

TITULO

“Diagnostico del Sistema de Medición y elaboración del Sistema de Aseguramiento de Calidad de Equipos de Medición de la compañía Fundiciones Nacionales S.A.”

AUTORES

Ivan Bayona Bonilla ¹, Julian Peña Estrella ².

¹ Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001.

² Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1.987, Postgrado en Administración de la Calidad, ESPOL, 1.999, Profesor de ESPOL desde 1987.

RESUMEN

Los sistemas de medición influyen significativamente en todas las actividades de control de una empresa, por lo que mantener equipos de medición confiables es económicamente estratégico. Las verificaciones periódicas a los equipos e instrumentos de medición desarrolladas bajo un plan sistemático permiten garantizar productos terminados de alta calidad.

Cuando en una organización se han seleccionado los equipos de medición, podemos auditarlos a través de diseños experimentales basados en el Análisis de la varianza de los datos.

INTRODUCCION

En las organizaciones, las oportunidades de mejora son identificadas inmediatamente si se las realizan como resultado de un análisis estadístico obtenido a través de equipos de medición confiables ¹.

Adversamente, realizar malas mediciones pueden significar a las organizaciones productos fuera de especificaciones, pérdidas de materia prima y tiempo de producción, duplicidad de mediciones e inspecciones, reprocesos del producto, quejas e insatisfacción de los clientes, descuentos adicionales por productos no conformes, indemnizaciones a clientes, anulación de pedidos, arreglar situaciones anómalas y algunas veces significan la pérdida definitiva de clientes y de proveedores ⁵. En términos económicos malas mediciones significan pérdidas de dinero en miles de dólares por año.

Los sistemas de medición juegan por lo tanto; un papel estratégico en el desarrollo de la Ingeniería de la Calidad y el Control estadístico de todo proceso productivo.

Fundiciones Nacionales SA. posee una variedad de equipos de medición para la compra, proceso productivo y determinación de características del producto; en su orden posee Balanzas, Calibradores Pie de Rey, Termocouplas Vara detección de temperaturas mayores a 1.500° centígrados, Manómetros, Medidores de Flujo, Espectrómetros de medición de contenido metálico entre otros.

Fundiciones Nacionales S.A. es una empresa líder en el mercado de productos de acero de la industria metal mecánica del Ecuador, debido a que produce anualmente más de 50.000 toneladas de **Palanquilla de acero**. Uno de los objetivos de calidad de esta empresa es mantener un sistema confiable para el control de las mediciones que afectan la calidad y a su economía.

Estas condiciones permiten realizar en la compañía Fundiciones Nacionales SA . un trabajo para diagnosticar el sistema de medición de sus principales equipos a través estudios experimentales utilizando la herramienta estadística denominada Análisis de la varianza y la elaboración de un Manual de Aseguramiento de la Calidad para los Equipos de Medición, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 10012.

Diseñar estratégicamente experimentos que generen información para toma de decisiones sobre equipos, aplicando un conocimiento estadístico a nivel ingenieril e implementar un sistema de aseguramiento en la calidad de equipos de medición siguiendo la norma ISO 10012 es inédito en la industria ecuatoriana y sirve de modelo cuando se proponga diagnosticar la calidad en los resultados de los equipos en una organización o cuando se tenga el interés de mantener un sistema confiable de calidad de los resultados de medición.

CONTENIDO

1. DIAGNOSTICO DE LA FUNCION METROLOGICA

Se realiza un recorrido a lo largo del proceso productivo para verificar el cumplimiento en:

El Control de los equipos durante el Proceso

Se verifica errores en las mediciones provocadas por malas conexiones o instalaciones de los equipos, mal manejo de equipos, mal uso de los procedimientos establecidos ⁹.

El Control del Producto Terminado

Se verifica como se asegura la empresa para la conformidad del producto final y se verifica si Fundiciones Nacionales S.A. cumple con la norma INEN 105 – 1.973 sobre “La conformidad de Palanquillas de Acero” ⁹.

