

CARBON NANO-ONION COMO ELEMENTO ESENCIAL EN LA FABRICACIÓN DE FILTROS DESINFECTANTES BASADOS EN UVC

Tomás García Martín^(a), Pedro Rincón Arévalo^(b) y Gemma Campos Martín^(c)



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



(a) Dr. en Ingeniería Química, Instituto de Logística y Transporte, Universidad Camilo José Cela, tgmartin@ucjc.es (b) Dr. en Ingeniería Química, Dpto. de Tecnología Industrial, Universidad Alfonso X El Sabio, Avda. de la Universidad 1, 28691, Villanueva de la Cañada, Madrid, princon@uax.es (c) Dr. en Ingeniería del Medio Ambiente, CIEMAT, email: gemmacampos70@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente una de las formas más eficaces para la desinfección del aire y del agua es el uso de la radiación UV-C. Se aplica en la esterilización de residuos sanitarios y de maquinaria industrial. La principal ventaja de emplear la luz UVC respecto a los tratamientos químicos es que la UVC no deja residuos ni altera la composición química de la sustancia a tratar. El efecto germicida se produce cuando la longitud de onda emitida está situada entre 240 nm y 290 nm. Los CNOs podrían sustituir el mercurio de las lámparas UVC actuales ya que irradian en la longitud de onda requerida para la desinfección. En el presente trabajo se propone un nuevo procedimiento del cual se obtiene CNOs a partir de la pirólisis de Propano. El primer grupo contiene CNOs cuyos diámetros varían entre 20 nm y 30 nm y el tamaño de las nanopartículas del segundo grupo es alrededor de 10 nm.

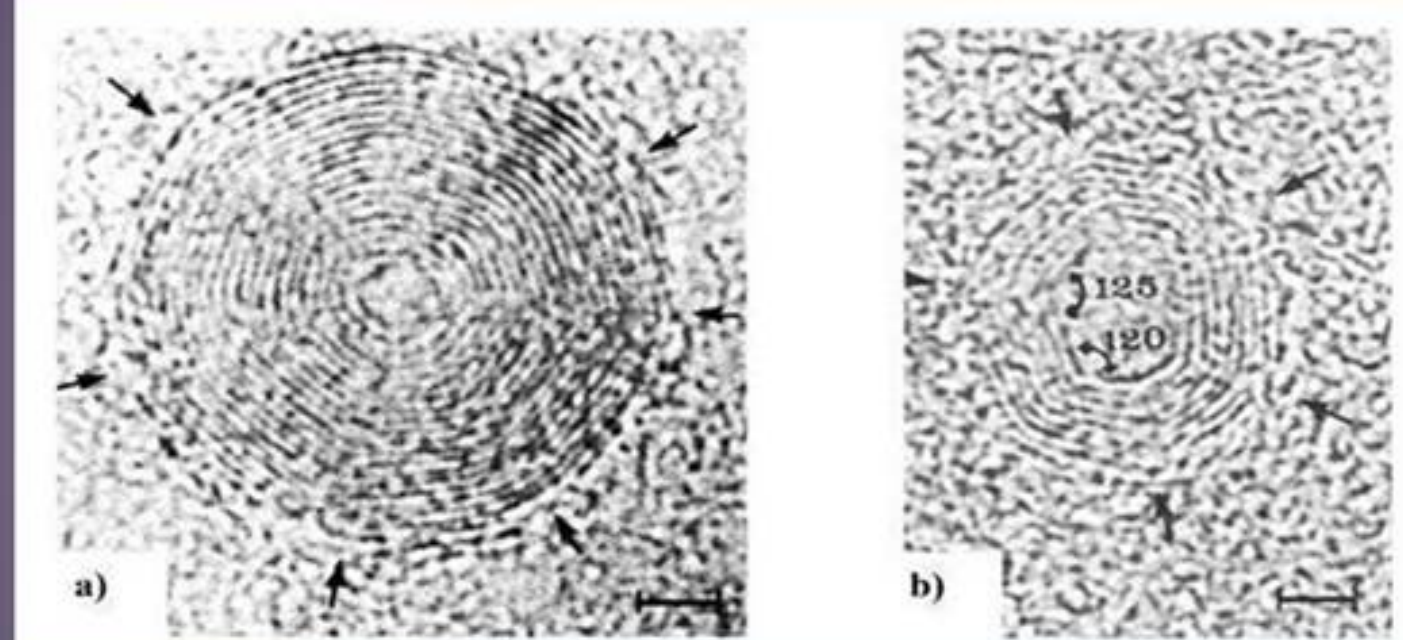


Figura 1. Micrografía de HRTEM de los CNOs identificados por Iijima. Ambos CNOs tienen contornos poliédricos. Escala de 2 nm.

