

Diego Antonio Cotzajay González

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA FASE DE ENFRIAMIENTO DEL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS
EN EMPRESA ECOTERMO, S.A., AMATITLÁN, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2023

Informe final de graduación

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA FASE DE ENFRIAMIENTO DEL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS
EN EMPRESA ECOTERMO, S.A., AMATITLÁN, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Diego Antonio Cotzajay González

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, agosto de 2023

Informe final de graduación

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA FASE DE ENFRIAMIENTO DEL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS
EN EMPRESA ECOTERMO, S.A., AMATITLÁN, 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, agosto de 2023

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

El trabajo de graduación “Sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala”, fue realizado por el estudiante de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciado.

En los últimos años la automatización de los procesos para el tratamiento de los desechos sólidos ha sido fundamental para el correcto manejo de los mismos.

En una planta industrial como la que tiene Ecotermo el espacio físico es importante para el almacenaje de nuevos productos que ingresan a incineración, por ello el aporte de la investigación realizada genera valor de forma positiva y directa a las operaciones generales de dicha planta.

Cada vez se genera más desechos sólidos y dentro de ellos encontramos los hospitalarios, los cuales generan riesgo biológico a la sociedad.

La mayoría de estos desechos son recolectados por empresas que se dedican al manejo de desechos sólidos hospitalarios, los mismos son incinerados a grandes temperaturas y posteriormente el residuo final (ceniza) colocado en el relleno sanitario.

Es por ello que el correcto tratamiento brinda bienestar, salud y cuidado del medio ambiente, parte de ese correcto tratamiento es la fase de enfriamiento del proceso de incineración de los desechos sólidos hospitalarios, que se propone automatizar para aumentar la productividad.

Los resultados de la investigación pueden aplicarse a otras empresas, también puede ser utilizado como fuente de consulta para estudiantes, y puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria de ingeniería industrial principalmente en la automatización de procesos productivos.

Presentación

La presente propuesta sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, fue realizada para incrementar la productividad de la empresa, realizado por autor, estudiante de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El problema central son ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

De la investigación realizada por el autor estudiante de ingeniería industrial surgió una propuesta para poder solucionar el problema, de cual se componen por tres resultados.

- a) Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora:

Dicho departamento cuenta con un espacio físico, material, equipo para trabajos de oficina y taller de metal mecánica, personal técnico calificado, así como los recursos financieros para la corrección de la problemática central en la que se ven afectados los resultados productivos de la empresa.

- b) Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios:

Anteproyecto compuesto por diseño del sistema automatizado con sus componentes a utilizar, permisos legales, adecuación del área para instalación de los componentes, montaje del sistema automatizado de enfriamiento, puesta en marcha y mantenimiento.

- c) Se formula programa de capacitación al personal involucrado:

Consiste en la convocatoria del personal involucrado en el montaje, puesta en marcha y mantenimiento preventivo o correctivo del sistema, metodología a utilizar, frecuencia de las capacitaciones y temas para la formación.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis.....	3
I.3	Objetivos	3
I.3.1	Objetivo general	3
I.3.2	Objetivo específico	3
I.4	Justificación	4
I.5	Metodología	5
I.5.1	Métodos	5
I.5.2	Técnicas	8
II	MARCO TEÓRICO.....	9
III	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	68
IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
IV.1	Conclusiones	79
IV.2	Recomendaciones	80
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1	Profesionales que indican que existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	69
2	Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	70
3	Baja de productividad en kilogramos reportada por el departamento de gerencia general, operaciones y sistema de gestión integrado en el último año	71
4	Causas de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	72
5	Posibilidad de incrementar la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.....	73
6	Conocimiento si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	74
7	Necesidad de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.....	75
8	Acciones a contemplar al momento de implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	76
9	La falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios afecta la productividad del proceso total	77

10	Planificación para la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios	78
----	---	----

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Página
1	Profesionales que indican que existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	69
2	Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	70
3	Baja de productividad en kilogramos reportada por el departamento de gerencia general, operaciones y sistema de gestión integrado en el último año	71
4	Causas de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.....	72
5	Posibilidad de incrementar la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.....	73
6	Conocimiento si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios empresa.....	74
7	Necesidad de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.....	75
8	Acciones a contemplar al momento de implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa	76

9	La falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios afecta la productividad del proceso total	77
10	Planificación para la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios	78

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

No.	Contenido	Página
1	Ciclo de la mejora continua.....	15
2	La productividad y sus componentes.....	17
3	Gestión de residuos industriales peligrosos.....	47
4	Áreas de aplicación de reingeniería.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Página
1	Simbología para cada tipo de bolsa para desechos hospitalarios.....	40
2	Bolsa para identificación de desechos infecciosos.....	41
3	Dos modelos de careta para toda la cara.....	59

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

No.	Contenido	Página
1	Operación para el proceso de incineración.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Contenido	Página
1	Equipo de protección ocular y facial apropiado para diversos riesgos.....	58

I. INTRODUCCIÓN

Los resultados de la investigación también pueden aplicarse a otras empresas que deseen automatizar fases de sus procesos para aumentar la productividad. Además, puede ser utilizado como fuente de consulta para estudiantes y que puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria.

Los desechos sólidos hospitalarios que se generan en Guatemala representan el 14% de todos los desechos, por lo que es de necesidad nacional y de cumplimiento legal según el acuerdo gubernativo 509 201 “Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios” que empresas como Ecotermo, S.A se encarguen de la recolección y tratamiento correcto de estos desechos.

Estos desechos son incinerados a temperaturas que alcanzan hasta los 1,300 grados Celsius y se obtiene como resultado final material inerte llamado también ceniza.

El problema central de empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, es la ineficiencia en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, durante los últimos cinco años, que provoca baja productividad en el proceso.

Automatización completa del proceso de incineración para tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios ayuda también a la seguridad y salud de los colaboradores de estas empresas.

Se propone automatizar la fase de enfriamiento de ceniza para aumentar la productividad de las operaciones.

En el presente trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis “La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado.”

I.1 Planteamiento del problema

En el presente año de no implementar la propuesta, continuará la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala debido a la inexistencia de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

El problema central del estudio está dirigido a las ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo S.A., Amatitlán, Guatemala, debido a que actualmente esta fase de enfriamiento se hace de manera manual en donde los colaboradores se exponen a las extremas temperaturas de la ceniza proveniente de la incineración, utilizando equipos de protección personal que los deshidrata por estrés térmico, por lo que deben estar constantemente saliendo del área de proceso a hidratarse perdiendo tiempo de operación considerable al final del turno.

También por las incomodidades y poca movilidad al utilizar equipos de protección personal tardan mucho tiempo en enfriar la ceniza utilizando una manguera de riego, palas y azadones para la remoción y enfriamiento de la ceniza.

Al aumentarse la productividad será un proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios eficiente y con oportunidad de replicar el diseño en otros modelos de hornos incineradores de desechos sólidos hospitalarios con los que cuenta la empresa Ecotermo S.A., con el mismo principio de automatización de la fase de enfriamiento.

Así mismo se le estaría brindado mayor seguridad durante la operación al colaborador que realiza de forma manual la fase de enfriamiento; La inversión del proyecto se detalla en el anexo 3 del tomo 2 Presupuesto, con el objetivo de proyectar el máximo provecho de retorno que se obtiene al automatizar la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

I.2 Hipótesis

Hipótesis causal

La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado.

Hipótesis Interrogativa

¿Será la inexistencia de sistema automatizado, la causante de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento?

I.3 Objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteado, fue posible la determinación y diagramación de objetivos del trabajo de graduación.

De manera que se pueda alcanzar la solución propuesta para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

I.3.1 Objetivo general

Incrementar productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

I.3.2 Objetivo específico

Contar con eficiente fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

I.4 Justificación

El desarrollo de la presente investigación y estudio se realizó con la finalidad de determinar la correlación existente entre baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años debido a la inexistencia de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.

Por lo que determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta se analizan los próximos 5 años con implementación del proyecto y sin proyecto.

Para el año 2027 de no implementarse el proyecto se estarían dejando de procesar 423,108.86 kilogramos menos en la producción, lo que representaría menor ingreso económico y baja productividad en el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Mientras que de implementarse el proyecto de automatización en la fase de enfriamiento para el año 2027 se estarían procesando 8,036,776.19 kilogramos más aumentando la productividad para dicho año.

Por lo que se puede notar, de no ejecutarse la presente propuesta para la fase de enfriamiento durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A. Amatitlán, Guatemala la cantidad de desechos procesados disminuirá a medida que pasa el tiempo; la situación de baja productividad en el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, seguirá en condiciones negativas.

Por lo que se hace evidente la necesidad de automatizar el sistema de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa Ecotermo S.A., Amatitlán, Guatemala, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada de aumentar la productividad en las operaciones.

I.5 Metodología

La metodología de investigación es el conjunto de procedimientos, métodos y técnicas que determinan una investigación.

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 a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; 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:

I.5.1.1 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 del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala. Para el efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa.

Sirvió para encontrar el efecto del problema, consistió en visitar las instalaciones de la empresa Ecotermo, objeto de análisis y observación del proceso de incineración.

Investigación documental.

Con esta técnica se recopilan antecedentes a través de documentos, en la que el investigador fundamenta y complementa su investigación con lo aportado por diferentes autores, con el fin de no duplicar documentos relacionados con la problemática a investigar.

Entrevista.

Esta técnica se aplicó para la formulación de la hipótesis al obtener información sobre la problemática directamente de los actores, a través de un cuestionario.

Ya posee una visión más clara sobre la problemática del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, 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.

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; para la consolidación de información antes mencionada se utiliza, modelo de investigación y proyectos: Domino.

I.5.1.2 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.

Para el efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Entrevista.

La entrevista es el proceso por medio del cual dos o más personas entran en estrecha relación verbal, con el objeto de obtener información fidedigna y confiable sobre todo o algún aspecto que se estudia.

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 un 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, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 12 personas que laboraban en gerencia general; operaciones, y sistema de gestión integrado; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será 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.

Técnicas

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

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa y 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 la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Coefficiente de correlación

Se realizó con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2018 a 2022); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala”. ingreso de datos

Así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta, la cual de no ejecutarse la propuesta la cantidad de desechos procesados disminuirá a medida que pasa el tiempo; la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de automatizar el sistema de enfriamiento.

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico es una de las partes fundamentales en la investigación que se hizo en el presente proyecto de tesis, debido a que muestra la información básica necesaria para la elaboración de la tesis y poder dar con los resultados de esta. El marco teórico se compone de aspectos conceptuales.

Productividad

“La productividad es un factor importante al momento de analizar los resultados que tiene una empresa u organización. A través del control de la productividad se pueden alcanzar los objetivos que esta tenga” (Prokopenko, 1989).

“La relación entre la producción obtenida de un producto o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios” (Prokopenko, 1989).

“La manera de demostrar una correcta gestión de los recursos, por medio de los resultados esperados sin disminuir la calidad del producto y sin desperdicios del proceso de producción” (Guzmán, 2020).

La productividad entonces se refiere no únicamente a producir en gran cantidad o la cantidad esperada, sino también poder lograr resultados con una cantidad adecuada de recursos, todo esto con el objetivo que el producto final sea uno de la mejor calidad.

Se basa en tiempo de entrega y la eficiencia del proceso de un producto, cantidad y calidad al mismo tiempo, para medir en base a ello el desempeño de los equipos de trabajo en la industria. “También se puede definir como la transformación de la materia prima en el menor tiempo posible. El tiempo es impredecible por lo que a las empresas les interesa obtener rentabilidad cuanto antes” (Guzmán, 2020).

“Por lo tanto se entiende que es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresa, ingenieros industriales, economistas y políticos. Compara la producción en diferentes niveles del sistema económico (individual, y en el taller, la organización, el sector o el país) con los recursos consumidos” (Prokopenko, 1989).

“El mercado cuenta con gran cantidad de empresas competentes que luchan día a día con entregar productos de alta calidad al menor precio, para poder ser atractivos a los ojos del consumidor, esto no sería posible para las empresas de no ser por el análisis previo de productividad en donde se analizan factores de calidad de la materia prima, de la mano de obra y de las instalaciones o maquinarias con las que se elaboran los productos en tiempo récord” (Jimenez, 2020).

Es cierto que la mayoría puede llegar a asociar el concepto de productividad con el de producción o incluso pensar que son los mismos términos, debido a que la productividad es algo más visible, tangible y medible, sin embargo, se formula de manera correcta y se analiza desde el punto de vista productivo se obtiene mejores resultados para la rentabilidad de la empresa.

“Esto puede suceder ya que la producción en sí es una parte fundamental de la productividad y es clave para poder medirla. Sin embargo, no hay que confundirlos, la productividad es el resultado (la producción) que se obtiene por cada unidad de trabajo” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Si un país se encuentra inestable económicamente la productividad es la única manera en la cual puede recuperarse. Pues la productividad se refiere a producir en la cantidad y de manera eficiente en relación a los recursos disponibles, es decir saber aprovechar correctamente los recursos que se tienen” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“No importa si se tienen muchos o pocos recursos, siempre se puede tener productividad, porque esta se mide de acuerdo a las circunstancias y posibilidades que se tengan en el contexto que se trabaje. Por lo tanto, se observa que la

productividad es imperante en el ámbito económico de una nación, ayudándole a saber aprovechar sus recursos eficientemente” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Por otro lado, en las empresas, también se puede y se debe aplicar el concepto de la productividad, pues también es importante y trae sus beneficios, porque los incrementos en la productividad conducen a un servicio que demuestra mayor interés por los clientes, a un mayor flujo de efectivo, a un mejor rendimiento sobre los activos y a más capital para invertir en activos capaces de generar nuevos empleos” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Como se ha mencionado, la productividad se centra en optimizar el uso de los recursos para la creación de productos o servicios. Sin embargo, estos mismos pueden ser factores determinantes para frenas o desacelerar la producción, al momento de analizar la productividad de una empresa se debe considerar si los recursos afectan positiva o negativamente a la producción, como, por ejemplo, la distribución de una línea de producción, si esta no se encuentra establecida de forma correcta, la optimización de la producción se ve impactada negativamente” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“La maquinaria y el equipo, así como las materias primas, con frecuencia restringen la productividad. Si la maquinaria y el equipo son antiguos, tienen poco mantenimiento, están desgastados, o son poco seguros, la producción será la que sufra las consecuencias” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Esto demuestra que los recursos de una empresa no son únicamente las materias primas, sino todo lo que está relacionado con el proceso de producción dentro de la empresa” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“El impacto negativo de los recursos sobre la productividad de una empresa, se puede comprender igualmente las condiciones de muchos estados, este impacto sobre la sociedad, alude que una mala productividad no satisface la demanda de los clientes y crea conflicto” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“La productividad afecta a todos como consumidores, contribuyentes y ciudadanos. Las personas se quejan de que ya no les llega el dinero para pagar compra de la semana, la reparación de sus coches o sus impuestos, hablan de algo más que el simple dinero” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Es importante saber que si desean mejorar productividad la deben de medir por medio de indicadores de rendimiento, de esta forma podrán estar seguros del desempeño del proceso evaluado e identificar desviaciones que afecten a la misma. Estos indicadores de rendimiento son la eficacia y la eficiencia, puntos importantes que ayudan a medir el nivel de desarrollo de la productividad” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Es bastante común entender y medir la productividad a través de los componentes de la eficiencia y la eficacia la primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado)” (Pulido, 2010).

“Es por ello, que cada entidad debe determinar previamente si medirán su productividad según la eficiencia o eficacia, pues ambos son útiles y logran el objetivo, cada una tiene su propio enfoque y manera de utilizar los recursos para lograrlo” (Pulido, 2010).

“Dependerá de cómo se vea el uso de los recursos en la empresa, si se le da más prioridad a ello o a los niveles de producción. Pues se puede buscar hacer más con menos recursos o tener como prioridad llegar a un objetivo establecido de cantidad y no enfocarse en cómo se utilicen los recursos, mientras no se utilicen más de los que se tienen disponibles, eso ya sería una acción incorrecta que puede afectar a la empresa” (Pulido, 2010).

“La eficiencia se medirá por los desperdicios que se tengan, sin impactar en gran manera de forma negativa la producción. Pero en el caso de la eficiencia, al no cumplir con las actividades de productividad establecidas no se cumplen los objetivos deseados” (Pulido, 2010).

“Como se puede observar, el término productividad se le vincula con el estudio de la relación de variables producto e insumos, esta interpretación puede ser menos valorada, de modo que enlistan las definiciones de productividad de la siguiente manera” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991):

1. “Facultad de producir. Calidad de lo que es productivo.”
2. “Aprovechamiento productivo de la naturaleza para reproducir y mejorar la raza humana.”

“La productividad analiza la capacidad que tiene la empresa de producir un producto mientras hace uso de los recursos de forma eficiente” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

“Se verá pues, si los productos son los requeridos por el mercado (los clientes) y cumplen las expectativas de este, así como que en el proceso se utilice una cantidad moderada de los recursos, sin derrochar recursos que serán utilizados en futuros procesos” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

“Entonces se puede comprender que la productividad en sí incluye la de calidad, sin embargo, prescinde de fanatismos estériles que ambas nociones convergen al ser debidamente tratadas, calidad como expresión de factores que van más allá del producto en el mismo (el servicio y los procesos que lo hacían posible) y productividad como resumen de las dos vertientes arriba anotadas” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

Método de Deming.

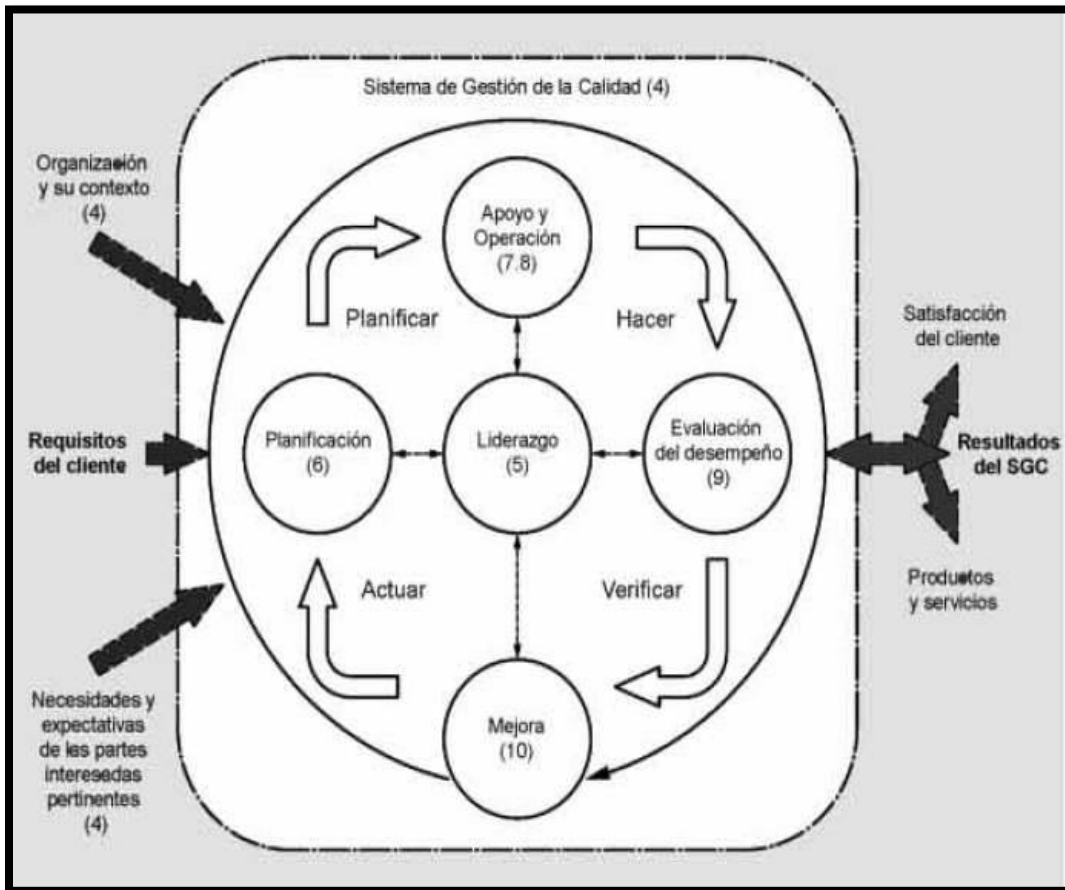
“Para mejorar las desviaciones en los procesos productivos y aumentar la productividad Deming demuestra 14 principios que brindan resultados esperados por el cliente, los cuales expone que son los siguientes” (Bello Pérez, 2006):

1. “Mejorar contantemente los productos y servicios.”
2. “Implementar nuevos sistemas.”
3. “No enfocarse en supervisión masiva para alcanzar la calidad.”
4. “Finalizar la práctica de comprar materia prima basados en el menor precio.”
5. “Mejorar siempre el proceso de producción y servicios.”
6. “Promover la capacitación y desarrollo profesional.”
7. “Establecer liderazgo.”
8. “Ser decidido.”
9. “Trabajo en equipo.”
10. “Eliminar mensajes que promueven la competencia desleal.”
11. “Eliminar metas estáticas.”
12. “Desarrollar programas efectivos de producción.”
13. “Implementar un programa fuerte de educación y mejoramiento continuo.”
14. “Involucrar a todo el personal para la transformación.”

“Todo sistema productivo que desee resultados positivos debe de comprender que no basta solo con implementar el método, por lo que debe tener en cuenta” (Bello Pérez, 2006):

1. “Evaluación permanente del método.”
2. “Desarrollo profesional acorde a los objetivos de la organización.”
3. “Los planes y programas deben de ser evaluados por la gerencia y alineados a los objetivos.”
4. “Determinar índices de productividad para diversos periodos y que permita realizar ajustes.”
5. “Desarrollo del ciclo PHVA por el recurso humano.”

Diagrama 1: Ciclo de la mejora continua.



Fuente: (Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos. , 2015)

Baja productividad

“Como se ha mencionado con anterioridad, la productividad es la relación entre las variables producción y uso de insumos, para alcanzar las metas establecidas, entre las cuales se considera crear productos que satisfagan las expectativas de los clientes. Por lo tanto, una baja productividad significa que en el proceso de producción se pueden utilizar recursos de más, o que estos no son de calidad, que afecte a la eficacia y eficiencia, el efecto de la baja productividad se ve reflejada así mismo en la sociedad” (Prokopenko, 1989).

“Una baja productividad produce inflación, un saldo comercial negativo, una escasa

tasa de crecimiento y desempleo. Por tanto, es evidente que el círculo vicioso de la pobreza, el desempleo y la baja productividad sólo se puede romper mediante un aumento de la productividad. Una mayor productividad nacional no sólo significa un uso óptimo de los recursos, sino que contribuye también a crear un mejor equilibrio entre las estructuras económicas, sociales y políticas de la sociedad. Las metas sociales y las políticas estatales definen La gestión de la productividad” (Prokopenko, 1989).

“La respuesta ante la inestabilidad económica de una sociedad debe ser el mejoramiento de la productividad, lo que a su vez produce mayor competitividad a nivel nacional e internacional de las empresas” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“También apunta que la dirección que se les dará a las empresas es en realizar énfasis en mejorar el rubro de ventas y no verificar los costes. Esto produce que se enfoquen en la clientela, mejorar la demanda, error que comente, pues al mejorar la productividad se reducen los costos unitarios y se mantiene el volumen de la producción, que es lo que les conviene a los directivos” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Este fenómeno produce un desorden industrial en el proceso productivo y como resultado se da la baja productividad. Constantemente se dan cambios de procedimientos o de directivos que no trabajan bajo lineamientos estándar” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018).

