

# CONTROL DE RIESGOS FÍSICOS EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE TUBERÍAS

Nota técnica

\* María Riera      \*\* Blanca Giménez

Recibido: 28/10/2014    Aprobado: 07/03/2015

## Resumen

La presente investigación se realizó con el propósito de controlar los agentes de riesgos físicos: ruido, calor e iluminación, en una empresa productora de tuberías plásticas ubicada en la ciudad de Barquisimeto estado Lara, Venezuela. Los datos se obtuvieron a partir de observaciones, entrevistas no estructuradas y semiestructuradas, además de estudios de ruido, calor e iluminación; siguiendo las metodologías descritas en las Normas Venezolanas COVENIN 1565:1995, 2254:1995 y 2249:1993 respectivamente. Se determinó, que la mayoría de los trabajadores están expuestos a riesgos físicos dado que en algunas áreas, el ruido supera los 85 dB(A), las temperaturas de TGBH exceden los 26, 7°C y la iluminación está por debajo de los 300 lux; evidenciando incumplimiento en concordancia con la normativa vigente. Por esta razón se propuso, el encapsulamiento de aquellos puntos con mayor generación de ruido, la instalación de extractores para el control del calor en conjunto con el aislamiento térmico en el techo, y por último se determinó la necesidad de instalar 168 lámparas de sodio de alta presión tanto en el galpón G1 como en el G2, a una distancia entre sí de 5 y 6 metros respectivamente.

**Palabras clave:** Control de riesgos físicos, ruido, carga metabólica, iluminación.

---

\* *Departamento de Ingeniería de Producción, Decanato de Ciencias y Tecnología, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, maria.riera@ucla.edu.ve*

\*\* *Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Yacambú, Venezuela, b.gimenez26@gmail.com*

## PHYSICAL RISKS CONTROL IN A PIPE PRODUCING COMPANY

### Abstract

This research was performed with the purpose of controlling the agents of physical hazards: noise, heat and lighting, in a Pipe Producing Company located in the Barquisimeto, Lara, Venezuela. The data were obtained from observations and unstructured and semi-structured interviews; in addition to that some studies of noise, heat and lighting were performed following the methodologies described in the COVENIN Venezuelan Standards 1565:1995, 2254:1995 and 2249:1993 respectively. It was determined that most workers are exposed to high levels of physical risks, because in some areas, the noise surpasses 85 dB (A), WBGT temperatures exceed 26,7 °C and lighting is under the 300 lux, showing breach of the valid regulations. For that reason it was proposed to encapsulate those points with more noise generation with an installation of extractors for heat control in addition to thermal insulation on the roof, and finally it was determined the need to install 168 lamps high pressure sodium both in the G1 and G2, at distances of 5 and 6 meters respectively.

**Keywords:** Control of physical risks, noise, metabolic load, lighting.

## Nomenclatura

$\alpha$ : coeficiente de absorción del material

A: Absorción

a: Ancho del galpón en metros

b: Largo del galpón en metros

c: Altura del techo del galpón en metros

$Cu$ : Coeficiente de utilización

$Cm$ : Coeficiente de mantenimiento

°C: Grados Celsius

dB: Decibel

dB(A): Nivel de sonido en decibeles leído en escala A

e: Distancia entre luminarias

$Em$ : Nivel de iluminación medio (en LUX)

$\epsilon^2$ : Error admisible

Ei: Mediciones tomadas en cada punto

$\Phi L$ : Flujo luminoso de una lámpara

$\Phi T$ : Flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (Lúmenes)

Fj: Fracción del tiempo total de cada nivel de ruido (adimensional)

h: Altura entre el plano de trabajo y el plano de trabajo de las luminarias

j: Indicador de cada fracción considerada.

K: Coeficiente de confianza

Leq: Nivel de Ruido continuo Equivalente, expresado en dB

Lj: Nivel de Ruido en cada fracción, expresado en dB

m<sup>2</sup>: Metros cuadrados

$\eta$ : Muestra

N: Población

n: Número de casos, fracciones o mediciones

nl: Número de lámparas que tiene la luminaria

NL: Número de luminarias

p: Probabilidad de aceptación

q: Probabilidad de rechazo

Q: Caudal de aire requerido ( $m^3/s$ )

(R/h): Numero de renovaciones por hora

S: Superficie del área a iluminar (en  $m^2$ )

S': Superficie del material (en  $m^2$ )

TGBH: Temperatura del globo y bulbo húmedo

$\hat{X}$ : Media aritmética

$X_i$ : Valores muestrales

## Introducción

La vida laboral ejerce un efecto positivo en los trabajadores por favorecer el desarrollo de sus capacidades intelectuales, pero también supone un factor de riesgo al exponerles a procesos peligrosos generados por la interacción del hombre, las maquinarias, los materiales y las diferentes formas de procesamiento; que a pesar de ser más eficientes atentan contra la salud. Esta situación es un hecho notable desde la antigüedad ya que según Rojas (1990), el padre de la medicina ocupacional Bernardino Ramazzini dijo en el siglo XVIII “dime en que trabajas y te diré de que te enfermas” (p. 147), razón por la que es evidente señalar que existe una estrecha relación entre el trabajo efectuado y las condiciones peligrosas en el cual se desarrolla, en contraste con las enfermedades que padecen quienes lo realizan.

