

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



TESIS

**Determinación de las variables críticas que provocan el
síndrome de burnout utilizando la metodología Mahalanobis-
Taguchi**

Que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

MAESTRO EN INGENIERÍA

Presenta

Miguel Ángel Verdugo Gómez

Director de tesis

Dr. Jorge Limón Romero

Co-Director de tesis

Dra. Yolanda Angélica Báez López

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA

“Determinación de las variables críticas que provocan el síndrome de burnout utilizando la metodología Mahalanobis- Taguchi”

TESIS

Que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería presenta:

Miguel Ángel Verdugo Gómez

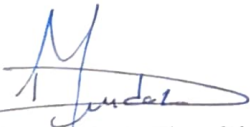
Aprobada por:



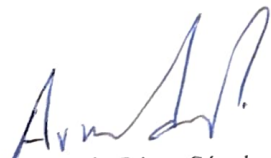
Dr. Jorge Limón Romero
Director de tesis



Dra. Yolanda Angélica Báez López
Co-directora de tesis



Dr. Diego Alfredo Tlapa Mendoza
Miembro del comité



Dr. Armando Pérez Sánchez
Miembro del comité



Dr. Julián Israel Aguilar Duque
Miembro del comité

Ensenada, Baja California, México. Junio 2022.

Resumen de la tesis de **MIGUEL ÁNGEL VERDUGO GÓMEZ** presentada como requisito para la obtención del grado de MAESTRO EN INGENIERÍA del programa de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería de la UABC, Ensenada Baja California, México, Junio 2022.

“Determinación de las variables críticas que provocan el síndrome de burnout utilizando la metodología Mahalanobis-Taguchi”

Resumen aprobado por:



Dr. Jorge Limón Romero
Director de tesis



Dra. Yolanda Angélica Báez López
Co-directora de tesis

Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales representan un problema humano y económico que constituye una grave preocupación en todo el orbe. Asimismo, el síndrome de burnout o estrés laboral crónico es considerado una de las principales enfermedades del siglo XXI y en países en desarrollo como México, este síndrome no ha sido debidamente estudiado, al menos en el personal que ocupa algún cargo en los mandos medios y superiores de las organizaciones, es decir, puestos como gerentes o subgerentes, en especial en el sector manufacturero industrial. Es importante mencionar que este personal es fundamental para el crecimiento de las industrias y usualmente debe responder a grandes exigencias debido a la naturaleza del trabajo que realizan. En la presente investigación se estudia cuáles son las variables más importantes que provocan un aumento del estrés laboral crónico en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California. Las variables estudiadas para identificar su potencial efecto sobre este síndrome son: la antigüedad dentro de la empresa, la edad, la antigüedad ejerciendo su profesión, el índice emocional, el índice de eficiencia profesional y el índice de cinismo.

La metodología utilizada para procesar los datos recabados y realizar el análisis fue la técnica de análisis multivariante Mahalanobis-Taguchi y se consideró a la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) como sector de interés para ejecutar el estudio, por su gran aportación al Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) de Baja California. La base de datos que se analizó cuenta con 472 individuos y después de una depuración de los datos, se decidió utilizar la información de 223 trabajadores para investigar el efecto de las variables antes mencionadas en el burnout. Los resultados obtenidos mostraron que los índices de cinismo, eficiencia profesional y emocional fueron los más significativos mientras que la antigüedad ejerciendo su trabajo y dentro de la empresa, así como la edad no resultaron significativas al menos para la población estudiada.

Palabras clave: Síndrome de burnout, sistema Mahalanobis-Taguchi, empresas IMMEX.

Dedicatoria

*A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido
llegar a cumplir hoy un sueño más.*

Agradecimientos

A mis compañeros de maestría por ayudarme cuando tenía algunas dudas con los temas vistos en clase.

A mi director de tesis el Dr. Jorge Limón Romero por confiar en mi para el desarrollo de este proyecto, así como también, por el apoyo brindado durante estos dos años.

A mi co-directora la Dra. Yolanda Angélica Báez, al Dr. Diego Tlapa y al Dr. Armando Pérez Sánchez por estar siempre en la disposición de ayudarme y por su orientación brindada en cada avance de tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado durante la realización de esta investigación.

A la Universidad Autónoma de Baja California y a la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño por esta oportunidad.

Índice

1. Introducción	1
1.1 Sector de estudio	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Preguntas de investigación	3
1.4 Hipótesis	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Justificación	4
1.7 Delimitación y limitaciones	5
2. Marco Teórico	6
2.1 Síndrome de Burnout	6
2.2 Distancia Euclídea	7
2.3 Distancia de Mahalanobis	7
2.4 Método Taguchi	7
2.5 Mahalanobis-Taguchi	10
2.6 Python	11
2.7 NOM-035-STPS-2018	12
3. Metodología	14
3.1 Instrumentos para la recolección de datos	14
3.2 Sector de interés	14
3.3 Procedimiento para la recolección de datos	15
3.4 Depuración de datos	15
3.5 Validación del programa	15
3.6 Desarrollo del programa	15

4. Resultados	19
4.1. Análisis descriptivo de la muestra	19
4.2 Tamaño de la muestra	19
4.3 Validación del instrumento	19
4.4 Análisis del programa	19
5. Discusión	37
5.1 Discusión de los resultados	37
6. Conclusiones y recomendaciones	38
6.1 Conclusiones	38
6.1.1 Conclusiones de acuerdo a las hipótesis	38
6.1.2 Conclusiones de acuerdo a los objetivos	38
6.2 Recomendaciones	38
7. Referencias	42

Índice de Figura

Figura 1. Programa “Hola Mundo” en C++	12
Figura 2. Programa “Hola Mundo” en Python	12
Figura 3. Pasos de la metodología utilizada	14
Figura 4. Gráfica DM datos normales contra anormales	26

Índice de Tablas

Tabla 1. Arreglo ortogonal L_8 de dos niveles	8
Tabla 2. Arreglo ortogonal L_{32} de dos niveles	9
Tabla 3. Nomenclaturas para las ecuaciones utilizadas en la metodología	18
Tabla 4. DM datos normales y anormales	20
Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N	27
Tabla 6. Ganancias de los factores estudiados	36
Tabla 7. Criterio para la toma de decisiones	40

1. Introducción

Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales son un problema humano y económico que constituye una grave preocupación en todo el mundo [1]. Asimismo, el síndrome de burnout se considera una de las principales enfermedades del siglo XXI y en países en desarrollo como México, puestos como gerentes o subgerentes no han sido suficientemente explorados en este tema, en especial en el sector manufacturero industrial. Este personal es muy importante para el crecimiento de las industrias y usualmente debe responder a grandes demandas de trabajo [2].

El Burnout es una condición psicológica que puede presentarse en todos los trabajadores después de estar expuestos a un estrés laboral excesivo y prolongado, y se caracteriza por tres dimensiones: agotamiento emocional, cinismo y eficacia personal reducida [3]. En este sentido, se ha comprobado que al presentarse en altos directivos durante largos periodos de tiempo, sus efectos influyen en problemas de salud y alteraciones psicosomáticas [4].

Las técnicas y métodos utilizados para la optimización y análisis de variables han tenido un comportamiento creciente durante las últimas décadas con la aplicación y adaptación de principios estadísticos, enfocados al análisis de datos con comportamiento multivariante.

En la actualidad se han desarrollado diferentes técnicas para el reconocimiento de patrones para la realización de análisis y predicciones precisas en sistemas multidimensionales. Taguchi y Jugulum indicaron entre otras las siguientes: análisis de componentes principales (ACP), Método de discriminación y clasificación, regresión múltiple, redes neuronales (RNA) y el sistema Mahalanobis-Taguchi (SMT) [5].

En estadística, la Distancia de Mahalanobis es una medida de distancia introducida por Mahalanobis en 1936. Su utilidad radica en que es una forma de determinar la similitud entre dos variables aleatorias multidimensionales y a diferencia de la distancia euclídea tiene en cuenta la correlación entre las variables aleatorias [6]. La distancia de Mahalanobis es la base del SMT, además de los arreglos ortogonales (AO's) y la razón señal a ruido del sistema Taguchi.

Por cerca de 20 años, el SMT ha despertado un gran interés en investigaciones y se ha convertido en una herramienta popular para diagnóstico de calidad de servicios, diagnóstico de fallas mecánicas, sistemas de admisión universitarios, diagnósticos médicos, formulación de estrategias, entre otras aplicaciones [7].

El SMT considera las muestras descritas por características de valor real, es decir, los patrones a ser reconocidos generalmente se representan como vectores de mediciones donde cada patrón toma un valor único por característica. El objetivo principal del SMT es el reconocimiento de patrones en sistemas multidimensionales mediante la construcción de una medida de escala. El patrón de una muestra en un sistema multidimensional depende de la estructura de correlación de características en el sistema. Se puede reconocer el patrón incorrecto si no se considera la correlación de las características [7].

Por lo tanto, la escala a construir debe poder eliminar la correlación entre las características. Además, la escala debe poder eliminar el efecto de la variabilidad de cada característica. En otras palabras, la escala debe construirse en un sistema de coordenadas estandarizado [7]. El SMT se basa

en la distancia de Mahalanobis, la cual es una medida basada en las correlaciones entre variables y diferentes patrones que pueden ser identificadas con respecto a un grupo considerado de referencia. Estas correlaciones son una medición aproximada de la interacción entre las variables, es por eso que la DM es usada para representar patrones correspondientes a combinaciones de las variables [8]. Taguchi llevó al desarrollo de SMT, al proveer medios para identificar al grupo de referencia y medir el grado de anormalidad de las observaciones individuales [9].

El SMT construye una escala de medición multivariable para entender el comportamiento de diferentes patrones, lo que a su vez ayuda a medir o predecir diferentes condiciones del sistema multivariable, para que el analista pueda tomar acciones correctivas apropiadas [10]. En el presente trabajo se analiza el síndrome de Burnout con el SMT, el cual ha sido utilizado en diferentes aplicaciones de diagnóstico para generar indicadores cuantitativos para facilitar la toma de decisiones por medio de la construcción de una escala de medición multivariable para analizar diferentes factores en trabajadores del sector industrial del estado de Baja California.

1.1 Sector de estudio

La Industria IMMEX se ha consolidado como un elemento esencial en el desarrollo industrial en México, con un crecimiento acelerado con indicadores positivos de empleo, número de establecimientos, saldo de la balanza comercial y captación de inversión extranjera, lo que le ha permitido figurar como la segunda fuente generadora de divisas, únicamente superada por las exportaciones petroleras [18].

