

Rony Amílcar Tum Ramos

MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE
CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE
TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA
LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre 2022

Informe final de graduación

MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE
CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE
TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA
LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Rony Amílcar Tum Ramos

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre 2022

Informe final de graduación

MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE
CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE
TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA
LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con
énfasis en Recursos Naturales
Renovables.

F-03-11-2021-05
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Experto Metodológico
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO
ACUERDO NÚMERO: 28-08-2022-477

El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

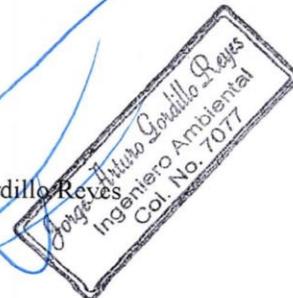
ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar **Setenta y ocho (78)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: **"MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA."** formulado por **Rony Amílcar Tum Ramos**, titular del carné **14-000-0267**, inscrito en la **Facultad de Ingeniería, de esta Universidad**.
2. Se ordena imprimir el trabajo de graduación que se especifica en el punto anterior.
3. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
4. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 28 de agosto de 2022.

Ingeniero Ambiental Jorge Arturo Gordillo Reyes
Experto Metodológico



F-14-04-2020-14
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Asesoría de tesis
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable.

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA; a cargo del estudiante: Rony Amílcar Tum Ramos, Carné: 14-000-0267; inscrito en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 12 de mayo del 2022.

Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez
Asesor General Metodológico

Pablo Ismael Carbajal Estevez
Ingeniero Ambiental
Colegiado No. 6,493



F-18-06-2018-01
Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Carta de aprobación
Asesor General Metodológico
Zacapa, 12 de mayo de 2022

Asunto: Aprobación del informe final de graduación y solicitud de conformación de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA." a cargo del estudiante: Rony Amílcar Tum Ramos; Carné: 14-000-0267; perteneciente al grupo 02-133-000-20; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.


Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez
Asesor General Metodológico

Pablo Ismael Carbajal Estevez
Ingeniero Ambiental
Colegiado No. 6,483

C.C. Archivo personal
Señor
Coordinador General
Programa de Graduación
Universidad Rural de Guatemala
Presente

Agradecimientos:

A Dios:

Por darme sabiduría y paciencia durante los años que duró la faena, y lograr culminar con éxito este logro profesional.

A mi esposa e hijos:

Por ser el motor principal para luchar día con día, por el apoyo en la falta de atención familiar dedicada a los estudios con el objetivo de finalizar este proyecto de vida.

A mis padres:

Por darme el consejo de siempre luchar por los sueños hasta lograr los objetivos en la vida.

A mi hermano:

Por ser el soporte durante la etapa de crisis en los años de dificultad de mi familia.

A Universidad Rural de Guatemala:

Por ser la casa de estudios, donde me brindaron el conocimiento académico para mi desarrollo personal a nivel profesional.

Prólogo

Mejorar la ergonomía en las empresas presenta dificultad en su mayoría, debido a la inversión económica que requiere, en el lugar de este estudio no se cuenta con sistema ergonómico y afecta al recurso más fuerte que cualquier empresa puede tener (recurso humano), esta propuesta trata la mejora en el sistema de logística de transporte interno de ceniza de caldera, con la finalidad de minimizar la cantidad de lesiones que sufren los operadores.

Al invertir en seguridad industrial las empresas deben identificar que de esta forma aumenta la disponibilidad de sus colaboradores, deja de haber mermas por lesiones en cuanto a la asistencia del personal y se crea un mejor ambiente laboral, ya que no solo trata del equipo de protección personal sino de automatizar un sistema que no sea ergonómico es parte del trabajo, por lo que sin duda a partir de la ejecución del proyecto ayudará al desempeño físico y disminuirá lesiones en los operadores.

En la empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, han aumentado las lesiones físicas en los operadores durante los últimos 5 años, el problema es su sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, ya que no se ha propuesto mejora mediante implementación de transportador helicoidal, u otras alternativas viables.

Persistir en la adecuada aplicación de seguridad industrial posee gran importancia por lo que debe estar involucrada y ser aplicada de manera correcta en la empresa, un ambiente agradable de trabajo no solo incide en la economía sino brindar la mejor comodidad a los colaboradores, es indispensable automatizar las etapas que se hacen de forma manual y así ayudar a la ergonomía en el trabajo.

Presentación

Tratar el tema de ergonomía en las empresas presenta dificultad en su mayoría, debido a la inversión económica que requiere, en el lugar de este estudio no se cuenta con sistema ergonómico y afecta al recurso más fuerte que cualquier empresa puede tener (recurso humano), esta propuesta trata la mejora en el sistema de logística de transporte interno de ceniza de caldera, con la finalidad de minimizar la cantidad de lesiones que sufren los operadores.

Al invertir en seguridad industrial las empresas deben identificar que de esta forma aumenta la disponibilidad de sus colaboradores al desempeñar sus actividades asignadas diarias, deja de haber mermas en la asistencia del personal y se crea un mejor ambiente laboral, ya que no solo trata del equipo de protección personal sino de automatizar un sistema que no sea ergonómico es parte del trabajo, por lo que sin duda a partir de la ejecución del proyecto ayudará al desempeño físico y disminuirá lesiones en los operadores.

Como en todo el rubro empresarial es indispensable que se cuente con el factor de comodidad y ergonomía en el desempeño de las actividades, presentar a la alta gerencia este tipo de mejoras crea varias perspectivas negativas, ya que cuando el consejo que direcciona las entidades no cuenta con experiencia en la aplicación e importancia de seguridad en el trabajo les cuesta apoyar este tipo de acciones, por lo contrario cuando el alto consejo tiene los principios de seguridad y la aplicación de mejora que automatiza los sistemas y al mismo tiempo mejora el ámbito laboral, apoyan con gran ímpetu las propuestas.

En la investigación surgió la propuesta formulada y se cuenta con departamento de proyectos como unidad ejecutora, se elabora anteproyecto de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal y se formula programa de capacitación al personal involucrado.

Índice general

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1 Planteamiento del problema:.....	3
I.2 Hipótesis.....	4
Hipótesis causal:.....	4
I.3.1 Objetivo general:.....	4
I.3.2 Objetivo específico:.....	4
I.4 Justificación:.....	5
I.5 Metodología.....	6
I.5.1 Métodos.....	6
I.5.2 Técnicas.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	10
Seguridad Industrial; Lesión Física:.....	10
Implementos para la seguridad en situaciones pirotécnicas:.....	25
Logística:.....	31
Logística para el sistema de transporte de cenizas:.....	33
Mejora a sistemas de transporte:.....	42
Calderas:.....	43
Transportador helicoidal:.....	51
Cálculo en torque en transportador helicoidal:.....	53
Ceniza:.....	64
Base legal:.....	68
III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	72
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).....	73
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).....	78
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
IV.1 Conclusiones:.....	83

IV.2 Recomendaciones:..... 84

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Índice de gráficas

Gráfica 1: incremento del porcentaje de lesiones físicas en los operadores.....	73
Gráfica 2: tiempo del incremento de lesiones físicas en los operadores.....	74
Gráfica 3: lesiones físicas por transportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.....	75
Gráfica 4: divulgación ante jefes inmediatos respecto de incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.....	76
Gráfica 5 : aumento de lesiones en los operadores repercute en la gerencia de tal forma que se automatiza el sistema para dejar de efectuarlo de forma manual.....	77
Gráfica 6: conocimiento de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.....	78
Gráfica 7: cambio de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.....	79
Gráfica 8: personas que consideran correcto realizar propuesta mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera.....	80
Gráfica 9: la inexistencia de sistema de transporte interno de cenizas de caldera, repercute de forma positiva para resguardar la integridad física de los colaboradores.....	81
Gráfica 10: la ergonomía en el trabajo influye para la implementación del sistema de transporte interno de cenizas de caldera.....	82

Índice de figuras

Figura 1: visualización de bíceps.....	10
Figura 2: estructura interna de los huesos.....	11
Figura 3: partes de la articulación de la rodilla.....	12
Figura 4: estructura del cartílago.....	12
Figura 5: elementos del temperamento.....	22
Figura 6: elementos de la motivación.....	24
Figura 7: componentes del casco de seguridad.....	26
Figura 8: lentes de seguridad.....	27
Figura 9: pantalla facial.....	27
Figura 10: protectores auditivos.....	28
Figura 11: aparato de respiración del circuito cerrado.....	29
Figura 12: equipo de protección personal soldadura.....	30
Figura 13: visualización de conductor de tablillas.....	34
Figura 14: visualización de elevador para material granulado.....	35
Figura 15: banda transportadora.....	35
Figura 16: caldera piro-tubular.....	44
Figura 17: vista lateral de caldera acuo-tubular.....	45
Figura 18: Sección transversal de central termoeléctrica.....	46
Figura 19: visualización de caldera de alta presión.....	48
Figura 20: transportador helicoidal.....	51

Figura 21: partes del reductor.....	56
Figura 22: conversión de energía de acuerdo con los distintos tipos de usos.....	58
Figura 23: visualización estator.....	59
Figura 24: núcleo de motor eléctrico.....	59
Figura 25: rotor bobinado.....	60
Figura 26: descripción del movimiento circular.....	63
Figura 27: vectores, velocidad y posición.....	63
Figura 28: visualización de arco.....	63
Figura 29: proceso de formación de ceniza.....	64
Figura 30: visualización de carbón mineral.....	66

Índice de tablas

Tabla 1: rpm sugeridas para tornillo sinfín.....	53
Tabla 2: coeficiente de relleno sugerido de acuerdo al material utilizado.....	54
Tabla 3: grado sugerido de acuerdo al ángulo respectivo a utilizar.....	54
Tabla 4: coeficiente de resistencia en el calculo de la fuerza motriz.....	55
Tabla 5: factores en el calculo de velocidad de salida en el reductor.....	57
Tabla 6: Clasificación del carbón.....	67
Tabla 7: Pesos sugeridos para la manipulación de cargas manuales.....	70

Índice de cuadros

Cuadro 1: Incremento del porcentaje de lesiones físicas en los operadores.....	73
Cuadro 2: tiempo del incremento de lesiones físicas en los operadores.....	74
Cuadro 3: lesiones físicas por trasportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.....	75
Cuadro 4: divulgación ante jefes inmediatos respecto de incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.....	76
Cuadro 5: aumento de lesiones en los operadores repercute en la gerencia de tal forma que se automatiza el sistema para dejar de efectuarlo de forma manual.....	77
Cuadro 6: conocimiento de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.....	78
Cuadro 7: cambio de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.....	79
Cuadro 8: personas que consideran correcto realizar propuesta mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera.....	80
Cuadro 9: la inexistencia de sistema de transporte interno de cenizas de caldera, repercute de forma positiva para resguardar la integridad física de los colaboradores.....	81
Cuadro 10: la ergonomía en el trabajo influye para la implementación del sistema de transporte interno de cenizas de caldera.....	82

Índice de diagrama

Diagrama 1: representación Ishikawa.....	40
--	----

I. INTRODUCCIÓN

Las centrales termo- eléctricas utilizan combustible (carbón mineral, bagazo de caña, etc.); se transporta a la caldera y se quema para aumentar la temperatura del agua almacenada en las paredes de esta hasta el punto de ebullición y elevarlo a la presión necesaria, el vapor se envía a la turbina y se transforma la energía mecánica en eléctrica, el proceso de combustión produce ceniza fina y gruesa, la ceniza fina es succionada por el sistema. La ceniza gruesa es desechada de forma automática y movilizadas de forma manual hacia el punto de carga.

La lesión física surge de desempeñar mala acción o esfuerzo, les ha sucedido a los operadores en la empresa mencionada con anterioridad, aunque la empresa cuenta con Departamento de Seguridad y Salud Industrial, nadie está exento de sufrir percances por lo que se debe implementar transportador helicoidal para que cumpla con la función del transporte de ceniza, existe variedad de sistemas de transporte de carga, pero este es el más eficiente para ser utilizado a la intemperie.

Mejorar la ergonomía en las empresas presenta dificultad en su mayoría, debido a la inversión económica que requiere, en el lugar de este estudio no se cuenta con sistema ergonómico y afecta al recurso más fuerte que cualquier empresa puede tener (recurso humano), esta propuesta trata la mejora en el sistema de logística de transporte interno de ceniza de caldera, con la finalidad de minimizar la cantidad de lesiones que sufren los operadores.

Al invertir en seguridad industrial las empresas deben identificar que de esta forma aumenta la disponibilidad de sus colaboradores, deja de haber mermas en la asistencia del personal y se crea un mejor ambiente laboral, ya que no solo trata del equipo de protección personal sino de automatizar un sistema que no sea ergonómico es parte del trabajo, por lo que sin duda a partir de la ejecución del proyecto ayudará al desempeño físico y disminuirá lesiones en los operadores.

Tomo I:

El capítulo uno (I) contiene la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), metodología (métodos y técnicas), así como los métodos y técnicas utilizadas para la formulación, comprobación de la hipótesis y estudio del proyecto.

El capítulo dos (II) está conformado por el marco teórico (aspectos conceptuales), en el que se describen los aspectos conceptuales básicos y complementarios de esta investigación, con el fin de la comprensión de los sistemas de seguridad industrial, implementos para la seguridad industrial en situaciones pirotécnicas, logística, mejora a sistemas de transporte, etc.

El capítulo tres (III) incluye la comprobación de la hipótesis, donde se muestra la tabulación y descripción gráfica de los datos obtenidos en las encuestas.

El capítulo cuatro (IV) está conformado por las conclusiones y recomendaciones. Estos capítulos son seguidos del apéndice bibliográfico de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Universidad.

Los anexos son: 1) formato dominó, 2) árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos 3) diagrama del medio de solución, 4) boleta de investigación efecto general, 5) boleta de investigación para la comprobación de la causa principal, 6) cálculo de la muestra, 7) cálculo del coeficiente de correlación, 8) cálculo de la proyección lineal del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.

Tomo II:

El segundo tomo consiste en presentar a manera de síntesis la información y datos más relevantes de la investigación, la cual los capítulos se conforman de la siguiente manera:

El capítulo uno (I) es un resumen general del contenido de la propuesta donde se describen los tres resultados principales que ayudan a la solución de la problemática, el capítulo dos (II) comprende las conclusiones y recomendaciones, por último los anexos que son: el planteamiento de la propuesta de solución, la matriz de estructura lógica del trabajo investigativo y el presupuesto general de propuesta.

I.1 Planteamiento del problema:

En la operación del lugar de este estudio, se genera un flujo aproximado de 12 metros cúbicos diarios cuando la planta está en operación, dicho flujo es de cenizas provenientes del fondo de caldera, es transportada por carretillas hacia patio de almacenamiento para su disposición final, los operadores tienen turnos de 12hrs con jornal laboral 4 x 4, se realiza así debido a la inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Ha habido mejoras, como el habilitar acceso más cerca para las carretillas, cambio y mantenimiento de llantas; pero en la empresa aun así han aumentado las lesiones físicas en los operadores durante los últimos 5 años, el problema es su sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, ya que no se ha propuesto mejora y otras alternativas viables que disminuyan de alguna forma la logística actual en el traslado de cenizas.

En la actualidad la seguridad industrial posee gran importancia por lo que debe estar involucrada y ser aplicada de manera correcta en la empresa, un ambiente agradable de trabajo no solo incide en la economía sino brindar la mejor comodidad a los colaboradores, es indispensable automatizar las etapas que se hacen de forma manual y así ayudar a la ergonomía en el trabajo.

La solución es presentar mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa mencionada con anterioridad, para los diferentes problemas que se presentan, es necesario utilizar el ámbito ingenieril al presentar soluciones inmediatas y así que no se vean afectadas las actividades realizadas en el ámbito laboral, ya que es responsabilidad de la empresa automatizar sistemas en las actividades asignadas para mejorar el estado físico de los colaboradores que las ejecutan.

I.2 Hipótesis

Hipótesis causal:

El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.

Hipótesis interrogativa:

¿Será la inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera causante del aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años por su sistema ineficiente?

I.3 Objetivos:

I.3.1 Objetivo general:

Disminuir lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

I.3.2 Objetivo específico:

Lograr eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

I.4 Justificación:

En la ejecución de este estudio se refleja la importancia y necesidad de mitigar las lesiones físicas en el departamento de operaciones de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Ejecutada la investigación realizada en fuentes fidedignas y otras complementarias, además con las proyecciones en el anexo 8 de este documento se corrobora comportamiento negativo al problema, por lo que se debe dar solución a este tema.

Si no se realiza pronta intervención a la logística del sistema, se proyecta aumento progresivo lo cual genera riesgo a la integridad de los colaboradores, puede repercutir en lesiones de mayor realce e incluso irreversibles en los colaboradores.

De la misma manera al implementar la propuesta “Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.” proyecta disminución significativa por lo que sin duda ayudará al desempeño físico de los colaboradores, la cual aportará aumentar el nivel de ergonomía en las instalaciones de este estudio.

La razón principal por la que se realizó esta investigación es porque se ha reflejado Aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años.

Es parte fundamental de las empresas cumplir como requisito mínimo para el desempeño de actividades desempeñadas o asignadas al personal, para lograr esto se debe seguir los pasos de la propuesta presentada en este documento, y llegar a la mejora continua día con día.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación con la formulación de la hipótesis y la comprobación de esta; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados se expone a continuación:

Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales en el aumento de lesiones físicas de operadores de producción en empresa Compañía eléctrica La Libertad S.A., villa nueva, Guatemala, para este efecto se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente en el área producción donde se observó la forma en que actuaban los empleados al realizar la maniobra, así como a terceras personas que poseían relación directa con dicha área.
- Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada.

- Entrevista. Una vez formada la idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal del área, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Detectada la visión sobre la problemática del área de producción se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo 2 de este documento.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.

El método del marco lógico permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Entrevista. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser

aplicadas a población objetivo, sufrieron proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

- Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, he decidido no efectuar muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma está constituida por 16 operadores que laboran en el área producción en la empresa citada con anterioridad, por lo que para obtener información más confiable, se censó la totalidad de la población; con lo que el nivel de confianza es del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo con la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se con anterioridad las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental, así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de esta. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

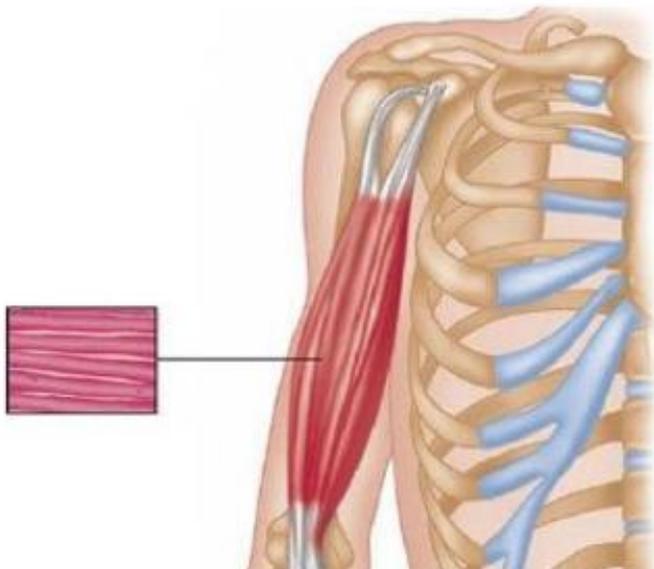
II. MARCO TEÓRICO

Seguridad Industrial; Lesión Física:

Generalmente las lesiones físicas están vinculadas al sistema musculoesquelético el cual comprende variedad de elementos asociados a éste, como todo sistema cuando alguno de estos elementos se daña genera irregularidad en la actividad y desempeño de la persona que lo sufre, a continuación se mencionan dichos elementos (Walker, 2011).

Músculos: tres cuartas partes de este está compuesto de agua, el resto entre minerales, sales y grasa adjunto a los huesos están las membranas musculoesqueléticas las cuales tienen movimiento voluntario y a su vez cubren los huesos, de la variedad de músculos que tiene el cuerpo los de más realce son los cuádriceps en la parte interna del muslo y los bíceps en la parte interna del brazo (Walker, 2011).

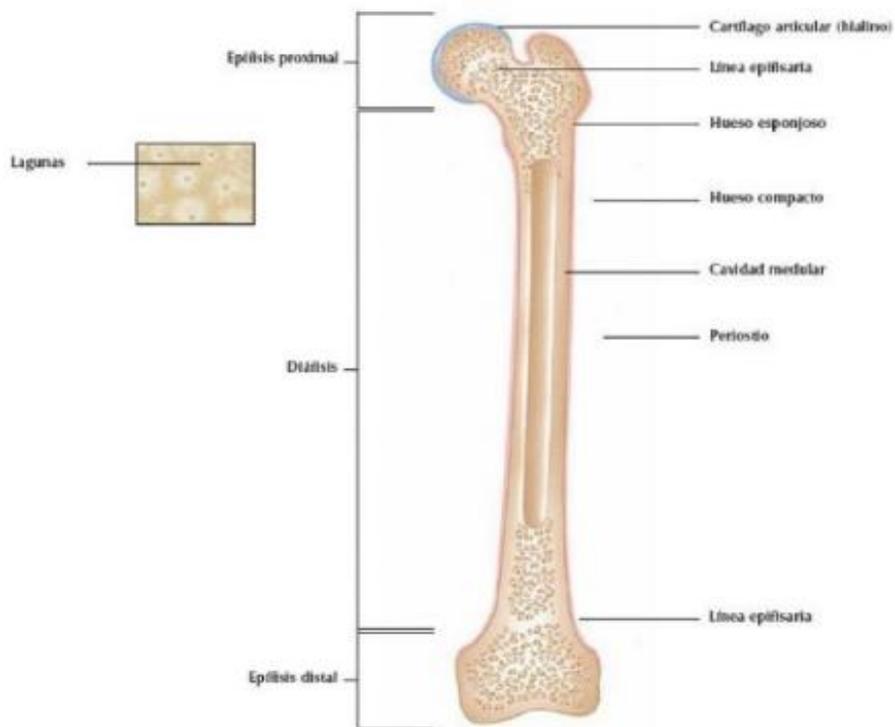
Figura 1: visualización de bíceps.



Fuente: Walker, 2011.

Huesos: las células de los huesos generalmente se encuentran en las cavidades internas de los huesos la cual está rodeada de capas circulares duras que contienen calcio, tienen la facultad de proteger los órganos internos, además dan rigidez al cuerpo, al conjunto de huesos se les llama esqueleto de los cuales los más conocidos son el fémur y el húmero (Walker, 2011).

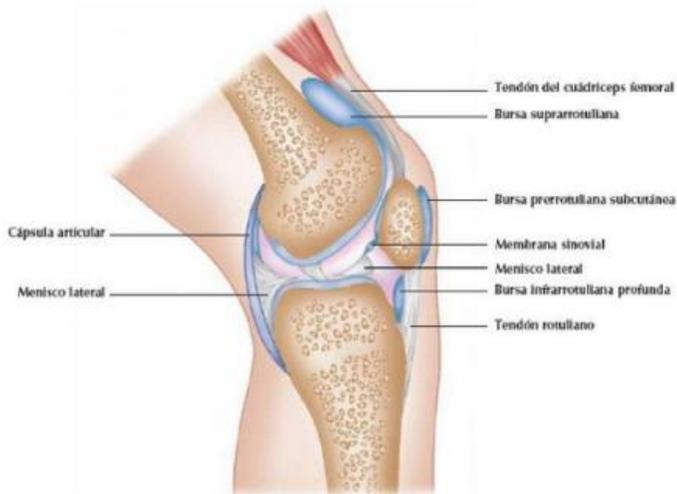
Figura 2: estructura interna de los huesos.



Fuente: Walker, 2011.

Articulaciones: se conforman de tendones, cartílagos y bolsas las cuales son de vital importancia para el funcionamiento motriz del cuerpo, con dos funciones principales las cuales son: unificar la fuerza de los huesos y dar movimiento a los huesos rígidos, dentro de las articulaciones hay liquido sinovial por esto forma gran cantidad de problemas al sufrir deterioro las cuales se encuentran en rodillas, cadera, etc. (Walker, 2011).

Figura 3: partes de la articulación de la rodilla.

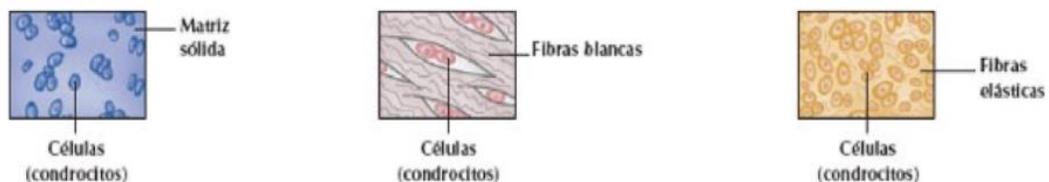


Fuente: Walker, 2011.

Cartílago:

Estructura molecular con aspecto de fibra, con características que le permiten ser elástico al momento de necesitar la ejecución de destrezas que lo requieran, compuesto por únicamente 2 componentes indispensables, agua y colágeno, las cuales se encuentran en todas las articulaciones del cuerpo humano, el objetivo principal de los cartílagos es amortiguar el golpe en la fuerza de compresión que realizan los huesos del ser humano al realizar actividades cotidianas, de trabajo o deportivas (Walker, 2011).

Figura 4: estructura del cartílago



Fuente: Walker, 2011.

Bolsa: también conocida como bursa, pequeña estructura ovoide rellena de material viscoso, el cual sirve como lubricante al momento de recibir la fricción entre el hueso y tendón, para proporcionar movimientos más suaves y estables en la actividad diaria del ser humano (Walker, 2011).

Ligamentos: su función es unir el extremo de dos huesos, constituido por un tejido que conecta de forma regular, los ligamentos tienen más elasticidad que los tendones, ayudan a mantener la forma y estabilidad en los tendones y huesos, es decir los ligamentos fijan los parámetros en los que se mueven las extremidades (Walker, 2011).

Tendones: el objetivo de los tendones es unir el hueso y el músculo, la estructura de sus fibras está compuesta por colágeno que da resistencia cuando percibe la contracción en los distintos puntos en que el cuerpo es sometido a cargas (Walker, 2011).

Las lesiones son generadas por el entorno en que se encuentra, causadas por acciones violentas que dan como resultado traumatismo en cualquier parte del cuerpo, en ocasiones generan contracciones musculares por excesiva fuerza del individuo, con lo que se generan hernias, estas hacen inactivo al individuo (De Casis, 1870).

A todos los tipos de lesiones que se conforman de músculos y huesos se les llama Lesiones Músculo-esqueléticas, las cuales son difíciles de verificar clínicamente porque se manifiesta con fuerte dolor por lo que los médicos tienden a confundirse ya que se tiene solo este factor, la lesión puede ser de cualquier tipo no específicamente la mencionada con anterioridad. Existe gran variedad de factores que pueden causar estas lesiones como posturas de trabajo, esfuerzos, manipulación manual de carga, etc. Incluso el diseño de la maquinaria de las organizaciones (Secretaría de Salud Laboral y Medio ambiente de CCOO de Asturias, 2004).

