

**Método para establecer factores de tiempo perdido en el área de  
elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.**

**Germán Augusto Duque Valencia**

**Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Tecnologías  
Maestría en Desarrollo Agroindustrial.  
Pereira  
2017**

**Método para establecer factores de tiempo perdido en el área de  
elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.**

**Germán Augusto Duque Valencia**

**Proyecto de Grado para optar al Título de  
Magister en desarrollo agroindustrial**

**I. Q. Jorge Iván Quintero Saavedra Ph. D.  
Bioprocesos - Alimentos**

**Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Tecnologías  
Maestría en Desarrollo Agroindustrial.  
Pereira  
2017**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Pereira 11 de Noviembre de 2017

## Tabla de contenido

1	Introducción.....	8
2	Pregunta de investigación .....	9
3	Justificación.....	9
4	Objetivo .....	12
4.1	Objetivo general .....	12
4.2	Objetivos específicos .....	12
5	Marco teórico. ....	13
5.1	Establecimiento del ciclo de trabajo. ....	15
5.2	Estructura organizacional.....	16
5.3	Modelo de gestión de la producción.....	17
5.4	Realidad y diagnóstico de la condición inicial .....	18
5.5	Ventajas del área seleccionada para la realización del trabajo.....	20
5.6	Búsqueda de causas del problema de investigación. ....	20
6	Metodología .....	21
6.1	Indagación de condiciones iniciales. ....	22
6.2	Concepción de la encuesta .....	22
6.2.1	Parámetros de la encuesta.....	22
6.2.2	Estimación del Tamaño de Muestra .....	23
6.2.3	Error máximo permisible.....	23
6.3	Selección de los tipos de análisis estadísticos.....	23
6.3.1	Análisis descriptivos. ....	24
6.3.2	Análisis Multivariado .....	24
6.3.3	Análisis de Conglomerados .....	25
6.3.4	Análisis de Pareto.....	25
6.3.5	Análisis prospectivo .....	26
6.4	Mejoramiento de estrategia con base en el análisis prospectivo .....	27
7	Análisis de resultados .....	29
7.1	Resultados de las condiciones iniciales. ....	29
7.2	Resultados de la encuesta.....	29
7.3	Resultados del análisis estadístico .....	31
7.3.1	Análisis descriptivos. ....	31

7.3.2	Análisis multivariados .....	38
7.3.3	Análisis de Conglomerados .....	42
7.3.4	Aplicación del análisis de Pareto a los valores conglomerados.....	44
7.3.5	Resultados del análisis prospectivo .....	44
7.4	Elaboración de matriz de marco lógico .....	48
7.5	Difusión y socialización de la estrategia.....	51
8	Conclusiones.....	55
9	Recomendaciones .....	58
10	Referencias bibliográficas .....	59

## Índice de Figuras y tablas

Tabla 1. Tiempos perdidos de abril 2016 a abril de 2017.....	29
Tabla 2. Resumen de encuesta a personal de operación y mantenimiento .....	29
Tabla 3. Jornada trabajo cumple norma.....	31
Tabla 4. Toda labor tiene estándar.....	31
Tabla 5. Conoce funcionamiento maquina .....	31
Tabla 6. Cumplen planes de mantenimiento .....	32
Tabla 7. Instructivos existentes .....	32
Tabla 8. Disponibilidad repuesto adecuado .....	32
Tabla 9. Tiempo para mantenimiento.....	33
Tabla 10. Herramienta/taller adecuados .....	33
Tabla 11. Personal capacitado y suficiente .....	33
Tabla 12. Respaldo y apoyo de jefes .....	34
Tabla 13. Medición del desempeño.....	34
Tabla 14. Dispone planos/fichas técnicas .....	34
Tabla 15. TIC´s a la medida .....	35
Tabla 16. Se trabaja en equipo .....	35
Tabla 17. Las actividades bien ejecutadas.....	35
Tabla 18. Recursos financieros suficientes .....	36
Tabla 19. Compras en tiempos requeridos .....	36
Tabla 20. Espacios y recursos logísticos .....	36
Tabla 21. Labores sin riesgo a personas .....	37
Tabla 22. Los protocolos de SST claros.....	37
Tabla 23. Cumple legislación ambiental.....	37
Tabla 24. Inercia y Descomposición Chi-cuadrado .....	38
Tabla 25. Contribuciones de Categorías .....	40
Tabla 26. Valores del análisis de conglomerados .....	43
Tabla 27. Preguntas realizadas a 5 participantes del análisis prospectivo.....	45
Tabla 28. Matriz de marco lógico. ....	50

## Figuras

Figura 1. Ciclo de trabajo. (Arata., 2009) .....	16
Figura 2. Red de macro procesos Ingenio Risaralda. (Risaralda, Informe de sostenibilidad año 2015, 2015).....	17
Figura 3. Mapa conceptual de entradas y salidas del proceso de elaboración de azúcar en el Ingenio Risaralda .....	21
Figura 4. Contramedidas de prevención contra la aparición de anomalías de acuerdo con Hosotani. (Campos, 1994) .....	28
Figura 5. Mapa de correspondencias .....	39
Figura 6. Dendograma .....	42
Figura 7. Matriz de Influencias Directas (MID) .....	46
Figura 8. Plano de influencias / dependencias directas .....	46
Figura 9. Influencias indirectas potenciales.....	47
Figura 10. Influencias directas potenciales .....	48
Figura 11. Arbol de problemas .....	49
Figura 12. Arbol de objetivos.....	49
Figura 13. Flujograma riesgo ejecución de actividad .....	51
Figura 14. Flujograma tiempo en la consecución de repuestos .....	52
Figura 15. Flujograma disponibilidad de repuestos adecuados.....	53
Figura 16. Flujograma tiempo ejecución de actividades.....	54

# 1 Introducción

En el sector agroindustrial la pérdida de tiempo de producción representa uno de los problemas que impacta en alto grado la generación de valor, reduciendo peligrosamente los ingresos de la empresa.

Generalmente con la dinámica productiva de la industria se dificulta el manejo de la información para la toma de decisiones acertadas, es por eso que se promueve el uso de los análisis estadísticos para enfrentar dicha dificultad, especialmente cuando la información proviene de varias fuentes que bloquean el manejo eficiente y efectivo de los recursos disponibles.

A pesar de los esfuerzos para reducir el tiempo perdido de producción, se siguen presentando estas ineficiencias y se continúa con la necesidad de encontrar maneras efectivas de llevar el tiempo perdido a sus límites de control.

Motivado por la aplicación de un método de análisis para identificar potenciales soluciones a los factores que generan tiempo perdido en los procesos productivos, se plantea el siguiente trabajo, pretendiendo así ayudar al personal encargado de la producción en la fábrica a familiarizarse con nuevas maneras para la investigación, desarrollo e innovación en el proceso de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.

## 2 Pregunta de investigación

¿Cómo reducir el tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda?

## 3 Justificación

Para el Ingenio Risaralda es de vital importancia incrementar la confiabilidad del proceso de elaboración de azúcar mediante una mejor estrategia en la operación y el mantenimiento, labor encaminada a reducir el tiempo perdido.

La alta dinámica que se tiene al interior de una fábrica de azúcar, genera dificultades para ordenar, correlacionar y analizar información que permita obtener conclusiones contundentes acerca de los problemas particulares que generan tiempo perdido en la producción de azúcar, por tal motivo mucha de la información incluida en este trabajo procede de fuentes verbales sin un soporte formalmente documentado.

Las causas y consecuencias del tiempo perdido suele mezclarse y a su vez desencadenar en la baja productividad de la empresa, con dificultades como las siguientes:

- **Bajo volumen en las ventas por cuenta de la calidad de los productos**

Actualmente, la competencia comercial entre los Ingenios se da, por la combinación de las variables calidad y precio, lo que genera diferencias de criterio entre productor y cliente, impactándose así en el desempeño y los productos elaborados por los clientes. En la actualidad las relaciones comerciales de los Ingenios azucareros son materia de investigación por

parte de la SIC, Superintendencia de Industria y Comercio. (Semana, 2015)  
(Dinero, 2016)

- **Fallas en la adquisición de la materia prima**

Las dificultades para mantener relaciones cordiales con los proveedores de caña y dificultades para el suministro de caña de buena calidad por factores en alto grado controlables que generan trastornos en la producción (Risaralda, Proveedores de caña, 2016)

- **Dificultad para contratar personal idóneo para asegurar la producción de la fabrica**

Determinante es la dificultad para enganchar y retener la mano de obra calificada y de alto nivel técnico, sea por contratación directa o por parte de las empresas prestadoras de servicios especializados.

- **Fallas en la metodología para el manejo del proceso y los riesgos asociados, generando paros y tiempo perdido en la fabrica**

Falta de gestión en aspectos de administración, operación y mantenimiento

- **Desbalance energético de la fábrica y desabastecimiento de combustible**

Combustibles de bajo poder calorífico y en la mayoría de los casos de difícil consecución.

- **Alto reproceso en la fábrica dificultando la producción**

Problemas a lo largo del proceso productivo que retardan la producción agravado por el reproceso.

- **Entrega oportuna de los productos.**

Para los clientes es muy importante que los productos tengan entregas oportunas por parte de sus proveedores para dar continuidad a los procesos que ellos desarrollan, por ello un desabastecimiento generado por fallas al interior de los procesos productivos impacta negativamente la relación comercial entre los proveedores y clientes.

- **Paros sociales y de trabajadores**

Protestas, movilizaciones indígenas y campesinas, permanentemente han generado en el sector azucarero sendos paros de las fábricas de azúcar. (Mintrabajo, 2015) (Bolaños, 2015)

- **Aprovisionamiento de agua**

Cada vez este recurso es más escaso y disputado entre los usuarios haciéndose difícil la administración para los requerimientos agroindustriales

- **Dificultades económicas y financieras**

Inestabilidad de precios y fragilidad en los mercados complican la dinámica del negocio afectando los flujos de caja y las inversiones.

Se estima que el tiempo perdido de producción en el ingenio Risaralda representa pérdidas por hora de \$13,17 millones, de tal modo que el área de elaboración de azúcar en un año genera pérdidas estimadas en \$639 millones (48,51 horas) lo que hace necesario buscar métodos para reducir el tiempo perdido en esta área.

## **4 Objetivo**

### **4.1 Objetivo general**

- Establecer una metodología para hallar los factores que influyen significativamente en la generación de tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Establecer cuáles son las variables predominantes, que influyen en la generación del tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.
- Determinar los factores que permitirían optimizar el tiempo de producción en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda, centrando los esfuerzos en la reducción del tiempo perdido.
- Describir los aspectos a tener en cuenta para adoptar prácticas en la gestión del proceso que permitan mejorar valor agregado.
- Elaborar diagramas de flujo que conduzcan a la reducción de los factores que afectan el tiempo perdido y que aporten en la aplicación de la metodología propuesta.

## **5 Marco teórico.**

El Ingenio Risaralda S.A. tiene su planta industrial ubicada en el municipio de Balboa, departamento de Risaralda, República de Colombia. Se tienen vinculadas 15.352 hectáreas netas en cultivos de caña de azúcar, los cuales se encuentran localizadas en los departamentos del Valle del Cauca, Risaralda y Caldas, es una empresa agroindustrial dedicada a la transformación de la caña de azúcar, a la comercialización de azúcar y sus derivados y a la cogeneración y venta de energía eléctrica. La planta industrial tiene una capacidad de molienda de 5.000 toneladas de caña por día y una capacidad de producción de 100.000 litros diarios de alcohol carburante, constituye un polo de desarrollo de la región en el ámbito industrial, laboral y social generando para el año 2.015 un total de 2.791 empleos de los cuales 488 son empleos directos en las áreas administrativas y de producción; y 2.303 empleos correspondientes a las Unidades Externas de Apoyo transversal. Los indicadores operativos, económicos, financieros y de responsabilidad social y ambiental, nos ubican en la escala de las empresas más importantes del país, continuando con nuestro sueño de ser “UNA EMPRESA DE CATEGORÍA MUNDIAL”. (Risaralda, Informe de sostenibilidad año 2015, 2015)

En la actualidad la innovación en las estrategias para la gestión de la producción, están enfocadas en adoptar técnicas de mantenimiento por condición que permitan aumentar la disponibilidad de la maquinaria, entidades como Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia Cenicaña, ha realizado proyectos que buscan mejorar el desempeño de las fábricas de los Ingenios, pero a pesar de

ello en el Ingenio Risaralda actualmente se continúan presentando altos tiempos perdidos en el área de elaboración de azúcar principalmente en los equipos de calentamiento mediante vapor, equipos para transporte y manejo de material del proceso, por eso es necesario trazar una estrategia hacia la implementación de soluciones que permitan alcanzar los objetivos de generación de valor y bienestar con sostenibilidad en la empresa. (Cenicaña, Eventos, 2015)

El Centro de Investigación de la caña de azúcar de Colombia CENICAÑA, ha trabajado con sus asociados en el mejoramiento de la gestión de la producción en la industria azucarera. Los avances al respecto han sido significativos y representan una herramienta valiosa en la búsqueda para mejorar el desempeño del sector, su misión es contribuir al mejoramiento de los procesos fabriles que se desarrollan en el sector azucarero colombiano siguiendo los principios de la sostenibilidad ambiental, la optimización tecnológica y la rentabilidad económica. El mercado globalizado exige una revisión permanente de los procesos fabriles para ser competitivos. (Cenicaña, Informe gestión Cenicaña 2015, 2016)

Para alcanzar un buen desempeño en la gestión productiva, es necesario diseñar estrategias que estén alineadas al cumplimiento de los objetivos de la empresa. Todo ello con el propósito de facilitar la planificación, programación y control la ejecución de las actividades operativas y de mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y teniendo en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización, reduciendo los costos globales de la actividad productiva, asegurando

el buen funcionamiento de los equipos, disminuyendo al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente. (Viveros Pablo, 2013)

Así es como la gestión integral de la operación y el mantenimiento se convierte en un poderoso factor de competitividad cuya importancia en el ámbito de la empresa crece día a día. Es por esta razón que existe la necesidad de conceptualizar y de entender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una correcta gestión productiva en área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda, la necesidad de incrementar agregación de valor de cada una de las etapas del proceso, especificando el uso de herramientas de gestión que soporten y aterricen en términos operativos la conceptualización y función de cada rol de los participantes del proceso.