El objetivo del programa IMMEX es incrementar y promover la exportación y acceso a mercados internacionales por parte de las empresas mexicanas, además de promover la modernización de la infraestructura productiva del país. Otorgar facilidades para [19]:

1. Procesos industriales.
2. Servicios a mercancías de exportación
3. Prestación de servicios de exportación

1.2 Planteamiento del problema

El personal que ocupa mandos medios y superiores en una organización requiere cada vez de mayor habilidad, flexibilidad, conocimiento, disponibilidad y capacidad para enfrentar algunos retos de la globalización. Las exigencias laborales y el contenido del trabajo de este personal provocan altos niveles de estrés, que impactan su desempeño, economía y competitividad.

Hasta el momento, la literatura existente sobre los factores o variables que propician el desarrollo de algún nivel de estrés es escasa y en el caso específico de la industria de la manufactura de exportación para mandos medios y superiores en México, puede decirse que es prácticamente inexistente.

Los estudios al respecto son insuficientes e quizá inadecuados para esta población y contexto, ya que las variables a analizar no se han estudiado en otros estudios, así como tampoco se ha utilizado el sistema de Mahalanobis-Taguchi y por otra parte el algoritmo a utilizar no es de dominio público lo cual hace que este proyecto presente un alto nivel de originalidad y se considera un estudio exploratorio en el sector.

1.3 Preguntas de investigación

Debido a los problemas que conlleva padecer el síndrome de Burnout tanto física, mental, como profesionalmente en el desempeño de los trabajadores en las IMMEX es importante realizar los siguientes cuestionamientos.

1. ¿La edad de los trabajadores afecta el grado de estrés laboral de los mandos medios y superiores de la industria maquiladora de Baja California?
2. ¿La antigüedad en la empresa donde laboran los trabajadores afecta el grado de estrés laboral de los mandos medios y superiores de la industria maquiladora de Baja California?
3. ¿La antigüedad laboral de su carrera afecta el grado de estrés laboral de los mandos medios y superiores de la industria maquiladora de Baja California?
4. ¿El nivel de cinismo de los trabajadores afecta el grado de estrés laboral de los mandos medios y superiores de la industria maquiladora de Baja California?
5. ¿El nivel emocional de los trabajadores afecta el grado de estrés laboral de los mandos medios y superiores de la industria maquiladora de Baja California?
6. ¿La eficiencia profesional de la jornada de los trabajadores afecta el grado de estrés laboral de los mandos medios y superiores de la industria maquiladora de Baja California?

1.4 Hipótesis

Para investigar la relevancia de las variables edad, antigüedad en la empresa, antigüedad laboral durante su carrera, nivel de cinismo, nivel emocional, así como nivel de eficiencia profesional en el desarrollo del síndrome de Burnout en los mandos medios y superiores de empresas IMMEX en el estado de Baja de California, México; se han propuesto las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1. La edad de los trabajadores es una variable importante para explicar el estrés laboral en mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

Hipótesis 2. La antigüedad laboral en la empresa de los trabajadores es una variable importante para explicar el estrés laboral en mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

Hipótesis 3. La antigüedad laboral de su carrera de los trabajadores es una variable importante para explicar el estrés laboral en mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

Hipótesis 4. El nivel de cinismo de los trabajadores de la empresa donde laboran los trabajadores es una variable importante para explicar el estrés laboral en mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

Hipótesis 5. El nivel emocional de los trabajadores es una variable importante para explicar el estrés laboral en mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

Hipótesis 6. El nivel de eficiencia profesional de los trabajadores de la empresa donde laboran los trabajadores es una variable importante para explicar el estrés laboral en mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar cuáles son las variables más importantes que provocan un aumento del estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California

1.5.1 Objetivos específicos

1. Determinar si la edad de los trabajadores es una variable que afecte de manera importante el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.
2. Determinar si el tiempo que llevan trabajando en la empresa es una variable que afecte de manera importante el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.
3. Determinar si el tiempo que lleve trabajando la persona durante su vida es una variable que afecte de manera importante el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.
4. Determinar si el cinismo es una variable que afecte de manera importante el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.
5. Determinar si el nivel emocional de los trabajadores es una variable que afecte de manera importante el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.
6. Determinar si la eficiencia profesional es una variable que afecte de manera importante el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.
7. Realizar un programa utilizando el lenguaje de programación Python basado en la metodología Mahalanobis-Taguchi para analizar el efecto de diversas variables en el grado de estrés laboral en los mandos medios y superiores en la industria maquiladora de Baja California.

1.6 Justificación

El Burnout se presenta independientemente del tipo de profesión ejercida [12]. Impactando directa y negativamente al bienestar del sujeto, e indirectamente a la economía y la eficacia de las empresas [13]. Sus efectos como el ausentismo, la propensión a accidentes laborales, la tendencia a cometer errores, y en muchos casos, el abandono del trabajo, se traducen en indemnizaciones y en pérdidas económicas para la empresa [11]. Visto como enfermedad, implica la disminución de la capacidad del trabajador para atender las demandas laborales [14]. A nivel familiar, disminuye la tolerancia, por lo que el sujeto tenderá a reaccionar de manera inadecuada [11].

México es un país en desarrollo en el cual la industria conocida como maquiladora, incluye 8,674,818 personas activas laborando en ese sector, donde el 63% son hombres y el 37% son mujeres, y en el estado de Baja California en el 2017 se contaba con una población de 375,728 personas activas de las cuales un 40.5% son mujeres y un 59.5 son hombres [15].

Dentro de la actividad económica, la industria manufacturera tiene la mayor aportación al Producto Interno Bruto Estatal (PIBE), con un 23.8% de su valor total. En 2019, el crecimiento anual del valor

de la producción de esta industria, de enero a septiembre, ha sido del 17.1% anual, el de mayor crecimiento en el país.

La Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) es muy importante para el Estado, ya que es líder en la cantidad de establecimientos en el país con 927 empresas, es decir el 17.8% nacional y en relación al personal empleado en esta industria, el estado tiene la mayor cantidad de puestos de trabajo generados en el país con el 40.6% [16]. En septiembre 2020 se cuenta con una población activa de 2,665,102. Registrando ingresos nacionales de 174,577,969 pesos mexicanos, así como ingresos del extranjero de 300,365,440 pesos mexicanos [17].

El presente estudio se centrará en mandos medios y superiores de la industria maquiladora, por su importancia en proyectar, dirigir, controlar y desarrollar el trabajo dentro de la empresa, así como en interactuar con personal en todos los niveles. Asimismo, ya que en el desarrollo de este síndrome influyen varios factores psicosociales del trabajo, se estudiarán elementos del contenido del trabajo a partir del cuestionario Job Content Questionnaire. Es necesario mencionar que no se han encontrado suficientes estudios sobre las variables que afectan de manera más importante la aparición del Burnout en esta industria, por lo que existe una oportunidad para realizar esta investigación.

1.7 Delimitación y limitaciones

En la presente investigación se incluyeron las siguientes variables: edad, antigüedad en la empresa, antigüedad laboral durante su carrera, nivel de cinismo, nivel emocional y nivel de eficiencia profesional y se utilizó la metodología de Mahalanobis-Taguchi para detectar a las variables relevantes. Respeto a la población de estudio únicamente se centró en mandos medios y superiores de las IMMEX debido al rol que cumplen dentro de la empresa en el estado de Baja California principalmente Ensenada, Tijuana y Mexicali.

Las limitaciones que se tuvieron en esta investigación fueron al inicio del desarrollo del programa ya que no se contaban con conocimientos previos de programación en Python, así como problemas con el editor de código al momento de cargar las librerías a utilizar, por lo cual se hizo uso de la plataforma Google Colaboratory la cual ya contaba con las librerías necesarias para desarrollar este programa, gracias a esta plataforma se pudo llevar a cabo la programación de la técnica Mahalanobis-Taguchi y realizar la exportación de los resultados sin problema alguno.

2. Marco Teórico

En este capítulo se abordarán los temas principales de esta investigación, los cuales serán de ayuda para entender tanto la problemática, como la técnica y herramientas utilizadas, así como el sector de interés.

2.1 Síndrome de Burnout

Un problema de salud mental según la definición del instituto nacional de salud mental (NIH) es un trastorno mental, conductual o emocional y un problema de salud mental grave indica que es un trastorno mental, conductual o emocional que provoca un deterioro funcional grave, que interfiere o limita sustancialmente una o más actividades relevantes de la vida [21]. La gran mayoría de las personas que sufren problemas de salud mental estarán en la fuerza laboral, esto debido a que la mayoría de personas deben trabajar convirtiendo a los problemas mentales en una de las principales causas de discapacidad ocupacional. Cada persona reacciona diferente a diversas situaciones que se le presentan en cotidianamente y lo mismo sucede con el estrés, poniendo en un papel muy importante ciertos factores para sobrellevarlo como lo son su resistencia psicológica, estrategias de afrontamiento y recursos ambientales. Ya que las personas con trastornos mentales o con problemas de salud mental estarán más propensos a padecer los efectos negativos del estrés [20].

El estrés laboral se presenta cuando hay una incompatibilidad entre las exigencias del trabajo o el ambiente laboral, y las capacidades, recursos y necesidades del trabajador. El estrés laboral se encuentra entre los diez problemas principales de salud relacionados con el trabajo. La exposición prolongada a este tipo de estrés ha sido relacionada con un patrón de consecuencias para la salud que incluyen trastornos musculoesqueléticos, agotamiento en el trabajo, depresión, síndrome del edificio enfermo, lesiones, violencia en el lugar de trabajo y suicidio [20].

El estrés en el trabajo ha sido ampliamente estudiado, por lo que se ha observado un incremento en el número de estresores identificados en el contexto laboral, esto debido a la gran complejidad del fenómeno, aunque también se debe al importante impacto que tiene sobre el bienestar y la calidad de vida [22].

El instituto mexicano del seguro social reporta que el 75% de los mexicanos padece fatiga por estrés laboral, superando a países como China y Estados Unidos. Nos mencionan también que el estrés es potencialmente contagioso, ya que estar cerca o visualizar a otras personas en situaciones de estrés, puede aumentar los niveles de cortisol del observador. Las consecuencias a largo plazo son reducción de productividad, descenso de la calidad de vida, problemas de salud física y/o mental, trastornos de depresión y ansiedad, problemas familiares y riesgo de padecer alcoholismo y/u otras adicciones [23].

