

ANEXO 1:

Normativa

Norma ISO 10579:2010

Para conseguir estos objetivos nos hemos basado en la Norma ISO 10579:2010, la cual expone que en la fabricación de piezas no rígidas estas pueden deformarse significativamente fuera de sus límites definidos a causa de su peso, flexibilidad o liberación de tensión interna resultante del proceso de fabricación.

La deformación de las partes no rígidas es aceptable dentro de las tolerancias indicadas. Si se aplica una fuerza razonable para facilitar la inspección y el ensamblaje, dependiendo de la función de diseño y la cara donde irán acoplados los componentes, al forzarlas con moderación no deben superar lo que está aceptado como condición de ensamblaje y no acabar forzando las piezas para “hacer buenas las piezas malas”.

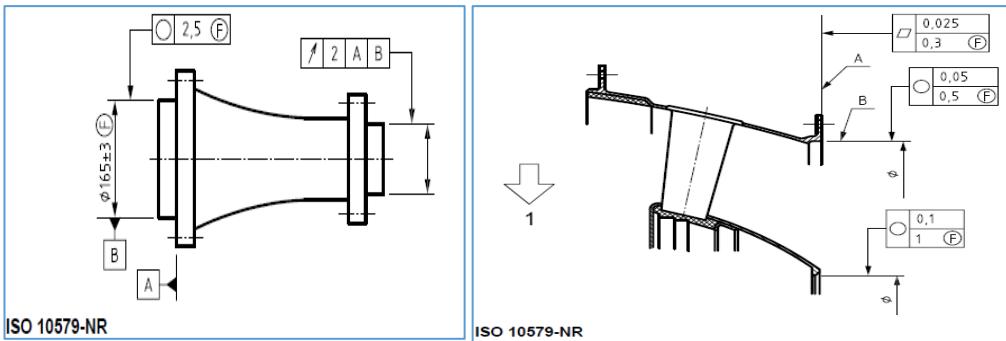
La norma define las partes no rígidas como las partes que se pueden deformar en la medida que esté en estado libre más allá del dimensional y/o tolerancias geométricas del plano. Estar la pieza en estado libre es la condición del componente sujeto sólo a las fuerzas de la gravedad.

Es imposible evitar los efectos de las fuerzas de la naturaleza como la gravedad, pero la distorsión debe depender sobre la orientación del componente y las condiciones del estado libre de la pieza. Si es necesario indicar la tolerancia en estado libre de la pieza, la condición bajo la cual la tolerancia alcanza (la dirección de la gravedad, condiciones en las cuales debe soportar...) debe indicarse como vemos en Fig. 2.1 y Fig. 2.2.

Para componentes no rígidos, identificado en el plano por “ISO 10579-NR”, la condición restringida se aplica a menos que la dimensión y la tolerancia están señaladas como .

Las indicaciones que se deben de tener en cuenta en los planos son:

- Dentro o cerca del cajetín debe aparecer la indicación de “ISO 10579-NR”.
- En una nota, las condiciones bajo las cuales deben cumplir los requerimientos del plano.
- Las tolerancias geométricas permitidas en estado libre, con el símbolo  incluyen en la tolerancia el marco de acuerdo con ISO 1101.
- Las tolerancias dimensionales permitidas en estado libre, con el símbolo  después de la tolerancia dimensional.
- La condición bajo la cual la tolerancia geométrica alcanza el estado libre, tal como la dirección de la gravedad, la orientación del componente, etc.



31 Fig. A1.1 Indicadores

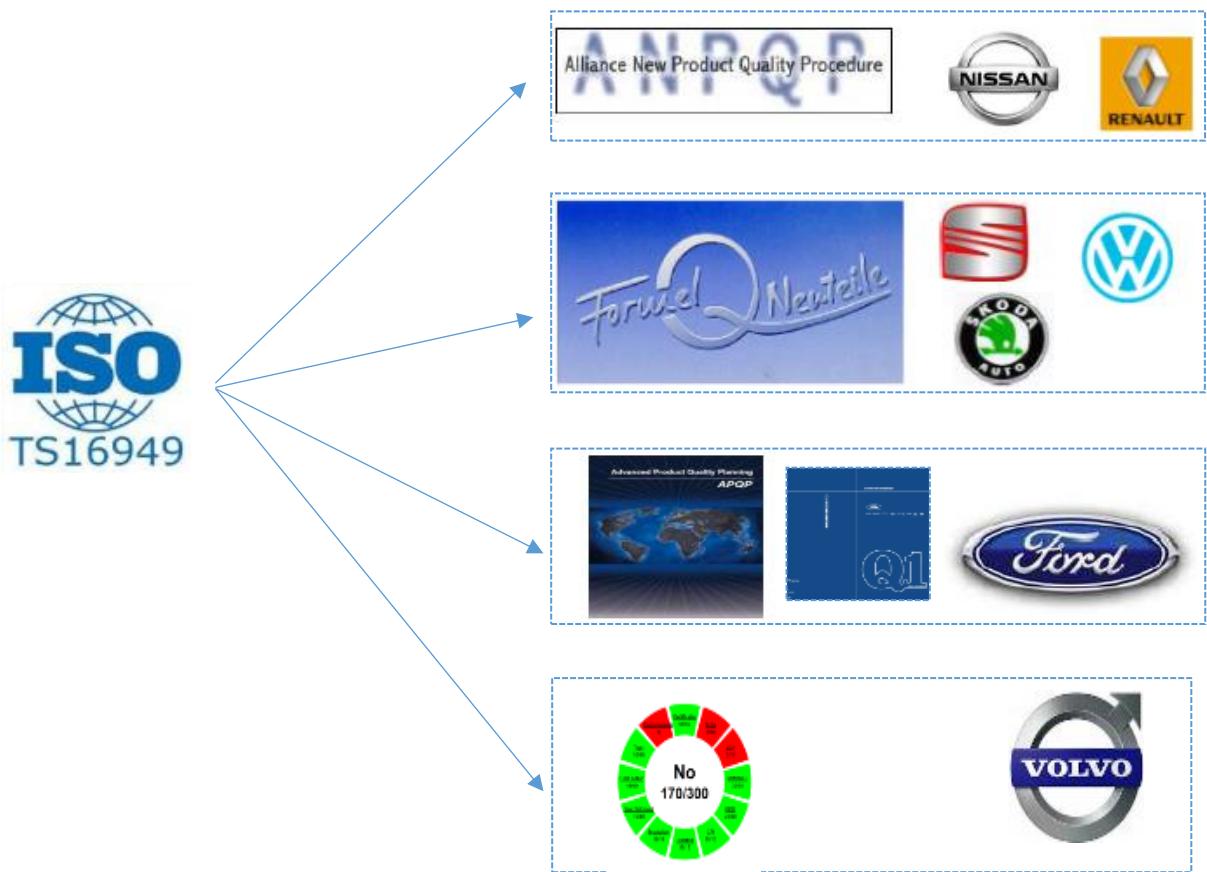
Como vemos en la Fig. 2.1.1 se hace referencia en el plano de la norma “ISO 10579-NR” y vemos que en la tolerancia geométrica y dimensional están seguidas con el símbolo F , debiendo garantizar el estado libre. Las demás tolerancias que se aplican bajo las condiciones de plano estarán indicadas en una nota.