Tal situación ha despertado el interés de diversas instituciones, como es el caso de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1995), al manifestar que “un alto porcentaje de trabajadores está mostrando condiciones de salud adversas por estar expuestos en sus lugares de trabajo” (p. 36), cifra además variable entre un 30 a 50 por ciento dependiendo del tipo de país, actividad económica y empresarial ejecutada. Asimismo, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2013), estima que a diario en las Américas se registran alrededor de 770 nuevos casos de enfermedades ocupacionales; siendo algunas de ellas graves como por ejemplo la “. . . neumoconiosis, dermatosis, sordera, asma e intoxicaciones, así como dolores lumbares, estrés, depresión y cánceres” (p. 1). Cabe destacar que algunos de estos daños a la salud, provienen de enfermedades ocupacionales adquiridas o agravadas por o con ocasión del trabajo, debido a la exposición de agentes de riesgos presentes en el puesto de trabajo. En relación a esto Gallego et. al. (2006), enuncian los riesgos físicos que “. . . vienen provocados por agentes como: el ruido, las vibraciones, las radiaciones, la iluminación, el calor y frío, la electricidad, los incendios y las explosiones” (p. 64); que bajo ciertas condiciones son capaces de provocar efectos adversos en la salud del trabajador; tal como sucede cuando una persona es expuesta a una temperatura inadecuada, a altos niveles de ruido por largos períodos, o bien a una iluminación deficiente.

En este sentido, resulta una obligación para todo empleador del país llevar a cabo gestiones en materia de Salud y Seguridad Laboral, situación que incluso tiene rango constitucional al señalar en el último párrafo del artículo 87 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), sobre la obligación de los patrones y patronas y del Estado de garantizar y vigilar condiciones óptimas de seguridad y salud laboral en el trabajo; quedando a su vez ratificado con la promulgación de la Ley Orgánica de Prevención y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT, 2005), la cual cita en su artículo 59 numeral 2 que el trabajo debe desarrollarse en un ambiente y condiciones de manera que se “adapte los aspectos organizativos y funcionales, y los métodos, sistemas o procedimientos utilizados en la ejecución de las tareas, así como las maquinarias, equipos, herramientas y útiles de trabajo, a las características de los trabajadores y trabajadoras. . .” (p. 58), y de esta manera cumplir con las normativas técnicas que regulan la materia, como es el caso de las normas técnicas NT-01-2008 Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo y NT-02-2008 Declaración de Enfermedad Ocupacional, diseñadas por el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL).

De ahí que investigadores y especialistas en el área de seguridad y salud laboral, se hayan dado a la tarea de evaluar los agentes de riesgos físicos de distintos centros laborales para así plantear estrategias que mejoren las condiciones de trabajo presentes. Ejemplo de esto se tiene en el trabajo desarrollado por Cabeza, Cabeza y Corredor (2008), al evaluar la iluminación en los puestos de trabajo de una empresa petrolera mediante luxometrías y a través del desarrollo de un programa computacional realizado en PHP y MySQL, que permitió registrar no sólo los resultados obtenidos, sino también la posibilidad de diseñar la iluminación de los aquellos puestos de trabajo con riesgos por iluminación.

Análogamente Carmona, Aguilera y Siónchez (2011), estudiaron los niveles de ruido y las vibraciones en el Departamento de Carrocería de una planta ensambladora de vehículos; mediante sonometría, dosimetría y acelerómetro, a partir del cual recomendaron la incorporación de medidas de control como paneles absorbentes, pantallas, filtros de atenuación, uso de guantes anti vibración y un dispositivo

en los asientos de los montacargas, como propuesta para la reducción de los niveles de ruido y vibración. Del mismo modo Camacho (2013), indagó acerca del estrés térmico presentado por trabajadores expuestos al área de fundición en una empresa metalmecánica, logrando determinar que la inexistencia de confort térmico en las áreas de trabajo hace que el trabajador desarrolle un proceso de aclimatación natural necesario para la adaptación a las condiciones climáticas del área de trabajo; recomendando para ello medidas tanto para el empleador como para el trabajador que incluyen principalmente la implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica para la salud de los trabajadores, el mejoramiento de los sistemas de ventilación y la creación de un sistema de aclimatación por periodos cortos.

En este particular, se hace referencia a una empresa productora de tuberías plásticas (PVC y CPVC), ubicada en la ciudad de Barquisimeto estado Lara y cuya jornada diaria es de 24 horas distribuida en turnos rotativos, durante los 7 días a la semana. Su proceso de trabajo se desarrolla principalmente en tres galpones industriales (G1, G2 y G3); donde se encuentra personal expuesto a ciertos niveles de ruido, calor e iluminación. A consecuencia de esto, se han registrado en el sistema de vigilancia epidemiológica de la salud de los trabajadores del centro de trabajo estudiado, manifestaciones de enfermedades ocupacionales, algunas generadas por el ruido como lo es la hipoacusia sensorial permanente, la fatiga auditiva y el enmascaramiento de la audición; otras debidas al intercambio de calor entre el trabajador y su medio, manifestándose como casos de deshidratación y entre las producidas por mala iluminación se tiene fatiga ocular.

Por ello, se un planteó como objetivo general diseñar medidas para el control de riesgos físicos en una empresa productora de tuberías plásticas, y como objetivos específicos diagnosticar la situación actual del centro de trabajo respecto a los niveles de exposición a ruido, calor e iluminación; analizar los resultados obtenidos en relación a las Normas COVENIN vigentes en la materia y proponer soluciones para los riesgos físicos detectados.

