

DETERMINACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO UTILIZADAS POR LAS GRANDES Y MEDIANAS EMPRESAS DEL ÁREA METROPOLITANA PEREIRA-DOSQUEBRADAS

Determination of the strategies used by the maintenance of large and medium enterprises of metropolitan area Pereira - Dosquebradas

RESUMEN

Este artículo presenta el resultado de la primera etapa de un proyecto de investigación que está siendo desarrollado por la Universidad Tecnológica de Pereira, destinado a determinar las estrategias de mantenimiento utilizadas por la industria del área metropolitana Pereira – Dosquebradas. Esta primera etapa aborda el estudio de la gran y mediana industria.

Para alcanzar los resultados se realizó una segmentación de la industria por tamaño, se diseñó y aplicó un estudio estadístico en el segmento reseñado y se obtuvo una cualificación y cuantificación del estado de la función Mantenimiento en dichos sectores.

Se espera que los resultados sirvan de referencia a los gremios económicos de la región y a las industrias estudiadas, para el trazado de políticas frente a las falencias encontradas.

PALABRAS CLAVES: Estudio estadístico estrategia de mantenimiento, gran y mediana industria.

ABSTRACT

This paper presents the results of the first phase of a research project being developed by the Technological University of Pereira, to determine the strategies used by keeping the industry in the metropolitan area Pereira - Dosquebradas. This first phase covers the study of large and medium industry.

To achieve the results was a segment of the industry by size, was designed and applied a statistical study on the segment was reviewed and a qualification and quantification of the state of the maintenance function in these sectors.

It is expected that the results serve as a reference to business groups in the region and the industries studied, for the delineation of policies against the shortcomings found.

KEYWORDS: Statistical study, Maintenance strategies, large and medium industry.

1. INTRODUCCIÓN

El área metropolitana Pereira – Dosquebradas tiene una vocación esencialmente comercial, no obstante, posee varias zonas industriales que la posicionan como uno de los núcleos fuertes en industria en el concierto nacional.

Por renglones, los sectores más importantes son metalmecánica, confección, comestibles, papel y sus derivados, componentes eléctricos de potencia, entre otros [1]. Los mercados de dichas industrias son locales, regionales, nacionales e internacionales, y se encuentran industrias de todos los tamaños.

YOHANA ZULUAGA G.

Tecnóloga Mecánica
Universidad Tecnológica de Pereira
yohis12@hotmail.com

SANTIAGO PARRA RAMÍREZ

Tecnólogo Mecánico
Universidad Tecnológica de Pereira
spr429@gmail.com

CARLOS A. MONTILLA M

Ingeniero Mecánico, M Sc.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
cmontilla@utp.edu.co

Mediante diferentes indagaciones realizadas en los gremios industriales (Acopi, Andi, Cámaras de Comercio de Pereira y Dosquebradas) y en las Universidades de la región, se constató que no existen estudios actualizados que muestren de manera confiable las estrategias de Mantenimiento seguidas por las diferentes industrias.

Lo anterior es importante conocerlo, primero por la continuada tendencia de globalización que se ha venido desarrollando a nivel mundial y segundo, porque a pesar de estar en receso la firma del tratado de libre comercio entre Colombia y E.E. U.U., es una posibilidad abierta, frente a la cual todos los gremios económicos del país y de la región deben prepararse si quieren subsistir.

En el contexto económico actual en el cual se debe producir al mínimo costo y venderse con la mejor rentabilidad posible, sin descuidar la salud de los empleados, el cuidado al medio ambiente, ni el valor de los activos de la compañía, cada uno de los departamentos de la misma deben hacer reingeniería para maximizar su productividad, y en ese orden de ideas la función mantenimiento no escapa a dicha necesidad.

En el área metropolitana tienen asiento sucursales y filiales de multinacionales, las cuales en su mayoría poseen una cultura de mantenimiento muy elevada, pero normalmente no ocurre lo mismo con las medianas, pequeñas, ni que decir de las micro-empresas, las cuales son fruto de inversiones puntuales y nuevas, o negocios familiares, en los cuales para los dueños o gerentes la función mantenimiento sigue siendo un *problema* y no un beneficio; esta visión míope entrega aparentes beneficios inmediatos, pero en el mediano y largo plazo los lleva a perder competitividad, debido a los problemas de calidad, de sobrecostos, de depreciación exagerada, etc. que acarrea el descuido y mala administración del mantenimiento.