El trabajo es fundamental para la salud humana en la medida en que las personas prefieren las malas condiciones laborales sobre el desempleo. El trabajo no solo proporciona recursos económicos, sino que contribuye en las funciones psicológicas básicas como la estructura temporal, los contactos sociales y la identidad de las personas. El desempleo está relacionado con una menor satisfacción con la vida, estigma social, pérdida de autoestima y pérdida de contactos sociales, con consecuencias negativas para la salud mental. Varios estudios han demostrado cómo el desempleo requiere que las personas asuman roles nuevos y difíciles, manejen la incertidumbre y la imprevisibilidad, y enfrenten sentimientos de pérdida de control y problemas de identidad [23].

El impacto del estrés relacionado con el trabajo en la productividad del lugar de trabajo y la economía de la empresa en general es considerable. Puede afectar gravemente los niveles de rendimiento de la eficiencia de los trabajadores de manera negativa [24].

2.2 Distancia Euclídea

Una medición se puede definir como la asignación de valores numéricos a objetos y eventos. En ese sentido la distancia Euclídea nos sirve para medir las distancias de puntos en un plano. En un sistema univariado, la distancia entre los dos puntos es simplemente la diferencia entre sus variables. La distancia euclídea entre dos vectores (1), en algunas situaciones no resulta ser útil ya que no cuenta con un ajuste para las varianzas o covarianzas [25].

$$ED^2 = (y_1 - y_2)'(y_1 - y_2) \quad (1)$$

Existen algunos criterios que se deben de cumplir para que se pueda considerar una distancia uno de ellos es que la distancia del punto 1 a un punto 2 debe ser la misma que del punto 2 al punto 1, otro de ellos es que la distancia deberá ser un numero positivo y solo podrá valer cero cuando ambos puntos se encuentren en las mismas coordenadas.

2.3 Distancia de Mahalanobis

La distancia de Mahalanobis es una medida de distancia alternativa a las distancias euclídeas. Su utilidad radica en que es una forma de determinar las similitudes entre dos variables aleatorias multidimensionales, teniendo en cuenta la correlación entre ellas. La distancia de Mahalanobis entre dos variables aleatorias con la misma distribución de probabilidad se define formalmente como (2) [26]:

$$d_m = (\vec{x}; \vec{y}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{y})^T C_x^{-1} (\vec{x} - \vec{y})} \quad (2)$$

La distancia de Mahalanobis debe cumplir con tres propiedades, necesarias para ser una distancia, estas son: a) semipositividad, b) simetría y, c) desigualdad triangular.

Semipositividad: es decir, la distancia entre dos puntos de las mismas coordenadas es cero, y si tienen coordenadas distintas la distancia es positiva.

Simetría: Intuitivamente la distancia entre a y b es la mismas que de b y a.

Desigualdad triangular: La suma de las longitudes de cualesquiera dos lados de un triángulo es mayor que la longitud del tercer lado.

2.4 Método Taguchi

El método Taguchi o también llamado ingeniería robusta se basa en la filosofía de Genichi Taguchi. La ingeniería robusta como lo llamó Taguchi, empieza en los 1950's y ayuda a las industrias a mejorar su posición competitiva en el mercado global. A su vez, los usos de los arreglos ortogonales apoyan en la reducción de los costos ya que durante la experimentación una gran cantidad de ensayos son eliminados al hacer uso de ellos y a su vez, la señal a ruido nos servirá para medir la funcionalidad del sistema.

El principal uso de los arreglos ortogonales es permitir a los ingenieros evaluar el diseño de un producto respecto a la robustez contra el ruido y el costo involucrado. El AO es un dispositivo de inspección para prevenir un diseño pobre que vaya *rio abajo*. Usualmente estos arreglos son denotados como (3):

$$L_a(b^c) \quad (3)$$

Donde:

a = El número de corridas en el experimento

b = El número de niveles de cada factor

c = El número de columnas en el arreglo

L = Denota el diseño cuadrado Latino

En los arreglos los niveles más usados son los de dos y tres niveles, sin embargo, los factores pueden tener varios niveles, se muestran ejemplos de algunos AO's (tabla 1 y 2).

Tabla 1. Arreglo ortogonal L_8 de dos niveles.

Corrida	Factor a estudiar						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Tabla 2. Arreglo ortogonal L_{32} de dos niveles.

Corrida	Factor a estudiar																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	26	27	28	29	30	31
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	...	2	2	2	2	2	2
4	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	...	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	...	1	1	2	2	2	2
6	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	...	2	2	1	1	1	1
7	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	...	2	2	1	1	1	1
8	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	...	1	1	2	2	2	2
9	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	...	2	2	1	1	2	2
10	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	...	1	1	2	2	1	1
11	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	...	1	1	2	2	1	1
12	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	...	2	2	1	1	2	2
13	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	...	2	2	2	2	1	1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
24	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	...	1	2	2	1	2	1
25	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	...	2	1	1	2	2	1
26	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	...	1	2	2	1	1	2
27	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	...	1	2	2	1	1	2
28	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	...	2	1	1	2	2	1
29	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	...	2	1	2	1	1	2
30	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	...	1	2	1	2	2	1
31	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	...	1	2	1	2	2	1
32	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	...	2	1	2	1	1	2

Por otra parte, la señal a ruido (S/N) es una escala de medición que se ha utilizado en la industria de la comunicación por alrededor de un siglo. Un radio mide la señal que emite la onda de voz de una estación de radiodifusión y convierte esa señal en sonido. Así tan larga sea la señal de voz enviada será la señal de voz recibida. En ese ejemplo la señal de voz enviada es la señal de entrada y la señal de voz recibida es la señal de salida. La señal de entrada es afectada por el ruido ambiental, una medición de un buen equipo solo recibirá la señal de la voz y no le afectara el ruido, la señal a ruido es expresada en decibeles (dB). Taguchi exporta ese concepto de la S/N en telecomunicaciones a la industria para la evaluación de los sistemas de medición, así como para evaluar la función de productos y procesos [27].

Entre las ventajas que presenta la S/N se encuentra el hecho de que provee una manera simple de identificar un conjunto de variables consideradas útiles, además puede medir la funcionalidad del sistema así como evaluar el desempeño de una condición y encontrar un conjunto de variables útiles para esa condición [27].

2.5 Mahalanobis-Taguchi

Las técnicas de reconocimiento de patrones son útiles para identificar comportamientos con ayuda de un algoritmo. Podríamos decir que los sistemas de reconocimiento de patrones son clasificadores de datos partiendo de una serie de datos previos de interés. En general, existen muchos algoritmos para abordar el problema de reconocimiento de patrones desde hace tiempo [28].

El Sistema Mahalanobis-Taguchi (SMT) es propuesto como un método de diagnóstico y pronóstico que considerara datos multivariantes [29]. El SMT combina la distancia de Mahalanobis y la ingeniería robusta de Taguchi. La distancia de Mahalanobis se utiliza como primer paso para definir una escala de medición empleando solo los datos normales, la cual servirá para medir las anomalías presentes en un conjunto de datos anormales. Además, la ingeniería robusta de Taguchi servirá para identificar las variables útiles usando los arreglos ortogonales (AO's) y la razón señal a ruido [30].

El SMT a diferencia de otros métodos estadísticos no necesita una suposición de la distribución de las variables de entrada. Otra de las diferencias entre el SMT y otros métodos similares, es la clasificación que utiliza, existen dos clases específicas de normales y anormales en otros métodos de clasificación, mientras que en SMT los datos normales son la única clasificación y los datos anormales no constituyen una población aparte [31].

En el SMT, el espacio de Mahalanobis se obtiene utilizando variables estandarizadas de los datos normales. El espacio de Mahalanobis se utiliza para discriminar entre objetos normales y anormales. Una vez que el espacio de Mahalanobis es definido, el número de atributos se reduce utilizando los AO's y la señal a ruido, la cual sirve para determinar la contribución o ganancia de cada atributo [32].

En el SMT entre más grande sea la señal a ruido significa un error menor en la predicción. Las señales a ruido solo son calculadas con los datos anormales esto para probar la precisión de la escala basada en las condiciones fuera del espacio de Mahalanobis. Las variables útiles son obtenidas a partir de evaluar las ganancias de las S/N. la ganancia en la S/N es la diferencia entre el promedio de las S/N cuando la variable es utilizada en el AO y el promedio de las S/N cuando la variable no ha sido utilizada, si la ganancia da un valor positivo quiere decir que la variable es útil.

Existen dos tipos de S/N en el SMT las cuales son *Lo mayor es lo mejor* y *la dinámica*. La primera es utilizada cuando no se conocen los niveles de severidad. Un ejemplo de esto puede ser un diagnóstico clínico o una inspección de manufactura. El objetivo es seleccionar las variables que son suficientes para identificar condiciones anormales. Por otra parte, el tipo dinámica se utiliza cuando se conocen los niveles de anormalidad [33].

Para el cálculo de la S/N usando el criterio *Lo mayor es lo mejor* se utiliza la siguiente fórmula (4):

$$S/N = -10\log[\frac{1}{t}\sum_{i=1}^t(\frac{1}{D_i^2})] \quad (4)$$

Por otra parte, para el cálculo de la S/N dinámica, se utiliza la siguiente fórmula (5):

$$\frac{S}{N} = 10\log(\frac{1}{r} \frac{S_\beta V_\epsilon}{V_\epsilon}) \quad (5)$$

Donde:

S_β = suma de cuadrados de la curva

V_ϵ = error de la varianza

r = suma de cuadrados de la señal de entrada

2.6 Python

Las computadoras son una parte vital de nuestras vidas, nos ayudan a controlar los vuelos que tripulamos y los carros que conducimos, controlan maquinas quirúrgicas y los marcapasos que algunas personas utilizan, entre muchas cosas más. Sin embargo, no son inteligentes, es decir, una computadora no va hacer nada que no le digas que haga, inclusive las tareas más ridículas si las programas una computadora lo hará, es ahí donde surge la ciencia de las computadoras ya que, si bien no son inteligentes, son muy rápidas, y es ahí donde facilitan muchas de nuestras tareas. Si vemos a la computadora como una máquina, los lenguajes de programación son herramientas y Python es una buena herramienta para empezar, es mucho más simple de aprender comparado con otros lenguajes de programación como lo son C++ o Java que también son muy buenas herramientas, pero son más complicados en el sentido de que se debe de estar atento a más detalles y su lenguaje es más difícil de aprender que Python [34].

Python fue creado por Guido Van Rossum, un programador holandés a finales de los 80 y principio de los 90. En sus inicios se concibe para manejar excepciones y tener interfaces con Amoeba como sucesor del lenguaje ABC. La sintaxis en Python como se mencionó es muy sencilla, tanto que en algunas ocasiones parece un pseudocódigo con respecto a C++, un ejemplo simple es la escritura del famoso código “Hola Mundo” donde se observan esas diferencias de sintaxis (fig. 1 y fig.2) [35].