Con esta investigación se generó una propuesta orientada al logro de un ambiente de trabajo con condiciones de trabajo adecuadas, donde se minimice las posibilidades de adquirir enfermedades ocupa-

cionales en los trabajadores y favorecer a la vez el cumplimiento de sus derechos de acuerdo a lo establecido por el Estado en la LOPCYMAT. Dicho trabajo, se llevó a cabo en los tres galpones industriales de la empresa donde se encuentran: G1: Área de Inyección y almacén de suministros y materia prima, G2: Almacén de productos terminados y G3: Extrusión.

## Métodos

Se llevó a cabo una investigación aplicada, descriptiva de tipo no experimental, en un lapso de tres meses para el levantamiento de la información. De una población de 350 trabajadores, se extrajo una muestra probabilística que fue calculada usando la ecuación siguiente:

$$\eta = \frac{N \times K^2 \times p \times q}{\epsilon^2 \times (N - 1) \times (K^2 \times p \times q)} \quad (1)$$

En consideración a lo expresado por Sierra (2003), se tomó un nivel de confianza de 96 por ciento, con un margen de error de 4 por ciento, y probabilidades p y q de 0,50 por no existir antecedentes sobre la investigación y por ser los valores comúnmente usados en la realización de estudios de este tipo. Es así como se obtuvo una muestra de 40 personas, que fueron distribuidas de forma aleatoria en los diferentes turnos de trabajo de la manera siguiente: G1 (15), G2 (15) y G3 (10).

En primer lugar se hizo uso de las técnicas de observación directa y la entrevista no estructurada respectivamente, para diagnosticar de manera general las condiciones de trabajo de las áreas de interés. A continuación, se diseñó una Lista de Chequeo de riesgos generales a partir de lo establecido en los Capítulos V, VI, VII y VIII del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo (1973), por ser este un documento de ley que contempla aspectos para identificar características específicas de las condiciones inseguras en cuanto a ruido, iluminación y ventilación, que no están tipificados en la nueva LOPCYMAT ni en las normas técnicas COVENIN consideradas en este estudio. Este instrumento de recolección de datos, fue validado antes de su aplicación por juicio de expertos en el área en cuestión.

Asimismo, se aplicó una entrevista semiestructurada basada en las exigencias dispuestas en la LOPCYMAT. Esta última se implementó, para determinar los agentes de riesgos a los que se podrían encontrar expuestos los trabajadores por área, existencia o sospecha de alguna enfermedad ocupacional, formación recibida por parte del empleador, además de acceso y uso de los equipos de protección personal (EPP) requeridos de acuerdo a la actividad que realizan.

Seguidamente, se realizaron mediciones de los niveles de ruido, calor e iluminación por área de trabajo, con el propósito de evaluar el impacto de la exposición de los trabajadores a estas variables. Los puntos de medición para el ruido y temperatura, fueron definidos para los galpones G1 de 5206,33 m<sup>2</sup> conformado por 31 máquinas inyectoras (de las cuales solo 13 se encontraban en funcionamiento) y un molino; y G3 con una extensión de 9397,13 m<sup>2</sup> donde se ubican 16 líneas de extrusión (excepto una inoperativa), que a su vez están constituidas por máquinas extrusoras, mesas de ubicación enfriamiento, marca tubo, puler/cortadora, acampanadora y flejadora. Adicionalmente en el G3, se incluyeron las áreas de: Turbomezcladores, balanza, molino y roscado ranurado, por estar en dicho lugar. Cabe destacar que en el G1, se incluyeron los puestos de trabajo de empaque y mantenimiento. Para el estudio de la iluminación, se seleccionaron áreas representativas del lugar tanto para el G1 como para el G3; sólo que en este caso se consideraron los pasillos entre máquinas y líneas sin obviar cada puesto de trabajo. En el galpón G2 cuya dimensión es de 2910,78 m<sup>2</sup> se obvió la medición de ruido e iluminación, por no disponer de fuente de generación ruido excepto la proveniente del flujo normal de trabajo ejecutado por el personal y por contar únicamente con iluminación natural sin trabajo nocturno; de manera que solo se evaluó la temperatura en un punto de medición por ser este donde se ubican los trabajadores. Igualmente, los puntos de medición para los galpones G1 y G3 se tomaron teniendo en cuenta la del personal expuesto (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Las mediciones de ruido se hicieron con un sonómetro marca EX-TECH modelo 407705, que cumple con los requerimientos de las Normas ANSI e IEC tipo 2, siguiendo el procedimiento descrito en el punto 7.3.4 de la Norma Venezolana COVENIN 1565 (1995). *Ruido*

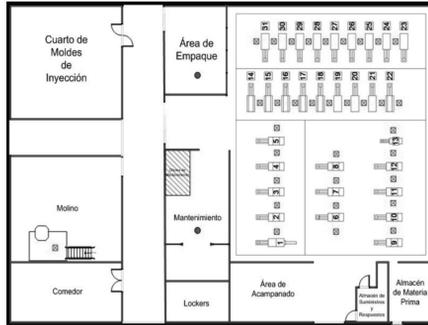


Figura 1: Puntos de medición para ruido y temperatura, G1

Fuente: Los autores.

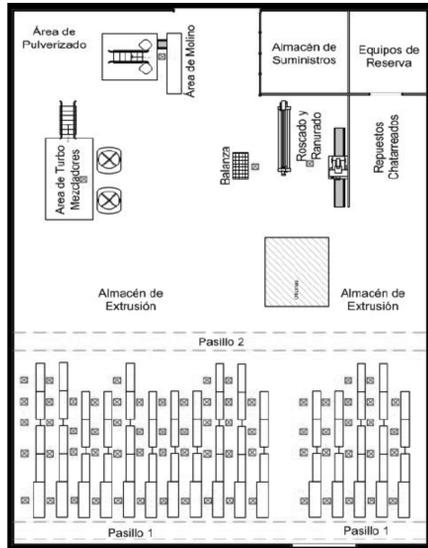


Figura 2: Puntos de medición para ruido y temperatura, G3

Fuente: Los autores.