En la segunda figura de Fig. 2.1.1 además de añadir el símbolo F podemos encontrar la dirección de la gravedad identificado por la flecha y con el índice de 1 donde indicará lo que significa en el comentario correspondiente.

ISO/TS 16949

Debido a que se trabaja dentro de la industria automotriz se hace evidente conocer la certificación de los estándares, la cual provee evidencia firme de que su sistema de gestión cumple con los requisitos del sector automotriz. Por ello el propósito de la especificación técnica ISO/TS 16949 es el desarrollo de un sistema de gestión de calidad con el objetivo de una mejora continua enfatizando en la prevención de errores y en la reducción de desechos de la fase de producción. TS 16949 se aplica en las fases de diseño/desarrollo de un nuevo producto, producción y, cuando sea relevante, instalación y servicio de productos relacionados con el mundo de la automoción. Está basado en el estándar ISO 9000.

Según con el cliente con el que se trabaje ya no es suficiente la ISO/TS/16949, tenemos que cumplir con los requisitos individuales de cada uno, como por ejemplo en este caso al ser una pieza de Ford hay que obtener el Q1, lo que significa que hay que aprobar la Evaluación de Sistema Operativo de Calidad de Ford. La evaluación incluye criterios de comunicación, trabajo en equipo, revisión administrativa, medibles, herramientas de cuantificación, mejora continua y procesos dinámicos.



32 Fig. A1.2 Certificaciones ISO TS16949 por cliente

Military Standard 105

Si no sabemos cuándo debemos utilizar los medios de control, con que asiduidad, etc, podemos basarnos en la norma Military Standard 105 (procedimientos de muestreo y tablas para inspección por atributos) que nos indica procedimientos y tablas para hacer un muestreo para una correcta inspección de nuestra producción obteniendo así un método estadístico para el nivel de aceptación de la calidad.

ANEXO 2

Alinamiento

En el proceso analítico, utilizando la muestra como modelo real y su plano como modelo virtual, se tratará de entender la composición de formas que constituyen la pieza para alinearla la galga.

Podemos encontrar varias formas características fundamentales de la pieza como combinaciones racionales de formas elementales que permite distinguirlas, asegurando la funcionalidad de la pieza de un conjunto. Se distingue la forma tecnológica (FT) que surge tras el proceso de desarrollo de la tecnología de fabricación, y que adjunta los requisitos de funcionalidad y factibilidad. En ésta, las formas elementales sencillas se combinan con formas elementales complejas para evitar zonas críticas acumuladoras de tensiones (generadas por dificultades de expulsión, temperaturas, presiones, cargas, etc.) durante el proceso de fabricación o en funcionamiento. El incumplimiento de alguno de estos requisitos conduce a formas atecnológicas.

Las formas elementales sencillas son aquellas zonas de la pieza que se materializan en elementos geométricos primitivos tales como prismas, pirámides, cilindros, conos, esferas. Estas son las formas más habituales para alinear, y por último las formas elementales complejas son las zonas delimitadas por curvas tridimensionales complejas, o definibles sólo mediante ecuaciones de grado elevado. Por lo general no son útiles para alinear, pero si son predominantes y con importancia funcional (helicoidales, paraboloides, etc.).

Conocer la pieza como forma tecnológica significa poder describir, ubicar y orientar las formas presentes en la composición.

Existen normas, tales como ISO 5459 o ANSI Y14.5.1, que indican cómo deben alinearse las piezas industriales. La aplicación correcta de estas normas facilita mucho el proceso de inspección. Estas normas asignan al diseñador de la pieza la responsabilidad de definir el sistema de referencia, mediante características representativas y restricciones sobre éstas, que se van a reflejar en el plano mediante una simbología cuya lectura e interpretación permiten al metrólogo reproducir el razonamiento del diseñador.

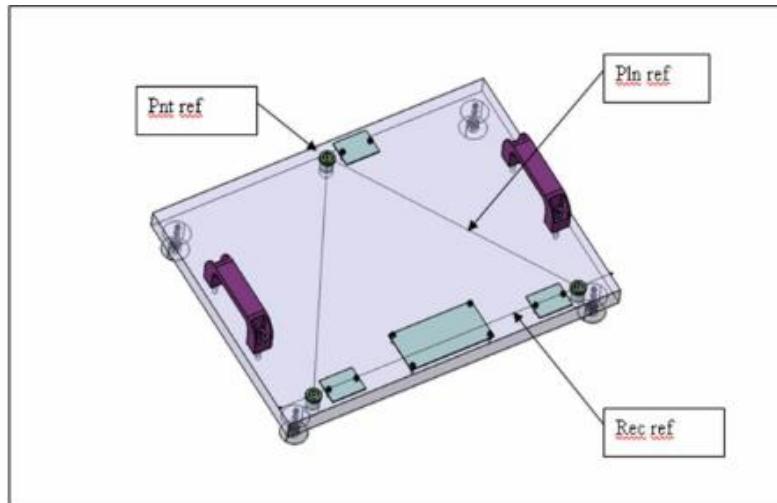
A menudo la alineación de la pieza deriva del conjunto al que pertenece para asegurar un fácil montaje, evitar interferencias o asegurar la funcionalidad. Algunos componentes o subconjuntos del automóvil se inspeccionan en un sistema de referencia, que puede tener el origen fuera del volumen de trabajo de la MMC.