CARBON NANO-ONION (CNO)

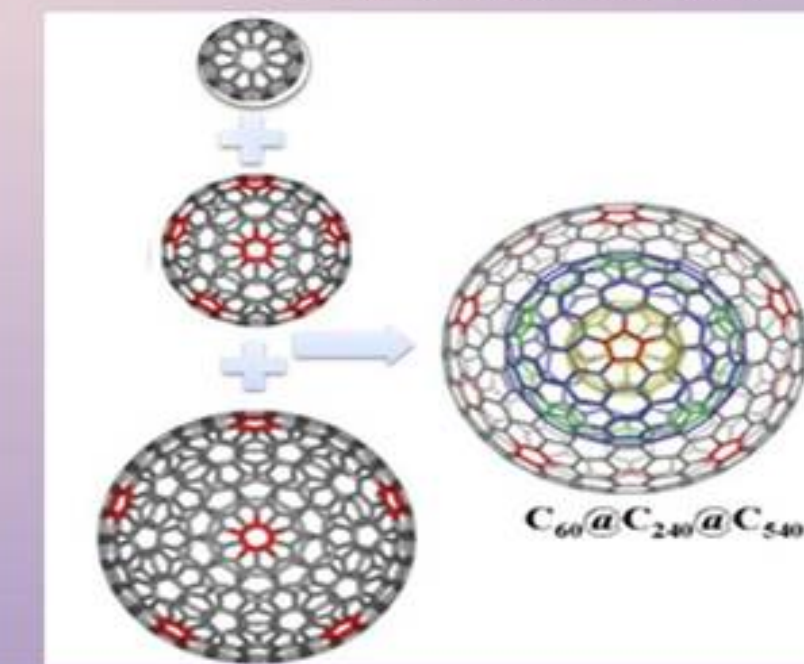
Descubierto por Iijima en 1980 en depósitos originados de la evaporación de carbón negro sobre una superficie cristalina.

Se definen como

□ Conjunto de capas concéntricas. Cada capa es un fullereno.

□ La distancia entre dos capas consecutivas es de 0,34 nm

ESTRUCTURA DE UN CNO SE DERIVA DE LOS FULLERENOS



PROCEDIMIENTO PARA OBTENER CNOs

Como se ilustra en la figura 3 (situada a la derecha), el sistema experimental se divide en las siguientes partes:

○ **Sistema de laminarización (S1)**
Este sistema canaliza la corriente portadora de hollín hasta la superficie de deposición S3 y permite que la corriente de los productos de la combustión sea laminar y estacionaria a su paso por la superficie.

○ **Sistema óptico (S2)**
La finalidad de este dispositivo es la estimar el número de partículas de hollín depositadas por unidad de tiempo midiendo la evolución de la intensidad reflejada a lo largo del tiempo (técnica "Medida Instantánea de la Reflectividad").

○ **Superficie reflectora (S3)**
La superficie reflectora o de deposición de la figura 3 actúa tanto como blanco de la corriente gaseosa y como plano especular en sistema óptico.