En el presente trabajo se hizo un estudio basado en el método de Kant. Este enfoque plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, dado que define que cualquier sistema está compuesto básicamente por tres elementos: personas (productores), artefactos (máquinas) y entorno (fábrica). (Gutierrez, 2008)

## **5.1 Establecimiento del ciclo de trabajo.**

El Ingenio Risaralda ha realizado altas inversiones con el objetivo de tener una adecuada estructura de gestión que le permita mediante la incorporación de conocimiento e inteligencia la realización de los análisis que le sirvan de apoyo para la toma de decisiones en las áreas de producción, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional global. Con el ciclo de trabajo expuesto en la

Figura 1, se busca la renovación continua y justificada de la estrategia, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo global. También se pretende plantear la adecuada selección de nuevos equipos con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento (costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción). (Rafael, 2015)

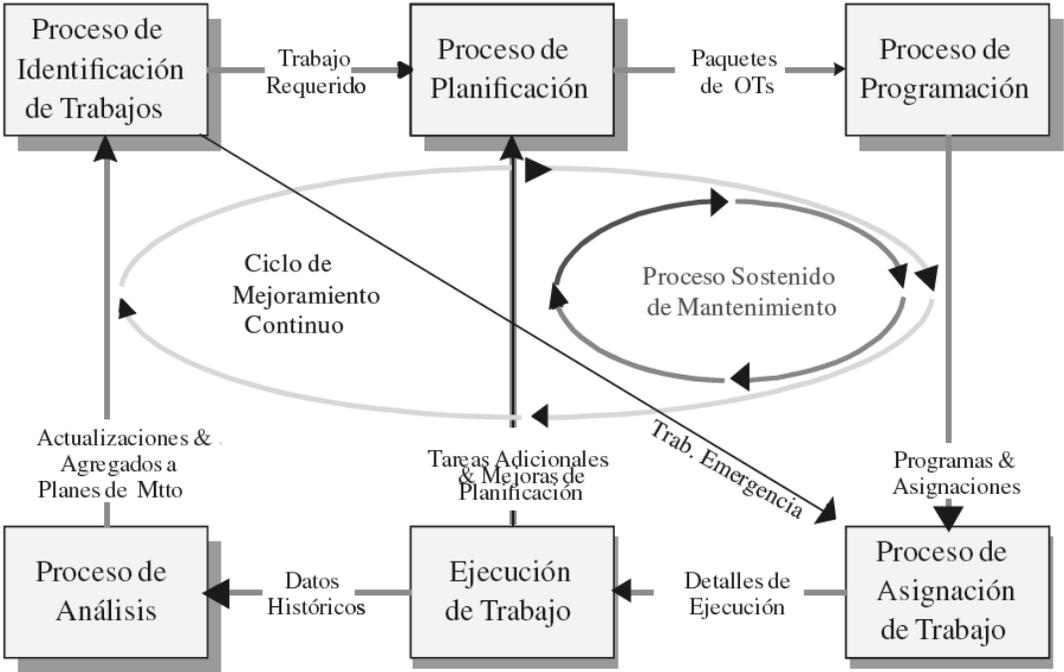


Figura 1. Ciclo de trabajo. (Arata., 2009)

**5.2 Estructura organizacional.**

Con la planeación estratégica del Ingenio Risaralda se busca el logro de los objetivos de la producción y las metas estratégicas generales de la compañía. La Figura 2 esquematiza la red de macro procesos la cual busca la coherencia en la

definición de estrategias, políticas, procedimientos, estructura organizacional y decisiones en los diferentes niveles de planificación y estructuración del trabajo. (Cárcel Carrasco, 2013)

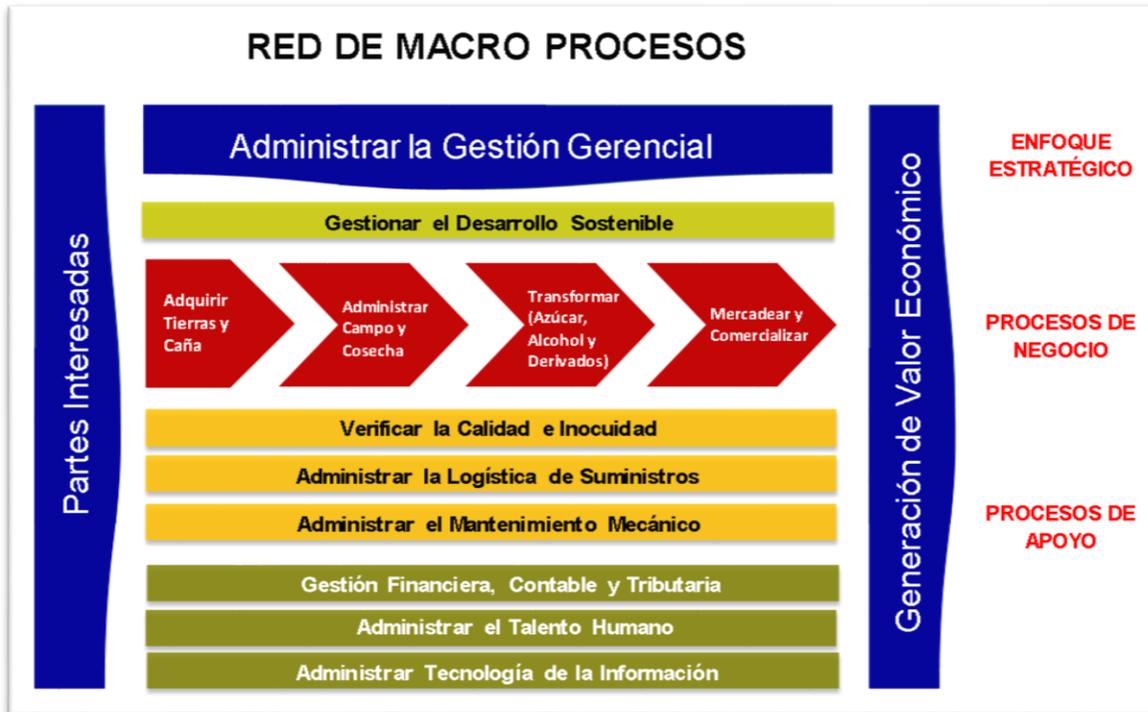


Figura 2. Red de macro procesos Ingenio Risaralda. (Risaralda, Informe de sostenibilidad año 2015, 2015)

### 5.3 Modelo de gestión de la producción

Para la gestión productiva en área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda tiene en cuenta las siguientes fuentes de información y se combinan en los diversos entornos corporativos con los que cuenta el Ingenio Risaralda.

- ERP SAP: Módulos para FI finanzas, CO contable, MM Manejo de materiales, PM Mantenimiento, HR Recurso Humano.
- SIAGRI: Manejo de información de campo.

- SIGIND: Manejo de información de las variables de proceso, monitoreadas en laboratorio.
- BINAPS: Sistema para administrar la información del sistema de gestión.

Con la jerarquización de equipos críticos y consideraciones relacionadas con la vida de servicio de los equipos, se realizan evaluaciones que conduzcan a la respectiva optimización de los procesos, además se busca cómo gestionar y optimizar de una manera real y continua todas las actividades que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución de la producción. Todo ello contemplando un contexto operacional real ya que tiene en cuenta ciertas restricciones que pueden afectar en la eficiencia y/o eficacia de la gestión productiva del área de elaboración de azúcar.

#### **5.4 Realidad y diagnóstico de la condición inicial**

Desde el año 2012 el centro de investigación para la caña de azúcar de Colombia CENICAÑA, ha avanzado en un proyecto de gestión productiva en el sector buscando aplicar El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) con la consigna de desarrollar en cada Ingenio las siguientes etapas:

- Conformar un grupo de trabajo y establecer un líder
- Definir los equipos críticos
- Implementación del análisis de los Modos de Falla, sus Efectos y su nivel de Criticidad FMECA
- Aplicar el árbol de decisión de RCM
- Definir las tareas de operación y mantenimiento
- Definir el Programa de Gestión en la operación y el mantenimiento

En el caso del Ingenio Risaralda la metodología propuesta por CENICAÑA, aún no se aplica, por lo tanto se propone mediante este trabajo ajustar y desarrollarla hasta convertirla en una estrategia que reduzca el tiempo perdido en el área de elaboración.

Los equipos para la producción de azúcar del Ingenio Risaralda presentan fallas que reducen el tiempo efectivo de producción, esas fallas podrían evitarse o mitigarse con la implementación de técnicas modernas de gestión con el apoyo de todos los actores del proceso productivo.

A demás se presentan debilidades y fortalezas que no se han capitalizado entre ellas están:

- Falta de sinergia entre las áreas de apoyo y las áreas de soporte.
- Fallas en la ejecución de nuevos proyectos
- Mejorar la logística de suministros y Contratación de servicios.
- Capacitación y estandarización de procesos.

Principalmente se debe buscar el compromiso del personal de producción en la participación, elaboración y cumplimiento de planes de acción que confluyan al objetivo común de reducir el tiempo perdido.

Es importante aclarar que el Ingenio Risaralda dispone de información suficiente de sus activos y su organización se empeña en el desarrollo cada vez más eficiente de su planeación estratégica.

### **5.5 Ventajas del área seleccionada para la realización del trabajo**

Todo el personal involucrado con el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda está comprometido con la mejora continua y fue este un factor crítico para concretar la realización del proyecto.

Los sistemas centralizados (ERP) para el manejo de información corporativa facilitan documentar eficientemente los procesos de la fábrica y permitieron contar con la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

### **5.6 Búsqueda de causas del problema de investigación.**

El tiempo perdido en el área de elaboración es abordado desde una perspectiva de enfoque de Sistemas (Dynamo) como se muestra en la figura 3, donde se analizan sus diferentes cajas blancas para determinar cuáles variables afectan directa o indirectamente las condiciones de productividad del área. Es de agregar que también se analizan aquellas variables de respuesta (Output) y se detectan las variables que son significativamente alteradas. (Miguel, 2009)

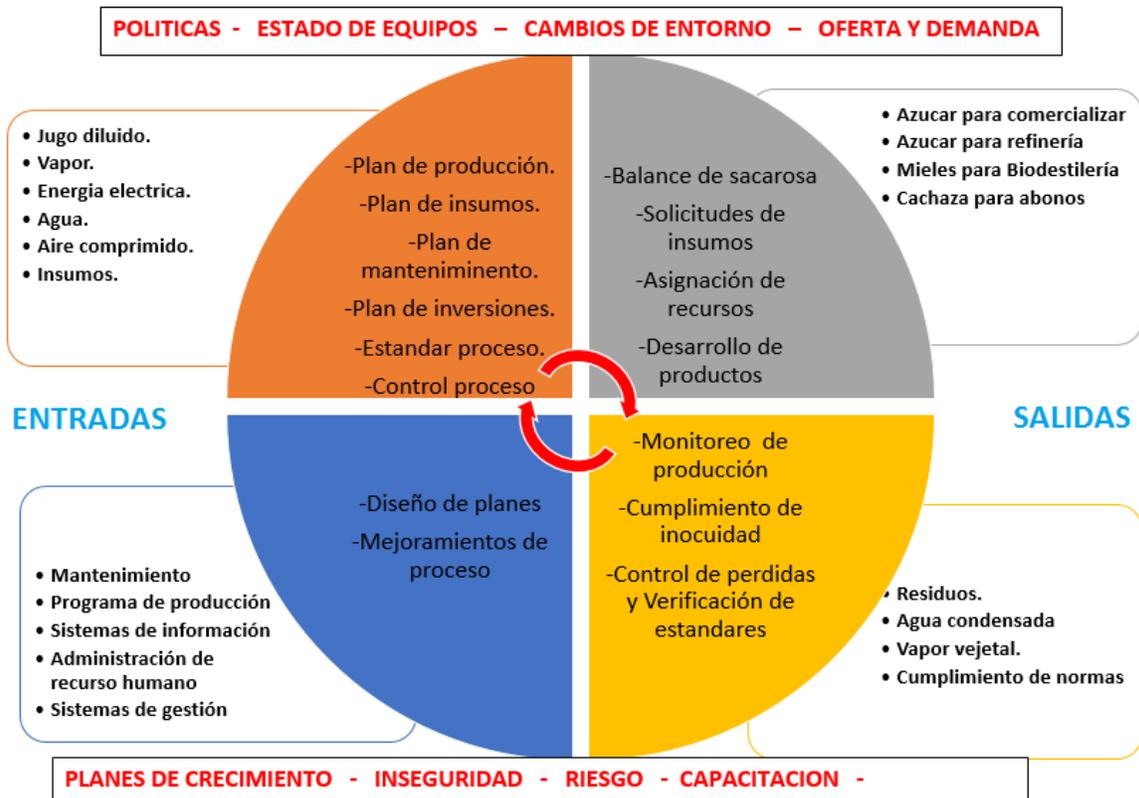


Figura 3. Mapa conceptual de entradas y salidas del proceso de elaboración de azúcar en el Ingenio Risaralda

## 6 Metodología

Para el logro de los objetivos, básicamente se realizó la búsqueda de los aspectos más relevantes mediante análisis estadísticos, se complementó con un análisis prospectivo y finalmente se construyeron los flujogramas con las cuales se contribuirá a mejorar la gestión productiva en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.

## **6.1 Indagación de condiciones iniciales.**

Mediante la consulta de la información registrada en el sistema SIGIND del laboratorio, se extrajo el tiempo perdido en el área de elaboración durante los últimos doce meses. Los datos del tiempo perdido se complementaron con la información consignada en los registros de actas y bases de datos de la empresa Ingenio Risaralda (también de otras fuentes del sector azucarero Colombiano y Cenicaña), construyendo así las preguntas que agrupan los acontecimientos más relevantes y que fueron asociados con los factores técnicos, económicos y administrativos que infieren con alta probabilidad en la generación de tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.

## **6.2 Concepción de la encuesta**

El instrumento de partida, utilizado en el presente estudio, es la encuesta. Esta permite la recolección de información de manera concreta, exacta y precisa.

### **6.2.1 Parámetros de la encuesta**

- ENFOQUE METODOLÓGICO: Empírico Analítico
- TIPO DE INVESTIGACIÓN: Explicativa
- POBLACIÓN Y MUESTRA: la población consta de 160 personas y la muestra de 49 de ellos, el tamaño de la muestra fue estimado de la siguiente manera:

### **6.2.2 Estimación del Tamaño de Muestra**

La presente investigación gira en torno a la aplicación de un muestreo aleatorio estratificado, dado el potencial de variabilidad entre personal que se relaciona con el área de elaboración de azúcar. Dicho muestreo se llevó a cabo bajo una confiabilidad del 95% y un error máximo permisible del 10%, cuya fórmula básica de muestreo está basada en la distribución normal standard a nivel medio de significancia, dado que la investigación es de carácter exploratorio, la significancia aconsejable es del 5%, para que el nivel de confiabilidad sea del 95%.

P: Casos de Interés, se parte del caso posible del 10%.

Q: Casos de no interés, es el complemento del anterior, es decir, el 90% restante.

### **6.2.3 Error máximo permisible**

El error es atribuido a aspectos de limitación de recursos como tiempo, dinero, de carácter logístico como software y hardware, entre otros.