Si en el plano falta la información sobre la alineación, se recomienda utilizar alguno de los métodos siguientes:

Plano, línea, punto (geométrico)

El alineamiento geométrico es aquel sistema de alineamiento compuesto por plano, línea, punto. Este alineamiento es el más correcto matemáticamente. Este sistema nos exige disponer de elementos suficientes para poder crear un plano, una recta y un punto, y poder definir su posición nominal. En el caso de disponer de tres pínulas o de tres casquillos rectificados, debemos medir los centros de éstos y después con los tres elementos construir el plano, con dos de ellos construir la recta y utilizar uno de ellos como punto referencia. Una vez construido esto, debemos definir la posición nominal del punto referencia y los diferentes ángulos que tengan los elementos con los planos teóricos, así como la dirección del plano y la recta.

Normalmente, al construir una galga se intenta que la placa esté paralela a los ejes de trabajo, por lo tanto, con indicar la posición del punto de referencia en X,Y,Z y a qué plano es paralelo “pln ref”, y a qué recta es paralela “rec ref” ya sería suficiente, pero como siempre se cometen pequeños errores de fabricación y lo que debería ser paralelo no lo es, por lo tanto se deberá indicar también las dos inclinaciones respecto al plano teórico.



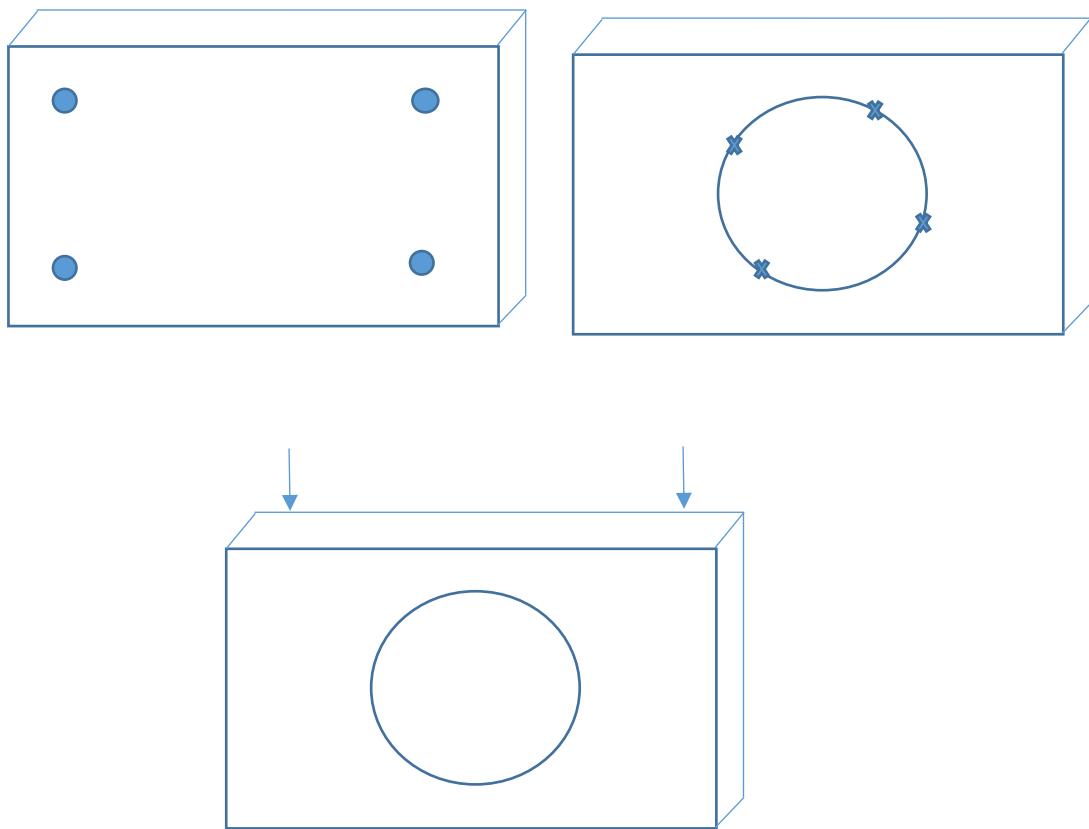
33 Fig. A.2.1 Alineamiento geométrico

Método Best Fit

Se comienza identificando los puntos representativos sobre la pieza en el sistema de referencia de la MMC. Estos puntos suelen ser centros de taladros, intersección 3D entre ejes de cilindros o también resultado de la relación geométrica entre elementos medidos. Se requiere un mínimo de 4 puntos, pero con más puntos el resultado final mejora.

Se debe editar la matriz de coordenadas teóricas de los puntos medidos, respetando el orden de exploración y el programa informático calculará las traslaciones y los giros necesarios para generar el sistema de referencia más acertado.

Este método se puede utilizar para los casos en que tenías la galga montada pero más adelante se decide hacer una modificación, o incluso introducir otro punto a controlar, y para ello, como ocurrió en este caso, vamos a poner los puntos en los que se decidió hacer el sistema de referencia generando los puntos de la siguiente manera:

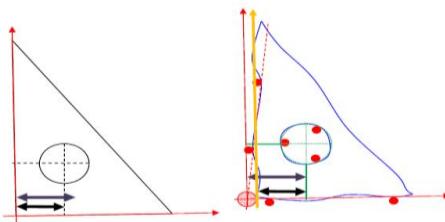


34 Fig. A.2.2 Puntos de control método Best fit

Se referencia el plano generando 4 puntos con la máquina 3D (MMC) para tener un plano, es este caso proyectamos el plano ZX, necesitamos otros 4 puntos para generar el centro, y dos puntos superiores de la placa para referenciar el eje, en este caso el eje X. Mediante este proceso obtenemos nuestra referencia, a través de la cual, se basará en Best fit en ir realizando la mejor aproximación para los demás puntos.

El software funciona de la siguiente manera, tras la primera transformación se procede a iteraciones en las cuales se vuelven a medir los mismos puntos en el nuevo sistema de coordenadas para conseguir una alineación más acertada, procurando minimizar las desviaciones de los puntos. Señalamos que no siempre este método converge hacia resultados mejorados. Además, ninguno de los puntos resulta plenamente colocado. La repetibilidad del método es baja, no obstante, se utiliza para la evaluación de la calidad de las superficies libres en las cuales los puntos de anclajes definitivos no están decididos.

Una imagen ejemplo que nos serviría es la siguiente:



35 Fig. A.2.3 Método Best fit

Si los resultados de medición muestran desviaciones sustanciales, una rutina de “Mejor Ajuste (Best Fit)” proporciona la información necesaria para corregir la parte. Esta función automáticamente “ajusta” los puntos medidos al modelo CAD, y de esta forma muestra la falla en las coordenadas X, Y y Z junto con la rotación necesaria sobre cada eje para alcanzar los resultados, la pantalla gráfica también se actualiza. El “Best Fit” es más efectivo cuando el sistema de coordenadas de referencia no se define exactamente para proporcionar información de colocación de la herramienta.