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    cout << "Hello World" <<
endl;
    return 0;
}
```

Figura 1. Programa “Hola Mundo” en C++.

```
print "Hello World"
```

Figura 2. Programa “Hola Mundo” en Python.

Una de las ventajas de Python, es la librería estándar con la que cuenta, ya que logra cubrir con la mayoría de las necesidades básicas de un programador y mucho más. En esta librería se le da cobertura de forma muy intuitiva a tópicos como cadenas, estructura de datos, funciones numéricas y matemáticas, comprensión de datos, formatos de archivo, criptografía, servicios de los sistemas operativos, comunicación entre procesos, manejo de datos de internet, servicios multimedia [35].

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y multipropósito. En los últimos años su utilización ha ido constantemente creciendo y en la actualidad es uno de los lenguajes de programación más empleados para el desarrollo de software. Python puede ser utilizado en diversas plataformas y sistemas operativos, además de que se puede utilizar en celulares inteligentes. Con Python podemos desarrollar software para aplicaciones científicas, para comunicaciones de red, aplicaciones de escritorio con interfaz gráfica de usuario, aplicaciones web y para la creación de juegos. Algunas empresas y organizaciones grandes como Walt Disney, Yahoo!, Red Hat y Nokia hacen uso intensivo de este lenguaje para desarrollar sus productos y servicios. Entre sus principales razones para elegir a Python, es que se trata de un lenguaje potente, flexible y con una sintaxis clara y concisa. Es un “open source” lo cual quiere decir que cualquiera puede contribuir a su desarrollo y divulgación. Además de que no es necesario pagar ninguna licencia para distribuir su software desarrollado con este lenguaje [36].

2.7 NOM-035-STPS-2018

Las Normas Oficiales Mexicanas que emite la Secretaría del Trabajo y Prevención Social determinan las condiciones mínimas necesarias en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a efecto de prevenir accidentes y enfermedades laborales [37]. La NOM-035-STPS-2018 establece los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo [38].

En esta norma se establecen obligaciones que tiene tanto el patrón como el trabajador, entra en vigor en dos etapas, las cuales delimitan los requisitos con los que los centros de trabajo tendrán que dar cumplimiento:

La primera etapa en la cual se encuentran las medidas de prevención, la identificación de los trabajadores expuestos a acontecimientos traumáticos severos, y la difusión de la información. Y la segunda etapa que cuenta con la identificación y análisis de los factores de riesgo psicosocial, la evaluación del entorno organizacional, las medidas y acciones de control, así como la realización de exámenes médicos con sus respectivos registros [37].

3. Metodología

En este capítulo se abordará la información relacionada con el tratamiento de datos usando la técnica Mahalanobis-Taguchi, así también como el desarrollo del programa.

3.1 Instrumentos para la recolección de datos

Para esta investigación los datos se encontraban ya en una base de datos previamente elaborada en una investigación previa en la cual se clasificaron en tres secciones: la primera sección contiene los datos demográficos como: la edad, el género, las horas trabajadas, el nivel de educación, peso y talla; la segunda parte se compone del instrumento MBI-GS (Maslach Burnout Inventory General Survey) utilizado para medir el índice de burnout y la tercera sección lo compone el mapa corporal de Marley y Kumar. Es importante mencionar nuevamente que estas tres secciones ya se encontraban realizadas en una investigación anterior y para la presente investigación se realizó la discriminación de los datos en normales y anormales, para ingresarlos al programa que se desarrolló y obtener las conclusiones con base en los resultados obtenidos como se observa en la fig. 3.

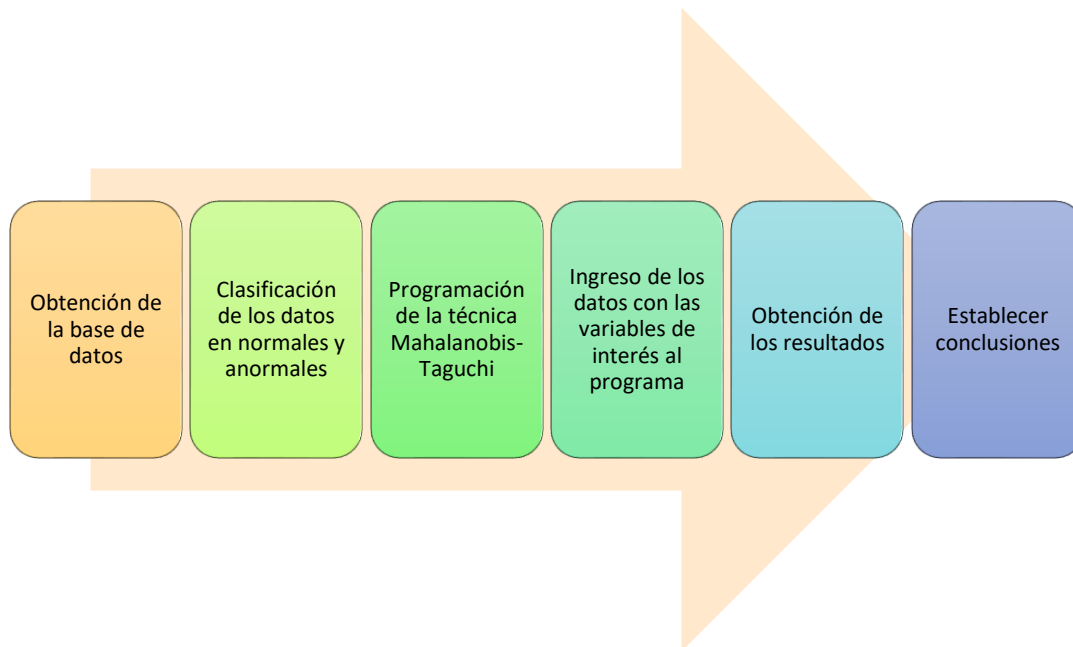


Figura 3. Pasos de la metodología utilizada (elaboración propia).

3.2 Sector de interés

El sector de interés lo componen los mandos medios y superiores de las IMMEX. Los mandos medios estuvieron integrados por supervisores, líderes de grupos, técnicos de producción, ingenieros y personal de oficina; mientras que por otra parte, los mandos superiores lo integraron únicamente gerentes de áreas y directores.

Este sector de ejecutivos se caracteriza por ocupar posiciones jerárquicas generalmente bien pagadas, tener poder y ostentar prestigio. En particular los gerentes juegan un papel importante en el cuidado de la calidad del trabajo y del compromiso de los empleados; su misión es asegurar que el desempeño colectivo del trabajo genere los resultados esperados. Su posición es fundamental a medida que transmiten, contribuyen y equilibran las decisiones "de arriba hacia abajo" con las

contribuciones "de abajo hacia arriba" de sus equipos. Desempeñan un papel de liderazgo en la elaboración del clima social en el trabajo.

3.3 Procedimiento para la recolección de datos.

La recolección de los datos se realizó en empresas del sector IMMEX del estado de Baja California en los municipios de Ensenada, Mexicali y Tijuana, considerando como grupo de interés únicamente a los mandos medios y superiores, los cuales contestaron un cuestionario de manera presencial.

3.4 Depuración de los datos

De la base de datos obtenida para los fines de la investigación se necesitaba separar a la población en dos grupos denominados normales y anormales. El criterio para esta clasificación fue el índice de burnout, el cual en la base de datos se encontraba con un valor de cero para los trabajadores que no tenían el síndrome de burnout y el valor 4 para los trabajadores que tenían un nivel de burnout muy elevado.

3.5 Validación del programa

Para la validación del programa que se desarrolló, se utilizó la distancia de Mahalanobis, ya que esperaríamos unas distancias mayores en aquellos datos pertenecientes a los individuos que conformaron el grupo anormal.

3.6 Desarrollo del programa

El programa se desarrolló en la plataforma de Google Colaboratory utilizando el lenguaje de programación Python, se utilizan 3 archivos de tipo .csv, uno de ellos contiene los datos normales, otro los datos anormales y el último contiene el AO a utilizar que en este caso fue un AO L_8 , al final de realizar el análisis se exportan 3 archivos tipo Excel, uno de ellos con las DM de los datos normales y anormales, otro con el AO utilizado y sus DM de los datos anormales junto con su S/R y por último uno con los resultados de las ganancias de los atributos al ser utilizados o discriminados. Las diferentes etapas del SMT que se programarán para analizar cuáles factores o variables son las que hacen propenso al trabajador a padecer niveles altos de estrés laboral [39]:

Etapa I: Construir la escala de medición:

- i) Seleccionar un grupo de elementos o individuos de referencia con variables y observaciones que sean tan uniformes como sea posible.
- ii) Utilizar este grupo de individuos como referencia de la escala.

Etapa II: Validar la escala de medición:

- i) Identificar las condiciones fuera del grupo de elementos de referencia.
- ii) Calcular las DMs para estas condiciones y comprobar si coinciden con el juicio de quien tomará las decisiones
- iii) Calcular las razones señal a ruido para evaluar la exactitud de la escala.

Etapa III: Identificar las variables útiles (etapa de desarrollo):

- i) Determinar el grupo de variables útiles utilizando AOs y la razón señal a ruido.

Etapa IV: Diagnóstico futuro con las variables útiles:

i) Monitorear las condiciones utilizando la escala, la cual se desarrolla utilizando el grupo de variables útiles;

ii) Basados en los valores de las DMs, se pueden tomar las acciones apropiadas.

El primer paso en MTS es construir la escala de medición utilizando la DM como referencia. Para construir una escala de medición, es necesario recoger un conjunto de observaciones normales, las cuales posteriormente se estandarizan utilizando (6).

$$Z_i = \frac{x_i - m}{\sigma} \quad (6)$$

Donde m representa la media del atributo, σ es la desviación estándar del atributo, Z_i representa las variables estandarizadas y X_i representa las observaciones normales. El vector estandarizado se obtiene de los valores estandarizados de x_i ($i=1, 2, 3, \dots, k$). La DM mide la distancia en espacios multidimensionales tomando en cuenta la correlación entre los atributos. El significado estadístico de la DM es la proximidad de un punto desconocido a la media del grupo.

La ecuación (7) se utiliza para calcular las DMs:

$$MD_j = D_j^2 = \frac{1}{k} Z_{ij}^T C^{-1} Z_{ij} \quad (7)$$

Donde C^{-1} es la inversa de la matriz de correlación, la cual contiene los coeficientes de correlación entre variables, T representa la transpuesta del vector estándar y k hace referencia al número de variables. Es posible comprobar que el valor medio de las DMs es 1 para las observaciones en el EM. Por esta razón, el SM con frecuencia es llamado espacio unitario [5].

Aquí un fragmento del código utilizado en el cual se contemplan el cálculo de las DMs de los datos anormales y anormales:

```
# Estandarización de datos
promedio = np.mean(normaldata)
desvia= np.std(normaldata, ddof=1)print(promedio)
print(desvia)
estandar= (normaldata - promedio)/desvia
print(estandar)
trans_normal=np.transpose(estandar)
print(trans_normal)

#cálculo de las DM
matriz=[]

columna=1

for i in range(renglon):
    matriz.append([0]* columna)

for r in range (renglon):
    for c in range (columna):
```

```

U=trans_std_tot_dat.loc[:, r]
V=multstdcorrinv.loc[r]
matriz [r] [c]=np.dot(V,U)
mahadis=np.dot(factor,matriz)
dismaha=pd.DataFrame(data=mahadis)
print(dismaha)

```

El segundo paso consiste en validar la escala de medición. Para esto, se utilizan las observaciones fuera de la DM, generalmente observaciones consideradas como anormales. Para calcular la DM de las observaciones anormales se consideran el valor medio, la desviación estándar y la matriz de correlación de las observaciones normales. Cuando las escalas de medición son correctas, las DMs de las observaciones anormales tienden a ser más grandes que las DMs de las observaciones normales [5].

El tercer paso del SMT es optimizar el sistema. Para lo cual, son de gran utilidad los AOs y la razón S/R para identificar las variables importantes. En el experimento, cada factor se asigna a una columna del AO, y cada fila representa la combinación experimental de una corrida. En esta investigación se utiliza un AO L_8 de dos niveles, donde el nivel 1 corresponde a la presencia de la variable y el nivel 2 indica la ausencia de la misma. Cada atributo será utilizado o descartado con respecto al AO y la razón S/R es calculada [5].

En el contexto del SMT, la razón señal a ruido se define como la medida de exactitud de la predicción de la escala. Esta refleja la severidad de las anomalías y la diferencia de los promedios en los valores de la razón señal a ruido de cada atributo cuando es incluido o excluido. Para un atributo dado X_i , SR^+ representa la razón señal a ruido promedio de incluir el atributo X_i . Por otra parte, SR^- representa cuando X_i es excluido [5].

$$Ganancia = SR^+ - SR^- \quad (8)$$

Si el aumento en (8) es positivo, se utiliza el atributo, si no, éste es excluido [5]. Posteriormente se realiza una corrida de confirmación construyendo un EM utilizando las variables útiles, la tabla 3 muestra las nomenclaturas de las ecuaciones.

Tabla 3. Nomenclaturas para las ecuaciones utilizadas en la metodología.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
DM	Distancia de Mahalanobis
Z_i	Vector estandarizado obtenido de los valores estandarizados de X_i ($i=1,...,k$)
K	Número de características/ variables
C^{-1}	Matriz de correlación inversa
T	Transpuesta de un vector
S_i	Desviación estándar de la i-ésima característica
m_i	Media de la i-ésima característica
X_i	Valor de la i-ésima característica
SR^+	Representa la razón señal a ruido de incluir la variable
SR^-	Representa la razón señal a ruido de no incluir la variable

4. Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos del programa desarrollado utilizando la técnica Mahalanobis-Taguchi para determinar las variables críticas que desarrollan el síndrome de burnout en este estudio.

4.1 Análisis descriptivo de la muestra

El estudio fue aplicado al sector IMMEX y en específico a los trabajadores que se desempeñan en mandos medios y superiores en el estado de Baja California, pertenecientes a los municipios de Tijuana, Ensenada y Mexicali.

4.2 Tamaño de la muestra

La base de datos cuenta con 472 individuos de los cuales se filtraron en dos categorías, trabajadores con un índice de burnout alto (igual a cuatro) y trabajadores con un índice de burnout bajo (igual a cero). Después de la depuración de los datos se contó con un total de 224 trabajadores, de esas 224 personas, 136 pertenecen a la población sana (es decir un índice de burnout igual a cero) y 88 pertenecen a la población insana o anormal (es decir un índice de burnout igual a cuatro).

4.3 Validación del programa

El criterio para la validación del programa consistirá en la diferenciación de los valores de las DM obtenidas, esperando observar distancias más grandes (mayores o iguales a 2) en los datos anormales y en los datos normales DM's (alrededor de 1). En el cual se utilizarán otros ejercicios reportados en literatura para validar los resultados que arroje el programa en la etapa de desarrollo.

4.4 Análisis del programa

La programación de la primera etapa consiste en la estandarización de los datos para después programar los cálculos vistos anteriormente para las DM de los datos normales y anormales obteniendo así la siguiente tabla, en donde los individuos empiezan desde cero hasta el valor 223 (esto debido a que en Python los valores empiezan desde cero).

Las variables a estudiar se codificaron de la siguiente manera:

X_1 : Antigüedad dentro de la empresa

X_2 : Antigüedad ejerciendo su profesión

X_3 : Concentrado emocional

X_4 : Concentrado eficiencia profesional

X_5 : Concentrado cinismo

X_6 : Edad

Tabla 4. DM datos normales y anormales.

Individuo	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	DM
0	72	72	6	35	5	42	0.49
1	1	1	0	36	1	36	1.08
2	60	84	3	36	1	35	0.47
3	60	168	5	36	6	34	1.37
4	39	38	4	29	0	34	0.57
5	1	28	7	32	3	24	0.52
6	36	36	4	29	1	55	2.04
7	24	132	4	32	7	58	2.74
8	8	8	5	35	1	28	0.34
9	6	6	3	32	0	23	0.59
10	20	241	3	36	0	36	3.09
11	39	34	1	36	6	27	1.22
12	72	180	1	30	0	41	1.25
13	196	196	4	29	1	51	2.41
14	78	156	12	36	2	39	1.69
15	7	149	6	27	1	38	2.20
16	39	146	5	35	0	58	1.88
17	24	81	5	32	2	30	0.21
18	9	169	2	36	0	38	1.77
19	12	12	3	33	1	37	0.36
20	156	216	5	30	3	44	1.43
21	12	12	5	32	0	34	0.35
22	141	141	6	35	2	45	1.02
23	120	190	5	32	0	45	0.81
24	22	168	6	31	1	33	1.33
25	144	144	3	35	1	48	1.38
26	96	150	9	32	0	37	0.80
27	15	15	0	35	0	23	1.27
28	96	96	4	36	0	30	1.13
29	36	89	0	35	6	28	1.42
30	60	72	8	34	1	28	0.50
31	6	6	5	36	2	27	0.43
32	62	60	3	33	6	42	0.72
33	156	204	5	35	2	39	1.49
34	1	22	4	33	0	30	0.33
35	4	180	4	34	1	36	1.72
36	6	5	2	32	0	31	0.55
37	1	4	1	34	4	24	0.79

Tabla 4. DM datos normales y anormales (continuación).

38	57	60	7	36	6	23	1.33
39	2	72	6	30	1	30	0.64
40	64	118	3	27	0	32	1.22
41	39	38	0	32	4	24	1.14
42	24	24	3	36	6	27	0.88
43	72	120	3	35	2	45	0.40
44	24	24	12	33	0	32	1.43
45	60	156	7	34	1	37	0.56
46	36	134	5	34	0	30	0.71
47	6	6	7	33	8	33	1.52
48	113	113	10	35	1	42	1.18
49	39	38	5	32	2	34	0.07
50	1	1	6	33	9	25	2.06
51	5	15	7	35	8	36	1.48
52	10	10	12	33	0	35	1.62
53	120	142	7	28	3	55	1.78
54	18	18	6	35	2	32	0.23
55	48	102	2	28	0	34	0.99
56	62	60	7	35	5	26	0.82
57	33	93	4	33	2	39	0.14
58	142	142	6	27	2	35	1.74
59	87	16	4	33	1	37	0.93
60	5	5	1	32	0	34	0.74
61	4	17	6	34	0	33	0.40
62	24	161	4	34	0	47	1.25
63	120	300	5	35	3	49	2.31
64	14	14	6	35	0	33	0.48
65	18	18	7	33	1	25	0.37
66	16	16	9	35	0	26	0.89
67	72	72	5	36	2	32	0.46
68	48	48	7	34	3	31	0.21
69	96	96	7	36	4	33	0.79
70	4	4	1	33	6	24	1.20
71	9	42	6	34	5	29	0.49
72	45	45	7	30	1	39	0.48
73	40	38	8	36	2	42	0.72
74	51	51	2	32	0	37	0.48
75	72	132	2	36	6	49	1.13
76	47	47	10	36	1	36	0.97
77	5	5	4	36	2	50	1.45

Tabla 4. DM datos normales y anormales (continuación).

78	60	138	5	33	7	56	1.86
79	39	69	5	31	3	27	0.36
80	6	6	2	34	6	24	1.02
81	59	59	4	35	5	49	0.83
82	24	39	7	30	3	39	0.61
83	180	216	7	29	2	42	1.99
84	12	70	2	36	0	34	0.73
85	48	132	0	35	0	46	1.21
86	7	7	2	35	3	31	0.41
87	36	54	0	36	6	38	1.11
88	22	22	8	33	0	29	0.49
89	60	216	3	36	0	53	1.92
90	48	48	3	34	0	25	0.67
91	36	36	5	27	1	26	1.05
92	5	18	11	33	3	25	1.19
93	39	15	5	28	0	24	0.99
94	8	8	2	34	0	30	0.57
95	12	12	0	36	0	34	1.16
96	132	3	6	36	0	44	3.18
97	8	176	9	34	2	30	2.22
98	73	73	5	35	1	50	0.85
99	40	40	4	36	1	37	0.42
100	24	60	5	34	1	28	0.22
101	9	14	6	36	0	37	0.73
102	3	3	7	27	0	24	1.34
103	3	7	2	27	0	22	1.53
104	1	1	3	31	2	31	0.40
105	2	2	4	33	3	21	0.51
106	4	4	7	29	1	21	0.92
107	96	96	6	29	3	31	0.84
108	19	19	10	33	1	28	0.78
109	199	204	7	29	3	46	2.40
110	1	1	0	29	0	22	1.47
111	24	36	4	35	6	40	0.65
112	2	24	7	36	1	24	0.71
113	27	37	6	35	2	36	0.19
114	24	3	7	33	2	32	0.28
115	8	8	8	33	2	27	0.43
116	28	28	6	31	2	31	0.20
117	11	11	2	34	2	46	0.94

Tabla 4. DM datos normales y anormales (continuación).

118	28	28	7	31	2	44	0.73
119	48	48	6	36	7	36	0.93
120	60	60	3	33	4	27	0.54
121	156	156	4	30	3	48	1.40
122	9	22	1	34	5	44	1.02
123	4	4	2	32	1	26	0.50
124	72	76	6	35	3	39	0.24
125	18	18	6	29	2	32	0.56
126	62	62	7	35	3	32	0.32
127	13	13	10	32	1	38	1.03
128	48	81	9	35	0	31	0.74
129	25	58	5	31	3	40	0.33
130	90	98	5	36	2	29	0.81
131	30	72	7	36	7	38	1.07
132	78	78	1	34	3	43	0.65
133	10	10	5	35	6	41	0.86
134	8	8	4	30	1	32	0.45
135	64	69	6	28	3	38	0.79
136	3	3	4	31	3	55	2.22
