: Explosivos

CC Sr. Cristián SORO Encalada



HONOR

LEALTAD

PATRIOTISMO

VALENTÍA

INTEGRIDAD

DEBER

Referencias

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



- A. Capítulo 12 de “Principios de los Sistemas de Armas Navales” D. FRIEDEN
- B. Reglamento de Explosivos de la Armada Res. 3-44/1 1989
- C. Manual de Demoliciones de la Armada Res. 2-44/1 1986



Resultado de Aprendizaje

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Que el cadete identifique los diferentes tipos de explosivos de empleo militar, para ser capaz de efectuar comparación entre sus características, empleos y efectos.



Definiciones Básicas

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



- **EXPLOSIÓN:**

Es la reacción química de un material cuyo resultado es una rápida y violenta liberación de energía. Mecánicas, Químicas y Nucleares (transformación en la composición química).

- **COMBUSTIÓN:**

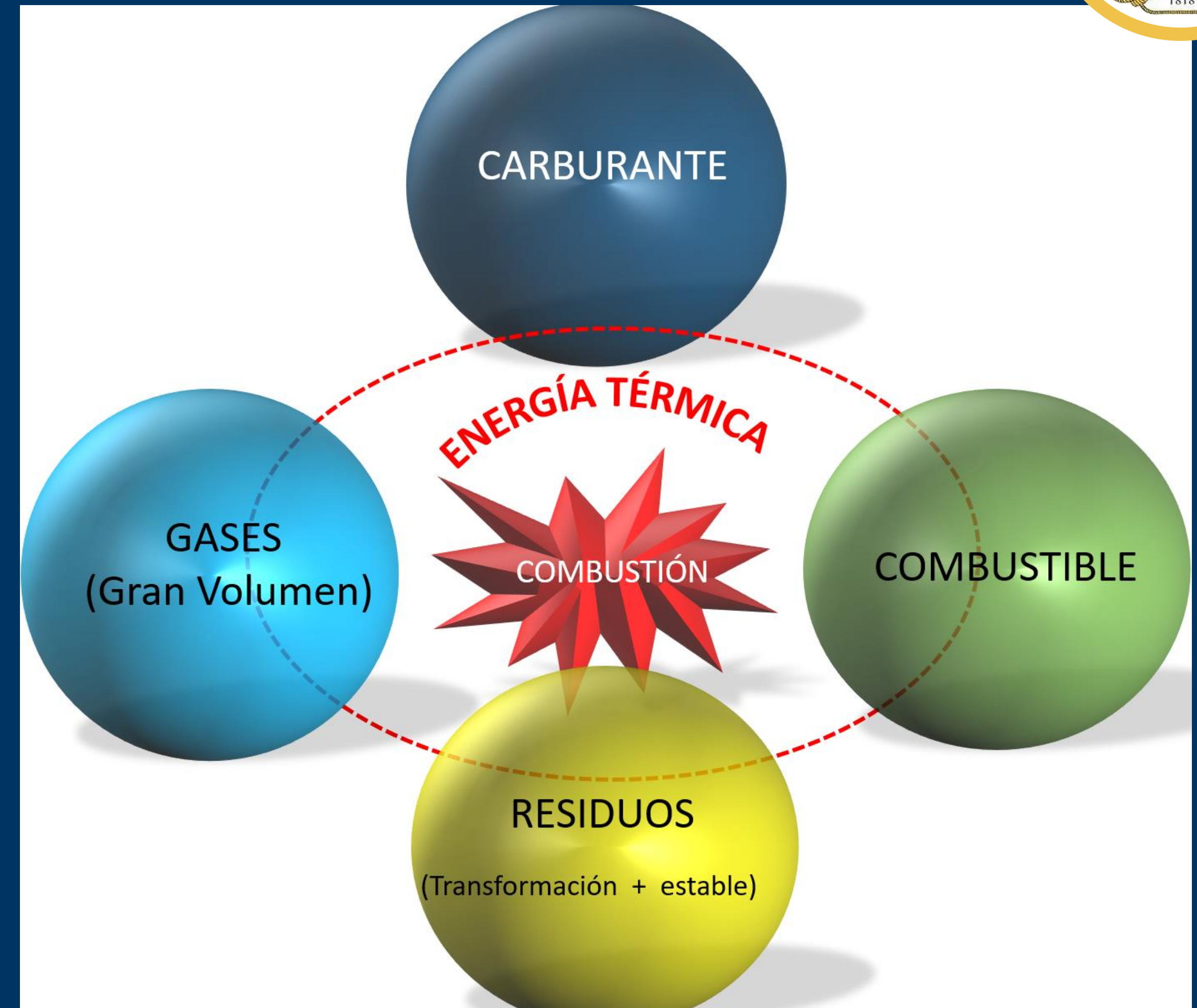
Reacción química del hidrógeno, carbono o metales con el Oxígeno.

- **COMBURENTE:**

Elemento químico que posibilita la combustión de una sustancia al aportar Oxígeno en cantidades suficientes para su transformación.

- **COMBUSTIBLE:**

Elemento químico que, en contacto con un comburente y un adecuado aporte de calor, reacciona liberando gran cantidad de gases, energía térmica y residuos.