Este error no debe ser superior al 10%, dado que compromete ostensiblemente la calidad y simetría de la información.

Seguidamente se realizó la corrección por finitud para ajustar el tamaño de muestra (inferiores a 100).

### **6.3 Selección de los tipos de análisis estadísticos.**

Basado en la versatilidad que ofrece el software Statgraphics para realizar análisis estadísticos de los resultados de la encuesta, se realizaron los siguientes análisis.

### **6.3.1 Análisis descriptivos.**

Esta metodología se aplica para deducir un bien o circunstancia que se esté presentando para describir la situación tal y como es, El proceso inicia con el análisis descriptivo de las variables cualitativas y cuantitativas categorizadas, luego crean las contribuciones a la inercia (varianza) por parte de los i-individuos, dichas contribuciones definen la influencia de cada individuo sobre la varianza en términos porcentuales, donde el valor acumulado debe ser superior al 50% y define a su vez el número de planos factoriales, lo cual es corroborado en el histograma a través de sus codos.

### **6.3.2 Análisis Multivariado**

El análisis multivariado para el diagnóstico fue del tipo “Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples”, el cual es un sistema de análisis multivariante aplicado para evaluar la semejanza entre individuos con respecto a los atributos analizados como variables y permite determinar además una tipología de tales individuos; también permite establecer que grupos de variables están correlacionadas.

La definición del número de planos factoriales reviste importancia desde el enfoque de explicación de los aportes de las variables analizadas a la inercia y a la dinámica de cada eje. Dicha dinámica está íntimamente asociada a la desviación de cada variable y al aporte de cada una de ellas a la inercia promedio, además de la generación de la nube de puntos. (Miguel, 2009)

Es en la anterior fase donde, con base en valores test (t-student) se identifican las variables de mayor significancia (confiabilidad del 95%) sobre cada área temática. Por otro lado, en el mismo plano se analizaron aquellas variables que más se alejan del centroide indicando que son las que más aportan a la inercia.

### **6.3.3 Análisis de Conglomerados**

A través de las distancias euclidianas, se obtienen las clasificaciones jerárquicas ascendentes por medio de dendogramas, dichas clasificaciones tienen como objeto representar de manera sintética el resultado de las comparaciones entre individuos a través de sus variables al interior de tablas de doble entrada.

Los siguientes son los parámetros del análisis de conglomerados realizado

- Número de casos completos: 49
- Método de Conglomeración: Vecino Más Cercano (Vínculo Simple)
- Métrica de Distancia: Euclidiana
- Conglomeración: observaciones
- Estandarizar: sí

### **6.3.4 Análisis de Pareto**

La priorización de las variables se realizó aplicando análisis de Pareto a los valores obtenidos en el análisis de conglomerados, se logran definir las variables a tratar en el análisis prospectivo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos

### **6.3.5 Análisis prospectivo**

El análisis prospectivo se realizó con el software Mic Mac.

Cuando se habla de prospectiva es fundamental hablar del método de impactos cruzados, el cual es un método completo para el análisis futurístico de diferentes entornos posibles en el mediano y largo plazo. (Cifuentes Ximena, 2016)

La cantidad de encuestados para el análisis prospectivo se define igual o mayor al número de factores a analizar, para este caso como son 4 factores, se realizó con la participación de 5 actores principales (mayor visión holística) del proceso de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda, sus respuestas condujeron a la construcción de la matriz de marco lógico.

Con el análisis prospectivo se realizan los siguientes pasos

- Matriz de Influencias Directas (MID). Construida a partir de los datos de la encuesta que se ingresan en el software Mic Mac.
- Plano de influencias / dependencias directas. Se genera en el reporte del Mic Mac y es insumo esencial para la construcción del árbol de problemas.
- Influencias indirectas potenciales, Esta relación se presenta cuando la influencia que ejerce una variable sobre una segunda variable se realiza a través de una tercera variable
- Influencias directas potenciales, Cuando cualquier cambio en una variable influye también en una segunda variable
- Arbol de problemas, herramienta que permite identificar aspectos negativos, este se construye a partir del plano de influencias y es la base para construir el árbol de objetivos

- Arbol de objetivos, se emplea cuando ya se ha encontrado el problema central y se convierte en parte esencial para la construcción del marco lógico.
- Matriz de marco lógico, es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su propósito es brindar estructura al proceso de planificación y comunicar información esencial relativa al proyecto, su elaboración permite hallar aspectos fundamentales que difícilmente pueden descartarse en el desarrollo del proyecto.

#### **6.4 Mejoramiento de estrategia con base en el análisis prospectivo**

Basado en la matriz de marco lógico, se realiza la construcción de los esquemas de flujos de trabajo (workflow) que aclararan el panorama al personal del área de producción y así ayudarles a definir, estandarizar e identificar aspectos críticos del proceso.

Los esquemas de flujo de trabajo se basaron en la propuesta que aparece en la Figura 4, por medio de la cual el autor (Hosotani) propone contrarrestar los efectos de las anomalías para con ellos identificar y determinar los factores de la gestión del proceso de elaboración, que permitirán optimizar el tiempo de producción.

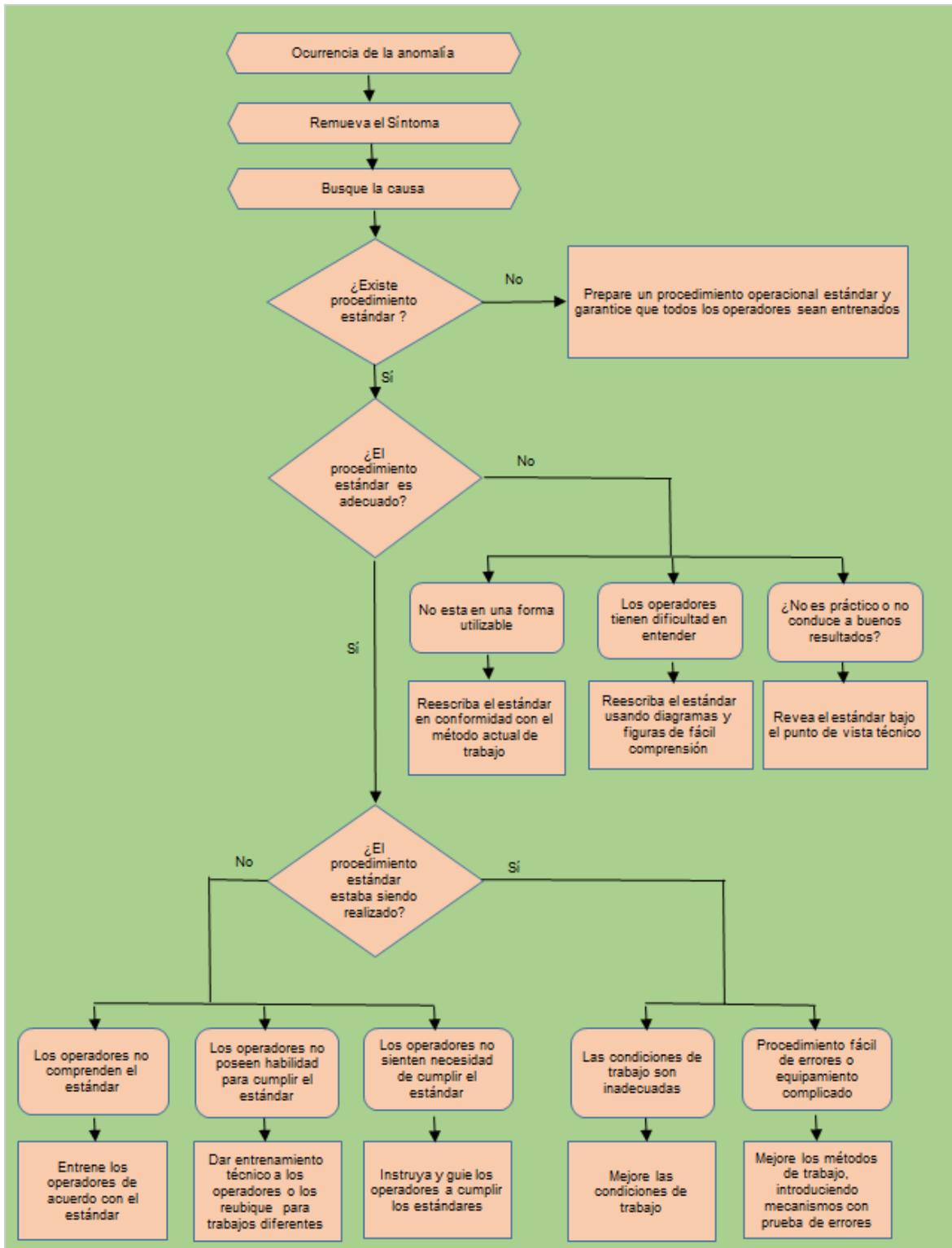


Figura 4. Contramedidas de prevención contra la aparición de anomalías de acuerdo con Hosotani. (Campos, 1994)

## 7 Análisis de resultados

### 7.1 Resultados de las condiciones iniciales.

Con la información disponible sobre tiempo perdido de los últimos doce meses Tabla 1, se encontró que el suministro de vapor es factor preponderante en la generación del tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda seguido por el manejo del jugo, el lodo y la meladura en su orden.

Tabla 1. Tiempos perdidos de abril 2016 a abril de 2017

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Suma de Paradas</b>	<b>Suma de Tiempo (H)</b>
VAPOR	43	20:08
JUGO	29	12:17
LODO	10	7:40
MELADURA	9	6:48
AGUA	2	1:34
AIRE	1	0:18
MASA	1	0:06
<b>Total general</b>	<b>95</b>	<b>48:51</b>

Estos aspectos del tiempo perdido fueron la base para la búsqueda de información en otras fuentes alternas consultadas al interior y por fuera de la empresa, permitiendo así plantear cada una de las preguntas que conformaron la encuesta.

### 7.2 Resultados de la encuesta.

La siguiente información se recolectó durante la primera semana de junio de 2017.

Tabla 2. Resumen de encuesta a personal de operación y mantenimiento

<b>TIPO DE ENCUESTADO</b>	<b>ADMINISTRATIVO</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>OPERATIVO</b>	<b>TOTAL</b>
CONTRATISTA	5	8	1	14
DIRECTO CON LA EMPRESA	6	4	25	35
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>26</b>	<b>49</b>

	DESCRIPCION	NUNCA	CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
1	Las jornadas de trabajo cumplen normatividad legal	0	0	5	19	25
2	Las labores que ejecuta tienen un estándar establecido y están redactados claramente	1	1	6	20	21
3	Tiene usted conocimiento necesario sobre el funcionamiento de la maquinaria a su cargo	0	0	3	16	30
4	Considera que se cumple con los planes de mantenimiento de la maquinaria	0	0	19	21	9
5	Los instructivos de mantenimiento de la maquinaria existen y son claros	0	1	14	24	10
6	Se cuenta con una disponibilidad de repuestos adecuada y suficiente para el recambio	0	5	16	24	4
7	Es suficiente el tiempo que se destina para realizar de trabajos de mantenimiento	0	1	25	17	6
8	Las herramientas y talleres de mantenimiento son ideales para la ejecución del mantenimiento	0	0	16	17	16
9	El personal para el oficio es suficiente en cantidad y está capacitado en actividad a realizar	1	0	9	20	19
10	Considera que tiene respaldo y apoyo por parte de sus jefes.	1	0	8	15	25
11	Los indicadores y metas de su cargo miden realmente su desempeño.	0	1	7	18	23
12	Se tienen disponibilidad de planos y fichas técnicas de los equipos cuando se requieren.	1	2	13	21	12
13	Se tienen controladores, computadores y aplicativos a la medida sus necesidades	1	1	11	20	16
14	Se trabaja en equipo, en armonía, entre las diferentes áreas y disciplinas de mantenimiento.	1	1	11	18	18
15	Las actividades programadas se realizan acorde con lo planeado.	0	1	10	33	5
16	Los recursos financieros son suficientes para los requerimientos del proceso.	1	0	9	21	18
17	Para gestionar las compras, considera usted que se otorgan los tiempos requeridos.	2	4	18	19	6
18	Se cuenta con espacios y recursos logísticos para almacenamiento de mercancías.	0	2	8	21	18
19	Las labores operativas y de mantenimiento en el área no representan riesgo a personas	2	3	19	21	4
20	Los protocolos de seguridad y salud en los trabajos son claros y efectivos.	0	0	8	21	20
21	Se cumple con la legislación ambiental vigente.	1	1	8	18	21

### 7.3 Resultados del análisis estadístico

Después de ingresar los datos al software Statgraphics se obtuvieron los siguientes resultados

#### 7.3.1 Análisis descriptivos.

Tabla 3. Jornada trabajo cumple norma

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	5	10,20%	5	10,20%
2	CASI SIEMPRE	19	38,78%	24	48,98%
3	SIEMPRE	25	51,02%	49	100,00%

**El 51,02% de los encuestados manifiestan que siempre las jornadas de trabajo están de acuerdo con la norma**

Tabla 4. Toda labor tiene estándar

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	6	12,24%	6	12,24%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	7	14,29%
3	CASI SIEMPRE	20	40,82%	27	55,10%
4	NUNCA	1	2,04%	28	57,14%
5	SIEMPRE	21	42,86%	49	100,00%

**21 encuestados (42,86%) consideran que siempre, las labores tienen estándar establecido**

Tabla 5. Conoce funcionamiento maquina

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	3	6,12%	3	6,12%
2	CASI SIEMPRE	16	32,65%	19	38,78%
3	SIEMPRE	30	61,22%	49	100,00%

**El 61,22 % de los encuestados considera que siempre tiene el conocimiento necesario para atender la maquina**

Tabla 6. Cumplen planes de mantenimiento

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	19	38,78%	19	38,78%
2	CASI SIEMPRE	21	42,86%	40	81,63%
3	SIEMPRE	9	18,37%	49	100,00%

**21 encuestados (42,86%) consideran que se cumple casi siempre con los planes de mantenimiento de la maquinaria**

Tabla 7. Instructivos existentes

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	14	28,57%	14	28,57%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	15	30,61%
3	CASI SIEMPRE	24	48,98%	39	79,59%
4	SIEMPRE	10	20,41%	49	100,00%

**El 48,98 % de los encuestados considera que casi siempre se entregan los instructivos para el mantenimiento de la maquina**

Tabla 8. Disponibilidad repuesto adecuado

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	16	32,65%	16	32,65%
2	CASI NUNCA	5	10,20%	21	42,86%
3	CASI SIEMPRE	24	48,98%	45	91,84%
4	SIEMPRE	4	8,16%	49	100,00%