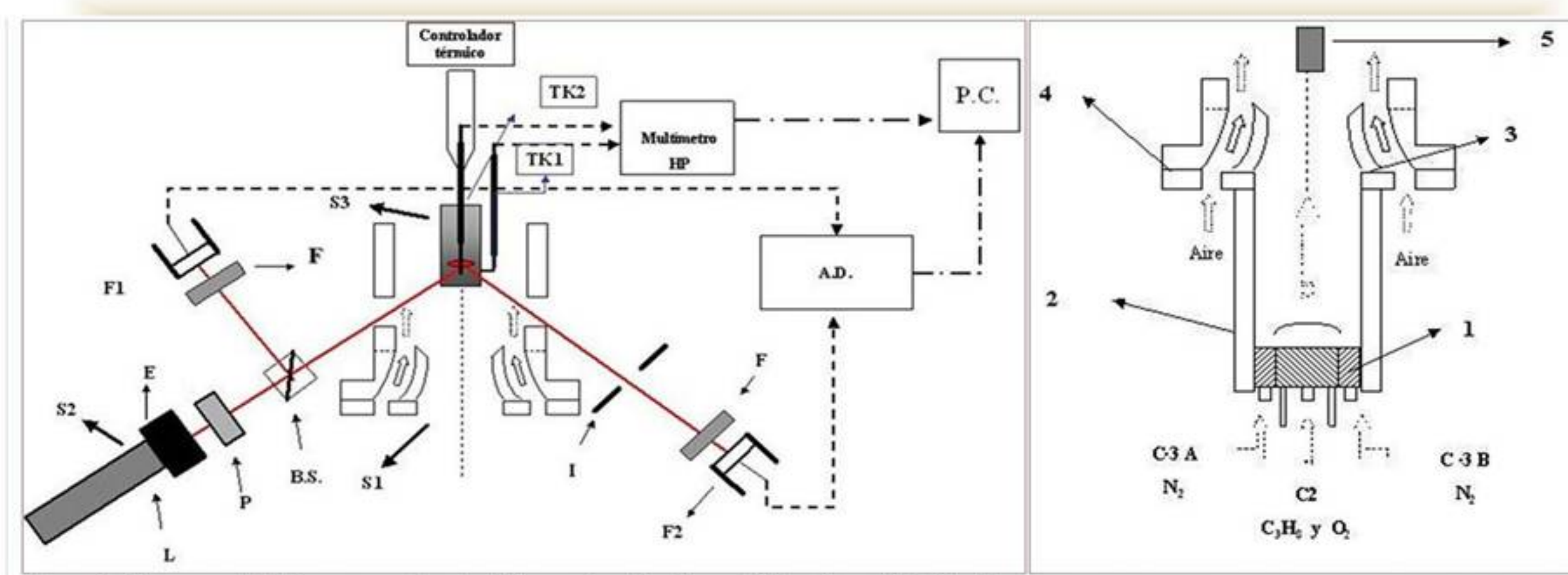


Figura 3. Diagrama del sistema experimental. Elementos del sistema óptico: láser (L) de He-Ne, Polarizador (P), Expansor (E), Divisor de Haz (B.S.), Filtro Interferencial (F) y Fotodiodos (F1 y F2).