La Universidad como generadora de conocimiento y soporte de la sociedad, ha querido vincularse a plantear soluciones a estas necesidades de concientización, de cambio de actitud y de capacitación en administración del Mantenimiento, para lo cual se elaboró un proyecto de investigación cuyos objetivos por etapas, son, determinar las estrategias de mantenimiento que utilizan las industrias del área metropolitana Pereira – Dosquebradas (por tamaño de la industria), seguidamente y dependiendo de los resultados de los estudios, formular esquemas de sensibilización y capacitación para los sectores críticos, y por último buscar alianzas con los gremios económicos, de forma tal que se pueda trascender en la mentalidad de los empresarios frente a la función mantenimiento y sus beneficios.

El presente artículo presenta los resultados de la primera etapa del proyecto, la cual tiene como objeto de estudio a

las grandes y medianas empresas del área geográfica en mención.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL ESTUDIO

2.1 Determinación del total de industrias por tamaño, en el área Pereira-Dosquebradas (determinación de la población)

En esta etapa se realizaron consultas con las Cámaras de Comercio de Pereira [2] y Dosquebradas [3], las cuales proporcionaron listados filtrados de las grandes y medianas industrias para cada Ciudad. Esta consulta entregó que la población total de industrias grandes y medianas es $N = 79$, de las cuales 25 son industrias grandes, y 46 industrias medianas.

2.2 Determinación del volumen de la muestra por tamaño de industria.

Puesto que se trata de un estudio estadístico, es necesario determinar el tamaño de muestra representativa, tanto de empresas grandes como medianas. Para llegar a esto se utilizó el *Muestreo Aleatorio Estratificado MAE* [4], el cual es modelado por la ecuación (1) y determina el tamaño global de la muestra n (incluyendo grandes y medianas empresas). Este método arrojó $n = 44$ empresas [5].

$$n = \frac{N * P * Q}{\left[(N - 1) * \frac{B^2}{Z_{Z/2}^2} \right] + P * Q} \quad (1)$$

Donde:

P : Prevalencia esperada del parámetro evaluado, Se aplicó ($P=0,5$) puesto que se desconocía su valor.

Q : Complemento de la prevalencia $Q = 1 - p$

N = Tamaño de la población estudiada

B = Estimación del Error estadístico del 10%

$Z_{Z/2}$ = Confiabilidad del cálculo. Se asumió del 95% por tanto lo tanto $Z = 1,96$

Con el valor de la muestra global n se pasó a determinar el valor de la muestra estratificada para las grandes empresas n_G y medianas empresas n_M , haciendo uso de la ecuación (2) [4].

$$n_{G-M} = \frac{N_{G-M}}{N} * n \quad (2)$$

Este cálculo arrojó un $n_G = 14$ y un $n_M = 30$ empresas.

2.3 Selección de componentes de la muestra

Para seleccionar los componentes de la muestra por segmento, se creó un listado de empresas grandes y medianas, a cada una se le asignó un código consecutivo y posteriormente aplicando una función de selección aleatoria *Random* y haciendo uso del software Excel 97-2003, se seleccionaron las empresas específicas de la muestra, cuyo listado se muestra en las tablas 1 y 2.

ID	NOMBRE DE LA EMPRESA
1	Coats Cadena
2	Papeles Nacionales
3	Suzuki Motor de Colombia S.A.
4	Industria Colombiana de Confecciones Ltda. Incoco
5	Ayco Ltda.
6	Exco Colombiana S.A.
7	Industrias Electromecánicas Magnetrón S. A.
8	Clínica los Rosales
9	C. I. Nicole S. A.
10	Fábrica de Comestibles la Rosa S.A.
11	Textiles Omnes S. A.
12	Austin Reed Manufacturas y cía. Ltda
13	Procesadora Avícola del Risaralda
14	Busscar de Colombia S. A.

Tabla 1. Listado de grandes empresas a encuestar [5].