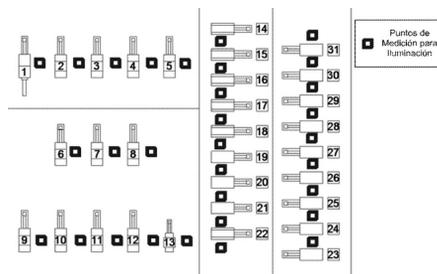


Figura 3: Puntos de medición para ruido y temperatura, (a) G1

Fuente: Los autores.

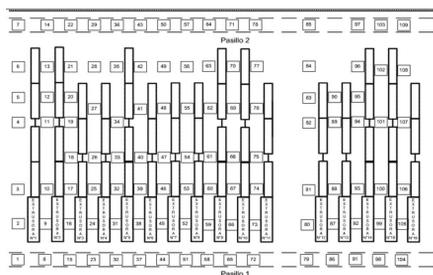


Figura 4: Puntos de medición para ruido y temperatura, (b) G3

Fuente: Los autores.

*Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva, Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación*, donde se recomienda realizar cinco mediciones en un intervalo de 15 segundos cada una para ruidos estables, siendo este el caso de las áreas de Extrusión e Inyección. En contraparte, para ruidos continuos fluctuantes e intermitentes como los encontrados en las áreas de roscado y ranurado, molinos de los galpones G1 y G3 respectivamente; se tomó el total de medidas mayor o igual a 20 veces el rango de niveles detectados, tal como lo estipula la norma ya mencionada. Resulta importante indicar que los valores fueron medidos en dBA, cuando todos los equipos y maquinarias estaban en operación. Una vez obtenidos los registros, se calculó la media aritmética a través de la siguiente ecuación:

$$\hat{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} \quad (2)$$

Luego, para los datos obtenidos en el área de Extrusión se calculó el nivel de ruido continuo equivalente (Leq), tal como lo describe la Norma Venezolana COVENIN 1565:1995 (Ob. Cit.); puesto que en este espacio los trabajadores se desempeñan en 4 o 5 estaciones. De esta forma, se empleó la siguiente ecuación:

$$Leq = 100 \log \left[ \sum_{j=1}^n F_j \times 10 \frac{L_j}{10} \right] \quad (3)$$

Los niveles de temperatura en los diferentes puntos de medición, fueron tomados a través de un mini termo-anemómetro humidificador marca EXTECH modelo 45158, que muestra simultáneamente la velocidad del aire, humedad relativa y temperatura. Los datos respectivos se registraron en el momento más caluroso de la jornada laboral, tal como lo indica la Norma Venezolana COVENIN 2254 (1995) *Calor y frío límites máximo permisibles de exposición en lugares de trabajo*, en su punto 4.1.2.2.3, siendo este momento el horario comprendido entre las 12 del mediodía y las 3 de la tarde. Finalmente, el estudio de la iluminación se logró con la utilización de un Luxómetro marca EXTECH modelo 401025sp, el cual cuenta con un sensor de foto diodo y filtro de corrección de color, diseñado por espectro para cumplir

con los requisitos del IEC. Las mediciones se realizaron de acuerdo a lo establecido en el punto 5.3.1 de la Norma Venezolana COVENIN 2249 (1993) *Iluminancias en Tareas y áreas de Trabajo*, el cual señala que debe efectuarse la toma de datos 30 minutos después de energizada la instalación y esperando un tiempo prudencial entre 10 y 15 minutos para la estabilización del equipo de medición. Dado que el área de inyección fue dividida en cuadrantes, se empleó la ecuación siguiente para facilitar el cálculo de la  $\bar{E}$ :

$$\hat{E}_i = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{n} \quad (4)$$

## Resultados

A través de la observación directa y la entrevista no estructurada, se determinó que en los tres galpones la iluminación utilizada en el turno diurno es natural, con apoyo en pocos focos de luz artificial; situación que cambia en el turno nocturno en los galpones G1 y G3, donde la iluminación pasa a ser totalmente artificial; siendo el G3 el más afectado en el horario nocturno ya que casi el 60 por ciento de las luminarias en desuso. En lo que respecta a la ventilación, el calor es producido por el funcionamiento de las maquinarias utilizadas y la fuente de ventilación proviene de espacios abiertos que permiten la entrada del aire natural. Por otro lado, en los galpones G1 y G3 se denota un ruido continuo; en el galpón G1 es producido por la maquinaria utilizada (Inyectoras), y en el G3 es procedente tanto de un molino utilizado para el reciclaje de material defectuoso, como de una mezcladora que posee dos turbinas de mezclado. El galpón G2 es el menos afectado por el ruido, dado que allí es donde se realizan los procesos de comercialización y despacho del producto.

La aplicación de la Lista de Chequeo de riesgos generales reveló que en los galpones G1 y G3, se presenta un ruido perturbador que evita que los trabajadores se comuniquen entre sí a menos de un metro de distancia, situación que igualmente ocurre al utilizar su equipo de protección personal (orejeras). Algo diferente se presenta en el G2 dado que no existen maquinarias generadoras de ruido. Por otra

parte, se conoció la existencia de puntos de electricidad sin reflectores y desuso en casi el 60 por ciento de las luminarias del galpón G3. En cuanto a la ventilación, se determinó que no cuentan con equipos de ventilación mecánica, ni extractores que permitan la eliminación de aire viciado.