**24 encuestados (48,98%) consideran que casi siempre se cuenta con repuestos adecuados y suficientes para el recambio**

Tabla 9. Tiempo para mantenimiento

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	25	51,02%	25	51,02%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	26	53,06%
3	CASI SIEMPRE	17	34,69%	43	87,76%
4	SIEMPRE	6	12,24%	49	100,00%

**El 51,02 % de los encuestados considera que algunas veces es suficiente el tiempo que se destina para realizar los trabajos de mantenimiento**

Tabla 10. Herramienta/taller adecuados

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	16	32,65%	16	32,65%
2	CASI SIEMPRE	17	34,69%	33	67,35%
3	SIEMPRE	16	32,65%	49	100,00%

**El 34,69 % de los encuestados considera que casi siempre las herramientas y talleres son los ideales para ejecutar las actividades de mantenimiento**

Tabla 11. Personal capacitado y suficiente

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	9	18,37%	9	18,37%
2	CASI SIEMPRE	20	40,82%	29	59,18%
3	NUNCA	1	2,04%	30	61,22%
4	SIEMPRE	19	38,78%	49	100,00%

**20 encuestados (40,82%) consideran que casi siempre se cuenta con personal suficiente y capacitado para realizar las actividades**

Tabla 12. Respaldo y apoyo de jefes

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	8	16,33%	8	16,33%
2	CASI SIEMPRE	15	30,61%	23	46,94%
3	NUNCA	1	2,04%	24	48,98%
4	SIEMPRE	25	51,02%	49	100,00%

**El 51,02 % de los encuestados considera que siempre tiene respaldo y apoyo por parte de sus jefes**

Tabla 13. Medición del desempeño

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	7	14,29%	7	14,29%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	8	16,33%
3	CASI SIEMPRE	18	36,73%	26	53,06%
4	SIEMPRE	23	46,94%	49	100,00%

**El 46,94 % de los encuestados considera que siempre los indicadores y metas miden realmente su desempeño**

Tabla 14. Dispone planos/fichas técnicas

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	13	26,53%	13	26,53%
2	CASI NUNCA	2	4,08%	15	30,61%
3	CASI SIEMPRE	21	42,86%	36	73,47%
4	NUNCA	1	2,04%	37	75,51%
5	SIEMPRE	12	24,49%	49	100,00%

**21 encuestados (42,86%) consideran que casi siempre se tiene disponibilidad de planos y fichas técnicas de los equipos cuando se requiere**

Tabla 15. TIC´s a la medida

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	11	22,45%	11	22,45%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	12	24,49%
3	CASI SIEMPRE	20	40,82%	32	65,31%
4	NUNCA	1	2,04%	33	67,35%
5	SIEMPRE	16	32,65%	49	100,00%

**20 encuestados (40,82%) consideran que casi siempre se tienen controladores, computadores y aplicativos a la medida de sus necesidades**

Tabla 16. Se trabaja en equipo

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	11	22,45%	11	22,45%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	12	24,49%
3	CASI SIEMPRE	18	36,73%	30	61,22%
4	NUNCA	1	2,04%	31	63,27%
5	SIEMPRE	18	36,73%	49	100,00%

**18 encuestados (36,73%) consideran que siempre y otros 18 encuestados que casi siempre, representando el 73,46% que considera que se trabaja en equipo entre las diferentes disciplinas del mantenimiento.**

Tabla 17. Las actividades bien ejecutadas

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	10	20,41%	10	20,41%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	11	22,45%
3	CASI SIEMPRE	33	67,35%	44	89,80%
4	SIEMPRE	5	10,20%	49	100,00%

**33 encuestados (67,35%) consideran que casi siempre que las actividades programadas se realizan acorde con lo planeado**

Tabla 18. Recursos financieros suficientes

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	9	18,37%	9	18,37%
2	CASI SIEMPRE	21	42,86%	30	61,22%
3	NUNCA	1	2,04%	31	63,27%
4	SIEMPRE	18	36,73%	49	100,00%

**El 42,82% de los encuestados considera que casi siempre los recursos financieros son suficientes para los requerimientos del proceso.**

Tabla 19. Compras en tiempos requeridos

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	18	36,73%	18	36,73%
2	CASI NUNCA	4	8,16%	22	44,90%
3	CASI SIEMPRE	19	38,78%	41	83,67%
4	NUNCA	2	4,08%	43	87,76%
5	SIEMPRE	6	12,24%	49	100,00%

**19 encuestados (30,78%) consideran que casi siempre se otorgan los tiempos requeridos para gestionar las compras**

Tabla 20. Espacios y recursos logísticos

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	8	16,33%	8	16,33%
2	CASI NUNCA	2	4,08%	10	20,41%
3	CASI SIEMPRE	21	42,86%	31	63,27%
4	SIEMPRE	18	36,73%	49	100,00%

**21 encuestados (42,86%) considera que casi siempre se cuenta con espacios y recursos logísticos para el almacenamiento de mercancías**

Tabla 21. Labores sin riesgo a personas

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	19	38,78%	19	38,78%
2	CASI NUNCA	3	6,12%	22	44,90%
3	CASI SIEMPRE	21	42,86%	43	87,76%
4	NUNCA	2	4,08%	45	91,84%
5	SIEMPRE	4	8,16%	49	100,00%

**El 42,86% de los encuestados considera que casi siempre las labores en el área no representan riesgo a personas**

Tabla 22. Los protocolos de SST claros

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	8	16,33%	8	16,33%
2	CASI SIEMPRE	21	42,86%	29	59,18%
3	SIEMPRE	20	40,82%	49	100,00%

**El 42,86% de los encuestados considera que casi siempre se tienen protocolos de seguridad y salud en el trabajo son claros y efectivos**

Tabla 23. Cumple legislación ambiental

N	Valor	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel.Acum
1	ALGUNAS VECES	8	16,33%	8	16,33%
2	CASI NUNCA	1	2,04%	9	18,37%
3	CASI SIEMPRE	18	36,73%	27	55,10%
4	NUNCA	1	2,04%	28	57,14%
5	SIEMPRE	21	42,86%	49	100,00%

**El 42,86% de los encuestados considera que siempre se cumple con la legislación ambiental vigente.**

### 7.3.2 Análisis multivariados

Tabla 24. Inercia y Descomposición Chi-cuadrado

Dimensión	Singular		Chi-		Acumulativa	
	Valor	Inercia	Cuadrado	Porcentaje	Porcentaje	Histograma
1	0,4023	0,1618	3497,2890	29,9962	29,9962	*****
2	0,3508	0,1230	2658,8555	22,8049	52,8011	*****
3	0,1977	0,0391	844,2942	7,2415	60,0426	***
4	0,1811	0,0328	708,8768	6,0800	66,1226	**
5	0,1708	0,0292	630,2111	5,4053	71,5279	**
6	0,1493	0,0223	481,5147	4,1299	75,6579	**
7	0,1449	0,0210	453,7072	3,8914	79,5493	**
8	0,1335	0,0178	385,1070	3,3031	82,8524	*
9	0,1150	0,0132	285,8720	2,4519	85,3043	*
10	0,1086	0,0118	254,8601	2,1859	87,4902	*
11	0,1045	0,0109	236,0711	2,0248	89,5150	*
12	0,0887	0,0079	170,1752	1,4596	90,9746	*
13	0,0864	0,0075	161,3026	1,3835	92,3581	*
14	0,0802	0,0064	139,1283	1,1933	93,5514	*
15	0,0715	0,0051	110,5742	0,9484	94,4998	*
16	0,0691	0,0048	103,1931	0,8851	95,3848	*
17	0,0624	0,0039	84,1514	0,7218	96,1066	*
18	0,0605	0,0037	79,2217	0,6795	96,7861	*
19	0,0559	0,0031	67,4903	0,5789	97,3649	*
20	0,0524	0,0027	59,2234	0,5080	97,8729	*
21	0,0463	0,0021	46,2600	0,3968	98,2697	*
22	0,0433	0,0019	40,5377	0,3477	98,6174	*
23	0,0381	0,0015	31,3655	0,2690	98,8864	*
24	0,0353	0,0012	26,8881	0,2306	99,1170	*
25	0,0339	0,0011	24,8098	0,2128	99,3298	*
26	0,0309	0,0010	20,6139	0,1768	99,5066	*
27	0,0226	0,0005	11,0687	0,0949	99,6015	*
28	0,0224	0,0005	10,8337	0,0929	99,6945	*
29	0,0192	0,0004	7,9478	0,0682	99,7626	*
30	0,0178	0,0003	6,8122	0,0584	99,8211	*
31	0,0162	0,0003	5,7037	0,0489	99,8700	*
32	0,0132	0,0002	3,7936	0,0325	99,9025	*
33	0,0123	0,0002	3,2674	0,0280	99,9305	*
34	0,0097	0,0001	2,0199	0,0173	99,9479	*
35	0,0093	0,0001	1,8764	0,0161	99,9640	*
36	0,0082	0,0001	1,4599	0,0125	99,9765	*
37	0,0059	0,0000	0,7567	0,0065	99,9830	*
38	0,0053	0,0000	0,6181	0,0053	99,9883	*
39	0,0050	0,0000	0,5319	0,0046	99,9928	*

40	0,0036	0,0000	0,2794	0,0024	99,9952	*
41	0,0034	0,0000	0,2436	0,0021	99,9973	*
42	0,0028	0,0000	0,1691	0,0015	99,9988	*
43	0,0020	0,0000	0,0886	0,0008	99,9995	*
44	0,0012	0,0000	0,0327	0,0003	99,9998	*
45	0,0008	0,0000	0,0123	0,0001	99,9999	*
46	0,0006	0,0000	0,0071	0,0001	100,0000	*
47	0,0003	0,0000	0,0025	0,0000	100,0000	*
TOTAL		0,5395	11659,119			

La tabla 24, se utiliza para ayudar a determinar cuántas dimensiones necesitan la mayoría de las diferencias entre las categorías. El interés principal es la columna de porcentajes acumulativos, que muestra el porcentaje de la variabilidad total explicado por la primera dimensión, el primer par de dimensiones y así sucesivamente. En este caso, las primeras 2 dimensiones explican el 52,8011% de la variabilidad.