Lo normal es hacer un alineamiento geométrico para medir la galga mediante una máquina de medir por coordenadas, pero en este caso como contamos con una galga fabricada anteriormente para este tubo y como sólo se ha producido unas modificaciones para los nuevos puntos a controlar, se puede realizar la medición mediante el método “Best fit” de la misma manera como se ha descrito, ya que al tener la medición de la galga anterior es más rápido basarnos en ella para generar las coordenadas respecto de las partes que sabemos que son correctas para realizar la medición de las partes nuevas introducidas en la galga, es decir, nos

basamos en la medición de la galga anterior para realizar el método “Best fit” y así solo medir las modificaciones realizadas en la galga.

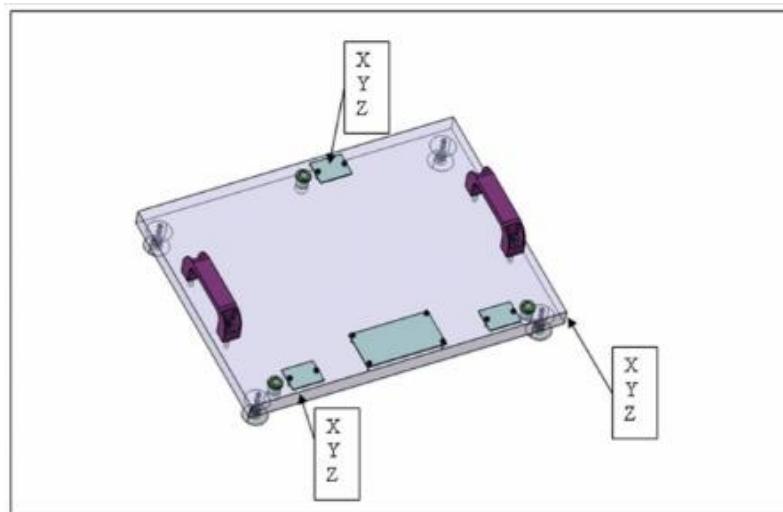
Centros

Este método surge tras encontrar la necesidad de inspeccionar tubos doblados, alineados por las coordenadas de los puntos de intersección entre los segmentos cilíndricos y la inspección de subconjuntos de automoción, alineados por las coordenadas de los puntos de fijación de las mismas. Se pretende simular el comportamiento durante el montaje mediante la alineación, de forma que el primer punto montado cumpla las 3 coordenadas, el segundo punto se obligue a cumplir sólo dos y el tercer punto sólo una.

En este caso, sólo debemos medir los tres centros y definir su posición nominal en XYZ sin tener que construir elementos como planos y rectas.

Este sistema es muy práctico ya que no nos obliga a fabricar la placa base con gran precisión, ya que al fin y al cabo la placa base sólo es un elemento de sujeción de los elementos, y la única premisa que ha de cumplir es que sea invariable, es decir que no se mueva con el tiempo.

En este caso, no hubiera sido necesario que los tres centros tengan la misma Z, ya que con introducir el valor distinto de cada una no hubiera sido necesario ajustarlas como si de un elemento del calibre se tratara.



36 Fig. A.2.4 Método de 3 centros

Datum

Un datum es un punto, una línea, un eje o plano teóricamente exacto que indica la relación dimensional entre una figura controlada por tolerancias y una figura de la pieza señalada como un datum, que sirve como figura de datum mientras que su contraparte ideal (el dispositivo medidor o calibrador) establece el eje o plano de datum. Por razones prácticas se supone que existe un datum y se simula con un dispositivo de inspección o fabricación como mesas o placas planas, mandriles o superficies de equipos medidores.

Los datum se usan principalmente para localizar una pieza de manera repetible para revisar tolerancias geométricas relacionadas a las figuras de datum. Además, los datum proporcionan información de diseño funcional acerca de la pieza. Por ejemplo, la figura de datum en un dibujo de una pieza orienta y dirige a los usuarios del dibujo para su correcto montaje y ensamblaje y con el datum primario se puede establecer cuál es la sección más importante de la pieza en su ensamblaje.

Una figura de datum es una figura ideal de la pieza que hace contacto, o se usa para establecer un datum.

Se debe escoger la característica más representativa de la pieza para definir el datum [A], obteniendo así el primer eje Z donde la pieza pierde tres grados de libertad (dos giros y una traslación). Se define una dirección por varios puntos proyectada sobre el plano perpendicular al primer eje, siendo este el datum [B]. La imposición de esta dirección como segundo eje X determina la pérdida de otros dos grados de libertad de la pieza. Finalmente se fija un punto representativo de la pieza (borde, centro del círculo...) para fijar el datum [C] bloqueando así el último grado de libertad de la pieza en inspección.

El incumplimiento de la exigencia de forma (planitud, cilindridad) descalifica la característica para su uso en alineación y el incumplimiento de la exigencia de forma (rectitud) descalifica la característica para su uso en alineación.

Isostatismos (RPS)

Dato del plano de una pieza cuyo objetivo es determinar la posición relativa de un objeto respecto a otro en el espacio. Habitualmente, para posicionar correctamente una pieza en una galga, o respecto a otra pieza, se suele utilizar el sistema del apoyo, centraje y anti-giro (sistema del 3+2+1, llamado también plano/recta/punto), que permite posicionar la pieza respecto a tres ejes: vertical (Z), y horizontales (X, Y).

