

Tecnología de los Explosivos

Tema 1.1. Historia de los explosivos



Rubén Pérez Álvarez

Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos

Este tema se publica bajo Licencia:

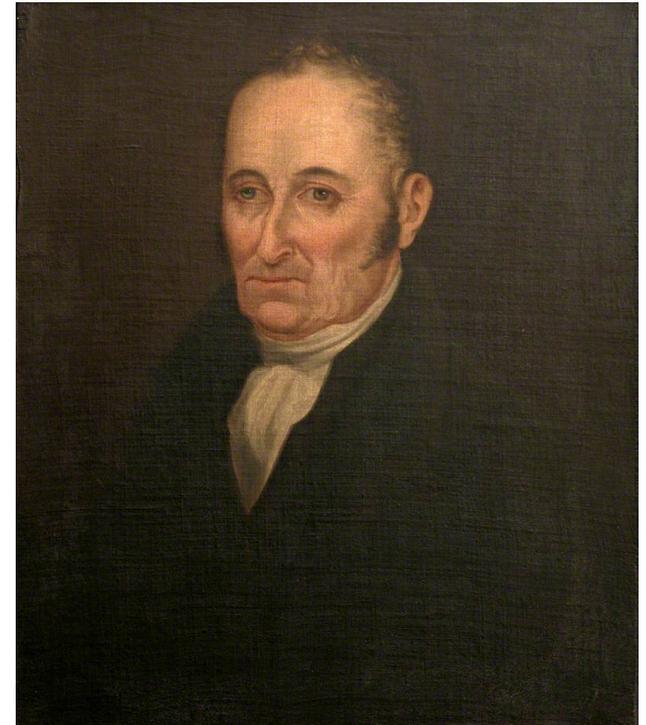
[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

Las antiguas mezclas pirotécnicas se conocieron inicialmente en China, desde donde debieron ser transmitidas a los árabes, que introdujeron las pólvoras en Europa a través de España.

La referencia más antigua en España conocida es su empleo en la resistencia de la población musulmana de **Zaragoza** frente a los cristianos que la sitiaron en **1118**, empleando en su defensa “tiros de pellas con truenos de fuego”.

Su aplicación industrial se inició a comienzos del S. XVII, empleándose la pólvora negra en las minas europeas para la fragmentación de la roca. Al tratarse de un explosivo deflagrante (de baja velocidad de detonación), su utilización no entrañaba especiales riesgos, salvo el asociado a dar fuego, operación que se realizaba mediante un reguero de pólvora en el suelo. Dicha práctica se mantuvo hasta 1831, año en que William Bickford inventó la mecha lenta.



WILLIAM BICKFORD

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

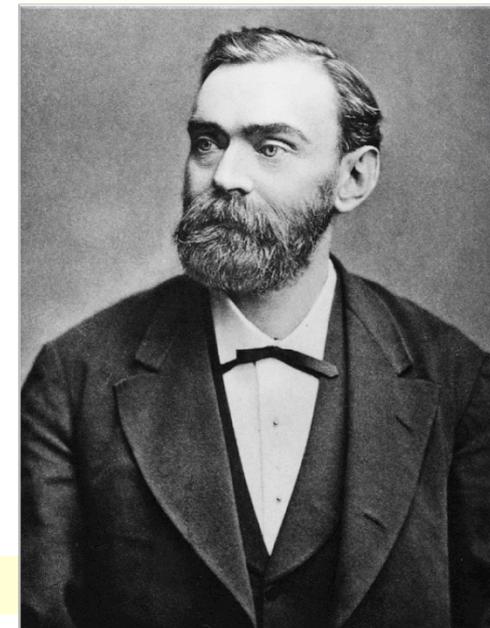
Desde el descubrimiento en 1847 por Sobrero del éster de la Glicerina y del Ácido Nítrico (trinitrato de glicerina o nitroglicerina), los explosivos químicos han sufrido un proceso de desigual desarrollo a lo largo del tiempo, con dos periodos de gran importancia y relativa brevedad. El primero tuvo lugar en la década de 1860, y el segundo en 1970-1990.