“Las causas del desorden industrial impiden el crecimiento potencial de las organizaciones, en su mayoría empresas pequeñas y medianas, por lo que a continuación se detalla algunas de las fallas por experiencia” (Ovando, 2020):

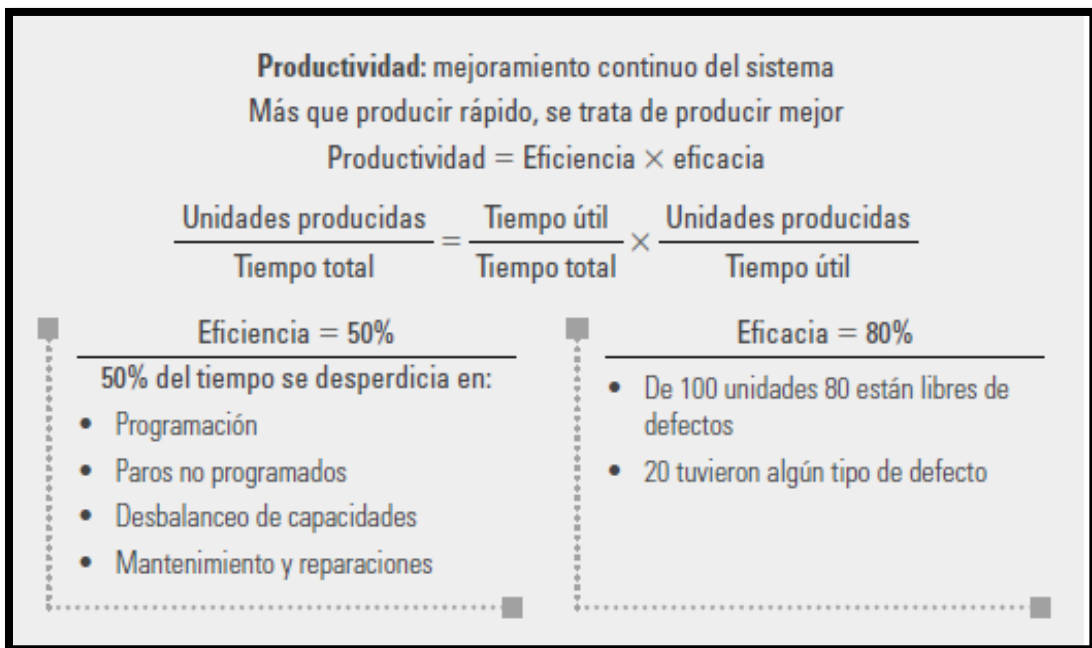
1. “Lotes incompletos y falta de disponibilidad para el despacho.”
2. “Falta de planificación para el despacho de productos.”
3. “Paros excesivos por mantenimiento.”

4. “Reprocesos, la calidad del producto debe ser buena desde la primera vez.”
5. “Falta de controles de calidad.”
6. “Tiempos muertos.”

Las fallas se centran en el proceso de producción, derivado de la falta de estudio de la productividad y el conocimiento de cómo puede afectar a largo plazo, tanto en el sistema económico, como en las expectativas del mercado, entre otros.

“Por lo tanto, en la siguiente figura se sugieren dos programas para incrementar la productividad: mejorar la eficiencia reduce los tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programado, reparaciones y retrasos en los suministros y en las órdenes de compra” (Pulido, 2010).

Diagrama 2: La productividad y sus componentes.



Fuente: (Pulido, 2010)

“De esta manera, si se multiplica eficiencia por eficacia, se tiene una productividad promedio del orden de 40%, en las ramas industriales referidas, lo que indica el

potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y en organizar por medio de programas de mejora continua” (Pulido, 2010).

“En una organización existen problemas que causan la baja productividad, como la falta de supervisión, calidad de la materia prima, paros por mantenimiento, planificación, entre otras” (Pulido, 2010).

La mayoría de las causas son fallas que no estaban previstas y están fuera del alcance de los operarios, como por ejemplo un stock de repuestos. Por eso se debe investigar causas más concretas, como si el diseño de la maquinaria es el adecuado, si el cliente se siente satisfecho con el producto y si el producto llegó a tiempo o tomar en cuenta el ciclo de la mejora continua.

“Generalmente al observar problemas con la productividad o errores en el proceso de producción se tiende a culpar al personal, lo que concluye en despidos. De esto, critica que en lugar de realizar una mejora se crea más caos” (Ovando, 2020).

“Esto lo explica de la siguiente manera, al momento que un empleado comete un error, se le despide, pero no se toma en consideración un estudio para determinar de dónde proviene este error, si es por falta de capacitación, falta de comunicación asertiva entre jefe-empleado o empleado-empleado, las competencias del puesto de trabajo o falta de experiencia por parte del trabajador” (Ovando, 2020).

Todos estos factores se pueden corregir de forma interna, pero al despedir, se debe contratar de nuevo, con esto iniciar el proceso de nuevo, sin haber corregido las fallas centrales.

“Es de considerar que otros factores que pueden afectar la productividad puede ser el ambiente laboral en que se esté trabajando, el nivel de estrés que manejan los empleados o la inteligencia emocional de estos. Todos estos factores pueden contribuir a una producción ineficiente, que no se toman en consideración, sino que

a dirección de la empresa se centra solamente en el nivel de ventas y en aumentar el mercado” (Ovando, 2020).

Indicadores de productividad

“Para evaluar el nivel de productividad las estructuras de alto desempeño necesitan tener procesos medibles basados en la mejora continua, de esta manera es que surgen los indicadores ya sea de calidad, medio ambiente o seguridad industrial” (Ovando, 2020).

Depende de los resultados que se obtengan al estudiar cada uno de estos indicadores se podrá comprobar si la empresa tiene alta o baja productividad.

“El análisis que se da con estos indicadores, es vital para determinar si los procesos de producción y el funcionamiento en general de la empresa tiene aspectos a mejorar o que deben ser corregidos por completo para mejorar su desempeño. Si se tiene una alta productividad entonces se puede determinar que los procesos realizados son correctos y sí se puede continuar de la misma manera” (Ovando, 2020).

“En cambio, si se determina una baja productividad, entonces a través de los indicadores se deben determinar cuáles son los aspectos que afectan a la empresa y su capacidad de tener una buena producción o una buena calidad, depende de lo que se haya medido con los indicadores inicialmente” (Ovando, 2020).

“La creación de estos indicadores depende de cada empresa, se deben considerar los objetivos de la empresa, así como los resultados que se esperan. Se debe tomar en consideración que es necesario que sean cuantificables y no solo por impresión; se debe contemplar una meta por cada indicador; se toma en cuenta la experiencia como base para el indicador. Además, en la redacción debe ser claro y conciso cada indicador. Por ejemplo “el producto debe realizarse en 5:46 minutos”. De esta manera, tanto los empleados como los profesionales podrán medir si este indicador de producción se cumple con la meta” (Ovando, 2020).

“Se le denomina indicadores de gestión, los cuales tienen como objetivo medir el desempeño de una empresa. Dependerá del enfoque que se quiere medir, pues puede ser productividad, seguridad, ventas, entre otros. Cada empresa deberá determinar estos indicadores según los objetivos generales que se tengan, pues cada una tendrá sus propias prioridades que incluso tienen un impacto en la manera en que se realizan los procesos dentro de la misma” (Ovando, 2020).

“En base a ello es que deben determinar qué tipo de indicadores se utilizarán, pues si no son coherentes con la manera en que se da el funcionamiento de la empresa y sus objetivos, los indicadores no serán útiles y darán datos incorrectos sobre el desempeño que se tiene” (Ovando, 2020).

Indicador de Gestión

“El indicador de gestión se basa en la calificación cuantitativa del desempeño de cada empresa o departamento, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, podría señalar desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso”. (Rodríguez & Gomez Bravo , 1991) Igualmente hacen la distinción con los parámetros de carácter técnico, que se basan en un sistema ya establecido como: “Temperatura de una colada, voltaje de la electricidad transmitida, PH de un curtido de tela, etc.” (Rodríguez & Gomez Bravo , 1991).

“Por lo tanto, los indicadores de gestión son expresiones cuantitativas que permiten analizar que tan bien se administra la empresa o unidad, en áreas como uso de recursos (eficiencia), cumplimiento del programa (efectividad), errores de documentos (calidad) y se deben de trabajar bajo metas previamente establecidas” (Rodríguez & Gomez Bravo , 1991).

En el caso de los indicadores de producción, se recomienda primero definir las cuestiones externas e internas (FODA) que afectan al mismo de forma positiva y

negativa, posteriormente ya se pueden definir los objetivos que serán medidos por medio de los indicadores de gestión.

“Cualquier departamento de la empresa puede ser analizado siempre y que los objetivos se encuentren alineados a los de la alta gerencia, esto para trabajar en el mismo sentir” (Ovando, 2020).

“Aun al actuar bajo dichas limitaciones cada unidad tiene un amplio campo de gestión en lo que se refiere a mejorar la calidad y productividad de esta. En tal sentido, los siguientes bloques de indicadores o familias de indicadores deben ser dirigidos a nivel departamental” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

“Esto quiere decir que los indicadores no pueden ser tan generales, pues cada departamento e incluso cada proceso que se realiza tiene sus propios parámetros y objetivos. Los indicadores deben ser muy específicos a las necesidades que se tengan y al funcionamiento de cada área, para así medir correctamente los niveles de productividad que tiene cada una” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

“Entre los indicadores de gestión, los relacionados a la productividad se encuentran Calidad del producto, satisfacción del cliente, efectividad en cumplimiento de compromisos y eficiencia en el uso de recursos. Basados en la línea de investigación, se detallarán los indicadores de calidad del producto y satisfacción del cliente (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

Calidad del producto

“Esta se basa en la calidad que tiene cada producto individual, el cual debe ser igual en todo el lote de productos fabricados. Respecto a esto se necesita que cada producto, por pequeño que sea mantenga un nivel establecido. El nivel de calidad dependerá de la exigencia del mercado. Por lo tanto, la calidad del producto se centra en la recepción del producto en los clientes, así como en que todos los

productos de forma individual cuenten con la misma calidad, características y funcionalidad” (Ovando, 2020).

“Dentro de los procesos de calidad se encuentran los que se basan en la calidad de los productos, indican las desviaciones de los procesos que provocan la baja productividad basados en el siguiente dicho: Todo lo que se puede medir se puede mejorar” (Ovando, 2020).

“Esto quiere decir, desde la perspectiva de una empresa, que, al medir ciertos parámetros en un proceso, en este caso medir la productividad, se puede determinar qué se puede mejorar, ya sea que se tenga una buena productividad o una mala, porque siempre existe la posibilidad de buscar nuevas maneras de realizar un proceso y que este sea mejor” (Ovando, 2020).

“Con esta última frase se describe los indicadores de productividad, al momento de crearlos se debe tener en cuenta que siempre se debe mejorar, por esa razón parte de ellos se encuentran constituidos o basados en la experiencia misma ganada a través de los años de producción de la empresa” (Ovando, 2020).

Satisfacción del cliente

“En este indicador se analiza cómo el cliente califica el servicio o el producto final de cada empresa, en este aspecto las empresas se enfocan en el producto final, pero en realizar un estudio para saber la calificación dada por los clientes” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991)

La satisfacción del cliente es lo mas importante para la aceptación del proyecto o servicio en brindado, con lo que se obtiene la retroalimentación de lo realizado. No se trata solo del resultado final, sino del impacto que tiene en la sociedad, tener en cuenta este indicador también permite para la empresa mejorar a la competencia” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991).

“Por lo tanto, en relación con los objetivos de la empresa, se escogen los rasgos primordiales a calificar por los clientes, estos se les coloca un rango de evaluación con la que se tendrán datos cuantificables que reflejen la satisfacción del cliente” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991):

“Dentro de las variables que se analizan, se definen las siguientes” (Rodriguez & Gomez Bravo , 1991):

- a) “Características del producto (si estas son de gusto del cliente, como peso, tamaño, forma, diseño, etc)”
- b) “Tiempo de entrega.”
- c) “Lotes o cantidad despachada.”
- d) “Condiciones de crotatación exiguidad (en caso que se requieran de ciertos documentos para adquirir el servicio o el producto.”
- e) “Atención y trato.”
- f) “Condiciones de garantía.”
- g) “Condiciones de despacho.”

“Por lo tanto, el uso de indicadores de productividad permitirá que los directivos, así com empleados tengan un panorama más real del impacto que causa el producto el servicio. El objetivo es que a través de la evaluación se pueda mejorar y realizar los cambios necesarios en el proceso del producto final, ya sea un objeto o un servicio” (Aceituno, 2020).

Cada empresa debe, por consiguiente, perseguir el alcance de los objetivos establecidos, con mantener una comunicación asertiva para que todo el sistema se encuentre en sintonía.

“De los aspectos que las empresas deben tomar en consideración se pueden mencionar las siguientes, que garantizarán una alta productividad” (Jimenez, 2020):

1. Efectividad en el cumplimiento de sus compromisos.

2. Eficiencia en el uso de los recursos.
3. Mejoramiento y motivación del recurso humano.

“Los aspectos básicos de gestión de cada empresa (cantidad, calidad, entrega, costos, seguridad y moral) tienen, las siguientes relaciones con dichos bloques de indicadores” (Rodríguez & Gomez Bravo , 1991):

- a) La gestión de la cantidad estará condicionada por la pauta de programación del sistema superior, o por la función ventas, o por la asignación de recursos a la unidad que se haya decidido en otra instancia concentrándose en la efectividad, en el cumplimiento de compromisos.
- b) La mejora de la calidad del producto o servicio de la unidad, si bien limitada por la dotación o asignación de recursos, tiene un amplio espectro de búsqueda de alternativas para mejorar los parámetros de diseño del servicio que incrementen la satisfacción de los clientes de la unidad y la conformidad o concordancia de este.
- c) La oportunidad de entrega es un aspecto igualmente de amplias posibilidades de gestión desde el ámbito de responsabilidad particular de la unidad el cual tendrá un rol clave en la mejora de la efectividad.
- d) La gestión de costa estará limitada, fundamentalmente, a mejorar la eficiencia en el uso de recursos y a presentar alternativas de insumos (tanto en calidad y precios) o propuestas de nuevos procesos o tecnologías que mejoren el producto y faciliten su producción, aunque en tales casos las decisiones finales y a veces su ejecución corresponden a un nivel superior o a otra función.
- e) La gestión de seguridad a nivel funcional estará condicionada por las políticas y medidas tomadas en otras esferas y limitada a la aplicación de la mismas, con el objetivo de plasmar mediante los indicadores de desempeño.
- f) La motivación del recurso humano, no obstante, su dependencia de políticas, normativas y sistemas diseñados y establecidos en otros niveles y unidades de la empresa, como un aspecto que no puede ser desligado de la responsabilidad de aquél que gerencia un departamento o unidad en particular y, sobre todo, en lo que se

refiere a la comunicación, liderazgo, entrenamiento y desarrollo, y participación del personal como factores de motivación.

“Por otra parte, en la medida que una empresa avanza más en la implantación de los nuevos enfoques de aprovechamiento de la capacidad de su recurso humano, la responsabilidad de cada gerente en su área de gestión sobre tal aspecto se acrecienta” (Rodríguez & Gomez Bravo , 1991).

“Pues los gerentes son los encargados de implementar, medir y controlar adecuadamente cualquier tipo de enfoque nuevo o mejorado que se realice dentro de su área o departamento, pues deben guiar los procesos de tal manera que se realicen de la manera correcta. También es responsabilidad del recurso humano el tener buenos niveles de productividad dentro de la empresa” (Rodríguez & Gomez Bravo , 1991).

“Para llevar a cabo un aumento de la productividad, los directivos han de prestar atención a uno de los siguientes indicadores que se enlistan a continuación para mejorar la productividad en las empresas” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018):

Mejoras en la productividad (métodos de trabajo)

“Luego de una evaluación correcta de los indicadores de productividad, se debe considerar los aspectos a mejorar. Por lo que una forma de mejorar la productividad consiste en realizar cambios en los métodos. Algunos ejemplos son” (Pineda, 2020):

1. “Eliminar procesos, que mejoren método de trabajo con procesos de valor añadido.”
2. “Eliminar tiempos de espera.”
3. “Mejorar la capacidad de los recursos disponibles.”

“La capacidad para obtener y mantener el mejor esfuerzo por parte de todos los empleados proporciona la tercera gran oportunidad para mejorar la productividad.

Para ello es importante considerar algunas de las siguientes acciones” (Tormo Belenguer & Guijarro, 2018):

1. “Obtener el máximo beneficio de los conocimientos y experiencia adquiridos por los empleados de mayor antigüedad.”
2. “Establecer un espíritu de cooperación y de equipo entre todos los empleados.”
3. “Motivar a los empleados para que adopten como propias las metas de la empresa.”
4. “Proyectar e instrumentar con éxito un programa de capacitación para los empleados.”
5. “Gestionar la capacidad de añadir turnos y no con uno sólo.”
6. “Utilizar el transporte para recoger las mercancías o materias primas de los proveedores, para que no vuelvan vacíos después de haber realizado sus entregas.”
7. “Instalar estanterías para sacar el máximo provecho del espacio entre el suelo y el techo.”

Como se puede observar, en una empresa es necesario que exista una evaluación de la productividad de esta, basándose en indicadores construidos a partir de los objetivos y experiencia que se tiene.

Desechos

Es un material que no tiene valor para muchas empresas o personas y por lo tanto, es descartado, sin embargo estos se pueden clasificar según su origen, peligrosidad y disposición final, ya que algunos pueden ser reutilizables, y otros deben tener su tratamiento correcto previo a la disposición final.

“En una definición amplia, los desechos pueden estar en cualquier estado de la materia, sólido, gaseoso o líquido. Debido al nulo valor que adquieren los residuos

de la producción estos se desechan (de ahí el nombre) a través de diferentes medios, como por ejemplo en vertederos” (Orozco Mendez, 2020).

“Los desechos como todo aquello que es generado por una actividad con acción directa del ser humano o de otros organismos vivos, que forman una masa heterogénea que, en su mayoría, es difícil de incorporar a los ciclos naturales, dichos desechos no generan valor para algunos sectores de la sociedad” (Colomina & Sánchez-Osuna, 2007)

“En general es todo material que sea generado por alguna actividad de un ser vivo que no será utilizado de nuevo después de dicha actividad, pues son considerados inútiles o indeseados” (Colomina & Sánchez-Osuna, 2007)

También se generan desechos en los hogares, comercios, restaurantes entre otros y la mayoría de los desechos genera contaminación al medio ambiente por lo que se le debe de dar el tratamiento correcto.

“Los tipos de desechos pueden ser los siguientes” (Colomina & Sánchez-Osuna, 2007):

- a) “Urbanos.”
- b) “Comerciales.”
- c) “Industriales.”
- d) “Agrícolas.”
- e) “Ganaderos.”
- f) “Forestales.”
- g) “De construcción y demolición.”
- h) “Sanitarios.”
- i) “Mineros.”
- j) “Radiactivo.”

“También se pueden clasificar los desechos sólidos según ciertas características físicas como su origen, composición, tipo de material e incluso su peligrosidad, entre otras características que se pueden analizar para un mejor tratamiento final”. (Colomina & Sánchez-Osuna, 2007)

“Basado en ello se clasifica los desechos según los siguientes aspectos” (Colomina & Sánchez-Osuna, 2007):

- a) “Composición química: orgánicos, que son aquellos que tienen un origen biológico y los inorgánicos cuya composición es una creación del ser humano.”
- b) “Utilidad: reciclables y no reciclables, es decir su utilidad en el sentido de cuántas veces puede ser utilizado, si es de uso único o no. Los reciclables pueden ser reutilizados tal como están o como materia prima al incorporarlos a procesos productivos.”
- c) “Origen: desde dónde se producen los desechos, el lugar y el tipo de actividad de donde se provienen. Pueden ser domiciliarios (las viviendas comunes), comerciales, constructivos, industriales y agrícolas. Dentro de esta categoría se dividen de nuevo y se consideran otras clasificaciones.”
- d) “Riesgo: peligrosos, no peligrosos e inertes. Los primeros son aquellos que por su composición pueden provocar un daño al ser humano, ya sea en su estado actual o puede tener cierta transformación física, química o biológica peligrosa, por ejemplo, desechos radioactivos o desechos que son combustibles. Estos necesitan un tratamiento especial y diferente al de los residuos comunes y no peligrosos.”
- e) “Los no peligrosos y los inertes no tienen este tipo de transformaciones. Lo que la diferencia de los desechos comunes es el hecho que son de materiales más complejos, que pueden contaminar de manera visual, sin embargo, no representan riesgo alguno para la salud humana, flora y fauna que nos rodea, lo contrario con los

materiales urbanos como el metal (se excluye el mercurio), plásticos, papel o cartón, escombros, restos de madera, etc.”

“La protección eficaz del ambiente requiere de la prevención de la contaminación a través de la conjugación de materiales, procesos o prácticas que minimizan los desechos” (Bustos Florez, 2009).

Se espera que los Gobiernos adopten medidas para poder cumplir estos objetivos, hoy en día los desechos pueden generar ingresos económicos, aunque se viera imposible, es por ello por lo que la importancia del reciclaje enseña a que los desechos para algunos más que para otros pueden generar valor económico.

“En el caso específico de Guatemala, se tienen principalmente dos tipos de desechos: la mayor cantidad de los desechos son orgánicos (basura común) y dentro de los reciclables se mencionan el papel, vidrio, plástico y metal” (Orozco Mendez, 2020).

De igual manera, se manejan otros desperdicios en menor porcentaje, al respecto Orozco Méndez especifica: Otro tipo de desecho son los que tienen un nivel de peligrosidad, por mencionar metales pesados, desechos bio infecciosos o gases de efecto invernadero.

“El manejo de desechos y su separación involucra las actividades relacionadas con el manejo desde que se producen hasta que se colocan en el almacenamiento de contenedores para la recogida. El manejo también incluye el movimiento de contenedores con carga hasta el punto de recogida” (Bustos Florez, 2009).

“La separación de los componentes de los desechos es un paso importante en el manejo y almacenamiento de estos en la fuente” (Bustos Florez, 2009).

“El proceso de desechar los residuos depende del tipo y el estado de este. Por ejemplo, tendrá una condición distinta si es sólido, gaseoso o líquido; de igual forma si es urbano, agrícola, minero, entre otros” (Orozco Mendez, 2020).

“Luego de la generación de los desechos, se debiera de almacenar de forma temporal por su compatibilidad, para luego ser trasportados de forma responsable y segura, al lugar que le brinde el tratamiento correcto para no convertirse en contaminación medio ambiental”. (Orozco Mendez, 2020)

“Debido a los altos porcentajes de desechos que se producen, en la Ciudad de Guatemala diariamente se desechan 2,500 toneladas en el vertedero, es necesario tener un manejo especial para cada tipo de residuos, así mismo, como ha expuesto la ONU, estos significan una amenaza, los desechos son una problemática ambiental en la actualidad que se debe de corregir por medio del uso de más recursos renovables para los procesos” (Mejia , 2020)

Desecho sólido

Los desechos sólidos son residuos en estado sólido que no tienen valor para el ser humano. Son generados por el ser humano como sobrantes de actividades o procesos, se conocen como basura.

“Los desechos sólidos en general es todo aquel material que ya no se puede volver a utilizar ni tienen ningún valor. Pues existen ciertos tipos de desechos sólidos que sí tienen un segundo uso, lo cual también se le conoce como reciclaje, que es la manera de darle un nuevo uso a cualquier material que ya haya cumplido con su función principal o que se utiliza en lugar de ser desechado” (Mejia , 2020).

“Reciclaje consiste en recolectar, clasificar y almacenar de manera temporal para incorporar un material a un proceso productivo, material que es transformado para un nuevo uso” (Mejia , 2020).

A pesar de esta posibilidad, muchas veces los desechos que podrían ser reciclados no se les dé esta oportunidad por la falta de separación. Porque puede ser que dentro de la basura no se realice una correcta separación y clasificación, por lo que es

común encontrar desechos sólidos que pueden ser reciclados. Actividad que en los rellenos sanitarios lo realizan personas que sobreviven con dicha actividad.

“Esto hace referencia a que muchas veces las personas que son la fuente principal de ciertos desechos, las que los generan, no son quienes realizan el reciclaje, sino que otras personas que se dedican a ello o que realizan esta actividad como método para obtener ganancias, son las que reciclan los desechos que llegan, erróneamente, a los rellenos sanitarios” (Mejia , 2020).