ANEXO 3

Plantilla base

9.Montaje							8.Puntos de fijación										
Referencias	ZONA A		ZONA B					Pt.	Cota		Especificación						
	A	B	A	B	C	D	E		Pt.	Pt.	Pt.						
1.Designación													7.Timing				
Pieza:													Inicio proyecto:				
Operación:													Plazo fabricación:				
Referencia:													Fecha de recepción:				
Ref. Cliente:																	
Versión de plano:																	
Índice de plano:																	
Fecha revisión plano:																	
2.Tipos de piezas													6.Alineamiento				
<input type="checkbox"/> Fuelle (Phi)													<input type="checkbox"/> Geométrico				
<input type="checkbox"/> Fuelle + abrazadera													<input type="checkbox"/> Best fit				
<input type="checkbox"/> Fuelle + abrazadera + pipetas													<input type="checkbox"/> Datum				
<input type="checkbox"/> Conjuntos flexibles													<input type="checkbox"/> RPS				
<input type="checkbox"/> Tubos soplados (rígidos)																	
<input type="checkbox"/> Tubos soplados (fuelles)																	
<input type="checkbox"/> Semielaborados soplado																	
<input type="checkbox"/> Tapas																	
<input type="checkbox"/> Cuerpos																	
<input type="checkbox"/> Conjunto filtro																	
<input type="checkbox"/> Adaptadores MAF																	
<input type="checkbox"/> Otros																	
3.Galga													5.Fijaciones				
Tipo de control	<input type="checkbox"/> Atributos (Pasa/No pasa...)		<input type="checkbox"/> Variables (reloj comparador, dinamómetro...)														
Tipo de galga	<input type="checkbox"/> Control		<input type="checkbox"/> Medición														
Quitar partes de la pieza (grommets...)	<input type="checkbox"/> Si		<input type="checkbox"/> No														
Material	<input type="checkbox"/> Genérico		<input type="checkbox"/> Específico														
	Placa y postizos: Aluminio																
	Patas: Nylon																
	Posicionadores: Acero F-127																
Calidad	Metrología				Procesos				Ingeniería de producto								
Name																	
Signature:																	

3D

PUNTOS ALINEAMIENTO

ANEXO 4

Fijaciones

Las fijaciones de una galga sirven para estabilizar la pieza y que esta no sea capaz de moverse. A la vez de fijar la pieza también existen elementos en el útil que en vez de fijar la pieza fijan la tolerancia que deben cumplir algunas partes de la pieza y por ese motivo son introducidas en este apartado.

Bridas

Encontramos dos tipos de bridas:

- Las bridas de fuerza (Fig. 4.1) de acero aleado son usadas cuando son necesarias grandes fuerzas de fijación o una adaptación flexible a las formas y tamaños de las piezas a trabajar. Las ventajas de los elementos de fijación regulables son las posibilidades cambiantes. Pueden utilizarse fácil y rápidamente en posición horizontal y vertical, son intercambiables y económicos. Gracias a su construcción compacta pueden transmitir también de forma segura grandes fuerzas de fijación con grandes alturas de fijación.
- Las brid as sueltas y unidades de fijación compactas (Fig. 4.2) tienen las mismas propiedades que las brid as de fuerza, pero en este caso no hace falta tanta fuerza para sujetar la pieza. Encontramos brid as de altura, alargaderas de apoyo, brida para mordaza, brid as regulables, brida rebajada, brida de altura variable, brid as de fijación, brid as rectas, tornillos de presión.



37 Fig. A.4.1 Bridas de fuerza y brida suelta

Calzos

Todos los tipos de calzos tienen superficies de soporte y de apoyo mecanizadas. Los elementos dentados están fresados o brochados con precisión. De este modo se garantizan el apoyo nivelado de la pieza a trabajar y una transmisión segura de la fuerza. Todos los calzos están lacados de forma resistente a la fricción. Distinguimos entre calzos escalonados, calzos universales, calzo de torno plano, calzo prolongado, calzos de rosca, cuña de elevación, perno de sujeción, útiles de sujeción de alturas, mordaza flotante, mordaza de sujeción.



38 Fig. A.4.2 Calzos

Palanca de sujeción

Mecanismo con palanca basculantes o tornillo, cuyo objetivo es fijar las piezas a medir sobre la galga. Otras denominaciones: bridás de apriete, bridás rápidas, etc



39 Fig. A.4.3 Palanca de sujeción

Brocha

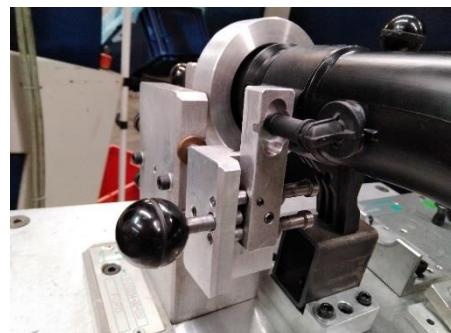
La brocha o brocha roscada son Elementos de fijación con rosca que simulan los tornillos de fijación de una pieza al vehículo, provistos de un mango para poder manipularlos fácilmente.



40 Fig. A.4.4 Brocha

Sables (unidireccionales y excéntricos)

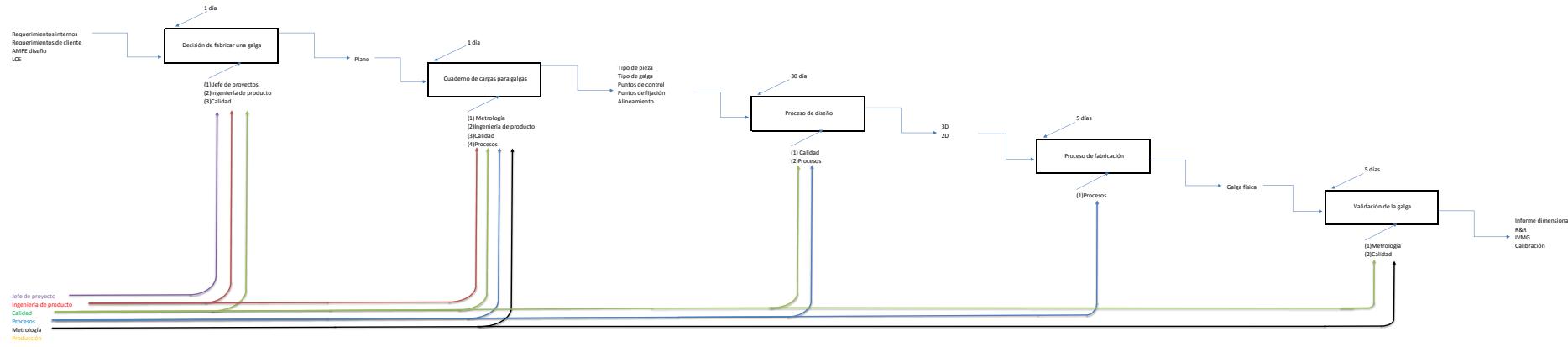
Se denomina sables a los “tampones” Pasa/No Pasa de los cuales controlan principalmente bocas, pipetas, u otras partes de la pieza que se hace necesario controlar con una tolerancia en longitud que se decide..., y con un contorno que se decide con respecto a la medida de la parte a controlar y +/- (dependiendo que es lo que se quiera controlar se suma o se resta) la tolerancia que se le aplica a esta parte.