Planes y Objetivos De Calidad

Se indaga al personal el conocimiento que tienen sobre los planes y los objetivos de calidad que tiene la organización para cumplir con estos propósitos.

1.1 Diagnostico del Control del Proceso.

Se verificaron las características que afectan la calidad del producto terminado, determinándose finalmente que la principal característica que afecta al producto es el contenido de carbono ⁵.

De tres meses de producción, se extrajeron 105 mediciones del contenido de carbono del acero SAE 1026 obteniéndose los siguientes límites de control:

Tabla I

MES	LIMITE CONTROL SUPERIOR	LIMITE CONTROL INFERIOR
AGOSTO	0.264012	0.235987
SEPTIEMBRE	0.263188	0.236811
OCTUBRE	0.260715	0.239284

Se determinó que las medias muestrales de las mediciones de carbono para los tres meses, caen dentro de los límites de la carta de control.

Capacidad del Proceso

Se determinó la capacidad potencial de un proceso **C_p** y capacidad real **C_{pk}** para cada uno de los meses observados, obteniéndose los siguientes resultados ⁵:

Tabla II

Capacidad	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
C_p	0.5861	0.4228	0.6489
C_{pk}	0.0283	0.0337	0.0351

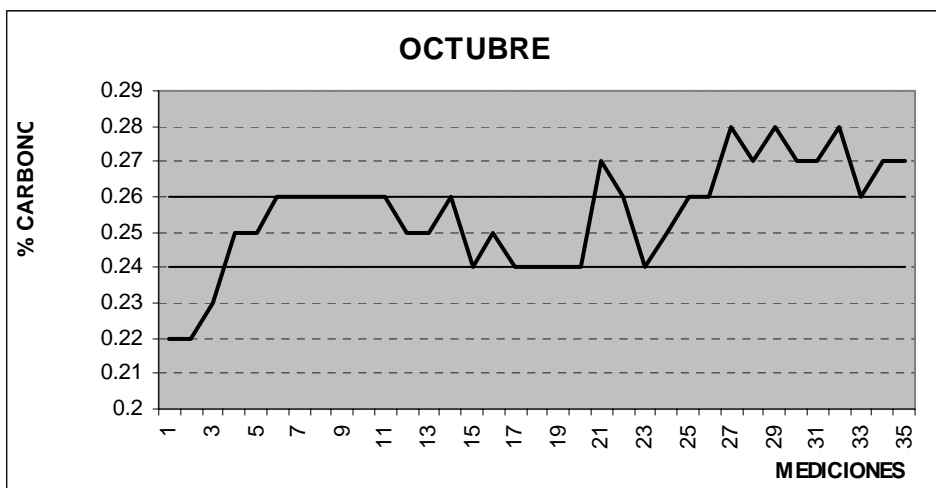
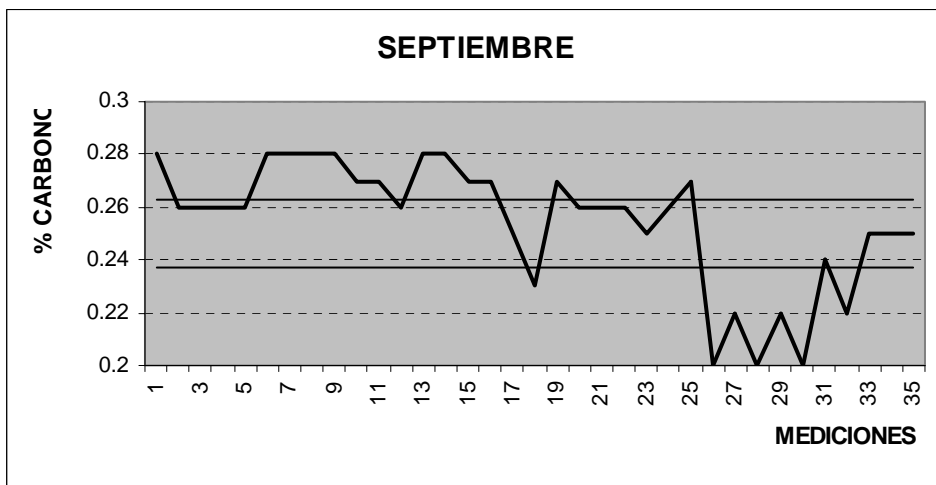
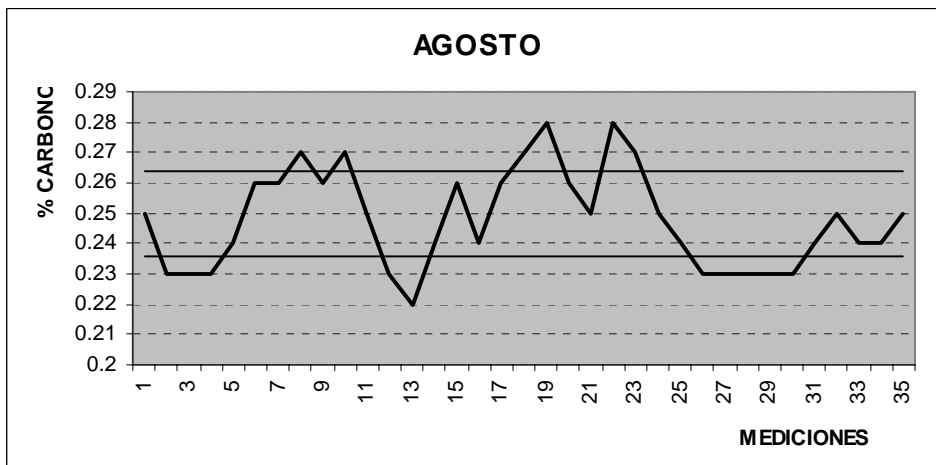