No se puede especificar una lesión física, ya que la mente influye en las repercusiones del individuo, por lo que ambas vías crean una reacción en cadena para producir el

efecto, de allí se puede establecer una verdadera acción patógena que daña el estado emocional y físico del individuo (De Casis, 1870).

Existe variedad de tipos de lesiones:

Fisuras: sucede temporalmente en los huesos, se forma una grieta a lo largo del hueso pero sin cruzarlo completamente sino un solo lado; Luxación: Se da al aplicar la fuerza solo en un extremo del ligamento por lo que se abren los lados de ambos huesos conectados; Osteopatía: Se le llama a la inflamación de tendones cerca de los músculos del pubis (Hurtado, 2011).

De primer grado: No es demasiado grave, ya que se genera por esforzar de manera mínima los ligamentos o músculos, viene acompañado de un dolor mínimo, se inflama y generalmente la parte afectada se rigidiza la articulación (Walker, 2011).

De segundo grado: Similar al de primer grado, relacionado al estiramiento de ligamentos, o músculos con la diferencia de la inflamación y el dolor que es el doble que en el primer caso, se pierde la estabilidad alrededor de donde sucede el percance en el individuo (Walker, 2011).

De tercer grado: Es el más fuerte de los mencionados con anterioridad, generalmente resulta de la rotura de uno o varios tendones o ligamentos, por lo que el resultado será dolor excesivo, hinchazón e inestabilidad para utilizar esa parte del cuerpo en el individuo (Walker, 2011).

Accidente laboral:

Se define como la lesión física que el colaborador sufra, de manera directa o indirecta influido por el ambiente laboral, por lo que únicamente se define como accidente laboral las acciones establecidas dentro de las empresas en actividades involucradas a las actividades maniobras de los colaboradores (Montes, 1992).

Cuando el colaborador sufre accidente dentro de la empresa que le ocasione golpe, herida, etc., pero se determina que no es necesaria la suspensión del trabajador por ser herida o golpe leve se llama accidente de trabajo sin baja médica (Comissió Obrera Nacional de Catalunya, 2007).

Hay que diferenciar entre accidente sin baja médica y accidente blanco el cual se denomina así porque no hay heridas físicas ni pérdidas de materiales. O con incidente en el cual las personas si sufren daños pero en ocasiones no hay pérdidas materiales. La diferencia de incidente y accidente es que el incidente es algo que pasó, pero nadie sale herido, por el contrario en el accidente hay personas con heridas o golpes (Comissió Obrera Nacional de Catalunya, 2007).

Existen motivaciones económicas para la prevención de riesgos dentro de las instituciones privadas que desempeñan cualquier actividad para producir bienes económicos, de esta manera surge la implementación de prevención enfocada a la economía, con el fin de identificar las pérdidas económicas debido al récord de accidentes laborales dentro de la empresa; las bajas de personal por accidentes laborales, la pérdida de materiales y otros factores, representan un daño colateral para la empresa, y en ocasiones invaluable (Menéndez, Fernández, Llana, González, & Rodríguez, 2007).

En la actualidad se realizan análisis detallados en las empresas para llevar control de accidentes dentro de las empresas, para llevar periodos respectivos y enfocarse en los puntos más vulnerables en los cuales hay que invertir para minimizar los riesgos y mejorar la economía dentro del establecimiento, se debe determinar los costos por cada tipo de accidente en la mayoría de empresas se contrasta con ejecutar estas acciones ya que llevan un alto costo económico para llevarlo a cabo por lo que generalmente se contabiliza de manera uniforme los accidentes (Menéndez, Fernández, Llana, González, & Rodríguez, 2007).

Acto inseguro: Se denomina acto inseguro a todas las acciones que los colaboradores les genere riesgo, ejemplos:

- Tomar maquinaria sin ser instruidos (Prevencion A.R.T., s.f.)
- Manipular a velocidad no permitida la maquinaria (Prevencion A.R.T., s.f.)
- Evadir elementos para seguridad (Prevencion A.R.T., s.f.)
- Evitar el uso de Equipo de protección personal (Prevencion A.R.T., s.f.)
- Personas inmaduras que juegan con los compañeros al momento de ejecutar maniobras (Prevencion A.R.T., s.f.)
- Personas libres de estupefacientes para elaborar acciones laborales (Prevencion A.R.T., s.f.)
- Saltar instructivos para la elaboración de productos (Prevencion A.R.T., s.f.)

Dichos ejemplos pueden variar de acuerdo con la disciplina y rubro de las entidades empresariales; sin embargo, el pensamiento de seguridad industrial lleva muchos ámbitos como entrevistas a personas involucradas, experiencias, etc.; ya que al momento de adquirir el conocimiento de personas que se han desarrollado en las áreas es como se puede definir de manera puntual el problema que ocasiona actos inseguros (Meliá, 1998).

Cabe la posibilidad de que el trabajador no utilice el equipo de seguridad proporcionado por falta de conocimiento a dar importancia al tema de seguridad Industrial, por lo que no hace conciencia del peligro que corre al desempeñar actividades dentro de la empresa, en ocasiones las empresas no rotan el equipo y de esta manera el colaborador se justifica para no utilizarlo (Chinchilla, 2002).

La evaluación de riesgos es el punto de partida de la acción preventiva en la empresa. No es el fin en sí misma sino el medio con el objetivo último de prevenir los riesgos laborales, es prioritario actuar antes de que aparezcan las consecuencias. Así pues, en las empresas, una vez realizada la evaluación habrá que establecer prioridades y adoptar medidas preventivas. Estas medidas incluirán procedimientos de trabajo

seguros, que el trabajador tendrá que poner en práctica en su actividad laboral (Espluga, 1990).

Indicadores del aumento de lesiones físicas laborales:

Indicador: No se puede realizar de forma mecánica ya que constantemente es cambiante, por lo que es necesario recopilar correctamente la información, define la eficiencia y eficacia en cualquier actividad que se realice, así como enfoca la manera en que afectara el comportamiento del personal de la organización (Heredia, 2001).

Son elementos utilizados para contabilizar los riesgos potenciales en el ámbito laboral, por otra parte, es importante mencionar que los indicadores no identifican de manera específica los accidentes, sino ejemplifican las experiencias vividas para contrastar con la pérdida de tiempo utilizado en la acción (Geoff, 2006).

Dolor de espalda: dolencia elevada que puede presentarse desde el cuello hasta el lumbar. Devo y Weinstein han hecho reseñas recientemente que solo la tercera parte de las personas mayores de edad no sufren dolor de espalda, Así mismo lo afirman médicos generales que la frecuencia de dicho padecimiento se lleva el segundo lugar ya que lo único que se antepone son las infecciones respiratorias (Universitat Autònoma de Barcelona, 2002).

Fatiga: desde la perspectiva física se presenta de manera general o local, las actividades laborales producen fatiga, dicho de otra manera el estado del equilibrio del individuo se ve afectado por lo que produce alteraciones fisiológicas que pueden determinar la sensación objetiva en subjetiva la cual depende del entorno y el ambiente laboral, se ha identificado acciones positivas a las personas que desempeñan labores de forma cómoda, las actividades de forma variada generan buen resultado mientras que las personas que están en un solo puesto de trabajo presentan bajo rendimiento debido a la frustración mental de ejecutar la misma actividad (Jarmo, 2001).

Prevención de salud ocupacional: para lograr este objetivo se debe cambiar de perspectiva al estar alerta a los agentes que pueden ocasionar lesiones y evitar el desmejoramiento de la salud ocupacional, al mismo tiempo hacer realce a los agentes que se consideren de mayor peligrosidad respecto de la aptitud física y fisiológica de los colaboradores, adecuar su trabajo acorde a su estado físico y mental (Revista Cubana de Enfermería, 2006).

Sistema visual: dicho factor es importante ya que toma en cuenta la facilidad de los operarios para la visión de cualquier actividad que realice, proveer visión óptima para no sobre esforzar la vista ayudara a disminuir en gran forma la fatiga de los empleados, así como la ubicación de la iluminación tratar de no impedir la visibilidad al ejecutar la maniobra (Revista Cubana de Enfermería, 2006).

Carga física: es la suma de esfuerzos físicos a los cuales los colaboradores están sujetos durante cierto periodo de trabajo, depende del ramo de especialización de cada individuo en algunas personas es mayor el esfuerzo mental y en otras es mayor el esfuerzo físico se debe conocer las actividades respecto de las áreas para minimizar los daños que se le puedan causar a los colaboradores (González, 2003).

Posturas laborales:

Se denominan perjudiciales cuando los colaboradores deben ejecutar maniobras extremas y en determinadas ocasiones fijas, por lo que se transmite una carga estática en el cuerpo o cualquiera de las extremidades, en definitivo se debe minimizar las acciones de este tipo para salvaguardar la integridad física de los colaboradores, en ocasiones la solución es combinar actividades laborales para evitar la fatiga muscular por lo que los movimientos de posturas son factor imprescindible para desempeñar la actividad laboral (González, 2003).

En ocasiones los trabajos requieren permanencia de pie para desempeñar las actividades dadas, es difícil constituir una sola altura para las ejecuciones manuales ya que estas deberían manipularse a la altura del codo, pero no todas las personas

tienen una altura estándar debido a esto se presenta dificultoso estandarizar los equipos para todas las personas (González, 2003).

Plan de seguridad industrial:

Es el que lleva secuencia en cuanto a operaciones en las que se puede prevenir riesgos que podrían suceder en futuro, así como las pérdidas que podrían ocasionar los mismos, el cual se puede realizar de manera global dentro de la empresa o en una área específica de acuerdo al departamento que puede estar más expuesto dentro de la empresa, además se puede programar a corto y largo plazo, este último es el que se ejecuta en más de un año, por el contrario del programa a corto plazo el cual debe ser menor a un año (Hernández, 2005).

Objetivos:

Los beneficios que se obtienen al aplicar la seguridad son extensos, tanto para el personal como para el lado económico de las empresas, se consideran elementos básicos los siguientes: (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).

- Reducir el número de lesiones, ya que al momento de haber personal dañado se pierde la disponibilidad humana y merma el proceso de producción (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).
- Minimizar el desembolso económico que la empresa tiene en la operación, por lo que al reducir los costos aumenta la rentabilidad (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).
- Crea una perspectiva correcta ante los colaboradores, gerentes y visitas de la empresa por lo que crea credibilidad y mejora sus relaciones (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).
- Crear historial para ejecutar las respectivas comparaciones de mejora dentro de las instalaciones (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).

- Tener el suficiente recurso para la aplicación de la seguridad y de esta manera crear sistemas básicos para mejorar en cuanto a la disciplina que se adquiere mediante el personal capacitado (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).

Finalidad: minimizar la frecuencia de exposición peligrosa en labores dentro de entidades empresariales, Reducir los indicadores en cuanto a la frecuencia de exposiciones de los colaboradores en el trabajo, Incentivar a mantener conciencia enfocada en la salud y seguridad a los colaboradores, Ejecutar la normativa legal relacionada a la salud y seguridad ocupacional para los colaboradores, Examinar el mínimo riesgo para no dañar la integridad de los colaboradores (Hernández, 2005).

Principios de diseño: por lo general los procesos son elaborados de manera congruente para la eficiencia de la empresa pero no se toma en cuenta el factor de seguridad, las empresas desarrollan actividades durante años por lo que se cree erróneo cambiar los procesos viejos y mejorarlos para reducir el riesgo laboral, en los análisis que se realizan los proyectos se presentan factores de seguridad que se creen poco riesgosos y al pasar del tiempo se corrobora la gravedad de estos (Ray, 2000).

En las empresas hay etapas imprescindibles para la transformación de materia prima en producto terminado, algunas de estas presentan riesgos potenciales para los colaboradores, se toma en cuenta la integridad física y el rendimiento económico que presenta el área de trabajo, la solución es proporcionar el equipo adecuado para minimizar la exposición de los colaboradores ante el eminente riesgo al desempeñar las actividades en los puestos de trabajo (Ray, 2000).

A diferencia del equipo de protección personal que se proporciona al personal para resguardar su integridad a veces también se toma en cuenta el aislamiento de la maquinaria, pocas entidades practican el aislamiento de un proceso específico para apartar a los colaboradores de las áreas de mayor riesgo, se debe analizar el área para identificar correctamente la aplicación del aislamiento (Ray, 2000).

Factores: es difícil delimitar donde inician o terminan las tareas que tienen relación con el trabajo, generalmente las empresas son avaladas por leyes que las protegen ya que en ocasiones los accidentes ocurren en horario no laboral, pero aún así es difícil concretar una línea que separe al colaborador del trabajo, ya que las circunstancias se prestan a disímiles justificaciones, se llaman accidentes no laborales aquellos que no se produjeron en el trabajo, mas bien en acciones extracurriculares que de alguna manera afectan las cuales pueden ser: respiratorias, musculares, afecciones visuales, etc. (Ramírez, Seguridad Industrial: Un enfoque integral, 2005).

Economía: los encargados de realizar la seguridad y salud ocupacional, generalmente se sienten decepcionados ya que en las reuniones gerenciales es donde visualizan que todas las decisiones se toman respecto del monto económico, y lo que realmente se quiere es generar utilidad, por lo que en la mayoría de ocasiones se ve a la Seguridad y Salud ocupacional como inversión muerta desde la perspectiva de ganancias económicas; a lo que deberían enfocarse es a las pérdidas económicas en inversiones equívocas e insumos innecesarios que influye diariamente en su ganancia neta (Ray, 2000).

Accidente Laboral:

Está compuesto por varios elementos que combinados llevan a un suceso donde luego de ponerse en riesgo la integridad física del colaborador surge daño al individuo, también se define como cualquier acontecimiento indeseado e imprevisto que inactiva el desarrollo de cualquier actividad del personal (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Elementos del individuo en un accidente:

Temperamento: el temperamento en los seres humanos está principalmente compuesto por tres elementos importantes los cuales son (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991):

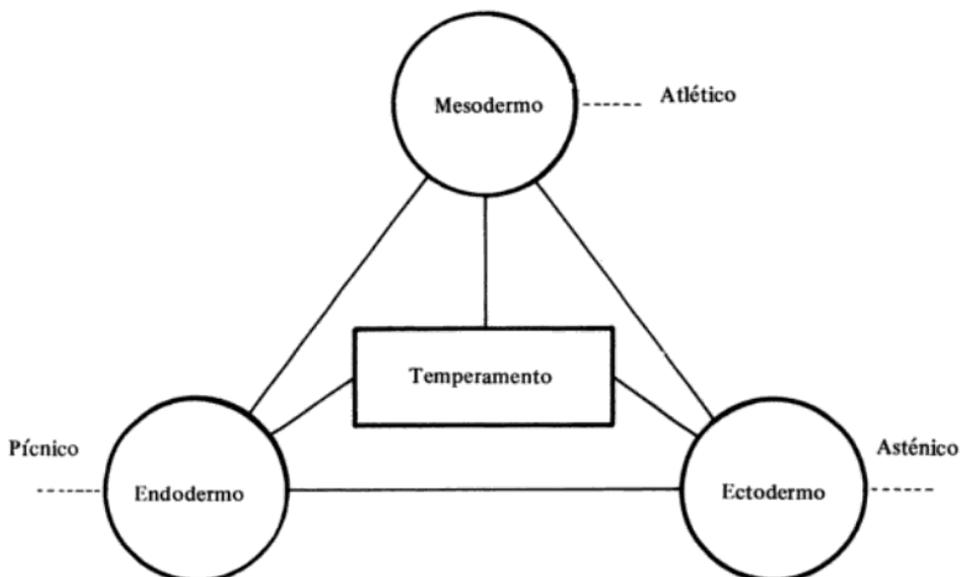
Ectodermo: sistema complejo formado por conjunto de neuronas, en las personas que predomina el ectodermo se refleja actitud de cansancio, debilidad, depresión, etc. (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Mesodermo: es el que coordina una actividad activa motora, cuando este domina en el individuo se refleja actitud proactiva, atlética y energía en todo momento para desarrollar cualquier movimiento que le soliciten (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Endodermo: formado en gran parte por el encéfalo anterior, en el individuo se reflejan acciones involucradas a los sentimientos y expresiones corporales, esta persona ejecuta sus acciones a través de sus sentimientos como base (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

De allí surgen las acciones y comportamientos de los individuos depende de cuál sea el sistema que predomina dentro de su organismo (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Figura 5: elementos del temperamento



Fuente: Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991.

Potencial: este depende de la capacidad en la que los sistemas de cada individuo funcionan para el desempeño de sus actividades (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Activación mental: dentro del organismo del individuo, si se utiliza poca cantidad de energía mental, repercutirá en aumentar la cantidad de fuerza para ejecutar actividades motoras, es decir si el individuo utiliza mayor porcentaje de su energía mental, repercute en disminuir la cantidad de actividades motoras para el desempeño de esfuerzos físicos involucrados (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Activación afectiva: El estado físico de la persona también depende de la empatía que tienen con su entorno, es decir el estar involucrado en un ambiente agradable con personas proactivas genera un buen desempeño en las actividades, viceversa si se encuentra rodeado de personas con estado anímico bajo esto daña al resto de los individuos por lo que baja su rendimiento (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Activación física: es la conexión muscular que se ejecuta al desempeñar un esfuerzo físico del individuo, la energía puede repercutir de forma positiva o negativa para las personas de acuerdo con como la utilicen, cuando se tiene energía que no se utiliza esto repercute en estrés el cual daña la salud de la persona (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Carácter: es la aplicación de distintas fuentes de energía que resultan en estimulación a las personas, de acuerdo con la mezcla de estas fuentes se genera la reacción del individuo a su entorno, de acuerdo con la energía que domina en ellos pueden ser (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991):

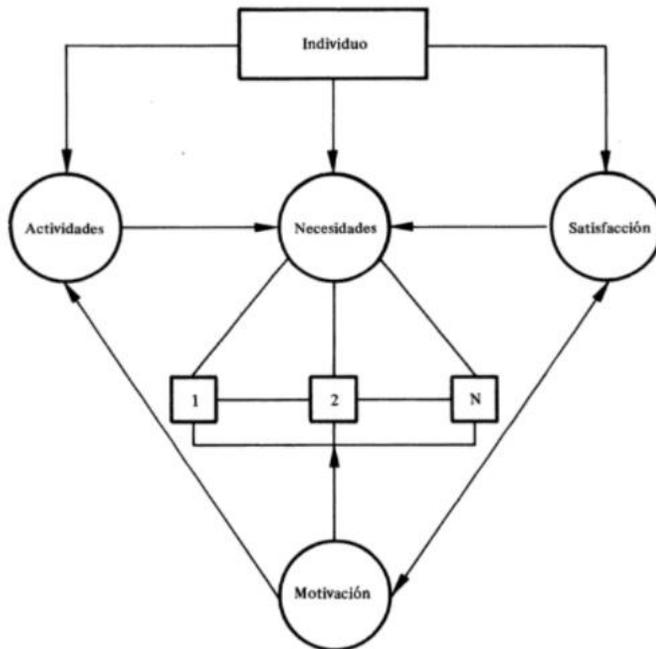
Activos o pasivos: estos efectúan su actitud de acuerdo con lo que las personas influyen en ellos, es decir un activo reacciona con agresividad y un pasivo es más tolerable del parámetro que debería tener (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Rígidos: transmiten sus emociones hacia el sistema muscular, esencialmente en la parte superior del cuello, esta reacción genera mayor cantidad de estrés en ellos (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

La motivación:

Surge del complemento faltante del individuo que desequilibra o equilibra sus destrezas, depende si llega o no a sentir satisfacción en una actividad realizada, es de realce tomar en cuenta el entorno que lo rodea y la comparación que realice con otros, dicha motivación varía de acuerdo con el estado emocional del sujeto (Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991).

Figura 6: elementos de la motivación



Fuente: Ramírez, Seguridad Industrial, un enfoque integral, 1991.

Compensación a colaboradores: más conocidas como compensación a los obreros, la cual se originó en el ámbito de Seguridad y Salud ocupacional, las cuales fueron constituidas en 1909 por lo que la mayoría de países adoptaron normativas similares, es parte del sistema de Seguridad Industrial la implementación de la compensación a los colaboradores, las cuales tienen como fin la protección a la integridad del trabajador, mediante el nivel de lesiones que pueden influir de manera permanente en el colaborador, de manera que la empresa se hace responsable a pagar un monto específico de acuerdo al miembro perdido (Ray, 2000).

Implementos para la seguridad en situaciones pirotécnicas:

Riesgo: se define como la posibilidad de estar expuesto a sufrir atentado que puede ser provocado por, fenómeno natural, acciones consientes de la humanidad o la combinación de las anteriores, que repercute en consecuencia económica, social o del ambiente, para determinar el riesgo ocurre con frecuencia en un lugar y momento determinado (Moreno, 2014).

Tipos de Riesgo relacionados con la Industrias:

Fuga; Se trata de la emanación accidental de gases inflamables al ambiente que contiene el cilindro o recipiente, se crea forma atmosférica inflamable, cuando se trata de gases y vapores los cuales varían de acuerdo con sus características de fabricación, respecto condiciones expuestas al ambiente, la forma del área, etc. Los terrenos que se encuentren a favor del aire son los primeros en sufrir la propagación y el impacto de dicha fuga, los factores a tomar en cuenta son; la distancia a la que se encuentre y el tiempo en que se mantenga afectándoles (Moreno, 2014).

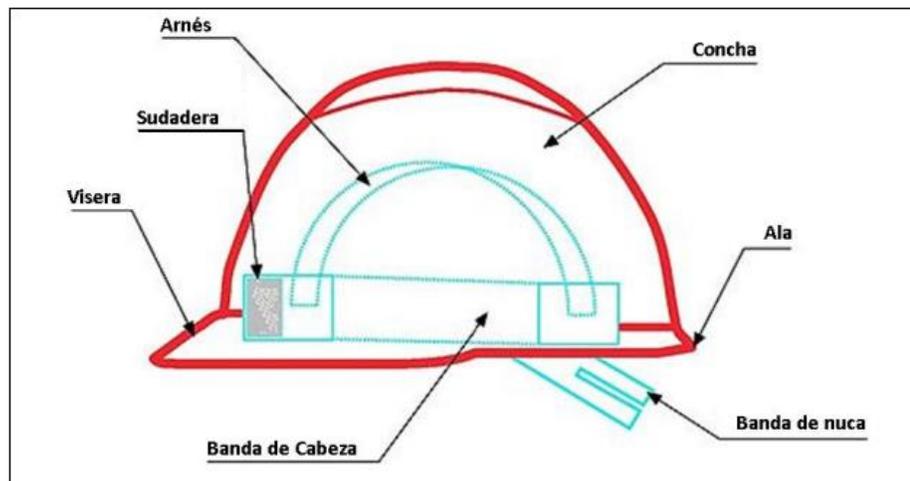
Incendio: se necesitan tres elementos para formar la llama los cuales son oxígeno, calor y combustible el cual es visible al provocar grandes cantidades de humo y altas llamas las cuales al acercarse provocan quemaduras por la radiación térmica (temperatura), comúnmente los únicos expuestos son los individuos de turno que están

dentro de las instalaciones de la empresa, en relación del tiempo de reacción para resguardar la vida, así será el número de víctimas en el incendio (Moreno, 2014).

Equipo de protección personal para exposiciones térmicas:

Casco de seguridad: son los dispositivos que cubren en la totalidad la cabeza con la finalidad de protegerla de golpes, elementos químicos, exposiciones a alta temperatura, etc. Los cuales cumplen con dicha función de acuerdo con las necesidades para que sean fabricados, puede ser de fibra de vidrio, aluminio, o plásticos laminados; El cual cuenta con elementos como el arnés sujetador, la perilla de ajuste, orificios en las orillas para la sujeción de barbiquejo, etc. Para mayor seguridad del colaborador se debe comparar cascos que cumplan con la normativa de fabricación (Abrego, Molinos, & Ruiz, 2000).

Figura 7: componentes del casco de seguridad.



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España, 2001.

Lentes de seguridad: son elaborados para la protección visual de los colaboradores, transparentes y sin graduación los cuales gozan de espesor amplio para resguardar el sentido de la vista al colaborador, comúnmente son utilizados para trabajos manuales en operaciones con herramientas ya que al momento de la proyección de partículas

estas vendrían de frente; los lentes de seguridad oscuros se utilizan para el trabajo a la intemperie con el objetivo de evitar la radiación solar al momento de estar expuestos al sol (Abrego, Molinos, & Ruiz, 2000).

Figura 8: lentes de seguridad.



Fuente: Equipo de seguridad 3m.

Pantalla de protección: su función principal es la protección facial, al momento de la proyección de partículas, especialmente con altas temperaturas, el cual consta de arnés sujetador, perilla de ajuste a la cabeza y perillas laterales para la facilidad de subir o bajar la pantalla, por medio de ella se cubre totalmente el rostro del individuo el cual puede ser protegido por este dispositivo, dicho material está elaborado con el fin de reducir los rayos infrarrojos emanados por el fuego (Abrego, Molinos, & Ruiz, 2000).

Figura 9: pantalla facial.



Fuente: Gencat.cat, s.f..

Protección Auditiva: Hay lugares de trabajo donde después de realizar el análisis adecuado se concluye que no se puede minimizar el ruido y si se minimiza no se consigue dejarlo óptimo para los colaboradores, se debe implementar tapones auditivos obligatorios, de esta forma se garantiza que los que se encuentren expuestos al ruido excesivo guarden su sentido del oído, es indispensable realizar compras con entidades expertas en el tema para que no sea perjudicial para el colaborador (Floría, 1999).

Figura 10: protectores auditivos.



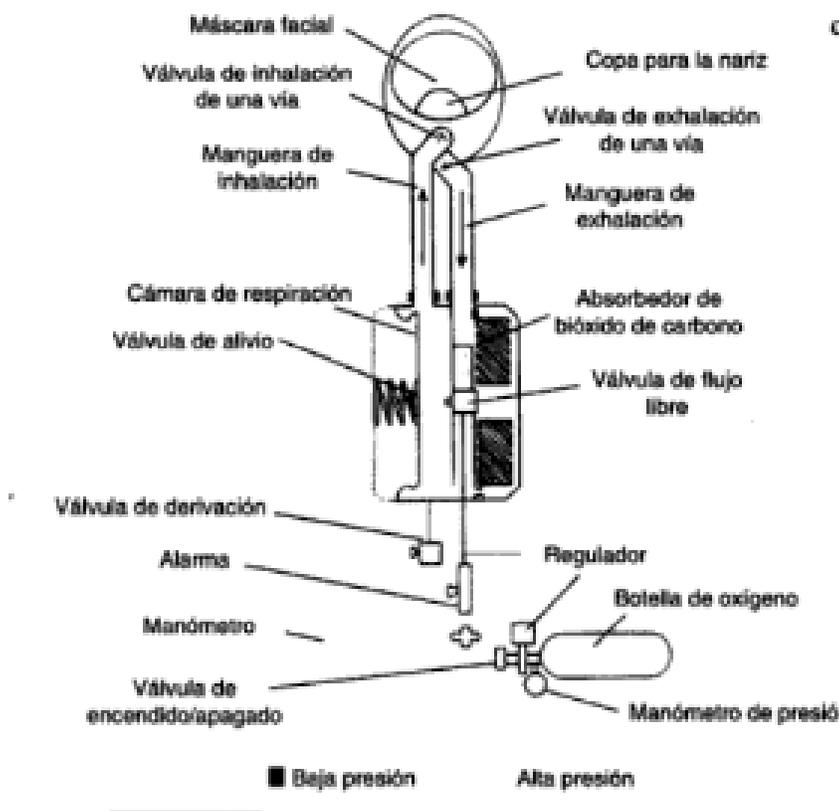
Fuente: Equipo de seguridad 3m.