PATRIOTISMO

HONOR

LEALTAD

VALENTÍA

INTEGRIDAD

DEBER

Definiciones Básicas

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Combustión Natural

Madera + Oxígeno + Calor

Genera : Energía térmica, gases y residuos



Explosivo

Compuesto químico creado por el hombre para optimizar las características de una combustión de modo de disminuir el tiempo de reacción, aumentar la cantidad de gases y energía térmica liberada y disminuir la cantidad de residuos, permitiendo iniciar la reacción a voluntad.

Características de los Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Características Generales

- Contiene su propio Oxígeno.
- Requieren un aporte de energía térmica o mecánica para reaccionar.
(Sensibilidad)
- Inician su descomposición química en el mismo instante en que se termina su fabricación.
(Estabilidad)
- Sensibles a las altas temperaturas.
- Sensible a cambios bruscos de temperatura.
- Absorben humedad.
(Capacidad higroscópica)
- Sensibles a golpes.
(Fractura física)



Características de los Explosivos

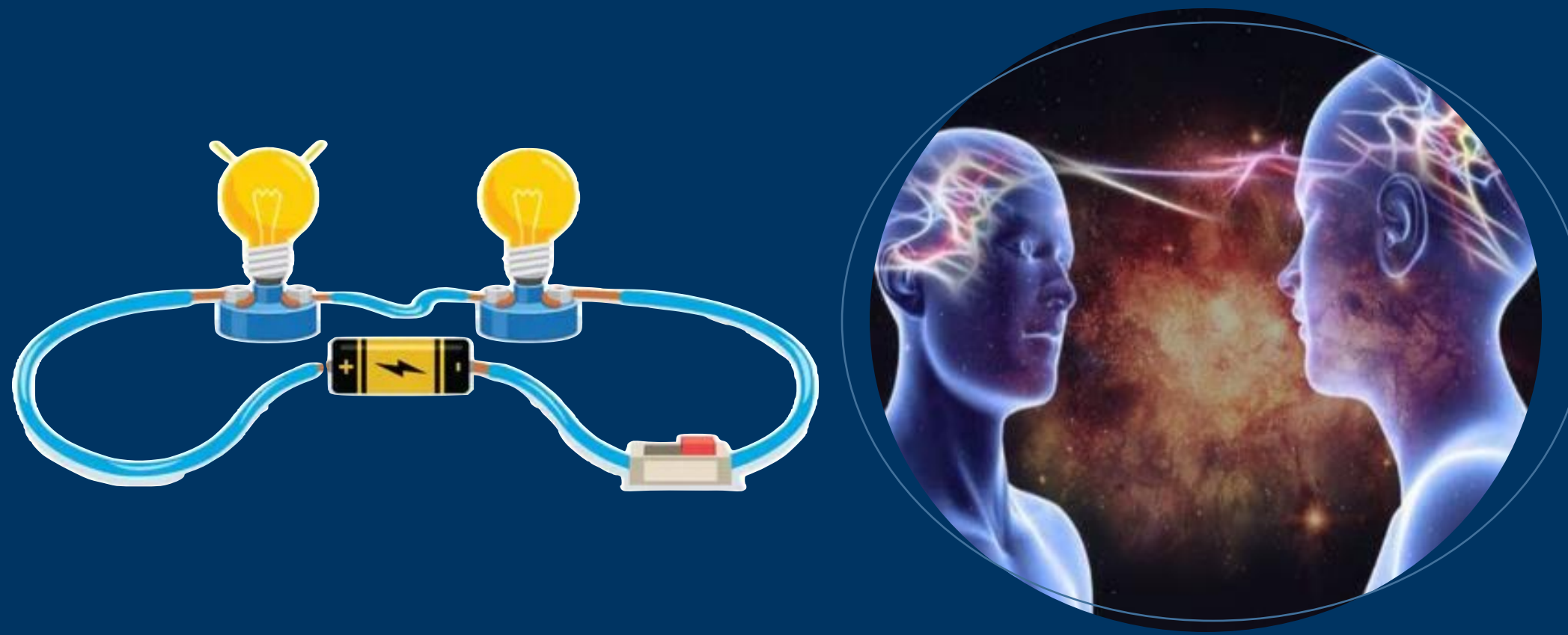
Energía

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Visión de la Energía

“La energía no se pierde, sólo se transforma”



Tipos de Energía

- ✓ Energía Potencial
- ✓ Energía Térmica
- ✓ Energía Química
- ✓ Energía Mecánica

“Un explosivo posee energía química, la cual se transforma en energía térmica, energía mecánica y residuos”

Características de los Explosivos

Deflagración, detonación, explosión

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Explosión

Nota: Su clasificación depende de los usos militares que se les dan.

Características de los Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Características de las Explosiones

DEFLAGRACIÓN

Genera un frente de reacción, con velocidades de cientos mts/s.

Depende de la T° y la Presión.

Deja gran cantidad de residuos.

El frente de la reacción se desplaza en sentido opuesto al de los productos de la reacción.

Se emplea para Impulsar o propulsar la munición desde el buque hasta el blanco, usando los gases generados.

DETONACIÓN

Genera una onda de choque, con velocidades entre 2.000 y 3.000 mts/s.