Alfred Nobel y su ayudante encontraron de forma casual una alternativa al uso de la Nitroglicerina. Hasta la fecha se venía empleando sólo, mientras que el nuevo descubrimiento implicaba su absorción en tierra de diatomeas, incrementándose la seguridad en su manejo.

A partir de dicho momento, los periodos o etapas sucesivas van determinadas por el descubrimiento o desarrollo de una serie de productos que, dada su importancia, han ido modificando la industria del explosivo hasta alcanzar la situación actual.



ASCANIO SOBRERO



ALFRED NOBEL

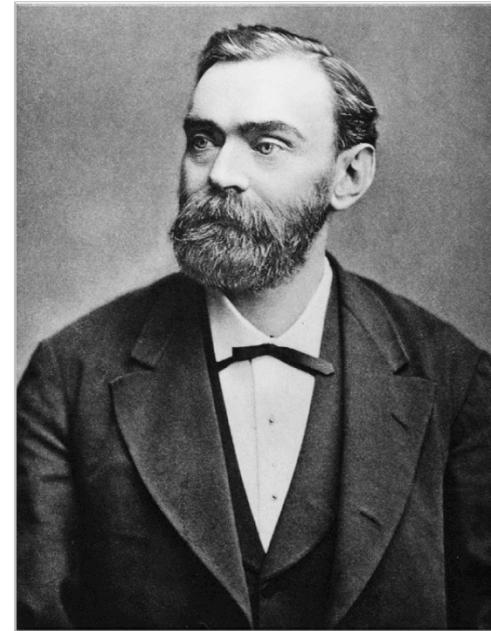
EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

El proceso de industrialización de la nitroglicerina Comenzó en 1863, basándose en una nitración discontinua, empleando para ello grandes recipientes de plomo dotados de refrigeración y un sistema de agitación mecánica. La nitración se desarrollaba lentamente, procurando que la temperatura no excediese los 25°C.

Éste sistema, denominado Nobel, fue transformándose poco a poco en base a la mejora de los sistemas de agitación y refrigeración, tras varios accidentes graves, llegando incluso el propio hermano de Alfred Nobel a perder la vida en uno de ellos.

Dicha evolución desemboca en los procesos de nitración continua, destacando los tanto por diseño como en la puesta a punto los métodos de las casas Meissner y Biazzi, que contaban con modernos sistemas de control y seguridad, suponiendo auténticas instalaciones a imitar en su época.

Posteriormente surgió el sistema de Gytorpp de inyección.



“Si tuviera mil ideas y al menos una se convirtiera en realidad, ya me sentiría satisfecho”. Alfred Nobel.

ALFRED NOBEL

Imagen de Dominio Público

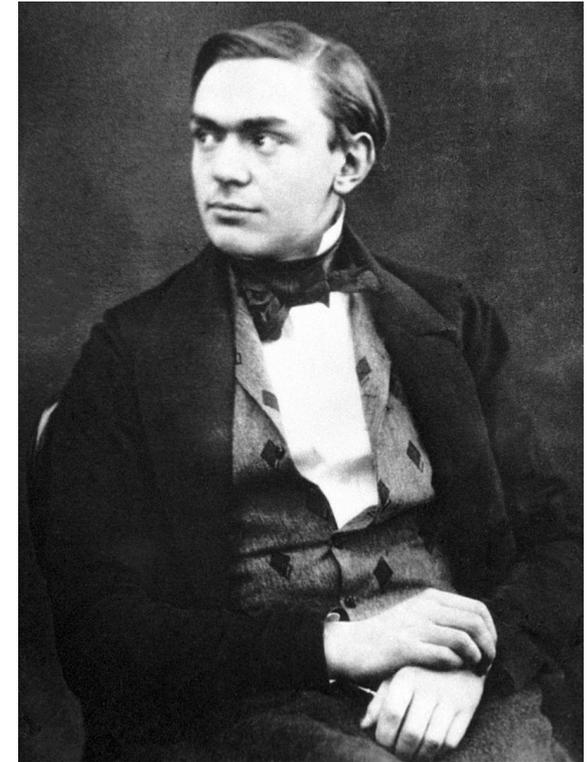
EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

LAS DINAMITAS PULVERULENTAS

En paralelo a los procesos de nitración, se investigó sobre las mezclas explosivas, consiguiéndose las “dinamitas”, explosivos pulverulentos de bases inerte o activa.