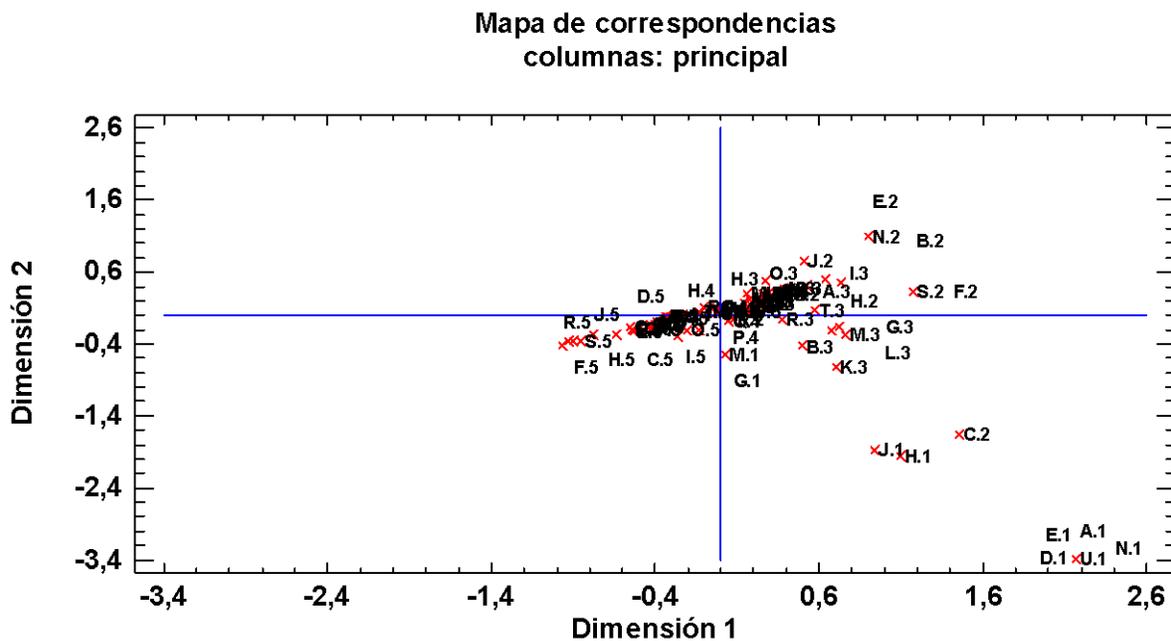


Figura 5. Mapa de correspondencias

Tabla 25. Contribuciones de Categorías

N°		Calidad	Masa	Inercia	Dim #1			Dim #2		
					Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
A.1	Respaldo y apoyo de jefes.1	0,967	0,001	0,030	2,168	0,282	0,028	-3,381	0,685	0,090
A.3	Respaldo y apoyo de jefes.3	0,500	0,008	0,013	0,528	0,316	0,013	0,404	0,184	0,010
A.4	Respaldo y apoyo de jefes.4	0,038	0,015	0,006	0,016	0,001	0,000	0,089	0,037	0,001
A.5	Respaldo y apoyo de jefes.5	0,497	0,024	0,007	-0,265	0,481	0,011	-0,047	0,015	0,000
B.2	Medición del desempeño.2	0,208	0,001	0,018	0,901	0,083	0,005	1,103	0,125	0,010
B.3	Medición del desempeño.3	0,469	0,007	0,012	0,495	0,267	0,010	-0,432	0,203	0,010
B.4	Medición del desempeño.4	0,250	0,017	0,007	0,190	0,163	0,004	0,138	0,087	0,003
B.5	Medición del desempeño.5	0,652	0,022	0,007	-0,339	0,648	0,016	-0,025	0,003	0,000
C.1	Dispone planos/fichas técnicas.1	0,025	0,001	0,007	-0,309	0,025	0,001	-0,018	0,000	0,000
C.2	Dispone planos/fichas técnicas.2	0,863	0,002	0,020	1,451	0,375	0,025	-1,655	0,488	0,043
C.3	Dispone planos/fichas técnicas.3	0,623	0,013	0,012	0,424	0,361	0,014	0,362	0,263	0,013
C.4	Dispone planos/fichas técnicas.4	0,059	0,020	0,006	-0,019	0,002	0,000	0,094	0,057	0,001
C.5	Dispone planos/fichas técnicas.5	0,750	0,012	0,014	-0,642	0,631	0,030	-0,279	0,119	0,007
D.1	TIC's a la medida.1	0,967	0,001	0,030	2,168	0,282	0,028	-3,381	0,685	0,090
D.2	TIC's a la medida.2	0,019	0,001	0,007	0,229	0,013	0,000	0,158	0,006	0,000
D.3	TIC's a la medida.3	0,014	0,011	0,007	0,044	0,006	0,000	0,053	0,008	0,000
D.4	TIC's a la medida.4	0,692	0,019	0,009	0,285	0,320	0,010	0,307	0,372	0,015
D.5	TIC's a la medida.5	0,798	0,016	0,012	-0,537	0,683	0,028	-0,219	0,114	0,006
E.1	Se trabaja en equipo.1	0,967	0,001	0,030	2,168	0,282	0,028	-3,381	0,685	0,090
E.2	Se trabaja en equipo.2	0,208	0,001	0,018	0,901	0,083	0,005	1,103	0,125	0,010
E.3	Se trabaja en equipo.3	0,241	0,011	0,009	0,254	0,148	0,004	0,200	0,092	0,003
E.4	Se trabaja en equipo.4	0,379	0,017	0,008	0,223	0,209	0,005	0,201	0,170	0,006
E.5	Se trabaja en equipo.5	0,840	0,017	0,013	-0,549	0,744	0,033	-0,197	0,096	0,006
F.2	Las actividades bien ejecutadas.2	0,189	0,001	0,014	1,174	0,176	0,008	0,325	0,013	0,001
F.3	Las actividades bien ejecutadas.3	0,077	0,010	0,009	0,162	0,052	0,002	0,111	0,025	0,001
F.4	Las actividades bien ejecutadas.4	0,048	0,032	0,004	0,057	0,046	0,001	0,012	0,002	0,000
F.5	Las actividades bien ejecutadas.5	0,606	0,005	0,015	-0,934	0,526	0,026	-0,365	0,080	0,005
G.1	Recursos financieros suficientes.1	0,037	0,001	0,014	0,025	0,000	0,000	-0,539	0,037	0,002
G.3	Recursos financieros suficientes.3	0,600	0,009	0,015	0,723	0,568	0,028	-0,173	0,032	0,002
G.4	Recursos financieros suficientes.4	0,100	0,020	0,005	-0,031	0,007	0,000	0,113	0,093	0,002
G.5	Recursos financieros suficientes.5	0,446	0,017	0,008	-0,326	0,445	0,012	-0,016	0,001	0,000
H.1	Compras en tiempos requeridos.1	0,771	0,002	0,024	1,096	0,184	0,014	-1,960	0,588	0,061
H.2	Compras en tiempos requeridos.2	0,311	0,004	0,015	0,634	0,196	0,010	0,487	0,116	0,008
H.3	Compras en tiempos requeridos.3	0,259	0,017	0,007	0,138	0,094	0,002	0,183	0,165	0,005
H.4	Compras en tiempos requeridos.4	0,115	0,018	0,005	-0,132	0,113	0,002	0,018	0,002	0,000
H.5	Compras en tiempos requeridos.5	0,596	0,006	0,013	-0,783	0,529	0,022	-0,279	0,067	0,004
I.2	Espacios y recursos logísticos.2	0,039	0,002	0,011	0,231	0,017	0,001	0,261	0,022	0,001
I.3	Espacios y recursos logísticos.3	0,712	0,008	0,015	0,732	0,514	0,026	0,453	0,197	0,013
I.4	Espacios y recursos logísticos.4	0,056	0,020	0,005	-0,077	0,041	0,001	0,047	0,015	0,000
I.5	Espacios y recursos logísticos.5	0,561	0,017	0,009	-0,261	0,257	0,007	-0,285	0,305	0,012
J.1	Labores sin riesgo a personas.1	0,865	0,002	0,018	0,939	0,174	0,011	-1,872	0,691	0,055
J.2	Labores sin riesgo a personas.2	0,288	0,003	0,015	0,504	0,090	0,005	0,749	0,198	0,013
J.3	Labores sin riesgo a personas.3	0,405	0,018	0,008	0,270	0,310	0,008	0,149	0,095	0,003
J.4	Labores sin riesgo a personas.4	0,314	0,020	0,007	-0,234	0,313	0,007	0,005	0,000	0,000
J.5	Labores sin riesgo a personas.5	0,508	0,004	0,013	-0,899	0,437	0,019	-0,362	0,071	0,004
K.3	Jornada trabajo cumple norma.3	0,590	0,005	0,015	0,707	0,293	0,015	-0,711	0,297	0,020
K.4	Jornada trabajo cumple norma.4	0,762	0,018	0,011	0,352	0,393	0,014	0,341	0,369	0,017
K.5	Jornada trabajo cumple norma.5	0,834	0,024	0,010	-0,409	0,771	0,025	-0,117	0,063	0,003
L.3	Los protocolos de SST claros.3	0,545	0,008	0,013	0,673	0,493	0,022	-0,218	0,052	0,003
L.4	Los protocolos de SST claros.4	0,628	0,020	0,010	0,255	0,259	0,008	0,304	0,369	0,015
L.5	Los protocolos de SST claros.5	0,875	0,019	0,014	-0,537	0,737	0,035	-0,232	0,138	0,009
M.1	Cumple legislación ambiental.1	0,037	0,001	0,014	0,025	0,000	0,000	-0,539	0,037	0,002
M.2	Cumple legislación ambiental.2	0,044	0,001	0,010	0,391	0,028	0,001	0,293	0,016	0,001
M.3	Cumple legislación ambiental.3	0,661	0,008	0,014	0,758	0,580	0,028	-0,282	0,080	0,005
M.4	Cumple legislación ambiental.4	0,439	0,017	0,009	0,160	0,094	0,003	0,307	0,345	0,013
M.5	Cumple legislación ambiental.5	0,795	0,020	0,010	-0,446	0,720	0,025	-0,144	0,075	0,003
N.1	Toda labor tiene estándar.1	0,967	0,001	0,030	2,168	0,282	0,028	-3,381	0,685	0,090
N.2	Toda labor tiene estándar.2	0,208	0,001	0,018	0,901	0,083	0,005	1,103	0,125	0,010

N.3	Toda labor tiene estándar.3	0,353	0,006	0,009	0,385	0,184	0,005	0,368	0,169	0,006
N.4	Toda labor tiene estándar.4	0,194	0,019	0,006	0,148	0,142	0,003	0,089	0,051	0,001
N.5	Toda labor tiene estándar.5	0,686	0,020	0,009	-0,397	0,658	0,020	-0,081	0,028	0,001
O.3	Conoce funcionamiento máquina.3	0,151	0,003	0,011	0,272	0,037	0,001	0,474	0,114	0,005
O.4	Conoce funcionamiento máquina.4	0,604	0,016	0,010	0,339	0,343	0,011	0,296	0,261	0,011
O.5	Conoce funcionamiento máquina.5	0,711	0,029	0,006	-0,208	0,361	0,008	-0,205	0,350	0,010
P.3	Cumplen planes de mantenimiento.3	0,744	0,018	0,011	0,345	0,387	0,014	0,331	0,357	0,016
P.4	Cumplen planes de mantenimiento.4	0,353	0,020	0,006	-0,129	0,098	0,002	-0,207	0,255	0,007
P.5	Cumplen planes de mantenimiento.5	0,390	0,009	0,010	-0,428	0,312	0,010	-0,215	0,078	0,003
Q.2	Instructivos existentes.2	0,076	0,001	0,008	-0,553	0,070	0,002	-0,161	0,006	0,000
Q.3	Instructivos existentes.3	0,439	0,014	0,010	0,309	0,239	0,008	0,282	0,200	0,009
Q.4	Instructivos existentes.4	0,088	0,023	0,005	0,050	0,023	0,000	-0,084	0,065	0,001
Q.5	Instructivos existentes.5	0,509	0,010	0,010	-0,497	0,451	0,015	-0,178	0,058	0,003
R.2	Disponibilidad repuesto adecuado.2	0,008	0,005	0,010	0,076	0,005	0,000	-0,052	0,002	0,000
R.3	Disponibilidad repuesto adecuado.3	0,426	0,016	0,010	0,377	0,416	0,014	-0,059	0,010	0,000
R.4	Disponibilidad repuesto adecuado.4	0,190	0,023	0,006	-0,105	0,083	0,002	0,119	0,107	0,003
R.5	Disponibilidad repuesto adecuado.5	0,575	0,004	0,014	-0,972	0,485	0,023	-0,418	0,090	0,006
S.2	Tiempo para mantenimiento.2	0,189	0,001	0,014	1,174	0,176	0,008	0,325	0,013	0,001
S.3	Tiempo para mantenimiento.3	0,284	0,024	0,006	0,181	0,262	0,005	0,053	0,022	0,001
S.4	Tiempo para mantenimiento.4	0,009	0,017	0,006	-0,031	0,005	0,000	0,026	0,003	0,000
S.5	Tiempo para mantenimiento.5	0,676	0,006	0,014	-0,860	0,581	0,027	-0,348	0,095	0,006
T.3	Herramienta/taller adecuados.3	0,773	0,016	0,012	0,567	0,759	0,031	0,078	0,014	0,001
T.4	Herramienta/taller adecuados.4	0,108	0,017	0,006	-0,130	0,093	0,002	0,052	0,015	0,000
T.5	Herramienta/taller adecuados.5	0,561	0,016	0,010	-0,430	0,512	0,018	-0,132	0,049	0,002
U.1	Personal capacitado y suficiente.1	0,967	0,001	0,030	2,168	0,282	0,028	-3,381	0,685	0,090
U.3	Personal capacitado y suficiente.3	0,232	0,009	0,007	0,252	0,142	0,003	0,202	0,090	0,003
U.4	Personal capacitado y suficiente.4	0,383	0,019	0,008	0,174	0,141	0,004	0,228	0,242	0,008
U.5	Personal capacitado y suficiente.5	0,615	0,018	0,011	-0,417	0,539	0,020	-0,157	0,077	0,004

En la tabla 25, se muestra información importante acerca de cada categoría. La columna inercia muestra la proporción del total de la variabilidad en la matriz contribuida por cada categoría. En este caso, la categoría con la mayor inercia (A.1) representa el 3,00% de la variabilidad total. Las medidas de calidad muestran lo bien que las dimensiones extraídas representan cada categoría. Categorías con calidad más alta, tales como N.1, son mejor representadas que las que tienen calidad baja. La contribución de columna es también bastante importante, ya que representa la contribución de una categoría simple a una dimensión particular. Por ejemplo, la categoría L.5 contribuye más a la primera dimensión.

### 7.3.3 Análisis de Conglomerados

El análisis de conglomerados gira en torno a la semejanza de los individuos al interior de los grupos, lo anterior se realiza a través de distancias euclidianas, obteniéndose clasificaciones jerárquicas ascendentes por medio de dendogramas, dichas clasificaciones tienen como objeto de determinar aspectos de priorización de problemas.

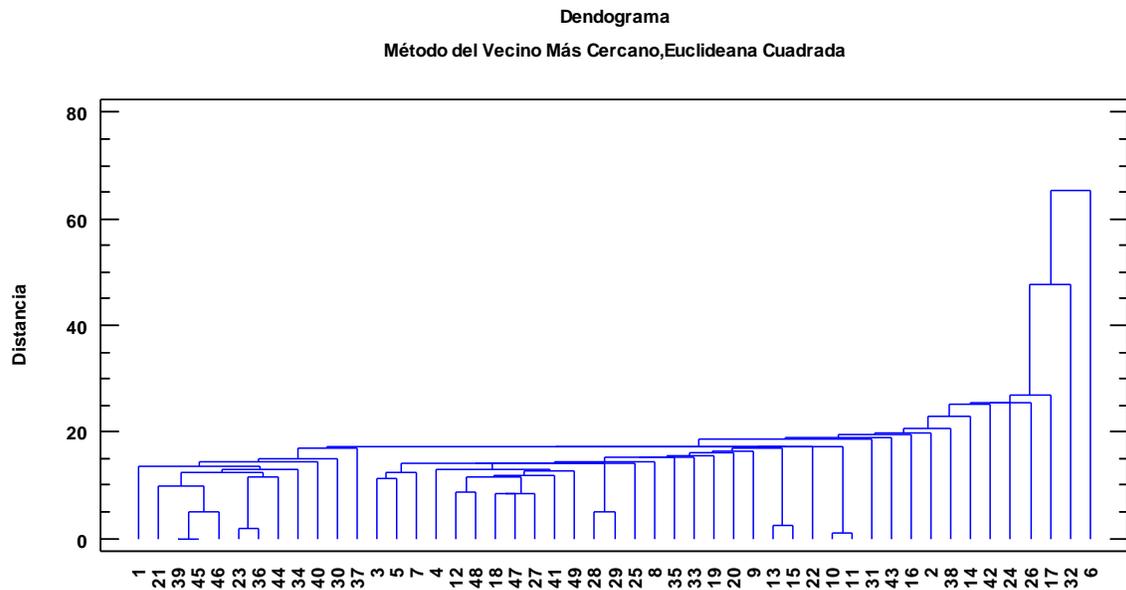


Figura 6. Dendograma

Este procedimiento del análisis de conglomerados ha creado 1 conglomerado a partir de 49 observaciones proporcionadas. Los conglomerados son grupos de observaciones con características similares. Para formar los conglomerados, el procedimiento comienza con cada observación en grupos separados. Después, combina las dos observaciones que fueron los más cercanos para formar un nuevo

grupo. Luego de recalcular la distancia entre grupos, se combinan los dos grupos ahora más cercanos. Este proceso se repite hasta que queda 1 solo grupo.

Tabla 26. Valores del análisis de conglomerados

<b>Análisis de conglomerados</b>	<b>Distancia Euclidiana</b>
Labores sin riesgo a personas	3,449
Compras en tiempos requeridos	3,469
Disponibilidad repuesto adecuado	3,551
Tiempo para mantenimiento	3,571
Cumplen planes de mantenimiento	3,796
Dispone planos/fichas técnicas	3,837
Las actividades bien ejecutadas	3,857
Instructivos existentes	3,878
TIC's a la medida	4,000
Herramienta/taller adecuados	4,000
Se trabaja en equipo	4,041
Recursos financieros suficientes	4,122
Espacios y recursos logísticos	4,122
Personal capacitado y suficiente	4,143
Cumple legislación ambiental	4,163
Toda labor tiene estándar	4,204
Los protocolos de SST claros	4,245
Respaldo y apoyo de jefes	4,286
Medición del desempeño	4,286
Jornada trabajo cumple norma	4,408
Conoce funcionamiento maquina	4,551

#### **7.3.4 Aplicación del análisis de Pareto a los valores conglomerados**

Tomando de la Tabla 26 los valores obtenidos en el análisis de conglomerados y aplicándoles un análisis de Pareto se obtuvieron las principales causas que son responsables del 80% de los efectos de pérdida de tiempo en el proceso de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.