No depende de la T° ni de la Presión

No deja residuos visibles

Los productos de la reacción, se desplazan en el mismo sentido que la onda de choque.

Se emplea para despedazar la cabeza de combate y dañar el blanco.

PATRIOTISMO

HONOR

LEALTAD

VALENTÍA

INTEGRIDAD

DEBER

Características de los Explosivos Militares

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Requerimientos I

- **Alta disponibilidad y Bajo Costo.**

- **Sensibilidad:**

Facilidad de detonar ante un estímulo de calor o golpe. Debe ser adecuado al uso que se le dé al explosivo.

- **Estabilidad:**

Capacidad del explosivo de mantener sus características en el tiempo durante su almacenamiento.

- **Potencia:**

Capacidad del explosivo de entregar la energía requerida por diseño.



DISPONIBILIDAD



SENSIBILIDAD



ESTABILIDAD



POTENCIA

PATRIOTISMO

HONOR

LEALTAD

VALENTÍA

INTEGRIDAD

DEBER

Características de los Explosivos Militares

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Requerimientos II



PODER DE RUPTURA



DENSIDAD



VOLATILIDAD



TOXICIDAD

- **Poder de Ruptura:**

Es la capacidad total de trabajo, se mide por la rapidez con que alcanza su máxima presión.

- **Densidad:**

Peso de explosivo por unidad de volumen. A mayor densidad, mayor potencia de la cabeza de combate.

- **Volatilidad:**

Factibilidad de vaporización del explosivo.

- **Higroscopicidad:**

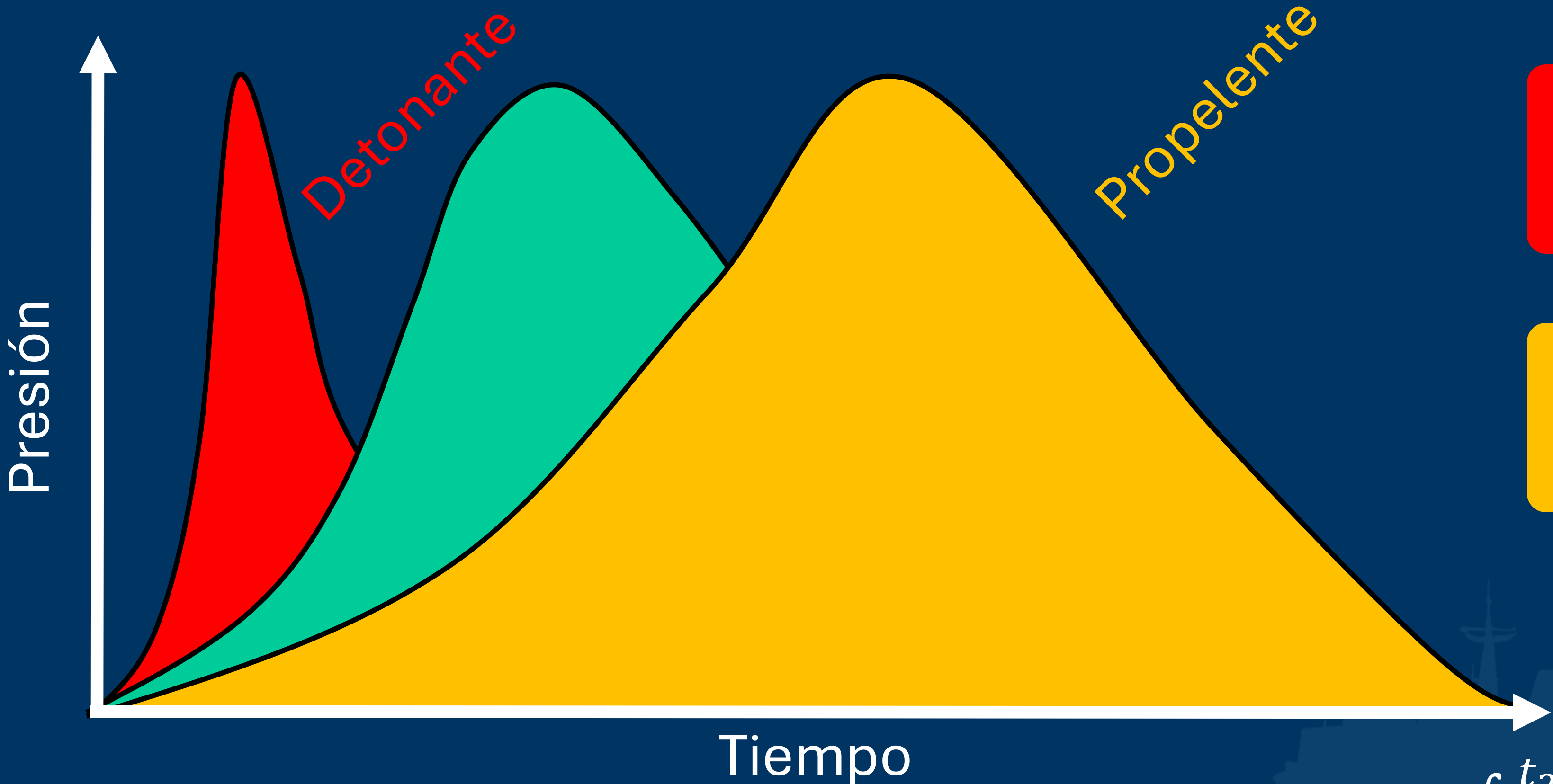
Capacidad del explosivo de absorber humedad.