Con la entrevista semiestructurada, se conoció que la mayoría de los trabajadores conocen los riesgos físicos a los cuales están expuestos durante su jornada laboral, así como los efectos que estos producen sobre su salud. Asimismo, se evidenció que el empleador dota a sus trabajadores del EPP requerido en función de la tarea que realiza en su puesto de trabajo, verifica su correcto uso y realiza la vigilancia médica activa respectiva, a través de controles preventivos. Se conoció además, que el EPP más utilizado es el protector auditivo, el cual se caracteriza por tener un nivel de reducción de ruido (NRR) de 23 dB. También fue notable la existencia de una cultura de seguridad y prevención, pese a que la inducción de higiene y seguridad laboral es recibida por parte del empleador solo al inicio de la relación de trabajo.

Luego, la medición de variables inició con el ruido, que fue medido por área de acuerdo a su forma de generación. Así se obtuvieron resultados para los ruidos estables en las inyectoras, turbomezcladora y balanza (Cuadro 1); ruido continuo equivalente ( $L_{eq}$ ) para el área de extrusión (Cuadro 2); ruido continuo fluctuante e intermitente en los Molinos, roscado y ranurado (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos evidenciaron que en la totalidad del Galpón 3 y en el Molino del Galpón 1, no se está cumpliendo con el límite umbral de exposición establecido en la Norma Venezolana COVENIN 1565 (Ob. Cit.), que no debe ser mayor a 85 dB para una jornada laboral de 8 horas. Del mismo modo, se conoció que tanto en el Galpón 1 como el 3, el ruido más intenso es generado por el choque del material molido con las paredes que confinan la herramienta moledora, y en Roscado y Ranurado el ruido proviene de la maquinaria utilizada para el roscado de las tuberías.

A continuación, se dio paso a la medición de temperatura en los puntos definidos, a partir del cual se conoció el índice de la TBGH de cada puesto de trabajo en  $^{\circ}C$  y la Humedad Relativa del lugar

Punto de Muestra	(dBA)	Punto de Muestra	(dBA)	Punto de Muestra	(dBA)
Inyectora N 1	82,0	Inyectora N 15	81,9	Inyectora N 21	79,4
Inyectora N 8	79,8	Inyectora N 16	82,2	Inyectora N 24	78,2
Inyectora N 9	80,0	Inyectora N 17	80,3	Inyectora N 25	76,2
Inyectora N 12	80,3	Inyectora N 19	80,4	Turbo Mezcladora	82,8
Inyectora N 14	79,7	Inyectora N 20	80,3	Balanza	84,5

Cuadro 1: Mediciones de Ruido Estable en los Galpones G1 y G3  
Fuente: Los autores.

N de Línea	Leq (dB)						
1	92,7	5	96,7	9	97,6	13	96,7
2	—	6	99,5	10	97,6	14	96,8
3	97,2	7	99,6	11	96,2	15	99,0
4	95,3	8	97,7	12	96,9	16	96,7

Cuadro 2: Mediciones de Ruido Continuo Equivalente (Leq) en el Galpón G3 - Extrusión  
Fuente: Los autores.

Punto de Muestreo	Mediciones	
Molino ubicado en G1	20x(99,1-90,0)=182	94,1
Molino ubicado en G3	20x(104.3-89,9)=288	96,3
Roscado y Ranurado G3	20x(94,9-80,6)=286	87,5

Cuadro 3: Mediciones de Ruido Continuo Fluctuante e Intermitente en el Galpón G3  
Fuente: Los autores.

representada en porcentaje (Cuadro 4).

Galpón	Área	TGBH (°C)	Humedad Relativa (%)	Galpón	Área	TGBH (°C)	Humedad Relativa (%)	
G1	Inyectora N 1	30,6	50	G1	Línea N 1	29,6	51,8	
	Inyectora N 2	32,7	40		Línea N 2	30,5	45,75	
	Inyectora N 3	30,5	46,4		Línea N 3	30,8	30,8	
	Inyectora N 4	30,3	50,1		Línea N 4	30,8	30,8	
	Inyectora N 8	30,6	46,6		Línea N 5	30,8	42,425	
	Inyectora N 11	31,7	41,6		Línea N 6	31,4	42,025	
	Inyectora N 13	31,1	45,5		Línea N 7	31,8	42	
	Inyectora N 14	30,1	45		Línea N 8	31,7	31,7	
	Inyectora N 16	30,4	45,3		Línea N 9	31,5	31,5	
	Inyectora N 17	31,6	45		Línea N 10	31,5	40,925	
	Inyectora N 19	31,6	41,6		Línea N 11	31,9	31,9	
	Inyectora N 20	30,5	45,2		Línea N 12	31,2	31,2	
	Inyectora N 21	30,9	45,8		Línea N 13	30,7	30,7	
	Inyectora N 24	30,6	44,6		Línea N 14	31,4	31,4	
	Inyectora N 25	32	42,3		Línea N 15	31,7	31,7	
	Inyectora N 26	30,2	44,8		Línea N 16	31,5	31,5	
	Molino	32,3	39,3		Molino	29,2	46,1	
	Mantenimiento	31,1	41,1		Balanza	30,3	30,3	
	Empaque	30,7	40,6		Turbo Mezcladora	30,6	45,9	
	G2	Almacén de prod. terminado	31,1		44,5	Roscado y Ranurado	30,7	44,6

Cuadro 4: Mediciones de Iluminación en los Galpones G1 y G3  
Fuente: Los autores.