- Labores sin riesgo a personas
- Compras en tiempos requeridos
- Disponibilidad repuesto adecuado
- Tiempo para mantenimiento

#### **7.3.5 Resultados del análisis prospectivo**

A partir de los factores filtrados con el análisis de Pareto, se realizó la encuesta para obtener la matriz de Influencias Directas Figura 7, conduciendo así al análisis prospectivo en el software Mic Mac, aplicado a las siguientes variables:

1. Riesgos ejecución actividad (REA)
2. Tiempo compra repuestos (TCR)
3. Disponibilidad repuestos adecuados (DRA)
4. Tiempo ejecución actividades (TEA)

Tabla 27. Preguntas realizadas a 5 participantes del análisis prospectivo

- 1 ¿Cómo influyen los riesgos en la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento con el tiempo disponible para la compra y recepción de repuestos?
- 2 ¿Cómo influyen los riesgos en la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento con la disponibilidad de repuestos adecuados y suficientes para cambio?
- 3 ¿Cómo influyen los riesgos en la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento con el tiempo disponible para la ejecución de actividades de mantenimiento?
- 4 ¿Cómo influye el tiempo disponible para la compra y recepción de repuestos con los riesgos en la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento?
- 5 ¿Cómo influye el tiempo disponible para la compra y recepción de repuestos con la disponibilidad de repuestos adecuados y suficientes para cambio?
- 6 ¿Cómo influye el tiempo disponible para la compra y recepción de repuestos con el tiempo disponible para la ejecución de actividades de mantenimiento?
- 7 ¿Cómo influye la disponibilidad de repuestos adecuados y suficientes para cambio con los riesgos en la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento?
- 8 ¿Cómo influye la disponibilidad de repuestos adecuados y suficientes para cambio con el tiempo disponible para la compra y recepción de repuestos?
- 9 ¿Cómo influye la disponibilidad de repuestos adecuados y suficientes para cambio con el tiempo disponible para la ejecución de actividades de mantenimiento?
- 10 ¿Cómo influye el tiempo disponible para la ejecución de actividades de mantenimiento con los riesgos en la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento?
- 11 ¿Cómo influye el tiempo disponible para la ejecución de actividades de mantenimiento con el tiempo disponible para la compra y recepción de repuestos?
- 12 ¿Cómo influye el tiempo disponible para la ejecución de actividades de mantenimiento con la disponibilidad de repuestos adecuados y suficientes para cambio?

LISTA DE VARIABLES

1. Riesgos ejecución actividad (REA)
2. Tiempo compra repuestos (TCR)
3. Disponibilidad repuestos adecuados (DRA)
4. Tiempo ejecución actividades (TEA)

	1: REA	2: TCR	3: DRA	4: TEA
1: REA	0	2	3	3
2: TCR	3	0	3	3
3: DRA	3	2	0	3
4: TEA	3	3	2	0

Figura 7. Matriz de Influencias Directas (MID)

La Matriz de Influencias Directas (MID) describe las relaciones de influencias directas entre las variables que definen el sistema.

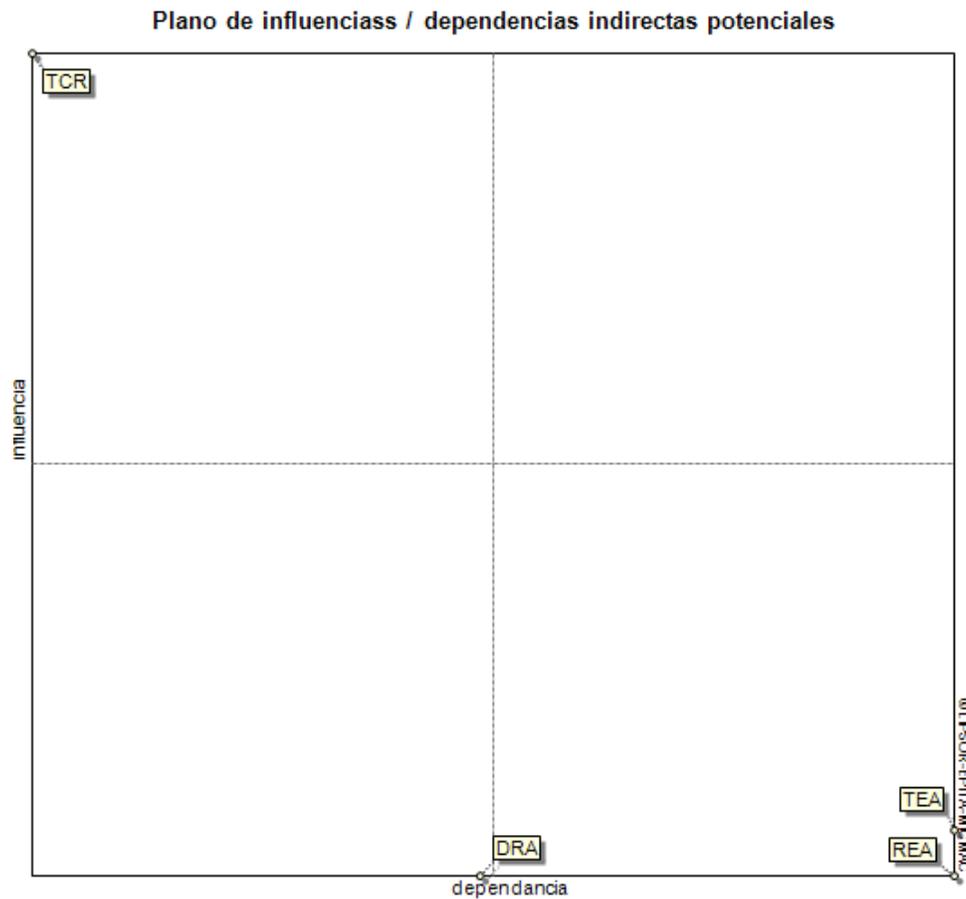


Figura 8. Plano de influencias / dependencias directas

Este plano en la Figura 8, muestra la alta dependencia y baja influencia de los riesgos en la ejecución de la actividad REA y el tiempo de ejecución de la actividad TEA, definiendo así su ubicación de alta jerarquía en el árbol de problemas de la Figura 11.

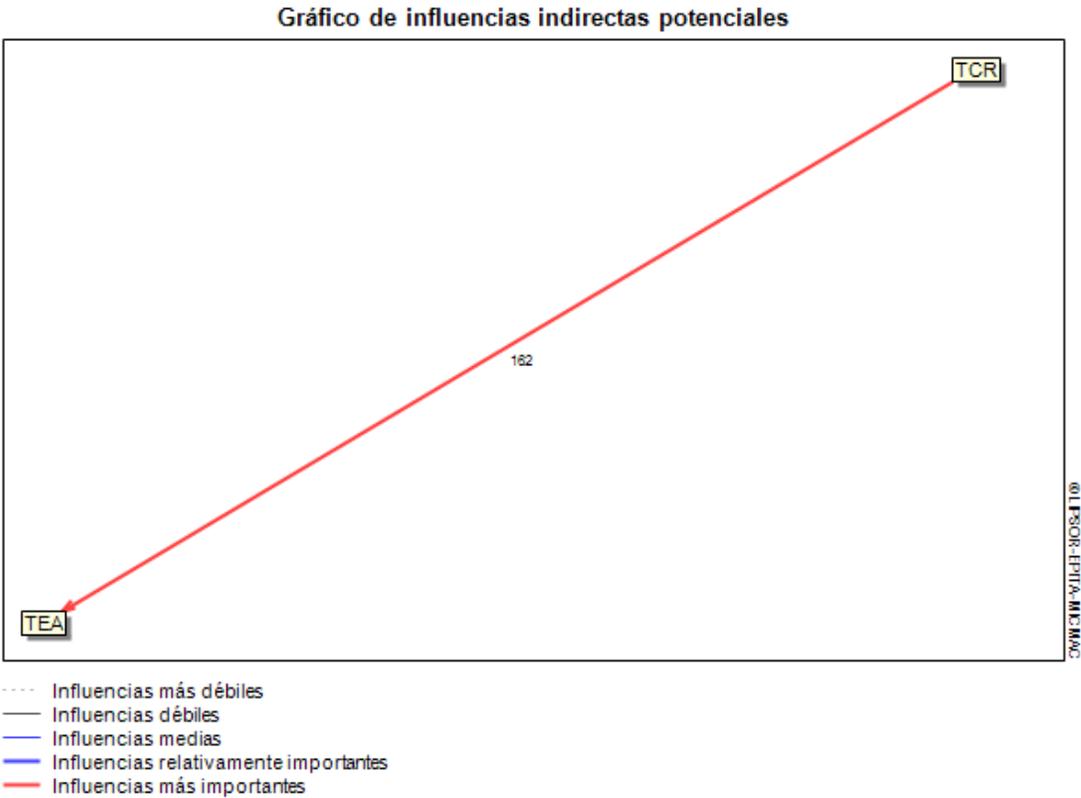


Figura 9. Influencias indirectas potenciales

De la Figura 9 se puede interpretar que los tiempos de consecución de repuestos TCR, tienen influencia directa sobre los tiempos de ejecución de la actividad TEA

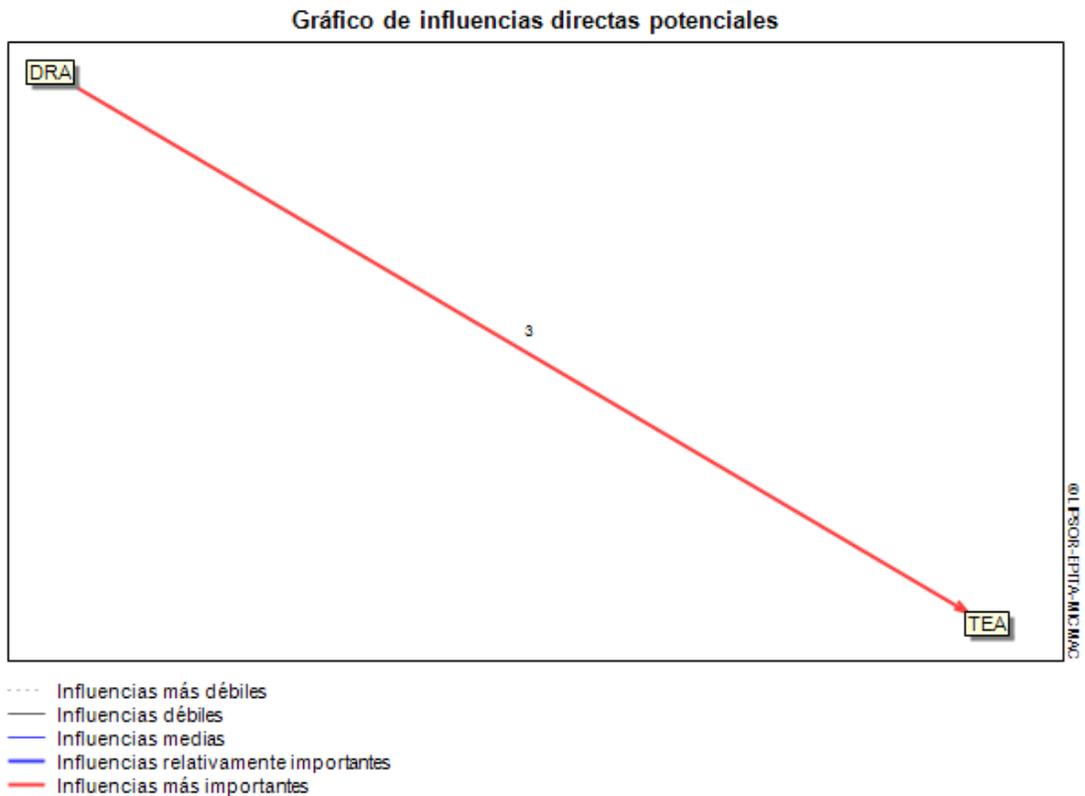


Figura 10. Influencias directas potenciales

De la Figura 10 se puede interpretar que la disponibilidad de repuestos adecuados DRA, no tiene influencia directa sobre los tiempos de ejecución de la actividad TEA.

#### 7.4 Elaboración de matriz de marco lógico

A partir del árbol de problemas y el árbol de objetivos se determinan cuáles son los factores más relevantes de tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.

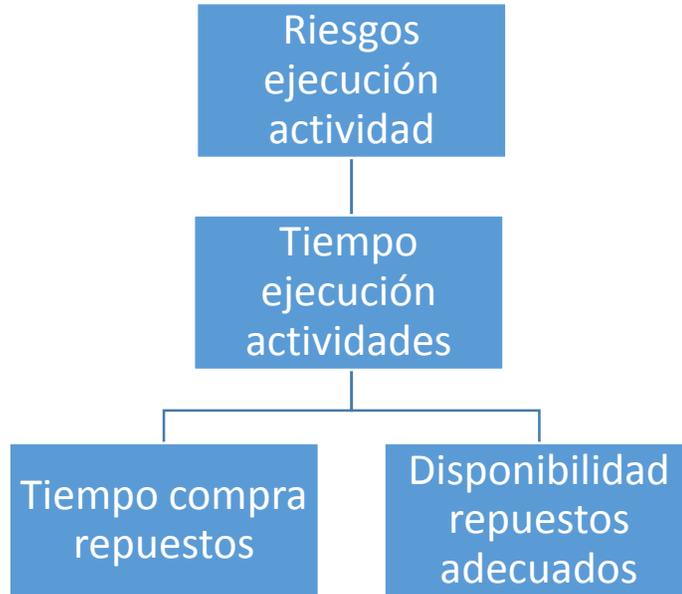


Figura 11. Arbol de problemas

A partir del árbol de problemas, y por medio de la taxonomía de Bloom se aplican los verbos que definen los objetivos específicos en el árbol de objetivos Figura 12.

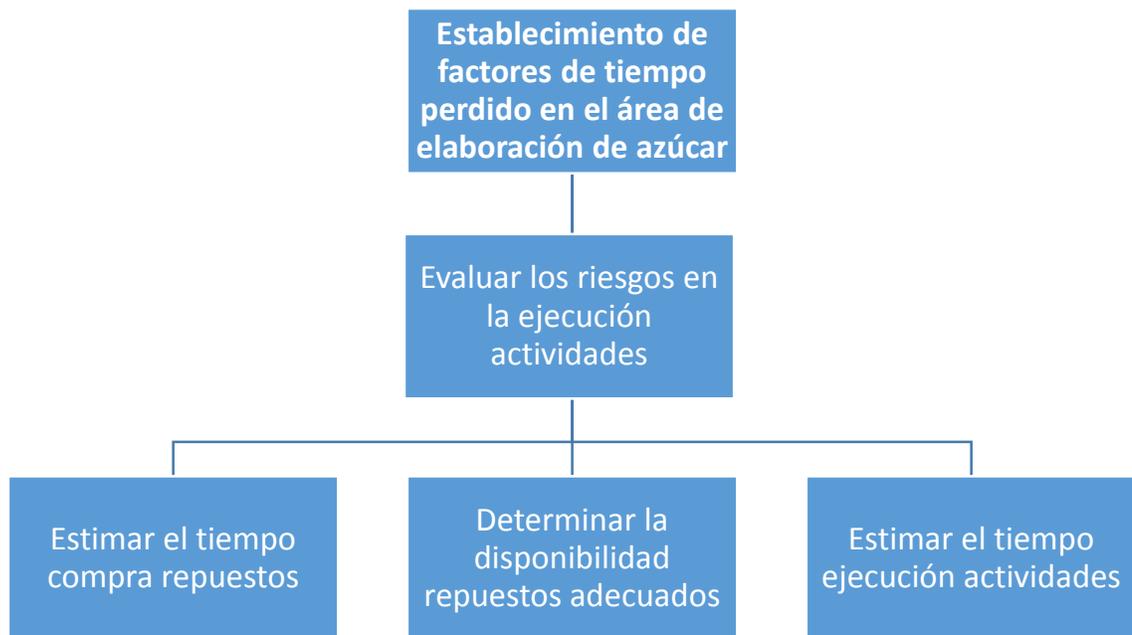


Figura 12. Arbol de objetivos

Tabla 28. Matriz de marco lógico.