Figura 1. Gráficas de Control para el carbono.

1.2 Probabilidad y Estadística.

El objetivo de la producción de un lote de un acero 1026 es tener un valor medio de 0.26% de carbono. En esta parte utilizamos algunos índices de prueba estadística para determinar si los datos obtenidos en los meses observados cumplen con el rango permitido de contenido de carbono para un acero SAE 1026.

Tabla III

Prueba de Hipótesis	Estadística de Prueba	Resultados
Media de un mes versus el valor objetivo de producción ¹⁰ .	Distribución t de Student	Se considera que sólo el valor medio del contenido de carbono de los lotes de acero 1026 del mes de Septiembre es de 0.26. Los meses de Agosto y de Octubre no cumplen.
Media versus Media ¹⁰ .	Distribución t de Student	La media muestral de los meses de Agosto y Octubre pueden considerarse iguales a la del mes de Septiembre.
Varianza versus un valor específico ¹⁰ .	Distribución Ji Cuadrada	Las varianzas muestrales de los meses de Agosto Septiembre y Octubre pueden considerarse iguales a los valores esperados.
Varianza versus Varianza ¹⁰ .	Distribución de Fisher	Las varianzas muestrales de entre los meses de Agosto y Septiembre y entre Octubre y Septiembre no pueden ser consideradas iguales.

1.3 Diagnostico del Sistema de Medición.

En una auditoría de calidad a los sistemas de medición se debe demostrar que los mismos contienen las siguientes propiedades ⁵:

1. El sistema de medición debe ser estable estadísticamente; esto es, las causas deben ser comunes y no especiales.
2. Las tolerancias del producto y la varianza que experimenta el proceso deberán dominar el error en del sistema de medición.

A través de experimentos aplicados a los equipos y sobre la base de cálculos estadísticos, es posible desglosar la variabilidad total del sistema de medición, y qué porcentaje le corresponde a cada una de las fuentes de distorsión, como una variación por días, o una por turnos de producción.

Los datos que provienen de la realidad pueden obtenerse al manipular los equipos a consecuencia de la siguiente experimentación diseñada: “El método Análisis de la Varianza o ANOVA”⁵.