“La generación de desechos sólidos es común en las industrias por los desperdicios o incluso puede ser por desperfectos que se encuentran en los controles de calidad, por lo que los productos se convierten en desechos al no poderlos sacar al mercado” (Mejia , 2020).

Entonces, los desechos no son únicamente aquellos materiales que ya fueron utilizados o a los cuales ya se les dio un uso o su uso principal, también pueden ser productos con imperfecciones que ni siquiera pueden cumplir con su uso principal y que por ello deben ser desechados.

“Existen varias formas de generar desechos sólidos por lo que cada día en la sociedad se inculca y se concientiza en la importancia del reciclaje y tecnologías que trabajen con energía renovable con el objetivo de poder dejar un mejor futuro a las próximas generaciones” (Mejia , 2020).

“Se le llama manejo de desechos sólidos a las actividades que le brindan una clasificación por sus características para brindar el tratamiento correcto y con esto se evitan riesgos a la salud y medio ambiente” (Mejia , 2020).

El manejo de los desechos es sumamente importante, porque de no tenerlo podría causar impactos muy graves en la salud de las personas y dañaría el medio ambiente, pues los desechos son materiales que pueden llegar a ser contaminantes con un mal manejo o sin alguno en absoluto.

“Es necesario entender que existen diferentes tipos de desechos y cada uno tiene, y debería tener, sus propios métodos de manejo depende de sus componentes y características” (Mejía , 2020).

“Los desechos sólidos incluyen principalmente los desechos domésticos (basura doméstica), a veces con la adición de los desechos comerciales recogidos en una zona determinada, ya sea en estado sólido o semisólido”. (Bustos Florez, 2009)

“En términos generales, los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque no se van a utilizar. En el caso de los residuos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desecho” (Henry & Heinke, 1999).

“Los desechos sólidos pueden clasificarse de diversas maneras para lo que se debe tomar en cuenta ciertas características que estos tengan y criterios como su origen, su composición, tipo de material, incluso su peligrosidad y otros factores. Los clasifica según los siguientes aspectos” (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), 2007):

1. “Composición química: orgánicos, que son aquellos que tienen un origen biológico y los inorgánicos cuya composición es una creación del ser humano.”
2. “Utilidad: reciclables y no reciclables, es decir su utilidad en el sentido de cuántas veces puede ser utilizado, si es de uso único o no. Los reciclables pueden ser reutilizados tal como están o como materia prima al incorporarlos a procesos productivos.”
3. “Origen: desde dónde se producen los desechos, el lugar y el tipo de actividad de donde se provienen. Pueden ser domiciliarios (las viviendas comunes), comerciales, constructivos, industriales y agrícolas. Dentro de esta categoría se dividen de nuevo en otras clasificaciones.”

4. “Riesgo: peligrosos, no peligrosos e inertes.”

4.1. “Los primeros son aquellos que por su composición pueden provocar un daño al ser humano, ya sea en su estado actual o puede tener cierta transformación física, química o biológica peligrosa, por ejemplo, desechos radioactivos o desechos que son combustibles”

Estos necesitan un tratamiento especial y diferente al de los residuos comunes y no peligrosos.

4.2. “Los no peligrosos y los inertes no tienen este tipo de transformaciones. Lo que la diferencia de los desechos comunes es el hecho que son de materiales más complejos, materiales urbanos como el metal (se excluye el mercurio), plásticos, papel o cartón, escombros, restos de madera, etc.”

“Es importante clasificar adecuadamente los desechos porque cada uno tiene su propia forma de disposición final depende de sus características, ya que algunos pueden resultar incluso peligrosos si no se disponen adecuadamente. Sobre todo, sus componentes, pues, como se mencionó anteriormente, existen desechos que contienen materiales dañinos para la salud, peligrosos e incluso tóxicos y estos necesitan de procesos más elaborados para ser desechados” (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), 2007).

“Estas clasificaciones de los desechos son necesarias porque permiten establecer sus características generales y a partir de ello poder gestionarlos y tener un manejo adecuado según su clasificación. Solo con el hecho de que existen diferentes contenedores en donde almacenar los desechos depende de su clasificación, demuestra que todos deben manejarse según sus necesidades” (Mejía , 2020)

Desechos sólidos hospitalarios

“Son los desechos en estado sólido producidos por hospitales y clínicas de nivel público y privado que se genera durante la atención a la salud humana o animal.

También conocidos como desechos bio infecciosos, los cuales pueden ser muy dañinos para la salud si no se administran de forma correcta, tanto por su origen como su composición, son desechos peligrosos que tiene que ser tratados con cuidado” (Mejia , 2020).”

“Estos desechos son todos aquellos productos que ya no se consideran útiles para el desarrollo de los procedimientos necesarios en los centros hospitalarios” (Mejia , 2020).

“ Son aquellos que ya fueron utilizados en algún procedimiento y al haber estado en contacto con elementos que pueden ser dañinos o un peligro para la salud de otros, estos deben ser desechados” (Mejia , 2020).

“Los desechos sólidos hospitalarios contienen gran cantidad de microorganismos patógenos por lo que se conocen también como material bio infeccioso o peligroso”. (Mejia , 2020)

Estos desechos poseen características que pueden resultar potencialmente peligrosas para la salud humana, por lo que deben ser tratados con cuidado.

Cada tipo de desechos tiene su propia forma de manejo, pues los desechos sólidos hospitalarios no pueden ser únicamente depositados en la basura común y en un relleno sanitario en donde se mezclaría con otro tipo de desechos y donde no se le da un tratamiento adecuado.

“La interacción con estos desechos expone a las personas al riesgo biológico y algunas fuentes de contaminación son los hongos, bacterias, virus, parásitos y vectores”. (Mejia , 2020)

“La generación de los desechos sólidos hospitalarios en Guatemala, representa una amenaza para la sociedad, debido a la falta de cultura para el tratamiento correcto y disposición final”. (Mejia , 2020)

“A nivel nacional se cuenta con un acuerdo gubernativo número quinientos nueve dos mil uno, que es reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios, el cual a través de sus artículos muestra los requisitos legales que debe de cumplir los entes generadores de los desechos, así como las empresas que se dedican a la recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos hospitalarios”. (Mejia , 2020)

“En este acuerdo gubernativo existen diversas clasificaciones dentro de los mismos, las cuales se describen a continuación. Los primeros que definen en el acuerdo son los desechos hospitalarios, que son los desechos producidos durante el desarrollo de las actividades de los establecimientos que ofrecen servicios de salud, como hospitales públicos y privados, sanatorios, clínicas, laboratorios, bancos de sangre, y entre otros establecimientos donde se practiquen los niveles de atención humana e incluso veterinaria” (Mejia , 2020).

“Los desechos hospitalarios bio infecciosos los definen como aquellos generados durante alguna de las diferentes etapas de la atención a la salud o de tratamientos, y que por lo tanto han tenido contacto directo con pacientes humanos o animales. Por lo cual les hace representar diferentes niveles de peligro potencial de acuerdo al grado de exposición que tuvieron con agentes infecciosos que puedan provocar enfermedades. Estos pueden ser” (Mejia , 2020):

“Materiales procedentes de aislamientos de pacientes: estos son los desechos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desechos provenientes de salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles, incluye el material descartable que se utilizaran al estar en contacto con estos pacientes, como algodón, gasas, guantes, etc” (Mejia , 2020).

“Materiales biológicos: son los cultivos, muestras almacenadas de agentes infecciosos e instrumentos que se utilizaron para manipular cualquier tipo de microorganismo” (Mejia , 2020).

Sangre humana y productos derivados: todo aquel tipo de recipiente como bolsas e incluso mangueras intravenosas.

“Desechos anatómicos patológicos y quirúrgicos: estos incluyen tejidos, órganos, partes y fluidos corporales de personas o animales que se remuevan durante algún procedimiento” (Mejia , 2020).

“Desechos punzocortantes: aquellos objetos punzocortantes como agujas, bisturís, placas de cultivos, entre otros que estuvieron en contacto con pacientes o agentes infecciosos, pero también se incluyen este tipo de objetos aunque no hayan sido utilizados y deban ser desechados” (Mejia , 2020).

“Desechos animales: partes e incluso cadáveres infectados que provengan de laboratorios de investigación médica o veterinaria” (Mejia , 2020).

“También se mencionan los desechos hospitalarios especiales y los comunes. Los primeros son aquellos que constituyen un peligro para la salud por su composición y características agresivas o reactivas, es decir que son materiales o están hechos de materiales potencialmente corrosivos, inflamables, tóxicos, explosivos e incluso radioactivos” (Mejia , 2020).

“Algunos de los que se pueden mencionar son los desechos químicos peligrosos, los farmacéuticos vencidos contaminados o que no se utilizaron y los desechos radioactivos” (Mejia , 2020).

“Mientras que, los desechos hospitalarios comunes, son los que se generan por actividades administrativas, auxiliares o generales y que no pertenecen a ninguna de las clasificaciones antes mencionadas. Es decir que estos son desechos que se generan dentro de un hospital, pero que no son dañinos para la salud” (Mejia , 2020).

“Las instituciones que generan los desechos (hospitales, centros de salud, farmacias, entre otras), empresas que se dedican a la recolección, tratamiento y disposición de

los desechos sólidos hospitalarios previo a iniciar sus operaciones deben de presentar plan de manejo de desechos sólidos hospitalarios, al ministerio de salud pública en donde describen la responsabilidad de su operación cumple con los requisitos legales de dicho acuerdo gubernativo”. (Mejia , 2020)

“Parte de estas operaciones es la clasificación o separación de los desechos. La primera clasificación son los punzocortantes (todo lo que rasga, corta o pincha) como por ejemplo agujas y cuchillas, estos desechos deben de ser colocados en recipientes plásticos especiales con tapadera y simbología de riesgo biológico, con el objetivo de evitar accidentes al romperse la bolsa en la manipulación de estos” (Mejia , 2020).

“Segunda clasificación para la separación es lo no anatómico que son todos los materiales utilizados en la atención a la salud que tuvieron contacto con los pacientes, por ejemplo, guantes, batas, sabanas, colchones, vendas y gasas. Estos deben de almacenarse en bolsa de color rojo con la simbología de riesgo biológico”. (Mejia , 2020)

“Tercera clasificación que se debe de realizar en la separación es la de lo anatómico o patológico por ejemplo órganos o extremidades que se retiran en las salas de operación, esto se debe de colocar en doble bolsa color rojo con la simbología de riesgo biológico debidamente sellado con cinchos plásticos para un adecuado cierre”. (Mejia , 2020)

Luego que se realiza la separación, se debe de almacenar en un lugar temporal que se conoce como centro de acopio, este debe de ser diseñado en base a la cantidad de los desechos sólidos hospitalarios de se generan y deberá de contar con la señalización e identificación que solicita la normativa legal.

“Posterior a la clasificación y almacenamiento de los desechos se debe de contar empresa autorizada para el transporte, tratamiento y disposición final de los mismos. La única entidad en Guatemala que tiene la potestad de autorizar a una empresa para

el manejo de los desechos sólidos hospitalarios es el ministerio de salud pública” (Mejía , 2020).

“Según la naturaleza de generación o procedencia los desechos sólidos hospitalarios, estos deben ser clasificados en las siguientes categorías” (Quan, 2004):

Desechos sólidos comunes

“Son los desechos hospitalarios generados por las actividades administrativas de las instituciones, no representan peligro para la salud y sus características suelen ser similares a los desechos domésticos, entre ellos se puede encontrar el papel, desechos de productos utilizados para la limpieza, envases, restos de preparación de comidas, desechables como platos, vasos, servilletas, entre otros” (Quan, 2004).

Desechos sólidos reciclables

“Este tipo de desechos lo constituyen los desechos que pueden ser reciclados sin causar peligro a la salud, entre ellos papel, plásticos, cartón y metal” (Quan, 2004).

Desechos sólidos peligrosos

“Estos desechos son los generados en los diferentes servicios hospitalarios que se consideran peligrosos para la salud. Esta categoría, a su vez, puede clasificarse en desechos hospitalarios bioinfecciosos y desechos hospitalarios especiales” (Quan, 2004).

Desechos hospitalarios bioinfecciosos

“Son los desechos generados en, tratamientos, inmunizaciones e investigaciones que han entrado en contacto con los pacientes y por lo tanto representan diferentes niveles de peligro, según el grado de exposición.” (Quan, 2004).

La forma correcta de identificar este tipo de desecho peligroso es utilizando bolsa de color rojo, identificada con logo de bio infeccioso en color negro.

Materiales procedentes de aislamientos

“Comprende los desechos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desecho provenientes de salas de aislamiento de pacientes que sufren enfermedades con altos grados de transmisión. Se incluyen materiales descartables como algodón, gasa, guantes y otros materiales que hayan entrado en contacto con los pacientes de estas salas” (Quan, 2004).

Materiales biológicos

“Entre estos se incluyen los cultivos, muestras almacenadas de agentes infecciosos, medios de cultivo, placas de Petri y otros instrumentos utilizados para la manipulación, mezcla o inoculación de microorganismo. Asimismo, se consideran dentro de esta categoría las vacunas vencidas o inutilizadas, filtros de áreas contaminadas entre otros” (Quan, 2004).

Sangre humana y productos derivados

“Se consideran productos bioinfecciosos las bolsas de sangre vencida o con serología positiva, muestras de sangre para análisis, suero, plasma y otros subproductos. También se incluyen en esta categoría los recipientes que los contienen o entran en contacto con ellos, como las bolsas plásticas, mangueras intravenosas y otros” (Quan, 2004).

Desechos anatómicos patológicos y quirúrgicos

“Estos incluyen tejidos, órganos, partes y fluidos corporales, que son removidos durante procedimientos quirúrgicos, normalmente no se encuentran en clínicas en donde se brinda atención de emergencia, es de esta manera que la logística de

recolección de los desechos se puede determinar mediante una clasificación de clientes ” (Quan, 2004).

Desechos punzocortantes

“Son elementos punzocortantes que hayan entrado en contacto con pacientes o agentes infecciosos, como agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, bisturí, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rotas normalmente deben de ser almacenado en recipientes plásticos” (Quan, 2004).

Desechos sólidos hospitalarios especiales

“Son los desechos generados durante las actividades auxiliares de los centros hospitalarios que no mantienen contacto con los pacientes ni con agentes infecciosos causantes de enfermedades; sin embargo, constituyen un peligro debido a sus características como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad o radiactividad” (Quan, 2004)

“Para ello se debe de considerar equipos de protección específicos para su manipulación. Esta categoría puede ser dividida en los siguientes tipos de desechos” (Quan, 2004):

Desechos químicos peligrosos

“Son sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivos, genotóxicas o mutagénicas, por ejemplo, solventes, ácido crómico, mercurio, soluciones para revelado de fotografías, baterías, aceites utilizados. Por lo general, entran en esta categoría los desechos utilizados para el diagnóstico, quimioterapia, implementos de limpieza y desinfección” (Quan, 2004).

Desechos farmacéuticos

“Medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados o no utilizado que generan peligrosidad para la sociedad” (Quan, 2004).

Desechos radiactivos

“Son los materiales radiactivos o contaminados con radio núcleos con baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biológica, laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear” (Quan, 2004).

Figura 1: Simbología para cada tipo de bolsa para desechos hospitalarios.



Fuente: (Ministerio de salud, 2001)

Identificación de desechos sólidos hospitalarios

“Los desechos sólidos hospitalarios deben ser eliminados según sus características, por lo que es necesario que sean identificados adecuadamente. Para esto, una técnica ampliamente utilizada es el uso de diferentes colores de bolsas o recipientes para identificar cada una de las categorías establecidas anteriormente” (Mejia , 2020).

“El uso de diferentes colores para identificar los envases para desecho de estos productos facilita la labor del personal dedicado a la separación, evita errores de transporte y facilita el tratamiento de los desechos” (Blandón, 2006)

“Según sus características, los colores de bolsa asignados a cada categoría se distribuyen de la siguiente manera” (Blandón, 2006):

1. “Desechos infecciosos: bolsas de color rojo con el símbolo de bioinfeccioso.”
2. “Desechos especiales: bolsa de color blanco.”
3. “Desechos radiactivos: contenedores de plomo.”
4. “Desechos comunes: bolsas de color negro.”
5. “Desechos punzocortantes: contenedores rojos.”

Figura 2: Bolsa para identificación de desechos infecciosos.



Fuente: (Ecotemo, 2022).

Incineración.

“Desde el punto de vista lingüístico y etimológico la palabra incineración significa, reducir una cosa a cenizas, (Incinere, del latín). Sigue con esta lógica, en el proceso de incineración, todo aquello que no se ha transformado en cenizas, que es parte inorgánica se ha convertido en gas.” (Castells, 2012)

“De esta definición se infiere también que un gas, en caso de ser combustible se oxida, pero nunca se incinera.” (Castells, 2012)

“Proceso por el que se someten los materiales sólidos y líquidos, sean residuales o no, a un régimen de temperatura medias (850-1200°C), por efecto de las reacciones de oxidación exotérmica de los propios residuos, en presencia de exceso de oxígeno suficiente para que casi toda (>99,99 %) la fracción orgánica presente pase a la forma gaseosa, los compuestos oxidables a esa temperatura se hayan combinado con el oxígeno, y la fracción inorgánica se haya reducido a escorias (vidrios, piedras, metales) y ceniza” (Castells, 2012).

“La primera función de la incineración consiste en transformar, por medio de una reacción química de oxidación lo más completa posible, a alta temperatura, los desechos heterogéneos en unos residuos lo más inerte posibles, sin generar la mínima solución posible” (Castells, 2012).

Proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

“La eliminación de los desechos provenientes de hospitales y centros médicos es un problema biológico, tiene como objetivo reducir el riesgo de contagio de enfermedades en la comunidad provocadas por la dispersión de bacterias y virus que pueden provenir de hospitales o institutos de investigación” (Mejia , 2020).

La quema descontrolada de estos desechos parece, a primera vista, la solución racional al problema, sin embargo, debe ser realizada mediante el procedimiento

adecuado para disminuir o eliminar de preferencia sus efectos negativos en el ambiente y los riesgos de los operadores que realicen el proceso ya que al ser descontrolado no se cuenta con equipos de protección y elementos que eviten accidentes.

“Es la tecnología de tratamiento utilizada para la destrucción de los desechos sólidos hospitalarios, por medio de hornos que funcionan a base de gas” (Sagastume Ramirez, 2020).

“Durante el proceso se trabajan con temperaturas mayor a los mil doscientos grados centígrados por lo que se garantiza que cualquier microorganismo patógeno puede ser destruido” (Sagastume Ramirez, 2020).

“Los equipos encargados de la incineración surgen en los años sesenta en algunas partes del mundo, pero es en el año dos mil uno que en Guatemala son utilizados para la incineración de los desechos sólidos hospitalarios” (Sagastume Ramirez, 2020).

“Es fundamental para la incineración de los desechos sólidos hospitalarios, contar con una buena clasificación, debido a que al llegar a las plantas de tratamiento no es posible la revisión de los elementos almacenados en contenedores para el manejo de los DSH” (Sagastume Ramirez, 2020).

“El rendimiento de los hornos incineradores depende del porcentaje de humedad de los desechos sólidos hospitalarios, son los siguientes” (Sagastume Ramirez, 2020):

1. “Basura tipo 0 10% humedad 850 lbs/hora.”
2. “Basura tipo 1 25% humedad 1 100 lbs/hora.”
3. “Basura tipo 2 50% humedad 1050 lbs/hora.”
4. “Basura tipo 3 70% humedad 815 lbs/hora.”
5. “Basura tipo 6 0% humedad 588 lbs/hora.”

“Proceso por el cual los desechos sólidos hospitalarios son tratados por medio de la combustión para convertirlos en ceniza y disponerlos al relleno sanitario” (Sagastume Ramirez, 2020).

“La ceniza es el resultado de la incineración, este material es completamente inerte y los desechos sólidos hospitalarios quedan completamente irreconocibles” (Sagastume Ramirez, 2020).

“La incineración de los desechos sólidos hospitalarios consiste en introducir de manera manual y mecánica los desechos a una cámara de combustión primaria en donde todo lo sólido es incinerado, posteriormente los gases que se desprenden del proceso son tratados en la cámara superior en donde deben permanecer alrededor de dos segundos” (Sagastume Ramirez, 2020).

“Según reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios la incineración es la única tecnología autorizada para tratar los desechos peligrosos, sin embargo, indica que por avances tecnológicos se podrían autorizar otras tecnologías de tratamiento” (Sagastume Ramirez, 2020).

“La ubicación del incinerador debe de ser fuera del perímetro urbano y bajo condiciones seguras, de manera que se controle los riesgos de fugas, incendios y explosiones” (Sagastume Ramirez, 2020).

“Se encuentra establecido dentro del reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios el control y registro de las emisiones lo que se busca con esto es garantizar que la descarga de vapores a la atmosfera sea libre de contaminación”(Sagastume Ramirez, 2020).

Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos.

“A pesar de que la incineración de los desechos es ambientalmente bien aceptada, las industrias dedicadas al tratamiento de los desechos buscan cada día generar más

utilidad, por lo que en este proceso se puede identificar causas de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos” (Aceituno, 2020).

Factor humano:

“Se debe de definir los roles y responsabilidades por medio de un descriptor de puesto de manera que los colaboradores tengan claro metas y objetivos del puesto de trabajo” (Aceituno, 2020).

“Los colaboradores dedicados a la operación de las tecnologías de incineración deben de ser bien entrenados al punto de alcanzar conocimientos básicos del poder calorífico de los desechos que se incineran, ya que en este proceso es difícil definir una meta por hora, algunos desechos se incineran más rápido que otros y dependen de su estado físico” (Aceituno, 2020).

“En Guatemala no existe mano de obra calificada para la incineración de los desechos, por lo que se debe de crear un plan de carrera para el personal que opera las tecnologías, con el objetivo de evitar la rotación de personal” (Guzmán, 2020).

Por motivo de la ausencia de mano de obra calificada que manejen criterios técnicos la baja productividad se ve afectada, por lo que se recomienda implementar herramientas que registren los errores de los operarios y se conviertan en lecciones aprendidas, de las que se puedan compartir en reuniones técnicas con los supervisores y gerentes involucrados en la producción.

Es necesario realizar un análisis de trabajo seguro en donde por medio de una matriz de riesgos laborales se logre identificar los peligros existentes en las actividades de incineración de desechos y luego definir controles para la reducción del riesgo, de no realizarse dicho análisis aumenta la probabilidad de que ocurra un accidente laboral, el cual produce tiempo de paro en los equipos y mano de obra incapacitada para la operación.

“Dentro de los controles a implementar se debe de analizar el equipo de protección personal adecuado para la actividad, en ocasiones este equipo puede proteger, pero puede ser causa de atrasos en la operación” (Aceituno, 2020).

“La supervisión de las operaciones en campo es fundamental para el buen desempeño de los colaboradores de no contarse con una efectiva supervisión la productividad disminuye” (Aceituno, 2020).

Sin olvidar que la base de las operaciones es una buena planificación, por lo de no existir una planificación de las destrucciones de los desechos, aunque su poder calorífico no se puede medir el desempeño y cumplimiento de metas diarias de los operarios que se encuentran a cargo de las destrucciones de los desechos, esto también puede causar atrasos en la entrega de resultados de los clientes.

Factor industrial

“Se debe a la falta de mantenimiento preventivo o predictivo de los equipos o tecnologías utilizadas para la incineración de los desechos. Paros por mantenimientos correctivos son causas de la baja productividad durante el proceso” (Guzmán, 2020).

“Diseño de herramientas que complementen la operación de manera automatizada con el objetivo de producir más a un menor costo” (Guzmán, 2020).

“Varios de estos equipos utilizados para la incineración son hechos para un solo tipo de basura o desecho y es donde ingenieros deben de hacer modificación en la maquinaria industrial en búsqueda de la productividad” (Guzmán, 2020).

