

Master interuniversitario en integridad estructural y durabilidad de materiales, componentes y estructuras

TRABAJO FIN DE MASTER

Título de trabajo:

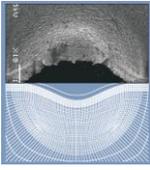
Propuesta de un modelo para asegurar la calidad en procesos de fabricación. Aplicación a la fabricación seriada de componentes estructurales de máquinas.

Tutor académico: Inés Peñuelas Sánchez

Departamento: Construcción e Ingeniería de Fabricación

Universidad de Oviedo

Julio de 2014



Master interuniversitario en integridad estructural y durabilidad de materiales, componentes y estructuras

TRABAJO FIN DE MASTER

Título de trabajo:

Propuesta de un modelo para asegurar la calidad en procesos de fabricación. Aplicación a la fabricación seriada de componentes estructurales de máquinas.

Firma

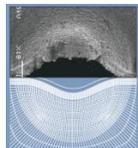
Firma

Inés Peñuelas Sánchez

María Zulima Calleja Palacio

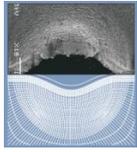
Universidad de Oviedo

Julio de 2014



Índice

1. RESUMEN	4
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5
3. FUNDAMENTOS DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	6
3.1 EL CONCEPTO DE CALIDAD.....	6
3.2 AUTOCONTROL DEL ARTESANO	6
3.3 PRODUCCIÓN EN SERIE Y CONTROL DE CALIDAD.....	7
3.4 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	7
3.5 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	9
3.6 MODELOS DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	10
3.6.1 <i>Normas ISO 9000</i>	10
4. ISO 9001. REQUISITOS	11
4.1 PRODUCCIÓN Y PRESTACIÓN DEL SERVICIO.....	11
4.2 ENFOQUE BASADO EN PROCESOS.....	12
4.3 METODOLOGÍA PARA LA MEJORA	13
5. MODELO PROPUESTO PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN: PLAN DE CONTROL	14
5.1 REQUISITOS BÁSICOS	14
5.2 PLAN DE CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	14
5.2.1 <i>Alcance</i>	14
5.2.2 <i>Elaboración y revisión</i>	14
5.2.3 <i>Contenido</i>	15
6. PLAN DE CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LLANTAS DE ALUMINIO	17
6.1 INTRODUCCIÓN.....	17
6.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA LLANTA	18
6.3 PLAN DE CONTROL	23
7. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO	49
8. PRESUPUESTO	50
9. BIBLIOGRAFÍA	51



1. Resumen

El trabajo realizado es la propuesta de un modelo para asegurar la calidad en procesos de fabricación con aplicación a la fabricación seriada de componentes estructurales de máquinas.

Se trata de un trabajo de carácter profesional que aplica el conocimiento práctico, para partiendo de la normativa existente desarrollar el modelo de aseguramiento de la calidad propuesto.

Dicho modelo propuesto se aplica en un caso práctico para la fabricación seriada de un tipo de llantas de aluminio para vehículos.

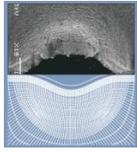
El trabajo comienza introduciendo el concepto de calidad y los fundamentos del control de calidad, el aseguramiento de la calidad y los sistemas de gestión de la calidad.

A continuación se sitúa el trabajo realizado dentro del campo de los sistemas de gestión de la calidad y se establece su correspondencia con la normativa aplicable a dicho campo.

Una vez introducido y situado el trabajo en el campo de la gestión de la calidad se procede a la descripción del modelo propuesto para el aseguramiento de la calidad en procesos de fabricación con aplicación a la fabricación en serie de componentes estructurales de máquinas.

El objeto del modelo es satisfacer los requisitos de calidad requeridos por el cliente y definidos en el diseño de manera que las piezas fabricadas y entregadas al cliente presenten cero defectos de calidad, garantizando su integridad estructural.

Partiendo del modelo propuesto se elabora un plan de control concreto para el aseguramiento de la calidad en la fabricación seriada de un tipo de llantas de aluminio para vehículos. Dicho plan de control recoge los requisitos necesarios para fabricar piezas que satisfagan las especificaciones requeridas en el diseño y evitar producir defectos de calidad en los procesos de fabricación.



2. Objetivos del estudio

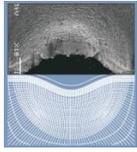
Dentro de las actividades de una organización, el presente estudio se centra en el aseguramiento de la calidad de:

- Los propios procesos de fabricación.
- Los productos fabricados.

Se estudia cómo dar cumplimiento de manera práctica a los requisitos de la norma internacional *ISO 9001:2008 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*, en sus apartados aplicables.

El presente trabajo pretende proponer un modelo para asegurar la calidad en el proceso de fabricación que permita fabricar la calidad.

El modelo propuesto se aplica a la fabricación en serie de componentes estructurales de máquinas. Concretamente se aplica a la fabricación seriada de un tipo de llantas de aluminio para vehículos, mediante la elaboración de un plan de control que recoge los requisitos necesarios para fabricar piezas que satisfagan las especificaciones requeridas en el diseño, evitar producir defectos de calidad en los procesos de fabricación y garantizar la integridad estructural de los componentes fabricados.



3. Fundamentos del aseguramiento de la calidad

3.1 El concepto de calidad

Todos los días en miles de empresas en el mundo, se verifican los productos fabricados y se discute y debate entre Producción y Calidad sobre si pueden o no enviarse al cliente.

Normalmente se discute sobre una evidencia presente, defecto, pero que se contempla desde dos puntos de vista distintos. La mayoría de las veces sin tener en cuenta y sin anteponer a todos los demás intereses los del cliente.

Cualquier definición de calidad quedaría incompleta si no introducimos el término: El Cliente.

Una definición de calidad puede ser:

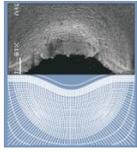
Calidad es el conjunto de características de un producto o servicio que tiene la habilidad de satisfacer las necesidades del cliente.

3.2 Autocontrol del artesano

La verificación y los controles de calidad son tan antiguos como la propia historia de la humanidad.

Con anterioridad a la Revolución Industrial que tuvo lugar en el siglo XVIII la fabricación estaba basada principalmente en el artesanado y era propio del artesano el que de alguna manera se autoinspeccionaba, es decir, hasta entonces la labor de inspección consistía en lo que hoy en día conocemos como “autocontrol”.

En este periodo el fabricante (artesano) estaba en relación directa con el destinatario de su producto, incluso en muchos casos el cliente estaba presente durante la fabricación.



3.3 Producción en serie y control de calidad

La Revolución Industrial acaba con el artesanado e introduce la producción en serie.

La producción en serie surge como forma de organización industrial de la producción con el fin de reducir los costes de la fabricación. Consiste básicamente en la división sistemática de las tareas, la organización racional del trabajo en sus secuencias y procesos, y el cronometraje de las operaciones. Su aplicación redujo de forma efectiva los tiempos de producción por unidad, aumentando la productividad.

El trabajador medido ya como un número dentro de la organización productiva se aleja del destino final del producto. En la mayoría de los casos no conoce el producto final y prácticamente nunca conoce al cliente.