Se verifica que las tolerancias del producto dadas por una norma de fabricación del acero y la variación que experimenta el proceso de fundición dominan el error producido por el sistema de medición. La tolerancia debe ser por lo menos 10 veces el error del sistema de medición y la variación que experimenta el proceso debe ser superior a tres veces. Los resultados de este análisis fueron los siguientes:

Tabla IV

Equipo	La tolerancia del proceso domina el error del sistema de medición.	La variación natural del proceso domina el error del sistema de medición	Recomendación
Espectrómetro	No cumple para medición del carbono	No cumple para medición del carbono.	Aumentar el número de cifras significativas en la lectura del carbono
Balanza de Chatarra	No cumple	Sí cumple.	Reducir la resolución del equipo. Ajustar la lectura en los extremos
Balanza de Cesta	No cumple	No cumple	Retirar el equipo de su uso para reparación y ajuste.
Balanza de Ferroaleaciones	Sí cumple	Sí cumple	Ninguna

No sólo se determinó si los sistemas de medición utilizados eran los apropiados, sino que sirvió para determinar la magnitud en sistemas de medición descalibrados. Se encontró que la Balanza de Cesta, donde se mide la cantidad de chatarra que ingresará al horno de fundición tiene un error de hasta un 1.2%, lo que puede generar desviaciones de lecturas en el peso de 600 toneladas de acero en un año.

1.4 Factores que influyen al Sistema de Medición.

Luego del diagnóstico del sistema de medición, se analizaron los factores que influyen al sistema de medición de la Balanza de Cesta por haber sido encontrada en mal estado ⁹.

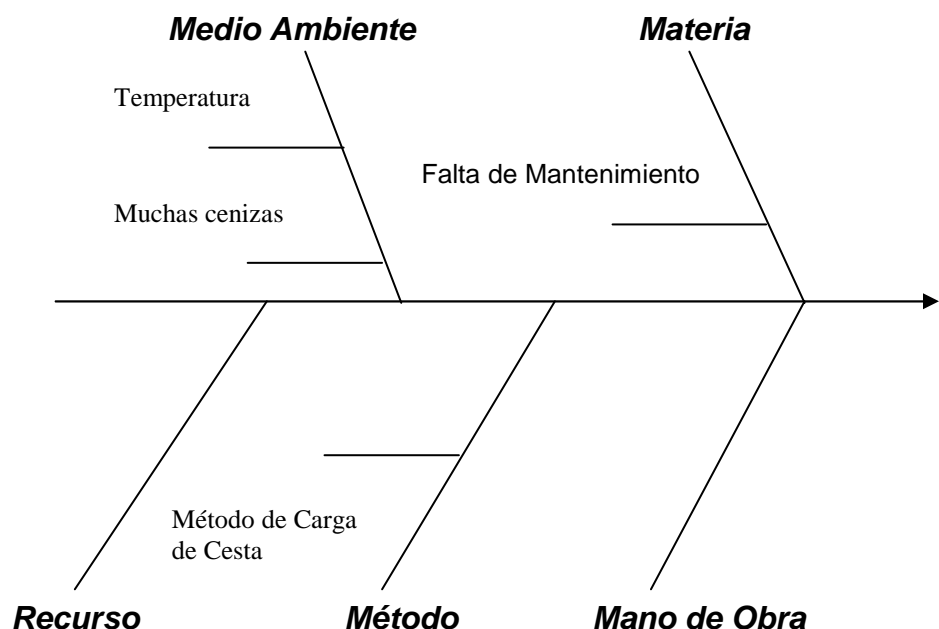


Figura 2. Factores que afectan la Balanza de Cesta

Medio de Operación

Se verificó que la manera de cargar la Cesta perjudica al equipo de Medición. Las caídas de la chatarra sobre la Cesta impactan la balanza y afectan las celdas de carga de esta balanza. El valor máximo de carga no está alrededor de los límites de operación del equipo.

Método.