“Baja productividad por el mal diseño y distribución de la maquinaria y operaciones es una causa que se puede determinar por medio de un estudio de tiempos, mismo que dará el resultado o la solución para realizar las actividades en menor tiempo y de manera menos costosa” (Guzmán, 2020).

“La baja productividad en el proceso de incineración de los desechos se da por la falta de innovación con nuevas tecnologías de tratamiento que realicen la operación a un menor costo y de manera automatizada” (Ovando, 2020).

“La incineración descontrolada puede producir daños irreversibles para el medio ambiente, por lo que se debe de cumplir con la serie de pasos correctos para la buena incineración de los desechos sólidos hospitalarios” (Orozco Mendez, 2020).

“Incinerar desechos es un proceso químico simple, donde los componentes contienen carbón, hidrogeno, oxigeno, metales, halógenos y nitrógeno” (Orozco Mendez, 2020).

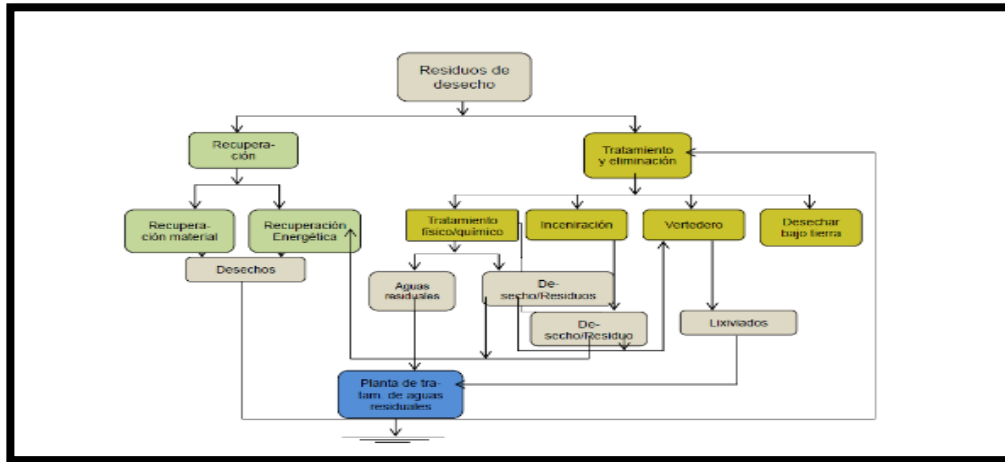
“Los porcentajes de materia junto con el contenido de humedad son datos que se deben conocer con precisión para determinar los requerimientos estequiométricos del aire de combustión al lograr con esto procesos eficientes durante la incineración” (Orozco Mendez, 2020).

“Las condiciones de incineración generalmente requieren un exceso de oxígeno para maximizar la formación de productos de combustión completa y minimizar la formación de emisiones derivadas de la combustión incompleta” (Cardozo, 2003).

“Los productos de la combustión completan serían vapor de agua y dióxido de carbono, mientras que en la combustión incompleta se encuentra monóxido de carbono, diversos hidrocarburos, aldehídos, cetonas, aminas ácidas orgánicos y materia orgánica” (Cardozo, 2003).

“En un incinerador bien diseñado estos productos se presentan en cantidades insignificantes. Sin embargo, en un incinerador que opera deficiente o con sobrecarga, los productos de la combustión incompleta representan un grave problema ambiental”(Cardozo, 2003).

Diagrama 3: Gestión de residuos industriales peligrosos



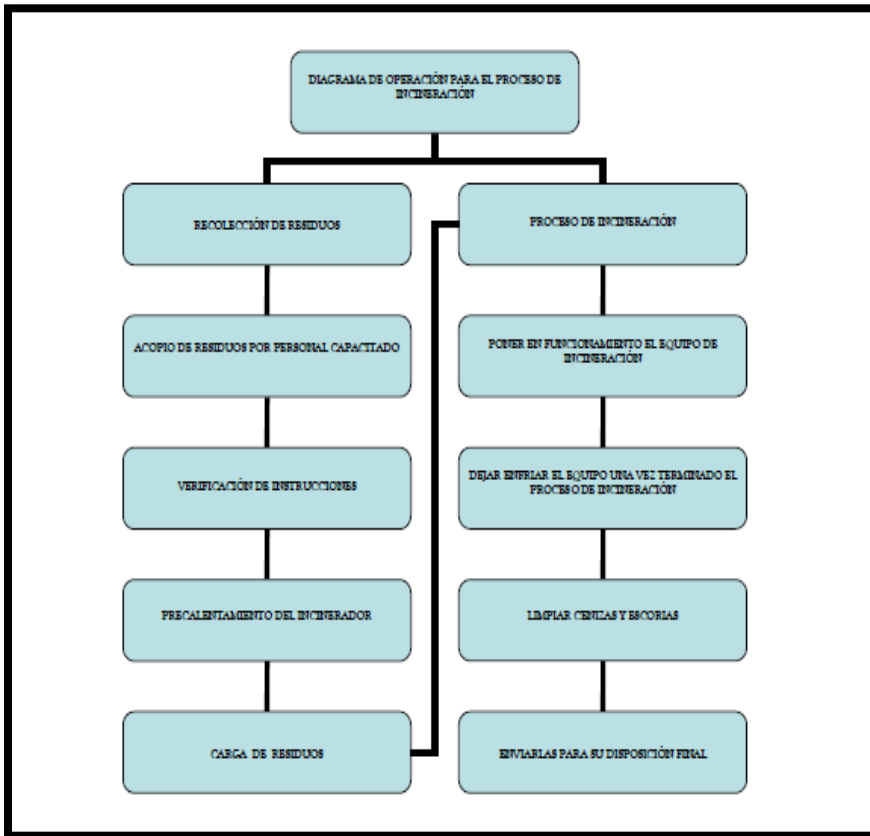
Fuente: (Jochen Vida, 2012).

“La combustión es un proceso fisicoquímico en el que intervienen dos elementos principales, combustible y comburente, este último un elemento oxidante cuya combinación con el anterior produce una reacción exotérmica” (Mejía , 2020).

“Según el acuerdo gubernativo 509-2001 se exige que en el proceso de incineración los gases generados por la combustión de los desechos alcancen de manera controlada una temperatura no inferior a los 850 grados centígrados” (Orozco Mendez, 2020).

“Para garantizar que estas condiciones los hornos incineradores actúan al inyectar aire primario que seca el residuo y da lugar a la combustión de este y el secundario que quema los gases producidos es la incineración de desechos para intentar conseguir una combustión completa mediante esta combustión la fracción combustible es reducida al obtener ceniza y una producción de gases que deben de ser controlados por qué para evitar la contaminación atmosférica” (Orozco Mendez, 2020).

Flujograma 1: Operación para el proceso de incineración.



Fuente: (Lavandería industrial Maypa S.A. De C.V., 2009).

“En la emisión atmosférica se incluyen contaminantes como óxido de nitrógeno procedente de la reacción del nitrógeno presente en los residuos y el oxígeno gases ácidos que contienen azufre, flúor, cloro o monóxido de carbono el cual se forma Existe una insuficiencia de oxígeno mismos que pueden salir en la corriente de humo como partículas o gaseosa y dioxinas y furanos” (Mejia , 2020).

“Las cenizas representan el 10% del volumen inicial y están compuestas normalmente por óxidos minerales, calcio, hierro y suele enfriarse bruscamente a la salida del horno se obtiene una materia inerte que se puede utilizar en construcciones o bien eliminarse en vertederos” (Mejia , 2020).

Deficiencias encontradas durante el proceso de incineración de desechos Sólidos hospitalarios.

“Como se ha mencionado, en el proceso de incineración se requiere que primero se catalogue el tipo de desecho, sin embargo, esto puede llegar a ser una deficiencia, si el personal no se encuentra capacitado. En este caso corre peligro la incineración pues se debe colocar el mismo tipo de desecho” (Orozco Mendez, 2020).

“Es necesario recordar que en un hospital el tipo de desechos que se manejan no son solo quirúrgicos, sino también pueden ser plástico, alimenticio, tejidos (como sábanas o toallas), entre muchos otros” (Orozco Mendez, 2020).

“Sigue la misma línea, del poco conocimiento que puede tener el personal, el peso de las cargas a poner en el incinerador puede ser otra deficiencia. De esto, es necesario recordar que el cuidado de la maquinaria es fundamental para mantener una buena producción” (Orozco Mendez, 2020).

“El uso de recursos de forma correcta ayuda a que se mantengan en óptimas condiciones de manera que al momento de utilizarlos sea efectivos para el proceso solicitado” (Orozco Mendez, 2020).

“Por lo tanto, el tener un equipo no capacitado para el trabajo puede incurrir en la baja productividad” (Orozco Mendez, 2020).

“De igual manera, con el uso de protección bioquímica. Es responsabilidad del establecimiento como del equipo que maneja los desechos el tener la protección y usarla” (Orozco Mendez, 2020).

“A raíz de esto se necesita de capacitaciones periódicas con el fin de garantizar que el recurso humano comprenda sus deberes y maneje la maquinaria de la mejor forma” (Orozco Mendez, 2020).

El uso constante de los equipos de incineración y el poco mantenimiento del equipo puede incurrir en que este eventualmente se descomponga y con esto aumenta el tiempo del proceso de producción.

“Además, el uso inadecuado puede afectar negativamente, como por ejemplo no manejar las temperaturas especificadas (o muy baja o alta), la regulación del combustible utilizado o la cantidad/peso de carga” (Orozco Mendez, 2020).

“Todas estas deficiencias se pueden llegar a dar en el proceso de incineración, ya sea por la mala práctica operativa, la falta de capacitaciones constantes para los operadores o la irresponsabilidad del líder del proceso productivo” (Orozco Mendez, 2020).

“A esto, es importante recordar que en Guatemala no existen profesionales especializados en el manejo de este tipo de desechos, por lo que se convierte en una de las mayores deficiencias de este proceso” (Orozco Mendez, 2020).

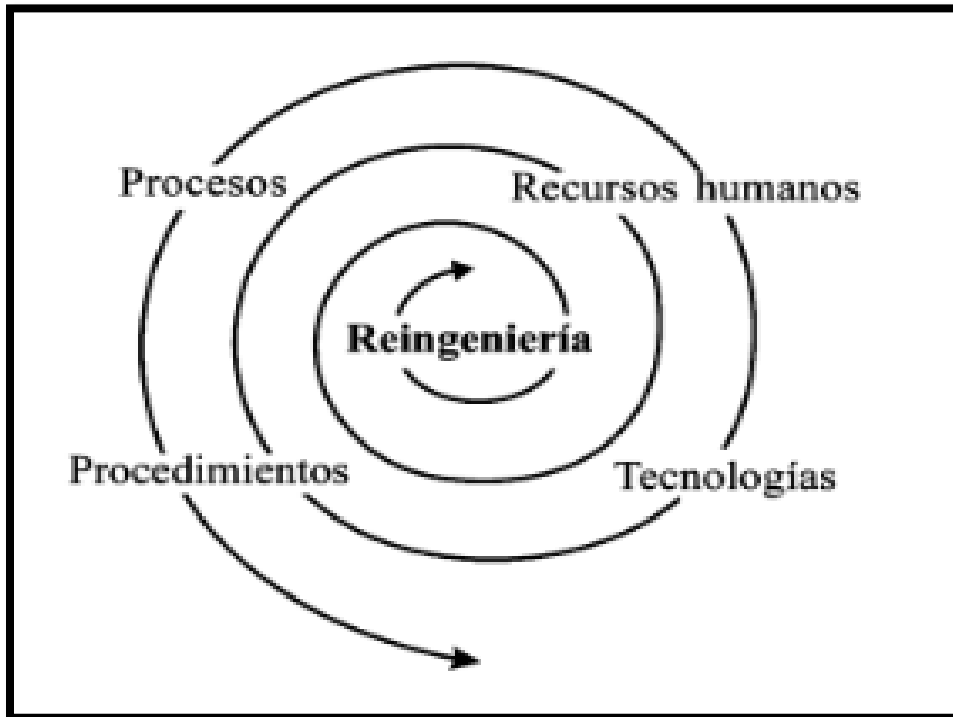
Reingeniería

“Las grandes empresas mostraron sus deficiencias al mantener estructuras y procesos administrativos donde la responsabilidad y autoridad se disminuirán según los niveles de la organización.” (Pérez, 2006)

“La presidencia o gerencia tenía contacto específicamente con la junta directiva y las vicepresidencias, es decir, el conocimiento de quienes integraban las organizaciones era mínimo en la década de los 70.” (Pérez, 2006)

“En la década de los 80 y principios de los 90 se tomó en cuenta más la participación de los integrantes de la organización quienes aportaron con ideas para los rediseños de procesos y en conjunto con los ingenieros dieron inicio a lo que hoy se conoce como reingeniería” (Pérez, 2006).

Diagrama 4: Áreas de aplicación de reingeniería.



Fuente: (Pérez, 2006)

Automatización

“Automatización es el proceso por el cual se busca reemplazar una acción realizada por un ser humano. De esta manera lo que se encuentra a cargo del ser humano puede o será realizado por un sistema o máquina (Córdoba, 2006).

“Automatización corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción, vale decir, ahorrar esfuerzo laboral” (Córdoba, 2006).

“Automatización es un método de controlar automáticamente la operación de un aparato -artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de medios mecatrónicos- electrónicos y computacionales que sustituyen los órganos sensitivos y la capacidad de decisión del ser humano” (Córdoba, 2006).

“Como se puede observar, la automatización es un proceso en el cual se busca mejorar el proceso de producción. Con el objetivo de cada vez ser mejores que la competencia, se necesita que los procesos sean más confiables, rápidos y hacer uso mínimo del recurso humano, ya sea por seguridad o por economía” (Córdoba, 2006).

“Existen varios niveles de automatización, las cuales se detallan a continuación. Estos niveles se encuentran catalogados por factores como la economía y la tecnología” (Moreno, 1999):

1. Automatización fija: este tipo de automatización se encuentra enfocada en las grandes industrias. Se adopta este proceso para la elaboración de productos ya establecidos, en los que tiene el objetivo de producir grandes cantidades. Este tipo de automatización no es flexible, esto se refiere a que se centran en una función solamente y no se les puede reprogramar, por lo que, si el producto por alguna razón deja de producirse, el sistema no se puede adaptar a otro.
2. Automatización programable: a diferencia de la automatización fija, esta se encuentra basada en producciones de menor volumen, permite que las máquinas puedan ser programadas para la realización de varias tareas, según le convenga a la empresa.
3. Automatización flexible: este tipo de automatización se encuentra entre las dos primeras descritas. Se centra en industrias de mediano tamaño, en las cuales se puede ajustar en un inicio la tarea que realizará la máquina basada en la producción del producto. Así mismo, tiene la característica que se le puede hacer modificaciones de forma periódica, según la empresa lo considere.

II.1 Adecuación de espacios para sistemas de enfriamiento.

“Como se ha mencionado anteriormente, la elección de automatizar un proceso de producción se basa en dos variables: la calidad del producto y el coste de su fabricación” (Córdoba, 2006).

“En conjunto, con un balance ideal entre estas dos se puede tener una productividad idónea, además de crear competitividad de la empresa entre el mercado en el que vende” (Córdoba, 2006).

“Si bien la automatización se centra en empresas manufactureras y de procesos, también se puede adaptar al manejo responsable de desechos. En el caso específico de la incineración, es de recordar que se manejan todo tipo de desechos, por lo que muchos de ellos pueden ser tóxicos para el ser humano” (Córdoba, 2006).

“El uso de temperaturas altas crea combustiones que pueden dañar la salud de los empleados” (Córdoba, 2006).

“A partir de esta premisa, y en línea con los ODS, muchos países han buscado la forma de automatizar el proceso de incineración, previene así contaminación o daños colaterales” (Córdoba, 2006).

“Dentro de los aspectos analizados para una correcta automatización, se centra en el sistema de enfriamiento” (Córdoba, 2006).

“El objetivo de la automatización de enfriamiento consiste en tener bajo control el proceso de enfriamiento de forma correcta” (Córdoba, 2006)..

“Como se ha mencionado, se producen dioxinas por el mal proceso de enfriamiento realizado luego de la incineración de desechos sólidos” (Córdoba, 2006).

Seguridad industrial

“La seguridad industrial es el conjunto de normas establecidas para evitar o minimizar los riesgos que puedan efectuarse en los ámbitos industriales, como los perjuicios derivados de la actividad industrial” (Córdoba, 2006)..

“Mediante la prevención, se busca que los trabajadores puedan estar protegidos física y mentalmente, al mismo tiempo que se protege el medio ambiente” (Cavassa., 2005).

“Al mencionar seguridad industrial se hace referencia al bienestar de las personas que laboran en un ambiente de industrias” (Cavassa., 2005).

“Debido al tipo de lugar de trabajo, que generalmente se les identifica con un ambiente mecanizado u hostil, se pueden suscitar muchos accidentes” (Cavassa., 2005).

“Dentro del término “bienestar” se hace hincapié en que no es solo la salud física, sino se debe comprender al ser humano como un ser bio-psico-social, por lo que el bienestar incluye estas esferas igualmente” (Cavassa., 2005).

“La seguridad industrial es una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importantes y una imagen de modernización y filosofía de vida humana en el marco de la actividad laboral contemporánea.” (Cavassa., 2005).

“Así mismo, explora la historia del trabajador dentro del ambiente industrial, pues este no siempre fue visto como un recurso importante, sino más bien se le consideraba, según ciertas teorías, como una máquina igualmente” (Cavassa., 2005).

“Se dejaba, por lo tanto, o se minimizaba el peligro constante al que se encontraban expuestos los trabajadores” (Cavassa., 2005).

“Según Jardiller el hombre era quien se debía adaptar al ambiente laboral en el que tenía la oportunidad de trabajar, este lugar estaba construido a través de enfoques como la economía o tecnología” (Cavassa., 2005).

“Mientras, que la seguridad industrial establece que el trabajo es el que se debe adaptar al ser humano” (Cavassa., 2005).

“Además, de estos aspectos, los beneficios al trabajador que conllevan una política de seguridad industrial, también se debe tomar en consideración el factor

económico. Pues, cada accidente se traduce en cifras negativas para la industria” (Cavassa., 2005).

“Además, existe un marco legal que vela por la seguridad del trabajador, por lo que depende de la naturaleza del accidente la empresa debe hacer compensación por daños y perjuicios” (Cavassa., 2005).

“Es responsabilidad de la empresa el realizar estudios de riesgo, así como constantes capacitaciones para que los trabajadores estén conscientes de las normas establecidas y de lo primordial de su cuidado” (Cavassa., 2005).

“Para garantizar que el ambiente industrial sea un lugar seguro para los colaboradores se deben tomar en consideración factores como” (Cavassa., 2005):

1. “El equipo: En este aspecto como parte de las responsabilidades de la empresa es mantener actualizados y con sus servicios y control todo el equipo que los colaboradores deben manipular. Cada maquinaria o implemento debe traer instrucciones específicas sobre su manejo, así como los posibles accidentes si estas no son respetadas. Un equipo en mal estado puede conllevar a un accidente grave.”
2. “Entorno social: como se mencionaba con anterioridad, es necesario comprender al trabajador como un ser humano sociable, que se encuentra en relación con otros, y esto le afecta, ya sea positiva o negativamente. Al respecto, el entorno social de la empresa es importante, puesto que si se encuentra en un ambiente de seriedad y responsabilidad el empleado estará concentrado en sus tareas. Por el contrario, si el entorno social se mantiene relajado, sin supervisión adecuada se puede incurrir en accidentes por la distracción de los empleados lo que en automático disminuye la productividad.”
3. “El individuo: sigue la línea anterior, así como el trabajador es un ente social, también es necesario considerar su inteligencia emocional. Al respecto, puede que factores externos al entorno laboral (familia, amigos, problemas financieros) o internos (estrés laboral, problemas de comunicación, entorno social hostil, entre

otros) no permitan que el trabajador se encuentre concentrado y que ocurran accidentes.”

4. “Las tareas: es este aspecto, cada empresa debe tener un organigrama donde enfoque los puestos laborales, así como debe crear un perfil de cada puesto, con sus objetivos, requerimientos, tareas y conocimientos que debe tener el trabajador. Al realizar esta organización, los directivos deben tomar en consideración los alcances y el tipo de responsabilidades que cada puesto laboral tendrá, puesto que no se podrá asignar tareas que vulneren la seguridad del trabajador.”

5. “La comunicación: Este es importante, pues una buena comunicación, de jefe a trabajador, así como las indicaciones del manejo adecuado de maquinaria, la explicación de los riesgos del ambiente laboral y las capacitaciones serán clave en la previsión de accidentes.”

6. “El ambiente laboral: es importante considerar que el ambiente laboral puede afectar positiva o negativamente a los trabajadores, por lo que este debe estar centrado en la realización de las tareas de forma responsable, cumple con las normas de seguridad ya establecidas por la empresa.”

“A pesar de la buena gestión de los factores anteriormente mencionados, siempre existe la posibilidad de que no se hayan eliminado o controlado los riesgos, por lo que es necesaria la utilización de equipos de protección personal (EPP) o la aplicación de otros controles administrativos o de ingeniería para la gestión y disminución del riesgo” (Cavassa., 2005).









“Este equipo puede ser de diferentes tipos, según las necesidades específicas” (Asfahl & Rieske, 2010):

1. “Protección auditiva: tiene como fin minimizar el problema del ruido que puede crear incomodidad en el trabajador e impactar en su productividad. Para proteger al trabajador del ruido pueden utilizarse los siguientes elementos: Lana

sueca es una fibra mineral que tiene mejores valores de atenuación del sonido que el algodón y que puede ser aún más eficaz si se impregna con cera para sellar.”

2. “Tapones para los oídos: son el tipo más popular de protección auditiva debido a su economía y practicidad, ya que pueden limpiarse con facilidad y son reutilizables.”
3. “Tapones moldeados para los oídos: son tapones que forman un sello sobre la parte externa del oído al ser adaptados por medio de un molde. Estos tapones son más visibles que los tapones comunes, suelen ser más cómodos para el usuario, pero más costosos que los anteriores.”
4. “Orejas: Las orejas son más grandes, por lo general más costosas, y más notorias que la lana sueca o los tapones, pero pueden tener propiedades de atenuación considerablemente mejores, por mencionar algunas de sus cualidades principales es la mayor capacidad de reducción de decibeles, incluso algunas se adaptan al caso de protección.”
5. “Protección ocular y facial: existen algunos trabajos para los cuales es necesario la utilización de anteojos de seguridad industrial y otros elementos de protección facial, como las operaciones de maquinado que producen virutas o chispas, algunos elementos utilizados para protección ocular y facial incluyen anteojos y caretas, estas últimas pueden ser con casquillo independiente o especiales para no retirar el casco de seguridad.”
6. “Los anteojos de protección industrial deben diferenciarse de los anteojos de seguridad para la calle, ya que los primeros deben pasar pruebas estrictas para el cumplimiento de normas de calidad internacionales y pueden variar según los riesgos para los que están diseñados, incluso la diversidad de modelos va desde lo convencional hasta lo más moderno variando su costo y disponibilidad de cada uno de los elementos de protección como muestra a continuación:”

Tabla 1: Equipo de protección ocular y facial apropiado para diversos riesgos.

Fuente	Evaluación del riesgo	Protección	
IMPACTO: Virutas, esmerilado, albañilería, carpintería, aserrado, taladrado, cincelado, fijación mecánica, remachado y limpieza con arena	Fragmentos, objetos, virutas grandes, partículas, arena, suciedad, etc., lanzadas al aire	Anteojos de seguridad con cubiertas laterales o caretas, dependiendo del riesgo y de la severidad	
	Chispas calientes	Gafas, anteojos de seguridad con cubiertas laterales o caretas para exposiciones severas	
	Salpicaduras de metales fundidos	Caretas sobre gafas	
CALOR: Operaciones en hornos, vaciado, fundido, inmersión en caliente y soldadura	Exposición a alta temperatura	Caretas o caretas reflectoras	
	Salpicaduras	Gafas, copas para los ojos y caretas tipo cubierta para exposición severa	
	Nieblas irritantes	Gafas de propósito especial	
QUÍMICOS: Manejo de ácidos y químicos, desengrasado y enchapado	Polvo molesto	Gafas, copas para los ojos y tipo cubierta	
POLVO: Carpintería, pulido, condiciones generales polvorientas			
LUZ o RADIACIÓN		Ver capítulo 16 para operaciones de soldadura, corte y soldadura blanda	
REFLEJOS	Visión débil	Anteojos con lentes oscuros o para propósitos especiales	

Lineamientos de cumplimiento no obligatorio para la evaluación de riesgos y selección de equipo de protección personal, norma OSHA 29 CFR-1910.

