



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**SIMULACIÓN DE CONATOS DE INCENDIO EN ALMACENES DE CALZADO
DE POLIURETANO UTILIZANDO IGNÍFUGOS INORGÁNICOS**

Trabajo de Titulación Modalidad: Artículo Académico, presentado previo a la obtención
del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

ÁREA: Industrial y Manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Kevin Antonio Córdova Morales

TUTOR: Ing. Luis Alberto Morales Perrazo. Mg

Ambato - Ecuador

febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de integración curricular con el tema: SIMULACIÓN DE CONATOS DE INCENDIO EN ALMACENES DE CALZADO DE POLIURETANO UTILIZANDO IGNÍFUGOS INORGÁNICOS, desarrollado bajo la modalidad de Artículo Académico por el señor Kevin Antonio Córdova Morales, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, febrero de 2024

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo. Mg

TUTOR

AUTORÍA

El presente Artículo Académico titulado: SIMULACIÓN DE CONATOS DE INCENDIO EN ALMACENES DE CALZADO DE POLIURETANO UTILIZANDO IGNÍFUGOS INORGÁNICOS, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero de 2024

Kevin Antonio Córdova Morales

C.C. 1804952628

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Kevin Antonio Córdova Morales, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad de Artículo Académico, titulado **SIMULACIÓN DE CONATOS DE INCENDIO EN ALMACENES DE CALZADO DE POLIURETANO UTILIZANDO IGNÍFUGOS INORGÁNICOS**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero de 2024

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Jeanette Del Pilar Ureña Aguirre, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. John Paul Reyes Vasquez, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
CAPITULO II.- ARTICULO ACEPTADO PARA PUBLICACION.....	4
Capitulo III.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	14
3.1. Conclusiones	14
MATERIALES DE REFERENCIA.....	15
Bibliografía.....	15
ANEXOS.....	17

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones ambientales de Ambato.....	7
Tabla 2. Propiedades termodinámicas de los materiales	7
Tabla 3 Comparación de los tres casos	11

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Condiciones	9
Figura 2. Perfil de temperatura en condiciones normales de incendio	10
Figura 3. Perfil de temperatura con uso de Sprinklers	10
Figura 4. Perfil de temperatura con uso de Sprinklers e ignífugo	11

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, se ha observado un incremento significativo en la cantidad de incendios que afectan especialmente a tiendas comerciales de calzado, sin que se adopten medidas preventivas eficaces para reducir las posibles pérdidas. Se llevó a cabo una simulación de un almacén de calzado de poliuretano utilizando el software Consolidated Model of Fire and Smoke Transport (CFAST) y el visualizador de humo SmokView. Para tener un punto de comparación primero se modeló el escenario de incendio sin implementar ninguna medida de prevención o control. Luego, se simuló un segundo escenario de incendio diseñando un sistema de Sprinklers de agua en la sala del recinto con más carga térmica siguiendo la norma UNE 12845 y la norma NFPA 13. Después, para comprobar la eficacia del desalojo del humo y la temperatura del incendio en el recinto se utilizó un ignífugo inorgánico a base de $Mg(OH)_2$ en el agua de alimentación del sistema de Sprinklers modificando la Curva de Crecimiento de Calor (CCC) en un 18%. Los resultados indican un tiempo de saturación de humo de 1510seg y una temperatura del recinto de $34^{\circ}C$ a los 34seg sin sistema contra incendio. En la simulación con sistema contra incendios a base agua se determinó: a) el tiempo de saturación de humo en todas las salas a los 67seg, b) el tiempo necesario para enfriar el recinto fue en 1500 seg. para llegar a $34^{\circ}C$. Finalmente, la simulación de incendio utilizando el ignífugo redujo un 22.56 % el tiempo de enfriamiento del recinto hasta llegar a una temperatura fría de $35^{\circ}C$. La simulación se realizó para la ciudad de Ambato, a una altitud de 2560 m, con una temperatura de $16^{\circ}C$, una presión de 97172.02 Pa, una humedad relativa del 65 % y una cantidad límite de oxígeno del 15 %.

Palabras clave: CFAST, Smokeview, Ignífugos, humo, incendio.

ABSTRACT

Currently, a significant increase has been observed in the number of fires that especially affect commercial footwear stores, without effective preventive measures being adopted to reduce possible losses. A simulation of a polyurethane footwear warehouse was carried out using the Consolidated Model of Fire and Smoke Transport (CFAST) software and the SmokView smoke viewer. To have a point of comparison, the fire scenario was first modeled without implementing any prevention or control measures. Then, a second fire scenario was simulated by designing a water sprinkler system in the enclosure room with the highest thermal load following the UNE 12845 standard and the NFPA 13 standard. Afterwards, to check the effectiveness of the smoke removal and the temperature of the fire in the premises, an inorganic fire retardant based on $Mg(OH)_2$ was used in the feed water of the Sprinklers system, modifying the Heat Growth Curve (CCC) by 18%. Do the results indicate a smoke saturation time of 1510sec and an enclosure temperature of $34^{\circ}C$ at 34 seconds without a fire protection system. In the simulation of a water-based firefighting system, the following were determined: a) the smoke saturation time in all rooms at 67 seconds, b) the time necessary to cool the room was 1500 seconds. to reach $34^{\circ}C$. Finally, the fire simulation using the fire retardant reduced the cooling time of the room by 22.56% until it reached a cold temperature of $35^{\circ}C$. The simulation was carried out for the city of Ambato, at an altitude of 2560 m, with a temperature of $16^{\circ}C$, a pressure of 97172.02 Pa, a relative humidity of 65% and a limit amount of oxygen of 15%.

Keywords: CFAST, Smokeview, Flame retardants, smoke, fire