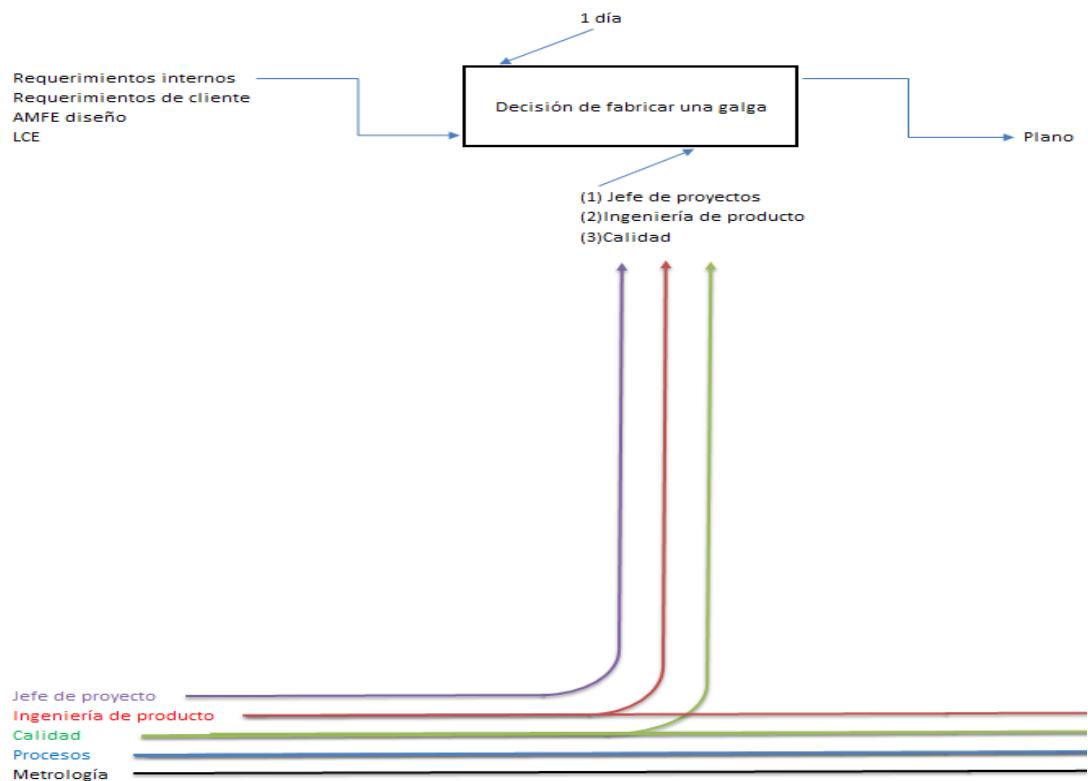


41 Fig. A.4.5 Sable unidireccional y sable excéntrico

ANEXO 5

IDEFO





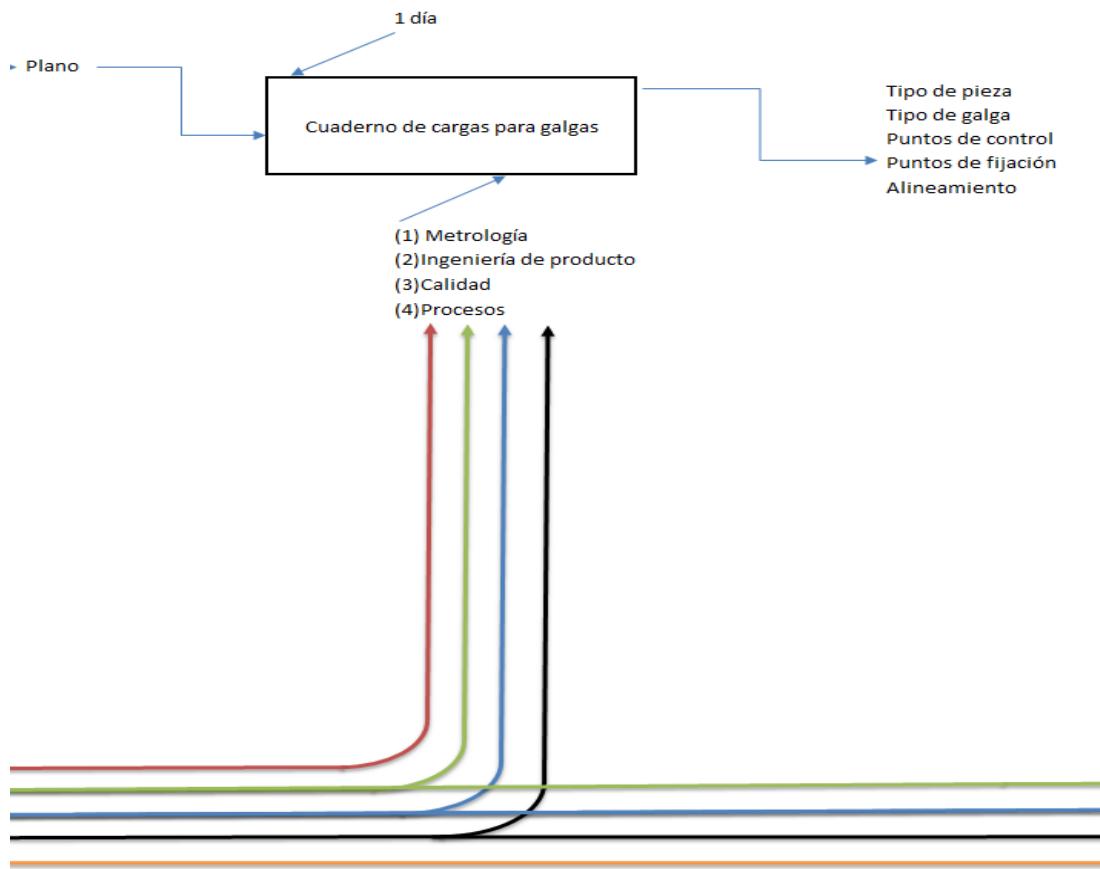
42 Fig. A5.1 Decisión de fabricación de galga

Para la primera parte del proceso, donde se decide si es necesario una galga para nuestro proyecto, tenemos como entradas requerimientos internos, requerimientos de cliente, AMFE de diseño y LCE. Los requerimientos internos son todos aquellos puntos que dependiendo del tipo de pieza que se deba fabricar se deba incluir en la cotización, como puede ser el caso de un requerimiento metrológico para los casos de las piezas de goma donde se debería cotizar por una galga de medición. Los requerimientos de cliente se concuerdan en una reunión donde se ponen los puntos críticos que se deben controlar. El AMFE y LCE (lista de características especiales) son documentos que se deben realizar de manera interna en todos los proyectos.