Protección a las vías respiratorias: son dispositivos que tienen la finalidad de proteger a los colaboradores en efecto de la contaminación ambiental a la que están expuestos de acuerdo a sus actividades, dicha contaminación puede ser representada por varias formas como vapores, partículas dispersas, o áreas confinadas que carecen de oxígeno

las cuales varían de acuerdo al lugar y concentración de lo que contamine el aire, un sistema adaptado actualmente es el de los purificadores de aire que cuentan con filtros intercambiables para la mayor comodidad y eficiencia del mismo (Abrego, Molinos, & Ruiz, 2000).

La gran variedad de equipos de protección para las vías respiratorias puede confundir al encargado de gestionar la seguridad industrial dentro de las empresas, debido a esto se debe aplicar el tipo de respirador adecuado para cada situación se debe tener una planificación adecuada respecto del uso, mantenimiento y deterioro de los equipos, para espacios confinados es necesaria la aplicación utilizar equipo de respiración adicional para que el personal se desempeñe con mayor libertad, por esto se debe asesorar para elegir el tipo de respirador adicional (Ray, 2000).

Figura 11: aparato de respiración de circuito cerrado.



Fuente: Ray, 2000.

Guantes de Puño largo: Parte del equipo de protección personal de los soldadores, en la soldadora por arco eléctrico (SEA), genera protección específicamente de radiación generada por el arco eléctrico, además la escoria que puede salpicarse a altas temperaturas, los guantes varían de acuerdo al tipo de soldadura por lo que en el mercado hay variedad para elegir depende de la aplicación (Giachino & William, 1996).

Calzado: Tiene la peculiaridad de ser de mayor realce económico que el cualquier equipo de protección personal, debido al desgaste y al sometimiento de trabajo que se le aplica, en la actualidad la industria ha mejorado estilos de mayor comodidad, sin descuidar la calidad de materia prima utilizada, de esta manera los colaboradores ya no ponen resistencia a la utilización de estos (Ray, 2000).

Todo esto regulado en ley para la aplicación y cumplimiento de requerimientos para la elaboración de un calzado industrial, debido a esto también se seleccionan áreas específicas que determinan que equipo de protección personal debe utilizar de acuerdo al área, se rotula en la entrada del lugar los requerimientos de equipo de protección personal (Ray, 2000).

Ropa protectora: la dermatitis se da por tener contactos con materiales irritantes, esto debido a no manejar el equipo con ropa adecuada para el trabajo, en estadística esta es la fuente de mayor realce en percances de colaboradores, los riesgos cutáneos como soldadura, el manejo de químicos deben manejarse de manera adecuada, en los soldadores el uso de equipo de protección personal para soldadura está fabricado de cuero por su resistencia a la temperatura, para el uso de químicos es recomendable la ropa fabricada de polímeros y sus derivados (Ray, 2000).

Figura 12: equipo de protección personal soldadura.



Fuente: Manual de seguridad para soldadura, s.f.

Logística:

Es la encargada de unir las acciones de manera ordenada en la corriente de materia, esta coordina la demanda y el recurso al mismo tiempo, asegura óptimo nivel de transporte o servicio en el mínimo costo, utiliza reglas que le permiten dominar el flujo de la materia y así plasmar actividades concretas para definir alternativas (Pau, 2001).

Evolución: ya determinado el concepto de logística desde el punto de vista Producto/mercado, es imprescindible estudiar hacia donde va la empresa ante los retos que le antepone su entorno y sus repercusiones, la entidad empresarial tiene como objetivo principal brindar óptimo servicio en cuanto a la disponibilidad para sus clientes (Anaya, 2007).

Si no cumple con las expectativas del cliente pierde parte del mercado al que le distribuye el producto, por lo que las empresas han adaptado lo que se le conoce como distribución capilar, que se enfoca en la creación de almacenes creados lo más cerca posible de los puntos de venta para mayor facilidad de distribución de productos, por

ende se necesita poseer alta capacidad de producción, buena infraestructura, inversión económica, etc; dicho de otra forma existe capital enorme movilizado alrededor de los puntos de venta (Anaya, 2007).

Funciones: se integra de factores o etapas que van entrelazadas en secuencia, de un lado el producto y por otro la actividad empresarial, que se enfoca a su rubro de acuerdo a su especialidad, Industrial, servicios o comercial, para brindar el producto al consumidor se usan dos alternativas. Aprovisionar: Es cuando se mueve el producto desde donde lo fabrican hacia la bodega de almacenamiento. Distribuir: Se denomina al movimiento del producto desde la bodega de almacenamiento hacia el lugar de venta (Escudero, 2019).

Capacidad y control: en la industria es el ritmo mayor en cuanto a productos terminados que se puede alcanzar mediante los recursos necesarios para la elaboración del mismo, es aquí donde se debe verificar que en la trayectoria de fabricación de los productos en la empresa no exista punto frágil ya que por ello inicia el estancamiento en la producción por lo que se debe eliminar todo cuello de botella para maximizar las unidades producidas y llegar al nivel mas alto en la ejecución del mismo (Anaya, 2007).

Vida del producto: se define como el tiempo que el producto puede estar disponible en óptimas condiciones en el mercado, desde la fase en que es elaboración hasta su decadencia, es decir tiene que soportar la introducción del mismo, el crecimiento y madurez antes de ser desechado, por lo que la mayoría de los productos alimenticios llevan preservantes para lograr superar esta travesía (Escudero, 2019).

Logística inversa: es la que en su fase de planificación toma como pilar desde consumidor hacia el productor o fabricante, toma en cuenta la movilización de todos los insumos necesarios para la fabricación del mismo, dicho de otra manera se controla el flujo y renta en cuanto a insumos, tratos en proceso, producto empacado desde el cliente hacia la empresa (Escudero, 2019).

Valor añadido: en el recorrido de materiales a lo largo de la elaboración del producto da lugar a cantidad de alternativas las cuales le dan valor superior al producto que también se le conoce como valor añadido, lo cual puede ser enfocado a la calidad de producto que el cliente quiera, mientras otras empresas no añaden este valor sino que le adaptan cierto costo de acuerdo al margen de ganancia que puedan optar, si se toma en cuenta los insumos por separado tendrán valor inferior al que producen unificados lo cual se le conoce como costo de operación, se le agrega el costo de mantenimiento y administración (Anaya, 2007).

Costes logísticos: no es predecible definir cantidad exacta en cuanto a la relevancia económica que proyecta la elaboración de logística en proceso, porque intervienen disímiles factores como inventario, elaboración, distribución, empaque, etc. Los costos en la implementación de logística a nivel global se encuentran alrededor del nueve por ciento de lo generado en ventas los cuales bajan conforme se establece y fortalece la ejecución de la misma (Anaya, 2007).

Logística para el sistema de transporte de cenizas:

Origen de cenizas de caldera: dichas cenizas vienen del carbón quemado dentro del hogar de la caldera, el cual es desechado una vez haya cumplido su función, por medio de la parrilla viajera se depositan los desechos más gruesos ya que el carbón fino es extraído por medio de ventilador llamado Inducido, su función principal es extraer los gases dentro del hogar de la caldera, al mismo tiempo conducir el carbón fino para ser reinyectado al área de combustión, Finalizado el proceso las cenizas que quedan en la parrilla son desechadas a la parte inferior de la caldera la cual se sumerge en agua para evitar la posibilidad de conatos de incendio al exterior de la planta (Ignacio, 2007).

Las cenizas de caldera permite utilizarla en la aplicación de diferentes suelos como fertilizante para mejorar de manera potencial el rendimiento del mismo, para mejorar el pH, ya que su aplicación es alcalina por lo tanto reduce la acidez del territorio trabajado, no obstante es indispensable mencionar que la aplicación de este producto

es adecuado para determinado rubro de plantaciones, además que con el pasar del tiempo la tierra fertilizada asimila el producto químico como fertilizante y pide mayor dosificación para ver resultados óptimos en la operación de las plantaciones adecuadas para el producto. (Universidad Austral de Chile, 1992)

Logística en transporte interno de carbón en planta:

Conductor de tablillas: Son utilizados por su facilidad de implementación y economía, se utilizan para ingresar o sacar las cenizas dentro de la caldera, y en ocasiones a procedimientos adicionales, pueden elaborarse de distintos materiales de acuerdo a la utilización, hay de acero, madera o aluminio, todo el sistema es tratado para ser resistente al desgaste sometido, los elementos laterales que conforman la cadena son resistentes al impacto y a la tensión (Tsubaki, 2008)

Figura 13: visualización de conductor de tablillas.



Fuente: Tum, R., junio 2020.

Elevador: el objetivo final de cualquier tipo de elevador a implementar es el de subir o bajar producto para cumplir con los objetivos de las empresas, en ocasiones se utilizan para transportar personas o maquinaria, la potencia y el par del reductor varían

de acuerdo a la utilización de los mismos, en minería son de mayor utilidad los elevadores de fricción (Gartner, s.f.).

Figura 14: visualización de elevador para material granulado.



Fuente: Tum, R., junio 2020.

Banda transportadora: para la implementación de estas es indispensable conocer las distintas capacidades del transporte en horas o días, otro factor es el tipo de material a utilizar ya que las propiedades de éstos varían de acuerdo a su utilización pueden ser abrasivos en exceso o demasiado gruesos, la forma y el peso de los mismos también se toma en cuenta para el análisis previo (Miravete & Larrodé, 1996).

Figura 15: banda transportadora.



Fuente: Tum, R., junio 2020.

Deficiencias en logística de transportes de cenizas:

Transporte: Se ha establecido que la función primordial del transporte de carga es cubrir la necesidad de llevar productos desde un punto hacia otro, esto con sus respectivas normativas y convenios establecidos por ambas partes, juega un rol importante en el mundo de la distribución y es pilar fundamental para el comercio así como para las industrias en general (Moral, 2014).

Problemas internos en logística de carbón:

Calidad de materia prima: como en todas las industrias hay variedad de precios, en este caso respecto del poder calorífico del carbón, es decir cuanto más eficiente sea el carbón es más elevado el costo de adquisición por lo que si se compra el carbón más económico las consecuencias serían: Mala combustión en la caldera, mayor desgaste en el trayecto de la ceniza volátil, mayor consumo de carbón, aumento en el desecho de ceniza, etc.; Por esta razón es indispensable contar con óptima calidad en el carbón que se adquiere (Zuñiga, 2021).

Salida de desechos de cenizas: para llegar a la finalidad primordial, que sería aumentar el tiempo de eficiencia en la cadena transportadora, se debe ejecutar evaluación respecto de la operación de caldera y las tecticas a nivel operativo para lograr encontrar puntos que no se tomen en cuenta y así mantener óptimo el equipo de trabajo (Ramos & Sapúlveda, 2013).

Desgaste de guías: debido al constante uso de la cadena se crean deformaciones en las guías de los conductores de ceniza, ya que existe fricción entre la cadena y la guía base por lo que con el tiempo se desgasta hasta perforarla sino se realiza la supervisión adecuada o el mantenimiento preventivo correcto (Ramos & Sapúlveda, 2013).

Desgaste de ductos: problema que afecta eventualmente en las plantas generadoras, ya que debido al alto nivel de corrosión que posee el carbón y el constante contacto

entre ambos y crea daños irreversibles en las piezas metálicas, lo que genera el cambio de las mismas, se recomienda realizar programación para proponer el ciclo de vida útil de los mismos y así proyectar el tiempo que necesitan cambio dichos ductos (Soto, 2021).

Problema en banda transportadora: el carbón puede acumularse en los equipos de transporte de carbón y la banda no queda exenta de ello, puede ocurrir por dicimiles razones las cuales pueden ser: Carbón humedo, falta de supervisión en el funcionamiento de la misma, desalineación, etc. Por lo que se debe hacer monitoreo constante en la operación de ésta (Ramos & Sapúlveda, 2013).

Cuando se refiere a bandas se puede visualizar el tipo de banda usada para la carga de carbón, existe serie de factores a tomar en cuenta como: El desgaste de ésta debido a la cantidad de carbón que transporta, la deflexión por el peso, etc. Para evitar esta problemática se puede: Verificar la tensión de la misma, ya que ésta debe tener el óptimo ajuste para no sufrir daños, depende del ángulo que este implementada dicha banda se puede ajustar la tensión de acuerdo a recomendaciones del fabricante (Lopez, 2017).

Deflexión de elevadores: sucede debido a que en el área no existe estructura específicamente enfocada en soportar la tensión de la cadena transportadora, la vibración, el peso del carbón, etc.; Los ductos funcionan como pilares fundamentales en la carga de la misma, es por ello que al momento de tensar la cadena cuando pierde su ajuste, ésta deforma al mismo tiempo el ducto que ya está corroído por el azufre del carbón, lo primordial es realizar estudio estructural para diseñar correctamente desde el cimiento y así llegar a la parte superior para buen soporte (Soto, 2021).

Mejora:

Existen varias definiciones de mejora de acuerdo al punto en que se enfoca la persona, se dice que es encargada de las innovaciones, desde cualquier punto de vista es excelente para la calidad, cuando se toma en cuenta la calidad entonces se convierte en mejora

tangible, dicho de otra forma desde que se habla de ésta ya repercute de manera positiva en cualquier sistema, no se debe definir rígidamente por lo que se establece en guías, libros, revistas, etc., sino en la participación dinámica de todo el conjunto empresarial, lo cual une los deseos, intereses, motivos, etc. Se hace más verídico implementarlo ya que se crea la síntesis de la problemática empresarial (Santos, 1993)

Cuando se habla de mejora continua en procedimientos se refiere a implementar técnicas para mejorar el sistema, y los resultados en el procedimiento lo cual se refleja en óptima eficiencia del proceso, no existe organización excenta de implementar la mejora si ésta desea ser competitiva en el mercado industrial, así mismo debe innovar sus procesos para agregar valor monetario al momento de cumplir las expectativas de los clientes (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010)

Proceso: es la unión de actividades que se ejecuta para moldar elementos en producto terminado además servicio eficiente, antepone ambas partes, es decir productor y cliente, este entorno se ve afectado por accionistas, trabajadores, comunidad, etc. Los procedimientos se pueden subdividir en: Mega-proceso: es cuando se lleva gestión a nivel internacional o global. Macro-proceso: se puede referir al sistema para llevar hacia adelante empresas industriales. Medianos: es cualquier procedimiento realizado en empresas para la elaboración de productos. Micro-proceso: está enfocado en una sola parte del proceso de la empresa (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010).

La práctica en las plantas industriales ha llegado a deducir que la única forma de mejorar sistemas es a través de la ejecución de mediciones. ISO 9001:2008 recomienda que la industria debe optar por metodología medible para así hacer comparaciones en cuanto a los resultados de procedimiento y mejorar el mismo. Cuando el proceso se visualiza en complacer al cliente se deben comparar los resultados obtenidos para corroborar si se alcanza la meta y así identificar la efectividad de este, el resultado dará cantidad de insumos y recurso humano utilizado

para la producción y así enfocarse en el objetivo específico (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010).

Mejora continua: se define como el conjunto de ideas en la administración empresarial que se enfoca en implementar mecanismos para aumentar el resultado y los procedimientos, por ende aumenta de forma positiva la perspectiva de los clientes o trabajadores de planta. Ésta debe comprenderse como lo que el cliente realmente desea y lo que se entrega en el mercado, por lo que siempre se trabaja en la mejora de percepción del cliente en cuanto a productos y en minimizar el costo de producción de estos (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010).

Herramientas para la mejora continua en los procesos:

Teoría de las 5S: es la técnica que se enfoca en mejorar el proceso de la manufactura rígida, planea incentivar cambio sólido de actitud en los empleados para llevar sistema organizado en la empresa, es originaria de Japón, formada por cinco palabras clave para llevar a cabo buen procedimiento en las instalaciones, las cuales son: (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010).

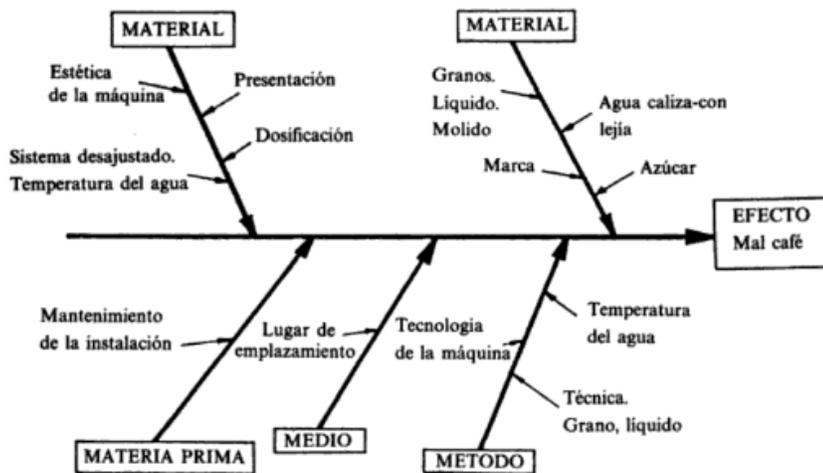
“Seiri (clasificar), Seiton (organizar), Seiso (limpiar), Seiketsu (normalizar), Shitsuke (perseverar).” (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010, pág. 32).

Sistema Kaizen: se refiere al pensamiento tomado de Japón, el cual abarca acciones relacionadas al negocio, así como para el mejoramiento continuo, la consideran como la clave para tener empresa de alto rendimiento en países orientales, ya que al aplicar dicha estrategia se minimiza costos, maximiza entregas y reduce el riesgo de seguridad para los colaboradores, se cimienta en la perfección incesante en base a los diseños establecidos lo cual es responsabilidad de todos los colaboradores de la entidad, repercute en producto terminado y en las fases que conlleva ejecutar los mismos (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010).

Six sigma: pensamiento para aumentar la atención que el cliente requiere, basándose en la estadística y el recurso humano, está enfocada a la variabilidad del producto la cual mejora mínimo 50%, el objetivo primordial el poseer máximo de 3.4 defectos por millón, puede ser enfocada no solo a productos sino a servicios cuando no cumplen con las expectativas del cliente, se dice que al lograr implementar dicho sistema se logra minimizar el costo de operación o servicio hasta 40% por esta razón dicha herramienta es adaptada por la mayoría de empresas ya que maximiza las utilidades de las mismas (Bonilla, Bertha, Kleeberg, & Noriega, 2010).

Ishikawa: diagrama que se enfoca en identificar la causa del problema, la cual organiza y desarrolla distintas hipótesis las cuales serían las posibles causantes de la problemática que se presenta, por otra parte enseña gráficos respecto de los problemas ocurridos durante cierto tiempo, se puede visualizar a través de línea horizontal, y las posibles causas en forma diagonal a ésta (Tolosa, 2017).

Diagrama 1: representación Ishikawa.



Fuente: Lyonnet, 1989.

Pareto: principio que se enfoca en hacer realce a las partes elementales de un conjunto de problemas, es decir cuando generalmente se habla de problema, denota muchos

aspectos alrededor del mismo como causantes, pero la hipótesis de Pareto dice que únicamente el 20% de elementos posibles causantes es realmente lo que está repercute en dicho problema, por lo que brinda eliminar los factores que causan el problema, dicho de otra manera solo se necesita hacer cambios poco notables para llegar a la solución de la problemática general (Tolosa, 2017).

Control de calidad:

El ser humano siempre se ha preocupado por la calidad de los bienes o servicios que presta, en Egipto se consideraba patrones de medida al utilizar cuerdas a ciertas distancias que se mantenían a distancias fijadas por ellos, hasta el siglo veinticinco se empezaba a vislumbrar reglas y parámetros en la fabricación interna de las entidades que prestaban y producían servicios y bienes. Fue hasta la revolución industrial que la calidad tuvo mayor realce ya que cuando se dejó de producir de forma artesanal se dieron cuenta de otra perspectiva que no se había tomado en cuenta, dicho de otra manera visualizaron la realidad que vivían (López, 2016).

Se veía la calidad mediante grupo de personas que se dedicaban a la supervisión constante en las líneas de producción que toma en cuenta niveles, mediciones, temperaturas y todos los aspectos relacionados con entregar productos de forma estándar para el mercado mayorista, su iniciativa tenía y tiene como fin primordial probar que el producto cumple los estándares requeridos por el cliente, si el producto no cumple se desecha (López, 2016).

El desarrollo de la calidad en cuanto a métodos y estrategias fue impulsado por Walter Shewhart, en el siglo veinte trabajaba en una compañía que se dedicaba a la industria de la telefonía, con la aplicación de estadística se puede verificar el comportamiento basándose en las variaciones que se presentan lo cual afecta al producto final, lo que hoy nos parece básico como el grafico de control fue utilizado por Shewhart para demostrar la facilidad de corrección de procesos en el momento y no hasta el producto

final lo que sin duda creó la iniciativa que el éxito es evaluar el proceso en cada una de sus etapas hasta llegar al producto final (López, 2016).

Mientras tanto en Japón iniciaron a desarrollar nuevas teorías de la calidad se toma en cuenta a Demian, Juran y Shewhart, ingenieros en estadística aplicados en la gestión de procesos de esta manera la economía japonesa inicio a crecer de manera rápida, lograron remontar la economía de industrian en América, de allí la idea del trabajo en equipo, del ambiente agradable, la buena comunicación y el desarrollo de actividades que exploten el potencial humano (López, 2016).

Mejora a sistemas de transporte:

El movimiento de materia prima depende en gran manera al recorrido de distancia, el cual debe ser ejecutado por el trasporte a utilizar, al mismo tiempo la ubicación del proveedor de esta; se debe tomar en cuenta el peso y la cantidad de metros cúbicos que se van a transportar, es por ello por lo que las entidades deben buscar ubicación favorable para llevar adelante la operación de la empresa o ejecución del proyecto (Miranda, 2005).

La fiabilidad que los servicios requieren son factores de realce ya que los proyectos u operaciones dependen de la eficiencia, otro factor importante es el de las disposiciones políticas las cuales crean limitaciones en cuanto a horarios de libre locomoción por lo que se debe realizar excelente programación para la ejecución de esta, así como contar con infraestructura óptima para el almacenamiento de la materia prima (Miranda, 2005).

El transporte es parte fundamental para cualquier entidad, ya que por medio de este se ejecuta el movimiento de la materia prima o servicios brindados a los clientes, debe llevarse óptimo control para desempeñar la eficiencia en cuanto a tiempo y personal operativo para realizar dichas acciones. Hoy en día hay variedad de entidades enfocadas a prestar el servicio de transporte lo cual refleja la buena remuneración que presenta, existen disímiles técnicas aplicables para encontrar problemática al realizar

el transporte o cualquier problema en general dentro de una empresa (Castellanos, 2021).

Restricciones: se refiere a la reducción en el flujo de sistemas, lo cual no permite alcanzar las metas establecidas para procedimientos. Dentro de éstas se encuentran las siguientes: Restricción Física; Es cuando la reducción en proceso o servicio está relacionada con bienes tangibles como maquinaria, insumos o recurso humano. Restricción de mercado; Esta limitante es inevitable en todas las industrias ya que deduce que la producción depende de la demanda, por lo que depende del cliente ésta puede aumentar o disminuir en cualquier momento. Restricción política; La empresa crea normativas internas que no le permiten avanzar en su producción (Tolosa, 2017).

Calderas:

Son las más utilizadas para la transferencia de calor en el ámbito empresarial con el objetivo de obtención de vapor, se realiza con cualquier tipo de quemadores o combustible deseado con el fin de llegar al punto de ebullición fluido que generalmente es agua, una vez realizado será dirigido a la máquina deseada. (Esquerra, 1988).

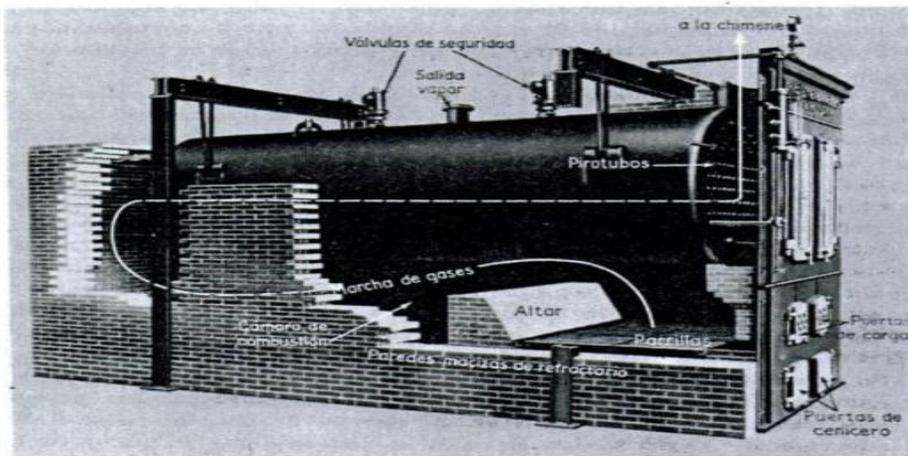
Está constituido por conjunto de elementos necesarios para la ejecución de esta, los cuales son: caldera, hogar, alimentadores de combustible, alimentador de agua calentador de aire, economizador, cámaras de agua (domo). Anteriormente las calderas únicamente podían trabajar en presiones bajas debido a la forma de construcción de esta, con el pasar del tiempo se modificaron los modelos de éstas para aumentar la presión de trabajo en las mismas, en la actualidad se trabaja en las calderas más grandes a presión mayor a 315kg/cm² (Severns, Degler, & Miles, 1974).

Tipos: las centrales de vapor se dividen respecto de su posición en cuanto al fluido de los gases y el agua, en algunas la posición de los tubos es vertical, en otra horizontal e inclinados, de acuerdo con el servicio que éstas prestan pueden ser móviles, marinas o fijas, depende lo que se necesite así será la elección de la caldera determinada. La

cantidad de vapor óptima para la ejecución de la máquina, o la duración de esta e incluso el poder adquisitivo para implementarla (Severns, Degler, & Miles, 1974).

Caldera piro-tubular: en este tipo de caldera se aplica el intercambio de temperatura desde el interior de los tubos los cuales están en la cámara de agua, generalmente son pequeñas en conjunto con sus elementos correspondientes para generar vapor, éstas han sido reemplazadas por motores de combustión interna, las calderas pirotubulares en la mayoría se encuentra hogar pequeño, que se le llama caja de fuego éstas se utilizan para baja presión, aunque existen tipos más grandes su función está destinada a trabajos en industrias de maquinaria, mas no para la generación de energía eléctrica (Severns, Degler, & Miles, 1974).