<b>Aspectos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Supuesto</b>
<b><u>Directriz</u></b>			
Establecimiento de factores de tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar del Ingenio Risaralda.	-Hallazgo de factores principales de tiempo perdido	-Informe mensual de Producción	Recepción a satisfacción del informe final
<b><u>Propósitos</u></b>			
-Evaluar los riesgos en la ejecución actividades	-Trabajos verificados por SST/ Trabajos totales		Verificación de los indicadores y gestión sobre las variables que se encuentren fuera de control
-Estimar el tiempo compra repuestos	-Tiempo de compra real/Tiempo de compra estándar	- Informe de seguimiento mensual de indicadores de desempeño por área	
-Determinar la disponibilidad repuestos adecuados	-Equipos con plan de contingencia/Equipos totales		
-Estimar el tiempo ejecución actividades	-Tiempo de ejecución trabajo/Tiempo de ejecución estándar		
<b><u>Actividades</u></b>			
-Seguimiento a los riesgos en la ejecución actividades	-Registro de actividades verificadas por SST	-Informe de SST	
-Seguimiento al tiempo compra repuestos	-Registro de solicitudes de pedido	-Informe de Métodos de Mantenimiento	Emisión de los informes por parte del responsable del área de control
-Determinar la disponibilidad repuestos adecuados	-Registro de Planes de contingencia de equipos	-Informe del área de mantenimiento	
-Estimar el tiempo ejecución actividades	-Registro de tiempos ejecutados por orden de trabajo	-Informe de cierre de orden de trabajo	
<b><u>Insumos</u></b>			
-Analistas de SST	-Tiempo de analista suficiente para verificación de condiciones de SST	-Registro en Excel para informe de SST	
-Analista de SP	-Tiempo de analista suficiente para verificación de SP	-Registro en SAP de SP	Se realiza la digitación registros de información de datos requeridos en los tiempos estipulados
-Planeador de mantenimiento del área	-Tiempo de planeador suficiente para emitir planes de contingencia	-Asignación de repuestos a equipos en plan de mantenimiento	
-Digitador de reportes de órdenes de trabajo	-Tiempo del digitador suficiente para registros de tiempo en las OT	-Registro en SAP de tiempo por persona orden de trabajo	

## 7.5 Difusión y socialización de la estrategia.

Se capacita a los líderes de la operación y el mantenimiento, usando flujogramas que fortalezcan sus técnicas de aprendizaje.

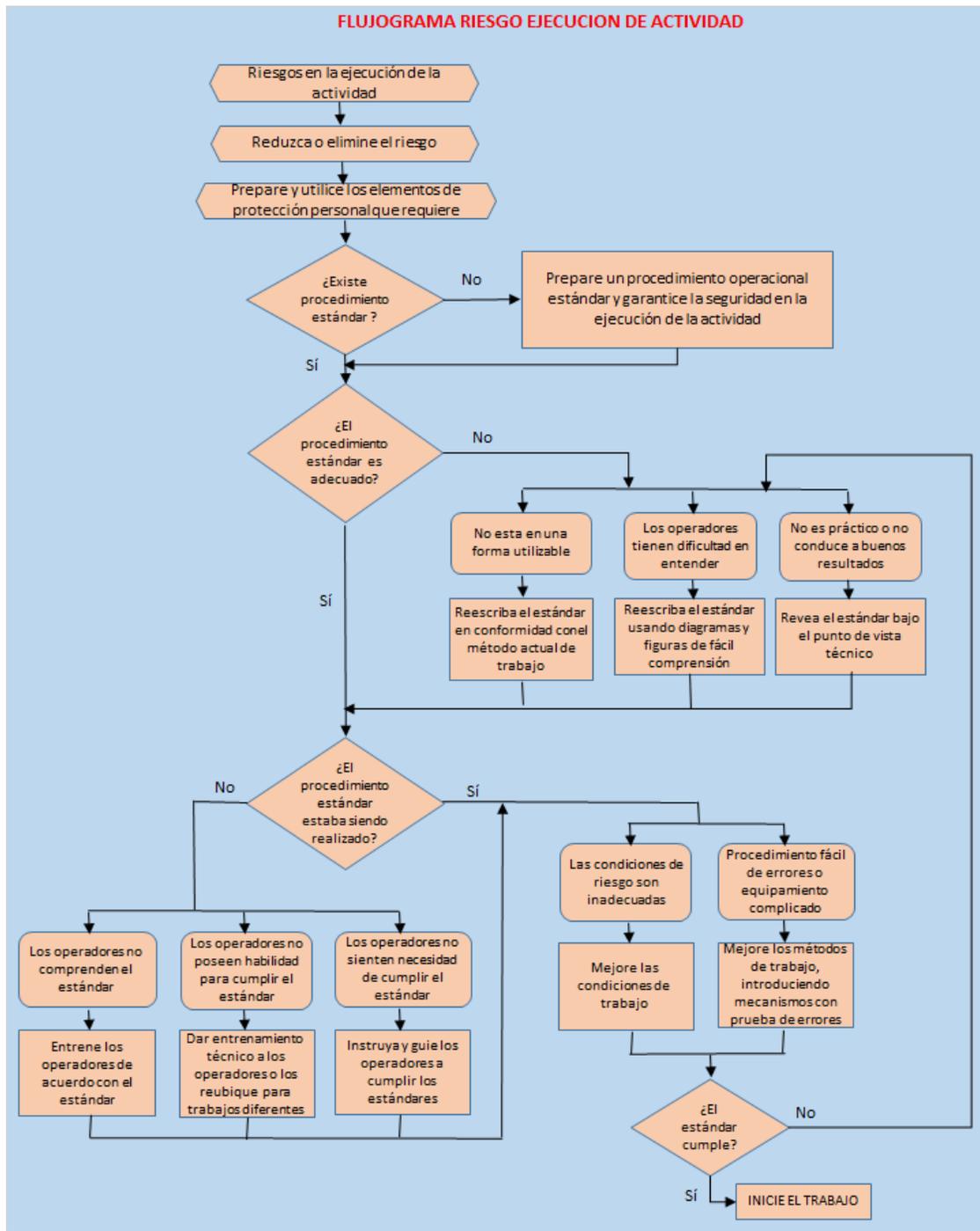


Figura 13. Flujograma riesgo ejecución de actividad

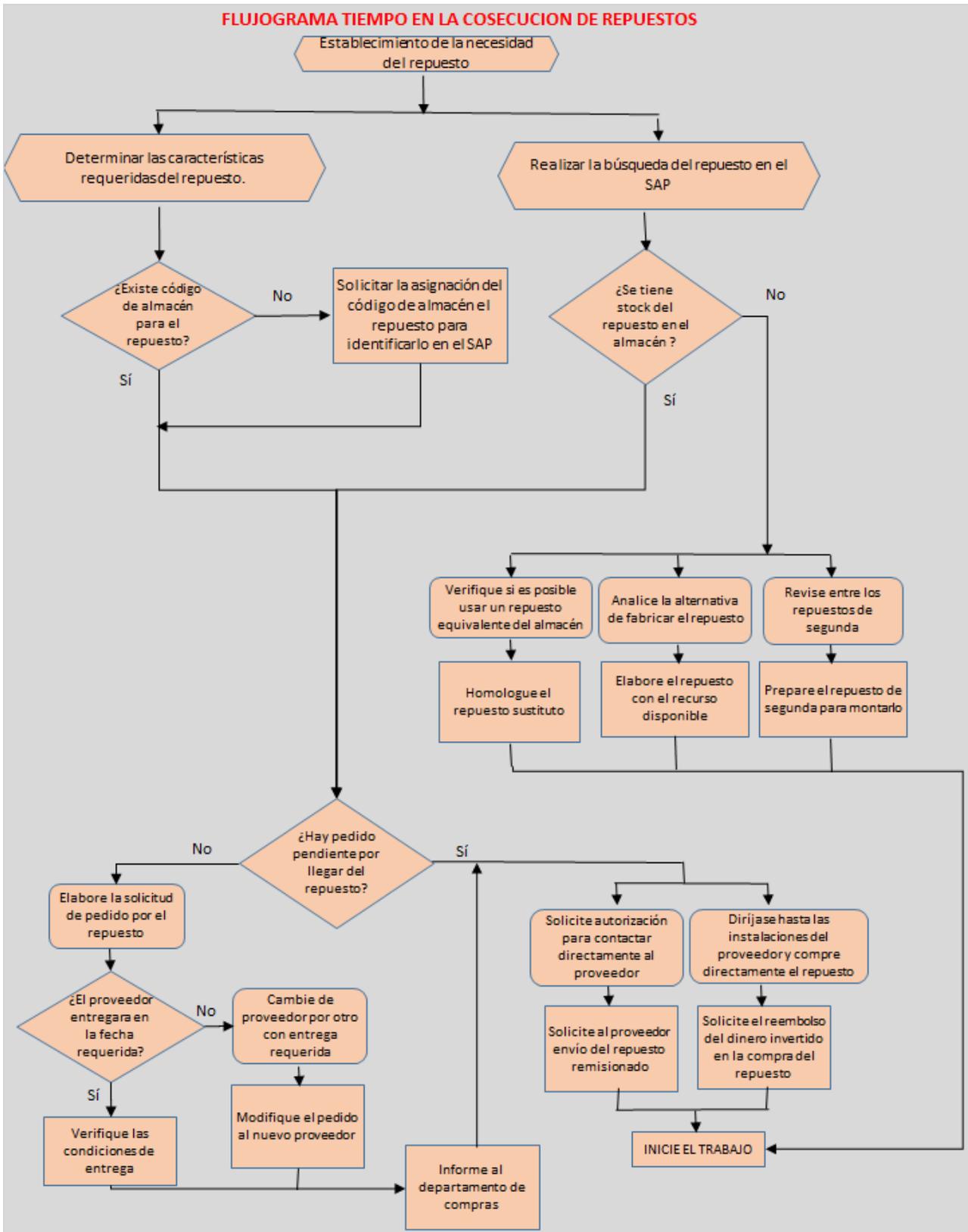


Figura 14. Flujoograma tiempo en la consecución de repuestos

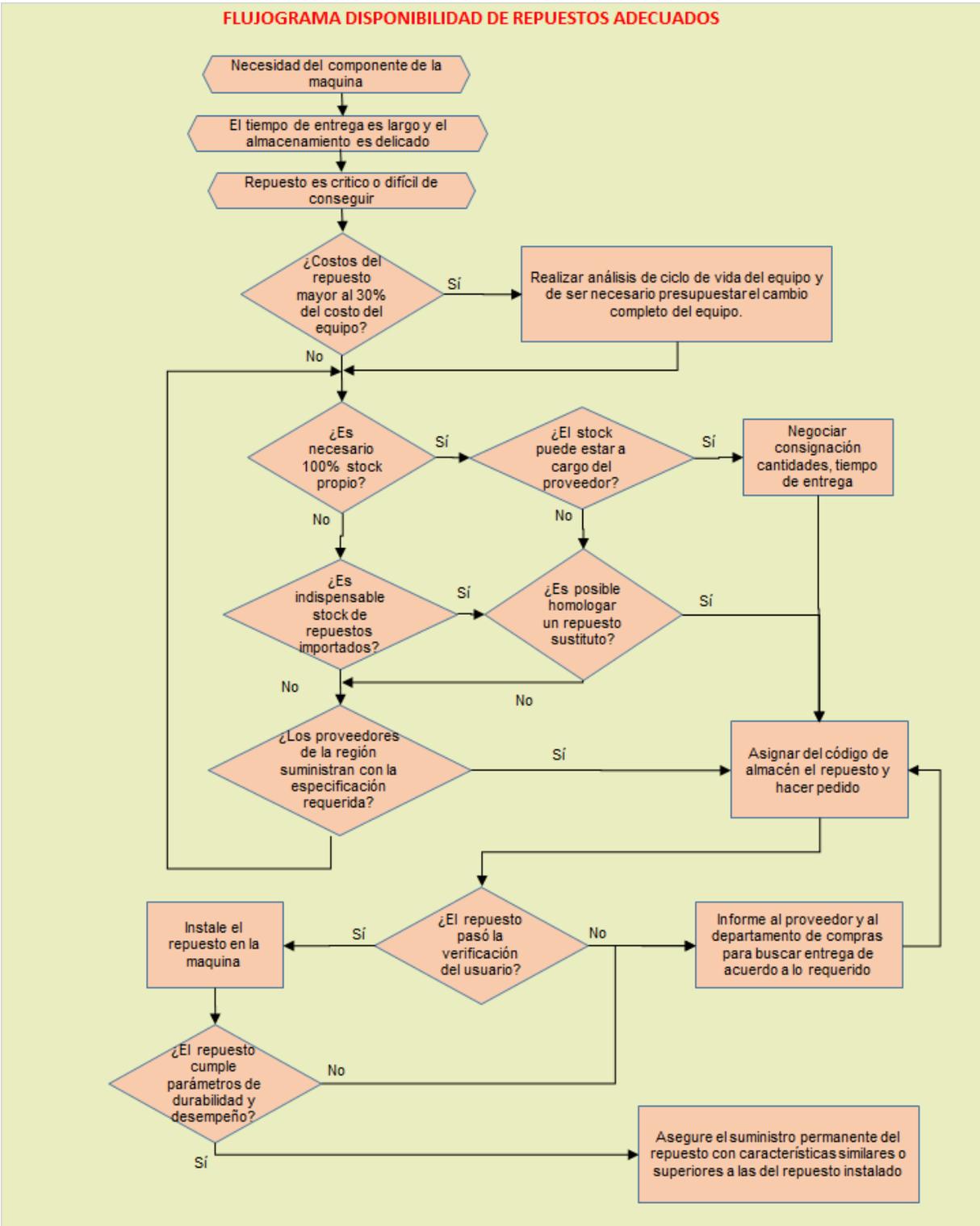


Figura 15. Flujograma disponibilidad de repuestos adecuados.

