**Resumen**

Este trabajo de titulación documenta la repotenciación de un separador ciclónico encargado de recuperar pintura en polvo dentro de una planta industrial. El objetivo central de la intervención fue frenar la fuga constante de materia prima útil que terminaba desperdiciada en el depósito de rechazo. Para abordar el problema aplicando los fundamentos de la ingeniería mecatrónica, partimos de un diagnóstico aerodinámico utilizando simulaciones numéricas (CFD). Este análisis nos permitió mapear los cuellos de botella cinemáticos del equipo y calcular la velocidad de inyección exacta para maximizar la fuerza centrífuga de separación.

Teníamos una regla estricta durante la ejecución, intervenir la línea de producción lo menos posible. Por ello, la mejora física se enfocó en acoplar un mecanismo de control de potencia al ventilador principal del separador ciclónico. De este modo, logramos subir la velocidad base del aire hasta un nivel operativo óptimo, protegiendo en todo momento la integridad térmica del motor. Por otro lado, hacer las mediciones de las micrografías a mano traía demasiados sesgos. Para comprobar empíricamente que el arreglo funcionaba, programamos un algoritmo de visión artificial. Este software automatizó el conteo y la medición del polvo analizando directamente la morfología de las partículas en las micrografías obtenidas del laboratorio.

Los números finales respaldaron el rediseño aerodinámico. El volumen de las partículas finas purgadas en el desecho creció con fuerza, pasando de una concentración del 17.99% al 43.66%. A la par, el tamaño máximo de la pintura fugitiva se encogió drásticamente, atrapando material de hasta el rango de los 60 a 70 micrómetros. Al revisar los percentiles volumétricos, confirmamos que los diámetros de corte se desplomaron; de hecho, la mediana poblacional del polvo se estabilizó en 21.45 micrómetros. En definitiva, este ajuste a los parámetros del sistema probó ser capaz de retener un porcentaje sustancial de pintura útil, optimizando económica y ambientalmente todo el proceso de recubrimiento electrostático de la empresa.

*Palabras clave:* separador ciclónico, visión artificial, Dinámica De Fluidos Computacional CFD, pintura en polvo

**Abstract**

This work documents the repowering of a cyclone separator responsible for recovering powder coating inside an industrial plant. The main goal of this intervention was to stop the constant leak of useful raw material that ended up wasted in the rejection bin. To tackle the problem using mechatronics engineering fundamentals, we started with an aerodynamic diagnosis using numerical simulations. This virtual analysis allowed us to map the equipment's kinematic bottlenecks and calculate the exact injection velocity to maximize the centrifugal separation force.

We had one strict rule during execution: to interfere with the production line as little as possible. Therefore, the physical improvement focused on coupling a power control mechanism to the factory's main exhaust fan. By doing this, we managed to raise the base airflow velocity to an optimal operational level while always protecting the motor’s thermal integrity. On the other hand, taking manual control measurements introduced too many biases. To empirically prove that the setup worked, we programmed a computer vision algorithm. This software automated the dust counting and measurement by directly analyzing the particle morphology from the micrographs obtained in the lab.

The final numbers backed up the aerodynamic redesign. The volume of fine particles purged into the waste bin grew strongly, jumping from 17.99% to 43.66% concentration. At the same time, the maximum size of the fugitive paint shrank drastically, trapping only material in the 60 to 70-micrometer range. When checking the volumetric percentiles, we confirmed that the cut diameters plummeted; in fact, the dust's population median stabilized at 21.45 micrometers. Ultimately, this parameter adjustment proved capable of retaining a substantial percentage of useful paint, economically and environmentally optimizing the company's entire electrostatic coating process.

*Keywords:* cyclone separator, computer vision, Computational Fluid Dynamics CFD, powder coating