MEDIANAS EMPRESAS	
1	Tostadora de Café Mariscal
2	Industrias Salgari
3	La Estrella S.A
4	Risaralda su Inversion Ltda.
5	Industrias Jomar
6	Promotora de Construcciones Hamburgo Ltda.
7	Vidriera de Caldas Ltda.
8	Industrias zenner
9	Sazagua Hostal
10	Publik
11	Alpaca Ltda.
12	Grupo Pereira Construcciones Ltda.
13	Elite Sport
14	Cantera de Combia
15	Portales de Birmania U.T. S.A
16	Trans Serwilujo S.A
17	Pezfresco S.A
18	Eje Construcciones Sociedad anonima
19	Movitierra
20	Industrias Dagil
21	Mersatex
22	Agropecuaria las Cabyuas Ltda
23	Industrias Zenner S.A
24	Fabrisedas Dosquebradas
25	Lubrinova
26	Tolisabor Ltda.
27	Industrias Prodicol Ltda.
28	Flexco S.A
29	La Macarena S.A
30	Compañía Fosforera del Risaralda Ltda.
31	Industrias Metalicas del Gas S.A Metalgas
TOTAL = 31 EMPRESAS	

Tabla 2. Listado de medianas empresas a encuestar [5].

2.4 Verificación de la existencia real de las empresas encuestadas

Vía telefónica ó en persona se verificó que efectivamente las empresas elegidas estuviesen funcionando. En los pocos casos en no fue así se aplicó de nuevo la función *random* y se ajustó el listado, quedando como se mostró en las tablas 1 y 2.

2.5 Elaboración del instrumento de recolección

Con base a diferentes fuentes (ACIEM Cundinamarca [6], Notas de clase [7], etc.) se elaboró un modelo de encuesta, cuyo objetivo era recoger la información concerniente a la forma como se administra el mantenimiento en las empresas a encuestar; por otro lado, las preguntas fueron formuladas en un lenguaje claro pero técnico, de modo que cualquier persona las pudiera interpretar, ya fuese una persona especializada en mantenimiento o simplemente la un técnico encargado de esta labor. La encuesta fue diseñada haciendo uso tanto de variables cualitativas como cuantitativas, pero primando las cuantitativas.

La encuesta completa no se presenta por razones de espacio, pero se puede consultar en la referencia [5]. La tabla 3 presenta el encabezado de las preguntas, más no su contenido.

Encuesta	
I. Encabezado y datos generales de la empresa y del encuestado	
II. Datos generales sobre las estrategias ó sistemas de mantenimiento que aplican	
1.	¿Qué tipos de Mantenimiento practica su Empresa y en qué porcentaje aproximado?
2.	¿Qué clase de mantenimiento correctivo realiza?
3.	¿Qué personal está formalmente involucrado en el Mantenimiento?
4.	Si tiene mantenimiento subcontratado, ¿Quiénes prestan el servicio?
5.	¿Cuál es el nivel de escolaridad de las personas involucradas en el Mantenimiento?
6.	Frecuencia o periodicidad con que efectúa el Mantenimiento.
7.	¿Cuáles de las siguientes tareas principales de Mantenimiento realiza?
8.	¿Qué herramientas de apoyo utiliza para realizar el Mantenimiento?
9.	¿Qué inconvenientes (y en qué porcentaje) tiene con el tipo de Mantenimiento que regularmente aplica?
10.	¿Han pensado cambiar de sistema de Mantenimiento?
11.	¿Usan software de Mantenimiento?
12.	Si usan software para Mantenimiento, ¿Qué porcentaje del potencial del software considera que utilizan?
13.	¿Está satisfecho con las prestaciones del software que actualmente poseen?
14.	¿Poseen almacén de repuestos para Mantenimiento?
15.	¿El almacén es administrado a través de algún software?
16.	¿Qué elementos de Seguridad Industrial utilizan?
17.	¿Tienen en cuenta los cuidados al Medio Ambiente en el momento de realizar el Mantenimiento?
18.	¿En la gestión de mantenimiento, que es lo que mas valora la empresa?
19.	¿Qué porcentaje aproximado del presupuesto anual de gastos de la empresa corresponde a Mantenimiento?