El principio físico de la medida de tipo electrónico y la secuencia operativa afectan a la medición.

Materia

Los planes de mantenimiento se ven afectados por la imposibilidad de separar el equipo del proceso.

Medio Ambiente

La temperatura ambiental afecta la vida útil del equipo. El polvo proveniente del proceso de fundición afecta el equipo electrónico.

2. Diagnóstico del Control de Equipos bajo la norma ISO 10012

Se encuestó al responsable de equipos de medición, la manera en la cual la organización ha venido realizando las actividades de controlar la selección, compra, instalación, manipulación, el resguardo, mantenimiento, ajuste, verificación y calibración de los equipos .

Permitió identificar las actividades que se realizan sobre los equipos que cumplen con los lineamientos de la norma ISO 10012 – 1.

CUESTIONARIO 01 – página 1

Responsabilidad	Nombre	Cargo	
1. Del sistema de control de Los equipos. 2. De la selección del personal de equipos. 3. Uso del equipo. 4. Romper los sellos de seguridad. 5. Ejecución de la calibración. 6. Ejecución del mantenimiento.			
Procedimientos, formularios y registros.		SI	NO
1. ¿Se dispone de una lista de equipos de medición? 2. ¿Existe una ficha del equipo en la que se indica sus características e intervenciones? 3. ¿Existen procedimientos para el uso del equipo? 4. ¿Existen procedimientos documentados de verificación o calibración del equipo? 5. ¿Existen registros de calibraciones anteriores? 6. ¿Existe un procedimiento documentado para recepción, almacenamiento y manipulación del equipo? 7. ¿Existe un registro de la calificación del personal responsable de equipos de medición? 8. ¿Existe un programa documentado de la capacitación y el entrenamiento del nuevo personal involucrado del equipo? 9. ¿Existe un procedimiento documentado para el mantenimiento del equipo? 10. ¿Existe un formulario para realizar un “Aviso de Retiro” del equipo cuando está fuera de servicio? 11. ¿Existe un formulario para “Notificación de Reparación o rechazo” del equipo? 12. ¿Existe un procedimiento para el uso de laboratorios externos de calibración del equipo? 13. ¿Existe un formulario de “No Conformidad” del equipo? 14. ¿Existe un formulario del control de acciones correctivas sobre el equipo? 15. ¿Existe un formulario de auditoría del sistema de control?			

CUESTIONARIO 01 – Página 2.

Sistema de control de equipos de medición	SI	NO
1. ¿Se tiene un plan de calibración del equipo? 2. ¿El equipo se verifica o calibra periódicamente? 3. ¿Se calcula la incertidumbre de la medida? 4. ¿Existen patrones de calibración del equipo? 5. ¿Posee el equipo una etiqueta para identificar su estado de calibración?		

6. ¿Posee el equipo un sello de seguridad para ajustes internos cuando este está descalibrado?		
7. ¿Posee el equipo un software que se usa para verificar las características del proceso o del producto?		
8. ¿Tiene la empresa un mecanismo para validar la utilización del software de algún equipo?		
9. ¿Las medidas obtenidas por el equipo son fácilmente trazables a patrones nacionales o internacionales?		
10. ¿Se respetan los requerimientos operacionales y ambientales en el uso, calibración y almacenamiento del equipo?		
11. ¿La empresa tiene un sistema de rastreabilidad del producto terminado cuando ha salido de sus instalaciones?		
12. ¿Se tiene una política documentada respecto al tratamiento de equipos no conformes?		

Se utilizó el cuestionario No. 02, como una guía para determinar las condiciones en las cuales se maneja la organización respecto a los “Períodos entre dos confirmaciones”³².