Fuente: (Asfahl & Rieske, 2010)

7. “Protección respiratoria: algunos ambientes de trabajo implican la necesidad de permanecer por periodos más o menos extendidos en atmósferas contaminadas o potencialmente peligrosas, por lo que es necesario contar con protección respiratoria.”

“Este tipo de protección va más allá de la entrega de mascarillas a los trabajadores, ya que requiere de un programa bien planeado de selección de los elementos, pruebas de ajuste, mantenimiento regular, capacitación de los empleados y lograr de esta manera la sostenibilidad del programa y su correcto uso dentro de la industria que se requiera” (Asfahl & Rieske, 2010).

“A continuación, se presenta una clasificación simple de los dispositivos de protección respiratoria” (Asfahl & Rieske, 2010):

7.1. “Dispositivos purificadores de aire.”

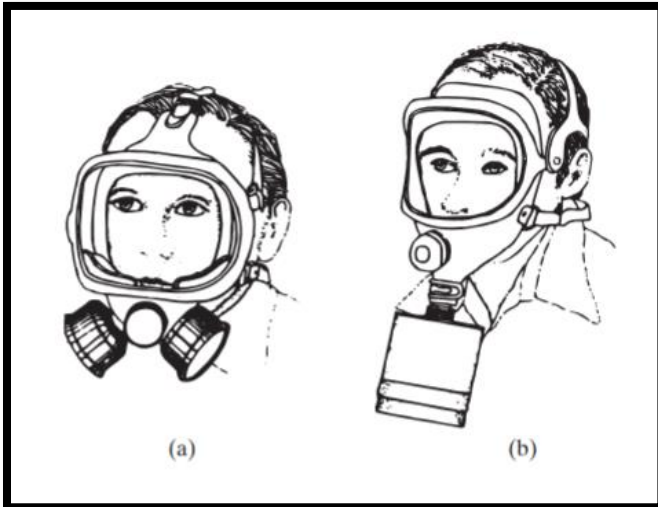
7.2. “Careta para polvo: es uno de los dispositivos más utilizados, sirve para filtrar partículas suspendidas en el aire, por lo que no se considera adecuada para la mayoría de los riesgos de pintura y soldadura.”

7.3. “Cuarto de careta: presenta mayor protección que la careta para polvo, se encuentra aprobada para polvos tóxicos.”

7.4. “Media careta: se ajusta debajo de la barbilla y se extiende hasta el puente de la nariz, aporta mayor protección que el modelo anterior.”

7.5. “Careta para toda la cara: se refiere a una careta en la que la cámara de filtrado se sujeta directamente al área de la barbilla.”

Figura 3: Dos modelos de careta para toda la cara.



Fuente: (Asfahl & Rieske, 2010)

7.6. “Mascarillas de respiración suministradoras de atmósfera.”

7.7. “Mascarilla de línea de aire: suministra una atmósfera y su nombre se deriva de la forma en la que se suministra el aire a la careta. El aire ingresa por medio de

una manguera de diámetro pequeño y se provee por medio de cilindros o compresores.”

7.8. “Careta con tubo: es una forma rudimentaria del modelo anterior, utiliza un tubo de diámetro mayor que permite la inhalación de aire por esfuerzo de los pulmones. La popularidad de este dispositivo se encuentra en declive.”

7.9. “Aparato autónomo de respiración: este dispositivo consiste en un equipo de protección respiratoria que el usuario lleva en la espalda, aumenta las distancias que pueden ser recorridas gracias a la ausencia de cordones, sin embargo, su gran tamaño puede restringir el paso del usuario a través de pasajes estrechos.”

“Además de los dispositivos mencionados, según los riesgos de las actividades, es posible requerir el uso de cascos, calzado de seguridad, ropa de protección y guantes” (Asfahl & Rieske, 2010).

“Respecto a la seguridad industrial requerida en el tratamiento de desechos hospitalarios se debe tomar en consideración los riesgos que este proceso puede tener, además de los ya descritos anteriormente” (Rodríguez, 2006).

1. “Contagios: entre los desechos sólidos hospitalarios se encuentran instrumentos quirúrgicos, como jeringas, bisturís, entre otros. Por lo tanto, se les solicita a los empleados estar vacunados contra la Hepatitis B y el tétano.”

2. “Equipo de seguridad: los empleados deben contar con el equipo de seguridad especial para el manejo de desechos, entre estos se pueden mencionar guantes, botas, batas y mascarillas. Todos estos implementos deben cumplir con las normas de seguridad, por lo que tanto el material, como la calidad deben garantizar la protección del colaborador.”

3. “Capacitación de personal operativo: se debe capacitar constantemente al personal que maneja tanto los residuos como la maquinaria, con el objetivo de generar competencias técnicas para el buen desempeño del colaborador, para

obtener comportamientos seguros y condiciones seguras principalmente en la industria en donde los riesgos son potenciales.”

Esfuerzos de trabajo.

“Para el estudio y análisis del movimiento humano se aplican los principios de la mecánica y la biomecánica al cuerpo humano. La mecánica se utiliza en el estudio de las fuerzas y sus efectos, mientras que la biomecánica se apoya en la aplicación de los principios de la mecánica, la anatomía, la antropometría, y la fisiología, para analizar a la persona tanto en movimiento como en reposo” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999).

“Ahora bien, un estudio completo de las fuerzas presentes en un cuerpo en movimiento es un problema complejo que no puede quedarse sólo en el aspecto biomecánico lato, ya que el movimiento del cuerpo se realiza con la participación (con una alta implicación) de los sistemas nervioso y cardiovascular, y una colaboración, en mayor o menor medida, del resto de los sistemas del organismo” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999).

“Por otro lado, debemos considerar el punto de aplicación, o sea, la distancia entre el punto donde un músculo está unido a un hueso y el eje articular, lo cual determina el valor del momento de la fuerza que puede producirse. A la interacción de dos o más músculos que actúan sobre un mismo hueso, el resultado final de la fuerza desarrollada por cada músculo depende de sus ángulos de tracción y de sus posiciones con respecto al eje articular” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999).

Ángulos de confort

“Analizamos movimientos, hemos de tener presente que la mayoría de las veces no nos interesa el rango máximo de la articulación, sino los valores de confort de los

ángulos que tienen las diversas articulaciones, fuera de los cuales el trabajo a realizar es más difícil, penoso o incluso peligroso para las personas. Cabe destacar que la horquilla de ajuste de los ángulos de confort dependerá también de la edad, el entrenamiento físico, las diferencias anatómico-funcionales, etc.” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999)

Ángulos de visión

“Casi todos los puestos de actividad a que se ven sometidas las personas, además, tienen una implicación alta con el campo de visión, y esto lleva a que tengamos que analizar la posición de la cabeza y los ojos en las diferentes tareas que se deban desarrollar” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999).

“Algunas veces al diseñar un PP.TT. el elemento del que partimos para componer la arquitectura del puesto es precisamente la distancia entre el ojo y la mano, o la distancia del ojo a un punto crítico de la pieza.” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999)

“Los ángulos definidos a continuación suponen el ojo inmóvil. Los límites angulares, en función del desplazamiento del globo ocular son netamente superiores, tal y como indicamos seguidamente.” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999)

Sujeción de herramienta

“Para evitar sobrepresiones en las manos debemos recordar que las dos variables que entran en juego, aparte del tiempo de uso, son fuerza y superficie. Como la primera prácticamente viene fijada por la necesidad de asir la herramienta, la única variable a manipular es la superficie de contacto; si ésta es suficientemente amplia reducirá la comprensión y distribuirá las presiones por un área de piel mayor, lo que minimizará

los problemas” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999).

“Por lo tanto, se debe extremar el cuidado en el diseño y uso de la empuñadura de las herramientas para evitar la compresión intensa sobre las áreas sensitivas de la mano que puedan llevar a la inflamación de las vainas tendinosas, a comprometer la irrigación sanguínea (vasos sanguíneos) y a compresiones excesivas de los nervios críticos.” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999)

“Si la sobrecarga compresiva es suficientemente elevada, y el tiempo de exposición a ella alto, habrá inflamación de los tendones (tendinitis), mala basculación muscular (fatiga) y parestesias, neuropraxis (calambres, hormigueos,...), que conllevarán falta de destreza y sensibilidad, fatiga muscular y disminución muscular (fuerza), y disminuirán drásticamente las capacidades funcionales del individuo.” (Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. , 1999)

Base legal

Como se ha mencionado, es parte de los ODS el prevenir la contaminación del medio ambiente, promueve el reciclaje, reutilización y el buen manejo de los desechos. Esta línea ha sido implementada en los diferentes Gobiernos que ha tenido el país, con el fin de batallar contra la contaminación tanto en agua, aire o tierra. Por esta razón, el Gobierno de Guatemala ha implementado una serie de normas y leyes que permitan crear un marco legal eficiente que vele por el correcto manejo de los desechos, lo cual perjudica a la sociedad. (Unidas, 2021)

“En el artículo 108 de la Constitución se establece que los desechos sólidos de las empresas agropecuarias o de salud deben ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y acuerdos que se establezcan, a fin de no crear focos de contaminación ambiental siempre y que no fuera posible

su procesamiento y/o reciclaje para uso en otras actividades debidamente autorizadas” (Constituyente, 1986).

“Los hospitales públicos y privados que por su naturaleza emplean o desechan materiales orgánicos o sustancias tóxicas, radiactivas o capaces de diseminar elementos patógenos, y los desechos que se producen en las actividades normales del establecimiento, solo podrán almacenar y eliminar esos desechos en los lugares y en la forma que lo estipulen las normas que sean elaboradas por el Ministerio de Salud. Los hospitales quedan obligados a instalar incineradores para el manejo y disposición final de los desechos, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas en el reglamento respectivo” (Ministerio de salud , 2001)

“De la misma manera, en el artículo 226 se registran los casos que constituyen infracciones contra la prevención de la salud, entre los cuales se expresa, omitir, los hospitales públicos y privados, la instalación de incineradores para el manejo y disposición final de desechos hospitalarios” (Constituyente, 1986).

“En estos artículos se observa que se da el lugar para la creación de guías y normas para el manejo de los residuos. También existe el acuerdo gubernativo 88-2003 donde se crea la Comisión Multisectorial de Coordinación y Apoyo para el Manejo de los Desechos Sólidos Hospitalarios (COMUCADESH), que se creó con el objetivo de fortalecer el proceso de implementaciones de las regulaciones correspondientes sobre el tema de desechos sólidos hospitalarios” (Ministerio de salud , 2001).

En el acuerdo 509-2001 se crea un reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios: Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios y la Comisión Multisectorial de Coordinación y Apoyo para el Manejo de los Desechos Sólidos Hospitalarios. Así mismo se creó una comisión que tiene como objetivo velar por el cumplimiento e implementación del reglamento

“En este reglamento se especifican las obligaciones que tienen los entes generadores, tanto públicos como privados, y los pasos a seguir del manejo adecuado de los desechos y también se hace una explicación de cada uno de estos pasos, los cuales se describen a continuación en el orden que se presentan en dicho reglamento” (Ministerio de salud , 2001).

“Esto para poder entender cuáles son los requisitos nacionales con respecto al tema de la gestión adecuada de desechos bioinfecciosos” (Ministerio de salud , 2001).

“Obligación de incineradores: los entes generadores obligatoriamente deben adquirir, instalar y mantener en forma individual o conjunta, es decir con algún otro ente o incluso de parte de una empresa encargada de este tipo de actividades de manejo de desechos, incineradores para la disposición final de los desechos considerados infecciosos según la descripción que el mismo reglamento presenta” (Ministerio de salud , 2001).

“Tratamiento final conjunto: esta obligación va relacionada con el anterior pues menciona que pueden adquirir incineradores o cualquier tipo de sistema, que sea autorizado por el Departamento de Salud y Ambiente, para la disposición final adecuada de los desechos infecciosos o peligrosos. Añade que los entes generadores y las empresas de disposición están obligados a establecer un plan de disposición de desechos que sea aprobado por el Departamento de Salud y Ambiente” (Ministerio de salud , 2001).

“Autorización de operación de las empresas de disposición: especifica los requisitos que deben cumplir las empresas de disposición, los cuales son la aprobación del estudio de evaluación de impacto ambiental por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y una licencia de operación por parte del Departamento de Salud y Ambiente” (Ministerio de salud , 2001).

“Requisitos para la autorización de empresas de disposición: en conjunto con lo anterior se especifica cuáles son los requisitos necesarios para obtener las

autorizaciones anteriores. Estos son con respecto a temas de infraestructura (terreno localizado fuera de los perímetros urbanos, con área suficiente para las funciones necesarias y ser utilizado solo para el fin de disposición) y el equipo necesario (transporte exclusivo, personal capacitado, personal técnico) y medidas de protección para su personal” (Ministerio de salud , 2001).

“Organización Hospitalaria para la Gestión: todo ente generador debe tener una organización responsable del manejo de desechos hospitalarios que estará conformado por personas especializadas y capacitadas en el tema” (Ministerio de salud , 2001).

“El Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios fue emitido el 28 de diciembre de 2001, y publicado en el Diario Oficial 9 de enero de 2002. Entre sus objetivos primordiales se enumeran” (Ministerio de salud , 2001):

1. “Dar cumplimiento a las leyes sanitarias vigentes.”
2. “Dar cumplimiento a la necesidad de la preservación del medio ambiente.”
3. “Establecer el proceso técnico de disposición de los desechos sólidos hospitalarios.”
4. “Contribuir a la conservación y mejoramiento de las condiciones de salubridad de la población.”

“El reglamento se conforma de ocho capítulos organizados de la siguiente manera” (Ministerio de salud , 2001):

1. “Capítulo I: disposiciones generales.”
2. “Capítulo II: de la gestión y servicios.”
3. “Capítulo III: de la separación y embalaje.”
4. “Capítulo IV: almacenamiento en unidades de generación intrahospitalaria.”
5. “Capítulo V: transporte interno, externo y disposición final.”
6. “Capítulo VI: especificaciones técnicas para incineradores y rellenos.”
7. “Capítulo VII; infracciones y sanciones.”

8. “Capítulo VIII: disposiciones finales y transitorias.”

“El artículo 2 de este reglamento indica que su finalidad es regular los aspectos relacionados con la generación, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos hospitalarios que por su naturaleza se consideran tóxicos, radiactivos o capaces de diseminar elementos patógenos” (Ministerio de salud , 2001).

“Así mismo, se publicó el acuerdo 034-2003 en el que se establecían normas para la vigilancia del reglamento a través de las direcciones de las áreas de salud. Este acuerdo, sin embargo, fue derogado por el acuerdo ministerial SP-M-2220-2003, artículo 16 que expresa: Se deroga el Acuerdo Ministerial número SP-M-034-2003 de fecha veintidós de enero del año dos mil tres, y todas aquellas disposiciones que se opongan al presente normativo” (Ministerio de salud , 2001).

“El acuerdo anterior fue sustituido por el Normativo de procedimientos para la certificación de aprobación de los planes de manejo de los desechos sólidos hospitalarios y registro de los entes generadores. Este normativo, en su artículo 2 indica que fue creado con el siguiente objeto” (Ministerio de salud , 2001):

“El presente normativo tiene por objeto establecer el procedimiento administrativo para que el Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y Ambiente emita los certificados de aprobación de los planes de manejo de los desechos sólidos hospitalarios y del registro de los entes generadores” (Ministerio de salud , 2001).

“Es importante recordar, que se debe tener un manejo adecuado de los desechos sólidos hospitalarios desde los centros de salud, para que todo el proceso sea correcto” (Ministerio de salud , 2001).

En los centros de salud se debe comunicar los procedimientos correctos de la clasificación de los desechos hospitalarios a todo el personal involucrado.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado.”

Se identificó 1 población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, la cual (Gerentes, coordinadores, supervisores de los siguientes departamentos: Gerencia General; Operaciones, y Sistema de Gestión Integrado de la empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.) se direccionó a obtener información sobre el efecto y causa, respectivamente.

Para responder efecto y causa se trabajó con 12 miembros de los departamentos: Gerencia general; operaciones, y sistema de gestión integrado.

Se trabajó la técnica del censo, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

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.

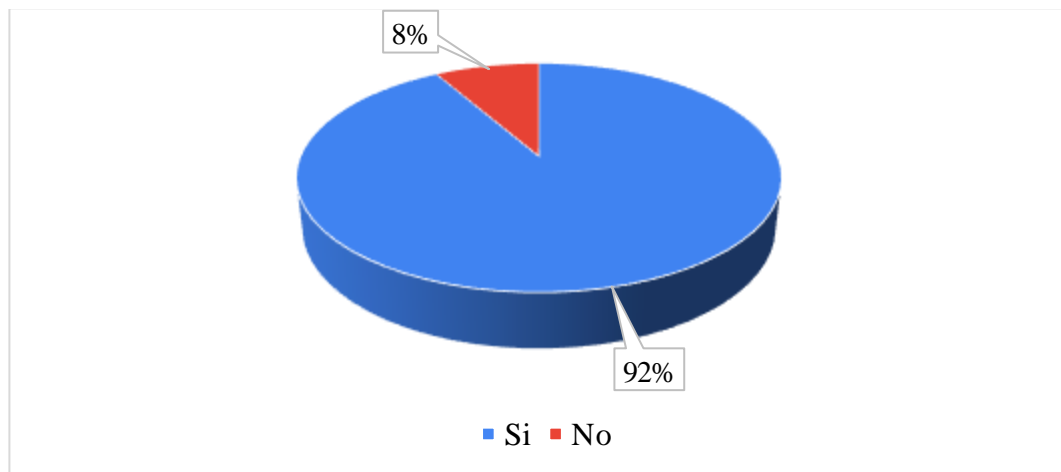
Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 1: Profesionales que indican que existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	11	92
No	1	8
TOTAL	12	100

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 1: Profesionales que indican que existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

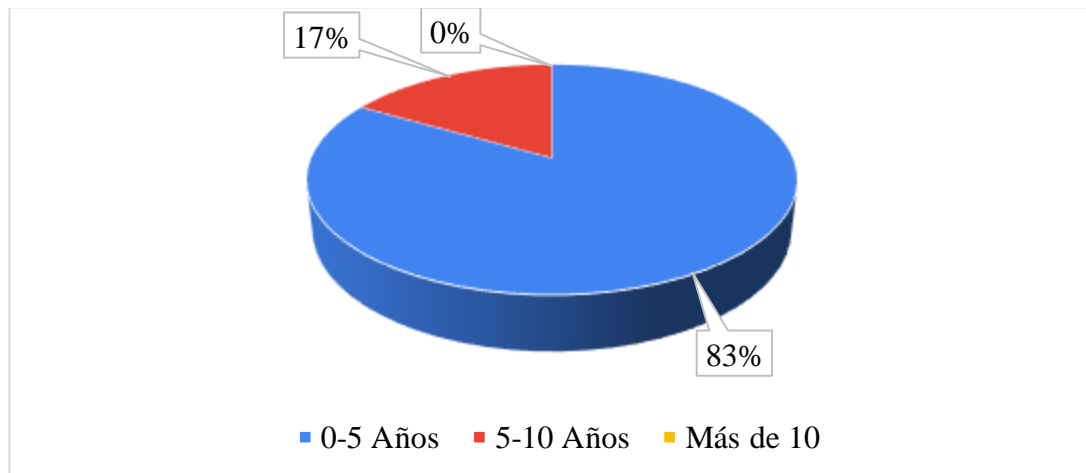
El efecto se ayuda a confirmar mediante la opinión de la mayoría de los encuestados, al indicar que, sí existe baja productividad en los últimos cinco años, mientras que la minoría argumenta la situación contraria.

Cuadro 2: Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
0-5 Años	10	83	83
5-10 Años	2	17	100
Más de 10	0	0	
TOTAL	12	100	

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 2: Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

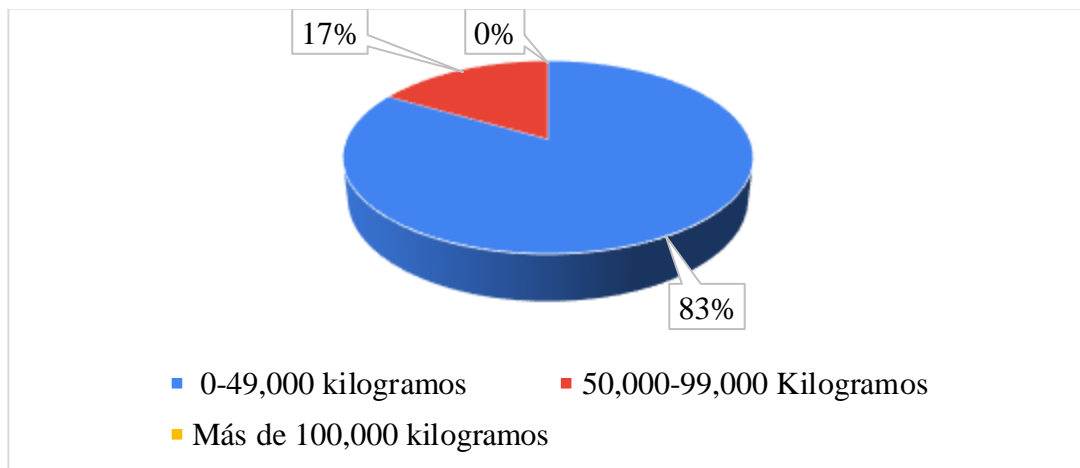
El efecto se ayuda a confirmar mediante la opinión de los encuestados, al indicar en primer plano que, de 0 a 5 años se tiene baja productividad, en segundo plano argumentan que la productividad existe desde 5 a 10 años y finalmente posicionan que no existe baja productividad desde hace más de 10 años.

Cuadro 3: Baja de productividad en kilogramos reportada por el departamento de gerencia general, operaciones y sistema de gestión integrado en el último año.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
0-49,000 kilogramos	10	83	83
50,000-99,000 Kilogramos	2	17	100
Más de 100,000 kilogramos	0	0	
TOTAL	12	100	

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 3: Baja de productividad en kilogramos reportada por el departamento de gerencia general, operaciones y sistema de gestión integrado en el último año.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

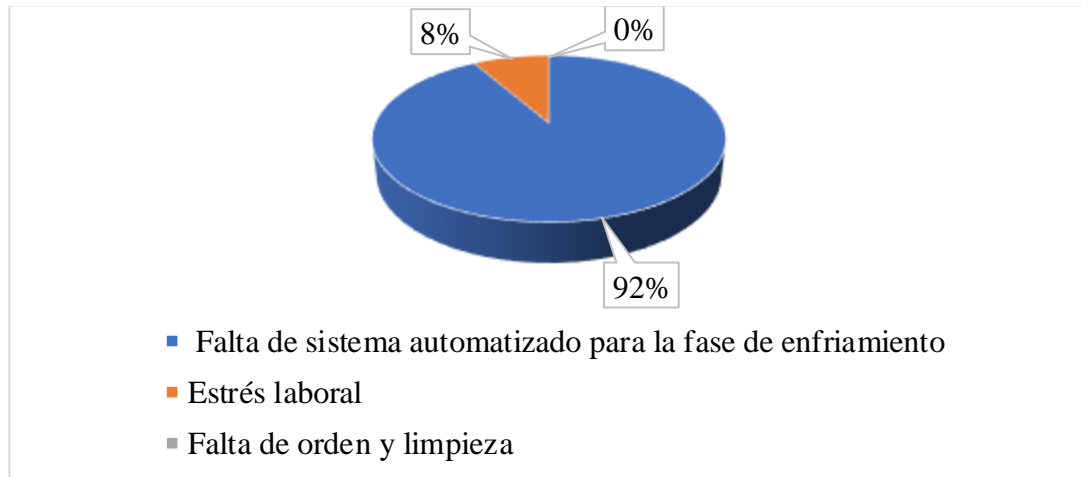
El efecto se ayuda a confirmar mediante la opinión de los encuestados, al indicar en primer plano que, se ha reportado menos de 49,000 kilogramos procesados durante el último año, en segundo plano indican que ha sido mayor a 50,000 kilogramos y finalmente posicionan que ha sido mayor a 100,000 kilogramos procesados durante el último año.