En estas empresas se deja de practicar el autocontrol y la forma de saber si se ha fabricado lo que se pretendía se realiza mediante los controles de calidad. Se mide, pesa, analiza, inspecciona, etc., para comprobar si lo que se ha conseguido corresponde con lo que se pretendía fabricar.

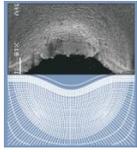
Estos controles e inspecciones de los productos, en un primer paso sólo eran en la etapa final de la fabricación y posteriormente a lo largo de distintas fases de fabricación. A pesar de dichos controles, e incluso después de apartar aquellas unidades que resultaban insatisfactorias, los productos finalmente han sido rechazados por los clientes.

En el caso de aquellas Compañías que conocen los requerimientos del cliente, pueden finalmente fabricar un producto adecuado a sus requisitos pero a costa de una pérdida de dinero.

Fabricar + Inspeccionar + Rechazar = Perdida de dinero

3.4 Aseguramiento de la calidad

A partir de los años 50/60, a la vista de los problemas del elevado coste que suponían las inspecciones y los rechazos, los fabricantes comenzaron a contemplar la calidad desde otro ángulo distinto.



Para ser competitivo y rentable no se puede seguir mejorando la calidad mediante la forma tradicional, asignando más recursos en medios y personas a los controles de calidad para separar lo bueno de lo malo.

Ante alguna devolución o reclamación del cliente tampoco se puede buscar la solución en ordenar a los inspectores que sean más severos en la verificación de los productos. Con ello lo que haríamos sería reducir la malla de los filtros del control de calidad, pero no conseguimos mejorar la calidad. La calidad cuando llega al filtro del control de calidad ya llega fabricada.

Hemos de buscar las soluciones aguas arriba en el proceso, el diseño, en la información, en la compra de las materias primas, etc., donde se han cometido los errores que se han traducido en que al filtro del control de calidad han llegado productos defectuosos que obligan a costosas inversiones y gastos en reparaciones, rechazos, extensiones de garantía, etc.

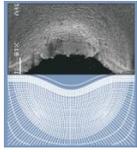
La estrategia de la calidad tenía que ser dirigida más a la prevención de los problemas que a su detección y solución después de producirse.

Es decir, en asegurar que antes de que comenzase la fabricación del producto, éste iba a satisfacer las necesidades del comprador y que además iba a ser fabricado de tal modo que se minimizaran los rechazos durante las inspecciones y ensayos.

Para esto no basta con la potenciación de un control de calidad y de las inspecciones del producto, ya que son otras muchas actividades dentro de una empresa las responsables directa o indirectamente de la calidad y de entre ellas, sobre todo, las actividades de proyecto, planificación, y los procesos de fabricación.

La calidad se fabrica.

Es precisamente este cambio de estrategia, que consiste en implicar a todas las estructuras de la empresa en la consecución de la calidad, lo que se conoce con el término de Aseguramiento de la Calidad o como Sistemas de Gestión de Calidad. Todas las actividades y funciones encaminadas a conseguir la calidad.



3.5 Sistemas de gestión de la calidad

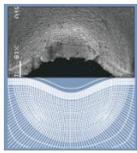
Nuestra industria ha evolucionado y la función de calidad como concepto que afecta y abarca a toda la organización ha tomado cuerpo en el ámbito de nuestras empresas.

Todas y cada una de las actividades de una fabricación están directa o indirectamente relacionadas con la calidad del producto final, por tanto podemos concluir que la calidad pasa a ser algo en la que todo y todos los procedimientos, equipos, dirigentes y operaciones están implicados.

Un sistema de gestión de la calidad extiende el tradicional control de calidad del producto a control de calidad de:

- La organización de la empresa.
- La información del personal.
- La formación del personal.
- La admisión de pedidos y contratos.
- La documentación, en general.
- Las compras y suministros.
- Las actividades subcontratadas.
- Los procesos de fabricación.
- Los productos fabricados.
- Los instrumentos de medida y ensayo.
- El manejo y almacenamiento de los productos.
- Todas las actividades de la empresa.

El control de calidad de los procesos de fabricación y de los productos fabricados es parte del sistema de gestión de la calidad.



3.6 Modelos de sistemas de gestión de la calidad

Durante años han ido surgiendo distintos modelos de sistemas de gestión de la calidad, heredados todos ellos de los implantados en industrias de alto riesgo como las Nucleares y de Off-shore, que se veían obligadas a demostrar que todo estaba controlado perfectamente antes de negociar las altas primas impuestas por las compañías aseguradoras. Surgieron así modelos de ASME (American Society of Mechanical Engineers), ANSI (American National Standards Institute), etc.

3.6.1 Normas ISO 9000

Estos modelos han ido evolucionando hasta llegar a los actuales modelos recogidos por la normativa internacional ISO en las serie de normas ISO 9000.

Esta normativa de calidad marca pautas y comportamientos a cerca de la organización, estructura, procedimientos y sobre la gestión encaminada a conseguir la calidad en una fabricación o en un servicio. Para que una organización funcione de manera eficaz promueve la adopción de un enfoque basado en procesos.

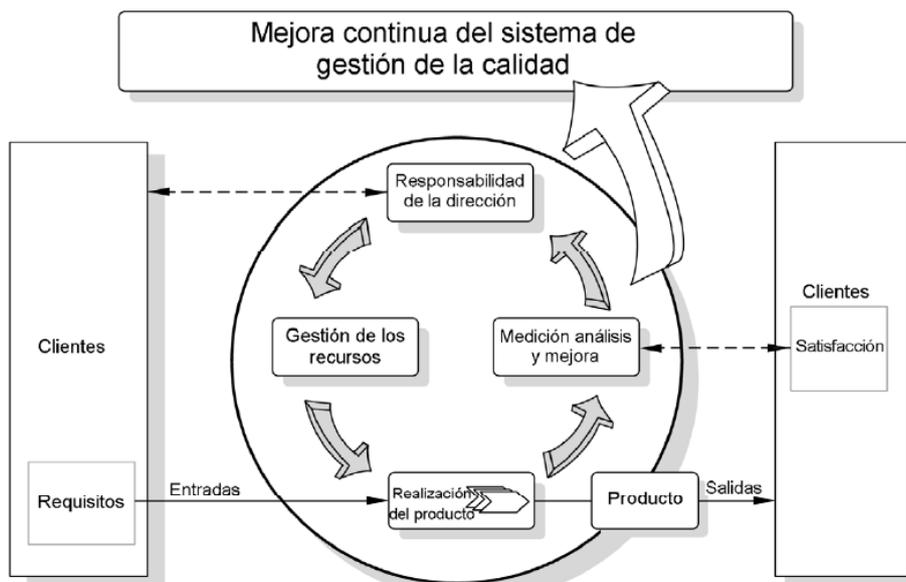
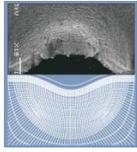


Figura 1. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos.

El modelo de un sistema de gestión basado en procesos que muestra la Figura 1 ilustra los vínculos entre procesos y el papel significativo que juegan los clientes.



4. ISO 9001. Requisitos

4.1 Producción y prestación del servicio

La actual norma *ISO 9001:2008 Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos*, en su capítulo *7.5 Producción y prestación del servicio* establece que la organización debe planificar y llevar a cabo la producción y la prestación del servicio bajo condiciones controladas.

Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable:

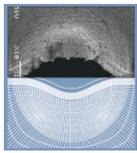
- La disponibilidad de información que describa las características del producto.
- La disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario.
- El uso del equipo apropiado.
- La disponibilidad y uso de equipos de seguimiento y medición.
- La implementación del seguimiento y de la medición.
- La implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega del producto.

La organización debe validar todo proceso de producción y de prestación del servicio cuando los productos resultantes no pueden verificarse mediante seguimiento y medición posteriores y, como consecuencia, las deficiencias aparecen únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados.

Cuando sea apropiado la organización debe identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del producto.

Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar la identificación única del producto y mantener registros.



La organización debe preservar el producto durante el proceso interno y la entrega al destino previsto para mantener la conformidad con los requisitos. Según sea aplicable, la preservación debe incluir la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección.

4.2 Enfoque basado en procesos

Dentro del modelo de un sistema de gestión basado en procesos que muestra la Figura 1 nuestro estudio se centra en la realización del producto.

La figura 2 muestra con más de detalle la realización del producto y dentro de ella se ubica nuestro objetivo de estudio: el proceso de producción.

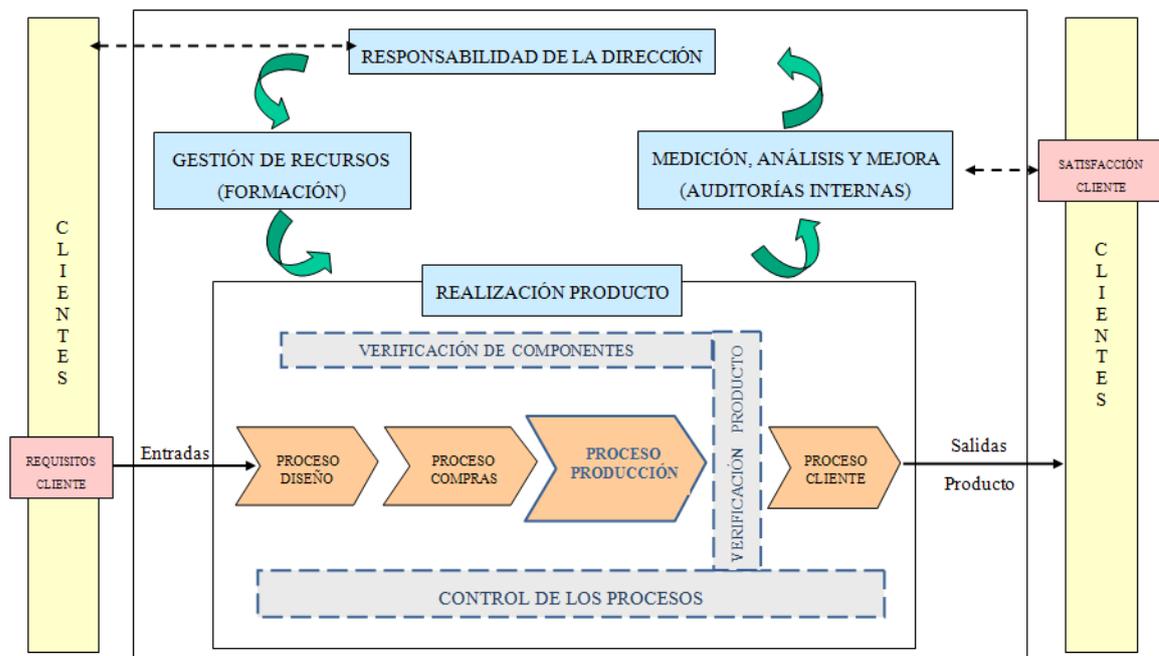
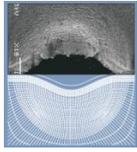


Figura 2. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos.

Detalle sobre realización del producto

Como muestra la figura 2, relacionado de forma directa con el proceso de producción se encuentran la verificación de componentes, la verificación del producto y el control de los procesos, quedando todos ellos asegurados siguiendo el modelo propuesto.



4.3 Metodología para la mejora

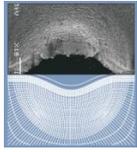
El modelo propuesto aplica, siguiendo las recomendaciones de la norma ISO 9001, la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) para la mejora continua del sistema.

Planificar: Se planifican los procesos para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente, ya recogidos en el diseño.

Hacer: Se lleva el plan a la práctica, se fabrica siguiendo el plan.

Verificar: Se realiza seguimiento y medición de los procesos y productos, y se informa de los resultados.

Actuar: Se toman acciones para corregir las desviaciones.



5. Modelo propuesto para asegurar la calidad en el proceso de fabricación: Plan de control

5.1 Requisitos básicos

Cualquier componente que se entrega al cliente debe cumplir cada uno de los siguientes requisitos:

1. Cumplimiento de planos, especificaciones, normas, datos o procedimientos, que hayan sido elaborados por el cliente y entregados al fabricante.
2. Cumplimiento de planos y especificaciones, o documentos y datos similares, que han sido elaborados por el fabricante y aprobados por el cliente.

5.2 Plan de control del proceso de fabricación

El fabricante debe elaborar y mantener un plan de control de cada proceso para conocer y entender perfectamente el proceso de fabricación de las piezas y los puntos de control a aplicar en cada proceso para asegurar la calidad.

En dicho plan las características a controlar para cada proceso deben estar identificadas y documentadas.

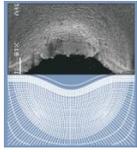
El fabricante debe llevar a cabo sus actividades de aseguramiento de la calidad conforme al mismo.

5.2.1 Alcance

El plan de control del proceso debe elaborarse para cada componente fabricado.

5.2.2 Elaboración y revisión

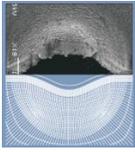
El fabricante debe disponer de un método estandarizado para la elaboración y revisión del plan de control del proceso. Debe elaborar un procedimiento que defina con claridad el proceso para la elaboración y la actualización del plan de control del proceso.



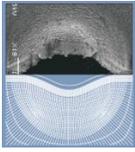
5.2.3 Contenido

El plan de control del proceso debe incluir los siguientes contenidos:

- Nombre del fabricante.
- Número de páginas de modo secuencial/total de páginas. (Ej. 1/3, 2/3, 3/3).
- Fecha de emisión.
- Identificación del componente en el que es aplicable.
 - Referencia.
 - Denominación.
- Diagrama de flujo de las fases que componen el proceso de fabricación completo.
- Proceso. Escribir el nombre de cada proceso de fabricación por orden.
- Instalaciones, máquinas o equipos utilizados para cada proceso.
- Puntos de control necesarios.
- Criterio de control y límites admisibles para cada punto de control.
- Método de comprobación.
 - Frecuencia.
 - Cantidad de piezas de muestra.
- Equipo de inspección necesario para chequear cada punto de control.
 - Dispositivos.
 - Herramientas.
 - Útiles de inspección.