137	30	30	14	26	18	27	14.06
138	96	96	22	30	18	31	17.26
139	96	96	13	30	10	33	4.49
140	8	8	16	29	16	21	11.80
141	36	42	30	30	26	28	37.90
142	12	12	12	22	11	21	8.91
143	24	24	24	30	18	23	19.48
144	18	18	14	31	11	21	5.74
145	12	79	9	24	12	32	7.77
146	28	58	21	31	13	27	11.41
147	11	21	20	27	17	23	16.33
148	6	57	19	25	6	45	8.66
149	11	34	21	26	17	27	17.57
150	108	132	14	20	16	37	15.59
151	12	24	13	19	11	23	11.50
152	18	40	16	26	13	38	9.95
153	12	24	11	19	15	29	14.53
154	12	12	30	30	30	40	46.04
155	36	84	21	25	14	26	14.89
156	7	7	20	23	20	29	22.54
157	60	60	12	22	16	25	13.44

Tabla 4. DM datos normales y anormales (continuación).

158	9	9	23	22	23	30	30.47
159	36	60	14	28	11	26	6.38
160	13	13	23	28	18	25	19.37
161	39	43	13	17	5	24	9.09
162	24	84	23	28	11	37	12.66
163	11	1	20	30	12	28	10.03
164	1	1	19	29	16	40	13.78
165	6	12	17	30	13	38	9.06
166	12	12	26	26	16	28	20.81
167	24	48	15	28	15	26	10.41
168	12	12	14	22	19	25	18.24
169	18	143	14	23	15	38	13.95
170	12	240	13	25	7	44	8.60
171	48	53	9	20	12	28	9.93
172	13	13	11	25	11	23	6.70
173	6	6	19	25	5	23	7.35
174	12	12	13	10	7	25	17.71
175	136	136	11	26	14	42	8.54
176	24	60	20	19	13	31	17.23
177	60	60	27	31	20	31	24.23
178	10	9	24	18	15	41	24.15
179	19	19	21	30	21	25	20.81
180	18	149	13	24	17	39	15.25
181	9	58	25	18	19	28	30.28
182	48	168	13	20	8	37	9.28
183	46	46	18	19	7	49	11.88
184	60	180	20	24	13	40	14.46
185	36	192	18	25	5	44	8.28
186	18	18	15	24	15	33	12.29
187	39	38	19	27	20	34	18.86
188	60	82	15	31	15	38	8.98
189	10	10	9	20	10	33	8.56
190	46	46	29	25	23	48	34.66
191	48	48	10	25	18	28	13.10
192	6	6	14	26	4	26	3.82
193	16	16	14	23	7	59	9.02
194	2	60	15	31	10	32	5.65
195	21	21	19	30	13	37	10.11
196	7	91	15	23	16	43	15.22
197	4	12	20	24	10	20	11.39

Tabla 4. DM datos normales y anormales (continuación).

198	31	31	19	26	10	22	9.34
199	9	9	17	24	6	22	6.96
200	6	123	13	26	7	21	5.95
201	18	56	16	27	11	23	8.10
202	24	36	18	26	16	39	14.07
203	10	10	17	23	5	34	7.14
204	48	48	12	8	11	33	22.79
205	3	3	14	20	19	23	20.06
206	16	16	13	17	12	28	13.93
207	18	41	18	24	13	38	12.30
208	50	74	21	29	19	35	18.16
209	15	36	14	26	9	26	5.93
210	39	38	15	20	15	34	14.97
211	96	156	13	28	11	41	5.95
212	60	60	15	26	10	34	6.59
213	12	151	19	29	21	44	21.65
214	27	48	22	24	9	34	11.89
215	60	150	14	18	8	41	10.82
216	52	52	8	22	10	28	6.70
217	120	152	27	29	24	38	31.18
218	11	11	19	23	19	23	20.51
219	84	148	10	17	12	35	13.05
220	39	38	15	29	15	29	9.70
221	38	38	16	25	5	26	5.23
222	6	6	11	16	14	29	16.33
223	5	5	10	22	12	36	9.06

Para una mejor visualización de los datos se programó para que desplegara una gráfica la cual mostrara una comparativa entre las DM de los datos normales y anormales (Fig.4).

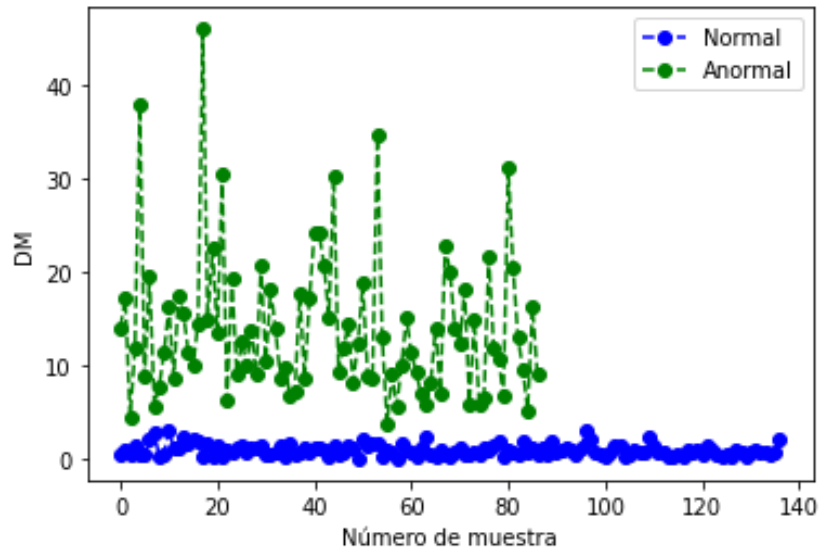


Figura 4. Gráfica DM para datos normales y anormales.

Después de obtener las distancias se procede a utilizar un AO L_8 el cual solo analizó 6 factores (tabla no.5), se volvieron a calcular las DM de los datos anormales con el AO y se calcula la S/N obteniendo la siguiente tabla, donde cada renglón del AO se numera del 0 al 7 (esto debido a que en Python los valores empiezan desde cero) y cada columna del AO se codifica con X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 y X_6 .

Las distancias de cada individuo se encuentran enumeradas del 0 al 86 y en la última columna se muestra la S/N resultante del cálculo de las DM de cada renglón del AO.

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N.

Corrida	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	0	1	2	3
0	1	1	1	1	1	1	14.06	17.26	4.49	11.80
1	1	1	1	2	2	2	4.02	13.63	3.31	6.27
2	1	2	2	1	1	2	23.16	19.61	5.70	16.16
3	1	2	2	2	2	1	0.46	1.36	1.09	1.34
4	2	1	2	1	2	1	2.67	0.69	0.59	1.63
5	2	1	2	2	1	2	25.48	25.76	6.40	19.61
6	2	2	1	1	2	2	9.10	20.79	5.13	9.57
7	2	2	1	2	1	1	22.14	32.10	7.56	20.70

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
37.90	8.91	19.48	5.74	7.77	11.41	16.33	8.66	17.57	15.59
29.71	2.71	17.43	4.17	1.32	12.41	11.18	10.10	12.69	4.23
42.52	14.60	19.56	6.37	13.63	9.16	20.05	5.57	21.10	26.74
0.37	1.34	1.01	1.35	0.25	0.45	0.99	1.75	0.51	1.19
0.66	6.65	1.07	1.06	4.03	0.52	2.36	4.03	2.66	8.54
57.72	8.12	25.50	8.07	9.88	11.91	22.41	1.49	22.35	20.25
44.20	12.06	25.81	5.98	6.99	18.19	18.13	18.05	21.16	17.65
71.29	9.04	36.37	10.61	7.65	21.24	27.56	10.92	28.62	17.43

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11.50	9.95	14.53	46.04	14.89	22.54	13.44	30.47	6.38	19.37
3.40	6.07	2.04	30.25	12.45	11.29	2.37	15.98	3.94	15.89
19.16	13.00	26.70	57.79	15.64	32.66	23.45	43.20	7.97	21.36
0.99	0.37	0.35	0.71	0.63	0.41	1.20	0.34	0.63	0.71
10.05	2.71	9.81	1.19	3.62	5.26	6.29	6.27	1.61	1.69
8.02	11.92	16.79	78.75	14.34	32.44	19.44	44.18	7.91	25.57
18.45	11.85	16.60	44.20	22.18	22.55	12.06	30.80	7.42	24.25
9.52	14.25	13.63	85.25	22.97	33.87	16.56	46.86	10.02	34.33

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
9.09	12.66	10.03	13.78	9.06	20.81	10.41	18.24	13.95	8.60
3.12	16.03	11.24	10.03	7.40	21.49	4.98	4.27	5.74	9.46
14.91	8.09	8.36	16.29	9.98	18.88	14.73	31.36	20.33	6.28
0.98	0.19	0.43	1.05	0.66	0.42	0.57	0.71	0.37	1.34
12.85	1.28	0.85	1.75	1.00	2.73	1.57	6.35	5.30	5.35
0.86	8.01	10.13	19.68	12.09	19.57	16.71	28.89	17.74	6.09
22.76	24.25	16.34	14.77	10.70	33.95	8.73	14.22	12.72	9.00
4.25	21.27	18.17	23.17	15.38	35.43	17.13	24.65	15.57	5.10

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
9.93	6.70	7.35	17.71	8.54	17.23	24.23	24.15	20.81	15.25
0.81	2.07	9.92	3.44	2.89	11.03	22.74	17.72	12.52	5.07
18.68	10.95	4.89	32.16	15.37	22.42	23.58	28.56	27.23	23.39
0.49	0.99	1.02	0.71	2.19	0.15	0.34	0.90	0.69	0.46
8.40	3.72	3.75	26.17	2.83	9.62	0.28	12.28	0.90	4.45
9.81	8.11	1.20	2.64	15.06	11.91	32.33	16.90	36.08	23.57
13.36	7.10	18.05	42.42	6.03	29.30	34.10	40.60	18.50	10.21
7.92	8.14	10.56	5.32	11.63	19.47	46.39	29.37	38.41	18.54

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
30.28	9.28	11.88	14.46	8.28	12.29	18.86	8.98	8.56	34.66
19.85	4.51	8.05	12.24	10.94	5.08	9.39	4.73	1.12	27.23
38.49	12.96	13.40	14.84	4.50	19.02	27.07	12.50	16.07	38.14
0.45	0.02	1.50	0.16	0.74	0.16	0.01	0.08	0.29	1.29
11.11	8.99	11.55	4.89	4.31	4.27	1.90	0.25	8.71	4.66
28.80	4.82	2.39	13.81	2.72	16.83	32.30	16.84	6.47	44.10
43.26	16.51	25.50	21.23	16.20	12.66	16.12	7.31	13.36	44.29
40.06	5.57	10.66	19.37	9.05	16.62	32.12	16.52	5.15	59.25

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
13.10	3.82	9.02	5.65	10.11	15.22	11.39	9.34	6.96	5.95
1.26	4.37	4.20	5.58	9.63	5.87	11.34	9.48	7.36	4.85
24.17	3.52	8.34	5.36	9.77	22.68	10.82	8.35	6.50	5.47
0.49	0.65	5.82	0.44	0.24	1.32	1.54	1.26	1.16	1.34
3.32	2.85	10.11	0.25	0.81	5.34	4.83	3.07	4.64	4.21
25.45	0.74	2.59	6.22	12.02	19.64	6.45	6.29	1.81	2.81
6.36	9.10	12.72	7.31	14.32	14.01	21.23	17.01	15.67	7.94
19.13	4.49	8.01	9.35	17.92	18.49	16.43	14.78	8.77	5.77

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
8.10	14.07	7.14	22.79	20.06	13.93	12.30	18.16	5.93	14.97
6.14	8.27	7.34	2.38	4.43	3.38	8.38	12.13	4.18	4.85
8.96	18.69	6.85	42.95	34.90	24.34	15.21	22.54	7.33	24.54
0.99	0.34	0.31	0.06	1.04	0.38	0.37	0.02	0.58	0.01
2.42	2.83	5.35	30.63	8.85	12.80	4.30	0.81	2.72	8.45
7.91	19.44	1.14	7.91	28.96	9.97	11.92	28.88	4.78	16.73
10.94	15.15	17.01	48.40	17.65	22.76	17.38	18.94	9.10	18.92
12.29	21.82	7.50	7.99	24.92	10.34	16.61	32.61	7.76	16.58

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
5.95	6.59	21.65	11.89	10.82	6.70	31.18	20.51	13.05	9.70
3.54	4.75	11.98	13.96	4.59	0.50	22.98	9.81	1.64	4.85
8.15	8.20	28.18	9.18	16.04	12.67	37.23	29.87	23.72	13.80
0.71	0.13	1.34	0.07	0.22	0.55	1.62	0.99	0.54	0.29
1.82	2.44	1.41	4.06	11.51	6.08	1.35	5.47	12.95	0.96
9.10	6.22	37.45	4.74	4.40	6.22	49.99	28.89	10.84	16.73
6.24	10.41	14.77	25.63	21.66	9.44	34.80	20.56	20.23	8.11
8.74	9.29	34.68	17.31	6.50	5.07	57.38	30.65	8.02	16.86

Tabla 5. Cálculo de las DM usando el AO y el cálculo de la razón S/N (continuación).

84	85	86	Señal ruido (S/R)
5.23	16.33	9.06	0.98
5.84	2.17	1.65	-3.12
4.49	30.44	16.34	1.62
0.64	0.43	0.52	-16.86
3.44	14.52	6.60	-6.67
0.88	14.44	10.08	-1.66
12.90	23.31	10.47	2.00
6.76	11.91	8.00	1.55

Una vez obtenidas las S/N de las DM a partir del AO se calculan las ganancias de los atributos obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 6. Ganancias de los factores estudiados.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
S/R+	-4.34586	-2.61747	0.353453	-0.51941	0.621949	-5.25037
S/R-	-1.19543	-2.92381	-5.89474	-5.02188	-6.16324	-0.29092
Ganancia	-3.15043	0.306341	6.248194	4.502463	6.785186	-4.95945

Se observa una ganancia positiva en los atributos X_3 , X_4 y X_5 .

5. Discusión