CUESTIONARIO 02

1. ¿Existe un período establecido entre dos confirmaciones metrológicas para el equipo de medición? SI NO. Indique el método que usó para la selección:
2. Número de veces que utiliza al equipo por día:
3. ¿Se tiene el manual del fabricante del equipo? SI NO
4. ¿Cuál es la frecuencia que recomienda para el chequeo periódico del equipo?
5. ¿Se tiene una ficha del equipo en la que se indique las intervenciones de ajustes o de calibraciones anteriores? SI NO
6. ¿Las descalibraciones del equipo ocurren frecuentemente? SI NO
7. ¿Cuál es la frecuencia de las descalibraciones?
8. ¿En qué factores ha afectado la descalibración de este equipo? Pérdida de clientes Reproceso del producto Anulación de pedidos Duplicidad de mediciones Pérdida de materia prima Retraso del proceso.
9. ¿La empresa lleva un control estadístico de estos factores? SI NO
10. Indique el tipo de instrumento: Mecánico Indicador Electrónico Registrador Analógico Totalizador Digital Integrador
11. ¿Existen obligaciones contractuales con clientes en la que se especifique la frecuencia de la periodicidad del equipo?..... SI NO.

El análisis de los cuestionarios sirvió para verificar que Fundiciones Nacionales carece un sistema de calidad para equipos de medición. Adicionalmente se encontró que se debe realizar una lista de tareas que se detalla a continuación ²:

1. Elaborar una lista del software que se usará para verificar características de los procesos o del producto.
2. Proporcionar los registros de calidad.
3. Proporcionar etiquetas para fijar en los dispositivos, con el fin de declarar su estado de calibración.
4. Proporcionar facilidades para el almacenamiento de los registros de calibración.
5. Preparar procedimientos de calibración de equipos.
6. Disponer de los materiales necesarios para calibrar los estándares de calibración y equipos.
7. Proporcionar contenedores para el transporte de equipos de medición.
8. Validar el software usado para propósitos de medida o que controle un equipo de medida.
9. Disponer que se registre la identidad de los dispositivos utilizados en la verificación del proceso o del producto.

3. Manual De Aseguramiento De Calidad Para Equipos De Medicion

El Manual de Aseguramiento de Calidad para el control de Equipos de Medición es un documento que describe un conjunto de actividades planificadas de antemano, tomando como modelo la norma ISO 10012

Parte 1, para ser usado dentro de un sistema global de aseguramiento de calidad a ser implantado en la empresa ¹³.

La norma ISO 10012 puede ser utilizada por organizaciones proveedoras de productos o servicios que posean un sistema de calidad como la ISO 9001, 9002, 9003 y 9004, en el cual los resultados de medición se utilizan para demostrar la conformidad con los requisitos especificados de sus productos.

Se seleccionó como modelo de aseguramiento de calidad para Equipos de medición de la empresa Fundiciones Nacionales SA. la norma ISO 10012, por cumplir y exceder todos los requisitos para equipos de medición de la norma ISO 9002, numeral 4.11. Así lo demuestra la siguiente tabla ¹³:

Tabla IV

RELACION ENTRE MANUAL Y LA NORMA ISO 9002

NORMA ISO 9002.	MANUAL DE CALIDAD
4.11.2.a	1. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.
-----	2. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.
4.12.2.h	3. CONDICIONES AMBIENTALES
4.12.2.g	4. SISTEMAS DE CONFIRMACIÓN.
4.11.2.b, c	5. ROTULADO DE LA CONFIRMACIÓN.
4.11.2.d	6. INTERVALOS DE CONFIRMACIÓN.
4.11.2.b	7. EQUIPOS DE MEDICIÓN NO CONFORMES.
4.11.2.f	8. SEGURIDAD DE EQUIPOS.
-----	9. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
4.11.2.i	10. TRAZABILIDAD DE LOS ESTÁNDARES.
4.11.2.b	11. USO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN.
-----	12. VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN.
-----	13. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.
4.11.1	14. PERSONAL DE EQUIPOS.
-----	15. USO DE LOS SERVICIOS EXTERNOS.
-----	16. AUDITORÍAS Y ACCIONES CORRECTIVAS.
-----	17. CONTROL DE LOS REGISTROS.
4.11.2.e	18. PLANEACION

El Manual de Calidad es desarrollado en la parte final de la tesis y posee los 17 requisitos de la norma ISO 10012, así como los procedimientos para la utilización, mantenimiento²⁹, verificación¹⁶ y calibración²⁶ de los equipos de medición controlados.