- **Toxicidad:**

Nivel de peligrosidad para la salud humana, asociada al contacto o inhalación de vapores tóxicos emanados del explosivo.

Diagrama de los Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Mayor poder de ruptura
(Mayor presión en el mínimo tiempo)

Reacción lenta
(Impulsar proyectiles)

$$E = \int_{t_1}^{t_2} P \cdot A \cdot v(t) \cdot dt \approx P \cdot \Delta t \cdot V$$

Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Tipos

Detonadores

Explosivos Rompedores

- ✓ Primarios o Iniciadores
- ✓ Secundarios
- ✓ Mezclas explosivas



Propelentes

✓ De cañones



- Base Simple
- Base Doble
- Base Triple

✓ De Misiles

- Sólidos
- Líquidos

Composiciones Pirotécnicas

Efecto óptico
Acústico

Efectos
Incendiarios

Clasificación de Explosivos

Detonadores

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



DETONADORES

(Explosivos o rompedores)

1 PRIMARIOS O INICIADORES

De alta sensibilidad, reaccionan a pequeños estímulos de calor o golpe, se usan para iniciar a los explosivos secundarios en una cadena explosiva.

1

Azoturo de Plomo

2

DDPN (Diazodinitrophenol)

3

Azoturo de Plata

4

Fulminato de Mercurio

5

Nitroglicerina

Clasificación de Explosivos

Detonadores

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



DETONADORES

(Explosivos o rompedores)

2 SECUNDARIOS

De baja sensibilidad, aportan la mayor parte de la energía en una detonación, de alta velocidad de reacción. sus compuestos químicos contienen pequeñas porciones de explosivos primarios y aumentan su sensibilidad si se descomponen.

1

SIMPLES

TNT, TETRYL, RDX, HMX, PETN

2

COMPUESTOS

TORPEX, C4, AMATOL, HEXOTONAL, OCTOL



Clasificación de Explosivos

Detonadores

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



DETONADORES

(Explosivos o rompedores)

3

MEZCLAS EXPLOSIVAS

(FAE: Fuel air explosive) o bomba termobárica.

Fueron desarrollados para generar altas temperaturas y abarcar mayor área, en blancos de poca accesibilidad. Emplean gas o líquidos en aerosol los que luego de un tiempo de despliegue, son detonados con una espoleta de retardo

1

GAS BUTANO

(Poca resistencia en el área)

2

BENCENO

Este tipo de detonantes es usado preferentemente en bombas de aviación.



Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Clasificación de Explosivos

Propelentes

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



PROPELENTES (Pólvoras)

“Empleadas principalmente para propulsar proyectiles, tienen características de explosivos deflagrantes.”

1

BASE SIMPLE

(Nitrocelulosa)

Regula potencia, mucho residuo

\$

2

BASE DOBLE

(Nitrocelulosa + Nitroglicerina)

Mayor potencia, mayor temperatura que aumenta el desgaste de las ánimas, disminuye vida útil. Es más cara que la anterior.

3

BASE TRIPLE

(Nitrocelulosa + Nitroglicerina + Nitroguanidina)
Igual potencia a la Base Doble pero con menor temperatura, aumenta la vida útil del cañón. Es más cara que las anteriores.

\$\$\$

Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Propelentes – Propiedades

1 Explosivos Deflagrantes



Presión
Temperatura

Combustión



2 Las pólvoras se queman en forma superficial y su velocidad de quema depende de la superficie de contacto entre la pólvora y la fuente de calor.

3 Velocidad de quemado

Influye en la cantidad de gases que genere por unidad de tiempo y, por lo tanto, en la forma en que aumente la presión dentro de una vainilla o contenedor.



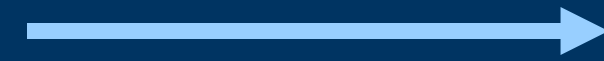
Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



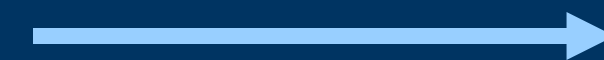
Propelentes – Propiedades – Velocidad de Quemado

Tamaño del Grano



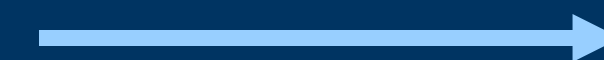
A menor tamaño, mayor velocidad de quemado