20. ¿Manejan indicadores de mantenimiento?
21. ¿Usan los indicadores como referente para implementar mejoras? Responda a las preguntas 22 a 25 sólo si señaló la casilla “Preventivo” de la pregunta N° 1
III. Mantenimiento Preventivo
22. ¿Al operario se le entrega Orden de Trabajo al momento de ejecutar la tarea de mantenimiento?
23. ¿Retroalimentan y cierran las Órdenes de Trabajo?
24. ¿Tienen documentados los procedimientos de ejecución del mantenimiento (Instructivos)?
25. Al momento de realizar el mantenimiento preventivo, ¿cuál periodicidad recomendada utiliza? Responda a las preguntas 26 a 28 sólo si señaló la casilla “Predictivo” de la pregunta N° 1.
IV. Mantenimiento Predictivo
26. ¿Cuáles de las siguientes técnicas utilizan para realizar el Mantenimiento Predictivo?
27. Para el Mantenimiento Predictivo, ¿usan equipo propio o alquilado?
28. ¿Con el Mantenimiento Predictivo ha sido posible detectar fallas en gestación, con antelación, para aplicar correctivos y evitar paros no programados? Responda a las preguntas 29 a 34 sólo si señaló la casilla “TPM” de la pregunta N° 1
V. Mantenimiento Productivo Total TPM
29. ¿Realizan Mantenimiento Autónomo?
30. ¿Qué tareas de Mantenimiento Autónomo realizan?
31. ¿Conoce el sistema de las 5s’?
32. ¿Manejan estadísticas de mejora antes y después de la aplicación del mantenimiento Productivo Total?
33. Implementan mejoras focalizadas para eliminar cuales de las siguientes grandes pérdidas...
34. ¿Qué personal de la Empresa ha sido sensibilizado y muestra compromiso frente a la función del departamento de Mantenimiento? Responda a las preguntas 35 a 39 sólo si señaló la casilla “RCM” de la pregunta N° 1
VI. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM
35. ¿Han cuantificado las criticidades de los equipos?
36. ¿Han hecho estudios para identificar las principales fallas funcionales de los equipos y la estrategia a seguir (FMEA)?
37. ¿Implementan cadenas de razonamiento de RCM para determinar la estrategia de solución más pertinente a las fallas funcionales de equipos identificados como de alta criticidad?
38. ¿Documentan las labores realizadas con el RCM de manera que se validen los ahorros y mejoras obtenidas con este mantenimiento, con respecto al preventivo?
39. ¿En qué porcentaje se ha reducido la carga de preventivo luego de la implementación del RCM?
VII. Sistemas de Calidad ISO
40. ¿Su empresa cuenta con certificación ISO?
41. ¿Involucraron la función mantenimiento como un Sistema de Gestión dentro del Programa de Calidad ISO?

42. ¿La empresa ha alcanzado la certificación ISO 14000
43. ¿La empresa ha alcanzado la certificación ISO 18000
En caso de haber respondido NO a alguna de las preguntas 40 a 43, responda las siguientes
44. ¿Está interesada la empresa en optar a alguna de las certificaciones anteriores?
45. ¿Están trabajando actualmente en la implementación de alguna de ellas?

Tabla 3. Estructura general de la encuesta aplicada ^[5]

Como se puede inferir de la tabla 3, el apartado II busca determinar qué tipo de mantenimiento aplican las empresas, mediante una sucesión de preguntas que indagan sobre la forma general en que lo ejecutan. Los apartados III, IV, V y VI buscan profundizar en aspectos puntuales de cada tipo de mantenimiento que dicen aplicar, y en últimas pretenden identificar que efectivamente la empresa sí aplica el tipo de Mantenimiento que el encuestado ha respondido. El apartado VII pretende indagar si la empresa posee un panorama amplio del negocio, a través de la aplicación de sistemas de aseguramiento de calidad, de cuidado al medio ambiente y de seguridad industrial y salud ocupacional.

2.6 Aplicación de la prueba piloto

Antes de aplicar la encuesta elaborada se determinó el tamaño de la muestra para aplicar una prueba piloto (la cuál arrojó un valor de cinco empresas), con la función de selección aleatoria *random* se seleccionaron las empresas y se hizo la respectiva aplicación. Se recogieron algunas inquietudes, se encontraron algunas debilidades y se hicieron las respectivas correcciones en el formato de encuesta de la tabla 3.

Una vez agotado este paso, se aplicó la encuesta a las empresas reseñadas en las tablas 1 y 2.

2.7 Sistematización de la información

La sistematización de los datos se hizo por medio de un programa de codificación en Microsoft Excel 97-2003. Para el caso de las preguntas cuantitativas se utilizaron tablas de frecuencia con la ayuda del *Método de la media aritmética*.