Figura 16: caldera piro-tubular.

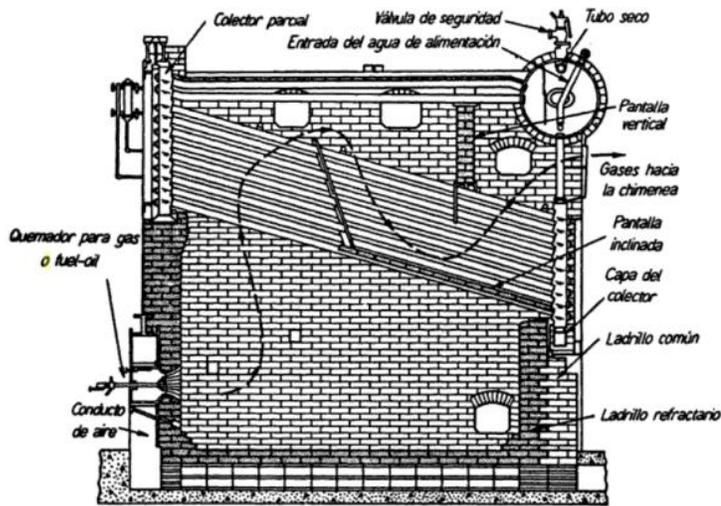


Fuente: Severns, Degler, & Miles, 1974.

Caldera agua-tubular: en éstas pasa el agua dentro de los tubos, para ser calentados y generar vapor, por medio la radiación y gases emanados se ejecuta la transferencia de calor hacia los tubos, al contrario de las pirotubulares, éstas básicamente están fabricadas para tomar alta presión de ellas para mejor rendimiento, en éstas calderas los tubos realizan trabajo de tracción para su funcionamiento; Para el mantenimiento de la tubería únicamente se puede acceder a ellos a través de registros desmontables

los cuales generalmente se encuentran en los extremos de la tubería. (Severns, Degler, & Miles, 1974).

Figura 17: vista lateral de caldera acuo-tubular.



Fuente: Severns, Degler, & Miles, 1974.

Generadoras de vapor termoeléctricas:

La cantidad de presión y flujo de carbón que se quema en una central termoeléctrica depende del diseño y la cantidad de combustible que se quema, consta de un alimentador continuo de agua para reponer las perdidas que existen en los diferentes puntos de la caldera (Gaffert, 1981).

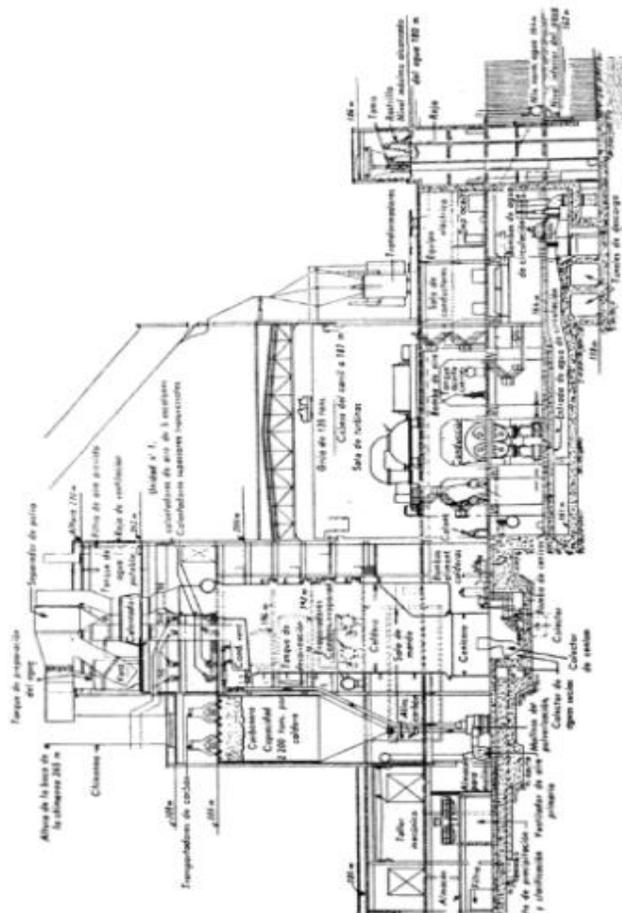
Consta de sistema de condensación para tener un sistema cerrado de agua, vapor y condensación a través de torres refrigerantes que ayudan a la mejora de la temperatura par a condensar el vapor que ya cumplió su función en la rotación de la turbina (Gaffert, 1981).

El ventilador tiro inducido es parte fundamental del sistema en las centrales de vapor, es el que trasporta los gases producidos en la combustión de la caldera pasa por

distintos puntos de transferencia de calor para aumentar la eficiencia de la caldera hasta llevarlo a filtros para su disposición final en la chimenea (Gaffert, 1981).

Se pueden representar de dos formas, de fondo húmedo o seco con la caracterización de que ambas tienen salida de elementos quemados utilizados para otros fines, se considera de mayor estabilidad la del fondo seco debido a la presión y potencia que se maneja, se puede lograr mayor eficiencia al mejorar como lo han hecho durante ese tiempo se ha desarrollado la caldera llamada Integral, en esta ya se unen elementos como la circulación del hogar que se relaciona con la caldera, y esto genera eficiencia por lo que minimiza costos operativos (Gaffert, 1981).

Figura 18: Sección transversal de central termoeléctrica



Fuente: Gaffert, 1981.

También se utilizan unidades que pueden tener calentador de aire, se implementa tubería adicional al colector superior que a su vez va unido a la parte trasera de la caldera, se regula el calentamiento deseado por medio de calentador en forma vertical con lo que se obtiene buena distribución de la llama frente a los quemadores instalados en forma vertical de este (Gaffert, 1981).

Estudios han avalado que este proceso se puede minimizar aún más por lo que al momento de simplificarse en base a la experiencia ejecutada se deduce que el agua debe llevar sistema de refrigeración en los cuatro lados de la caldera, la distancia de la tubería cuenta como factor importante ya que se debe cambiar la forma actual y proponer la instalación tangencial, así obtener que la pared no resulte dañada por el fuego y a su vez darle mayor tiempo de vida útil al refractario (Gaffert, 1981).

Las calderas de alta presión manejan elementos importantes como:

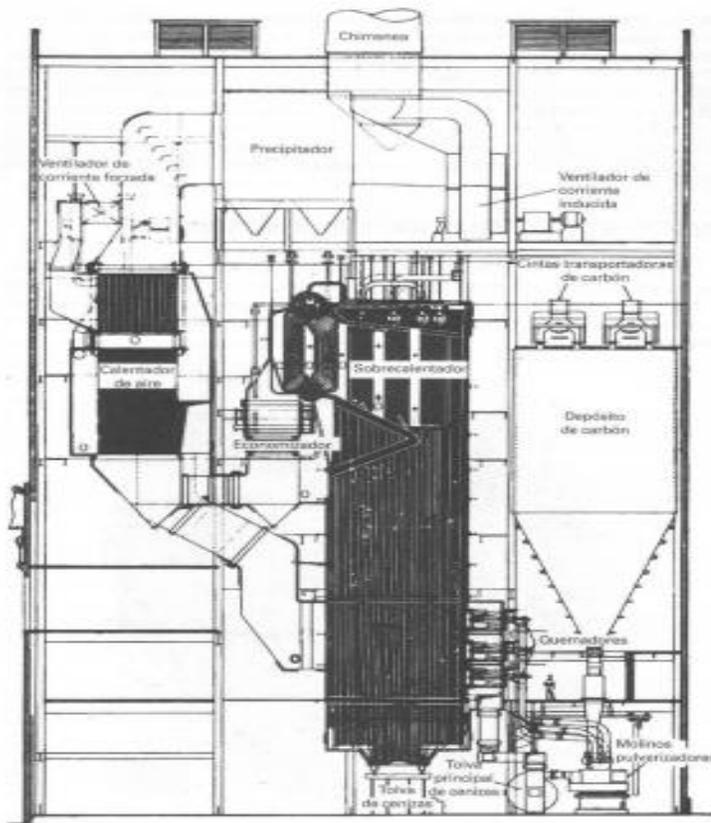
Tubería de nivel: es indispensable para saber cuánta agua hay dentro del hogar de la caldera y así no dañar la tubería, se recomienda un contabilizador de agua para poder evidenciar la tendencia del agua utilizada y ejecutar proyecciones para mejorarla (Gaffert, 1981).

Reguladores de agua de alimentación: se componen de forma esencial en tres elementos su principal función es mantener el nivel deseado dentro de la caldera, ayuda a mejorar en los diferentes ciclos que pasa al flujo de agua así como al de vapor, es recomendable la implementación de válvulas derivadas que ayuden a la línea principal (Gaffert, 1981).

Válvulas de seguridad: es normativa para el manejo de vapor en la industria colocarlas por lo que deben cumplir con las características deseadas de acuerdo al tipo de presión sometidas, poseen cuerpo cilíndrico y calentador generalmente están diseñadas para soldarlas a la línea que se desea proteger (Gaffert, 1981).

Sopladores de hollín: Se recomienda que no queden expuestos específicamente al hogar de la caldera, debido a su poca funcionalidad pueden flexionarse por la alta temperatura manejada, los ventiladores del hogar de la caldera ayudan a mejorar la combustión se utiliza la presión adecuada para limpiar la superficie bañada por hollín la cual queda pegada en la tubería de la caldera (Gaffert, 1981).

Figura 19: visualización de caldera de alta presión.



Fuente: Calderas de tubos de agua capítulo 3, s.f.

Transportador de carga:

Son trascendentales para la ingeniería, e importantes para la industria porque interrelacionan mecánica, electricidad, resistencia de materia, etc. Existen entidades

especializadas en la elaboración de metal mecánica, montacargas, bandas, elevadores de cangilones, relacionados con minería (Miravete & Larrodé, 1996).

Historia: el tema de transporte ha tenido énfasis desde siglos atrás ya que este fue ideado por las necesidades del hombre antiguo. Anteriormente se implementada por medio de animales los cuales aumentaban la velocidad y el movimiento de la carga y al mismo tiempo evitaban la fatiga de hombros, o esfuerzos de la cabeza (Miravete & Larrodé, 1996).

Sistemas antiguos de elevación: se enfocaron en poleas, tipos de fuerza a través de palancas, rodos, sistemas en ciertos ángulos de inclinación; En la ejecución de proyectos gigantes se necesitaba gran cantidad de personal para ejecutarla. Por ejemplo para la construcción de la pirámide Cheops se necesitaron aproximadamente 20 años de trabajo perenne de cien mil obreros (Miravete & Larrodé, 1996).

Teleféricos de carga: formaron parte fundamental en el proceso de automatización en las formas de carga, son fabricados para muchas utilidades en todo el mundo, incluso en lugares turísticos para que las personas aprecien distintos paisajes, así como para el transporte de mercancías, ya que actualmente se tiene el recuento de diez mil teleféricos enfocados a la movilización de materia prima, por el trabajo al que están sometidos, han sido modificados para mejorar su resistencia a las cargas y desarrollar sistema óptimo (Miravete & Larrodé, 1996).

Transportadores modernos: cerca de Nueva York (Estados unidos) se había implementado transportador con el objetivo de trasladar personas desde un punto hacia otro del muelle. De esta manera se inició la propagación de equipos en todo el mundo, Por otro lado Otis inició con la adquisición de patente en la implementación de escaleras móviles lo cual abrió camino a mayor rubro en optimización de nuevos productos (Miravete & Larrodé, 1996).

Alemania se unió a esta nueva forma de transporte, lo que hizo que implementara en el desierto de Sahara el transportador de 100 kilómetros, de longitud para transportar

su producto explotado en esta mina, la cual tuvo la capacidad de 2000 toneladas de carga, este nuevo reto hizo que se realizase constante monitoreo a los rodamientos ya que se mantenían expuestos a las tormentas de arena y altas temperaturas en dicho desierto (Miravete & Larrodé, 1996).

Por ello las bandas transportadoras han mejorado e implementado nuevas variaciones que le benefician a la ubicación de rodillos ya que inicialmente se ejecutaba únicamente en movimiento horizontal pero actualmente se puede implementar en distintos ángulos de acuerdo con las necesidades que se presenten, toma en cuenta la materia prima a trasladar en cuanto a peso, coeficiente de fricción, volumen, etc. (Miravete & Larrodé, 1996).

Máquina moderna de cangilones: para la optimización en la explotación de la minería de carbón aproximadamente en 1978 la empresa Krupp implementó la excavadora más grande a nivel mundial, su funcionamiento es arrancar el carbón de la mina, ésta consta de más de cien motores, mide aproximadamente 80 metros de alto y longitud de 225 metros, al trabajar en su óptima capacidad produce 240000 metros cúbicos de carbón al día (Miravete & Larrodé, 1996).

Tipos de elevadores:

Anclados a cadena centrífuga: son utilizados a gran velocidad y su forma de transporte, desemboca la carga en la parte de arriba del elevador, utiliza movimiento centrífugo, ésta lleva cangilones implementados a distancias constantes sobre la cadena, los cangilones se llenan en la parte inferior, una vez pasan bajo el sprocket guía para subir la carga, son usados para trasladar materiales finos que no requieren de cuidado ya que por las vibraciones se desprende con facilidad (Miravete & Larrodé, 1996).

Adaptados a descarga positiva: su aplicación cabe en movimientos que no necesitan abastecerse de manera rápida ya que debido a su forma está fabricado para trabajar a velocidad lenta, es decir cuando desemboca el material lo hace por gravedad, es

indispensable desviar la cadena en el sprocket superior para poder instalar el recipiente receptor del material, los cangilones están montados en secuencia sobre la cadena (Miravete & Larrodé, 1996).

De escama anclado a cadena guía: tipo de elevadores que es utilizado en la descarga lenta al igual que el de descarga positiva, a diferencia de sus cangilones los cuales son con equinas y con ángulos iguales lo cual les permite rociar el material uno sobre otro cuando llega al lugar de descarga, para direccionarla hacia el siguiente ducto, este tipo de elevador no puede trabajar a más de 0.8 m/s (Miravete & Larrodé, 1996).

Transportador helicoidal:

Son dispositivos mecánicos para transportar elementos en forma de granos o polvo, es acero plano en forma de tornillo alrededor del eje central que transporta el material horizontalmente o en angulo, dicho material puede ser sometido a distintas formas de acuerdo a lo requerido por el proceso al que está sometido, se utiliza para secar el material al mismo tiempo que se transporta dentro de los helicoidales, al ejercer su fuerza es sometido a desgaste por fricción junto con el material, por lo que requiere fuerza mayor en el arbol motriz que las bandas transportadoras, pero su eficiencia es formidable aunque requiere mas inversión. (Urquiza, 2017).

Figura 20: transportador helicoidal.



Fuente: Tum, R., junio 2020.

Partes de transportador helicoidal: para su funcionamiento óptimo, consta del tornillo que se encarga del movimiento de la materia prima, los cojinetes en ambos extremos ayudan al movimiento angular del tornillo, además los soportes intermedios generalmente de bronce para mayor soporte, la sección de carga es la que se encuentra en el lado motriz del tornillo y la de descarga está ubicada en el extremo de la cola del tornillo, consta de artesa metálica encargada soportar la materia prima dentro de la misma (Urquiza, 2017).

Tipos de transportadores helicoidales: varían de acuredo a la separación que existe en la parte superior del tornillo y la forma de los mismos. Cónico: generalmente utilizado para alimentar de forma simétrica cierta cantidad de materia prima de un extremo hacia otro. De paso reducido: debido a que tiene separación corta en el paso, se utilizan en trabajos que llevan mayor inclinación o incluso en los verticales. De paletas: se utilizan con el fin de lograr homogeneidad en la mezcla de materia prima debido a su forma se utilizan como mezcladora y transporte simultáneamente (Urquiza, 2017).

Progresivo: inicia con paso corto cerca del lado motriz, luego aumenta el paso respecto de la distancia recorrida. Con doble o triple paso: su utilización óptima es para el movimiento de materia prima fina. De radios: utilizado para el movimiento de materiales con facilidad de adherencia los cuales se amontonan en los tornillos convencionales. De cortes: llevan cortes secuenciales en las orillas del tornillo con el fin de utilizarlos como mezclador y crear mayor movimiento internamente para la mezcla óptima (Urquiza, 2017).

Artesa: se forma de lámina rolada en forma de semi-cilindro invertido, la cual soporta el material y detiene los componentes como bujes, helicoidal, soportes, etc. De acuerdo a su aplicación existe variedad de éstas. Tipos: en “u” con brida formada: es la más común debido a la simplicidad de su forma por lo que es económica. En “u” con brida de ángulo: es de mayor utilidad debido a su precio estándar y la rigidez que

ésta posee. Tubular con brida: es la mas utilizada en operaciones donde se requiere transportar material en ángulos, formada por dos semi-círculos (Urquiza, 2017).

Tubular sellada: ésta no consta de brida longitudinal sino únicamente uniones transversales. Por lo que para su mantenimiento es de mayor complejidad la verificación de las partes mecánicas. Rectangular con brida: por la forma de la misma, el material a transportar debe crear su propia artesa, lo cual beneficia al desgaste de ésta pero existe perdidas especialmente cuando el material es alimenticio. Rectangular con brida de angulo: Su funcionamiento es similar al rectangular con brida, a diferencia que la brida de este se realiza unicamente con angulares para reforzar la estructura de la misma (Urquiza, 2017).

Cálculo en torque en transportador helicoidal:

Diámetro del tornillo (D): varía de acuerdo al tamaño del material que se va a transportar, el cual se obtiene de tomar la muestra homogénea y multiplicarla por 12 como estándar mínimo, por otra parte se puede tomar las piezas más grandes dentro de la misma y multiplicarla por 4 (Miravete & Larrodé, 1996).

$$D=x m \times 12$$

Paso del tornillo (t): el espiral metálico alargado alrededor del eje suele ser de 4mm a 8mm de espesor, el paso del tornillo varía de acuerdo al diámetro y material a transportar que se utiliza (Miravete & Larrodé, 1996).

$$t = \left(\frac{0.5}{1.0}\right) D \text{ (Miravete & Larrodé, 1996, pág. 50).}$$

Velocidad de rotación: ésta depende del material que se quiere transportar y del diámetro del tornillo, así como del peso o nivel abrasivo del material, a menor peso mayor velocidad (Miravete & Larrodé, 1996).

Tabla 1: rpm sugeridas para tornillo sinfín.

Material	Condición	rpm
----------	-----------	-----

Lijero:	\geq	150
Pesado:	\leq	50

Fuente: Miravete & Larrodé, 1996.

Área de relleno (S): es el área del tornillo cubierta por el material a trasladar, generalmente se toma el índice de menor coeficiente (λ) para mayor eficiencia del tornillo (Miravete & Larrodé, 1996).

Tabla 2: coeficiente de relleno sugerido de acuerdo al material utilizado.

Material	Coeficiente sugerido (λ)
Pesadas y abrasivas	0.125
Pesadas poco abrasivas	0.25
Ligeras poco abrasivas	0.32
Ligeras no abrasivas	0.4

Fuente: Miravete & Larrodé, 1996.

“ $S = \lambda(\pi D^2/4)$ ” (Miravete & Larrodé, 1996, pág. 51).

Flujo de material: es la cantidad volumétrica de material de evacuación o traslado calculado en toneladas por hora (tn/h), se toma en cuenta el valor de coeficiente “K” respecto del ángulo a trabajar (Miravete & Larrodé, 1996).

Tabla 3: grado sugerido de acuerdo al ángulo respectivo a utilizar.

Grados	0	5	10	15	20	25	30
K	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4

Fuente: Miravete & Larrodé, 1996.

Entonces:

“ $Q = 3600 S \left(\frac{tn}{h}\right) \Rightarrow 3600 \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) g \left(\frac{tn}{60}\right) k : 47.1 g(tn) D^2(k) = "X" tn/h$ ” (Miravete & Larrodé, 1996, pág. 52).

Cálculo de fuerza motriz: es la fuerza necesaria para iniciar el movimiento giratorio del árbol en el tornillo sinfín, toma en cuenta los factores mencionados con anterioridad, la cual se calcula de acuerdo al coeficiente de resistencia (C_0) de la manera siguiente (Miravete & Larrodé, 1996).

Tabla 4: coeficiente de resistencia en el calculo de la fuerza motriz.

Material	Coeficiente de resistencia (C_0)
Harina, serrín, productos granulosos	1.2
Turba, sosa, polvo de carbón, creta en polvo.	1.6
Antracita, carbón lignitoso, carbón en galletas, sal de roca.	2.5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, ceniza, cal, arena, etc.	4

Fuente: Miravete & Larrodé, 1996.

$$N_{inc} = \frac{QH}{367} + C_0 \left(\frac{QL}{367} \right) = "x"kw" \text{ (Miravete \& Larrodé, 1996, pág. 52).}$$

Reductor:

Mecanismos: son dispositivos que se constituyen de piezas mecánicas que transforman la potencia en velocidad, dirección y sentido con el fin de conseguir el movimiento deseado de acuerdo a las necesidades. Todas las máquinas poseen conjunto de mecanismos que se transforman en movimientos de forma circular, curvilínea, o recta. Se realiza a través de mecanismos con el objetivo de conseguir desplazamientos de objetos o personas (Jiménez, 2013).

Analizar y sintetizar un mecanismo son elementos importantes para el diseño, toma en cuenta los índices de calidad y las cualidades que lo definen para su desempeño al momento de ejercer la fuerza, los cuales pueden orientarse a variables como el tamaño, volumen, material, peso, sometimiento de carga, etc. (Cardona, 2000).

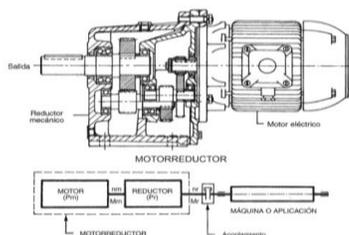
En la mayoría de mecanismos se puede considerar un dispositivo de entrada y uno de salida, para diseñar el sistema hay que evaluar el factor de transmisión el cual se le denomina relación aplicada al movimiento de la fuerza de entrada comparada con la fuerza y movimiento de salida (Cardona, 2000).

El aspecto de realce en dispositivos a tomar en cuenta es el montaje y desinstalación de las piezas ya que se necesita pericia y tecnicismo para no dañar los elementos de la maquinaria, por lo que se contrata personal especializado en el ramo. Toma en cuenta los riesgos que influye cada elemento, se necesita operarlos con el cuidado necesario para no sufrir percances físicos, se debe realizar análisis de los posibles accidentes que puedan ocurrir (Jiménez, 2013).

Reductor mecánico: dispositivo mecánico que consta de conjunto de engranajes los cuales están interrelacionados entre sí, con el fin de aumentar la fuerza en la salida del mismo y minimizar la velocidad, existen diferentes relaciones de entrada y salida (Roldán, 2019).

Tipos de reductores de velocidad: se clasifican de acuerdo a como están integrados internamente, hay variedad pero los más comunes son los siguientes: de engranes, de velocidades cicloidales, planetarios y sinfín corona. Se diferencian de los aumentadores de velocidad los cuales adaptan la velocidad de acuerdo a las necesidades que se presenten. (Roldán, 2019).

Figura 21: partes del reductor.



Fuente: Roldán, 2019.

Características claves para los reductores: clase de motor, de arranque suave o directo, con implementación de cambio de giro, Forma de acoplamiento del reductor: directo o con transmisión (poleas), Potencia del reductor en Kw, Velocidades de entrada y salida, relación del reductor, par del motor y del reductor (Roldán, 2019).

Calculo en la salida del reductor: Se necesita tomar en cuenta factores imprescindible como:

Tabla 5: factores en el calculo de velocidad de salida en el reductor

Coeficiente	significado
i	relación de reducción
n_M	r.p.m en el motor
n_R	r.p.m en el reductor
P_m	par en el motor
P_R	par en el reductor
P	Potencia del motor (Kw)

Fuente: Álvarez, 2000.

Formula para cálculo de velocidad de salida en reductor:

$$“n_R = \frac{n_M}{i} = \text{"x"rpm}” \text{ (Álvarez, 2000, pág. 24).}$$

Formula para cálculo de par en el motor:

$$“P_m = \frac{9550P}{n_M} = \text{"x" Nm}” \text{ (Álvarez, 2000, pág. 24).}$$

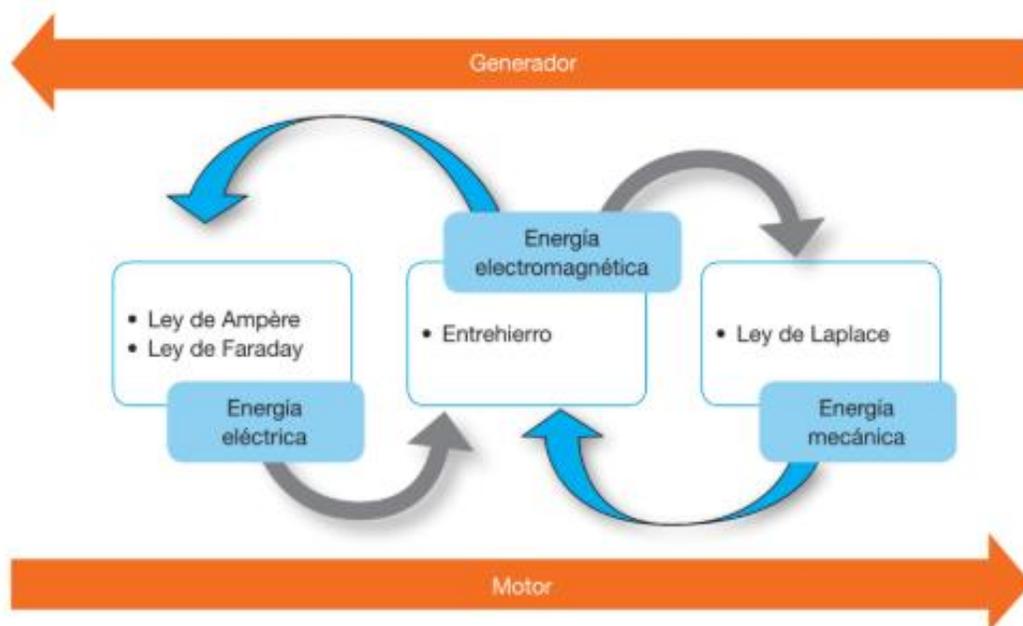
Formula para cálculo de par en el reductor:

$$“P_R = \frac{9550P}{n_R} = \text{"x" Nm}” \text{ (Álvarez, 2000, pág. 25).}$$

Motor:

Fundamentos: en la maquinaria eléctrica cuando se refiere al ámbito de rotación, todas pueden ser reversibles, dicho de otra forma convierten la energía eléctrica en mecánica o convierten la energía mecánica en eléctrica como sucede en los generadores, por lo que se debe tener en cuenta ambos puntos de vista energéticos como se muestra a continuación (Gómez, 2020).