Cuadro 4: Causas de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.	11	92	92
Estrés laboral	1	8	100
Falta de orden y limpieza	0	0	
TOTAL	12	100	

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 4: Causas de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

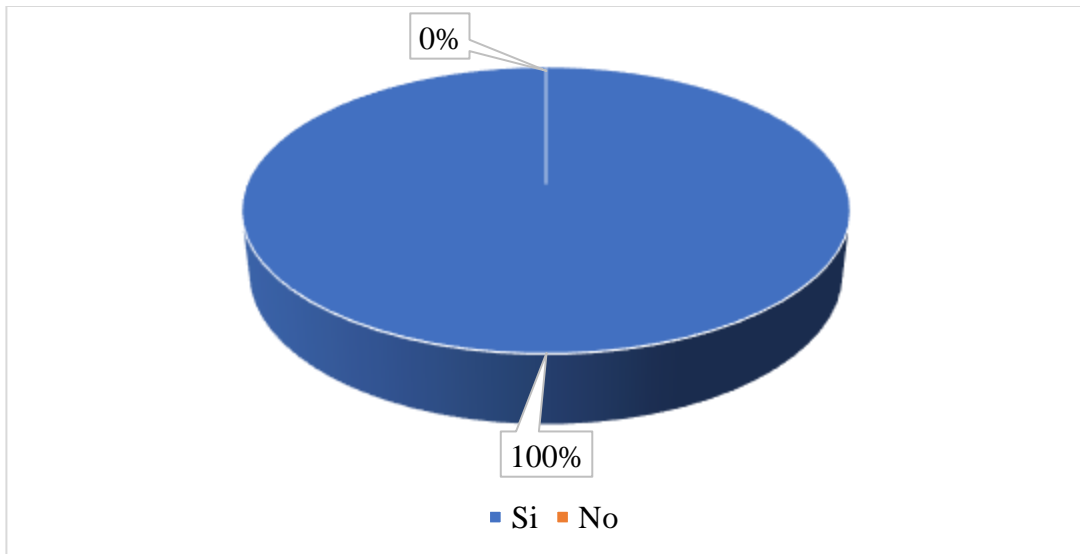
El efecto se ayuda a confirmar mediante la opinión de los encuestados, al indicar en primer plano, que la falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios es causa de la baja productividad, en segundo plano se considera que se debe a estrés laboral y finalmente posicionan que no se debe a la falta de orden y limpieza.

Cuadro 5: Posibilidad de incrementar la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa mediante implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 5: Posibilidad de incrementar la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa mediante implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

El efecto se ayuda a confirmar mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo, al indicar que sí se puede incrementar la productividad mediante implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.

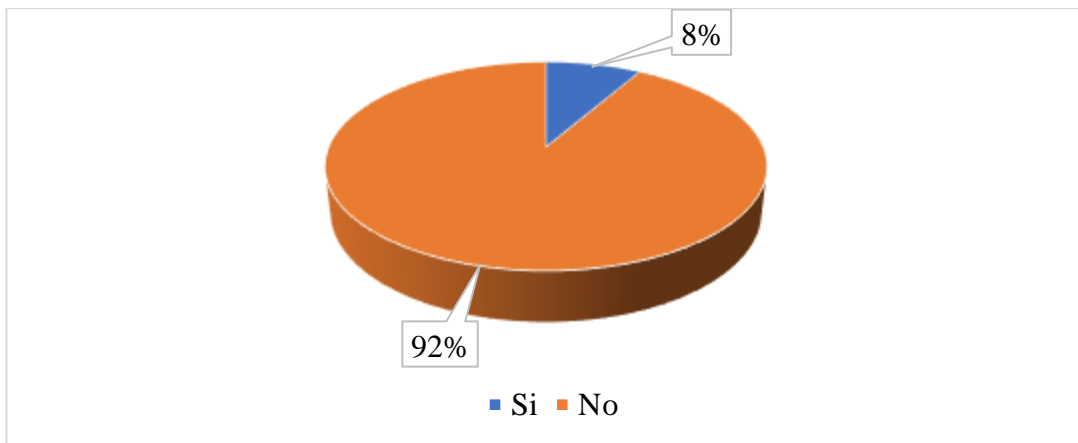
Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente X (causa).

Cuadro 6: Conocimiento si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	8
No	11	92
TOTAL	12	100

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 6: Conocimiento si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

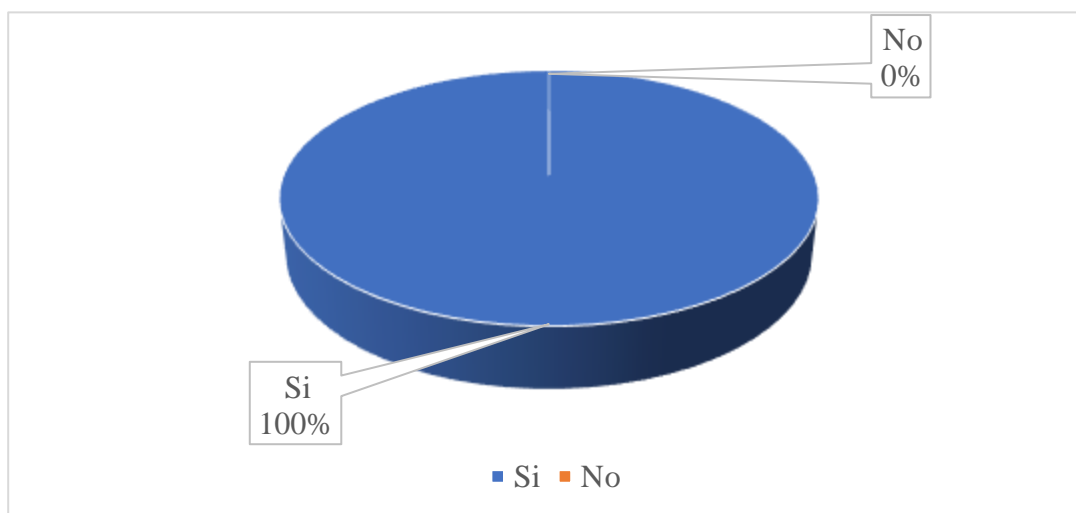
La causa se ayuda a confirmar mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo, al indicar no tener conocimiento si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa, mientras la minoría del personal opina tener conocimiento.

Cuadro 7: Necesidad de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 7: Necesidad de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

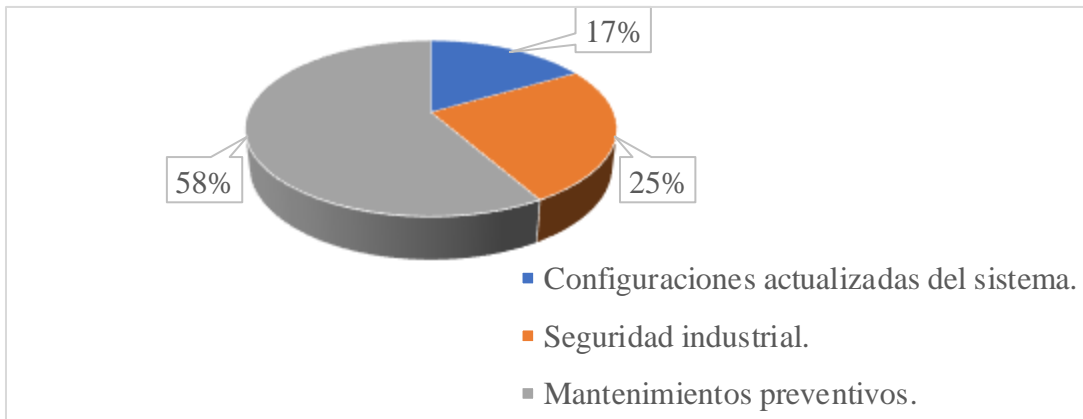
La causa se ayuda a confirmar mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo, al indicar en su totalidad, qué si es necesario la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Cuadro 8: Acciones a contemplar al momento de implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Configuraciones actualizadas del sistema.	2	17	17
Seguridad industrial.	3	25	42
Mantenimientos preventivos.	7	58	100
TOTAL	12	100	

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 8: Acciones a contemplar al momento de implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

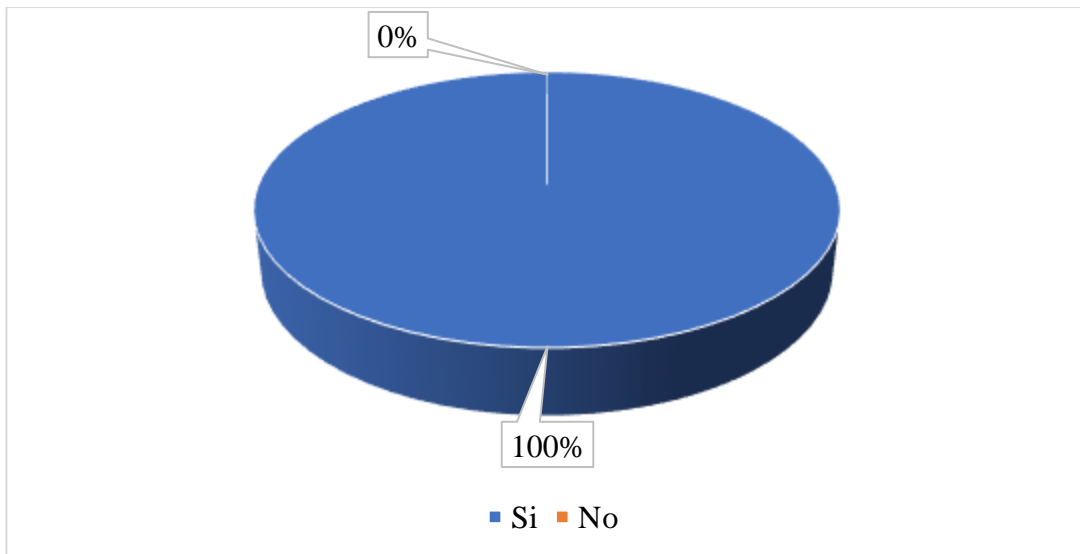
La causa se ayuda a confirmar mediante la opinión de los encuestados, al indicar en primer plano, que se debe contemplar mantenimientos preventivos al momento de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos, en segundo plano seguridad industrial y finalmente configuraciones actualizadas del sistema.

Cuadro 9: La falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios afecta la productividad del proceso total.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	12	100
No	0	0
TOTAL	12	100

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 9: La falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios afecta la productividad del proceso total.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

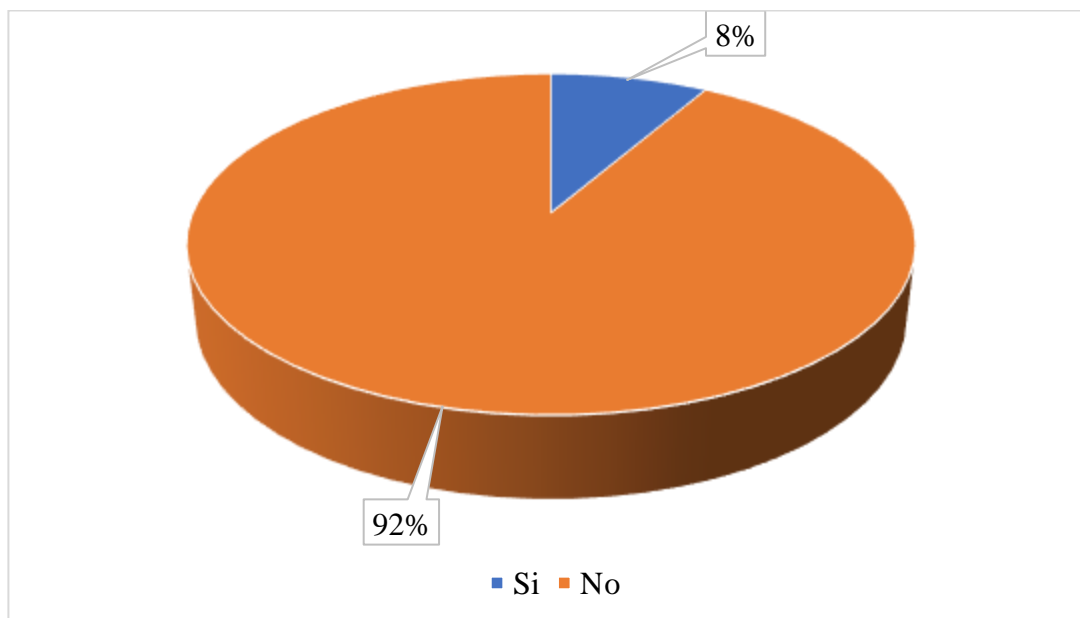
La causa se ayuda a confirmar mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo, al indicar, en su totalidad, que si es necesario la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios para incrementar la productividad del proceso total.

Cuadro 10: Planificación para la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	8
No	11	92
Totales	12	100

Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Gráfica 10: Planificación para la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.



Fuente: Profesionales encuestados febrero 2021.

Análisis

La causa se ayuda a confirmar mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo, al indicar que no tienen planificado implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios mientras que la minoría opina que se ha planificado implementar un sistema de enfriamiento automatizado.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV.1 Conclusiones:

En el transcurso de la investigación se determina lo siguiente:

1. Se comprueba la hipótesis siguiente: “La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado” con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.
2. Sí existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.
3. Se comprueba la baja productividad durante los últimos cinco años.
4. Por la baja productividad se han dejado de procesar más de cuarenta y nueve mil kilogramos de desechos sólidos hospitalarios.
5. La baja productividad es por la falta de un sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.
6. Con la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios se incrementará la productividad.
7. No existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.
8. Es necesario implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios para aumentar la seguridad de los operarios.

9. La acción más importante a considerar al momento de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento son los mantenimientos preventivos.
10. La productividad total del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios es afectada por la falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.
11. No se cuenta con planificación de la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

IV.2 Recomendaciones.

Con el fin de solucionar la problemática anterior se debe de realizar lo siguiente;

1. Implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.
2. Aumentar productividad en el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.
3. Analizar cuáles han sido los aspectos que han afectado la productividad en los últimos cinco años, para así lograr corregirlos o mejorarlos.
4. Incrementar productividad mayor a los cuarenta y nueve mil kilogramos procesados.
5. Crear un sistema automatizado para la fase de enfriamiento que cumpla con las necesidades de la empresa, considerar cuáles son los aspectos que más han afectado en la productividad.
6. Capacitar al personal en sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

7. Realizar un manual o una guía sobre el funcionamiento y uso adecuado del sistema automatizado de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.
8. Diseñar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.
9. Generar programa de mantenimientos preventivos al momento de implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.
10. Subir los indicadores de la productividad total del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.
11. Trabajar planificación de la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aceituno, B. (10 de Agosto de 2020). Productividad . (D. Cotzajay, Entrevistador)
2. Asfahl, C. R., & Rieske, D. W. (2010). *Seguridad industrial y administración de la salud. 6 edición*. México: Pearson Educación.
3. Bello Pérez, C. (2006). *Manual de producción o de operaciones aplicado a las PYME*. Bogota, Ecoe Ediciones.
4. Blandón, E. (2006). *El manejo de los desechos hospitalarios en Guatemala*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades.
5. Bustos Florez, C. (Junio de 2009). La problemática de los desechos sólidos. *La problemática de los desechos sólidos*. Merida , Venezuela .
6. Cardozo, I. G. (2003). *Optimización del proceso de incineracion de residuos solidos municipales* . Mexico D.F.: Universidad Autonoma Metropolitana .
7. Castells, X. E. (2012). *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Madrid: Ediciones Días de santos, S.A.
8. Cavassa., C. R. (2005). *Seguridad Industrial Un enfoque Integral*. . Mexico : LIMUSA.
9. Colomina, M. A., & Sánchez-Osuna, M. M. (2007). *GUÍA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*. Vienna, Austria.
10. Constituyente, D. d. (1986). *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala.

11. Córdoba, E. (diciembre4 de 2006). Manufactura y automatización. *Ingeniería e Investigación*, 26(3), 120-128.
12. Cotzajay González, D. A. (25 de 06 de 2021). Gantt instalación. (Cotzajay, Entrevistador)
13. Demsa. (Abril de 2013). Manual para bomberos . Buenos Aires, Argentina .
14. *Direct industry*. (2021). Obtenido de Direct industry:
<https://www.directindustry.fr/>
15. Ecotermo. (2022). *Ecotermo*. Obtenido de www.ecotermo.com.gt
16. Gutierrez, P. H. (2010). *Calidad total y productividad* . Mexico : MC Graw Hill.
17. Guzmán, M. (17 de JULio de 2020). Productividad . (D. Cotzajay, Entrevistador)
18. Henry, J., & Heinke, G. (1999). *Ingenieria Ambiental* . Mexico: Pearson Educación .
19. Jimenez, J. C. (20 de Julio de 2020). Productividad. (D. Cotzajay, Entrevistador)
20. Jochen Vida, A. H. (2012). *Manual de gestión de residuos industriales peligrosos*. Bonn, Alemania.
21. Lavanderia industrial Maypa S.A. De C.V. (Enero de 2009). Incineración de residuos peligrosos: Industriales y biologico - Infeciosos. Baja California , Tijuana, Mexico : Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.
22. Mejia , L. (20 de 07 de 2020). Manejo de los desechos solidos. (D. Cotzajay, Entrevistador)
23. Ministerio de salud , p. (2001). *Reglamento de manejo de desechos solidos hospitalarios*. Guatemala: Departamento de regulación de los programas de salud y ambiente.

24. Moreno, E. (1999). *Automatización de Procesos Industriales*. España: Universitat Politecnica de Valencia.
25. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. Viena: ONUDI.
26. Orozco Mendez, E. S. (12 de Septiembre de 2020). Gestión de los desechos. (D. A. Cotzajay, Entrevistador)
27. Ovando, W. (18 de Julio de 2020). Baja productividad. (D. Cotzajay, Entrevistador)
28. Pedro R. Modelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau. (1999). *Ergonomia 3 Diseños de puestos de trabajo*. Barcelona: Edicions UPS.
29. Pérez, C. B. (2006). *Manual de producción, aplicado a las PYME*. Colombia: Editorial Bogota DC. .
30. Pineda, J. L. (12 de Agosto de 2020). Baja productividad . (D. Cotzajay, Entrevistador)
31. Prokopenko, J. (1989). La gestión de la productividad. *La gestión de la productividad*. Ginebra, Suiza: Oficina internacional del trabajo.
32. Pulido, H. G. (2010). *Calidad total y productividad*. Mexico: Mc Graw Hill.
33. Quan, H. (2004). *Consideraciones generales para la elaboración del plan intrahospitalario de manejo de desechos sólidos del Centro Médico Militar*. Tesis de grado, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2438_C.pdf
34. Rodriguez, I. J., & Gomez Bravo , I. (1991). *Indicadores de calidad y productividad de la empresa*. Venezuela: Nuevos tiempos.

35. Rodríguez, M. (2006). *El Manejo de los Desechos Hospitalarios en Guatemala* . Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
36. Sagastume Ramirez, M. (18 de Septiembre de 2020). Incineración de DSH. (D. Cotzajay, Entrevistador)
37. *Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos* . (2015). Suiza: Secretaría central de ISO .
38. TKF. (2017). Horno incinerador de basuras y/o desechos patológicos tipo antipulción. Yumbo, Valle, Colombia.
39. Tleatl, I. (30 de Abril de 2016). *MPI* . Obtenido de <http://www.mpicontraincendio.com/chemguard.html>
40. Tormo Belenguer, J. A., & Guijarro, R. (2018). *Cómo mejorar la productividad de tu empresa*. Valencia: RESULTAE.
41. Tratamiento. (s.f.). En *Manual de Gestión Interál: Residuos Sólidos Urbanos*.
42. Unidas, N. (2021). *Naciones unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos: Dominó

No. De aprobación de hipótesis: 02-000-078-16

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

Elaborado por: Diego Antonio Cotzajay González Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 26 de mayo de 2022

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Incrementar productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Finalizados 1.5 años de implementada la propuesta, se incrementa la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, con lo que se concreta el 90% de la solución a la problemática planteada en el efecto del árbol de problemas.</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Contar con eficiente fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>Verificadores: Registros mensuales del departamento de Operaciones, encuestas a operarios.</p> <p>Supuestos: La unidad ejecutora implementa el programa de mantenimiento preventivo permanente al nuevo sistema, para procurar su funcionamiento e incrementar la productividad.</p>
<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Inexistencia de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</p> <p>Indicadores: Finalizado el primer año de la propuesta, se cuenta con eficiente fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, con lo anterior se deduce que el 95% de la problemática identificada en el problema central, se resuelve.</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>“La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado.”</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <p>* Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora. * Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios. * Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>	<p>Verificadores: Registros mensuales del departamento de Operaciones, fotografías del nuevo sistema implementado, videos y encuestas a operarios.</p> <p>Supuestos: La Gerencia General implementa el proyecto de automatización en otras áreas con la misma necesidad.</p>

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa? Si ___ No ___</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?</p> <p>0-5 años ___ 5-10 años ___ Más de 10 años ___</p> <p>c) ¿Considera que se puede incrementar la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?</p> <p>Si _____ No _____</p> <p>Dirigidas a gerentes, coordinadores, supervisores de los siguientes departamentos: Gerencia General; Operaciones, y Sistema de Gestión Integrado.</p> <p>Boletas 12, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p>N/A</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?</p> <p>Si ___ No ___</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa? Si ___ No ___</p> <p>c) ¿Cree usted que la falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios afecta la productividad del proceso total?</p> <p>Si ___ No ___</p> <p>Dirigidas a gerentes, coordinadores, supervisores de los siguientes departamentos: Gerencia General; Operaciones, y Sistema de Gestión Integrado.</p>	

<p>Boletas 12, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Productividad. 2. Baja productividad. 3. Desechos. 4. Incineración. 5. Proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios. 6. Deficiencias encontradas durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios. 7. Automatización. 8. Adecuación de espacios para sistemas de enfriamiento. 9. Seguridad Industrial. 10. Base legal. 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora. A1 An</p> <p>R2: Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios. A1 An</p> <p>R3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado. A1 An</p>
<p>11) Justificación El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	<p>Nombre: Diego Antonio Cotzajay González Carné: 12-023-0449 Sede: 023 Amatitlán Carrera: Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables</p>

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

Tópico: Ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Efecto o consecuencia general



(Variable dependiente)

Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años.

Problema central o clave



(Causa intermedia)

Ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A.,

Causa principal



(Variable independiente)

Inexistencia de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

Hipótesis:

“La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado.”

¿Será la inexistencia de sistema automatizado, la causante de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento?

Árbol de objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.