Las dinamitas de base inerte, descubiertas por Nobel en 1867, están constituidas por Nitroglicerina y tierra de infusorios calcinada. Dicho material presenta un gran poder absorbente, siendo capaz de retener hasta un 75% de Nitroglicerina. Fueron muy utilizadas hasta los años 20, sustituyéndose de manera paulatina por las dinamitas de base activa, también descubiertas por Nobel.

En las dinamitas de base activa, la tierra de infusorios o Kieselghur se ve sustituida por oxidantes (nitrato sódico preferentemente) y combustibles (carbón vegetal, que presenta gran poder de absorción).



ALFRED NOBEL

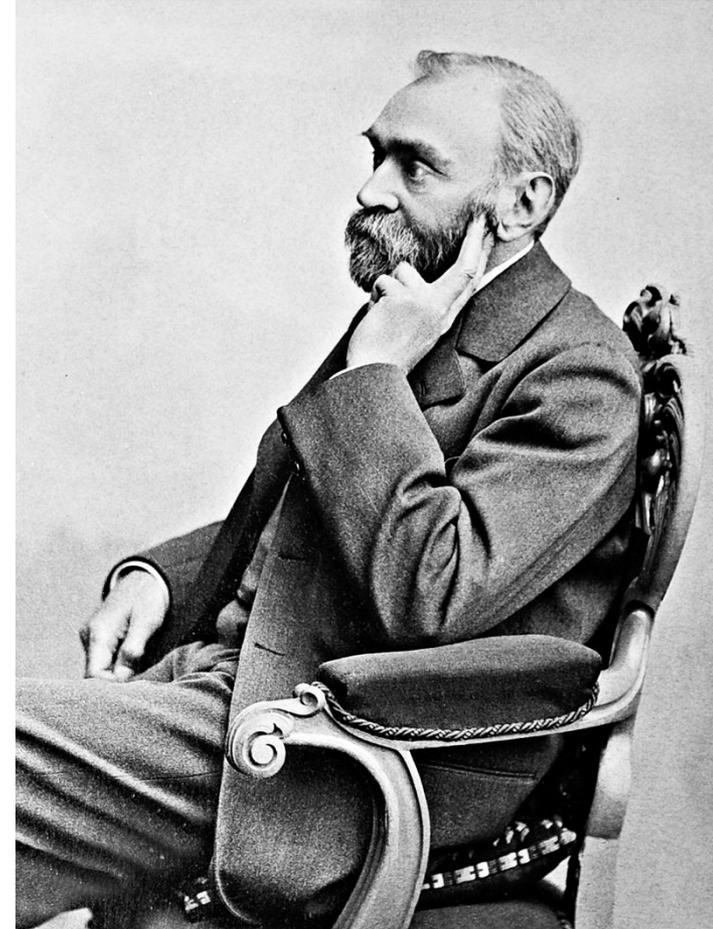
Imagen de Dominio Público

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

Esta mezcla presentaba menor poder de absorción de la Nitroglicerina que el Kieselghur, pero su potencia era más elevada, al igual que el contenido en Nitroglicerina, debido a la energía suministrada por el nitrato y el combustible. El contenido en nitroglicerina de estas dinamitas de base activa era de hasta 25%, provocándose frecuentemente exudaciones de nitroglicerina, muy peligrosas. Por ello fueron añadiéndose pequeñas cantidades de Nitrocelulosa. Ello condujo a una cierta insensibilización del producto, que hasta entonces se consideraba como una consecuencia negativa, ya que la sensibilidad de la dinamita era una de sus características más apreciadas.

A partir de los años 40, al darse mayor importancia al factor seguridad sobre otros aspectos, la gelatinización parcial de la Nitroglicerina fue convirtiéndose en una práctica habitual en los explosivos pulverulentos con contenido en Nitroglicerina superior al 12%.