Forma del Grano

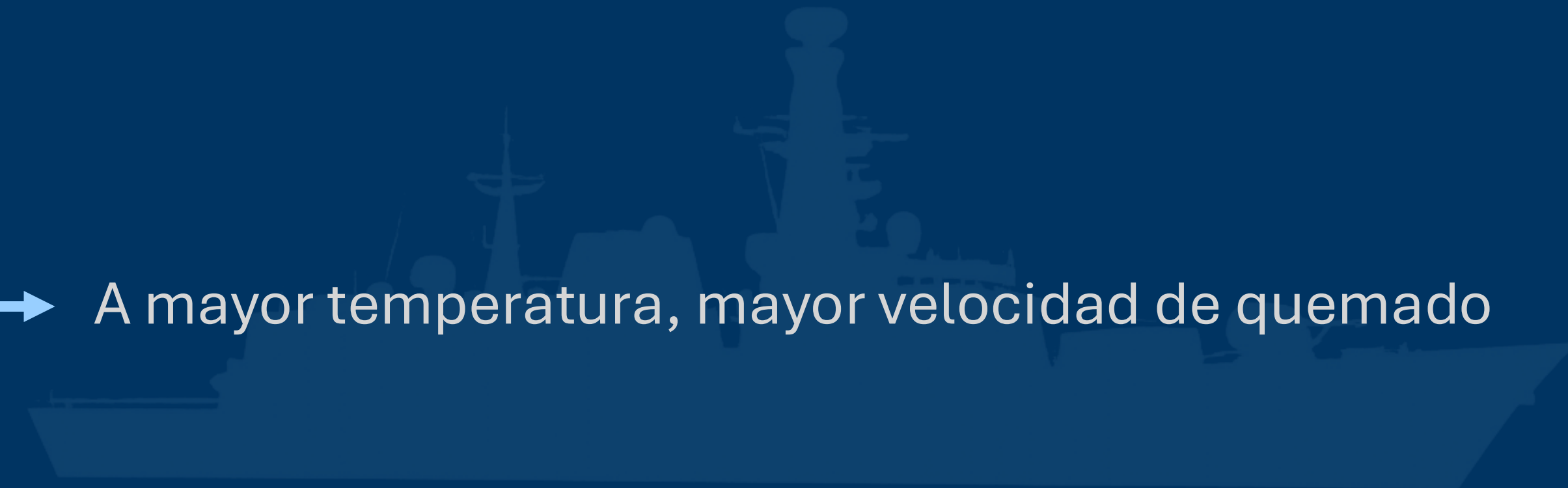


A menor superficie, mayor velocidad de quemado

Temperatura de Quemado



A mayor temperatura, mayor velocidad de quemado



Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Propelentes – Propiedades – Propelentes Líquidos (*Misiles*)



COMBURENTE

- ✓ Oxígeno Líquido
- ✓ Oxígeno Líquido
- ✓ Oxígeno Líquido
- ✓ Fluorine (F_2)
- ✓ Ácido Nítrico
- ✓ Oxígeno Líquido