Fin u objeto general



Incrementar productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

Objetivo específico



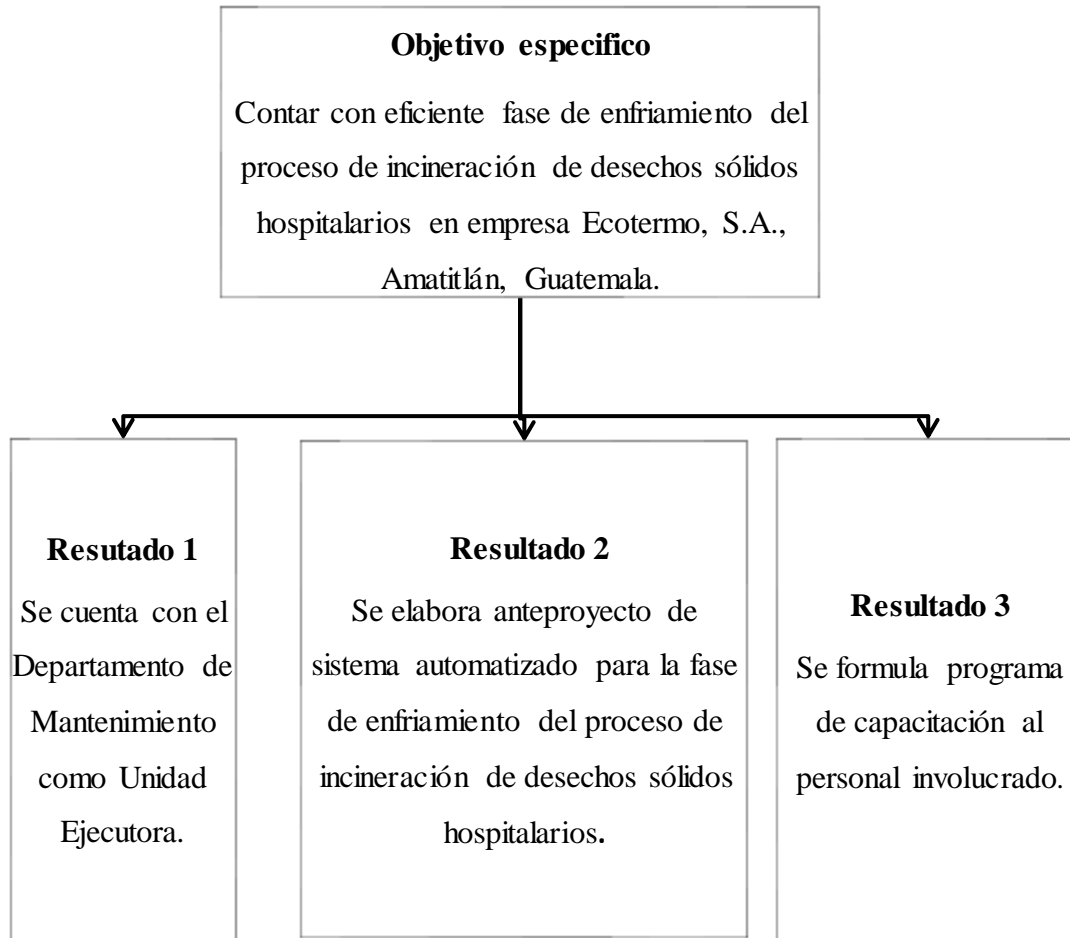
Contar con eficiente fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

Medio de solución



Sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, 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: **“Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años”**

Esta boleta censal está dirigida a gerentes, coordinadores, supervisores de los siguientes departamentos: Gerencia General; Operaciones, y Sistema de Gestión Integrado de la empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala; con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por medio de la técnica del 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. ¿Considera usted que existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?

Si_____ No_____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?

2.1. 0 - 5 años_____

2.2. 5 - 10 años_____

2.3. Más de 10 años_____

3. ¿Cuánto DSH cree usted que se deja de procesar en un año por la baja productividad?
- 3.1. 0-49,000 kilogramos _____
 - 3.2. 50,000-99,000 Kilogramos _____
 - 3.3. Más de 100,000 kilogramos _____
4. ¿Cuál considera usted que es la causa de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?
- 4.1. Falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento _____
 - 4.2. Estrés laboral _____
 - 4.3. Falta de orden y limpieza _____
5. ¿Considera que se puede incrementar la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa mediante implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento?
- 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 sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecothermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.”.

Esta boleta censal está dirigida a gerentes, coordinadores, supervisores de los siguientes departamentos: Gerencia General; Operaciones, y Sistema de Gestión Integrado de la empresa Ecothermo, S.A., Amatitlán, Guatemala; con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por medio de la técnica del 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. ¿Conoce si existe sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?

Si_____ No_____

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?

Si_____ No_____

3. ¿Qué acciones considera usted que se deben contemplar al momento de implementar el sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa?

3.1. Configuraciones actualizadas del sistema_____

3.2. Seguridad industrial_____

3.3. Mantenimientos preventivos _____

4. ¿Cree usted que la falta de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios afecta la productividad del proceso total?

Si_____ No_____

5. ¿Tiene contemplado dentro de su planificación la implementación de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios?

Si_____ No_____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Para la población efecto; causa, respectivamente se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que todas son poblaciones finitas cualitativas, por lo que se consideró a 12 trabajadores de los siguientes puestos: Gerentes, coordinadores, supervisores de los departamentos de: Gerencia General; Operaciones, y Sistema de Gestión Integrado de la empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

Anexo 7. Comentado 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 2018 a 2022); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala”.

Año	X (años)	Y (Kg de desechos procesados)	XY	X ²	Y ²
2018	1	6350468.47	6350468.47	1	40328449788464.10
2019	2	6406244.89	12812489.78	4	41039973590651.10
2020	3	6001568.51	18004705.53	9	36018824580223.60
2021	4	6069623.49	24278493.96	16	36840329310359.80
2022	5	5989893.1	29949465.50	25	35878819349427.60
Totales	15	30817798.46	91395623.24	55	190106396619126.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	92699802.36
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	195517702307204.00
$\sum Y=$	31253644.62
$n\sum XY=$	463499011.8
$\sum X*\sum Y=$	468804669.3
Numerador=	-5305657.5

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
$n\sum Y^2=$	977588511536020.00
$(\sum Y)^2=$	976790302033255.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	7.9821E+11
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)=$	39910475138237.50
Denominador:	6317473.794
r=	-0.839838466

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = -0.83$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8. anexo metodológico de la proyección

Año	X (años)	Y (Kg de desechos procesados)	XY	X ²	Y ²
2018	1	6350468.47	6350468.47	1	40328449788464.10
2019	2	6406244.89	12812489.78	4	41039973590651.10
2020	3	6001568.51	18004705.53	9	36018824580223.60
2021	4	6069623.49	24278493.96	16	36840329310359.80
2022	5	5989893.1	29949465.5	25	35878819349427.60
Totales	15	30817798.46	91395623.24	55	190106396619126.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	91395623.24
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	190106396619126.00
$\sum Y=$	30817798.46
$n\sum XY=$	456978116.2
$\sum X*\sum Y=$	462266976.9
Numerador de b:	-5288860.7
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	-105777.214
Numerador de a:	
$\sum Y=$	30817798.46
$b * \sum X =$	-1586658.21
Numerador de a:	32404456.67
a=	6480891.334

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 sin proyecto mediante el cálculo de la línea recta

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b * X)	
Y(2023)=	6480891.334	+	-105777.214	X
Y(2023)=	6480891.334	+	-105777.214	6
Y(2023)=	5846228.05			
Y(2023)=	5,846,228.050 Kilogramos de desechos procesados.			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b * X)	
Y(2024)=	6480891.334	+	-105777.214	X
Y(2024)=	6480891.334	+	-105777.214	7
Y(2024)=	5740450.836			
Y(2024)=	5,740,450.836 Kilogramos de desechos procesados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2025)=	a	+	(b * X)	
Y(2025)=	6480891.334	+	-105777.214	X
Y(2025)=	6480891.334	+	-105777.214	8
Y(2025)=	5634673.622			
Y(2025)=	5,634,673.622 Kilogramos de desechos procesados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2026)=	a	+	(b * X)	
Y(2026)=	6480891.334	+	-105777.214	X
Y(2026)=	6480891.334	+	-105777.214	9
Y(2026)=	5528896.408			
Y(2026)=	5,528,896.408 Kilogramos de desechos procesados			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2027)=	a	+	(b * X)	
Y(2027)=	6480891.334	+	-105777.214	X
Y(2027)=	6480891.334	+	-105777.214	10
Y(2027)=	5423119.194			
Y(2027)=	5,423,119.194 Kilogramos de desechos procesados			

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

Año	6	7	8	9	10		
	(2023)	(2024)	(2025)	(2026)	(2027)		
Resultado							
Resultado 1 (Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.)							
0Espacio físico	1.00%	1.00%	2.00%	3.00%	0.50%	Solución	
Material y equipo	1.00%	1.00%	2.00%	3.00%	1.00%		
Personal técnico	1.00%	3.00%	4.00%	2.00%	1.00%		
Recursos financieros	1.00%	1.50%	3.00%	3.00%	5.00%		
Resultado 2 (Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.)							
Diseño	0.75%	0.50%	1.00%	1.00%	0.50%		
Permisos legales.	0.25%	0.50%	1.00%	1.00%	0.50%		
Adecuación del área para instalación del sistema.	0.50%	1.00%	1.00%	1.50%	2.00%		

Ensamble del sistema.	0.75%	1.00%	2.00%	3.00%	4.00%	100.00%
Puesta en marcha.	1.00%	2.00%	3.00%	3.00%	4.00%	
Mantenimiento del sistema.	0.25%	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%	
Resultado 3 (Se formula programa de capacitación al personal involucrado.)						
Convocatoria	0.00%	1.00%	1.00%	0.50%	0.50%	
Metodología	0.50%	1.00%	1.00%	1.50%	1.50%	
Frecuencia.	0.50%	0.50%	1.00%	1.50%	1.00%	
Temas	1.00%	0.50%	1.00%	1.00%	0.50%	
Total	9.50%	15.50%	24.00%	27.00%	24.00%	

Cuadro 2: Estimación de la proyección con proyecto.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Solución propuesta	Proyección con proyecto
6 (2023)	2023	5846228.1	9.50%	555391.66	6401619.71
7 (2024)	2024	5740450.8	15.50%	992251.06	7393870.77
8 (2025)	2025	5634673.6	24.00%	1774528.98	9168399.76
9 (2026)	2026	5528896.4	27.00%	2475467.93	11643867.69
10 (2027)	2027	5423119.2	24.00%	2794528.25	14438395.93

Cuadro 3: Comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto kg de desechos sólidos hospitalarios procesados	Proyección con proyecto kg de desechos sólidos hospitalarios procesados
2023	5,846,228.05	6,401,619.71
2024	5,740,450.84	7,393,870.77
2025	5,634,673.622	9,168,399.76
2026	5,528,896.408	11,643,867.69
2027	5,423,119.194	14,438,395.93

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



Análisis: Como se puede notar en la gráfica anterior, de no ejecutarse la presente propuesta la cantidad de desechos procesados disminuirá a medida que pasa el tiempo; la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de automatizar el sistema de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa Ecotermo S.A., Amatitlán, Guatemala, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Diego Antonio Cotzajay González

TOMO II

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA FASE DE ENFRIAMIENTO DEL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS
EN EMPRESA ECOTERMO, S.A., AMATITLÁN, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2023

Informe final de graduación

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA FASE DE ENFRIAMIENTO DEL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS
EN EMPRESA ECOTERMO, S.A., AMATITLÁN, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Diego Antonio Cotzajay González

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, agosto de 2023

Informe final de graduación

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA FASE DE ENFRIAMIENTO DEL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS
EN EMPRESA ECOTERMO, S.A., AMATITLÁN, 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, agosto de 2023

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

El trabajo de graduación “Sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala”, fue realizado por el estudiante de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciado.

En los últimos años la automatización de los procesos para el tratamiento de los desechos sólidos es fundamental ya que ocupan grandes volúmenes de espacio.

En una planta industrial como la que tiene Ecotermo el espacio físico es importante para el almacenaje de nuevos productos que ingresan a incineración, por ello el aporte de la investigación realizada genera valor de forma positiva e indirecta a las operaciones generales de dicha planta.

Cada vez se genera más desechos sólidos y dentro de ellos encontramos los hospitalarios los cuales también generan riesgo biológico a la sociedad.

La mayoría de estos desechos son recolectados por empresas que se dedican al manejo de desechos sólidos hospitalarios, los mismos son incinerados a grandes temperaturas y posteriormente el residuo final (ceniza) colocado en el relleno sanitario.

Pues es por ello que el correcto tratamiento aporta bienestar y salud para el medio ambiente y parte de ese correcto tratamiento es la fase de enfriamiento del proceso de incineración de los desechos sólidos hospitalarios, en donde se propone automatizar para aumentar la productividad.

Los resultados de la investigación pueden aplicarse a otras empresas, también puede ser utilizado como fuente de consulta para estudiantes, y puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria de ingeniería industrial principalmente en la automatización de procesos productivos.

Presentación

La presente propuesta sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, fue realizada para incrementar la productividad de la empresa, realizado por autor, estudiante de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

El problema central son ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

De la investigación realizada por el autor estudiante de ingeniería industrial surgió una propuesta para poder solucionar el problema, de cual se componen por tres resultados.

- a) Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora:
Dicho departamento cuenta con un espacio físico, material, equipo para trabajos de oficina y taller de metal mecánica, personal técnico calificado, así como los recursos financieros para la corrección de la problemática central en la que se ven afectados los resultados productivos de la empresa.
- b) Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios:
Anteproyecto compuesto por diseño del sistema automatizado con sus componentes a utilizar, permisos legales, adecuación del área para instalación de los componentes, montaje del sistema automatizado de enfriamiento, puesta en marcha y mantenimiento.
- c) Se formula programa de capacitación al personal involucrado:
Consiste en la convocatoria del personal involucrado en el montaje, puesta en marcha y mantenimiento preventivo o correctivo del sistema, metodología a utilizar, frecuencia de las capacitaciones y temas para la formación.

Índice general

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I	RESUMEN	1
II	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
	ANEXOS	

I. RESUMEN

La productividad de una empresa se encuentra determinada por la eficiencia de cada uno de los procesos que conforman sus operaciones, la falta de automatización de procesos puede impactar negativamente la productividad.

También el desempeño de sus colaboradores quienes realizan el proceso productivo.

A continuación, se presenta un resumen de la investigación “Sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala”, se describen brevemente los aspectos más relevantes del diseño de la investigación, sus resultados y conclusiones.

Planteamiento del problema

En el presente año de no implementar la propuesta, continuará la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala debido a la inexistencia de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

El problema central del estudio está dirigido a las ineficiencias en la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo S.A., Amatitlán, Guatemala, debido a que actualmente esta fase de enfriamiento se hace de manera manual en donde los colaboradores se exponen a las extremas temperaturas de la ceniza proveniente de la incineración, utilizando equipos de protección personal que los deshidrata por estrés térmico, por lo que deben estar constantemente saliendo del área de proceso a hidratarse perdiendo tiempo de operación considerable al final del turno.

También por las incomodidades y poca movilidad al utilizar equipos de protección personal tardan mucho tiempo en enfriar la ceniza utilizando una manguera de riego, palas y azadones para la remoción y enfriamiento de la ceniza.

Al aumentarse la productividad será un proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios eficiente y con oportunidad de replicar el diseño en otros modelos de hornos incineradores de desechos sólidos hospitalarios con los que cuenta la empresa Ecotermo S.A., con el mismo principio de automatización de la fase de enfriamiento.

Así mismo se le estaría brindado mayor seguridad durante la operación al colaborador que realiza de forma manual la fase de enfriamiento; La inversión del proyecto se detalla en el anexo 3 del tomo 2 Presupuesto, con el objetivo de proyectar el máximo provecho de retorno que se obtiene al automatizar la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Hipótesis

Hipótesis causal

La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado.

Hipótesis Interrogativa

¿Será la inexistencia de sistema automatizado, la causante de la baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por ineficiencias en la fase de enfriamiento?

Objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteado, fue posible la determinación y diagramación de objetivos del trabajo de graduación.

De manera que se pueda alcanzar la solución propuesta para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Objetivo general

Incrementar productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

Objetivo específico

Contar con eficiente fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

Justificación

El desarrollo de la presente investigación y estudio se realizó con la finalidad de determinar la correlación existente entre baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años debido a la inexistencia de sistema automatizado para la fase de enfriamiento.

Por lo que determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta se analizan los próximos 5 años con implementación del proyecto y sin proyecto.

Para el año 2027 de no implementarse el proyecto se estarían dejando de procesar 423,108.86 kilogramos menos en la producción, lo que representaría menor ingreso

económico y baja productividad en el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Mientras que de implementarse el proyecto de automatización en la fase de enfriamiento para el año 2027 se estarían procesando 8,036,776.19 kilogramos más aumentando la productividad para dicho año.

Por lo que se puede notar, de no ejecutarse la presente propuesta para la fase de enfriamiento durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A. Amatitlán, Guatemala la cantidad de desechos procesados disminuirá a medida que pasa el tiempo; la situación de baja productividad en el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, seguirá en condiciones negativas.

Por lo que se hace evidente la necesidad de automatizar el sistema de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa Ecotermo S.A., Amatitlán, Guatemala, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada de aumentar la productividad en las operaciones.

Metodología

La metodología de investigación es el conjunto de procedimientos, métodos y técnicas que determinan una investigación.

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

Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; 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 del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.

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

Observación directa.

Por este medio se encontró el efecto del problema, el cual consistió en visitar las instalaciones de la empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala objeto de análisis y observación del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Investigación documental.

Con esta técnica se recopilan antecedentes a través de documentos, en la que el investigador fundamenta y complementa su investigación con lo aportado por diferentes autores, con el fin de no duplicar documentos relacionados con la problemática a investigar.

Entrevista.

Esta técnica se aplicó para la formulación de la hipótesis al obtener información sobre la problemática directamente de los actores, a través de un cuestionario.

Ya posee una visión más clara sobre la problemática del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, 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.

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; para la consolidación de información antes mencionada se utiliza, modelo de investigación y proyectos: Domino.

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.

La entrevista es el proceso por medio del cual dos o más personas entran en estrecha relación verbal, con el objeto de obtener información fidedigna y confiable sobre todo o algún aspecto que se estudia.

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 un 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, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 12 personas que laboraban en gerencia general; operaciones, y sistema de gestión integrado; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será 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.

Técnicas

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

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa y 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 la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Coeficiente de correlación

Se realizó con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2018 a 2022); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala”.

Así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta, la cual de no ejecutarse la propuesta la cantidad de desechos procesados disminuirá a medida que pasa el tiempo; la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de automatizar el sistema de enfriamiento.

Síntesis de resultados

Resultado 1: Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad

Ejecutora: Dicho departamento cuenta con un espacio físico, material/equipo para trabajos de oficina y/o talleres, personal técnico, así como los recursos financieros.

Actividad 1: Espacio físico.

Actividad 2: Material y equipo.

Actividad 3: Personal técnico.

Actividad 4: Recursos financieros.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios:

Anteproyecto compuesto por diseño del sistema automatizado con sus componentes a utilizar, permisos legales, adecuación del área para instalación del sistema, ensamblaje del sistema automatizado, puesta en marcha y mantenimiento del sistema.

Actividad 1: Diseño.

Acción 1: Características del diseño.

Acción 2: Componentes del diseño.

Actividad 2: Permisos legales.

Acción 1: EIA.

Acción 2: Permiso municipal.

Actividad 3: Adecuación del área para instalación del sistema.

Acción 1: Paros programados.

Acción 2: Construcción de fosa de nivelación.

Actividad 4: Ensamblaje del sistema.

Acción 1: Elaboración de componentes metálicos.

Acción 2: Conexiones al sistema actual.

Actividad 5: Puesta en marcha.

Acción 1: Funcionamiento.

Actividad 6: Mantenimiento del sistema.

Acción 1: Niveles.

Acción 2: Estado físico.

Acción 3: Temperatura.

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

Consiste en la convocatoria del personal involucrado, metodología a utilizar, frecuencia de las capacitaciones y temas para la formación.

Actividad 1: Convocatoria.

Actividad 2: Metodología.

Acción 1: Recorridos explicativos del nuevo sistema de enfriamiento.

Acción 2: Video explicativo del nuevo sistema de enfriamiento.

Actividad 3: Frecuencia.

Actividad 4: Temas.

La principal conclusión es la que comprueba la hipótesis: “La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa

Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado” con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.

La principal recomendación es implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa. Se indica que en el anexo 1, se esboza la propuesta de solución de la problemática investigada y que además en el anexo 2, se incluye la Matriz de la Estructura Lógica para evaluar el trabajo después de desarrollada la propuesta.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1. Conclusión

Se comprueba la hipótesis siguiente: “La baja productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Eco termo, S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, ineficiencias en la fase de enfriamiento, se debe a la inexistencia de sistema automatizado” con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.

II.2. Recomendación

Implementar sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en la empresa.

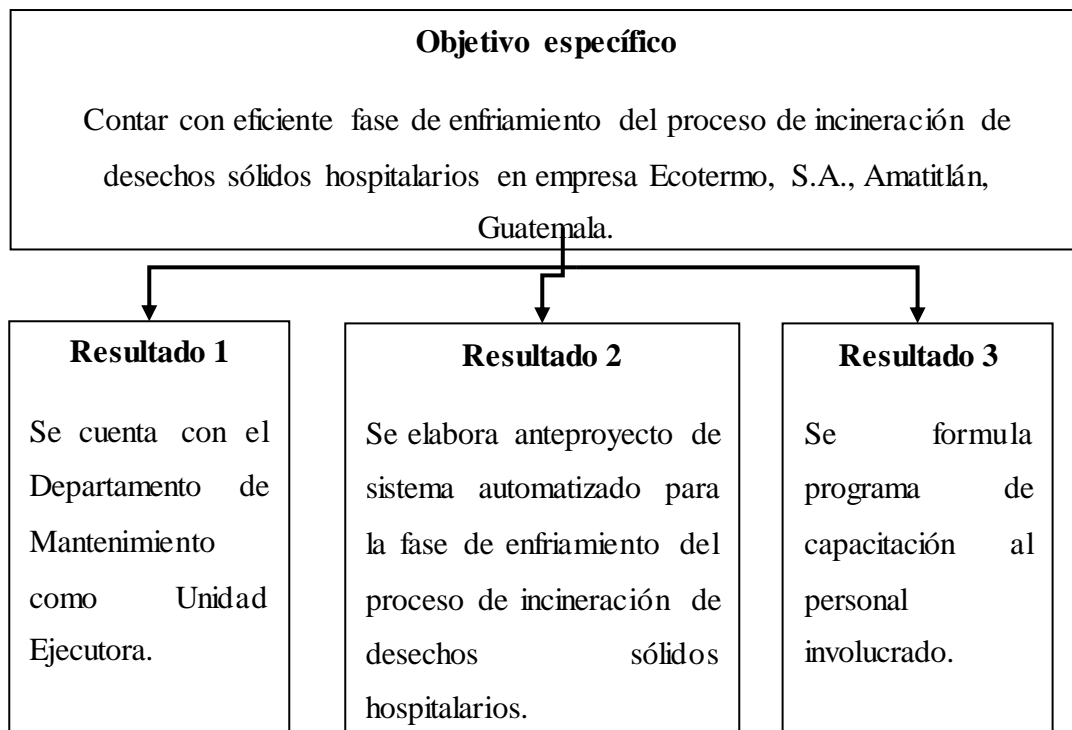
ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

Introducción

La Unidad Ejecutora Ecotermo, S.A. es la encargada de la implementación de una fase automática de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos y las capacitaciones necesarias para el personal involucrado.

Se presenta a continuación, el diagrama de medio de solución:



Resultado 1: Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.

Actividad 1: Espacio físico

Se deberá habilitar oficina de 6 metros cuadrados ubicada en módulo 2 de oficinas administrativas de gerencias en planta Ecotermo S.A.

Actividad 2: Material y equipo

Se debe deberá proporcionar dentro de la oficina, escritorio ejecutivo de 1.82mts de frente, 0.80mts de fondo y 0.73mts de alto, computadora de escritorio Celeron de 20.7”, marca HP con 4GB de memoria RAM, 1TB de disco duro y sistema operativo Windows 10, software para el diseño y planificación Hmi/Scada de Schneider Electric y celular corporativo Samsung modelo A21S.

Actividad 3: Personal técnico

La implementación del sistema automatizado para la fase de enfriamiento deberá estar a cargo de un gerente con el perfil siguiente: Que sea Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Actividad 4: Recursos Financieros

La empresa Ecotermo, S.A., proporcionará los recursos necesarios para el funcionamiento de la unidad ejecutora.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Actividad 1: Diseño

Acción 1: Características del diseño

Sistema capaz de captar la ceniza a 850 grados celcius, enfriarla a través de la aplicación de un agente extinguidor, el cual en pocos segundos bajará la temperatura a 35 grados celcius para disponer de la ceniza fría en pocos segundos.