Figura 22: conversión de energía de acuerdo con los distintos tipos de usos.



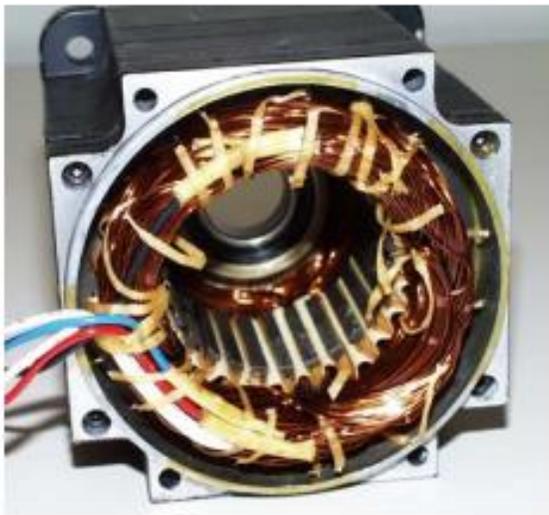
Fuente: Gómez, 2020.

Definición: dispositivo que tiene la facilidad de producir movimiento a través de la transformación de energía eléctrica en fuerza mecánica, es posible debido a que la energía pasa por conductor embobinado el cual crea alrededor campo magnético con la suficiente fuerza para hacer girar el rotor, el cual está conectado a la pieza mecánica que se quiere movilizar, ésta relación es causa y efecto ya que la corriente y el magnetismo crean repulsión hacia el rotor del motor y con ésta base se fabrican los motores eléctricos (Calloni, 2007).

Partes del motor:

Estator: es conocido por la unidad de carcasa elaborada de núcleo con propiedades magnéticas la cual funciona como guía al momento de ejecutar el bobinado, debe ser sólida y rígida para formar adecuadamente la forma, la carcasa se define como la pieza de metal fundido con una abertura central donde se implementará el núcleo, consta de fundición de las patas del motor las cuales sirven para la sujeción de este (Gómez, 2020).

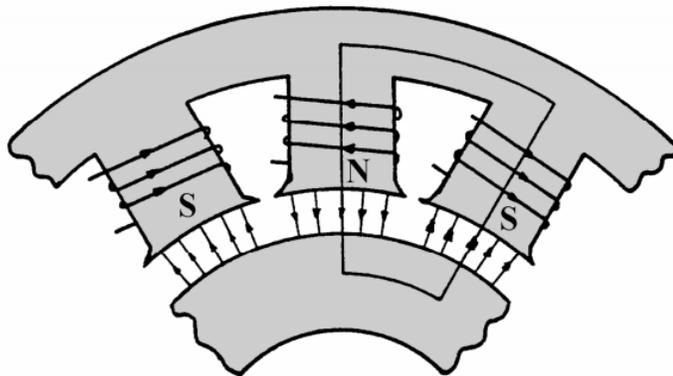
Figura 23: visualización estator.



Fuente: Universidad de Valencia, 2008.

Núcleo de chapa magnética: se fabrica con metal de altas propiedades ferromagnéticas, el cual está formado por tiras de mínimo espesor, aproximadamente de medio milímetro y poseen ranura con el fin de ser la base de la bobina en el devanado del motor, las cuales van ordenadas una sobre otra hasta alcanzar el grosor necesario para la creación del núcleo, se define por el tipo de motor o las especificaciones que le da el fabricante (Gómez, 2020).

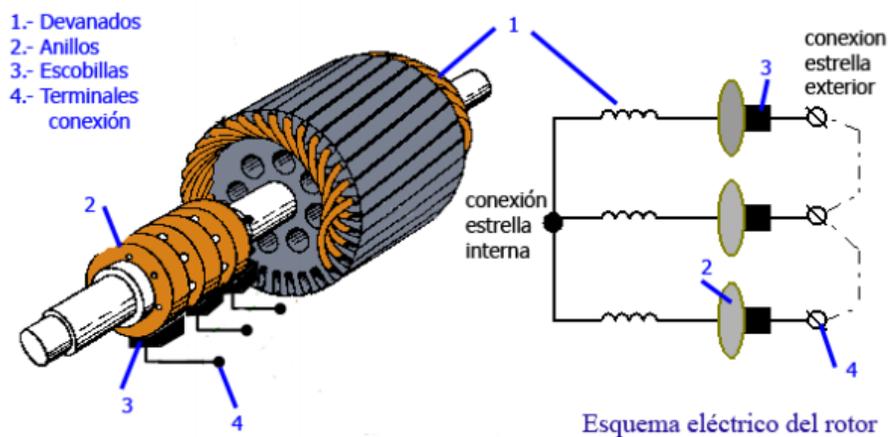
Figura 24: núcleo de motor eléctrico.



Fuente: Rodríguez, 2017.

Rotor: como el nombre lo indica es la parte giratoria del motor, el cual puede cambiar de función de acuerdo a lo que esté planificado que efectúe, cuando es generador funciona como inducido, es decir transforma la energía mecánica en eléctrica y cuando es motor funciona como inductor, es decir transforma la energía eléctrica en mecánica, ésta se compone de metal magnético, y eje el cual está trabajado para implementar el alojamiento de los cojinetes (Gómez, 2020).

Figura 25: rotor bobinado.



Fuente: Aspectos físicos del rotor y estator, s.f.

Escudos: se define como el espacio que se deja entre el diámetro mayor del rotor y el diámetro menor en el núcleo del estator, debe ser preciso para que se ejecute de

manera óptima el funcionamiento del motor, los escudos del motor están situados generalmente en las tapaderas laterales del motor, los cuales funcionan como centro para el eje, el estator y para el alojamiento de los cojinetes (Gómez, 2020).

Tipos de motores:

Asincrónico: es el mayor utilizado en el ámbito empresarial, por su facilidad de arranque y la facilidad de poder adquisitivo que posee, sus partes fundamentales son el estator que es donde entra la energía, lo cual genera el campo eléctrico, ésta característica es propia en las corrientes trifásicas, que influyen sobre el rotor para convertir la energía eléctrica en mecánica rotacional, dicho estator está constituido por tres secciones de bobinas una por cada fase, colocados de manera que formen 120 grados entre cada una (Calloni, 2007).

De jaula de ardilla: generalmente se encuentra en la mayoría de motores, se trata de núcleo formado por chapas en su corteza se hacen ranuras donde se alojan las barras base de cobre las cuales hacen corto-circuito en los extremos ya que se sueldan al cobre, su simplicidad se debe a no poseer escobillas y colectores ya que las hace estar libre de fallas, además funcionan a velocidad constante por lo que su utilidad se emplea en ventiladores, bombas o compresores (Calloni, 2007).

De rotor bobinado: el mayor inconveniente del motor de jaula de ardilla es que no da la facilidad de regular la velocidad en la rotación del motor, debido a ello la invención del rotor bobinado, como su nombre lo indica consta de rotor bobinado trifásico cuyas vueltas terminan en los anillos que se conectan a través de las escobillas hacia el controlador de velocidad, el cual se conoce como reóstato de arranque con lo que se puede disminuir o aumentar la velocidad en el arranque y variar la velocidad de motor en servicio, su mayor utilidad se emplea en grúas, ascensores, etc. (Calloni, 2007).

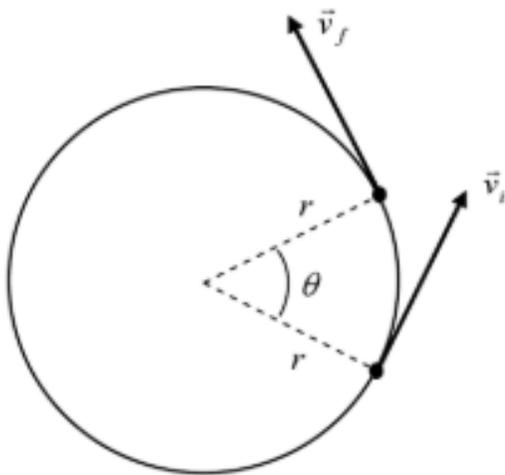
Motor sincrónico: tienen la diferencia que en el estator circula corriente alterna (C.A) mientras que en el rotor corriente continua (C.C), el estator crea campo magnético al igual que el rotor, dichos campos hacen que se cree la repulsión entre ambos lo que

obliga a girar al rotor, la velocidad en cuanto a la frecuencia dependerá del número de polos que se ejecuten en el campo magnético, este motor se hace arrancar con corriente alterna al igual que el motor asíncrono, luego de alcanzar la velocidad estándar se aplica de manera complementaria al rotor corriente continua para que funcione de forma sincrónica y a rotación constante. (Calloni, 2007).

Fuerza angular:

Movimiento circular: Se presenta en formatos de dos dimensiones, ya que la dirección de la partícula es circunferencial, en este movimiento dicha partícula se mueve con velocidad constante tangencial, por lo que se plantea la hipótesis que este movimiento es uniforme ya que el vector puede cambiar su velocidad de acuerdo a su naturaleza y de ésta manera producir aceleración, cambia su dirección o su fuerza (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008).

Figura 26: descripción del movimiento circular.



Fuente: Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008.

El movimiento giratorio es uniforme ya que la fuerza tangencial es constante y por lo tanto su dirección cambia por lo que se produce la rotación a aceleración estándar dada por: (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008).

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \text{ (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008, pág. 98).}$$

Figura 27: vectores, velocidad y posición.

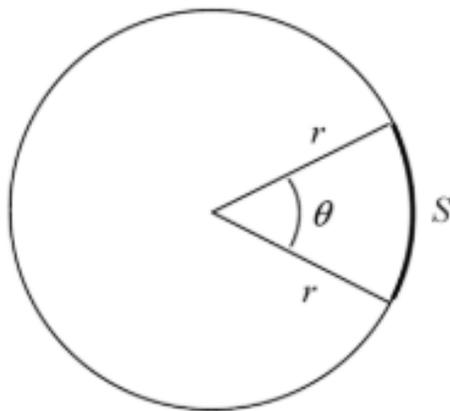


Fuente: Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008.

Velocidad angular: “en la circunferencia el arco S entre dos puntos P y Q está dado por” (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008, pág. 100).

“ $S=r\theta$ ” (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008, pág. 100).

Figura 28: visualización de arco.



Fuente: Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008.

De ésta figura se forma la ecuacion de la velocidad angular de la siguiente manera:

$$\vec{v} = \frac{ds}{dt} = r \frac{d\theta}{dt} = r\omega \text{ (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008, pág. 101).}$$

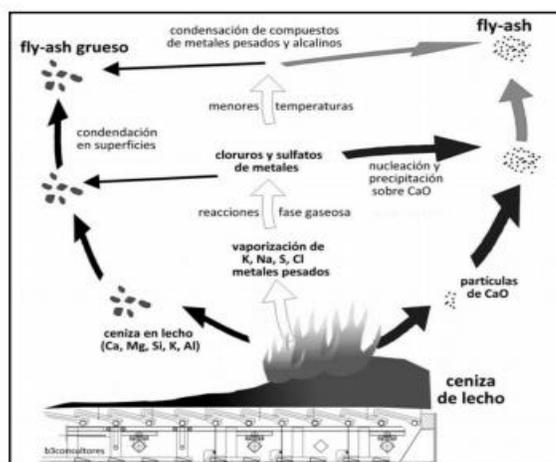
“Donde la cantidad $w=d\theta/dt$ se conoce como la velocidad angular y es el ángulo barrido por la unidad de tiempo, dicha velocidad se expresa en radianes por unidad de tiempo (rad/s).” (Vargas, Ramírez, Pérez, & Madrigal, 2008, pág. 101).

Ceniza:

Es el residuo que se obtiene después que el carbón ha pasado al área de combustión de la central termo-eléctrica, ésta se presenta de manera volátil o gruesa, la volátil es dirigida principalmente por el ventilador de extracción de gases de la caldera mientras que la gruesa es desechada por la parrilla viajera dentro del hogar de la caldera, la ceniza gruesa tiene su utilidad para relleno de tierras y la volátil se emplea como componente en empresas de fabricación de block o en fundiciones de concreto (Memoria de difusión de trabajos científica y técnica ISSN, 2012).

Formación de ceniza: se conforma de elementos presentes en el carbón mineral como sales químicamente unidas a la forma del mismo, puede unirse como partículas minerales de la tierra donde se sacan durante la explotación del carbón, hacer realce a las partes que conforman éstas es imprescindible ya que generalmente son volátiles, durante la combustión una fracción de éstas escapa en el momento de la exposición al fuego (Memoria de difusión de trabajos científica y técnica ISSN, 2012).

Figura 29: proceso de formación de ceniza.



Fuente: Memoria de difusión de trabajos científica y técnica ISSN, 2012.

Contaminación: problema general en las termo-eléctricas ya que generalmente resulta de la pulverización de carbón, los residuos pesan aproximadamente 500 gr/m^3 lo que constituye al 10% de la cantidad de quemados en el hogar de la caldera., muchas empresas se han dedicado a transportar dichos residuos cerca de ríos de aguas negras con el fin de que en el momento del invierno éstas sean arrastradas por la creciente del agua (Nemerow, 1998).

En la actualidad existe variedad de métodos para retirar las cenizas en las centrales termo-eléctricas, la más común consiste en la utilización de lavador de gases, a lo que se le llama precipitador electrostático, dicho de otra forma separador ciclónico, en todos los casos dichas cenizas se transportan mezcladas con agua para minimizar la elevación hacia el ambiente (Nemerow, 1998).

El método clave para eliminar el dióxido de azufre en las empresas de generación de energía eléctrica a base de carbón mineral es la utilización de caliza pulverizada la cual se debe verter en la combustión de la caldera, la cual produce que el dióxido de azufre se convierta en sulfato cálcico o magnésico, dicha aplicación se realiza únicamente para el carbón con 3% de azufre, la aplicación de la piedra caliza debe ser al 10-1, las centrales termo-eléctricas mayores a 400 megavatios producen aproximadamente 465 toneladas de ceniza al día; la solución es demasiado complicada, los investigadores plantean la reutilización de la ceniza (Nemerow, 1998).

Carbón Mineral:

Combustible utilizado en la actualidad junto al petróleo y gas natural, que forman importancia en la industria de nuestros días, de ello depende la energía eléctrica de las industrias en general, por su estabilidad casi el 80% de energía proviene de combustibles, mientras que el 20% de energía natural renovable, el inconveniente que se ha tenido desde la implementación de sistemas es la contaminación que producen

y el efecto invernadero que causan en el planeta, por su alta emanación de gases hacia el ambiente, por lo que en futuro se pretende eliminar esta clase de generación de energía cuando se haya el sustituto correcto (León, 2006).

Figura 30: visualización de carbón mineral.



Fuente: Tum, R., junio 2020.

Origen: se define como el elemento estratificado de manera vegetal, se manifiesta a través de la descomposición de elementos minerales, la cual lleva cierta cantidad de etapas para llegar a su formación, está formado con propiedades físicas y químicas que son el resultado de la geología, cuando se ha formado el carbón, los restos minerales vegetales desaparecen cuando sube la presión y temperatura en la capa terrestre. Altera compuestos que unifican la estructura de las plantas para la obtención del carbón desprende el bioxido de carbono y metano, dichos cambios repercuten en el incremento de dureza, mejor consistencia mineral, etc. (León, 2006).

Clases de carbón: para la distinción de carbón existe variedad de metodología la cual clasifica según el valor calorífico, la cantidad de hidrógeno y oxígeno que poseen, los más mencionados son: (León, 2006).

Tabla 6: Clasificación del carbón.

Tipo	% de carbón	Poder calorífico (cal/gr)
Turba	55.44	4500/6000
Lignito	72.95	6000/7000
Bituminoso	84.24	7000/8000
Antracita	93.50	>8000

Fuente: León, 2006.

Del resultado de la destilación del carbón resulta el coque, el cual tiene estructura porosa con propiedades químicas y físicas, depende de la cantidad de carbón que se utilizó así como de la temperatura a la que se trabajó para la formación de coque, no todos los carbones tienen la capacidad de formarlo, depende de la estructura celular y las características ya que su uso es metalúrgico; de acuerdo a las características mencionadas se obtiene coque aceptable o el que se utiliza para complemento en ciertas mezclas que se realizan (León, 2006).

Tratamiento del carbón: es el resultado del proceso que recibe para que los vendedores garanticen la calidad del carbón y así mejorar la utilidad. Dicho proceso varía de acuerdo a las propiedades químicas del carbón y de acuerdo al uso que se le da en las industrias, comúnmente se tritura para ser vendido a cierto tamaño estándar, pero en ocasiones requiere tratarlo para reducir sus impurezas, luego de ser triturado se separan por lotes de acuerdo al tamaño de homogeneidad, el de mayor tamaño se introduce a piletas de líquido más pesado ya que el carbón es más ligero por lo que flota y queda en la parte baja las impurezas del mismo (Dirección general de desarrollo minero, 2014).

Usos:

Combustible: en las generadoras termo-eléctricas se utiliza generalmente pulverizado, éstas contribuyen como fuente primordial en el sistema de generación de energía eléctrica, actualmente se ha tratado de aumentar su rendimiento y minimizado su contaminación ambiental, se trabaja para utilizar lecho de fluidización a presión, además se para utilizar el extracto de gases obtenidos de la gasificación del carbón (Dirección general de desarrollo minero, 2014).

Carbón para líquidos: cuando el carbón pasa a estado líquido puede ser utilizado para disímiles alternativas, con características específicas de acuerdo a lo siguiente; sus derivados no poseen azufre, además bajos en óxidos de nitrógeno, con la implementación de sistema apartado de almacenamiento puede reducirse las emanaciones de dióxido de carbono hasta 20% comparado con otros derivados del petróleo, se utiliza en generación de energía estacionaria, para vehículos, e industria química (Dirección general de desarrollo minero, 2014).

Cemento: las cementeras toman como fuente principal la ceniza que es el producto de la combustión del carbón en las centrales termo-eléctricas, para la implementación del hormigón ya que éstas forman parte fundamental en la rigidez de estructuras hechas de cemento, dichos desechos incluyen escoria de caldera, aplicación para el yeso, etc. (Dirección general de desarrollo minero, 2014).

Base legal:

Acuerdo 229-2014: normativa que se estableció para mejorar las condiciones de trabajo dentro de las empresas en el estado guatemalteco, con el propósito de actualizar la mejora en la higiene y seguridad, toma como base el reglamento general de seguridad y salud en el trabajo, acordado en el año 1957, tiene como fin primordial resguardar la vida, salud e integridad física de los colaboradores (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 4: desde los socios hasta los jefes inmediatos en las empresas deben respetar los protocolos de seguridad e higiene industrial con el objetivo de resguardar la vida,

la integridad y la salud de sus colaboradores, cuando se refiere a: proceso operativo en el trabajo, poner a disposición de los colaboradores los suministros y el equipo necesario para desempeñar el mismo, implementación de sistemas de resguardo en la maquinaria y equipo instalado (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 8: todos los colaboradores se deben apegar a la normativa de salud y seguridad ocupacional que se implemente en las distintas empresas públicas o privadas, así como a los instructivos e indicaciones que se le facilite al personal para proteger su vida, salud corporal y psicológica (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 14: cuando la ejecución de las distintas actividades de deba realizar a cielo abierto, se debe reducir el tiempo al que se está expuesto en éstas actividades e implementar lugares adecuados para la movilización de los objetos en las actividades empresariales, proteger a los colaboradores de la exposición solar para evitar fatiga y cubrirlos de la lluvia, mientras las áreas sean adecuadas para laborar de manera correcta, se debe implementar con equipo de seguridad para la protección de la salud en los colaboradores, luego de las mejoras se debe continuar con el plan de seguridad y salud ocupacional (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 87: se comprende como manipulación de carga manual a toda actividad que requiera sujeción y movilización de uno o varios colaboradores para ejecutarla, ya sea colocación, empuje, levantamiento, desplazamiento o tracción, que por la forma inadecuada que se realice repercute de manera irreversible en la integridad física de los colaboradores dá como resultado dolor lumbar o dorsal (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 88: es responsabilidad del dueño de la empresa y de los gerentes de áreas implementar sistemas para evitar la manipulación manual de cargas debido que en las empresas se cuenta con la visión de mejora continua, abarca hasta la ergonomía en

las actividades de los colaboradores (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 89: cuando no se vean alternativas para la automatización en los sistemas y de manera forzada se tenga que hacer movimientos de cargas manuales, se debe organizar de manera correcta, utilizar la metodología adecuada e implementar instructivos para realizar dichas maniobras, al mismo tiempo capacitar al personal involucrado en movimientos de cargas manuales (Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014).

Artículo 90:

Tabla 7: Pesos sugeridos para la manipulación de cargas manuales.

Sexo y edad	Peso
Varones de 16 a menos de 18	15 kg.
Varones de 18 a 21	20 kg.
Mujeres de 16 a menos de 18	10 kg.
Mujeres de 18 a 21	15 kg.
Varones adultos	55 kg.

Fuente: Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A, 2014.

Instituto guatemalteco de seguridad social. Reglamento e Higiene en el trabajo:

Se toma como pilar fundamental que la nación requiere la adaptación de medidas para mitigar el riesgo y protejan la salud y seguridad de los colaboradores, a través del incremento de la economía guatemalteca por lo que el colaborador forma parte esencial para dicho logro, no se conciente que se ante pongan otros intereses que puedan dañar la vida de los colaboradores (Intituto guatemalteco de seguridad social, IGSS., 1957).

Artículo 28: en la impmementación de motores se debe colocar aislado del área de desempeño del colaborador, existe maquinaria que no puede aislarse, de ser de esta

forma se debe dejar en lugar poco accesible y señalizar para que el colaborador no acceda a maniobrar dicho motor, en motores acoplados directamente a la maquinaria industrial se debe colocar guarda para aislarlo del operador (Intituto guatemalteco de seguridad social, IGSS., 1957).

Artículo 29: en la maniobra de encendido y apagado de motores debe automatizarse para minimizar riesgo a los colaboradores, la maquinaria pesada debe poseer mecanismos de reacción rapida para poder parar de forma inmediata por cualquier situación que se presente, el operador debe conocer la máquina automatizada, es decir capacitarlo para manibrarla sin peligro y reaccionar ante los imprevistos, si es una reacción en cadena se debe tener dispositivo que controle motores principales para parar el sistema de manera eficiente (Intituto guatemalteco de seguridad social, IGSS., 1957).

Artículo 37: se considera deber de patrono asignar personal para revisión periódica en la maquinaria y que esta presente buena condición al momento de trabajar, la persona encargada verificará engrase, limpieza, tensión, etc. De la maquinaria y verificará la evitar arranques accidentales para disminuir el riesgo de accidentes laborales dentro de la empresa. (Intituto guatemalteco de seguridad social, IGSS., 1957).

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.”

Se identificaron 2 poblaciones a encuestar para lo cual se utilizó el método deductivo, las cuales son:

Una población (operadores del área de producción) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica censal, con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error, para realizarlo fue necesario enviar el formulario a cada individuo de forma virtual por esta época de pandemia, para poder tabular la información y graficarla de acuerdo a las respuestas obtenidas por el personal operativo el cual es el principal involucrado en este tema.

La segunda población de estudio (Gerentes y supervisores del área de producción) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática; de la misma manera se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error, para llevarlo a cabo se utilizó la misma forma mencionada con anterioridad, se trabajaron las encuestas de forma virtual para no exponer al personal administrativo de dicha entidad, al obtener las respuestas enviadas se tabularon y graficaron como se muestra a continuación.

Para responder efecto, se trabajó con 16 operadores del área de producción; para responder causa, se identificaron a 6 Gerentes y supervisores del área de producción.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

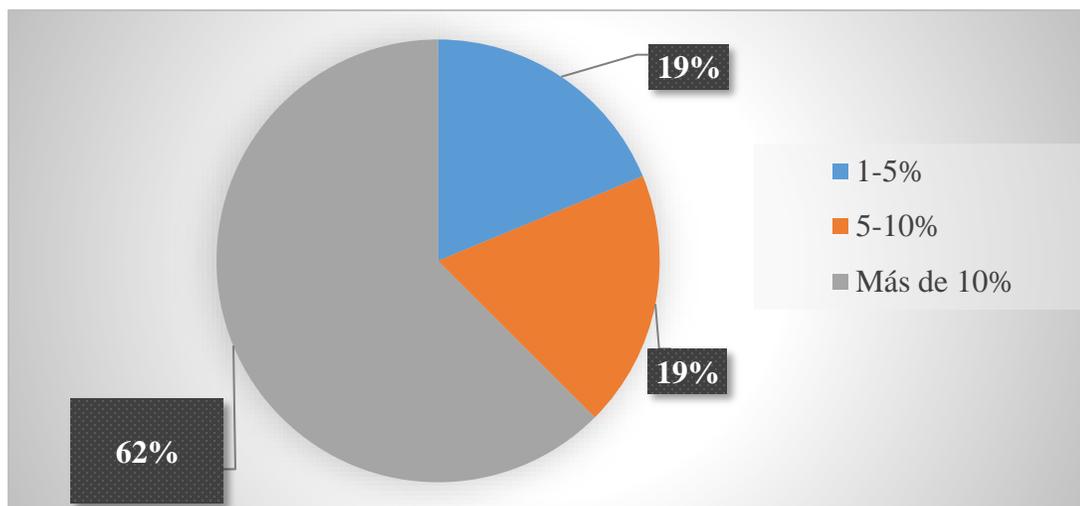
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 1: Incremento del porcentaje de lesiones físicas en los operadores.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo(%)	Valor acumulado (%)
1-5%	3	19	19
5-10%	3	19	38
Mas de 10%	10	62	100
Totales	16	100	

Fuente: operadores del área de producción, Julio 2020.

Gráfica 1: incremento del porcentaje de lesiones físicas en los operadores.