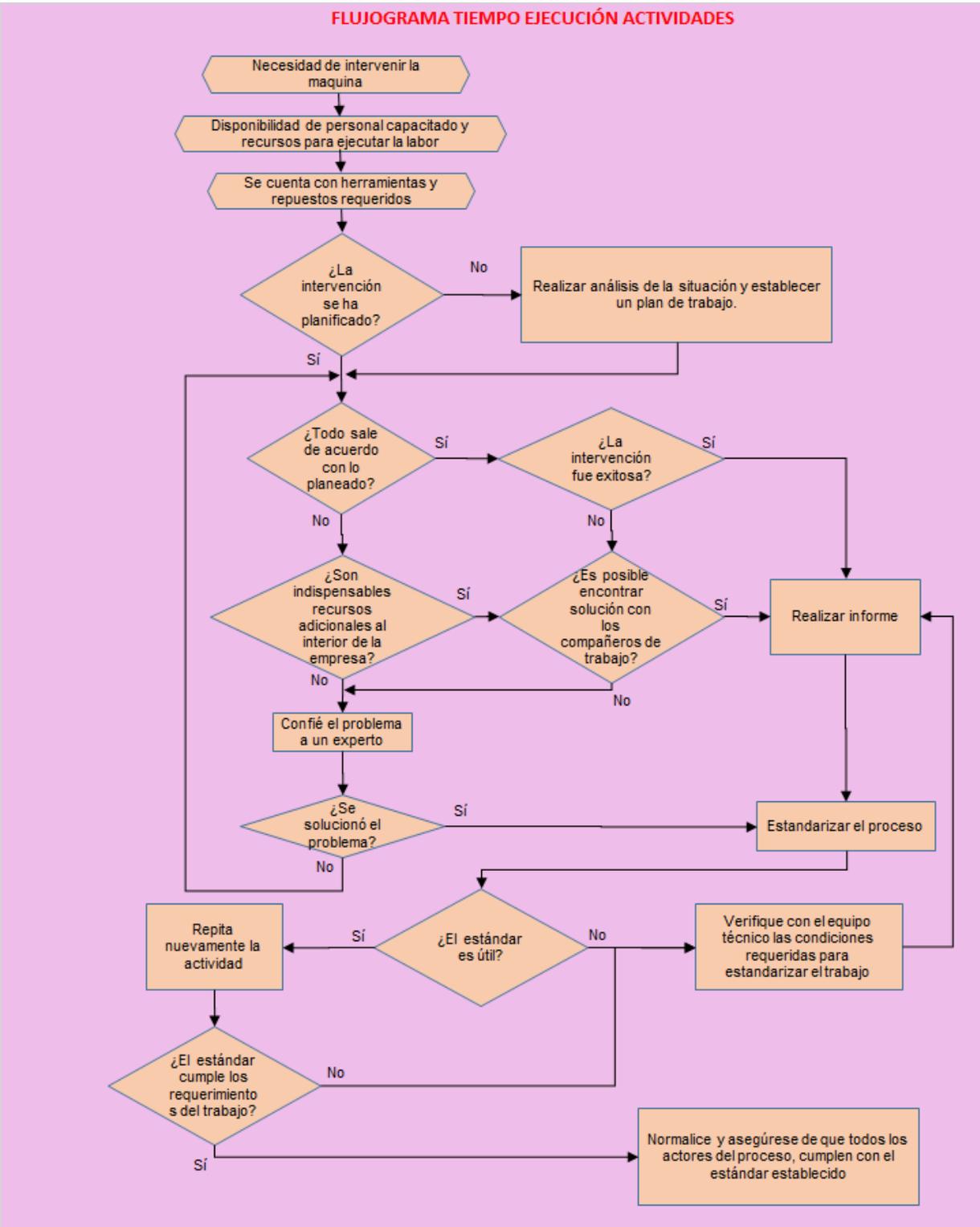


Figura 16. Flujograma tiempo ejecución de actividades

## 8 Conclusiones

En el presente estudio se concluyó que la estrategia del conocimiento es un factor determinante para establecer las causas más destacadas del tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar, en el desarrollo de la estrategia propuesta, ha sido preponderante el aporte del personal de operación y mantenimiento área estudiada. Por otro lado, la mejora continua es alcanzable en la medida que los hallazgos encontrados sean mitigados mediante planes de acción que comprometan a los responsables de su ejecución y de esta forma propender por el desarrollo de la empresa.

Revisando la información que se obtuvo con el análisis de conglomerados, puede notarse que el valor más alto en la Tabla 26 corresponde a conocimientos del funcionamiento (4,55102) lo cual puede asociarse a la alta importancia que la administración del Ingenio Risaralda desde hace muchos años le ha dado al enganche de profesionales y la formación de su personal en todos sus cargos. En el caso de los valores más bajos del análisis de conglomerados se procedió con el análisis de Pareto y se encuentra que es necesario: evaluar los riesgos en la ejecución de actividades, estimar el tiempo en la compra de repuestos, determinar la disponibilidad de repuestos adecuados y estimar el tiempo en la ejecución de actividades, para tener un mayor impacto en la reducción del tiempo perdido en el área de elaboración de azúcar.

Partiendo del análisis descriptivo que se realizó se puede concluir lo siguiente:

- El entorno operativo del área de elaboración tiene manejo adecuado, teniendo en cuenta que el 51,02% opina que siempre se cumple la jornada

laboral, el 42,86% considera que siempre las labores tienen estándar y el 61,22% dice siempre tener el conocimiento necesario para atender la máquina. Estos resultados son producto de los aportes de los profesionales que componen la jefatura del área y su esmero en formar y administrar su recurso para obtener los mejor resultados.

- El entorno de mantenimiento debe ser gestionado con especial atención para dar respuesta a las no conformidades, teniendo en cuenta que el 42,86% opina que casi siempre se cumplen los planes de mantenimiento, el 42,98% considera que casi siempre cuentan con instructivos de mantenimiento, 48,98% dice que casi siempre cuentan con repuestos adecuados y finalmente el 51,02% considera que algunas veces se cuenta con tiempo suficiente para atender el mantenimiento. Este hallazgo confirma los estudios realizados por Cenicaña y sustenta la necesidad de mejorar el servicio de las áreas de mantenimiento.
- El entorno de supervisión obtiene un buen resultado, teniendo en cuenta que 39 encuestados 79,6% opinan que siempre o casi siempre cuentan con personal suficiente, el 51,02 % considera que siempre tiene el apoyo de sus jefes y el 46,94% considera que siempre los indicadores y metas miden su desempeño.
- El entorno de la planificación refleja estar acorde a lo requerido, teniendo en cuenta que 42,86% opinan que cuentan con planos e información de los equipos, el 40,82% considera que se tienen controladores, computadores y aplicativos a la medida de lo requerido. El 73,46% opina que siempre o casi

siempre se trabaja en equipo entre las diferentes disciplinas del mantenimiento y el 67,35% dice que casi siempre las actividades programadas se realizan de acuerdo a lo planeado.

- En el entorno financiero se opina que casi siempre con 42,86% y siempre con 36,73% se cuenta con recursos financieros suficientes para los requerimientos del proceso, lo cual sin lugar a dudas es un factor determinante en el desempeño de los equipos, la productividad y la reducción del tiempo perdido.
- Se deben reducir los tiempos de entrega de materiales mejorando procesos en el entorno logístico y reduciendo el tiempo requerido para gestionar las compras, teniendo en cuenta que 37 de los encuestados opina que casi siempre 38,78% o que algunas veces 36,73% se otorgan los tiempos requeridos para realizar las compras. También se opina que casi siempre 42,86% y siempre 36,73% se cuenta con espacios y recursos logísticos para el almacenamiento de las mercancías.
- En el entorno de riesgo y seguridad industrial, se tiene 42,86% opinan que casi siempre hay condiciones de seguridad y el 42,86 considera que casi siempre se tienen los protocolos de seguridad claros. Esto nos permite concluir que esta es un área de mejoramiento que no se puede dejar de lado debido a la vulnerabilidad que representa para la empresa.
- El 86,9% considera que en el entorno ambiental cumple con la normatividad donde 42,86% opinan que siempre se cumple y el 36,73% que casi siempre.

## 9 Recomendaciones

- La información obtenida mediante encuesta, preferiblemente debe sustituirse por bases de datos que permitan obtener mayor precisión y alterar en menor grado los resultados.
- Masificar el uso de diagramas de flujo y la elaboración de estándares de tarea en labores de evaluación los riesgos en la ejecución de actividades, estimación de tiempos en la compra de repuestos, determinación de la disponibilidad de repuestos adecuados y estimación del tiempo en la ejecución de actividades.
- Es necesario fortalecer la gestión de las áreas de producción y el área de logística de compras, ya que el tiempo perdido se incrementa en mayor medida debido a las fallas que pueden generar con las deficiencias de planeación y de la administración de los recursos informáticos como lo son los módulos de manejo de materiales “MM” y planeación del mantenimiento “PM” del SAP.
- Intensificar las actividades de formación del personal a través de herramientas que integren las tecnologías de la información y la comunicación, garantizando que cada vez los operadores y personal de mantenimiento cierran las brechas que generan el tiempo perdido.
- Finalmente se considera que los métodos expuestos en este trabajo, pueden ser aplicados en cualquier proceso industrial que busque mejorar su desempeño.

## 10 Referencias bibliográficas

- Arata., A. (2009). *Ingeniería y gestión de la*. Santiago, Chile: RIL Editores.
- Bantacut, T., & Novitasari, D. (2016). Energy and Water Self-Sufficiency Assessment of the White Sugar Production Process in Indonesia Using a Complex Mass Balance Model. *ELSEVIER*.
- Bolaños, E. A. (10 de 03 de 2015). Conflicto por las tierras planas del norte del Cauca. *El Espectador*, págs.  
<http://www.elespectador.com/noticias/nacional/conflicto-tierras-planas-del-norte-del-cauca-articulo-548637>.
- Campos, V. F. (1994). *Gestión de la rutina del trabajo cotidiano*. Brasil: INDG Tecnologia e Servicios Ltda.
- Cárcel Carrasco, F. &. (2013). *Basic principles of knowledge management and its application to the industrial company in tactical operations of maintenance and operational exploitation: A qualitative study*. Obtenido de Intangible Capita: <http://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/341/306>
- Cenicaña. (2004). *Procesos de obtención de azúcar*. Obtenido de Cenicaña: [http://www.cenicana.org/pop\\_up/fabrica/diagrama\\_obtencion.php](http://www.cenicana.org/pop_up/fabrica/diagrama_obtencion.php)
- Cenicaña. (3 de 12 de 2015). *Eventos*. Obtenido de Masiva asistencia a curso especializado en producción de azúcar:  
<http://www.cenicana.org/web/eventos-reuniones-y-capacitaciones/item/503-masiva-asistencia-a-curso-especializado-en-produccion-de-azucar>
- Cenicaña. (17 de 04 de 2016). *Informe gestión Cenicaña 2015*. Obtenido de [http://www.cenicana.org/pdf\\_privado/informe\\_anual/ia\\_2015/ia\\_2015.pdf](http://www.cenicana.org/pdf_privado/informe_anual/ia_2015/ia_2015.pdf)
- Cifuentes Ximena, J. L. (2016). *Métodos de análisis para la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de procesos agrícolas y agroindustriales*. Armenia, Colombia.
- Dinero, R. (26 de 05 de 2016). *La pelea explosiva entre azucareros y distribuidores de combustibles*. Obtenido de Dinero:  
<http://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/la-pelea-explosiva-entre-azucareros-y-distribuidores-de-combustibles/224025>
- Gobernación Risaralda. (2011). *Situación actual de Risaralda*. Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=SITUACION%20ACTUAL+DE+RISARALDA&oq=SITUACION%20ACTUAL+DE+RISARALDA&aqs=chrome..69i57j0j69i60.1206j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Gutiérrez, A. M. (2008). *Mantenimiento estratégico para empresas generales o de servicio*. Medellín: Ediciones AMG.
- Marín-García Juan A., M. R. (2013). *Intangible capital*. Obtenido de <http://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/360/370>
- Mejía Restrepo, L. G., & Neira Restrepo, M. L. (2010). *El valle 100 años*. Cali: El País S.A.
- Miguel, M. G. (2009). *Factores de inseguridad alimentaria en el departamento del Quindío*. Armenia.

- Mintrabajo. (05 de 03 de 2015). *Mintrabajo*. Obtenido de Superado conflicto laboral en el Ingenio Risaralda: <http://www.mintrabajo.gov.co/marzo-2015/4256-superado-conflicto-laboral-en-ingenio-risaralda.html>
- MONTOYA, M. L. (2009). *Repositorio UTP*. Obtenido de SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS DEL CLARIFICADOR SRI Y VERIFICACION DE LA EFICIENCIA DEL TACHO CONTINUO FLETCHER SMITH PARA LA OPTIMIZACION DE LA ELABORACION DE AZUCAR EN EL INGENIO RISARALDA: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1816/1/664122C268.pdf>
- Rafael, B. A. (11 de 05 de 2015). *Gestión de mantenimiento e ISO 55000 sobre manejo de activos físicos*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/gestion-de-mantenimiento-e-iso-55000-sobre-manejo-de-activos-fisicos/>
- Risaralda, I. (2015). *Informe de sostenibilidad año 2015*. Obtenido de Ingenio Risaralda: <https://www.ingeniorisaralda.com/es/inoticias/ver/34/informe-de-gestion-2015/>
- Risaralda, I. (2016). *Informe de gestión 2015*. Obtenido de Ingenio Risaralda: [https://www.pagegear.co/es/dominios/ingeniorisaralda/upload/373/informe\\_de\\_gestion\\_2015\\_8\\_mb.pdf](https://www.pagegear.co/es/dominios/ingeniorisaralda/upload/373/informe_de_gestion_2015_8_mb.pdf)
- Risaralda, I. (2016). *Proveedores de caña*. Obtenido de Ingenio Risaralda: [https://www.ingeniorisaralda.com/es/ipaginas/ver/G343/125/proveedores\\_de\\_cana/](https://www.ingeniorisaralda.com/es/ipaginas/ver/G343/125/proveedores_de_cana/)
- Semana, R. (10 de 10 de 2015). *El 'tsunami' que desató la sanción a los ingenios del Valle*. Obtenido de Semana: <http://pruebas.semana.com/nacion/articulo/azucareros-la-sancion-de-la-sic/445625-3>
- Viveros Pablo, S. R. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.