De acuerdo a los requerimientos establecidos en la Norma Venezolana COVENIN 2249 (Ob. Cit.), para los tipos generales de actividad en áreas interiores, las instalaciones estudiadas se ubican como aquella en la que la tarea visual se realiza con objetos de tamaño grande o de contraste elevado por lo que se tomó como valor recomendado 300 Lux, que expresa ser un valor moderado. En base a estas aseveraciones, existe incumplimiento de la norma, ya que los valores obtenidos

están por debajo de lo solicitado.

## **Diseño de Medidas para el Control de Riesgos**

Aunque se evidenció que los trabajadores disponían de los EPP para hacer frente a los agentes de riesgos físicos a los cuales se encontraban expuestos, se consideró necesario generar una propuesta orientada a la disminución de los niveles de ruido, calor e iluminación en todas las áreas productivas; en concordancia a lo señalado por González, Floria y González (2006), quienes comentan que la primera medida para el control de los riesgos debe ser la acción sobre la fuente.

### **Propuesta para el Agente Causal de Ruido**

Pese a que los trabajadores disponen de EPP con un NRR que asegura la exposición de los trabajadores a un nivel de ruido inferior a los 85 dB, se desarrolló una propuesta para minimizar este agente de riesgo desde su fuente raíz, siendo esta la principal alternativa de actuación al controlar cualquier riesgo. Dentro de este contexto, se tomaron en cuenta las zonas críticas detectadas (Figura 1), que en el G3 resultaron ser, la estación Puler/Cortadora, el Molino de G3 y en Roscado y Ranurado.

En lo concerniente al G1, se detectó como zona crítica única el área de Molino de G1. En la estación Puler/Cortadora, se propuso colocar apantallamiento de vidrio, formado por doble cerco metálico de 40 milímetros de espesor. El visor incluye doble acristalamiento con vidrios pulidos, laminados de 4+4 y 5+5 milímetros de espesor montados en perfil de goma en V. Para los Molinos de G1 y G3, se planteó un armazón en perfil de acero galvanizado ensamblado mediante cierres de triángulo o tornillería. Este armazón, consta de bandejas en chapa galvanizada de 1,2 milímetros de espesor rellenas en su interior de materiales aislantes y fonoabsorbentes.

En el área de roscado y ranurado se propuso la instalación de barreras o paneles acústicos que dividan esta área con las demás áreas ubicadas dentro del Galpón 3. Es conveniente la instalación de 5 paneles acústicos de 450cm de anchura y 400cm de alto, constituidos por

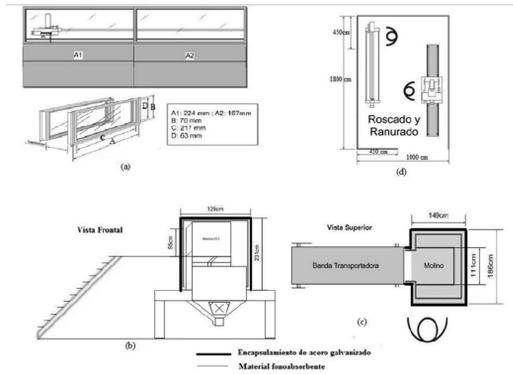


Figura 5: (a) Apantallamiento de la estación Puler / Cortadora, (b) Encapsulamiento del Molino de G1, (c) Encapsulamiento del Molino de G3, (d) Paneles Acústicos para el Área de Roscado y Ranurado Fuente: Los autores.

una lámina de chapa lisa prelacada de 1mm y un material absorbente. En cuanto al material de aislamiento acústico, es recomendable emplear un polímero termoplástico como la goma E.V.A. (Ethylene Vinyl Acetate) o un poliuretano densidad 60, por ser buenos aislantes de ruido de acuerdo a aproximaciones efectuadas por González, Salazar y Cabrera (2008), al calcular el coeficiente de transmisión de sonido (STC) y el coeficiente de reducción de sonido (NRC) para siete materiales diferentes a través de una cámara de insonorización; teniendo mejores resultados con la goma E.V.A. y el poliuretano densidad 60 con un STC de 23, 895 y 27,41 dB(A) y un NRC de 0,320 y 0,368 respectivamente.

Asimismo, para cada medida planteada se determinó la absorción de sonido en m<sup>2</sup> que se espera obtener con la utilización del material fonoabsorbente. Se hizo el cálculo para la goma E.V.A cuyo NRC es de 0,320 equivalente al coeficiente medio de absorción del material, usando además la ecuación siguiente:

$$A = \alpha \times S' \quad (5)$$

Conociendo la superficie del material a utilizar para cada pro-

puesta de encapsulamiento, se espera tener una absorción de sonido a un radio aproximado de 3 m<sup>2</sup> para el molino de G1, 4 m<sup>2</sup> para el molino de G3, 0,1 m<sup>2</sup> en la estación Puler/cortadora y 0,3 en el área de roscado y ranurado, en relación a la distancia máquina – operario.