Fuente: Operadores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

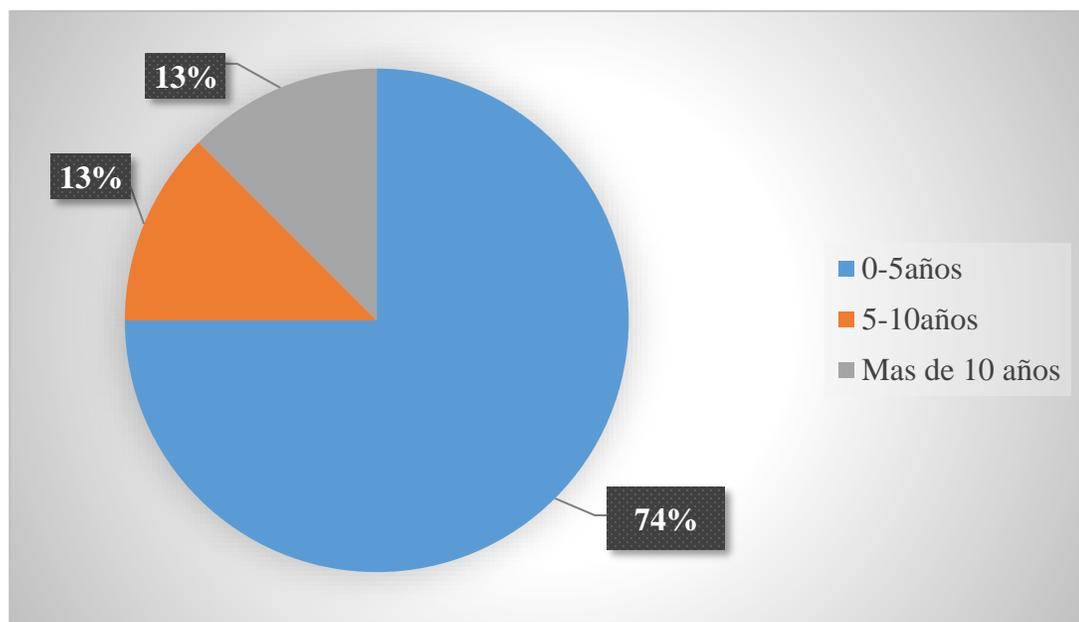
Un grupo de los encuestados opina que el aumento de lesiones en operadores oscila entre uno y cinco por ciento, por otra parte, otro grupo opina que ha sido del cinco a diez por ciento, mientras que la mayor parte de ellos indica que el porcentaje de lesiones físicas en los operadores ha sido más del diez por ciento.

Cuadro 2: tiempo del incremento de lesiones físicas en los operadores.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo(%)	Valor acumulado (%)
0-5 años	12	74	74
5-10 años	2	13	87
Mas de 10 años	2	13	100
Totales	16	100	

Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 2: tiempo del incremento de lesiones físicas en los operadores.



Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

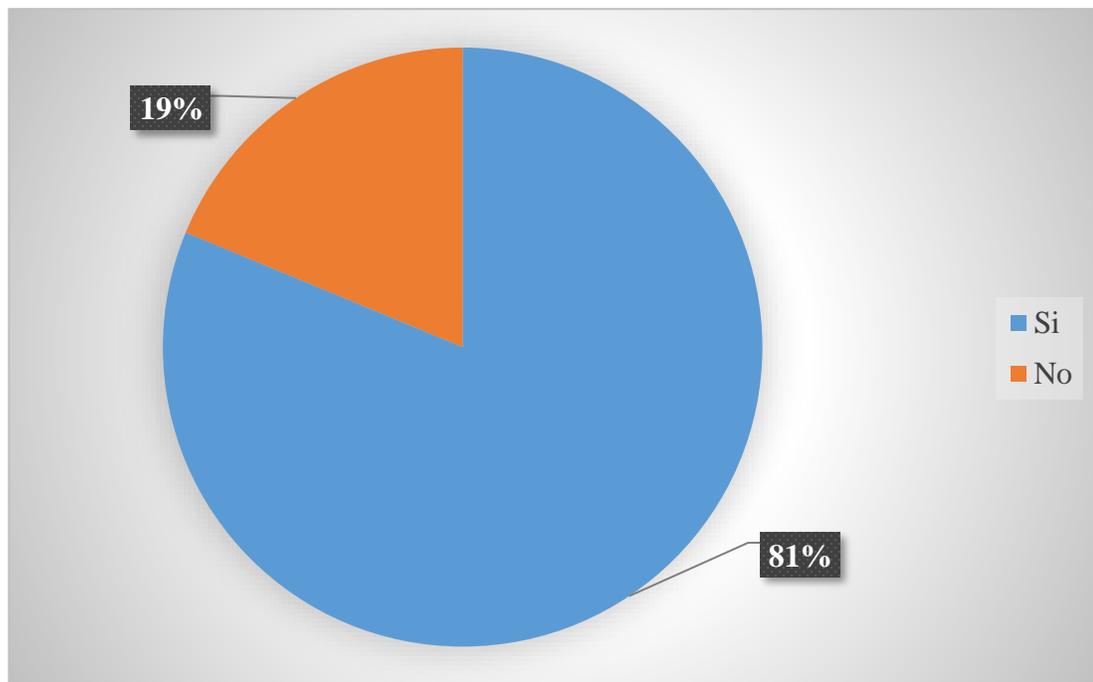
Un grupo de los encuestados opina que el tiempo del incremento de lesiones en los operadores de la planta oscila entre 5 y 10 años, otro grupo opina que es mas de 10 años, mientras que la mayor parte de ellos opina que el incremento de lesiones físicas en los operadores es de 0 a 5 años.

Cuadro 3: lesiones físicas por transportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	13	81
No	3	19
Total	16	100

Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 3: lesiones físicas por transportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.



Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

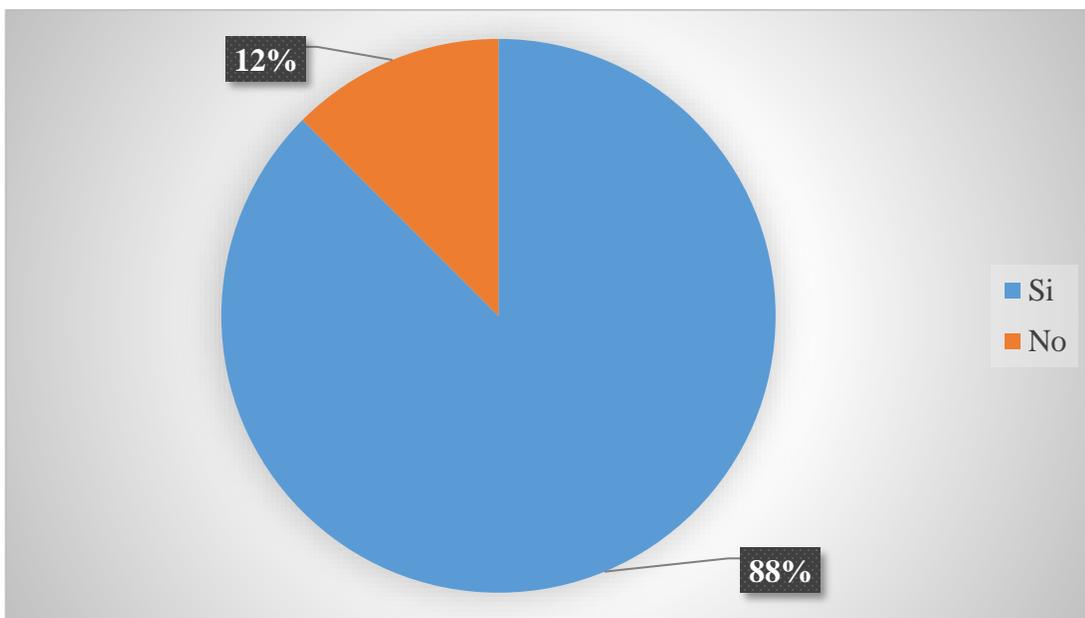
El efecto se confirma con la opinión de la mayoría de los operadores del área de producción los cuales indican que efectivamente han sufrido lesiones físicas por transportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga, mientras que la minoría opina lo contrario.

Cuadro 4: divulgación ante jefes inmediatos respecto de incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	14	88
No	2	12
Total	16	100

Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 4: divulgación ante jefes inmediatos respecto de incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga.



Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

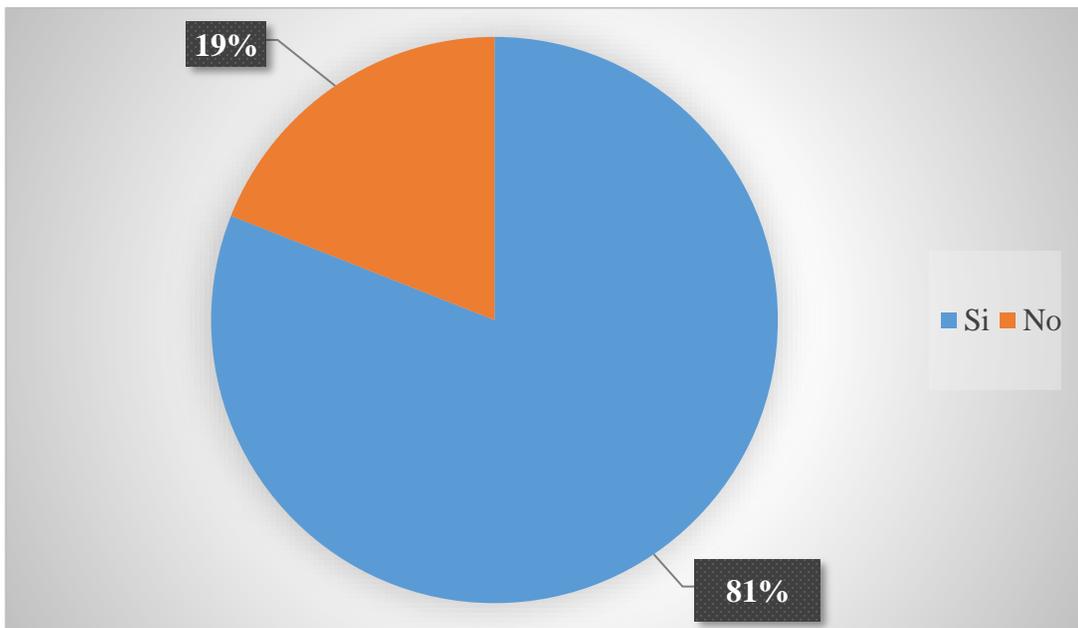
El efecto se confirma con la opinión de la mayoría de los operadores del área de producción los cuales indican que si han comunicado ante sus jefes inmediatos la incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga, mientras que la minoría de ellos opina lo contrario.

Cuadro 5: aumento de lesiones en los operadores repercute en la gerencia de tal forma que se automatiza el sistema para dejar de efectuarlo de forma manual.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	13	81
No	3	19
Total	16	100

Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 5 : aumento de lesiones en los operadores repercute en la gerencia de tal forma que se automatiza el sistema para dejar de efectuarlo de forma manual.



Fuente: operadores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

El efecto se confirma con la opinión de la mayoría de operadores del área de producción, los cuales indican que el aumento de lesiones en los operadores influye en la gerencia para automatizar el sistema y así dejar de efectuarlo manualmente, mientras la minoría opina lo contrario.

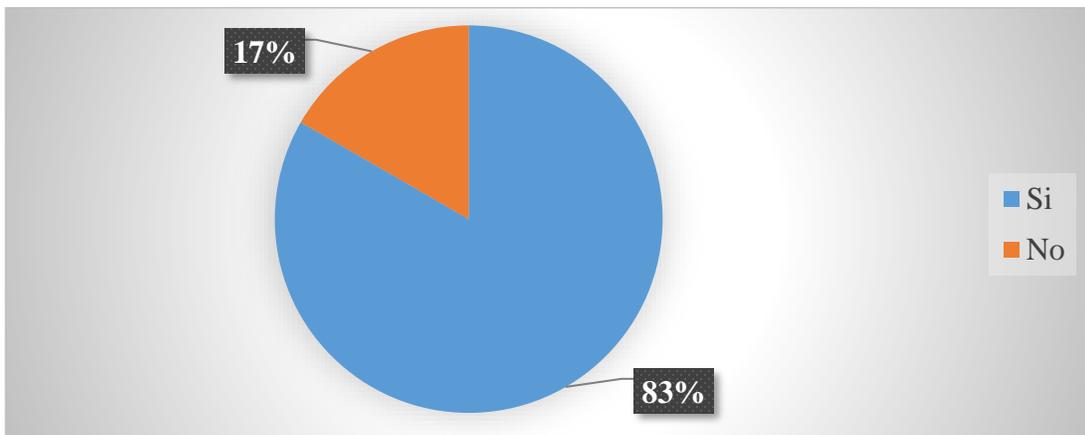
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

Cuadro 6: conocimiento de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	83
No	1	17
Total	6	100

Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 6: conocimiento de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.



Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

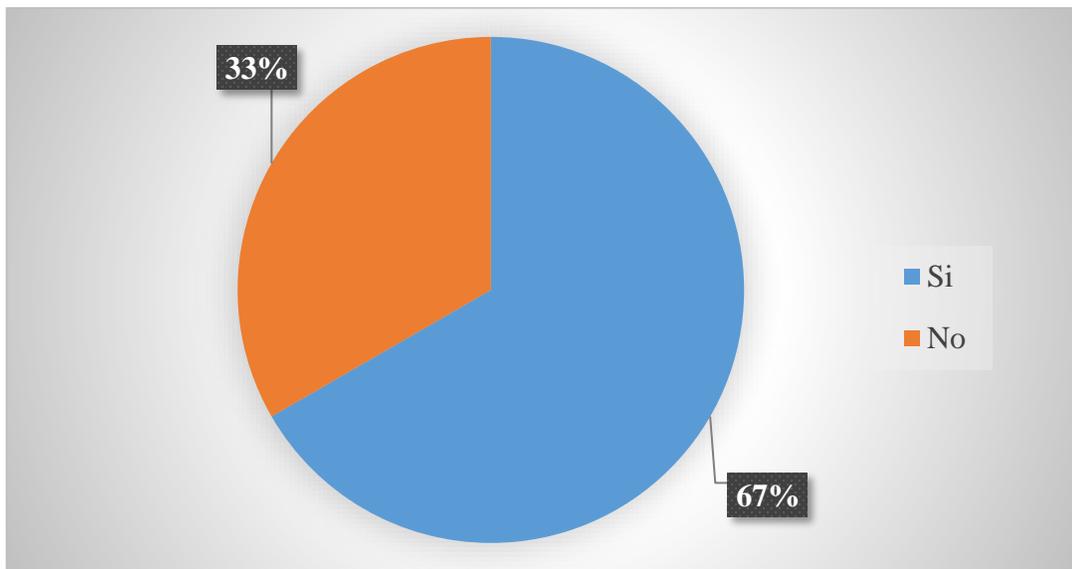
La causa se confirma con la opinión de la mayoría de gerentes y supervisores del área de producción, al indicar que si poseen conocimiento sobre implementación de transportador helicoidal para mejorar el sistema de logística del transporte interno de cenizas de caldera, mientras que la minoría opina lo contrario.

Cuadro 7: cambio de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	67
No	2	33
Total	6	100

Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 7: cambio de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa.



Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

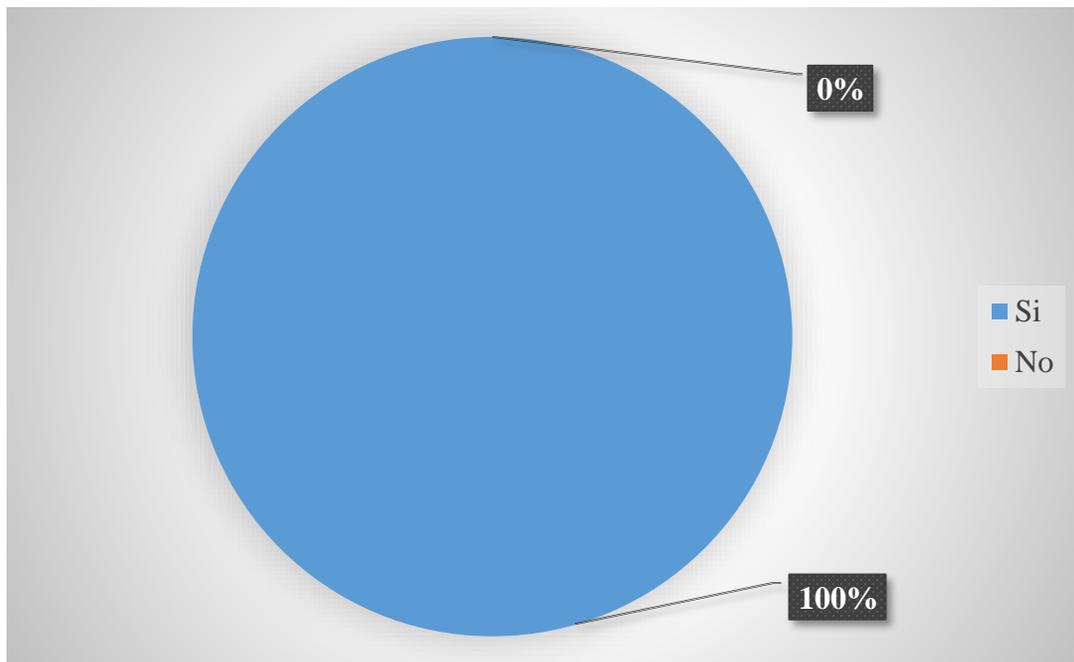
La causa se confirma con la opinión de la mayor parte de gerentes y supervisores del área de producción, los cuales opinan que es viable ejecutar el cambio de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mientras que la minoría opina lo contrario.

Cuadro 8: personas que consideran correcto realizar propuesta mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	100
No	0	0
Total	6	100

Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 8: personas que consideran correcto realizar propuesta mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera.



Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

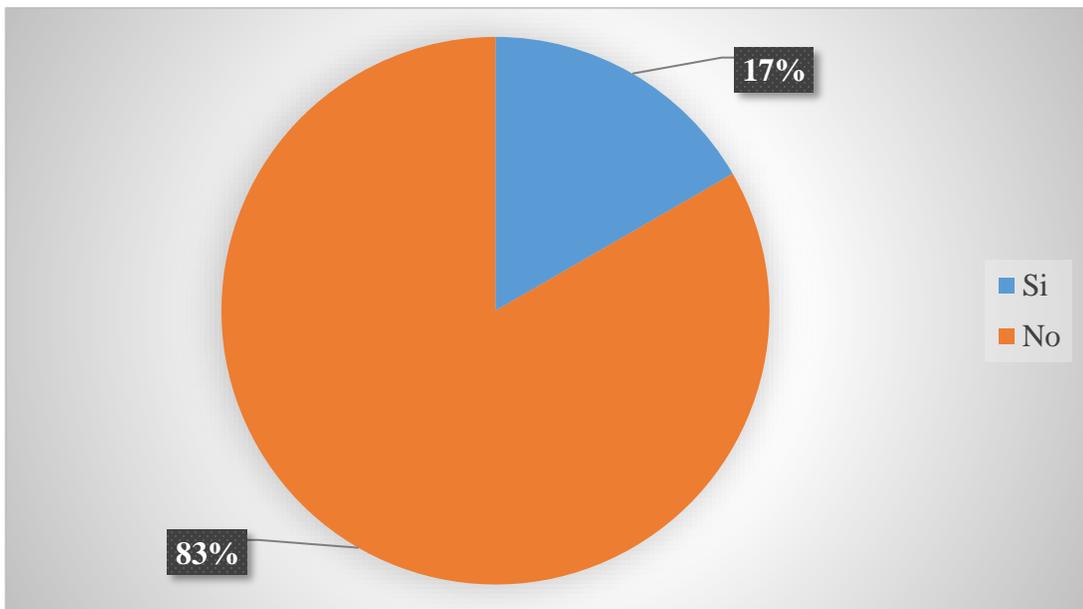
La causa se confirma con la opinion de la totalidad de gerentes y supervisores del área de producción al opinar que consideran correcto presentar la propuesta para mejorar el transporte interno de cenizas de caldera, mientras que nadie opina lo contrario.

Cuadro 9: la inexistencia de sistema de transporte interno de cenizas de caldera, repercute de forma positiva para resguardar la integridad física de los colaboradores.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	17
No	5	83
Total	6	100

Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 9: la inexistencia de sistema de transporte interno de cenizas de caldera, repercute de forma positiva para resguardar la integridad física de los colaboradores.



Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Análisis:

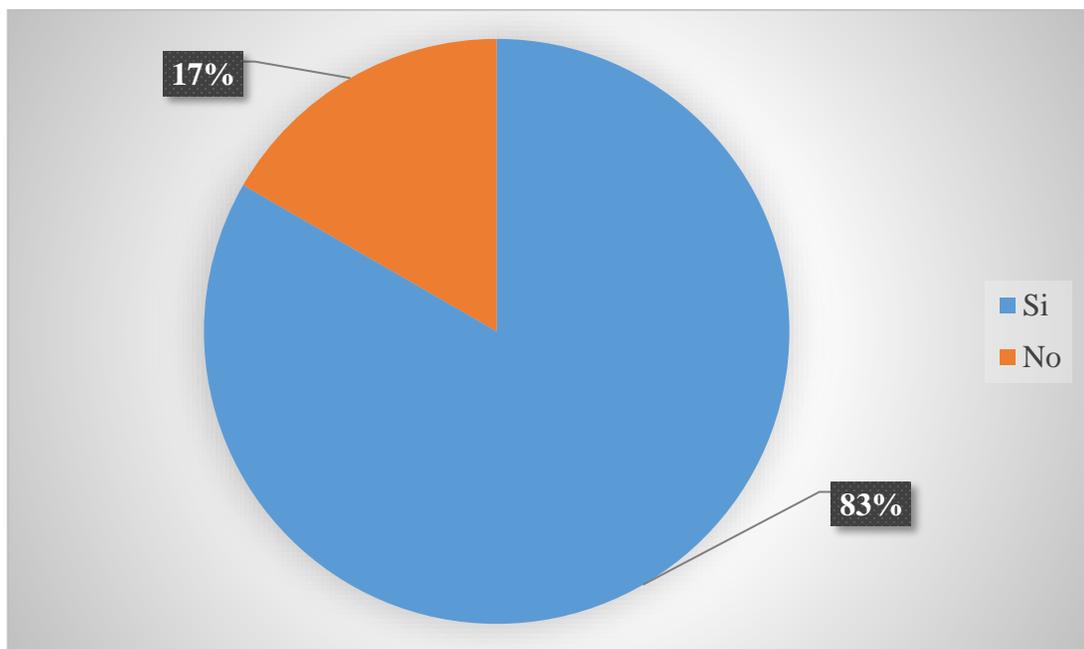
La causa se confirma la opinión de la mayoría de gerentes y supervisores del área de producción al indicar que debido a la inexistencia de sistema interno de cenizas de caldera no se resguarda la integridad física de los colaboradores, mientras que la minoría de ellos opina lo contrario.

Cuadro 10: la ergonomía en el trabajo influye para la implementación del sistema de transporte interno de cenizas de caldera.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	83
No	1	17
Total	6	100

Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Gráfica 10: la ergonomía en el trabajo influye para la implementación del sistema de transporte interno de cenizas de caldera.



Fuente: Gerentes y supervisores del área de producción, julio 2020.

Análisis: la causa se confirma con la opinión de la mayoría de gerentes y supervisores del área de producción al opinar que si se toma en cuenta la ergonomía laboral influye para la implementación del sistema de transporte interno de cenizas de caldera, mientras que la minoría opina lo contrario.

IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones:

1. Se comprueba la hipótesis: El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal. Con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.
2. De los encuestados la mayoría opina que efectivamente el porcentaje de lesiones físicas ha aumentado en el departamento de operaciones por lo que se concluye que si ha habido aumento del porcentaje de lesiones.
3. El incremento de lesiones físicas en los operadores de producción ha sido desde los últimos cinco años.
4. Mas del 80% de los operadores de producción han sufrido lesiones físicas por el traslado de la ceniza hacia el punto de carga por lo que se concluye que si hay lesiones que han repercutido a su salud e integridad física e incluso emocional de los colaboradores.
5. Los operadores de producción han comunicado ante sus jefes inmediatos la incomodidad para trasladar la ceniza hacia el punto de carga.
6. El aumento de lesiones en los operadores si influye en la gerencia para automatizar el sistema.

7. Las áreas involucradas si poseen conocimiento sobre implementación de transportador helicoidal para mejorar el sistema.
8. Si es viable ejecutar el cambio de logística para transporte interno de cenizas de caldera.
9. Si se considera correcto presentar la propuesta para mejorar el transporte interno de cenizas de caldera.
10. No se resguarda la integridad física de los colaboradores dentro de la planta.

IV.2 Recomendaciones:

1. Implementar mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal.
2. Minimizar porcentaje de lesiones físicas en el departamento de operaciones.
3. Evitar que las lesiones físicas sigan en aumento durante los años siguientes y así evitar problemas mayores por alguna demanda hacia la empresa por algún colaborador dañado.
4. Apoyar a los operadores que han sufrido lesiones físicas por el traslado de ceniza.
5. Redactar medio de comunicación escrito hacia la alta gerencia para que la petición sea atendida.
6. Concientizar a la gerencia para la automatización inmediata del sistema.