En el presente capítulo, se detallará la interpretación de los resultados reportados en el capítulo 4.

5.1 Discusión de los resultados

En los resultados reportados en la tabla 4 se observan las DM's de los datos normales y anormales y se aprecia que la técnica realiza una discriminación de los datos, es decir, se observan distancias alrededor de 1 para los valores normales, esto tiene sentido ya que se encuentran dentro del espacio de Mahalanobis el cual se considera espacio unitario ya que todos los valores que se encuentren dentro de este, estarán separados por una distancia alrededor de 1 desviación estándar; y los valores que se encuentran fuera del espacio de Mahalanobis, es decir, donde se espera ver nuestros datos anormales se encontraran a una distancia mayor a 1. En la tabla 4 se observa que los valores se distinguen entre las dos poblaciones (datos normales y anormales), lo cual quiere decir que la escala de medición está funcionando.

De una manera gráfica la figura 4 ejemplifica las DM's calculadas y se observa la diferenciación entre poblaciones que se esperaba ver, la gráfica muestra los datos normales de color azul y como puede apreciarse los valores rondan alrededor de 1, mientras que los datos anormales de color verde presentan valores mayores a 1 alcanzando valores incluso por encima de 40.

En la segunda etapa del programa consiste en el uso de la ingeniería robusta de Taguchi con los AO's y la razón S/N, en la tabla 5 se definen las variables y que factor representan, en la tabla 6 se hace uso de un L_8 para 6 factores, en donde se calculan las DM's dependiendo de las variables a utilizar las cuales son impuestas por cada renglón del AO. Al final de cada renglón se observa la S/N de esa corrida, en esta parte la razón S/N entre mayor sea el valor obtenido quiere decir que existe un menor error en la predicción, descubriendo así que los valores más altos se encuentran en las corridas 3, 7 y 8.

En el cálculo de las ganancias el resultado obtenido servirá para determinar si las variables nos son útiles o no, para realizar este criterio de determinación de variables útiles se elegirán aquellas variables en las cuales sus ganancias sean positivas, en la tabla 7 se observa que las variables útiles son X_3 , X_4 y X_5 . Estas variables corresponden al nivel de cinismo con una ganancia de 6.78, el índice emocional con una ganancia de 6.24, y por último el nivel de eficiencia profesional con una ganancia de 4.50. En el siguiente capítulo se propondrán algunas recomendaciones para que apliquen las empresas con base en estos resultados.

6. Conclusiones y recomendaciones

En el presente capítulo se presentan las conclusiones de las hipótesis con base en los resultados obtenidos y se proponen además algunas recomendaciones que podrían aplicarse tanto en las empresas en donde se encuentran los trabajadores cuyos datos fueron analizados como en organizaciones con características similares para tratar de mantener un ambiente laboral más saludable. Esto como una aportación al bienestar de los trabajadores en el sector IMMEX las recomendaciones que se proponen a continuación se plantean tomando como referencia la NOM-035-STPS-2018.

6.1 Conclusiones

A continuación, se presentarán las conclusiones de acuerdo a las hipótesis y a los objetivos planteados para esta investigación.

6.1.1 Conclusiones de acuerdo a las hipótesis

Con base en los resultados reportados en las ganancias, y teniendo en cuenta el criterio de aceptar los factores con ganancia positiva, se tiene información suficiente para rechazar la hipótesis 1 y la hipótesis 6, las cuales corresponden a la edad y a la antigüedad laboral dentro de la empresa, esto es debido a que su ganancia es negativa. Por otra parte, se observa que en la tabla 6 los factores que resultan con una ganancia positiva corresponden a las hipótesis 2, 3, 4 y 5, por lo tanto, se aceptan dichas hipótesis, es decir, los factores que es posible indicar que tienen un efecto importante sobre el nivel de burnout de los mandos medios y superiores en las organizaciones analizadas son el índice de cinismo, el índice de eficiencia profesional y el índice de nivel emocional. De la misma manera, la hipótesis 2 cuenta con una ganancia pequeña, por lo tanto, la antigüedad ejerciendo su profesión no se considera un factor tan significativo, sin embargo, se sigue tomando en cuenta como un factor de estudio.

6.1.2 Conclusiones de acuerdo a los objetivos

De acuerdo con los objetivos planteados en el capítulo 1.5 se determinó que tanto la edad como la antigüedad que lleve el trabajador dentro de la empresa no son variables que afecten de manera importante el grado de estrés laboral, por otra parte la antigüedad que lleve el trabajador ejerciendo su profesión, el índice de cinismo, el índice de nivel emocional y el índice de eficiencia profesional son variables que afectan de manera importante el grado de estrés laboral; siendo la antigüedad que lleva el trabajador ejerciendo su profesión la menos significativa. Por último, se logró el desarrollo del programa en Python usando la metodología Mahalanobis-Taguchi para analizar las variables estudiadas en esta investigación.

6.2 Recomendaciones para los centros de trabajo

Debido a que los factores que resultaron significativos en este estudio fueron relacionados con los riesgos psicosociales se plantean las siguientes recomendaciones con base en la NOM-035-STPS-2018.

Esta Norma establece guías para identificar y analizar los factores de riesgo psicosocial, la guía consta de un cuestionario, los valores de las opciones de las respuestas, y por último una tabla para el criterio de la toma de decisiones. El cuestionario consta de 5 posibles respuesta las cuales, según el total de respuestas de cada cuestionario, se analizarán en la tabla para tomar las acciones más adecuadas.

En estos cuestionarios se plantean preguntas con el fin obtener informacion acerca del ambiente de trabajo, factores propios de la actividad, cargas de alta responsabilidad, falta de control sobre el trabajo, organización del tiempo de trabajo, liderazgo y relaciones en el trabajo, con esa información y según los criterios de ponderación establecidos en la norma, se procede a clasificar el nivel de riesgo, así como se presenta en la tabla 7:

Tabla 7. Criterio para la toma de decisiones

Nivel de riesgo	Necesidad de acción
Muy alto	Se requiere realizar el análisis de cada categoría y dominio para establecer las acciones de intervención apropiadas, mediante un Programa de intervención que deberá incluir evaluaciones específicas ¹ , y contemplar campañas de sensibilización, revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión.
Alto	Se requiere realizar un análisis de cada categoría y dominio, de manera que se puedan determinar las acciones de intervención apropiadas a través de un Programa de intervención, que podrá incluir una evaluación específica ¹ y deberá incluir una campaña de sensibilización, revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión.
Medio	Se requiere revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión, mediante un Programa de intervención.
Bajo	Es necesario una mayor difusión de la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para: la prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral.
Nulo	El riesgo resulta despreciable por lo que no se requiere medidas adicionales.

La Norma establece que la evaluación específica corresponde a aquella que se integra por el estudio a profundidad de los factores de riesgo psicosocial a través de instrumentos cuantitativos (cuestionarios), cualitativos (entrevistas) o mixtos y, en su caso, clínicos, capaces de evaluar el entorno organizacional y el efecto a la salud de los trabajadores para establecer las medidas de control y seguimiento de estos factores. Por ejemplo, la identificación del síndrome de estar quemado por el trabajo (burnout) o acoso psicológico (mobbing), entre otros [38].

En un trabajo previo de investigación en el cual se analizó el mismo fenómeno con diferentes factores [40], se proponen algunas acciones recomendadas para que se apliquen en los centros de trabajo con la intención de mitigar los efectos adversos que pudieran presentarse en la salud de los trabajadores, provocados por los altos niveles de estrés a que pudieran estar sujetos como producto de las actividades que realizan. Dentro de estas recomendaciones se encuentran las siguientes:

- Nombrar al personal encargado de atender el grado de satisfacción de los empleados en sus puestos de trabajo ya que entre más entusiasmados y conforme con sus trabajos estén las personas más productivas serán.