Para el caso de preguntas cualitativas se utilizó una codificación que consistió en almacenar los datos obtenidos en la encuesta permitiendo un mejor manejo de la información utilizando los números uno (1) para respuesta afirmativas y cero (0) para una respuesta negativa, para que la información se hiciera lo menos extensa posible y el análisis de los resultados fuera más simple. Posteriormente se utilizó el *Método de la sumatoria*.

A título de ejemplo de una pregunta cuantitativa, se muestran los resultados para la pregunta 1. *¿Qué tipos de*

Mantenimiento practica su Empresa y en qué porcentaje aproximado?, aplicada al segmento de las grandes industrias. La figura 1 ilustra el resultado del procesamiento de la información presentada en un histograma 3D.

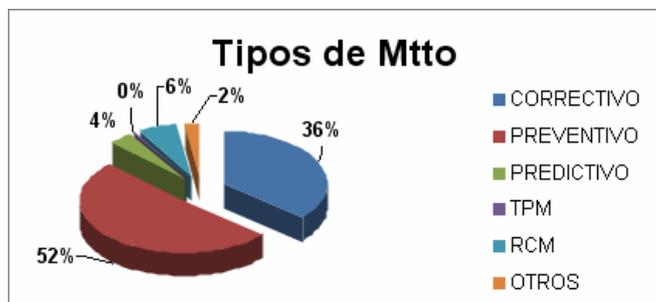


Figura 1. Histograma 3D correspondiente a la pregunta 1 aplicada a las grandes empresas [5]

A título de ejemplo de una pregunta cualitativa se muestran los resultados para la pregunta 16. *¿Qué elementos de Seguridad Industrial utilizan?* aplicada al segmento de las medianas empresas. La figura 2 ilustra resultado del procesamiento de la información presentada en un histograma 3D.

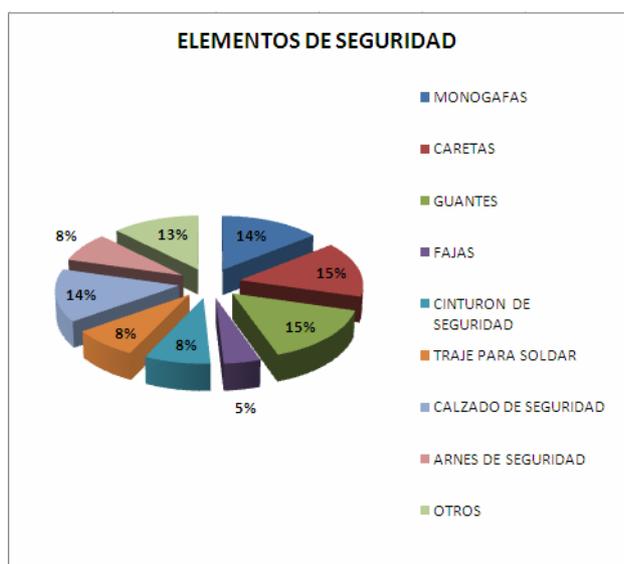


Figura 2. Histograma 3D correspondiente a la pregunta 16 aplicada a las medianas empresas [5]

Los cálculos para el procesamiento de las preguntas cualitativas se realizaron con base a la ecuación (3).

$$peso_i = \frac{X_i}{\sum X_i} * 100\% \quad (3)$$

El histograma de la figura 2 se debe interpretar como “16 medianas empresas declararon que sus empleados usan monogafas durante la ejecución de tareas de mantenimiento” y así sucesivamente con las demás respuestas.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados completos no son posibles de mostrar por falta de espacio, pero se pueden consultar en la referencia [5], sin embargo, y en función del análisis de dichos resultados se muestran algunas precisiones generales extraídas:

- El Mantenimiento preventivo es la principal estrategia aplicada por las empresas grandes (52%).
- El Mantenimiento correctivo es la principal estrategia aplicada por las empresas medianas (67%) seguido del preventivo (31%).
- A pesar que algunas empresas grandes utilizan nuevas tendencias de mantenimiento: Predictivo, TPM y RCM su porcentaje de aplicación es muy bajo (4% Predictivo, 6% RCM).
- La aplicación de nuevas tendencias de Mantenimiento en las medianas empresas es muy baja (1% en Predictivo y TPM, respectivamente).
- Hay preferencia marcada por el empleo de personal propio en la ejecución y administración del mantenimiento (80% gran industria y 64% mediana industria).
- La aplicación de software de mantenimiento está muy desbalanceado entre las grandes y medianas industrias; mientras el 71% de las grandes lo utilizan, sólo el 3% de las medianas lo aplican.
- La cultura de cuidado al medio ambiente está muy difundida entre las grandes y medianas industrias (100% de las grandes y 86% de las medianas lo aplican).
- Hay un amplio desconocimiento de los directivos de Mantenimiento en el *peso total* de los costos de Mantenimiento con respecto al costo total de producción (79% de las grandes y 75% de las medianas desconocen dicho *peso*).
- Entre las grandes empresas que aplican predictivo, la técnica preferida es el análisis de vibraciones (36%) y lo hacen principalmente con equipo alquilado (60%). El mismo análisis en las medianas industrias arroja que la técnica más usada es el análisis de aceites en uso (60%) y lo hacen principalmente con equipo propio (67%).

- Las grandes empresas cuentan con culturas elevadas frente a los sistemas de calidad (79% tienen certificación de calidad ISO 9000, 14% cuentan con certificación ISO 14000 y 7% cuentan con certificación ISO 18000). El 71% de estas empresas involucran la función mantenimiento en el sistema de calidad. De las empresas que aún no poseen certificaciones de calidad, el 79% está trabajando para optar a dicha certificación.

- Frente a las grandes empresas, las medianas empresas cuentan con culturas más pobres frente a los sistemas de calidad (45% tienen certificación de calidad ISO 9000, 0% cuentan con certificación ISO 14000 y 0% cuentan con certificación ISO 18000). El 55% de estas empresas involucran la función mantenimiento en el sistema de calidad. De las empresas que aún no poseen certificaciones de calidad, sólo el 40% está trabajando para optar a dicha certificación.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Un estudio estadístico de las características que se ha realizado presenta diversos inconvenientes al momento de realizar la aplicación real, siendo las principales la apatía y poco interés de parte de los encargados de mantenimiento, en especial en el sector de las medianas industrias.

- El porcentaje de empresas medianas que aplican correctivo es llamativo y paradójico por su elevado monto, puesto que el sentido común invita a pensar que en dicho segmento no sería tan elevado dicho porcentaje, pero de la muestra tomada (31 empresas), 10 de ellas manifestaron abiertamente no realizar mantenimiento, es decir hacen correctivo.

- Los resultados confirman algunas de las suposiciones iniciales frente a las grandes empresas, es decir que su cultura de mantenimiento es la más elevada (por tamaño de empresas).

- Un primer análisis muestra que las grandes industrias estarían mejor preparadas ante la eventual firma de Tratados de Libre Comercio, y muestra igualmente que el segmento de las medianas estaría en franca desventaja frente a ellas, convirtiéndose en un segmento muy sensible.

- Los resultados de este estudio presentan un panorama y diagnóstico actualizado del estado de la función mantenimiento en las grandes y medianas industrias, con el cual la Universidad pueden plantear caminos a seguir, los cuales posteriormente serán presentados y discutidos con los gremios los gremios económicos (Acopi, Fenalco, Andi, entre otras) la definición y aplicación de estrategias que mejoren la aplicación del Mantenimiento, y como consecuencia de

ello (a un corto, mediano y largo plazo), eleven la productividad y competitividad

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] ¿Cómo anda la Industria en Risaralda? Diario la Tarde. Sección industria y Comercio. Pereira. 23 de julio de 2008.

[2] Cámara de Comercio de Pereira. División de servicios. www.camarapereira.org.co

[3] Cámara de Comercio de Dosquebradas. División de servicios. www.camado.org.co

[4] Scheaffer, R. Mendehall, W. Ott, L. Elementos de muestreo. PWS Publishers. 1986.

[5] **Zuluaga, Yohana. Parra, Santiago. Estrategias de Mantenimiento aplicadas por la gran y mediana industria del área metropolitana Pereira – Dosquebradas. Pereira, 2009. Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela de Tecnología.**

[6] Asociación Colombiana de Ingenieros electricistas, mecánicos y afines ACIEM. Capítulo Cundinamarca. www.aciem.org.

[7] Montilla, Carlos A. Mantenimiento Industrial. Notas de clase. Universidad Tecnológica de