CONCLUSION

Se concluye lo siguiente:

Respecto al Control del Proceso de Producción de la Palanquilla de Acero:

- Se cumple con los requisitos de la elaboración de palanquillas de acero establecidos en la norma INEN 105 – 1973 ²⁰.
- El 44% de los datos para el Control del Proceso están fuera de los límites de control, sin demostrar alguna tendencia ⁵.
- Uno de los tres meses observados (33%) tiene una media muestral que puede ser considerada estadísticamente igual al objetivo. Las medias muestrales de los tres meses observados pueden ser consideradas estadísticamente iguales.
- La dispersión de los datos de los tres meses se encuentran dentro de los valores esperados. Las dispersiones entre todos los meses pueden ser consideradas estadísticamente iguales.

Respecto al Sistema de Medición de los Equipos:

- El error del Sistema de Medición del carbono del espectrómetro, domina a la tolerancia del proceso ⁵.
- La varianza natural del proceso de medición del carbono, domina el error del Sistema de medición del Espectrómetro ⁵.
- El Espectrómetro es confiable para la medición del manganeso y del silicio.

- El error del Sistema de Medición de la Balanza de Chatarra domina la tolerancia permitida para este tipo de Balanza.
- Existe una variación significativa entre las mediciones de los extremos respecto a las realizadas en el centro de la plataforma de la Balanza de Chatarra.
- La Balanza de Cesta esta averiada y carece de repetibilidad. No cumple con los índices de comparación para las "Buenas prácticas de manufacturación".
- Errores acumulativos algebraicamente en materia prima pesada en la balanza de Cesta pueden perjudicar a Fundiciones Nacionales en un 1.2%.
- La Balanza de Ferroaleaciones es confiable, debido a que cumple con las recomendaciones de "Buenas prácticas de manufacturación".

Respecto al Sistema de Aseguramiento de Calidad de Equipos de Medición:

- Fundiciones Nacionales carece de un Sistema de aseguramiento de calidad de equipos. La norma ISO 10012 cumple y excede los requisitos respecto de Equipos establecidos en la norma ISO 9002, capítulo 4.11.

Se recomienda lo siguiente:

Respecto al Control del Proceso de Producción de la Palanquilla de Acero:

- Controlar el proceso de afinamiento de la Palanquilla para disminuir el número de valores cercanos a los límites de control del proceso.
- Realizar un estudio entre la composición química y los defectos superficiales, determinar sus tendencias y establecer acciones correctivas para disminuirlas.

Respecto al Sistema de Aseguramiento de Calidad de Equipos de Medición:

- Implementar el Sistema de aseguramiento de Calidad de equipos de medición de acuerdo al capítulo V de esta Tesis y seguir las tareas establecidas en el numeral 4.3.
- Verificar la eficacia en los tiempos establecidos para las recalibraciones y luego optimizarlos.

Respecto al Sistema de Medición de los Equipos:

- Retirar de inmediato la Balanza de Cesta de su utilización, repararla y calibrarla antes de su reintegración al proceso.
- Cambiar el método de llenado de la Cesta. Buscar un método que no cause impactos que dañan las celdas de carga de la Balanza de Cesta.
- Aumentar el número de cifras significativas en la lectura del % de carbono del Espectrómetro.
- Reducir la resolución en la Balanza de Chatarra.
- Obtener los Certificados de Calibración de las pesas patrón.