7. Utilizar el conocimiento de los supervisores y gerentes de las áreas involucradas para la mejora del sistema.
8. Presentar la propuesta para la mejora del transporte interno de cenizas de caldera.
9. Operativizar la propuesta mencionada con anterioridad, ya que el personal administrativo concluye que si es viable y correcto dicha implementación que proyecta la mejora continua dentro de las instalaciones.
10. Resguardar la integridad física de los colaboradores mientras no se haya implementado el proyecto, buscar vías alternas que permitan desempeñar el trabajo de los colaboradores sin sufrir lesiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrego, M., Molinos, S., & Ruiz, P. (2000). *ACHS*. Obtenido de Equipos de proteccion personal: <https://ww3.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/equipos-de-proteccion-personal.pdf>
- Álvarez, M. (2000). *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y srr*. Barcelona: MARCOMBO, S.A.
- Anaya, J. (2007). *Logística Integral: Gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC.
- Aspectos físicos del rotor y estator. (s.f.). *repositorio.utp.edu*. Obtenido de http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4101/621314P977_Anexo.pdf?sequence=2
- Bonilla, E., Bertha, D., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2010). *Mejora continua de los procesos*. Lima, Peru: Fondo editorial.
- Calderas de tubos de agua capítulo 3. (s.f.). *Calderas de tubos de agua capítulo 3*. Obtenido de http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/biblio_sin_paredes/fac_ing/Manu_cald/I/cap/03.pdf
- Calloni, J. (2007). *Mantenimiento electrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. Buenos Aires: Nobuko.
- Cardona, S. (2000). *Teoría de máquinas*. Catalunya: Univ. Politec.
- Castellanos, D. (2 de Marzo de 2021). Ingeniero Ambiental. (R. Tum, Entrevistador)
- Chinchilla, R. (2002). *Salud y deguridad en el trabajo*. EUNED.
- Comissió Obrera Nacional de Catalunya. (2007). *Accidentes e incidentes de trabajo*. Obtenido de Comissió Obrera Nacional de Catalunya: https://www.ccoo.cat/pdf_documents/AATT.pdf
- De Casis, A. (1870). *Tratado de patología externa y medicina operatoria*. Madrid: Gaspar y Roig.
- Dirección general de desarrollo minero. (2014). *Perfil de mercado del carbón*. Obtenido de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_carbon_2014.pdf

- Equipo de seguridad 3m. (s.f.). *peru-product-catalogue.pdf*. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/804291O/peru-product-catalogue.pdf>
- Escudero, J. (2019). *Logística de almacenamiento*. España: Paraninfo S.A.
- Espluga, J. (1990). *Actos inseguros en el trabajo*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_415.pdf/ad4af595-e613-4ef0-ac08-ef0f58968349
- Esquerra, P. (1988). *Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía*. España: MARCOMBO, S.A.
- Floría, P. (1999). *La prevención del ruido en la empresa*. FC editorial.
- Gaffert, G. (1981). *Centrales de Vapor*. Reverte.
- Gartner, T. (s.f.). *Elevar el producto de la mina*. Obtenido de Elevar el producto de la mina: https://library.e.abb.com/public/e41c9bf9d327a9c583257daf004594f6/42-46%203m456_ES_72dpi.pdf
- Gencat.cat. (s.f.). *Protección de los ojos y de la cara*. Obtenido de http://www.gencat.cat/empresaiocupacio/departament/centre_documentacio/publicacions/seguretat_salut_laboral/guies/lilibres/construccio_accessible/esp/08/08_04.pdf
- Geoff, T. (2006). *Mejora de la salud y la seguridad en el trabajo*. España: ELSEVIER.
- Giachino, J., & William, W. (1996). *Técnica y práctica de la soldadura*. Reverte.
- Gómez, I. (2020). *Mantenimiento electromecánico de motores eléctricos*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
- González, R. (2003). *Prevención riesgos laborales*. Paraninfo.
- Heredia, J. (2001). *Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de calidad en los procesos*. Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Hernández, A. (2005). *Seguridad e Higiene Industrial*. Mexico: LIMUSA, S.A.
- Hurtado, H. (2011). *Las lesiones físicas en actividad Física*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa4/actividad_fisica/Lesiones.pdf

- Ignacio, B. (2007). *Gestión de Cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes*. Lugo.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España. (2001). *Cascos de protección de uso Industrial*. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/1571848O/guia-para-la-seleccion-y-control-de-cascos.pdf>
- Intituto guatemalteco de seguridad social, IGSS. (28 de Diciembre de 1957). *Reglamento de seguridad e higiene*. Obtenido de https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/ley_acceso_info/pdfs/Ley/inciso_6/ReglamentodeSeguridad eHigiene.pdf
- Jarmo, A. (2001). *Kinesiología y anatomía aplicada a la actividad física*. Paidotribo.
- Jiménez, B. (2013). *Montaje y reparación de los sistemas mecánicos*. Ic editorial.
- León, E. (2006). La importancia del carbón mineral en el desarrollo. *Revista del instituto de investigaciones FIGMMG*, 92.
- Lopez, D. (2017). *OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE TRANSPORTE Y TRITURACIÓN DE CARBÓN EN LA CENTRAL ELECTRICA TERMOGUAJIRA*. Obtenido de <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3478/1/II-00201.pdf>
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. FEMETAL.
- Lyonnet, P. (1989). *Los métodos de la calidad total*. Ediciones Diaz de Santos.
- Maldonado, I. S. (1 de febrero de 2021). Ingeniero Electrico. (R. Tum, Entrevistador)
- Manual de seguridad para soldadura. (s.f.). *Manual de seguridad para soldadura*. Obtenido de <http://www.indura.com.ar/Descargar/Manual%20de%20Seguridad%20Personal%20para%20Soldadura?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Far%2Fbiblioteca%2Fdc093f74073e4cf0946eda0f61061597.pdf>
- Meliá, J. (1998). *RCUB*. Obtenido de Un modelo causal psicosocial: <https://revistes.ub.edu/index.php/Anuario-psicologia/article/view/8926/11284>
- Memoria de difusión de trabajos científica y técnica ISSN. (2012). *Comportamiento de cenizas y su impacto en sistemas de combustión de biomasa*. Obtenido de

http://www.um.edu.uy/docs/6_comportamiento_de_cenizas_y_suimpacto_en_sistemas_de_%20combustion_de_biomasa.pdf

Menéndez, F., Fernández, F., Llana, F., González, I., & Rodríguez, J. (2007). *Formación superior en prevención de riesgos laborales*. Lex Nova.

Ministerio de trabajo y previsión social Guatemala C.A. (23 de julio de 2014). *Acuerdo Gubernativo numero 229-2014*. Obtenido de <http://gremialsiyso.com.gt/wp-content/uploads/2015/01/Acdo-Gub-229-2014-Reglamento-de-Salud-y-Seguridad-Ocupacion-1.pdf>

Miranda, J. (2005). *Gestión de proyectos*. Bogotá: MM editores.

Miravete, A., & Larrodé, E. (1996). *transportadores y elevadores*. España: REVERTÉ S.A.

Montes, E. (1992). *Tratado de seguridad e higiene*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

Moral, L. (2014). *Logística del transporte y distribución de carga*. Ecoe ediciones.

Moreno, Y. (2014). *Emergencias Sanitarias y Dispositivos de riesgo previsible*. España: ELEARNING S.L.

Nemerow, N. (1998). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Madrid: Ediciones Diaz de santos.

Pau, J. (2001). *Manual de Logística Integral*. España: Diaz de Santos S.A.

Prevencion A.R.T. (s.f.). *CURSO INTRODUCTORIO A LA PREVENCION DE RIESGOS*. Obtenido de Prevencion A.R.T: <http://www.lenguas.unc.edu.ar/uploads/1-Introduccion.pdf>

Ramírez, C. (1991). *Seguridad Industrial, un enfoque integral*. Mexico: Limusa.

Ramírez, C. (2005). *Seguridad Industrial: Un enfoque integral*. México: LIMUSA S.A.

Ramos, L., & Sapúlveda, F. (Noviembre de 2013). *Evaluación del sistema transporte de*. Obtenido de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/492/1/Sepulveda_Hernandez_Felipe_Alejandro.pdf

Ray, A. (2000). *Seguridad Industrial y Salud*. Mexico: Empresarial, S.A.

- Revista Cubana de Enfermería. (2006). *Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192006000400008
- Rodríguez, M. (2017). *Departamento de Ingeniería eléctrica*. Obtenido de <https://personales.unican.es/rodrigma/PDFs/Maquinas%20cc.pdf>
- Roldán, J. (2019). *Máquinas y herramientas, procesos y cálculos mecánicos*. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.
- Santos, M. (1993). *La evaluación, un concepto de dialogo, comprensión y mejora*. Obtenido de http://www.habilidadesparaadolescentes.com/archivos/1993_Evaluacion_un_proceso_de_dialogo.pdf
- Screw Conveyor de México S.A. de C.V. (s.f.). *Transportadores helicoidales, uso de transportadores helicoidales*. Obtenido de <http://www.transportadoreshelicoidales.com.mx/>
- Secretaría de Salud Laboral y Medio ambiente de CCOO de Asturias. (2004). *Lesiones musco-esqueléticas de origen laboral*. Obtenido de Secretaría de Salud Laboral y Medio ambiente de CCOO de Asturias: <http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2014/06/Lesiones-musculoesquel%C3%A9ticas-de-origen-laboral.pdf>
- Secretaría de Salud Laboral y Medio ambiente de CCOO de Asturias. (2004). *Lesiones músculo-esqueléticas de origen laboral*. Obtenido de Secretaría de Salud Laboral y Medio ambiente de CCOO de Asturias: <http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2014/06/Lesiones-musculoesquel%C3%A9ticas-de-origen-laboral.pdf>
- Severns, W., Degler, H., & Miles, J. (1974). *Energía mediante vapor, aire o gas*. Barcelona, España: Reverté S. A.
- Soto, L. (1 de Marzo de 2021). (R. Tum, Entrevistador)
- Tolosa, L. (2017). *Técnicas de mejora continua en el transporte*. España: MARGE BOOKS.
- Tsubaki. (2008). *Soluciones para transmisión de fuerza*. Obtenido de Soluciones para transmisión de fuerza: <https://www.ustsubaki.com/pdf/sugar-mill-brochure-sp.pdf>
- Universidad Austral de Chile. (1992). Bosque. *Bosque*.

- Universidad de Valencia. (2008). *Motores Sincronicos*. Obtenido de <https://www.uv.es/emaset/iep00/descargas/motores-Sincronos-0809>
- Universitat Autònoma de Barcelona. (2002). *Scielo*. Obtenido de El dolor de espalda en la población catalana, Prevalencia, características y conducta terapéutica: <https://www.scielo.org/pdf/gs/2003.v17n2/97-107/es>
- Urquiza, P. (2017). *Universidad César Vallejo, Repositorio Digital Institucional*. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23060/polo_ur.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, J., Ramírez, I., Pérez, S., & Madrigal, J. (2008). *Física mecánica, conceptos básicos y problemas*. Medellín: Editorial ITM.
- Walker, B. (2011). *La anatomía de las lesiones deportivas*. Paidotribo.
- Zuñiga, M. (1 de Marzo de 2021). Soldador Industrial. (R. A. Ramos, Entrevistador)

ANEXOS

Anexo 1: F-30-07-2019-01

Modelo De Investigación: Dominó

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

Elaborado por: Rony Amílcar Tum Ramos Para: Programa de Graduación

Fecha: 23 de marzo de 2022

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años.	4) Objetivo general Disminuir lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al quinto año de ejecutada la propuesta se disminuye el 75% de lesiones físicas en los operadores; comparados con el año anterior.
2) Problema central Sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.	5) Objetivo específico Lograr eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.	Verificadores: Estadísticas de lesiones realizadas por el departamento de seguridad y salud ocupacional. Supuestos: La empresa dota de equipo de seguridad y capacitación constante al personal involucrado. La empresa encuesta diariamente al personal involucrado para mejoras continuas.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de	6) Nombre Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año de

<p>cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.</p>	<p>transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.</p>	<p>implementada la propuesta, se cuenta con eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas, se concreta 85% de eficiencia</p>
<p>7) Hipótesis El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.</p>	<p>12) Resultados o productos — Se cuenta con departamento de Proyectos como Unidad Ejecutora. — Se elabora anteproyecto de Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal. — Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>	<p>Verificadores: Reportes del funcionamiento del nuevo sistema realizado por el departamento de operaciones. Supuestos: La unidad ejecutora enlaza esfuerzos con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para buscar un vertedero correcto y adecuado para cenizas, además adopta el sistema para monitoreo mensual.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto.</p> <p>a) ¿En cuánto se ha incrementado el porcentaje de lesiones físicas en los operadores? 1-5% ___ 5-10 % ___ Más de 10 %</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de lesiones físicas en los operadores? a) 0-5años ___ 5-10años ___ Mas de 10 años</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>	

c) ¿Ha sufrido lesiones físicas por trasportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga?
Si ___ No ___

d) ¿Ha comunicado ante sus jefes inmediatos la incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga?
Si ___ No ___

Dirigidas a Operadores de área de Producción.

Boletas 16, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.

9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal.

a) ¿Conoce si existe mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa? Si No

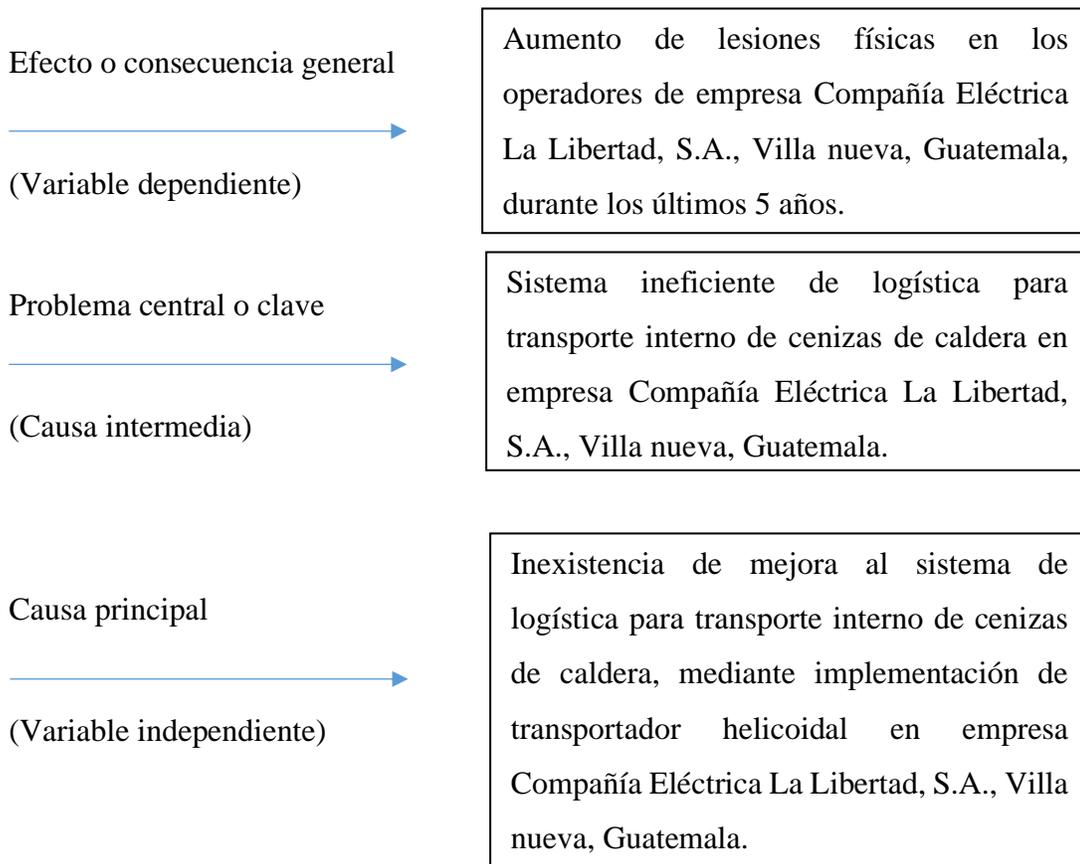
b) ¿Ha considerado cambiar la logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa?
Si ___ No ___

c) ¿Sería correcto realizar propuesta

Anexo 2: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Árbol de problemas:

Tópico: Inadecuada logística en el transporte interno de cenizas de caldera.



Hipótesis:

Hipótesis causal:

El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.

Hipótesis interrogativa:

¿Será la inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera causante del aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años por su sistema ineficiente?

Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Disminuir lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Objetivo específico



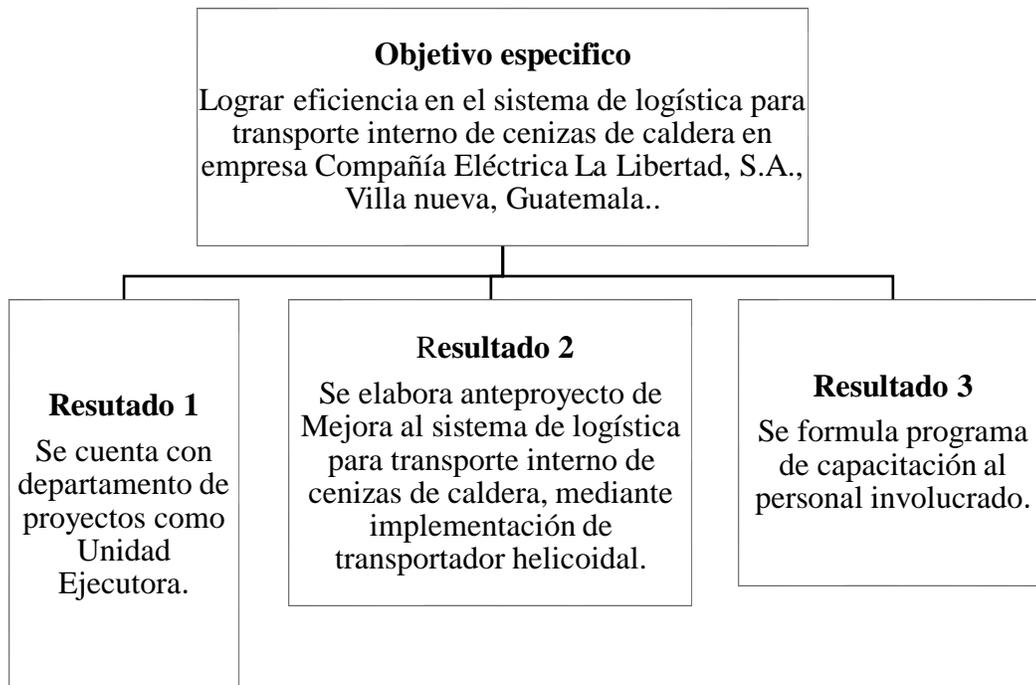
Lograr eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Medio de solución



Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años.”**

Esta boleta está dirigida a los operadores de área de producción de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, por medio de Censo.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1) ¿En cuánto se ha incrementado el porcentaje de lesiones físicas en los operadores?

- 1.1) 1-5% _____
- 1.2) 5-10 % _____
- 1.3) Más de 10 % _____

2) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de lesiones físicas en los operadores?

- 2.1) 0-5años _____
- 2.2) 5-10años _____
- 2.3) Más de 10 años _____

3) ¿Ha sufrido lesiones físicas por trasportar la ceniza de la caldera hacia el punto de carga?

Si___No___

4) ¿Ha comunicado ante sus jefes inmediatos la incomodidad para realizar el transporte de la ceniza de la caldera hacia el punto de carga?

Si___No___

5) ¿Considera que el aumento de lesiones en los operadores repercute en la gerencia de tal forma que se automatice el sistema para dejar de efectuarlo de forma manual?

Si___No___

Observaciones:

Lugar y Fecha_____

Anexo 5: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.”**

Esta boleta está dirigida a los gerentes y supervisores del área de producción de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala”. Con el 100 % de nivel de confianza y 0% de error debido a que se aplicó técnica censal.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1) ¿Conoce si existe mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa?

Si___ No___

2) ¿Ha considerado cambiar la logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en la empresa?

Si___No___

3) ¿Sería correcto realizar propuesta mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera?

Si___No___

4) ¿Cree que la inexistencia de sistema de transporte interno de cenizas de caldera, repercute de forma positiva para resguardar la integridad física de los colaboradores?

Si___ No___

5) ¿Si se toma como pilar fundamental la ergonomía en el trabajo usted considera accesible la implementación del sistema de transporte interno de cenizas de caldera?

Si___No___

Observaciones:

Lugar y fecha_____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.

Para la población causa y efecto, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 16 operadores de área de producción (efecto) y 6 Gerentes y Supervisores del área de producción para población causa.

Anexo 7: Comentario sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años”.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

Año	X (años)	Y (Operadores lesionados anual)	XY	X ²	Y ²
2017	1	4	4.00	1	16.00
2018	2	5	10.00	4	25.00
2019	3	7	21.00	9	49.00
2020	4	8	32.00	16	64.00
2021	5	9	45.00	25	81.00
Totales	15	33	112.00	55	235.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	112
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	235.00
$\sum Y=$	33
$n\sum XY=$	560
$\sum X*\sum Y=$	495
Numerador=	65

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	1175.00
$(\sum Y)^2=$	1089.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	86
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)$	4300.00
Denominador:	65.57438524
r=	0.991240707

Análisis:

Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.99$ se encuentra dentro del rango establecido, indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

$$y = a + bx$$

Año	X (años)	Y (Operadores lesionados anual)	XY	X ²	Y ²
2022	1	4	4	1	16.00
2023	2	5	10	4	25.00
2024	3	7	21	9	49.00
2025	4	8	32	16	64.00
2026	5	9	45	25	81.00
Totales	15	33	112	55	235.00

$$n = 5$$

$$\sum X = 15$$

$$\sum XY = 112$$

$$\sum X^2 = 55$$

$$\sum Y^2 = 235.00$$

$$\sum Y = 33$$

$$n \sum XY = 560$$

$$\sum X * \sum Y = 495$$

Numerador

de b: 65

Denominador de b:

$$n \sum X^2 = 275$$

$$(\sum X)^2 = 225$$

$$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$$

$$50$$

$$b = 1.3$$

Numerador de a:

$$\sum Y = 33$$

$$b * \sum X = 19.5$$

Numerador

de a: 13.5

$$a = 2.7$$

Fórmulas:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

Proyección del efecto sin proyecto, por año, mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	2.7	+	1.3	X
Y(2022)=	2.7	+	1.3	6
Y(2022)=	10.5			
Y(2022)=	11 operadores lesionados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	2.7	+	1.3	X
Y(2023)=	2.7	+	1.3	7
Y(2023)=	11.8			
Y(2023)=	12 operadores lesionados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	2.7	+	1.3	X
Y(2024)=	2.7	+	1.3	8
Y(2024)=	13.1			
Y(2024)=	14 operadores lesionados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	2.7	+	1.3	X
Y(2025)=	2.7	+	1.3	9
Y(2025)=	14.4			
Y(2025)=	15 operadores lesionados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2026)=	a	+	(b	* X)
Y(2026)=	2.7	+	1.3	X
Y(2026)=	2.7	+	1.3	10
Y(2026)=	15.7			
Y(2026)=	16 operadores lesionados			

Proyección del efecto con proyecto, por año, mediante criterio profesional.

Cuadro 1: cálculo porcentual de la solución por año/resultado.

Año							
	6 (2022)	7 (2023)	8 (2024)	9 (2025)	10 (2026)		
Resultado							
Resultado 1 (Unidad ejecutora)							
Espacio físico	1.00%	1.00%	1.00%	3.00%	3.50%	Solución	
Material y equipo	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	3.00%		
Personal técnico	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%	4.00%		
Recursos financieros	1.00%	1.00%	2.00%	4.00%	3.00%		
Resultado 2 (Desarrollo del Plan)							
Implementar el método de las 5 S.	1.00%	1.00%	1.00%	3.00%	3.00%		
Habilitación de áreas específicas.	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	3.00%		
Implementación.	2.00%	1.00%	2.00%	2.00%	2.50%		
Resultado 3 (Capacitación)							
Convocatoria	1.00%	2.00%	3.00%	3.00%	3.00%		
Metodología	1.00%	2.00%	2.00%	1.00%	4.00%		
Temas	2.00%	3.00%	2.00%	3.00%	4.00%		
Total	12.00%	14.00%	17.00%	24.00%	33.00%		100.00%

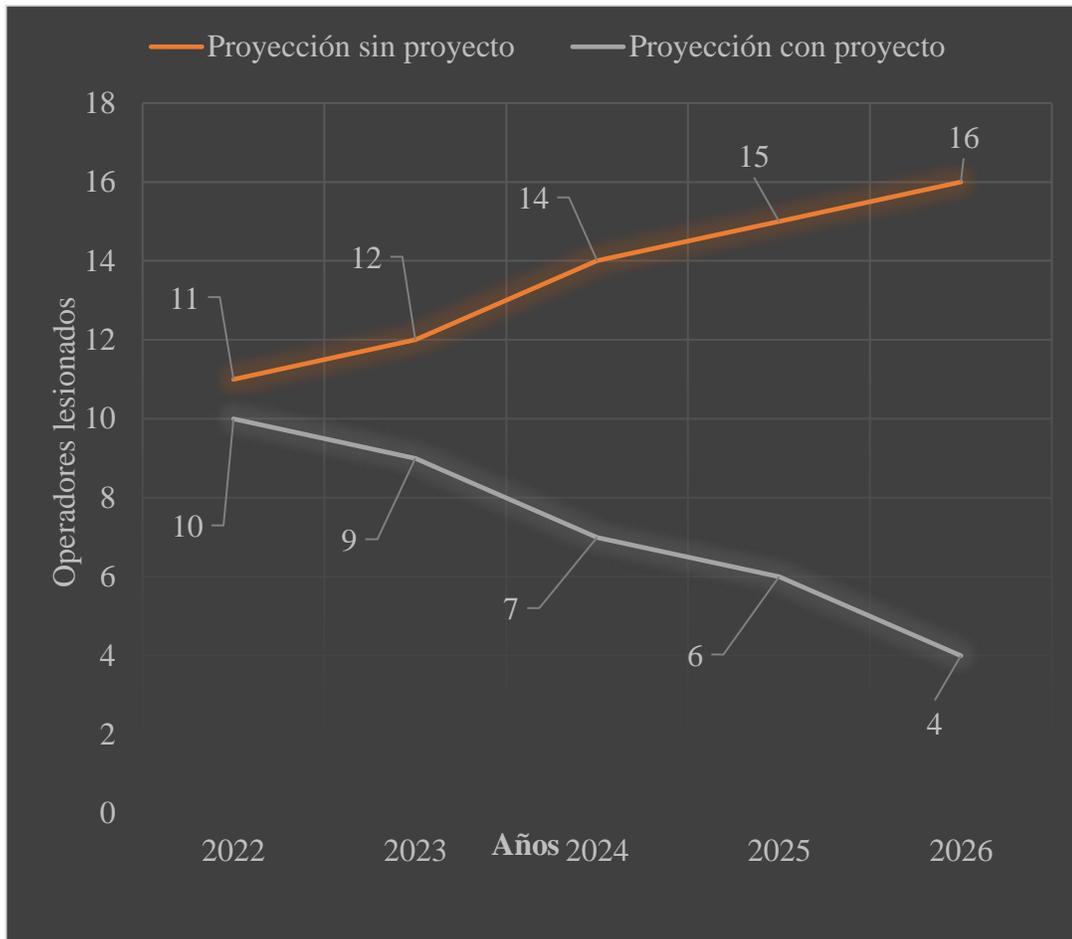
Cuadro 2: estimación de la proyección con proyecto.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Solución propuesta	Proyección con proyecto
6 (2022)	2022	11	12.00%	1.32	9.68
7 (2023)	2023	12	14.00%	1.36	8.32
8 (2024)	2024	14	17.00%	1.42	6.91
9(2025)	2025	15	24.00%	1.66	5.25
10 (2026)	2026	16	33.00%	1.73	3.52

Cuadro 3: Comparativo sin y con proyecto.

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	11	10
2023	12	9
2024	14	7
2025	15	6
2026	16	4

Gráfica 1: comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis:

Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala. Para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Rony Amílcar Tum Ramos

TOMO II

MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE
CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE
TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA
LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre 2022

Informe final de graduación

MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE
CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE
TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA
LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Rony Amílcar Tum Ramos

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre 2022

Informe final de graduación

MEJORA AL SISTEMA DE LOGÍSTICA PARA TRANSPORTE INTERNO DE
CENIZAS DE CALDERA, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE
TRANSPORTADOR HELICOIDAL EN EMPRESA COMPAÑÍA ELÉCTRICA
LA LIBERTAD, S.A., VILLA NUEVA, GUATEMALA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con
énfasis en Recursos Naturales
Renovables.

Prólogo

Mejorar la ergonomía en las empresas presenta dificultad en su mayoría, debido a la inversión económica que requiere, en el lugar de este estudio no se cuenta con sistema ergonómico y afecta al recurso más fuerte que cualquier empresa puede tener (recurso humano), esta propuesta trata la mejora en el sistema de logística de transporte interno de ceniza de caldera, con la finalidad de minimizar la cantidad de lesiones que sufren los operadores.

Al invertir en seguridad industrial las empresas deben identificar que de esta forma aumenta la disponibilidad de sus colaboradores, deja de haber mermas por lesiones en cuanto a la asistencia del personal y se crea un mejor ambiente laboral, ya que no solo trata del equipo de protección personal sino de automatizar un sistema que no sea ergonómico es parte del trabajo, por lo que sin duda a partir de la ejecución del proyecto ayudará al desempeño físico y disminuirá lesiones en los operadores.

En la empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, han aumentado las lesiones físicas en los operadores durante los últimos 5 años, el problema es su sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, ya que no se ha propuesto mejora mediante implementación de transportador helicoidal, u otras alternativas viables.