Captador de ceniza fabricado de lámina lisa de 3/4 de pulgada recubierto internamente por material refractario, es un excelente aislador de calor para la seguridad del personal operativo.

Las medidas del captador son: 2 metros de largo por 1.50 metros de ancho por 0.65 metros de alto.

Por medio de los sensores (2) de temperatura se activarán las señales necesarias para aplicar el agente extinguidor de manera automatizada.

Sistema automatizado cotara con (1) sensor que controlara el peso máximo (100 kilogramos) y mínimo (75 kilogramos) de cada descarga de ceniza caliente para la aplicación controlada del agente extinguidor.

Sistema tendrá instalado (4) rociadores de enfriamiento con una distancia de 0.50 metros entre cada uno.

Acción 2: Componentes del diseño

Se debe contemplar los siguientes componentes necesarios para el adecuado funcionamiento:

Sensores: Son los elementos que recogerán la información de la captación de ceniza y la trasladarán al controlador. Ejemplo: Ingreso de la ceniza al depósito de captación.

El diseño deberá contemplar sensores de temperatura y sensores de peso tipo bascula.

Los sensores de temperatura serán los encargados de indicar la temperatura de ingreso y de salida para la disposición correcta de la ceniza.

Los sensores tipo bascula se encargarán de indicar el peso permitido en el depósito de captación de ceniza para dar inicio al enfriamiento automatizado.

Controlador: Se encargará de gestionar las entradas y salidas de señales para la toma de decisiones durante el proceso automatizado.

Sera el encargado de enviar la señal para activar el agente extinguidor.

El controlador será el encargado de indicar el peso máximo permitido para el captador de ceniza y con esto evitar la sobrecarga de ceniza caliente permitida para el enfriamiento.

Rociadores para enfriamiento: Serán los encargados de descargar el agente extinguidor para el enfriamiento de las cenizas, estos recibirán la señal del preaccionador quien abrirá las llaves de paso del sistema de enfriamiento.

Se deberán instalar 4 rociadores a una distancia de 25 cm de cada lado y con esto lograr la distribución correcta del agente extinguidor sobre la ceniza caliente.

Se calcula que cada rociador puede aportar 21.16 galones de espuma por minuto lo que provocará una sofocación inmediata.

Llaves de paso: Su función será regular el flujo del agente extinguidor o lo detenerlo por completo.

Eductor de espuma: Sera el encargado de realizar previamente la mezcla de agua y espuma química convirtiéndose en el principal agente extinguidor.

Tubería eléctrica PVC de 1/2": Se utilizará como aislamiento y conducción del cableado eléctrico necesario para el funcionamiento del sistema automatizado.

Tubería de PVC de 1/2" para flujo de agua: Servirá como conducto para el agua necesaria según la demanda de espuma química.

Manómetro: Se deberá instalar un manómetro para líquidos, el cual se encargará de dar el dato de la presión de agua que ingresa al sistema. Se recomienda trabajar con una presión mínima de 7 PSI y una máxima de 14 PSI.

Preaccionadores: Estos dispositivos permitirán que la señal de controlador sea compatible con la señal del servomotor.

Los principales movimientos del servomotor serán la activación de las boquillas aspersores de espuma química para lograr el enfriamiento automatizado de la ceniza.

Infraestructura: La infraestructura necesaria será la adecuación de depósito de captación de ceniza y la instalación de tuberías, para el desarrollo del sistema de enfriamiento automatizado.

Ladrillos aislantes: El interior del sistema de captación se construirá con ladrillos aislantes compuestos por diversos polvos como Óxido de Silicio y Alúmina combinados en diferentes proporciones, comprimidos al vacío y sinterizados bajo altas temperaturas.

Refractario: Será el cemento especial para los ladrillos aislantes, que resiste la acción del fuego sin destruirse o cambiar su estado.

Cilindros neumáticos: Serán los dispositivos accionados para dar ingreso a la ceniza caliente al sistema de captación cuyo accionamiento se lleva a cabo por medio de aire comprimido, generalmente aire comprimido ya es parte del horno incinerador únicamente se tendrá que realizar la conexión al sistema existente.

Actividad 2: Permisos legales.

Acción 1: EIA

Previo a la implantación del sistema diseñado deberán realizarse estudios de evaluación de impacto ambiental por parte de un asesor ambiental para determinar los grados de afectación al ambiente relacionados con las actividades desarrolladas.

Dicho asesor deberá presentar ciertos requisitos ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Acción 2: Permiso municipal

El asesor ambiental debe verificar que se cumplan los requisitos de la municipalidad de Amatitlán para el funcionamiento del sistema de enfriamiento de los incineradores, así como las disposiciones para el manejo de desechos sólidos.

Actividad 3: Adecuación del área para instalación del sistema.

Acción 1: Paros programados

Se determinarán las fechas en las que se suspenderán las operaciones de la planta para realizar adecuaciones al terreno o maquinaria e instalaciones necesarias para la implementación del sistema automatizado; así como las estrategias que se utilizarán para mantener la continuidad del proceso productivo una vez reiniciadas las operaciones.

La programación la debe tener el jefe de operaciones, luego de que él autorice se da inicio con la fecha programada para dejar de cargar desechos y permitir el enfriamiento del horno incinerador para trabajar en este de forma segura.

Para realizar la instalación se deben pedir los permisos de seguridad industrial para la intervención del horno incinerador. Al tenerlos se hacen los procedimientos de bloqueo y etiquetado de energías peligrosas. Por último, ya se ingresa a la parte frontal del incinerador para iniciar el ensamblaje del sistema automatizado.

Acción 2: Construcción de fosa de nivelación

Se deberán realizar adecuaciones al terreno para la instalación de los componentes actuales y los propuestos, como la construcción de una fosa de nivelación para acondicionar la captación de ceniza. La fosa tiene las siguientes medidas: 1 metro de ancho por 4 metros de largo por 0.40 metros de profundidad.

Actividad 4: Ensamblaje del sistema automatizado

Acción 1: Elaboración de componentes metálicos

En esta etapa se realizarán las gestiones para la compra de materiales y fabricación de las estructuras a utilizar para la captación de la ceniza.

Acción 2: Conexiones al sistema actual

Se intervendrán las operaciones del horno incinerador para el ensamblaje de los mecanismos de enfriamiento de ceniza al sistema actual.

Se realizará la instalación de accionadores, servomotores, controlador, cilindros neumáticos, eductor de espuma, rociadores, ductos eléctricos y de agua.

Actividad 5: Puesta en marcha

Acción 1: Funcionamiento

Se pondrá en marcha el sistema instalado, se realizarán pruebas de funcionamiento sin desechos y con desechos para verificar el correcto desarrollo de las actividades del sistema.

Si se presentan fallas estas deberán ser corregidas, posteriormente se deberá poner en marcha el sistema para verificar su resolución.

Para realizar el proceso se dará la instrucción a los técnicos de mantenimiento que se encarguen de cada paso, primero se preparan los desechos que se van a ingresar, en la primera prueba se deben retirar los paros de emergencia y solicitar permisos de seguridad industrial.

Luego, se deben cargar los desechos, incinerarlos, sacar la ceniza y accionar los botones del sistema de enfriamiento para ponerlo en marcha.

Por último, realizar una revisión final para verificar que la ceniza salga completamente fría para la disposición final.

Actividad 6: Mantenimiento del sistema

Acción 1: Tipos de mantenimiento y frecuencia

Se aplicará mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para los elementos del sistema, según las posibles fallas presentadas.

Estos mantenimientos serán diarios, semanales y semestrales.

Acción 2: Estado físico

Se debe aplicar la técnica Ver; Oír; Sentir y Oler (V.O.S.O.) para la identificación de fallas. Esta es una herramienta o técnica del monitoreo de condición, fundamental para el mantenimiento predictivo. La técnica consiste en identificar de forma sensorial las posibles fallas de máquinas, equipos, instalaciones o sistemas, antes de que suceda un daño mayor.

Las actividades de la técnica V.O.S.O incluyen;

Ver u observar fugas, cambios de color en superficies, corrimientos en las máquinas, observación de fracturas en partes de la maquinaria, muestras de derrames de aceite o cualquier cambio anormal perceptible en el equipo.

Oír o escuchar fugas de aire, vibraciones, zumbidos, ruidos anormales en cadenas, fajas, equipos o instalaciones.

Sentir o palpar vibraciones imperceptibles a la vista, cambios en la temperatura de las superficies de las máquinas, cables, o fajas; observación de indicios de corrosión o incrustación interna de tuberías.

Oler cualquier olor anormal en el ámbito de la maquinaria o equipo como fugas de gases o vapores provenientes de fugas.

Las revisiones de estado físico incluirán desde limpiezas generales e inspecciones, lubricación de piezas y correcciones de fugas; hasta inspecciones de desgaste o corrosiones.

Acción 3: Temperatura

Se verificará que las temperaturas alcanzadas posterior al enfriamiento se mantengan en los rangos adecuados, los cuales entran dentro del rango de 20° a 30° C, esto para garantizar su buen funcionamiento y la seguridad del personal.

Es importante estar alerta a cambios de temperaturas en las superficies de los equipos o componentes y utilizar equipo de protección al manipular cualquiera de estos elementos.

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

Actividad 1: Convocatoria

Se convocará a los siguientes puestos de trabajo: Mecánicos y operarios de departamento de Mantenimiento y Operaciones para generar competencias técnicas sobre la implementación del sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Actividad 2: Metodología

Acción 1: Recorridos explicativos del nuevo sistema de enfriamiento

Se realizarán capacitaciones presenciales que incluyan recorridos para explicar el funcionamiento adecuado del sistema automatizado de enfriamiento. Además, el sistema de enfriamiento automatizado deberá ser incorporado en los manuales propios de la empresa, y fomentar la generación de guías y materiales didácticos para garantizar la fijación de conocimientos de todos los colaboradores.

Acción 2: Video explicativo del nuevo sistema de enfriamiento

Además de los recorridos explicativos se realizará un video que describa el funcionamiento del sistema, con el objetivo de mantener actualizados a los colaboradores antiguos e instruir a los nuevos colaboradores.

Este video deberá incluir no solamente aspectos del funcionamiento del sistema automatizado de enfriamiento, sino consideraciones sobre la importancia de la seguridad industrial, equipo de protección personal adecuado y prácticas de seguridad.

Actividad 3: Frecuencia.

Se realizará capacitación por parte del gerente de mantenimiento 1 vez al año dividida en 5 sesiones de 2 horas cada una, al personal mecánico y operadores de los departamentos de mantenimiento y operaciones.

Actividad 4: Temas

Se ejecutará programa de capacitación con los siguientes temas:

- a) Incineración de desechos sólidos hospitalarios.
- b) Seguridad Industrial.
- c) Manejo manual de cargas.
- d) Automatización de la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Anexo 2: Matriz de Estructura Lógica

La matriz de estructura lógica es un instrumento que proyecta el cumplimiento de los objetivos de la propuesta después de su realización, se contrasta el porcentaje de cumplimiento de los objetivos y el tiempo transcurrido después de su implementación.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general:			
Incrementar productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios en empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala.	Finalizados cuatro años de implementada la propuesta, se incrementa la productividad durante el proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, con lo que se concreta el 76% de la solución a la problemática planteada en el efecto del árbol de problemas.	Registros mensuales del departamento de Operaciones, encuestas a operarios.	La unidad ejecutora implementa el programa de mantenimiento preventivo permanente al nuevo sistema, para procurar su funcionamiento e incrementar la productividad.

Objetivo específico:	<p>Finalizado el primer año de la propuesta, se cuenta con eficiente fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios, con lo anterior se deduce que el 95% de la problemática identificada en el problema central, se resuelve.</p>	<p>Registros mensuales del departamento de Operaciones, fotografías del nuevo sistema implementado, videos y encuestas a trabajadores.</p>	<p>La Gerencia General implementa el proyecto de automatización en otras áreas con la misma necesidad.</p>
Resultado 1:			
<p>Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.</p>			

Resultado 2:			
Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.			
Resultado 3:			
Se formula programa de capacitación al personal involucrado.			

Anexo 3: Presupuesto

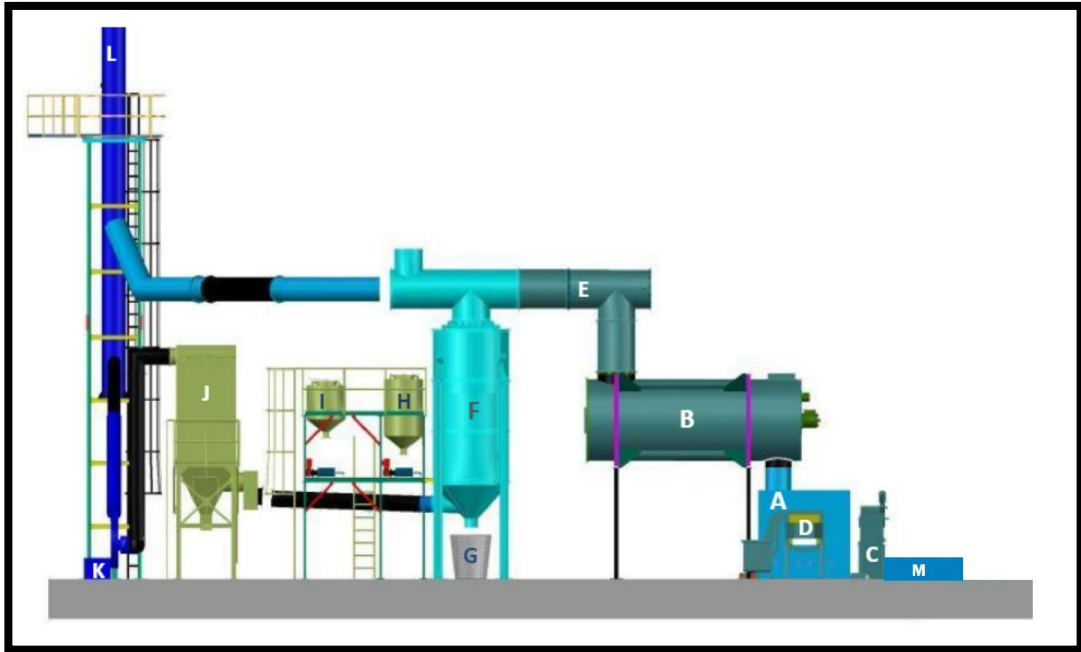
El presupuesto para la implementación del Sistema de automatización para la fase de enfriamiento en el proceso de incineración de la empresa Ecotermo, S.A., Amatitlán, Guatemala asciende a un total de Q. 520,424.00, y se detalla de la siguiente manera:

Resultado	Nombre	Costo	Total
1	Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.	Q120,00.00	
2	Se elabora anteproyecto de sistema automatizado para la fase de enfriamiento del proceso de incineración de desechos sólidos hospitalarios.	Q. 385,424.00	
3	Se formula programa de capacitación al personal involucrado	Q15,000.00	
Total de la propuesta			Q520,424.00

Anexo 4. Otros anexos.

Anexo 4.1 figuras.

Figura 1: Tipo I de planta de incineración.



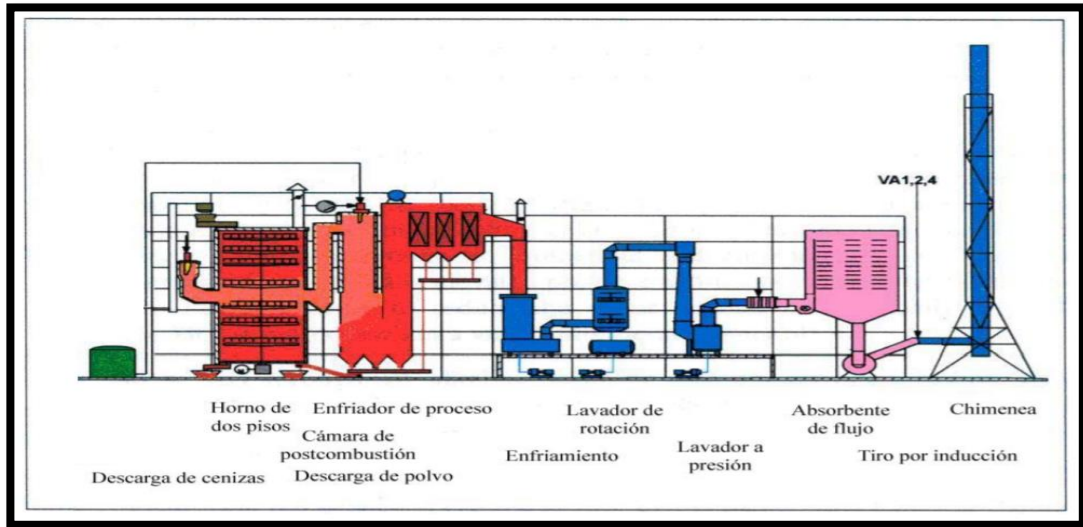
Fuente: Cotzajay, D. 2021

Leyenda:

- A. Cámara de combustión
- B. Cámara post combustión
- C. Extractor de ceniza
- D. Cargador hidráulico
- E. Ductos de interconexión
- F. Enfriador de gases
- G. Depósito de agua
- H. Depósito de cal
- I. Depósito de carbón activado
- J. Filtro de mangas

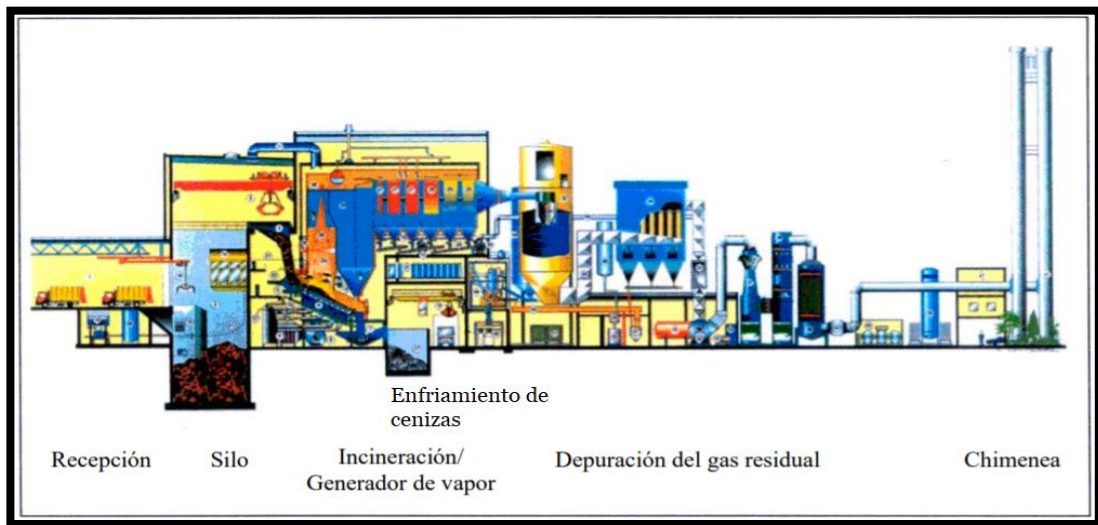
- K. Extractor de alta eficiencia
- L. Chimenea
- M. Sistema de enfriamiento de cenizas

Figura 2: Tipo II de planta de enfriamiento.



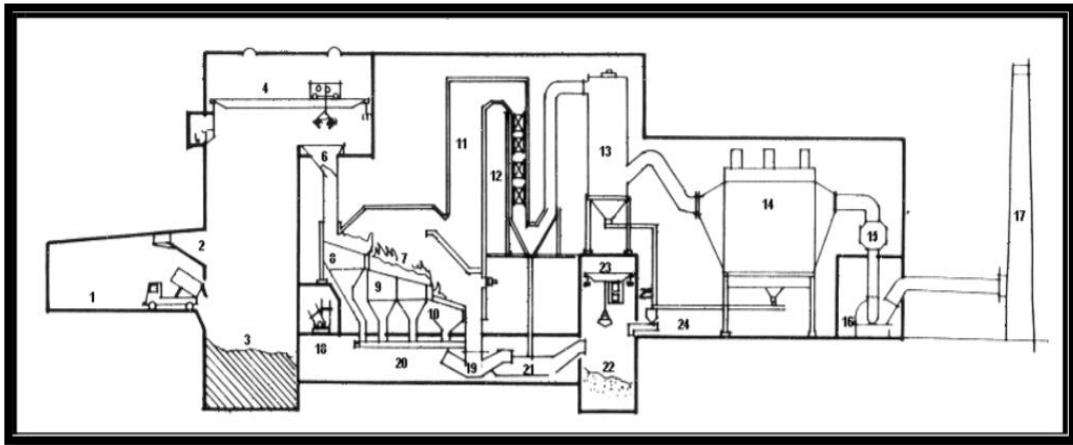
Fuente: European comission, 2006

Figura 3: Tipo III de planta de incineración.



Fuente: European comission, 2006

Figura 4: Tipo IV de planta de incineración.



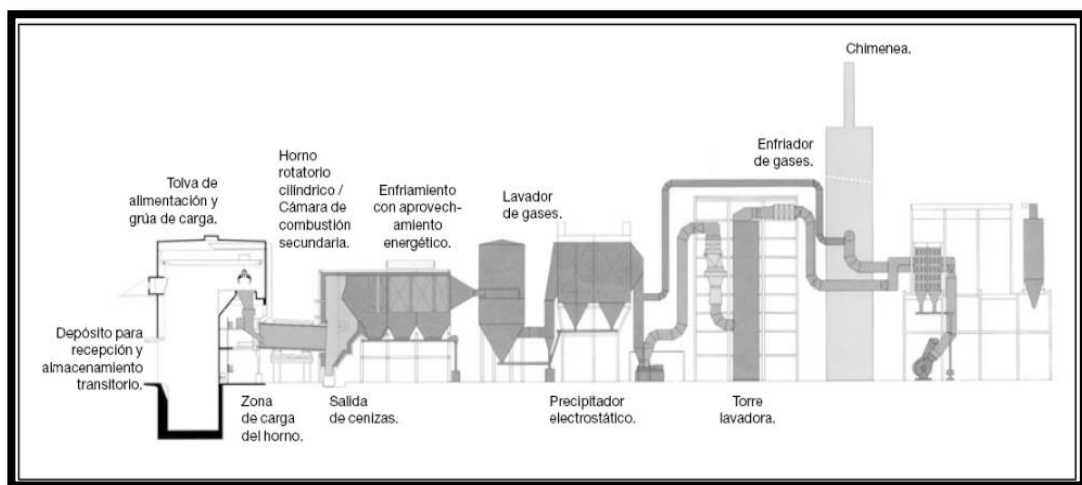
Fuente: European comission, 2006

Leyenda:

1. Estación de camiones
2. Puerta del depósito
3. Depósito de desechos
4. Grúa
5. Cuarto de operación de la grúa
6. Zona de espera de carga
7. Cámara de combustión
8. Cenicero de secado
9. Cenicero de combustión
10. Cenicero después del quemador
11. Cámara de gas
12. Precalentador de aire – gas
13. Equipo eliminador de gases nocivos
14. Precipitador electrostático
15. Generador de vapor
16. Ventilador de aire inducido

17. Chimenea
18. Ventilador de aire forzado
19. Empujador de cenizas
20. Transportador de desechos
21. Transportador de cenizas
22. Enfriamiento y depósito de cenizas
23. Grúa de cenizas
24. Transportador de cenizas volátiles
25. Humidificador de cenizas volátiles

Figura 5: Tipo V de planta de incineración.



Fuente: Ainhoa, Estévez, Riesgo, Ruiz y Villar, 2009

De los cinco modelos anteriores de plantas de incineración de desechos sólidos hospitalarios se propone el tipo I este ha sido diseñado en base al modelo actual en donde se han encontrado las deficiencias en la fase de enfriamiento, por lo que se adapta al espacio físico disponible de la planta por su versatilidad.