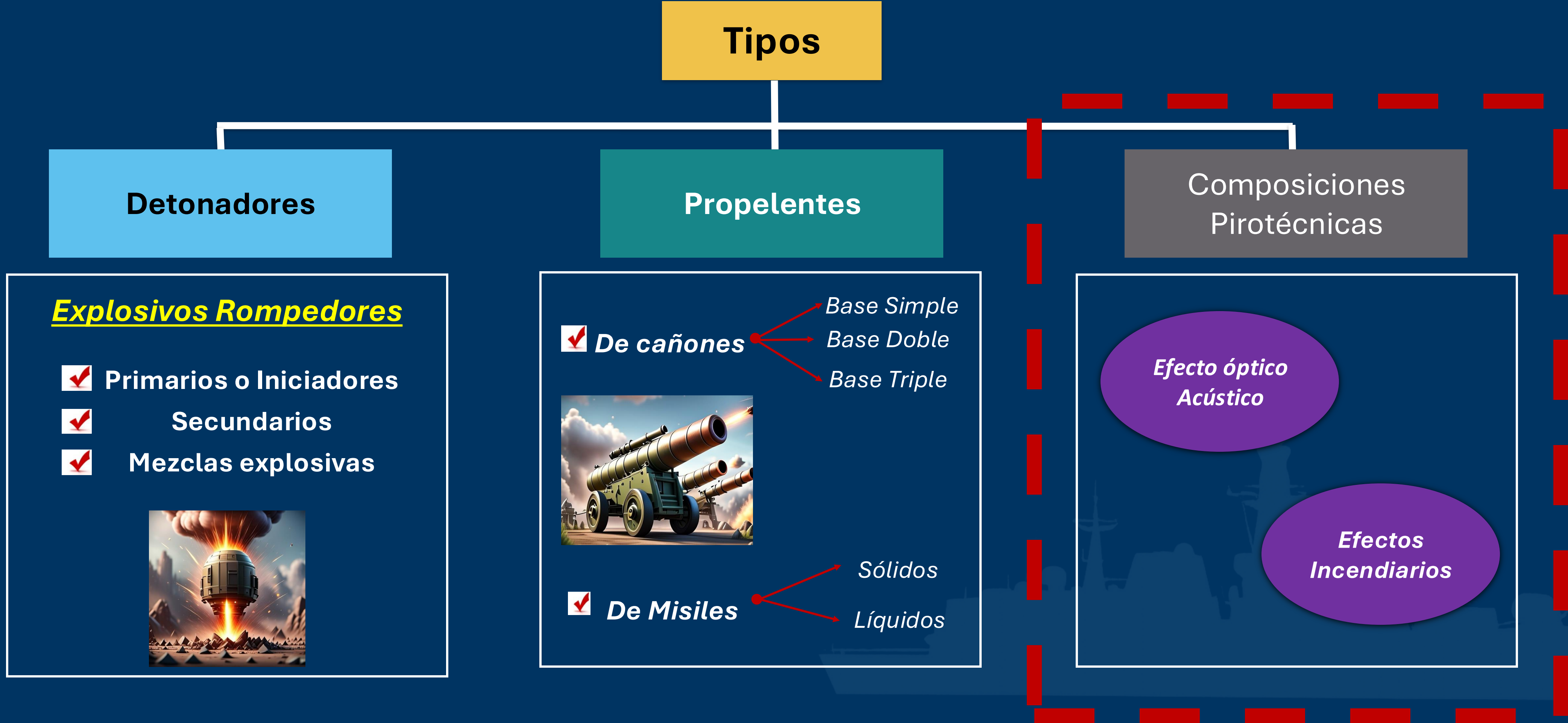
COMBUSTIBLE

- ✓ Alcohol (V-2)
- ✓ Hidrógeno (CH)
- ✓ Ergoles
- ✓ Hidrocarburos
- ✓ Amoníaco
- ✓ Hidrazine (M. Crucero)

El propelente se conforma con una mezcla del comburente y combustible, genera gran cantidad de gases, empleados en la propulsión de un misil o cohete por impulso - reacción

Clasificación de Explosivos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Clasificación de Explosivos

Composiciones Pirotécnicas

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



1

*Efecto
Óptico - Acústico*

Empleadas para maximizar la generación de luz y ruido, usados en armas antiterroristas (ceguera o aturdimiento)

PÓLVORA NEGRA, ALUMINIO EN POLVO, MAGNESIO, CLORATO DE POTASIO

2

*Efectos
Incendiarios*

Se busca encender e incendiar el blanco, mediante un explosivo que potencie la generación de calor y su adherencia al blanco.

TITANIO EN POLVO, ALUMINIO EN POLVO, FÓSFORO BLANCO, FÓSFORO ROJO, THERMITE, NAPALM.

Clasificación de Explosivos

Composiciones Pirotécnicas

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Fósforo Blanco

THERMITE

Explosivo incendiario compuesto por
Aluminio en polvo y Óxido de metal
(aporta Oxígeno)

Genera temperaturas sobre los
3.000°C

Se investiga THERMITE nanométrico.

Clasificación de Explosivos

Composiciones Pirotécnicas

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



NAPALM

GENERA 1200 °C sobre el blanco y se adhiere a las construcciones. Solo se extingue al sumergirlo totalmente en agua y arde en combustión lenta lo que retarda su extinción.



Avión lanzador

Cadenas Explosivas

Detonante

CONCEPTO

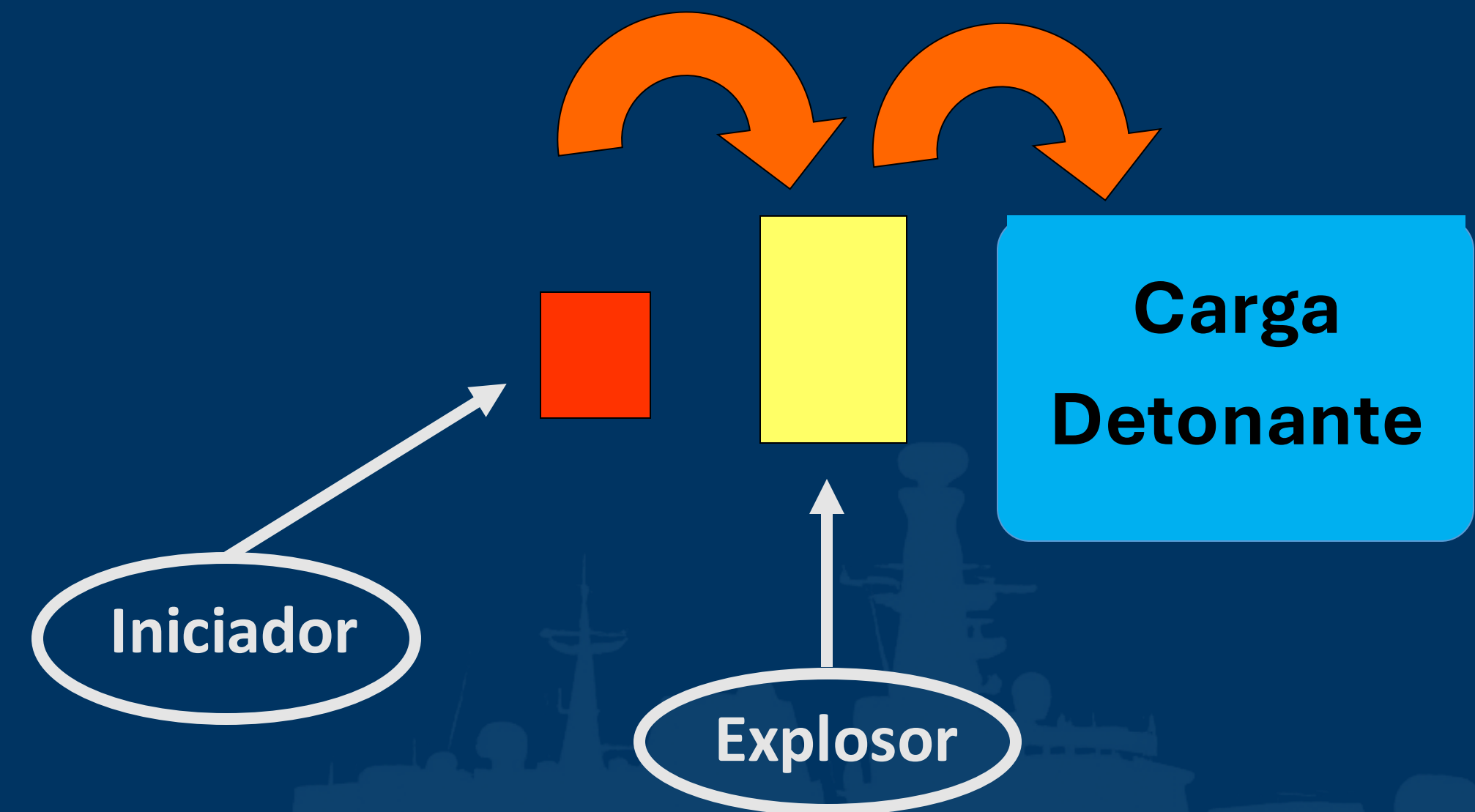
Es la entrega de energía térmica de un explosivo de alta sensibilidad (**iniciador**), a uno de baja sensibilidad (**Detonante secundario o explosor**) para detonar una gran carga explosiva.