REFERENCIAS

1. Seville, Andres Y Stoll, Guillermo, Calidad Total Y Normalización Iso 9000, Ediciones Gestión 2000 S.A., Barcelona, 1994.
2. Centro De Comercio Internacional Unctad/Gatt, Sistemas Iso 9000 De Gestión De Calidad, Ginebra, Cci, 1993. Xvii, 288 P.
3. Stendel, Harold Ph.D., Cómo Redactar Procedimientos De Calidad: Directrices Y Planteamientos, P.E. Intec-Chile, 1993, 52 P.
4. Hoyle, David, Iso 9000: Manual De Sistemas De Calidad, Editorial Paraninfo, Madrid, 1995, 444 P.
5. Apuntes De Maestría De Administración De Calidad, Módulo 8, Auditorías A Equipos De Medición, Universidad Tecnológica De Monterrey, 1999.

6. Maldonado, Carlos, Mantenimiento Preventivo, Editorial Index, Madrid, 1978, 166 P.
7. Malevski, Yoram Dr. Y Rosotto, Alejandro Ing., Manual De La Gestión De Calidad Total A La Medida, "Proyecto De Gestión De Calidad De Calidad Total / Oea-Gts", Editorial Santa Piedra, Guatemala, Primera Edición, 1995.
8. Tabla, Guillermo, Guía Para Implantar La Norma Iso 9000, Mcgraw Hill, Interamericana Editores S.A. De C.V., México, 1998, 387 P.
9. Bureau Veritas, Folleto Del Seminario De Metrología, Quito, Abril De 1.999, 150 P.
10. Erwin Kreyszig, Matemáticas Avanzadas Para Ingeniería, Volumen 2, Editorial Limusa, México 1984, 1060 P.
11. J. P. Holman, Métodos Experimentales Para Ingenieros, Mcgraw-Hill De México, 1.977, 447 P.
12. Guía Practica Ecuatoriana Inen-Iso/lec 25: 95, Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Calibración Y Ensayos.
13. Norma Técnica Ecuatoriana Inen-Iso 10012- Parte I: 97, "Requisitos De Aseguramiento De Calidad Para Equipos De Medición"
14. Norma Técnica Ecuatoriana Inen-Iso 9002 "Modelo De Aseguramiento De Calidad"
15. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 2056: "Vocabulario De Metrología".
16. Guía Practica Ecuatoriana Ine 62: 98, "Selección, Instalación, Mantenimiento Y Verificación De Balanzas De Gran Capacidad".
17. Organismo Internacional De Metrologia Legal R76-1: 92, "Non Automatic Weighing Instruments, Part I: Metrological And Technical Requirements – Tests".
18. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1825: 98, "Manómetros, Requisitos".
19. Norma Técnica Ecuatoriana Inen Iso 10005: 94.
20. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 105: 73-11, " Palanquillas De Acero Al Carbono Para Productos Laminados De Uso Estructural".
21. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1212: 85, "Balanzas, Clasificación".
22. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1213: 85, "Balanzas, Tolerancias".

23. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1208:84, "Pesas, Clasificación Inen De Pesas, Tolerancias".
24. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1214:85, "Pesas, Requisitos Para Pesas Rectangulares Clase C F De 5 – 50 Kilogramos."
25. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1215: 84, "Pesas, Requisitos Para Pesas Rectangulares Clase C F De 1 – 10 Kilogramos."
26. Norma Astm: E 220-86 "Standard Methods For Calibration Of Thermocouplas By Comparison Techniques".
27. Norma Astm: E 1159-87, "Standard Specification For Thermocouplas Materials, Platinum-Rhodium, Alloys, And Platinum".
28. Norma Astm: E 230-87, "Standard Temperature - Electromotive Force (Emf) For Standardized Thermocouples".
29. Norma Astm: E 1350-91, "Standard Test Method For Testing Sheathed Thermocouples Prior To, During And After Installation".
30. Norma Iso 8402: 1986, "Calidad - Vocabulario".
31. Norma Iso 10011- Parte I: 1990, "Reglas Generales Para Las Auditorías De Los Sistemas De Calidad. Parte I: Auditores".
32. Norma Oilm – 10: Periodicidad De Las Confirmaciones Metrológicas.

Ing. Ivan Bayona Bonilla

Ing. Julian Peña Estrella