- Registro de los datos de la inspección.
- Referencias necesarias para el control de cada proceso
 - Normas.
 - Procedimientos.
 - Planes.
 - Instrucciones.
- Estado de revisión y actualización.
 - Nuevo.
 - Modificado.
 - Motivo de la modificación.
 - Fecha de la revisión.
 - Responsables de la revisión y aprobación de la modificación.



6. Plan de control del proceso de fabricación de llantas de aluminio

6.1 Introducción

La rueda es un dispositivo mecánico, que proporciona movimiento de rotación por medio de un elemento circular que gira sobre un eje.



Figura 3. Ruedas de motocicleta.

En la figura 3 se muestra la imagen de una rueda delantera y de una rueda trasera de motocicleta.

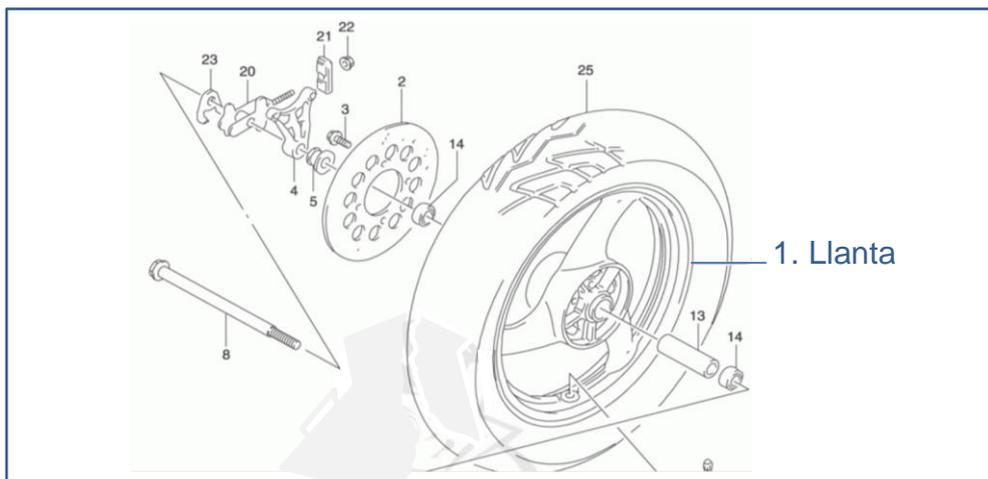
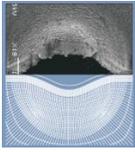
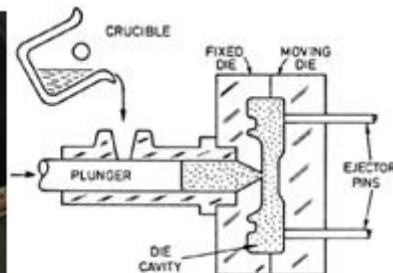
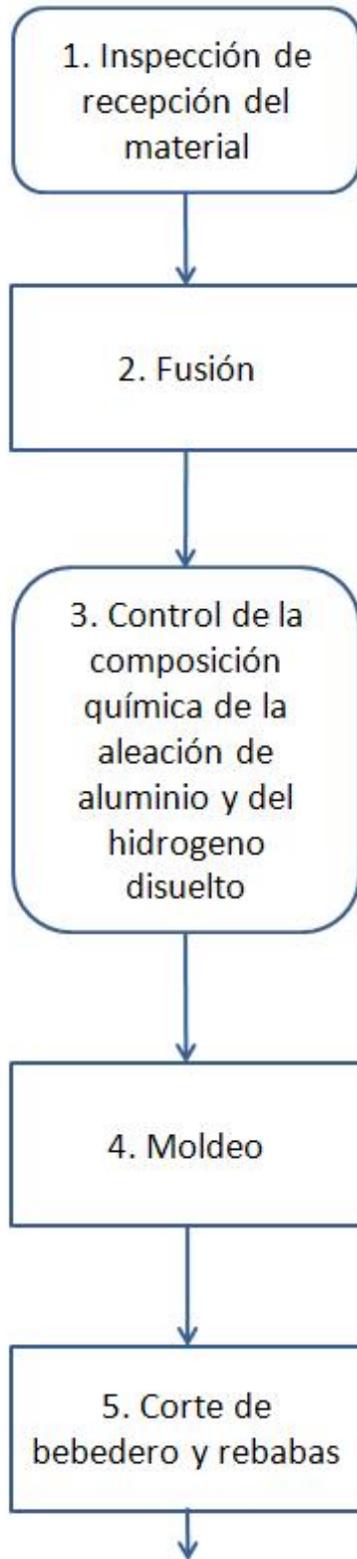


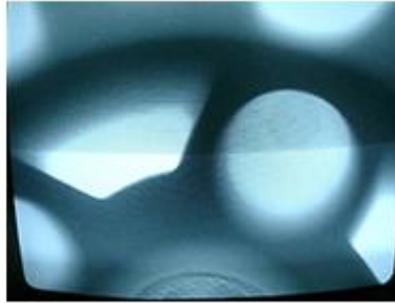
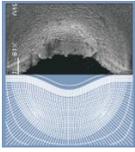
Figura 4. Despiece de rueda de motocicleta.

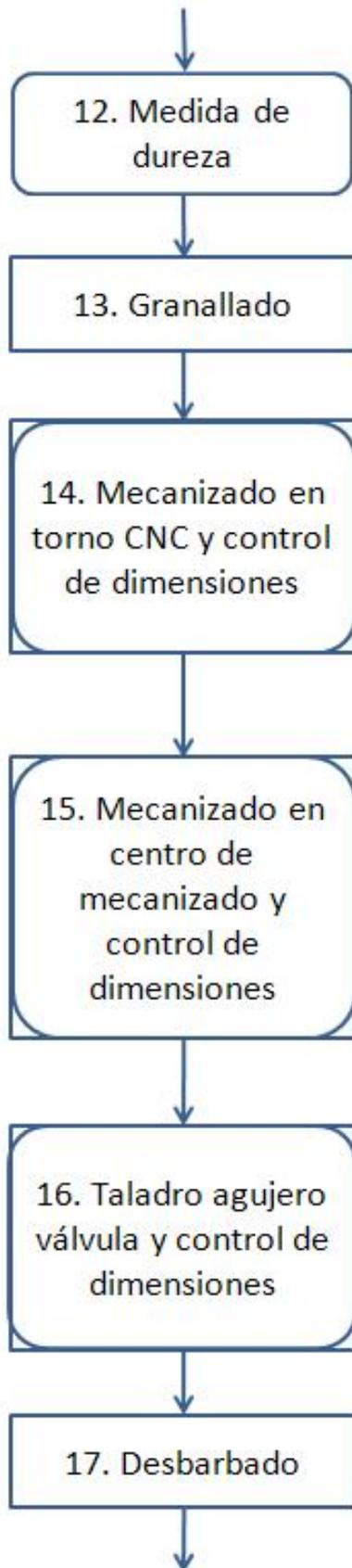
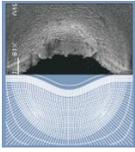
El caso de aplicación del presente trabajo se centra en el proceso de fabricación de la parte de la rueda denominada llanta. En la figura 4 se muestra la imagen del despiece de una rueda donde se identifica la llanta como “1. Llanta”.