Figura 4. Esquema del sistema de laminarización

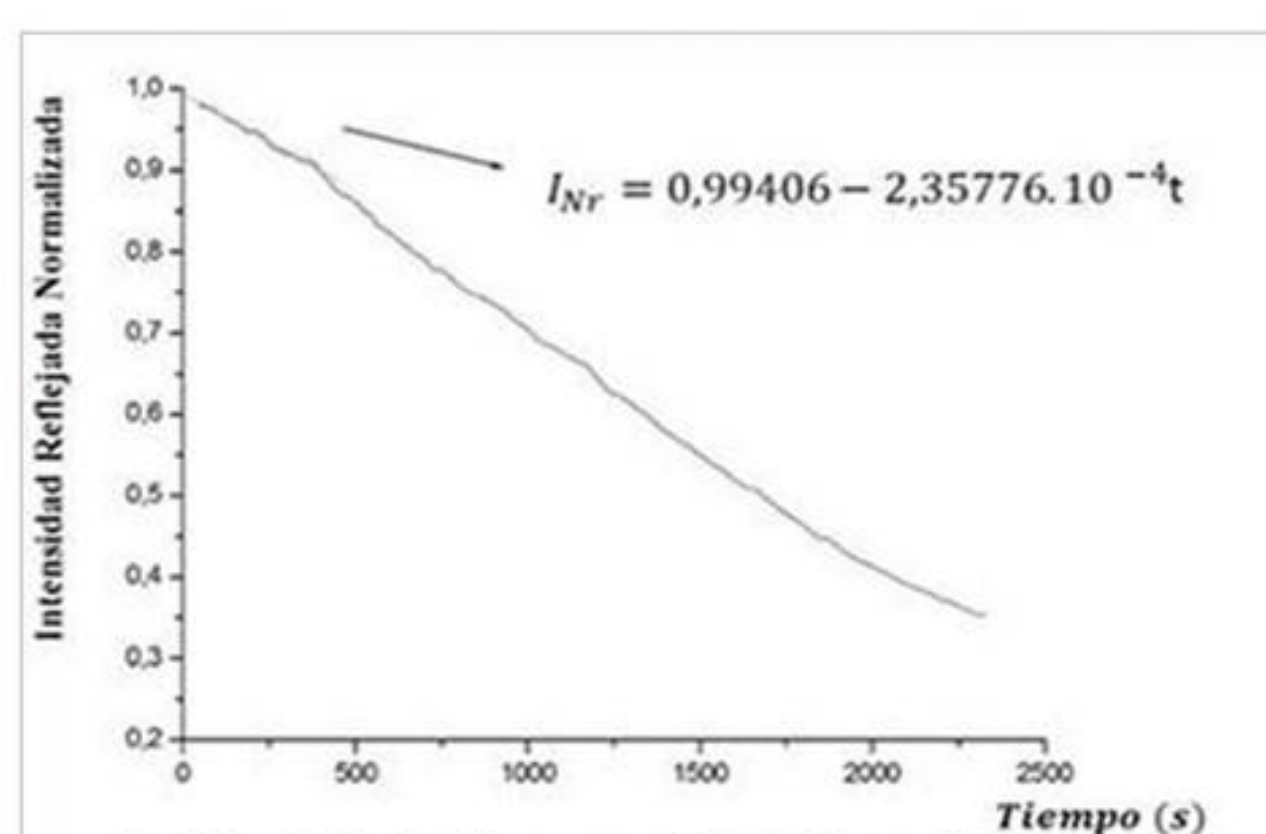
En la figura 4 (situada a la izquierda) se muestra los elementos del sistema de laminarización y son los siguientes:

- Combustor de premezcla (1) consiste en dos cilindros concéntricos en los que se inyectan la mezcla de propano y oxígeno por el canal (C2) y nitrógeno por medio de C3A y C3B. El flujo volumétrico de C_3H_8 , O_2 y N_2 son $1,5 \cdot 10^{-5} m^3/s$, $4 \cdot 10^{-5} m^3/s$ y $5 \cdot 10^{-5} m^3/s$ respectivamente a 1 bar de presión.
- Vías de conducción de los productos de la combustión. Cuando se produce la ignición, ambas vías (2) y (3) conducen el gas portador del hollín hasta el precipitador (5).
- Sistema de corriente exterior (4) inyecta una corriente de aire alrededor de la corriente portadora de las partículas de carbono para proteger dicha corriente de las perturbaciones del medio exterior.

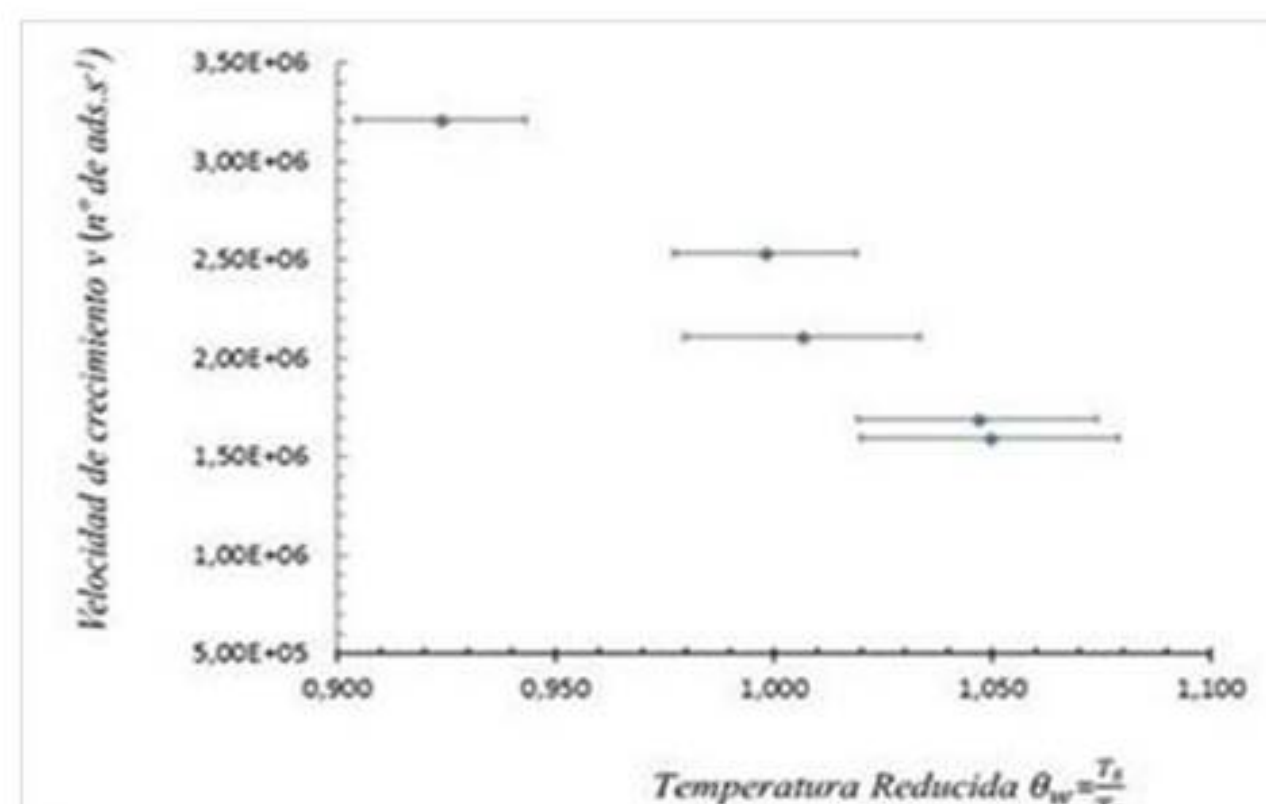
RESULTADOS

1. RESULTADOS DE APLICAR LA TÉCNICA "MEDIDA INSTANTÁNEA DE LA REFLECTIVIDAD"

Esta técnica consiste en medir la intensidad reflejada frente al tiempo. Cuando los tiempos de exposición de la superficie al gas portador son cortos, la intensidad reflejada se comporta como una función lineal respecto al tiempo.



Gráfica 1. Evolución temporal de la intensidad reflejada normalizada cuando la temperatura de la superficie T_s es 448 K y la temperatura del gas portador T_g es 485 K



Gráfica 2. Velocidad de crecimiento en función de la temperatura reducida $\theta_w = T_s/T_g$, cociente entre la temperatura de la superficie y la del gas.

En la gráfica 2 se representan los resultados de aplicar la técnica de la "Medida Instantánea de la Reflectividad" variando la temperatura de la superficie T_s . Se puede observar que la velocidad de crecimiento crece conforme la temperatura de la superficie disminuye. Este hecho ocurre siempre que $T_s \geq 448K$. El mayor valor de la velocidad de crecimiento que se ha estimado es de $3,2 \cdot 10^6 s^{-1}$ a 448 K.

En la gráfica 1 se observa la linealidad de la curva durante los primeros 500 s siendo la temperatura de la superficie de 448 K. A partir de la pendiente de la Intensidad Reflejada con el tiempo se puede determinar el número de partículas de hollín depositadas por segundo (velocidad de crecimiento).

2. RESULTADOS DE LAS MICROSCOPIAS HRTEM

A modo de ejemplo, se muestra las microscopías HRTEM del hollín depositado en el caso que en el que la temperatura de la superficie es de 450 K. Este valor es próximo a 448K y justamente a este último le corresponde la velocidad de crecimiento más elevada.