El siguiente paso experimentado por estos productos consistió en la sustitución del Nitrato Sódico por Nitrato Amónico, con un considerable incremento de la potencia al sustituir una sal puramente oxidante por un oxidante pseudo-explosivo.



ALFRED NOBEL

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

ANFOS

Estas mezclas están constituidas por Nitrato Amónico y un producto combustible líquido, si bien en función de las aplicaciones para las que se destine, podrá presentar un combustible metálico u otro aditivo que otorgue propiedades particulares.

Si bien el primer ANFO se patentó en Suecia en 1867, no tuvo un verdadero desarrollo comercial hasta 1935, año en que Dupont y otras casa americanas probaron que la mezcla de Nitrato Amónico con sustancias combustibles producían mezclas explosivas que resultaban baratas y seguras.

A pesar de ello, la industria minera no se concienció del gran potencial que el Nitrato Amónico ofrecía como explosivo hasta el desastre de Texas City (1947).

La primera mitad de la década de los 50 se empleó en la realización de ensayos industriales de dichos explosivos, y la segunda en la expansión en la minería a cielo abierto. En España cabe señalar la fecha de 1960 como la de introducción.



SS Wilson B. Keene, destruido en la segunda explosión del Desastre. Imagen de Dominio Público

DESASTRE DE TEXAS CITY

“Un fuego en el carguero SS Grandcamp, atracado en Texas City provocó la detonación de 2300 toneladas de nitrato amónico. La explosión hizo caer dos aviones, y generó una reacción en cadena que hizo explotar refinerías cercanas además de un carguero vecino con otras 1000 toneladas de nitrato amónico. El desastre provocó 600 muertos y 3500 heridos, y se considera como el peor accidente industrial en la historia de los Estados Unidos de América.”

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

SLURRIES/PAPILLAS EXPLOSIVAS/HIDROGELES

Los ANFOS se extendieron de forma masiva en la década de los 80-90 en todos los países, suponiendo un porcentaje importante del total de explosivos consumidos en minería y obra civil, dados su bajo precio, facilidad y seguridad en la carga y manipulación,... A pesar de ello, las mezclas nitrato amónico-combustible presentan como contrapartida una escasa o nula resistencia al agua, baja densidad, pequeña capacidad de propagación, y la posibilidad de formar gases tóxicos en caso de mezcla no homogénea o composición inadecuada.

Tras la amplia introducción de los ANFOS, se alcanzó la época de los SLURRIES, o “papillas explosivas”, constituidos por un oxidante, agua y un sensibilizador. Son una mejora de los ANFOS, manteniendo sus ventajas y eliminando la práctica totalidad de los inconvenientes.

Los primeros ensayos tuvieron lugar en USA hacia 1943, iniciando su empleo en 1957.

En 1971 se comercializaron los primeros hidrogeles encartuchados en pequeño diámetro, sensibles al detonador y con calibres críticos inferiores a 1 pulgada. Dicho logro se consiguió por los importantes conocimientos que se lograron en materia de iniciación y propagación de la detonación, aplicando a la sensibilización la Teoría de Puntos Calientes, empleando para ello aluminio finamente dividido y aireación. Para ello hubo de resolverse grandes problemas, desarrollando sistemas químicos que generasen dicha aireación, y mecanismos para su control. Además fue preciso estabilizar los equilibrios químicos conseguidos en la fabricación de las papillas para prolongar la vida de los hidrogeles durante tiempos adecuados.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EXPLOSIVOS

EMULSIONES

A pesar del terreno ganado por los slurries, en un principio no lograron alcanzar el grado de penetración esperado inicialmente, debido a la no consecución de una hidrofobicidad perfecta, sí alcanzada posteriormente por las emulsiones.

Mientras que los slurries son mezclas con sólidos solubles o insolubles, las emulsiones consisten en la mezcla de dos o más líquidos generalmente insolubles entre sí, pero que se mantienen en suspensión mediante pequeñas cantidades. Tras el desarrollo de las emulsiones explosivas, se procedió a su macla con el ANFO.