Generalmente las cadenas explosivas tienen pequeñas cantidades del explosivo iniciador y grandes cantidades del explosivo secundario que harán detonar

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



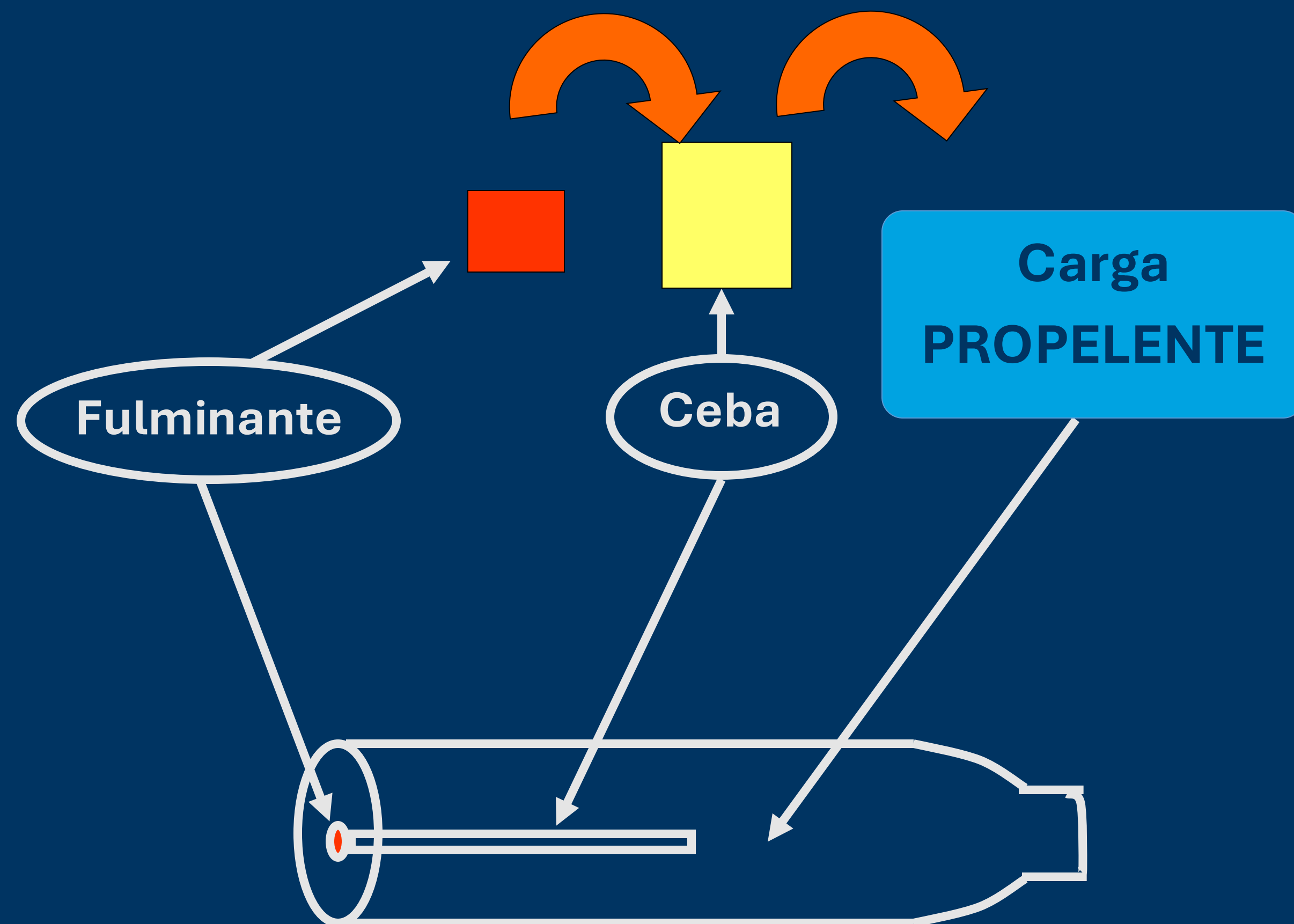
Cadena Explosiva Detonante



Cadenas Explosivas

Propelente

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



GRANADAS SORDAS...