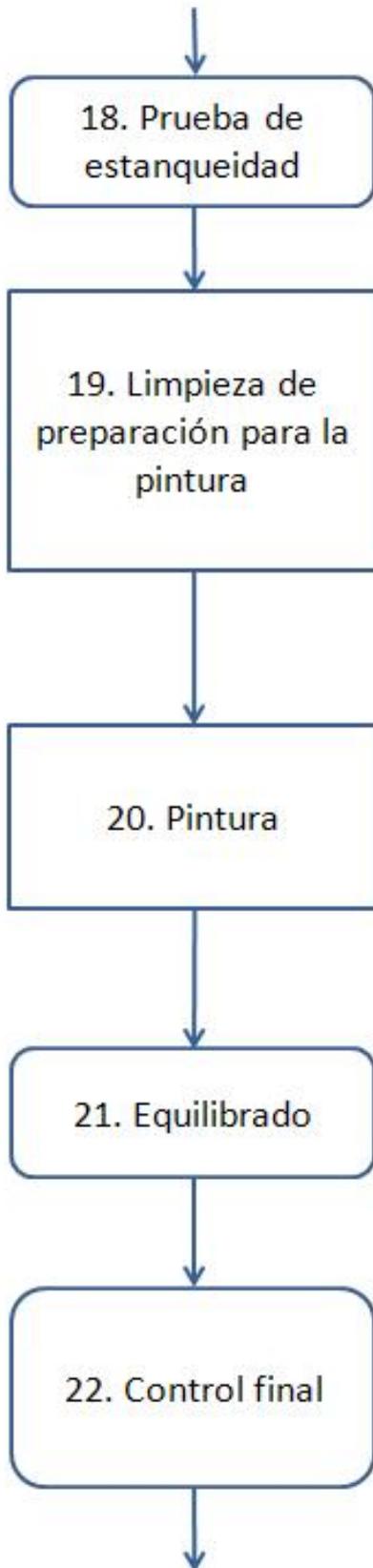
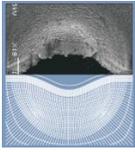


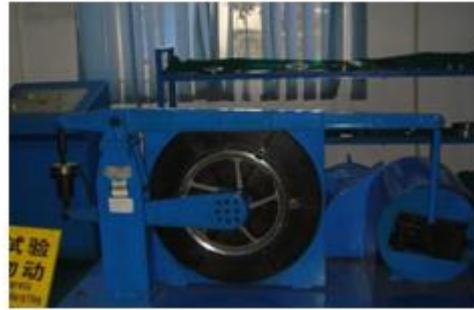
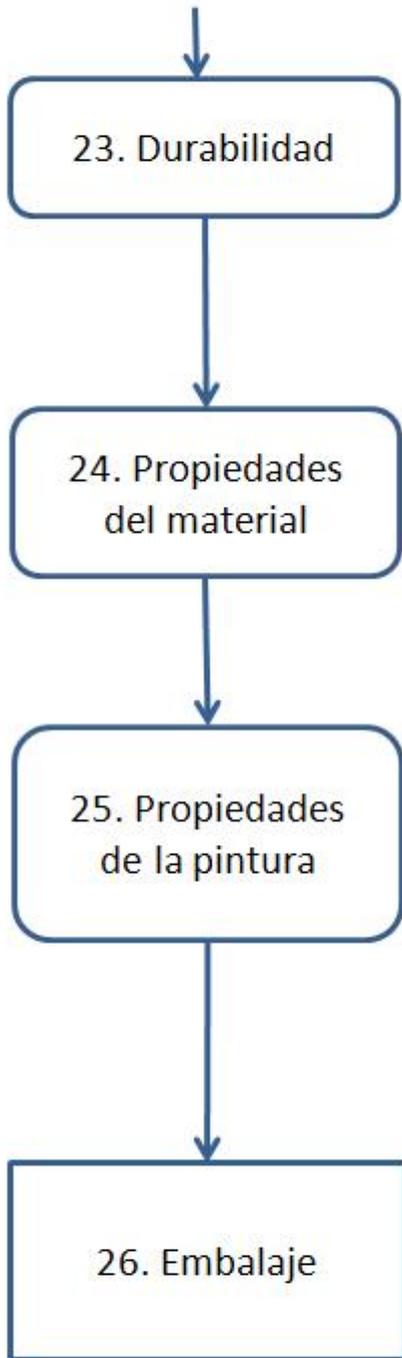
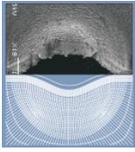
6.2 Proceso de fabricación de la llanta

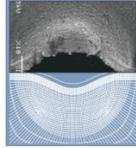






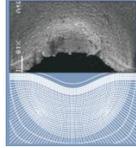




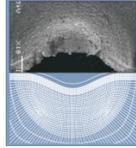


6.3 Plan de control

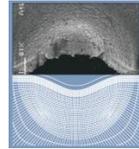
Nº de plan de control			Nombre del fabricante			Fecha de emisión		Página 1/26
Referencia del componente			Elabora	Revisa	Aprueba	Fecha de modificación		
Denominación del componente						Motivo de modificación		
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
1	Inspección de recepción del aluminio en lingotes	Calidad	Composición química	Si: 6.5-7.5% peso Mg : 0.30-0.40 ; Ti : 0.08-0.20 ; Fe : 0.15max ; Zn : 0.10max ; Cu : 0.10max ; Otros : 0.05max por elemento ; Suma : 0.15max	Espectrómetro por fluorescencia de rayos X (XRF)	1/lote	Hoja de registro A	Rechazo del lote y reclamación al proveedor



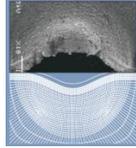
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
1	Inspección recepción del aluminio	Calidad	Porosidad	ASTM B179-06, Grado:1-3	Microscopio Óptico	1/lote	Hoja de registro A	Rechazo del lote y reclamación a proveedor
1	Inspección de recepción de la pintura	Calidad	Color	Sin diferencia apreciable respecto a la probeta maestra	Inspección visual	1/lote	Hoja de registro B	Rechazo del lote y reclamación al proveedor
			Dureza	≥ H	Lápices staedtler de dureza 2H	1/lote	Hoja de registro B	
			Adherencia	100/100 Sin restos de pintura	Cuchillas/cinta adhesiva	1/lote	Hoja de registro B	
			Resistencia al impacto	500 g; 20 cm Sin daños	Equipo de impacto para recubrimientos	1/lote	Hoja de registro B	



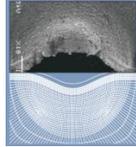
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
1	Inspección de recepción de la pintura	Calidad	Ensayo de cámara de niebla salina	Tras 96 horas: avance de la oxidación menor de 3 mm; corrosión total inferior al 10% de la superficie total Según ASTM	Cámara de niebla salina	1/mes	Hoja de registro C	Rechazo del lote y reclamación al proveedor
1	Inspección de recepción de material para embalaje	Calidad	Dimensiones cajas	Según plano	Flexómetro	1/lote	Hoja de registro E	Rechazo del lote y reclamación al proveedor
			Dimensiones palet	Según plano	Flexómetro	1/lote	Hoja de registro E	
			Dimensiones tapas palet	Según plano	Flexómetro	1/lote	Hoja de registro E	