- Cerciorarse de que los trabajadores cuenten con cierto control sobre el ritmo de trabajo y los horarios disponibles, buscando con esto que las demandas del puesto no excedan sus capacidades de tiempo y recursos.
- Efectuar acciones que propicien el sentido de pertenencia de los trabajadores a la empresa como puede ser la capacitación para el correcto desarrollo de las tareas encomendadas, la participación proactiva y la comunicación entre sus integrantes, la correcta distribución de cargas de trabajo considerando jornadas laborales regulares apegadas a la Ley Federal del Trabajo.
- Guiar a los empleados para que reciban ayuda profesional cuando estén pasando por serias dificultades.
- Plantear el financiamiento de cursos y eventos deportivos con regularidad donde puedan participar todos los trabajadores.

7. Referencias

- [1] Institucional, C., Institucional, C., Tijuana, C., Institucional, C., Institucional, C., & Institucional, C. (2020). Enfermedades físicas, mentales y deterioro en calidad de vida, efectos del estrés laboral - CETYS. CETYS. Retrieved 12 October 2020, from <https://www.cetys.mx/noticias/enfermedades-fisicas-mentales-y-deterioro-en-calidad-de-vida-efectos-del-estres-laboral/>.
- [2] Maldonado-Macías, A., Camacho-Alamilla, R., Torres, S., Alcaraz, J., & Limón, J. (2015). Determination of Burnout Syndrome among Middle and Senior Managers in Manufacturing Industry in Ciudad Juárez. *Procedia Manufacturing*, 3, 6459-6466. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.927>
- [3] Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual review of psychology*, 52, 397–422. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
- [4] Gil-Monte P, (2008). El Síndrome Quemarse por el Trabajo (Burnout) como fenómeno transcultural. *Información Psicológica*. nº 91-92, 4-11.
- [5] Taguchi, G. y Jugulum, R., *The Mahalanobis-Taguchi strategy: A pattern technology system*, John Wiley and Sons, New York, (2002).
- [6] Escobedo Portillo, M. T., & Plata Mendoza, J. A. (2008). P. ch. mahalanobis y las aplicaciones de su distancia estadística. *Culcyt*, 27, 13–20. <https://revistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/385>
- [7] Chang, Z., Chen, W., Gu, Y., & Xu, H. (2020). Mahalanobis-taguchi system for symbolic interval data based on kernel mahalanobis distance. *IEEE Access*, 8, 20428–20438. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2967411>
- [8] Woodall, W., Koudelik, R., Tsui, K., Kim, S., Stoumbos, Z., Carvounis, C., . . . Hawkins, D. (2003). A Review and Analysis of the Mahalanobis-Taguchi System [with Discussion and Response]. *Technometrics*, 45(1), 1-30. Retrieved October 27, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/25046971>
- [9] Taguchi, G. y Jugulum, R., New trends in multivariate diagnosis, *Indian Journal of Statistics*, 233-248, (2000).
- [10] Taguchi, G., Chowdhury, S. y Wu, Y., *Taguchi's quality engineering handbook*, Wiley, New Jersey, (2005).
- [11] Llana Álvarez, Javier, (2002). *Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista*. España. Editorial Lex Nova. 1ra edición. 487 – 510.
- [12] Danhof-Pont Rosenthal, R. & Rosnow, R. L. (1991). *Essentials of behavioral research: Methods and data analysis*. Boston, MA: McGraw Hill.
- [13] Toomingas, A. (1998). Methods for evaluating work-related musculoskeletal neck and upper- extremity disorders in epidemiological studies. *National Institute for Working Life*. ISBN 91–7045–463–9 pp, 10, 16, 53, 54, 65.
- [14] Ahola, K, (2007). *Occupational Burnout and Health*. Finnish Institute of Occupational Health. Finlandia. 23-33, 61-70, 78, 92-94.
- [15] Peña Nieto, E., & Navarrete Prida, A. (2017). *Seguridad y Salud en el Trabajo en México: Avances, retos y desafíos*. Gob.mx. Retrieved 13 October 2020, from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad_y_salud_en_el_trabajo_en_Mexico-Avances_retos_y_desafios_Digital_.pdf.
- [16] Bonilla Valdez, J. (2020). *Plan estatal de desarrollo 2020-2024*. Baja California.gob.mx. Retrieved 13 October 2020, from

<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Content/documentos/Plan%20Estat%20de%20Desarrollo%20de%20Baja%20California.pdf>.

[17] INEGI, (2020), Estadística Manufacturera y Maquiladora de Exportación, Retrieved 1 December 2020, from: <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturasep/>.

[18] Secretaría de Economía, "Fomento a la producción y las exportaciones", 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-ycomercio/instrumentos-de-comercio-exterior/fomento-a-la-produccion-y-lasexportaciones>.

[19] Grupo Logística y Aduanas, "IMMEX: Industria Manufacturera Maquiladora Servicios de Exportación", 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.grupologisticayaduanas.mx/immex/>.

[20] Organización Mundial de la Salud, "Prevención del suicidio un instrumento en el trabajo", Manejo de Trastornos Mentales y Cerebrales, 2006. [En línea]. Retrieved 5 May 2022, from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75426/WHO_MNH_MBD_00.8_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[21] National Institute of Mental Health, "Mental Illness", 2019. [En línea]. Retrieved 5 May 2022, from: https://www.nimh.nih.gov/health/statistics/mental-illness.shtml#part_154784.

[22] Santana-Cárdenas, S. (2020). Relationship of work stress with eating behavior and obesity: Theoretical and empirical considerations. *Revista mexicana de trastornos alimentarios*, 7(2), 135-143.

[23] Instituto Mexicano del Seguro Social, "Estrés Laboral", 2019. [En línea]. Retrieved 5 May 2022, from: <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estres-laboral>.

[24] International Labour Organization, "Workplace stress: A collective challenge", Geneva, 2016.

[25] Rencher, A., & Christensen, W. (2012). *Methods of Multivariate Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

[26] Salas Plata, Jorge & Portillo, María. (2008). P. Ch. Mahalanobis y las aplicaciones de su distancia estadística. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, ISSN 2007-0411, Nº. 27, 2008, pags. 13-20. 5.

[27] Barrett, J. D. (2007). *Taguchi's quality engineering handbook*.

[28] Puerto Cuadros, E y Aguilar Castro, J. (2017). Un algoritmo recursivo de reconocimiento de patrones. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*.

[29] Woodall, W. H., Koudelik, R., Tsui, K. L., Kim, S. B., Stoumbos, Z. G., & Carvounis, C. P. (2003). A review and analysis of the Mahalanobis—Taguchi system. *Technometrics*, 45(1), 1-15.

[30] Chang, Z. P., Li, Y. W., & Fatima, N. (2019). A theoretical survey on Mahalanobis-Taguchi system. *Measurement*, 136, 501-510.

[31] Ghasemi, E., Aaghaie, A. and Cudney, E.A. (2015), "Mahalanobis Taguchi system: a review", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 32 No. 3, pp. 291-307. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2014-0024>

[32] Cudney, E. A., Paryani, K., & Ragsdell, K. M. (2006). Applying the Mahalanobis—Taguchi System to Vehicle Handling. *Concurrent Engineering*, 14(4), 343–354. <https://doi.org/10.1177/1063293X06073568>

- [33] Taguchi, G., & Jugulum, R. (2002). *The Mahalanobis-Taguchi strategy: A pattern technology system*. John Wiley & Sons.
- [34] Bradley N.. (2009). *Python programming in context*. Estados Unidos: Jones and Bartlett publishers.
- [35] Challenger-Pérez, I., Díaz-Ricardo, Y., & Becerra-García, R. A. (2014). El lenguaje de programación Python. *Ciencias Holguín*, 20(2), 1-13.
- [36] Fernández, A. (2013). *Python 3 al descubierto*. Alfaomega Grupo Editor.
- [37] Secretaria del Trabajo y Prevención Social. (2019). Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención. Retrieved 10 June 2022, from: <https://www.gob.mx/stps/articulos/norma-oficial-mexicana-nom-035-stps-2018-factores-de-riesgo-psicosocial-en-el-trabajo-identificacion-analisis-y-prevencion>
- [38] Secretaria del Trabajo y Prevención Social, (2018), Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención, (NOM-035-STPS-2018), Retrieved 10 June 2022, from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018#gsc.tab=0
- [39] Hong, J., Jugulum, R., Paryani, K., Ragsdell, K. M., Taguchi, G., & Cudney, E. A. (2007). An evaluation of Mahalanobis-Taguchi system and neural network for multivariate pattern recognition.
- [40] Macías, S. (2020), *Modelado del estrés, la obesidad, la duración de la jornada laboral y las molestias musculoesqueléticas en mandos medios y superiores del sector industrial*, Universidad Autónoma de Baja California.