### Propuesta para el Agente Causal de Calor

Se propone la instalación de extractores de calor eólicos en el techo de los tres galpones en estudio, para eliminar el exceso de calor generado por las maquinarias utilizadas (Extrusoras e Inyectoras). En acuerdo con lo establecido por la Norma Venezolana COVENIN 2250 (2000), *Ventilación en los Lugares de Trabajo*, se calculó el caudal requerido con respecto al número de renovaciones de aire necesarias para este tipo de industria, tomando como valor mínimo 10 renovaciones por tratarse de una fábrica con ambiente laboral general.

$$Q = \frac{a \times b \times c \times (R/h)}{3600} \quad (6)$$

Con la aplicación de la ecuación anterior, se obtuvo un caudal de 90,3m<sup>3</sup>/s para el Galpón G1 y de 278,80m<sup>3</sup>/s para G3 respectivamente, por ser estos quienes registraron mayores temperaturas durante las mediciones efectuadas. Después, con estos valores de Q y con la ayuda de un simulador de precios de una industria colombiana dedicada a la fabricación y comercialización de extractores eólicos, se recomiendan 212 extractores eólicos de turbina de 30 pulgadas para el Galpón 3 y 65 de los mismos para el Galpón 1; que deben ser instalados cada 42m<sup>2</sup> en el Galpón 3 y cada 56m<sup>2</sup> en el Galpón 1 para una mayor eficiencia del equipo.

### Propuesta para Aumentar la Eficiencia de la Iluminación

A fin de obtener una iluminación general y uniforme de los espacios de trabajo G1 y G3, se calculó el número de luminarias requeridas, por medio del método de los Lúmenes, a través de las ecuaciones propuesta por Castilla y otros (s.f.):

$$NL = \frac{\Phi_T}{nl \times \Phi_L} \quad (7)$$

$$\Phi_T = \frac{E_m \times S}{C_u \times C_m} \quad (8)$$

A continuación, se tomaron las dimensiones del ancho, largo y alto de cada galpón, siendo estas de 60,6 x 59, 6 x 9  $m^3$  para G1 y 74,94 x 118 x 11,35  $m^3$  para G3; asimismo según recomendaciones de Harper (2004), se fijó una altura de trabajo de 76 cm. Se consideró un  $E_m$  de 300 Lux, por ser lo estipulado en la Norma Venezolana COVENIN 2249:1993 para la industria en general. Igualmente, se trabajó con la lámpara de sodio de alta presión por ser la empleada en el centro de trabajo analizado y debido a su eficiente utilización en la iluminación de interiores de galpones e instalaciones industriales y que por especificaciones del fabricante, tiene un  $\Phi_L$  de 15.000 Lúmenes, para un total de una lámpara por cada luminaria. Adicionalmente se tiene, un  $C_u$  de 0,72 y 1,76 para G1 y G3 respectivamente y un  $C_m$  de 0,6 suponiendo un ambiente de suciedad debido al proceso que se lleva a cabo.

Es así como se conoció que se necesitan 168 luminarias cada una con una lámpara en su interior, para cada galpón y de esta manera cubrir los requerimientos de iluminación en estos. Posteriormente, se estableció el emplazamiento de las luminarias para una adecuada distribución en las áreas de trabajo; usando para ello las fórmulas señaladas por Castilla et. al. (Ob. Cit.):

$$N^\circ \text{filas}_{(ancho)} = \sqrt{\frac{NL}{\text{largodellocal}}} \times \text{anchodellocal} \quad (9)$$

$$N^\circ \text{filas}_{(largo)}L = n^\circ \text{filas}_{(ancho)} \times \frac{\text{largodellocal}}{\text{anchodellocal}} \quad (10)$$

Para el galpón G1, se deben disponer de 13 filas por 13 columnas de luminarias tanto lo ancho como a largo del local, con una distancia aproximada de 5 metros entre sí. Análogamente, se necesitan colocar 11 filas de luminarias a lo ancho del galpón G3 por 10 columnas a lo largo de este, con una distancia promedio entre ellas de 6 metros. Por último, se evaluó si el número de luminarias calculado para cada área de trabajo así como la distancia entre luminarias era el correcto o no, haciendo uso de las siguientes ecuaciones matemáticas planteadas por

Castilla et. al. (Ob. Cit.):

$$E_m = \frac{NL1timesnl \times \Phi_L \times C_u \times C_m}{S} \quad (11)$$

$$e \leq 1, 2h \text{ Para locales con } h > 10 \text{ metros} \quad (12)$$

$$e \leq 1, 5h \text{ Para locales con } 6 < h < 10 \text{ metros} \quad (13)$$

Con ello se comprobó, que el número de luminarias calculadas para cada galpón cumplen con el nivel de iluminancia media establecida para los puestos de trabajo estudiados y que la distancia sugerida entre ellas, no excede la distancia máxima entre luminarias.

## Conclusiones

Se evidenció que el ruido en las áreas de fabricación del producto, es generado por el funcionamiento de las máquinas durante el proceso de trabajo. En cuanto al personal que labora en la empresa, se evidenció que hacen uso de los equipos de protección personal suministrados por el empleador; pese a que no reciben información periódica acerca de las normativas de Higiene y Seguridad Industrial, sino solo charlas de inducción al momento de ingresar como empleados a la empresa. Con las mediciones de ruido, calor e iluminación se determinó la exposición de trabajadores a condiciones peligrosas, dado que las mediciones registradas superan los valores dispuestos en las normas técnicas para cada una de las variables. En este sentido, se conoció que en el área de Extrusión, el ruido rebasa el límite máximo permitido de 85 dB para la jornada de 8 horas, debido a que en el mismo galpón se encuentran diferentes maquinarias generadoras de ruido que contaminan las áreas en las cuales el ruido es menor. En torno al estudio de iluminación, los resultados obtenidos no fueron favorables debido a la cantidad de luminarias quemadas, tanto en el área de Extrusión como de Inyección. Esto como consecuencia de la falta de mantenimiento en las mismas, así como el fallo en la realización de mediciones periódicas para verificar si se cumple o no los requerimientos en esta materia. En materia de ventilación, se notó que no cuentan con ningún equipo de ventilación mecánica