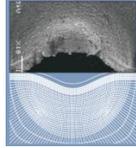
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
2	Fusión de las materias primas	Horno de inducción	Limpieza del aluminio	Sin suciedad, grasa, impurezas	Visual	1/hora	—	Limpieza con malla
			Temperatura del material de aluminio	$\leq 770 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Sonda de temperatura termorresistencia	1/hora	Hoja de registro E	Ajuste de temperatura
			Temperatura del horno	$760 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$				
3	Control de la composición del aluminio y del hidrogeno disuelto	Horno de inducción	Composición química del material de aluminio	Según instrucción operativa O-001	Espectrómetro por fluorescencia de rayos X (XRF)	1/hora	Hoja de registro E	Ajuste de componentes
			Densidad del aluminio	$\geq 2.50 \text{ g/cm}^3$	Balanza, comparación con muestra maestra.	1/hora	Hoja de registro E	Ajuste de componentes



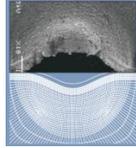
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
4	Moldeo	Crisol	Temperatura del aluminio	710±15 °C	Sonda de temperatura termorresistencia	1/hora	Hoja de registro E	Ajuste de temperatura
4	Moldeo	Moldeo a presión en molde metálico	Temperatura del molde	440±30 °C	Termómetro de infrarrojos	1/hora	Hoja de registro E	Ajuste de temperatura
			Limpieza del molde	Sin suciedad, grasa, impurezas	Visual	1/turno	—	Limpieza con cepillos
			Tiempo de ciclo	160±30 s	Cronometro de máquina	100%	Registro en máquina	Ajuste
			Ancho exterior de la llanta	85 $\begin{matrix} +1.0 \\ -0.6 \end{matrix}$	Pie de rey	Primera pieza/lote	Hoja de registro F	Rechazo y comprobación del molde

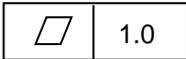


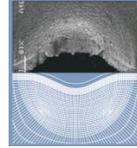
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
4	Moldeo	Moldeo a presión en molde metálico	Ancho interior de la llanta	55±3	Pie de rey	Primera pieza/lote	Hoja de registro F	Rechazo y comprobación del molde
			Diámetro exterior de la llanta	Ø 440 ^{+1.0} _{-0.6}	Pie de rey	Primera pieza/lote	Hoja de registro F	
			Altura del cubo	150 ^{+1.0} _{-0.6}	Pie de rey	Primera pieza/lote	Hoja de registro F	
			Grabación del lote de moldeo	Según plano de la pieza fundida D-1052	Visual	Primera pieza/lote	Hoja de registro F	
			Apariencia	Según plano de la pieza fundida D-1052	Visual	100%	—	
5	Corte de bebedero y rebabas	Sierra mecánica de cinta	Sobreespesor	Más de 2 mm del ancho total	Flexómetro	100%	—	Rechazo y reparación



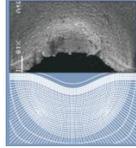
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
6	Pretaladro del agujero central de la llanta	Taladro de columna	Diámetro del agujero	$\varnothing 25 \begin{smallmatrix} +1.0 \\ -0.6 \end{smallmatrix}$	Pie de rey	Primera pieza/lote	Hoja de registro G	Rechazo y ajuste de máquina
			Profundidad del agujero	140 $\begin{smallmatrix} +1.0 \\ -0.6 \end{smallmatrix}$	Sonda de profundidad	Primera pieza/lote	Hoja de registro G	
7	Inspección por rayos X	Equipo de inspección rayos X	Calidad del interior de la pieza	Grado 4 ASTM E155E11	Equipo de inspección por rayos X	1/10 unidades	Hoja de registro G	Rechazo y revisión de piezas
8	Desbarbado	Equipo desbarbador	Apariencia	Superficie libre de rebabas	Visual/tacto	100%	—	Reparación
9	Tratamiento térmico de temple	Horno de tratamiento térmico	Temperatura del horno	545±5 °C	Termómetro de máquina	100%	Registro en máquina	Ajuste
			Tiempo de ciclo	4.5±0.5 h	Cronómetro de máquina	100%	Registro en máquina	Ajuste



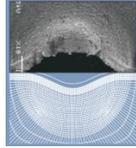
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción	8/26
9	Tratamiento térmico de temple	Baño de enfriamiento	Temperatura del agua	70±5 °C	Termómetro	1/bastidor	Hoja de registro G	Ajuste	
			Tiempo hasta el baño	≤ 30 s	Cronómetro	1/ bastidor	Hoja de registro G	Ajuste	
			Tiempo baño	≥ 8 min	Temporizador	1/ bastidor		Ajuste	
10	Endereza-do	Plantilla de enderezar	Planitud superficie exterior		Galgas	100%	—	Reparación	
			Redondez	Holgura entre llanta y plantilla de redondez inferior a 0.5 mm	Galgas	100%	—	Reparación	
11	Tratamiento térmico de revenido	Horno de revenido	Temperatura de revenido	150±5 °C	Termómetro de máquina	100%	Registro en máquina	Ajuste	
			Tiempo de ciclo	4.0±0.5 h	Temporizador	100%		Ajuste	



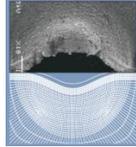
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción	9/26
12	Medida de dureza	Calidad	Dureza	77±15 HB	Durómetro	1/h	Hoja de registro H	Reparación y ajuste	
13	Granallado	Granalladora	Tiempo de granallado	85±10 s	Cronómetro	1 turno	—	Reparación y ajuste	
			Apariencia	Granallado uniforme	Visual	100%	—	Reparación y ajuste	
14	Mecanizado en torno CNC primera fase	Torno CNC	Diámetro de llanta	Ø 440 ^{+0.5} _{-0.2}	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste	
			Ancho del reborde	10 ^{+0.3} _{-0.1}	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste	
			Espesor llanta A	4.9 ^{+0.3} _{-0.1}	Medidor de espesores	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste	
			Espesor llanta B	4.5 ^{+0.3} _{-0.1}	Medidor de espesores	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste	



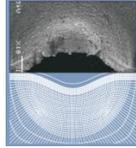
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
14	Mecanizado en torno CNC primera fase	Torno CNC	Espesor llanta C	4.7 $\begin{matrix} +0.3 \\ -0.1 \end{matrix}$	Medidor de espesores	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Altura alojamiento disco	4.9 $\begin{matrix} +0.2 \\ -0.1 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Profundidad	140±0.5	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Profundidad	27 $\begin{matrix} +0.2 \\ -0.1 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Ancho de llanta	85±0.5	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Perímetro de llanta	1381.6±1.5	Calibre C-011	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Diámetro interior	∅ 40 $\begin{matrix} +0.5 \\ -0.1 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste

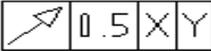


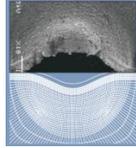
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
14	Mecanizado en torno CNC primera fase	Torno CNC	Diámetro alojamiento rodamiento	$\varnothing 35 \begin{matrix} -0.017 \\ -0.042 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Diámetro exterior rodamiento	$\varnothing 45 \begin{matrix} 0.0 \\ -0.3 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Profundidad alojamiento rodamiento	19 $\begin{matrix} +0.08 \\ 0.0 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Diámetro alojamiento disco	$\varnothing 88 \begin{matrix} 0.0 \\ -0.1 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Distancia a la superficie	12±0.10	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro I	Reparación y ajuste
			Apariencia	Según instrucción técnica I-11	Visual	100%	—	Rechazo y reparación



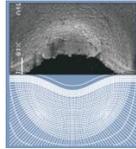
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
14	Mecanizado en torno CNC segunda fase	Torno CNC	Diámetro de llanta	$\varnothing 440^{+0.5}_{-0.2}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Profundidad taladro rodamiento	17 $\begin{matrix} 0.0 \\ -0.08 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Profundidad	137 $\begin{matrix} 0.0 \\ -0.1 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Perímetro de llanta	1381.6±1.5	Calibre C-011	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Espesor llanta B	4.5 $\begin{matrix} +0.5 \\ 0.0 \end{matrix}$	Medidor de espesores	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Alabeo llanta		Banco entre centros, reloj comparador	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste



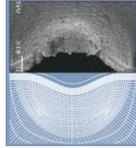
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
14	Mecanizado en torno CNC segunda fase	Torno CNC	Ancho del reborde	10 $\begin{matrix} +0.3 \\ -0.1 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Ancho interior de la llanta	55 $\begin{matrix} +0.6 \\ -1.0 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Salto llanta		Banco entre centros, reloj comparador	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Espesor llanta A	4.9 $\begin{matrix} +0.3 \\ -0.1 \end{matrix}$	Medidor de espesores	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Espesor llanta C	4.7 $\begin{matrix} +0.3 \\ -0.1 \end{matrix}$	Medidor de espesores	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Diámetro interior	Ø 40 $\begin{matrix} +0.5 \\ -0.1 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Diámetro alojamiento rodamiento	Ø 35 $\begin{matrix} -0.017 \\ -0.042 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste



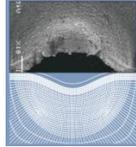
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
14	Mecanizado en torno CNC segunda fase	Torno CNC	Diámetro exterior rodamiento	$\varnothing 45 \begin{matrix} 0.0 \\ -0.6 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Profundidad alojamiento rodamiento	17 $\begin{matrix} +0.20 \\ 0.0 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Coaxialidad		Máquina de medir por coordenadas	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Diámetro medio	$\varnothing 97 \pm 0.10$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Alabeo superficie disco		Banco entre centros, reloj comparador	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste



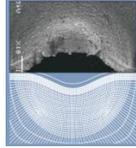
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
14	Mecanizado en torno CNC segunda fase	Torno CNC	Salto superficie disco		Banco entre centros, reloj comparador	1/h	Hoja de registro J	Reparación y ajuste
			Apariencia	Según instrucción técnica I-11	Visual	100%	—	Rechazo y reparación
15	Mecanizado en centro de mecanizado	Centro de mecanizado	Alojamiento sensor odómetro		Máquina de medir por coordenadas	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Posición alojamiento sensor odómetro	$\varnothing 115 \pm 0.10$	Máquina de medir por coordenadas	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Diámetro alojamiento sensor odómetro	$\varnothing 15 \begin{matrix} 0.20 \\ 0.0 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste



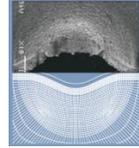
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
15	Mecanizado en centro de mecanizado	Centro de mecanizado	Roscados	3-M8x1.25	Galga pasa no pasa de roscas M8x1.25	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Profundidad de roscado	25 $\begin{matrix} +1.0 \\ 0.0 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Profundidad	32 $\begin{matrix} +2.0 \\ 0.0 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Apariencia	Según instrucción técnica I-11	Visual	100%	—	Rechazo y reparación
16	Taladro agujero válvula	Taladro de columna	Profundidad	5 $\begin{matrix} +0.5 \\ 0.0 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Diámetro	$\varnothing 12.5 \pm 0.20$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro K	Reparación y ajuste
			Apariencia	Según instrucción técnica I-11	Visual	100%	—	Rechazo y reparación



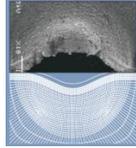
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
17	Desbarbado	Puesto de desbarbado	Apariencia	Superficie libre de rebabas y aristas cortantes	Visual/tacto	100%	—	Reparación
18	Prueba de estanqueidad	Equipo de comprobación de fugas	Fugas	Ninguna fuga de aire a 294.4 kPa	Visual	100%		Rechazo
19	Limpieza de preparación para la pintura	Línea de pretratamiento de pintura	Temperatura del agua primeros chorros	55±10 °C	Termómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Presión del agua primeros chorros	0.10-0.12 MPa	Manómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste



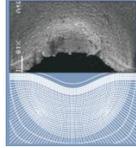
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
19	Limpieza de preparación para la pintura	Línea de pretratamiento de pintura	Nivel de suciedad del agua primeros chorros	< 0.5/100 ml	Burete	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Temperatura del agua segundos chorros	55±10 °C	Termómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Presión del agua segundos chorros	0.10-0.12 MPa	Manómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Nivel de suciedad del agua segundos chorros	< 0.2/100 ml	Burete	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste



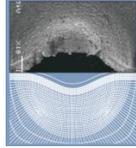
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
19	Limpieza de preparación para la pintura	Línea de pretratamiento de pintura	Temperatura de agentes desoxidantes	35±10 °C	Termómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Presión de agentes desoxidantes	0.10-0.12 MPa	Manómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Temperatura del agua terceros chorros	55±10 °C	Termómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Presión del agua terceros chorros	0.10-0.12 MPa	Manómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Nivel de suciedad del agua terceros chorros	< 0.05/100ml	Burete	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste

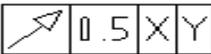
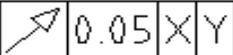


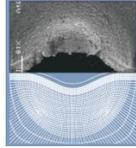
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
19	Limpieza de preparación para la pintura	Línea de pretratamiento de pintura	Conductancia del agua terceros chorros	$< 80 \mu\text{S/cm}$	Medidor de conductancia	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Temperatura del horno de secado	$105 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$	Termómetro	1/2 h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
			Velocidad de la cadena de secado	$1.5 \pm 0.3 \text{ rpm}$	Velocímetro	1/h	Hoja de registro L	Reparación y ajuste
20	Pintura	Línea de pintura en polvo	Voltaje estático	$65 \pm 20 \text{ kV}$	Medidor de voltaje	1/h	Hoja de registro M	Reparación y ajuste
			Atomización de aire	$2 \pm 0.5 \text{ bar}$	Manómetro	1/h	Hoja de registro M	Reparación y ajuste
			Dosificador	$1 \pm 0.5 \text{ bar}$	Manómetro	1/h	Hoja de registro M	Reparación y ajuste