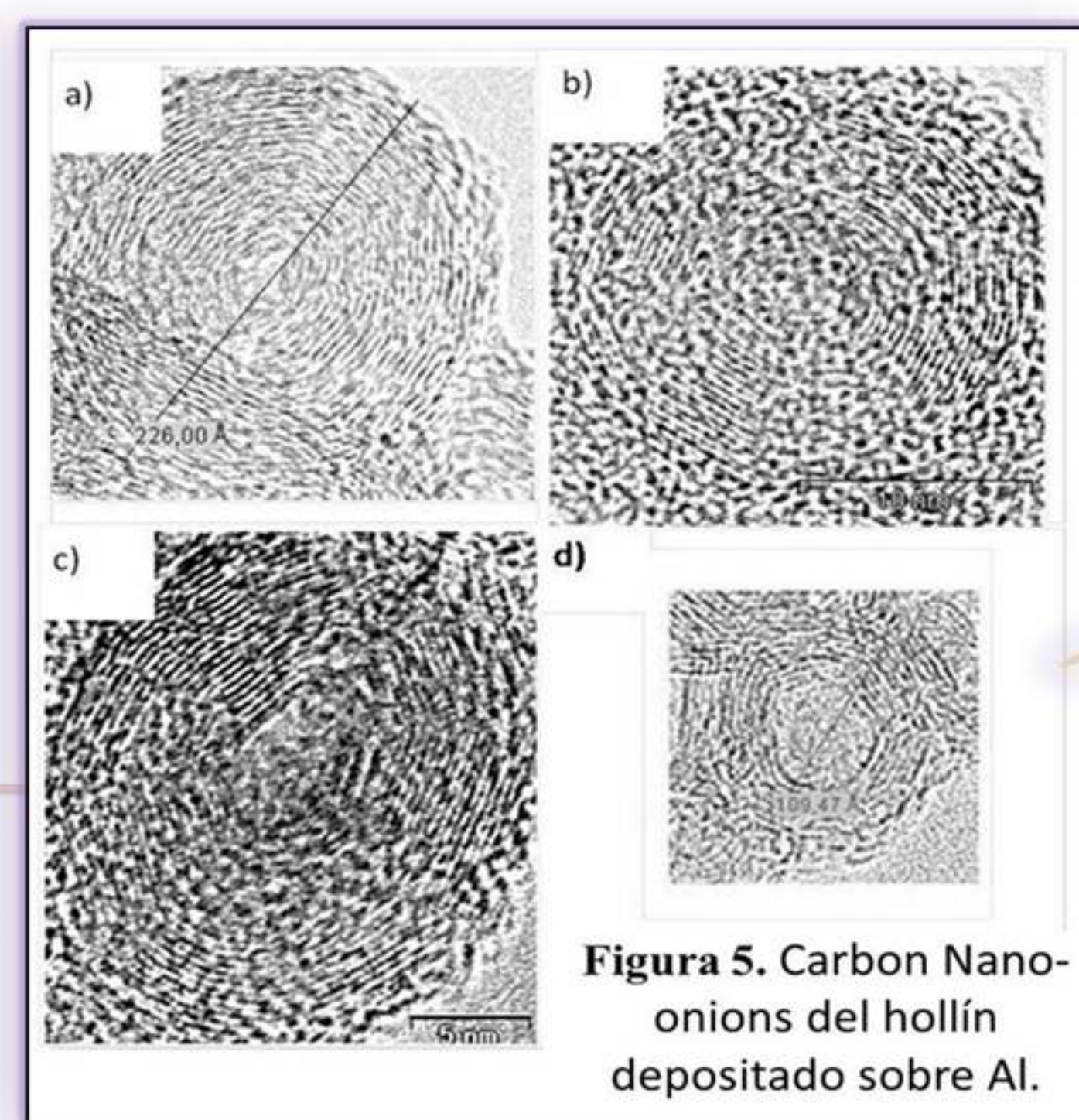


Figura 5. Carbon Nano-onions del hollín depositado sobre Al.

De las micrografías HRTEM se han extraído imágenes de nanopartículas que se clasifican como CNOs. Los CNOs hallados se pueden agrupar en dos tipos: uno está caracterizado porque sus diámetros se sitúan en el intervalo comprendido entre 18 nm y 25 nm, y el otro tipo con tamaños próximos a 10 nm.

3. RESULTADOS DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS MEDIANTE SEM

En el presente trabajo se lleva a cabo una serie de experimentos en los que las muestras cubiertas de hollín son analizadas mediante SEM. Siempre que la temperatura de la superficie es superior o próxima a 448K, se observa:

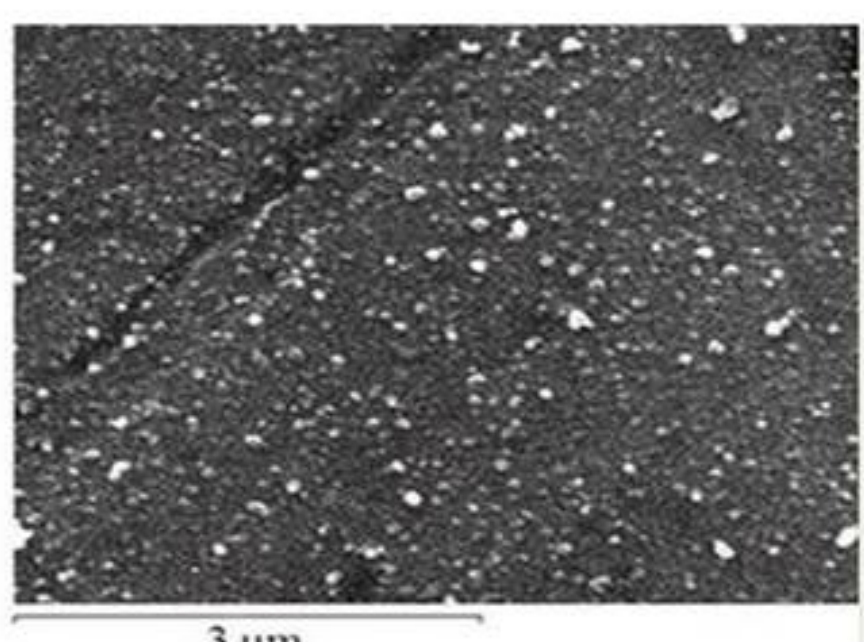
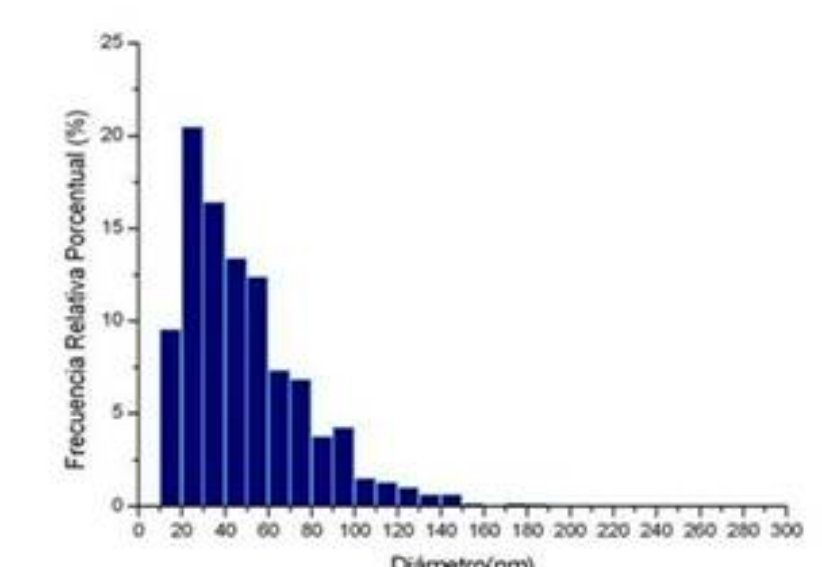


Figura 6. Micrografía SEM de la muestra del hollín depositado en la que la temperatura T_s es de 483 K.

En la micrografías Los agregados de hollín son redondeados y cubren homogéneamente la superficie.

- El intervalo modal de la distribución es [20nm, 30nm]
- El diámetro medio de las partículas detectadas por SEM cuyos tamaños son inferiores a 30nm resulta próximo a 20nm. Este valor se encuentra dentro del intervalo de diámetros de los CNOs hallados por HRTEM.



Gráfica 3. Histograma de la distribución de diámetros de los depósitos de hollín correspondiente a la figura 6.

CONCLUSIONES

- Este procedimiento genera CNOs siempre que la temperatura de la superficie sea mayor o igual a 448 K. Los CNOs se pueden agrupar en dos tipos: uno está caracterizado porque los diámetros se sitúan en el intervalo comprendido entre 18 nm y 25 nm, y el otro tipo con tamaños que varían entre 9 nm y 12 nm.
- Entre los beneficios aportados por este método frente a los otros procedimientos ya existentes destacan las siguientes. En primer lugar el presente procedimiento sería muy económico porque los CNOs se originan de tres gases reactantes con bajo coste. En segundo lugar, dado que la síntesis de CNOs tiene lugar a partir de un proceso tan sencillo como el tipo de combustión utilizada en este trabajo, la deflagración. Por todo ello, la futura implementación de dicho método a escala industrial resultaría fácil de llevarse a cabo.