Detonación por simpatía.

Manipulación de Explosivos a bordo

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"

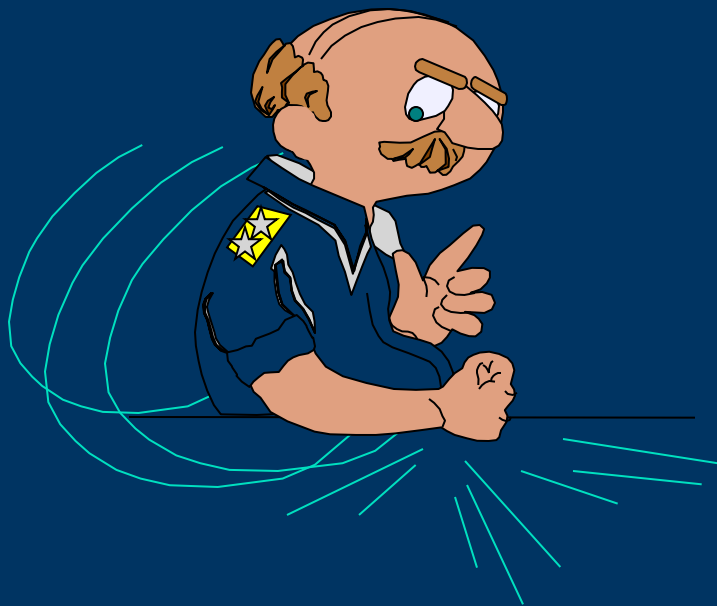


Oficial de Cargo

Reparaciones

SS.BB.
(Almacenaje / Seguridad)

ANALIZA - RESUELVE
"ORDENA"



-  Orden escrita
-  Instrucción
-  Revista
-  Partida Incendio
-  Información UU.RR
-  Horario

Zonas
Navales

Escuadra
Nacional

Fuerza de SS

BAE



1

Rociadores

- Genera lluvia de agua
- Baja T°

2

Circuito de Inundación

Permite inundar SS.BB.

HONOR

LEALTAD

PATRIOTISMO

VALENTÍA

INTEGRIDAD

DEBER

Manipulación de Explosivos a bordo

Marco Reglamentario I

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



SS.BB.

REVISTA A SS.BB.

- Iluminación y montecargas operativos, sin peligro de chispas.

ROCIADORES Y SISTEMAS DE INUNDACIÓN

- Operativos, listos a ser activados.

COMPARTIMENTOS ADYACENTES

- Revistados.
- Cierres de escotillas de la SS.BB. operativos y lubricados.

Control de TEMPERATURA entre 15 a 32 °C (c/4 hrs)

Manipulación de Explosivos a bordo

Marco Reglamentario II

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Buque



MÁXIMA CONDICIÓN DE ESTANQUEIDAD

- Sectores donde NO transita munición.
- Bajo la línea de flotación.

CONTROL DEL PERSONAL

- Portalones dedicados para la faena.
- Personas que entran y salen.

Manipulación de Explosivos a bordo

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



Marco Reglamentario III

**DURANTE
la faena de
munición**

TENIDA

- **Combate**, parte superior fuera del pantalón, caperuza en cinto.
- **NO PORTAR**: linterna, cuchillo o elementos metálicos.
- **NO USAR**: reloj, anillos u objetos metálicos.

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

- Radares fuera de servicio — **SHIPHAZ**

MUNICIÓN GOLPEADA

- Se retorna a Arsenales.

TRANSPORTE

- Misiles y torpedos en sus contenedores.
- Elementos de maniobra a usar operativos.

ALMACENAJE EN SS.BB.

- Explosivos iniciadores (alta sensibilidad) **NO PUEDEN** ser mezclados con los secundarios (baja sensibilidad)

Links de videos

ESCUELA NAVAL
"ARTURO PRAT"



- Combustión de butano:
<https://youtu.be/l3meU6ZmXZE?si=gqEQaE8dvCxyShI7>
- NAPALM: <https://youtu.be/75DMf-OA1ko?si=Qxogrb5rUwyLyKok>
- Lanzamiento SeaCeptor:
<https://youtu.be/52lbOTLxDmU?si=AEQqEzdoTMol48J2>
- Incidente con munición en USS Iowa:
https://youtu.be/QCTwQG1_06Y?si=h_abEmh10asTXGHn



ESCUELA NAVAL “ARTURO PRAT”

Sistemas de Armas 2025

UT N°1: Explosivos

CC Sr. Cristián SORO Encalada



HONOR

LEALTAD

PATRIOTISMO

VALENTÍA

INTEGRIDAD

DEBER