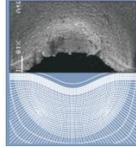
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
20	Pintura	Línea de pintura en polvo	Temperatura de horno	210±5 °C	Termómetro	1/h	Hoja de registro M	Reparación y ajuste
			Velocidad de la cadena de horno secado	1.5±0.4 m/min	Velocímetro	1/h	Hoja de registro M	Reparación y ajuste
			Apariencia	Según instrucción técnica I-12	Visual	100%	—	Rechazo y reparación
			Color	Sin diferencia apreciable respecto a la probeta maestra	Inspección visual	1/lote	Hoja de registro M	Rechazo y reparación
			Dureza	≥ H	Lápices staedtler de dureza 2H	1/lote	Hoja de registro M	Rechazo y reparación
			Adherencia	100/100 Sin restos de pintura	Cuchillas/cinta adhesiva	1/lote	Hoja de registro M	Rechazo y reparación



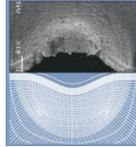
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
21	Equilibrado	Máquina de equilibrado	Equilibrado de masas	$\leq 30 \text{ g}$	Máquina de equilibrado	100%	—	Rechazo
22	Control final	Calidad	Ancho interior de la llanta	$55 \begin{matrix} +0.6 \\ -1.0 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Perímetro de llanta	1381.6 ± 1.5	Calibre C-011	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Alabeo llanta		Banco entre centros, reloj comparador	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Alabeo superficie disco		Banco entre centros, reloj comparador	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Diámetro interior	$\varnothing 40 \begin{matrix} +0.5 \\ -0.1 \end{matrix}$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste



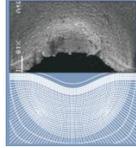
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
22	Control final	Calidad	Alojamiento sensor odómetro	$\phi \phi 0.2 \text{XY}$	Máquina de medir por coordenadas	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Profundidad válvula	5 $\begin{matrix} +0.5 \\ 0.0 \end{matrix}$	Sonda de profundidad	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Diámetro válvula	$\phi 12.5 \pm 0.20$	Pie de rey	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Roscados	3-M8x1.25	Pasa no pasa de roscas M8x1.25	1/h	Hoja de registro N	Reparación y ajuste
			Apariencia	Según instrucción técnica I-12	Visual	100%	—	Rechazo y reparación
23	Durabilidad	Calidad	Ensayo de impacto	Masa: 290 kg Altura: 300 mm Libre de grietas, deformación	Máquina de ensayo de impacto	1/lote	Hoja de registro P	Rechazo e informe



Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
23	Durabilidad	Calidad	Fatiga a torsión	290 Nm 150000 ciclos Libre de grietas, deformación	Máquina de ensayo de fatiga a torsión	1/lote	Hoja de registro P	Rechazo e informe
			Fatiga a flexión	2400 N 500000 ciclos Libre de grietas, deformación	Máquina de ensayo de fatiga a flexión	1/lote	Hoja de registro P	Rechazo e informe
24	Propiedades del material	Calidad	Composición química del material de aluminio	Según instrucción operativa O-001	Espectrómetro por fluorescencia de rayos X (XRF)	1/lote	Hoja de registro Q	Rechazo e informe
			Límite elástico	414 MPa	Máquina de ensayos mecánicos Instron	1/lote	Hoja de registro Q	Rechazo e informe

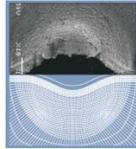


Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
24	Propiedades del material	Calidad	Dureza	≥ 60 HB	Durómetro	1/lote	Hoja de registro Q	Rechazo e informe
25	Propiedades de la pintura	Calidad	Color	Sin diferencia apreciable respecto a la probeta maestra	Inspección visual	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe
			Dureza	$\geq H$	Lápiz staedtler de dureza 2H	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe
			Adherencia	100/100 Sin restos de pintura	Cuchillas/cinta adhesiva	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe
			Espesor	$> 30 \mu\text{m}$	Medidor de espesores	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe
			Resistencia al impacto	500 g; 20 cm Sin daños	Equipo de impacto para recubrimientos	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe



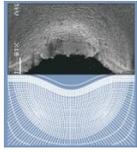
Fase del proceso	Descripción de la fase	Máquina/ Instalación	Característica	Especificación	Equipo de inspección	Frecuencia	Registro de datos	Plan de acción
25	Propiedades de la pintura	Calidad	Ensayo de cámara de niebla salina	96 horas: avance de la oxidación menor de 3mm; corrosión total inferior al 10% de la superficie Según ASTM	Cámara de niebla salina	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe
			Brillo	> 80 %	Brillómetro	1/lote	Hoja de registro R	Rechazo e informe
26	Embalaje	Expediciones	Materiales para el embalaje	Según lista de embalaje L-014	Visual	100%	—	Reembalaje
			Identificación, referencia y cantidad	Según lista de pedidos	Visual	100%	—	Reembalaje

Nota: Longitudes para las que no se indica su unidad en mm



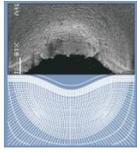
7. Planificación del trabajo

Planificación temporal del trabajo realizado												
Ítem	Actividad	Fechas	Mayo 2014				Junio 2014				Julio 2014	
			05-09	12-16	19-23	26-30	02-06	09-13	16-20	23-30	01-04	07-11
1	Estudio de la bibliografía	05/05/2014- 16/05/2014	■									
2	Elaboración del modelo para el aseguramiento de la calidad en procesos de fabricación	19/05/2014- 30/05/2014			■							
3	Estudio y análisis del proceso de fabricación de la llanta	02/06/2014- 13/06/2014					■					
4	Estudio de especificaciones, datos técnicos y normas	16/06/2014- 20/06/2014							■			
5	Elaboración del plan de control	23/06/2014- 03/07/2014								■		
6	Elaboración de la memoria	04/07/2014- 11/07/2014										■



8. Presupuesto

Presupuesto			
Concepto	Horas trabajadas	Precio hora	Total
Estudio de documentación	45	25 €/hora	1125,00€
Elaboración del modelo para aseguramiento de la calidad en procesos de fabricación	46	40 €/hora	1840,00€
Estudio y análisis del proceso de fabricación de la llanta	52	40 €/hora	2080,00€
Estudio de especificaciones, datos técnicos y normas	28	40 €/hora	1120,00€
Elaboración del plan de control	58	40 €/hora	2320,00 €
Elaboración de la memoria	49	25 €/hora	1225,00 €
Suma total			9710,00 €



9. Bibliografía

Manual del Control de Calidad. J. M. Juran. Editorial McGraw-Hill Book Company.

Alrededor de las Máquinas-Herramienta. H. Guerling. Editorial Reverte.

Materiales y Procesos de Fabricación. Harry D. Moore; Donald R. Kibbey. Editorial Limusa.

Motocicletas. Manuel Arias-Paz Guitian. Editorial Ciedossat.

Manual de automóviles. Manuel Arias-Paz Guitian. Editorial Ciedossat.

Enciclopedia del Management. L.Bittel/J.Ramsey. Editorial Océano Centrum.

Norma Española UNE-EN ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad.
Fundamentos y vocabulario.

Norma Española UNE-EN ISO 9001:2008 Sistemas de gestión de la calidad.
Requisitos.

Norma Española UNE-EN ISO 9004:2009 Gestión para el éxito sostenido de una
organización. Enfoque de gestión de la calidad. (ISO 9004:2009).