Persistir en la adecuada aplicación de seguridad industrial posee gran importancia por lo que debe estar involucrada y ser aplicada de manera correcta en la empresa, un ambiente agradable de trabajo no solo incide en la economía sino brindar la mejor comodidad a los colaboradores, es indispensable automatizar las etapas que se hacen de forma manual y así ayudar a la ergonomía en el trabajo.

Presentación

Tratar el tema de ergonomía en las empresas presenta dificultad en su mayoría, debido a la inversión económica que requiere, en el lugar de este estudio no se cuenta con sistema ergonómico y afecta al recurso más fuerte que cualquier empresa puede tener (recurso humano), esta propuesta trata la mejora en el sistema de logística de transporte interno de ceniza de caldera, con la finalidad de minimizar la cantidad de lesiones que sufren los operadores.

Al invertir en seguridad industrial las empresas deben identificar que de esta forma aumenta la disponibilidad de sus colaboradores al desempeñar sus actividades asignadas diarias, deja de haber mermas en la asistencia del personal y se crea un mejor ambiente laboral, ya que no solo trata del equipo de protección personal sino de automatizar un sistema que no sea ergonómico es parte del trabajo, por lo que sin duda a partir de la ejecución del proyecto ayudará al desempeño físico y disminuirá lesiones en los operadores.

Como en todo el rubro empresarial es indispensable que se cuente con el factor de comodidad y ergonomía en el desempeño de las actividades, presentar a la alta gerencia este tipo de mejoras crea varias perspectivas negativas, ya que cuando el consejo que direcciona las entidades no cuenta con experiencia en la aplicación e importancia de seguridad en el trabajo les cuesta apoyar este tipo de acciones, por lo contrario cuando el alto consejo tiene los principios de seguridad y la aplicación de mejora que automatiza los sistemas y al mismo tiempo mejora el ámbito laboral, apoyan con gran ímpetu las propuestas.

En la investigación surgió la propuesta formulada y se cuenta con departamento de proyectos como unidad ejecutora, se elabora anteproyecto de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal y se formula programa de capacitación al personal involucrado.

Índice general

Contenido	Página
I. RESUMEN.....	1
II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10
ANEXOS	

I. RESUMEN

Las centrales termo- eléctricas utilizan combustible (carbón mineral, bagazo de caña, etc.); se transporta a la caldera y se quema para aumentar la temperatura del agua almacenada en las paredes de esta hasta el punto de ebullición y elevarlo a la presión necesaria, el vapor se envía a la turbina y se transforma la energía mecánica en eléctrica, el proceso de combustión produce ceniza fina y gruesa, la ceniza fina es succionada por el sistema. La ceniza gruesa es desechada de forma automática y movilizada de forma manual hacia el punto de carga.

La lesión física surge de desempeñar mala acción o esfuerzo, les ha sucedido a los operadores en la empresa mencionada con anterioridad, aunque la empresa cuenta con Departamento de Seguridad y Salud Industrial, nadie está exento de sufrir percances por lo que se debe implementar transportador helicoidal para que cumpla con la función del transporte de ceniza, existe variedad de sistemas de transporte de carga, pero este es el más eficiente para ser utilizado a la intemperie.

Mejorar la ergonomía en las empresas presenta dificultad en su mayoría, debido a la inversión económica que requiere, en el lugar de este estudio no se cuenta con sistema ergonómico y afecta al recurso más fuerte que cualquier empresa puede tener (recurso humano), esta propuesta trata la mejora en el sistema de logística de transporte interno de ceniza de caldera, con la finalidad de minimizar la cantidad de lesiones que sufren los operadores.

Al invertir en seguridad industrial las empresas deben identificar que de esta forma aumenta la disponibilidad de sus colaboradores, deja de haber mermas en la asistencia del personal y se crea un mejor ambiente laboral, ya que no solo trata del equipo de protección personal sino de automatizar un sistema que no sea ergonómico es parte del trabajo, por lo que sin duda a partir de la ejecución del proyecto ayudará al desempeño físico y disminuirá lesiones en los operadores.

Tomo I:

El capítulo uno (I) contiene la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), metodología (métodos y técnicas), así como los métodos y técnicas utilizadas para la formulación, comprobación de la hipótesis y estudio del proyecto.

El capítulo dos (II) está conformado por el marco teórico (aspectos conceptuales), en el que se describen los aspectos conceptuales básicos y complementarios de esta investigación, con el fin de la comprensión de los sistemas de seguridad industrial, implementos para la seguridad industrial en situaciones pirotécnicas, logística, mejora a sistemas de transporte, etc.

El capítulo tres (III) incluye la comprobación de la hipótesis, donde se muestra la tabulación y descripción gráfica de los datos obtenidos en las encuestas.

El capítulo cuatro (IV) está conformado por las conclusiones y recomendaciones. Estos capítulos son seguidos del apéndice bibliográfico de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Universidad.

Los anexos son: 1) formato dominó, 2) árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos 3) diagrama del medio de solución, 4) boleta de investigación efecto general, 5) boleta de investigación para la comprobación de la causa principal, 6) cálculo de la muestra, 7) cálculo del coeficiente de correlación, 8) cálculo de la proyección lineal del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.

Tomo II:

El segundo tomo consiste en presentar a manera de síntesis la información y datos más relevantes de la investigación, la cual los capítulos se conforman de la siguiente manera:

El capítulo uno (I) es un resumen general del contenido de la propuesta donde se describen los tres resultados principales que ayudan a la solución de la problemática, el capítulo dos (II) comprende las conclusiones y recomendaciones, por último los anexos que son: el planteamiento de la propuesta de solución, la matriz de estructura lógica del trabajo investigativo y el presupuesto general de propuesta.

I.1 Planteamiento del problema:

En la operación del lugar de este estudio, se genera un flujo aproximado de 12 metros cúbicos diarios cuando la planta está en operación, dicho flujo es de cenizas provenientes del fondo de caldera, es transportada por carretillas hacia patio de almacenamiento para su disposición final, los operadores tienen turnos de 12hrs con jornal laboral 4 x 4, se realiza así debido a la inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Ha habido mejoras, como el habilitar acceso más cerca para las carretillas, cambio y mantenimiento de llantas; pero en la empresa aun así han aumentado las lesiones físicas en los operadores durante los últimos 5 años, el problema es su sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, ya que no se ha propuesto mejora y otras alternativas viables que disminuyan de alguna forma la logística actual en el traslado de cenizas.

En la actualidad la seguridad industrial posee gran importancia por lo que debe estar involucrada y ser aplicada de manera correcta en la empresa, un ambiente agradable de trabajo no solo incide en la economía sino brindar la mejor comodidad a los colaboradores, es indispensable automatizar las etapas que se hacen de forma manual y así ayudar a la ergonomía en el trabajo.

La solución es presentar mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa mencionada con anterioridad, para los diferentes problemas que se presentan, es necesario utilizar el ámbito ingenieril al presentar soluciones inmediatas y así que no se vean afectadas las actividades realizadas en el ámbito laboral, ya que es responsabilidad de la empresa automatizar sistemas en las actividades asignadas para mejorar el estado físico de los colaboradores que las ejecutan.

I.2 Hipótesis causal:

El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.

Hipótesis interrogativa:

¿Será la inexistencia de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera causante del aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años por su sistema ineficiente?

I.3 Objetivos:

I.3.1 Objetivo general:

Disminuir lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

I.3.2 Objetivo específico:

Lograr eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

I.4 Justificación:

En la ejecución de este estudio se refleja la importancia y necesidad de mitigar las lesiones físicas en el departamento de operaciones de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.

Ejecutada la investigación realizada en fuentes fidedignas y otras complementarias, además con las proyecciones en el anexo 8 de este documento se corrobora comportamiento negativo al problema, por lo que se debe dar solución a este tema.

Si no se realiza pronta intervención a la logística del sistema, se proyecta aumento progresivo lo cual genera riesgo a la integridad de los colaboradores, puede repercutir en lesiones de mayor realce e incluso irreversibles en los colaboradores.

De la misma manera al implementar la propuesta “Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.” proyecta disminución significativa por lo que sin duda ayudará al desempeño físico de los colaboradores, la cual aportará aumentar el nivel de ergonomía en las instalaciones de este estudio.

La razón principal por la que se realizó esta investigación es porque se ha reflejado Aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años.

Es parte fundamental de las empresas cumplir como requisito mínimo para el desempeño de actividades desempeñadas o asignadas al personal, para lograr esto se debe seguir los pasos de la propuesta presentada en este documento, y llegar a la mejora continua día con día.

I.5 Metodología:

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos:

Los métodos utilizados variaron en relación con la formulación de la hipótesis y la comprobación de esta; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados se expone a continuación:

Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales en el aumento de lesiones físicas de operadores de producción en empresa Compañía eléctrica La Libertad S.A., villa nueva, Guatemala, para este efecto se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente en el área producción donde se observó la forma en que actuaban los empleados al realizar la maniobra, así como a terceras personas que poseían relación directa con dicha área.
- Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada.
- Entrevista. Una vez formada la idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal del área, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Detectada la visión sobre la problemática del área de producción se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo 2 de este documento.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal.

El método del marco lógico permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Entrevista. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

- Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, he decidido no efectuar muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma está constituida por 16 personas que laboran en el área producción en la empresa citada con anterioridad, por lo que para obtener información más confiable, se censó la totalidad de la población; con lo que el nivel de confianza es del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2 Técnicas:

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo con la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se con anterioridad las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental, así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de esta. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Síntesis de los resultados:

Para solucionar la problemática presentada en este documento, se cuenta con departamento de proyectos como unidad ejecutora, además se elabora el anteproyecto de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal y se formula programa de capacitación al personal involucrado en el desarrollo de la ejecución del proyecto.

Principal conclusión y recomendación:

Se llega a la conclusión del aumento de lesiones físicas en los operadores del lugar de este estudio durante el tiempo mencionado con anterioridad, la principal recomendación es operativizar la propuesta, ya que el personal administrativo concluye que si es viable y correcto dicha implementación, la cual proyecta la mejora continua dentro de las instalaciones.

Anexo de propuesta:

En el anexo I, del tomo II del presente documento se esboza la solución para la problemática investigada, en el anexo II del tomo II incluye la matriz de estructura lógica con el fin de evaluar el trabajo luego de que se apruebe y ejecute la propuesta.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis: El aumento de lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa Nueva, Guatemala, durante los últimos 5 años, por sistema ineficiente de logística para transporte interno de cenizas de caldera, es debido a la inexistencia de mejora mediante implementación de transportador helicoidal. Con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.

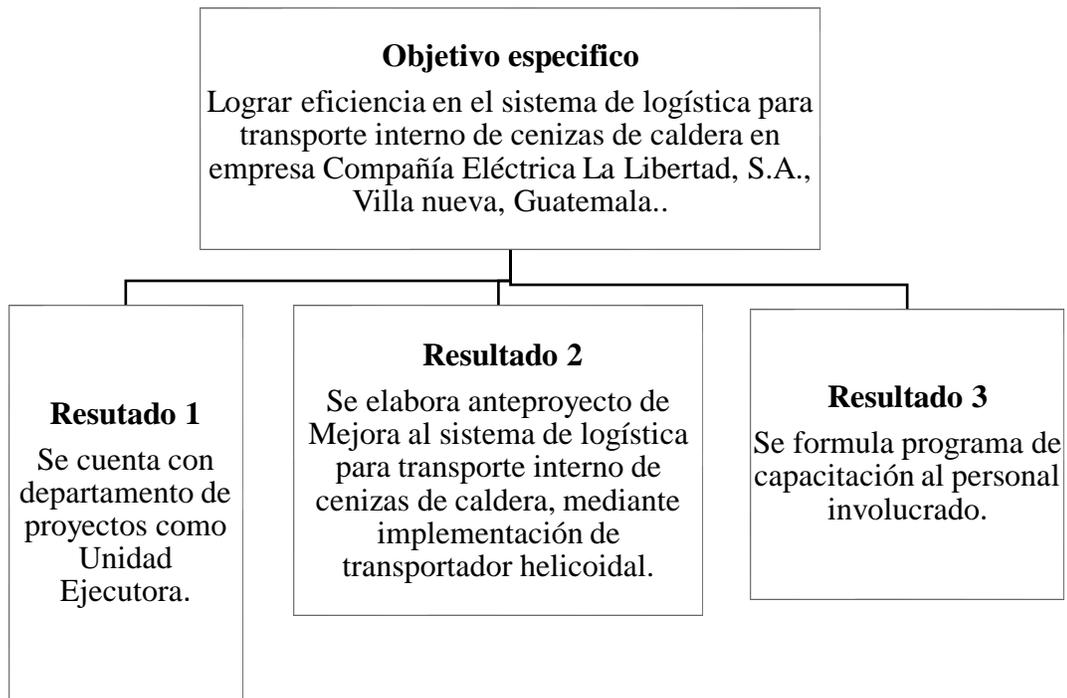
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan de mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal.

ANEXOS

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

El Departamento de Proyectos se encarga de implementar la mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante transportador helicoidal, posteriormente se desarrolla programa de capacitación al personal involucrado.

A continuación, se presenta el diagrama de medios de solución:



Resultado 1: La Unidad ejecutora fue asignada al departamento de proyectos.

Actividad 1: Espacio físico.

Es necesaria una oficina para acomodar al personal asignado, debe tener 9 metros cuadrados y estar ubicada en el área de producción, además poseer óptima accesibilidad.

Actividad 2: Material y equipo.

1 estantería de aluminio de 0.6m x 1.5m x 2m y 5 divisiones

1 silla para oficina color negro.

1 computadora COMPAQ modelo CQ2728LA PC, disco duro 3GB, memoria de 500GB, Windows 10.

1 escritorio de plywood para oficina de 0.7m x 2m x 0.9m.

Actividad 3: Personal técnico.

Un gerente de proyectos con perfil profesional de Ingeniero Mecánico.

Una secretaria con perfil de Secretaria Oficinista.

Actividad 4: Recursos financieros.

El departamento de proyectos en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., cuenta con presupuesto asignado para la implementación de mejoras dentro de la planta por lo que se solventa el recurso económico necesario.

Resultado 2: Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal.

Actividad 1: Implementar el método de las 5 S.

Se implementará dicho método para mejorar el ambiente laboral en el departamento de operaciones, con el compromiso de todo el personal involucrado y así llevar un mejor sistema de transporte interno de cenizas.

Acción 1: Limpieza.

El primer paso para llegar a obtener buenos resultados es mantener limpias las siguientes áreas relacionadas a la mejora.

- Limpiar Conductor de ceniza 2 veces por cada turno de 8hrs.
- Barrer pasillo lateral del operador auxiliar 1 vez por cada turno de 8hrs.
- Barrer patio frente a silo de cemento 1 vez por cada turno de 8hrs.
- El operario debe observar y limpiar cada hora si hay residuos de ceniza en los sistemas mecánicos.
- Barrer el área designada al operador de equipo auxiliar 1 vez por cada turno de 8hrs.

Acción 2: Orden.

Colocar llaves cola corona de $\frac{3}{4}$ " en base anclada dentro del cuarto de control, al finalizar la maniobra.

Las barretas deben estar ubicadas en el área del operador de equipo auxiliar.

El martillo debe permanecer en la caja de herramientas dentro del cuarto de control luego de ser utilizado.

Al finalizar cada reparación, el operador de equipo auxiliar debe guardar la herramienta general en la estantería metálica asignada al departamento de operaciones, ubicada en el cuarto de control.

Colocar los azadones frente al área de conductor de tablillas en los cargadores correspondientes luego de utilizarlos.

Entregar los insumos no utilizados (restos de cadena, conectores, aceite, etc.) una vez terminadas las reparaciones a bodega de suministros.

Levantar y entregar herramienta adicional utilizada en reparaciones a bodega de herramientas.

Acción 3: Organización.

Uno de los aspectos esenciales es la formar pasos al planificar la mejora; por lo que se deben tomar en cuenta las siguientes directrices.

Ejecutar la limpieza en horarios establecidos.

Mantener el orden según las especificaciones dadas con anterioridad.

Guardar con integridad la implementación de seguridad e higiene industrial recomendado.

Mantener la disciplina en todo momento para que el éxito obtenido sea perdurable dentro de la planta.

Revisar el equipo mecánico relacionado con el transporte de ceniza de forma semanal, por medio del departamento de mantenimiento.

Acción 4: Seguridad Industrial.

Es importante para lograr en éxito de una empresa y de mejoras dentro de las mismas, por lo que se debe aplicar lo siguiente:

Instalar guardas de seguridad a los dispositivos mecánicos expuestos.

Usar tapones auditivos en el área ya que está expuesta a ruidos mayores a 85 decibeles.

Parar equipo el tiempo necesario cuando se requiera hacer limpieza; utilizar guantes de cuero.

Usar lentes de protección para evitar daños por proyección de partículas.

Mantener el uso de casco de protección.

No tocar dispositivos electrónicos (panel de control automatizado) sin autorización del inmediato superior.

Acción 5: Disciplina.

El supervisor debe revisar al termino de cada turno de operadores el cumplimiento de las normas establecidas con anterioridad, para tomar sanciones necesarias; los rubros a evaluar son los siguientes:

- Limpieza
- Orden
- Seguridad Industrial

Sanciones: los incisos mencionados son de vital importancia para el cumplimiento de esta nueva herramienta que ayuda a los colaboradores, así que si se incumple una de éstas no se llevará a cabo el objetivo primordial de la implementación de la mejora.

Primera falta: es necesario hacer llamada de atención verbal a la persona que incumpla uno de los incisos anteriores.

Segunda falta: se debe hacer una llamada de atención escrita, si luego de la llamada de atención verbal la persona persiste en incumplir los incisos establecidos.

Tercera falta: si aún reincide la persona suspender de sus labores por 2 días sin goce de salario.

Actividad 2: Habilitación de áreas específicas para transporte

Se delimitará para evitar que las personas transiten en riesgo cerca del transportador helicoidal. De la siguiente manera.

Acción 1: Delimitación de señalización de seguridad.

Eliminar patio de 5m x 5.5m frente a ventilador tiro inducido, ya que es allí donde inicia el recorrido del transportador nuevo.

Facilitar puerta metálica de 0.9m x 2.10m para acceso frente a conductor de tablillas de ceniza.

Señalizar el suelo de color amarillo a una distancia de 0.15m alrededor del límite del transportador nuevo, la franja debe ser de 3" de ancho.

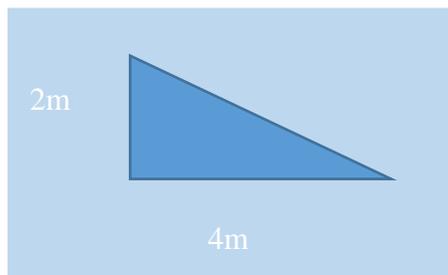
Señalizar rutas de evacuación con rótulos de 0.15m x 0.30m. Deben ser flechas color Blanco y fondo verde oscuro.

Colocar cinta de precaución a una distancia de 7 metros de donde se realice el montaje de la mejora.

Acción 2: Delimitación del área para instalación del equipo.

Para conocer las distancias necesarias a utilizar en la instalación del equipo se debe conocer lo siguiente.

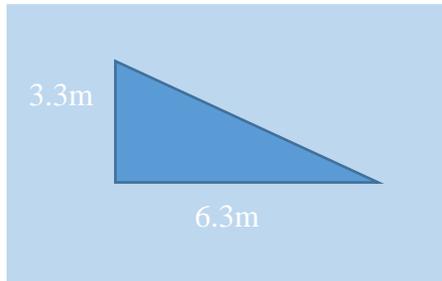
Sección tornillo sin-fin 1



$$\text{Tg } \theta = \frac{2}{4} = 0.5 \Rightarrow \text{Tg}^{-1} 0.5 = 26^\circ$$

Distancia Diagonal: 4.47m

Sección tornillo sin-fin 2.



$$\text{Tg } \theta = \frac{3.3}{6.3} = 0.523 \Rightarrow \text{Tg}^{-1} 0.523 = 27^\circ$$

Distancia Diagonal: 7.11m

Por lo tanto, la sección 1 mide 4.47m de longitud, sección 2 mide 7.11m, sección tornillo sin-fin 3 y 4 se implementarán horizontalmente con una longitud de 9 metros respectivamente; el ancho total necesario es 1m para todas las longitudes dadas.

Actividad 3: Implementación de transportador helicoidal.

Acción 1: Delimitación de características específicas del equipo.

Motor con las siguientes características: 2.4hp, 3.8hp y 2 unidades de 4.5hp. todos a 1760rpm, 230-460voltios.

Artesa: Acero inoxidable, de 1/8" tapadera atornillada a un diámetro de 1/2".

Tornillo sin- fin: tornillo tipo progresivo, en el primer metro a un paso de 0.13m y los siguientes a 0.26m cada paso, acero inoxidable de 1/4" a un diámetro de .26m.

Reductor: con una capacidad de reducción 60-1.

Acción 2: Adecuación de área para instalación.

Se deben realizar 2 bases paralelas para sujetar ambos lados de la artesa.

Fabricar zapata de 20"x 20" x 4"h; para cada base. Con varilla corrugada de 1/2"

Anclar estructura de base a zapata y fundir columna de 12" x 12" x 30"h; como mínimo 8" sobre el nivel de la tierra.

Cortar cuadros de lámina de 3/8" de espesor por 6" x 6".

Perforar 4 agujeros en las esquinas a un diámetro de 9/16".

Instalar cuadros de lámina con pernos de expansión de 1/2"x 5". La distancia de instalación será de acuerdo al ancho de la artesa del tornillo sin fin.

Actividad 4: Instalación de transportador helicoidal.

Acción 1: Ensamblado del equipo.

Sistema mecánico:

Instalar cuna de bronce donde encajan los extremos de ejes, a un máximo de 3m de longitud para evitar deformación en el tornillo.

Instalar caja de rodamiento de pared en el extremo de cola de la artesa.

Colocar tornillo sin-fin.

Colocar tapa de la artesa.

Colocar motor-reductor en el extremo de tracción.

Estructura:

Soldar de forma perpendicular a las bases, angular acero inoxidable de 3/8" x 4", formar diagonales con el mismo material para dar rigidez a la estructura.

Colocar tolva de descarga en el extremo de cola de cada sección de tornillo sin-fin.

Soldar artesa armada a la altura necesaria para obtener el ángulo deseado.

Sistema eléctrico:

Colocar panel para la automatización del arranque individual de motores.

Instalar tubería de ¾” para el cableado.

Instalar cableado.

Conectar.

Acción 2: Unión de puntos de interconexión de ingreso y salida de cenizas.

La sección 1 del transportador recibe la ceniza en el punto “A” (conductor de tablillas) para llevarlo hacia el punto “B”; la sección 2 recibe del punto “B” para llevarla al punto “C”; la sección 3 recibe del punto “C” para llevarla hacia el punto “D”; la sección 4 recibe del punto “D” y llevara la ceniza hacia el patio de acumulación de cenizas donde está lista para cargar en los camiones y ser llevada a su destino.

Acción 3: Configuración.

Girar de forma manual los diferentes tornillos sin-fin para dejarlos libres de cualquier posible rozamiento.

Medir los extremos de los ejes de los tornillos sin-fin para corroborar si poseen el ajuste deseado entre el anillo de bronce y el eje, el cual debe estar entre 5 y 7 milésimas de pulgada.

La relación del reductor deseada debe coincidir con 60-1

Arrancar el sistema, si presenta fallo realizar las correcciones correspondientes.

Probar disparo de emergencia, si no acciona reparar en panel eléctrico.

Tomar temperatura a cojinetes, deben oscilar entre 60°F - 85°F.

Resultado 3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado.

Actividad 1: convocatoria.

- Departamento de operaciones
- Departamento de mantenimiento
- Departamento de descarga de carbón

Actividad 2: metodología.

- Charlas.
- Trifoliales.
- Proyección cañonera.
- Ejemplificación en el punto de la maquinaria.
- 1 cada 3 meses durante 1 año.

Actividad 3: temas a capacitar.

- Problemas físicos en diferentes tipos de cargas.
- Tipos de transportadores.
- Uso adecuado de transportadores helicoidales.
- Mantenimiento de transportadores helicoidales.
- Equipo de protección personal para el manejo de transportadores

Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general:</p> <p>Disminuir lesiones físicas en los operadores de empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta se disminuye el 75% de lesiones físicas en los operadores; comparados con el año anterior.</p>	<p>Estadísticas de lesiones realizadas por el departamento de seguridad y salud ocupacional.</p>	<p>La empresa dota de equipo de seguridad y capacitación constante al personal involucrado.</p> <p>La empresa encuesta diariamente al personal involucrado para mejoras continuas.</p>
<p>Objetivo específico:</p> <p>Lograr eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera en empresa Compañía Eléctrica La Libertad, S.A., Villa nueva, Guatemala.</p>	<p>Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con eficiencia en el sistema de logística para transporte interno de cenizas , se concreta 85% de eficiencia</p>	<p>Reportes del funcionamiento del nuevo sistema realizado por el departamento de operaciones.</p>	<p>La unidad ejecutora enlaza esfuerzos con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para buscar un vertedero correcto y adecuado para cenizas, además adopta el sistema para monitoreo mensual.</p>
<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con departamento de proyectos como Unidad Ejecutora.</p>			

Resultado 2:			
Se elabora anteproyecto de Mejora al sistema de logística para transporte interno de cenizas de caldera, mediante implementación de transportador helicoidal.			
Resultado 3:			
Se formula programa de capacitación al personal involucrado.			

Anexo 3: Plan de trabajo

Cronograma de actividades						
Tiempo estimado en semanas	Petición de efectivo	Desembolso	Compra de materiales	Ejecución	Pruebas y mejoras	Puesto en marcha
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
Total: 14 semanas						

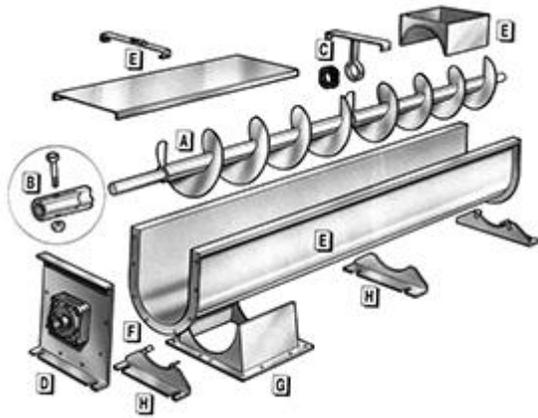
Anexo 4: Presupuesto

Resultados	Costo	
Resultado 1 (Unidad ejecutora)		
Subtotal 1		163000
Resultado 2 (Desarrollo del plan)		
Subtotal 2		5000
Resultado 3 (Capacitación)		
Subtotal 3		6000
Total		174000

Anexo 5: Otros anexos

Anexo 5.1: Imágenes

Imagen 1: Piezas de transportador helicoidal.



Fuente: (Screw Conveyor de México S.A. de C.V., s.f.)

Imagen 2: Transportador helicoidal armado.



Fuente: (Screw Conveyor de México S.A. de C.V., s.f.)