que acelere la extracción del aire viciado. La constitución del techo y la cantidad de maquinarias elevan la temperatura interna de los galpones, lo cual genera en los trabajadores una alta exposición al calor. Las medidas de control para las variables estudiadas, fueron desarrolladas considerando los niveles actuales de ruido, calor e iluminación; así como también los establecidos en las Normas Venezolanas COVENIN 1565:1995, 2249:1993, 2250:2000 y 2254:1995. Con las medidas de apantallamiento y encapsulamiento para el control de ruido en las áreas más críticas, se espera tener una absorción de sonido de  $3 m^2$ ,  $4 m^2$ ,  $0,1 m^2$  y  $0,3 m^2$  en los molinos ubicados en G1, G3, en la estación Puler/cortadora y en roscado - ranurado, en relación a la distancia máquina - operario. Para el agente causal de calor, se recomendó la instalación de 212 extractores eólicos de turbina de 30 pulgadas para el galpón G3 y 65 de estos en el G1, para así cubrir el caudal de aire requerido en dichas instalaciones. Por último, en base a la demanda de iluminancia existente en las áreas estudiadas, se determinó la necesidad de instalar 168 luminarias de una lámpara de sodio de alta presión, para los galpones y G1 y G3.

## Recomendaciones

Se sugiere la realización de un estudio para medir los niveles de ruido, calor e iluminación, una vez que sean implementadas las medidas para el control de riesgos físicos propuestas, para así verificar la contribución dada al respecto. En este mismo orden de ideas, se recomienda en acuerdo a las Normas COVENIN 1565:1995 y 2254:1995, las mediciones de ruido cada 2 años y las de temperatura cada 2 meses cuando el índice de TBGH se encuentre por encima del límite permisible para trabajo continuo.

## Referencias

- Cabeza, M., Cabeza, M. y Corredor, E. (2008). Evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo de una empresa petrolera. Visión gerencial. Universidad de los Andes de Venezuela. Vol. 7, N 1, Enero – Junio 2008, Pp. 33-44.

- Camacho, D. (2013). Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica, Mariara. 2004-2005. Revista Ciencia & Trabajo [online] Fundación Científica y Tecnológica. Asociación Chilena de Seguridad. Vol. 15, N 46, Abril 2013, Pp. 31-34.
- Carmona, H., Aguilera, C. y Sióñez, J. (2011). Reducción de niveles de ruido y vibración en una planta ensambladora de vehículos. Ingeniería y sociedad UC. Universidad de Carabobo. Vol. 6, N 2, Mayo 2011, Pp. 87-93.
- Castilla, N. Blanca, V., Martínez, A. y Pastor, R. (s.f.). Luminotecnica: Cálculo según el método de los lúmenes. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12732/L>
- Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (2000, 24 Marzo). Gaceta Oficial del República de Venezuela, 5.453, Marzo 24, 2000.
- CORPORACIÓN OBRAMAT (s.f.). Suministros eléctricos. Disponible en: [www.obramat.com.ve/catalogo.pdf](http://www.obramat.com.ve/catalogo.pdf)
- Gallego, A. et. al. (2006). Manual para la formación en prevención de riesgos laborales. (4ª ed.). España: Editorial LexNova
- González, A. Floria, P. y González, D. (2006). Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales. (5ª ed.). Madrid: Fundación Confemetal.
- González, H., Salazar, E. y Cabrera, C. (2008). Cálculo del coeficiente de reducción de ruido (NRC) de materiales, utilizando una cámara de insonorización. Revista Scientia et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira. Vol. 1, N 38, Junio de 2008, Pp.119-124.
- Harper, E. (2004). El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. (2ª ed.). México: Editorial LIMUSA S.A.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. (2005, 26 de Julio). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. N 38.236, Julio 26, 2005.

- Norma Venezolana COVENIN 1565 (1995). Ruido Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva, Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación”. Caracas: FONDONORMA
- Norma Venezolana COVENIN 2249 (1993). Iluminancias en Tareas y áreas de Trabajo. Caracas: FONDONORMA
- Norma Venezolana COVENIN 2250 (2000). Ventilación en los Lugares de Trabajo. Caracas: FONDONORMA
- Norma Venezolana COVENIN 2254 (1995). Calor y frío límites máximo permisibles de exposición en lugares de trabajo. Aspectos generales. Caracas: FONDONORMA.
- OBRALUX (s.f.). Luminotecnia. Disponible en: [www.obralux.com/pdf/luminotecnia.pdf](http://www.obralux.com/pdf/luminotecnia.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (1995). Salud ocupacional para todos. Estrategia mundial. Disponible: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42109/1/951802071X\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42109/1/951802071X_spa.pdf)
- Organización Panamericana de la Salud (2013). OPS/OMS estima que hay 770 nuevos casos diarios de personas con enfermedades profesionales en las Américas.
- Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo. (1973, 31 Diciembre). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 1.631 (Extraordinario), Diciembre 31, 1973.
- Rojas, R. (1990). Crisis, salud, enfermedad y práctica médica. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
- Sierra, R. (2003). Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios (14ª ed.). Madrid: Thomson.