Una vez tomada la decisión, si es afirmativa, para pasar al siguiente paso se debería tener el plano de la pieza, realizado por Ingeniería de producto.

Los departamentos involucrados en este proceso son:

- Jefe de proyecto
- Ingeniería de producto
- Calidad

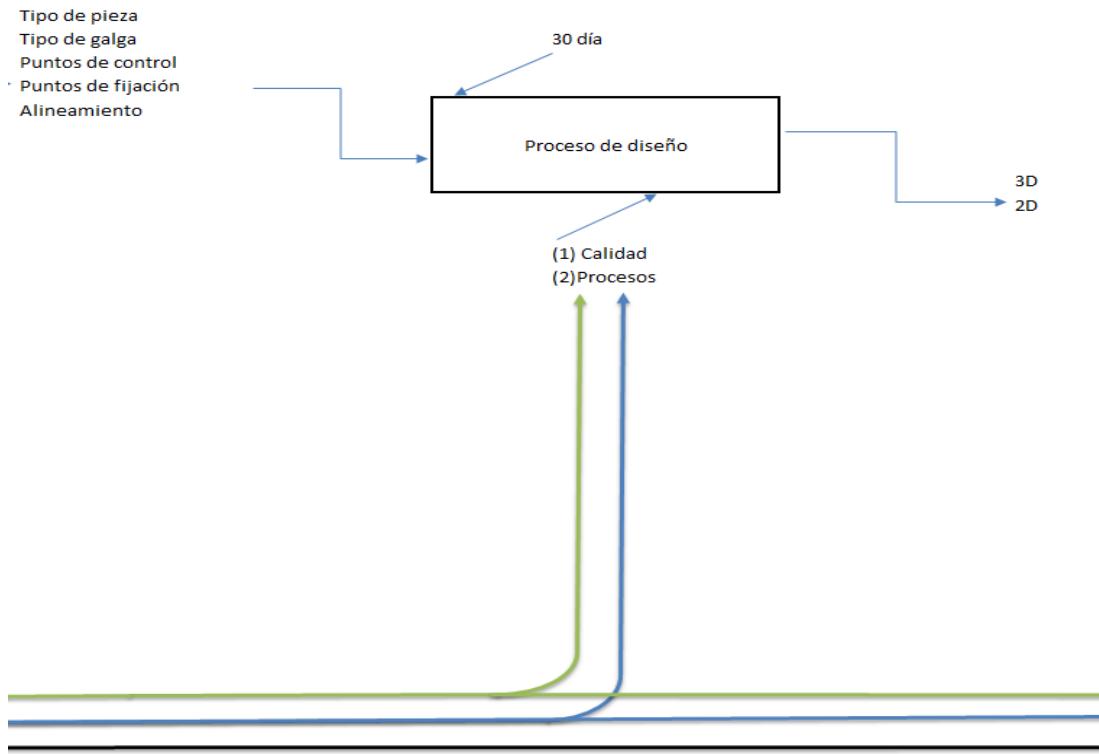


43 Fig. A5.2 Cuaderno de cargas

Una vez que tenemos el plano de la pieza podemos proceder a realizar el cuaderno de cargas, en el cual tras una reunión entre los departamentos involucrados se debería tener concretado el tipo de galga que se fabricará, que tipo de pieza va a controlar, que puntos de control tenemos, como serán las fijaciones de la pieza en la galga, como controlaremos la pieza y como se procederá al alineamiento de la galga.

Los departamentos involucrados en este proceso son:

- Metrología
- Ingeniería de producto
- Calidad
- Procesos

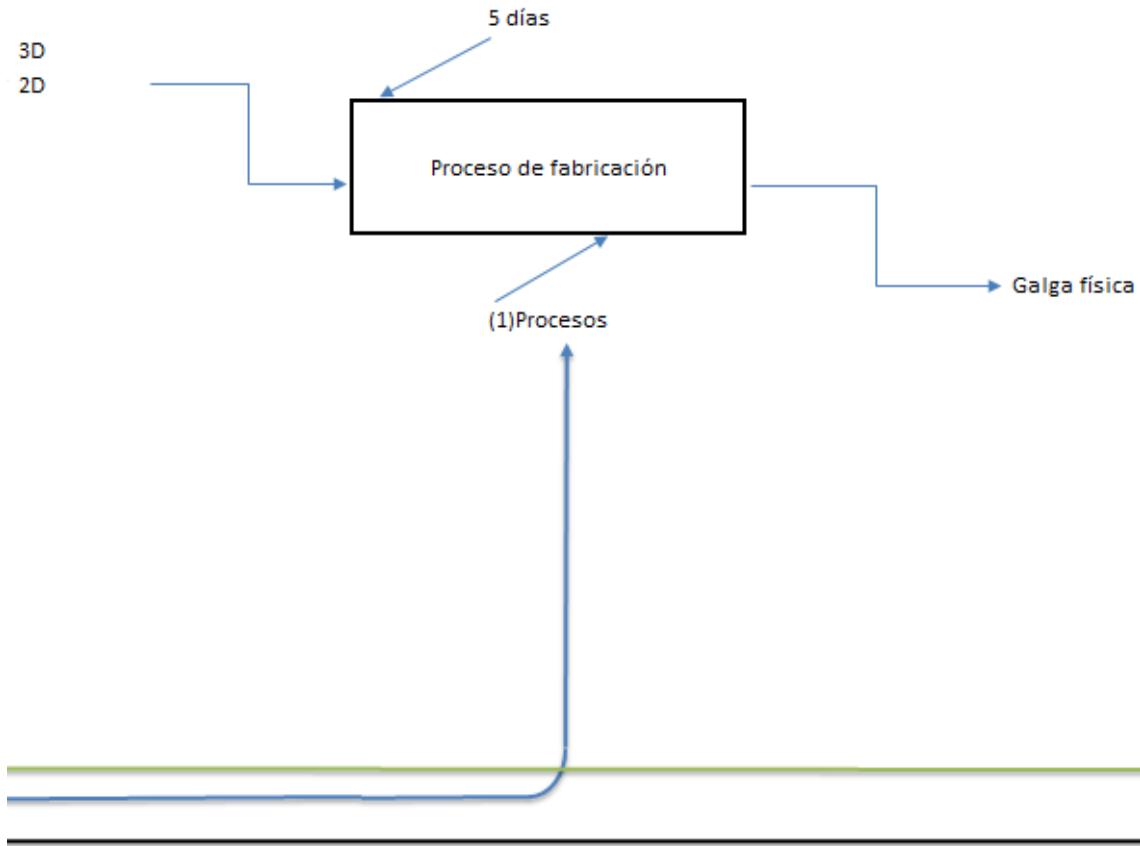


44 Fig. A5.3 Proceso de diseño

El proceso de diseño puede comenzarse una vez firmado el cuaderno de cargas por los departamentos involucrados, y tras este proceso de diseño se deberá proporcionar un plano 3D y otro plano 2D de la galga para proceder a su fabricación. Los planos son realizados por Procesos y validados por Calidad para controlar que la galga será capaz de controlar lo que necesitamos y será posible fabricarse.

Los departamentos involucrados en este proceso son:

- Procesos
- Calidad

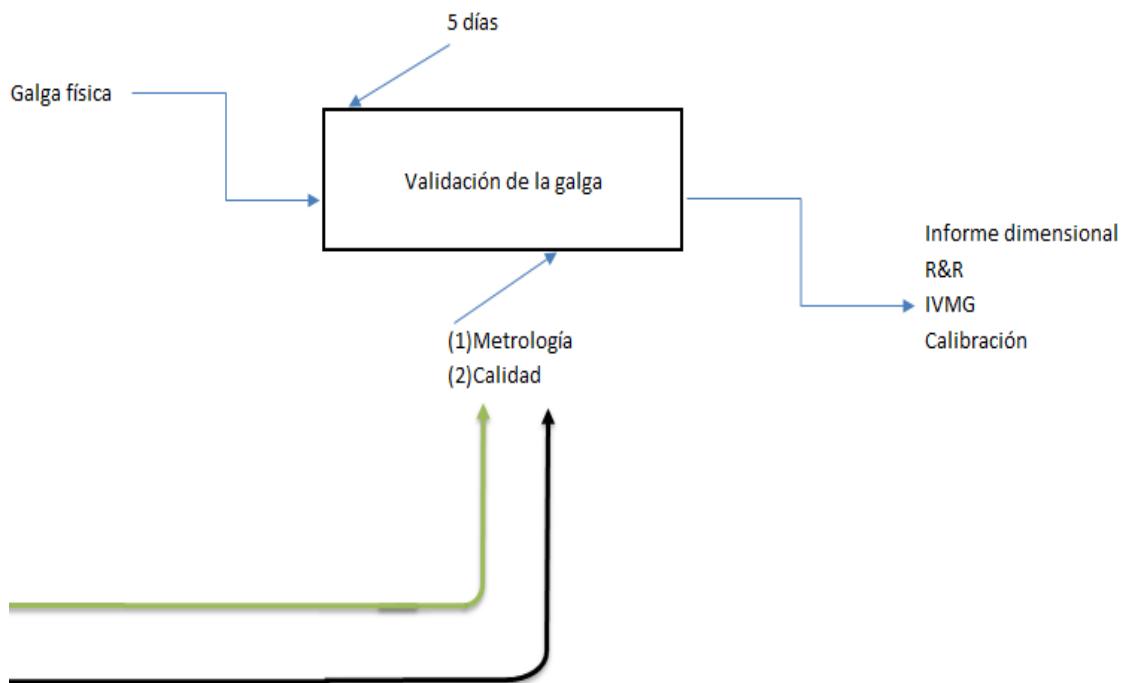


45 Fig. A5.4 Proceso de fabricación

En el proceso de fabricación solo entra el departamento de Procesos, una vez validados los planos se puede mandar a Matricería para su fabricación. Para los casos en el que la galga se debe fabricar fuera de la empresa están expuestos en el punto 6.10 los documentos mínimos que habría que pedir para que adjuntasen con la galga y así poder estar seguros de recibir lo que pedimos en todo momento.

Los departamentos involucrados en este proceso son:

- Procesos



46 Fig. A5.5 Validación de la galga

Por último se procede al proceso de validación de la galga, una vez tenemos fabricada la galga en interno se realiza un informe dimensional, un estudio R&R, una calibración y una instrucción visual de manejo de galgas.

Los departamentos involucrados en este proceso son:

- Metrología
- Calidad

ANEXO 6

Informe dimensional

El informe dimensional que se presenta a continuación está realizado con el formato interno de MANN + HUMMEL. Se hace un informe a partir de la medición realizada con una máquina de medir por coordenadas (MMC).

El formato está compuesto por una portada donde se especifican el equipo de proyecto, identificación del producto, datos del producto, objetivos, equipos utilizados, alineamiento y síntesis de resultados. A continuación se presenta el informe dimensional con las medidas realizas y un plano donde están puestas las cotas numeradas para tener concordancia con el informe dimensional.



Informe dimensional MHES

Nº:

355-17

Fecha :

25/01/17

Distribución :

JdP : Mª Pilar Forcén

Ing. Prod : Jesús Nuño

Calidad : Rebeca Barra

Procesos : Sergio Forcé

Compras :

Otros :

Otros : Javier Alierta

Otros :

Otros :

Otros :

Otros :

Otros :

Identificación del producto :

Cliente : FORD

Proveedor :

Proyecto nº: FOR1212-03

Ref. M+H : 3-1114 (103 667)

Denominación : GALGA CONTROL 1113332S06

Conjunto / Filtro :

Plano : WZ

Índice : 00

Material :

Datos del producto :

Lugar de fabricación : Moldista / Proveedor :

MHES :

MATRICERÍA

Fase : Prototipo :

Preserie :

Serie :

Cantidad de piezas : 1

Cavidades : ----

Fecha de fabricación : ----

Objetivo / Observaciones :

- Control dimensional para la validación de la Galga de Control 11 133 33 S06

Equipos utilizados :Balanza (BL): Med. espesores (ME): Pie de Rey (PR): Gramil (GR): Maq. Med. Coord. (MMC): Proy. perfiles (PP): Galga control (GC): Otros :

Alineamiento:**Síntesis de resultados :****Aceptable**

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Marcaje / Grabación
- Aspecto
- Dimensional
- Capacidad

Realizado

J.Alierta

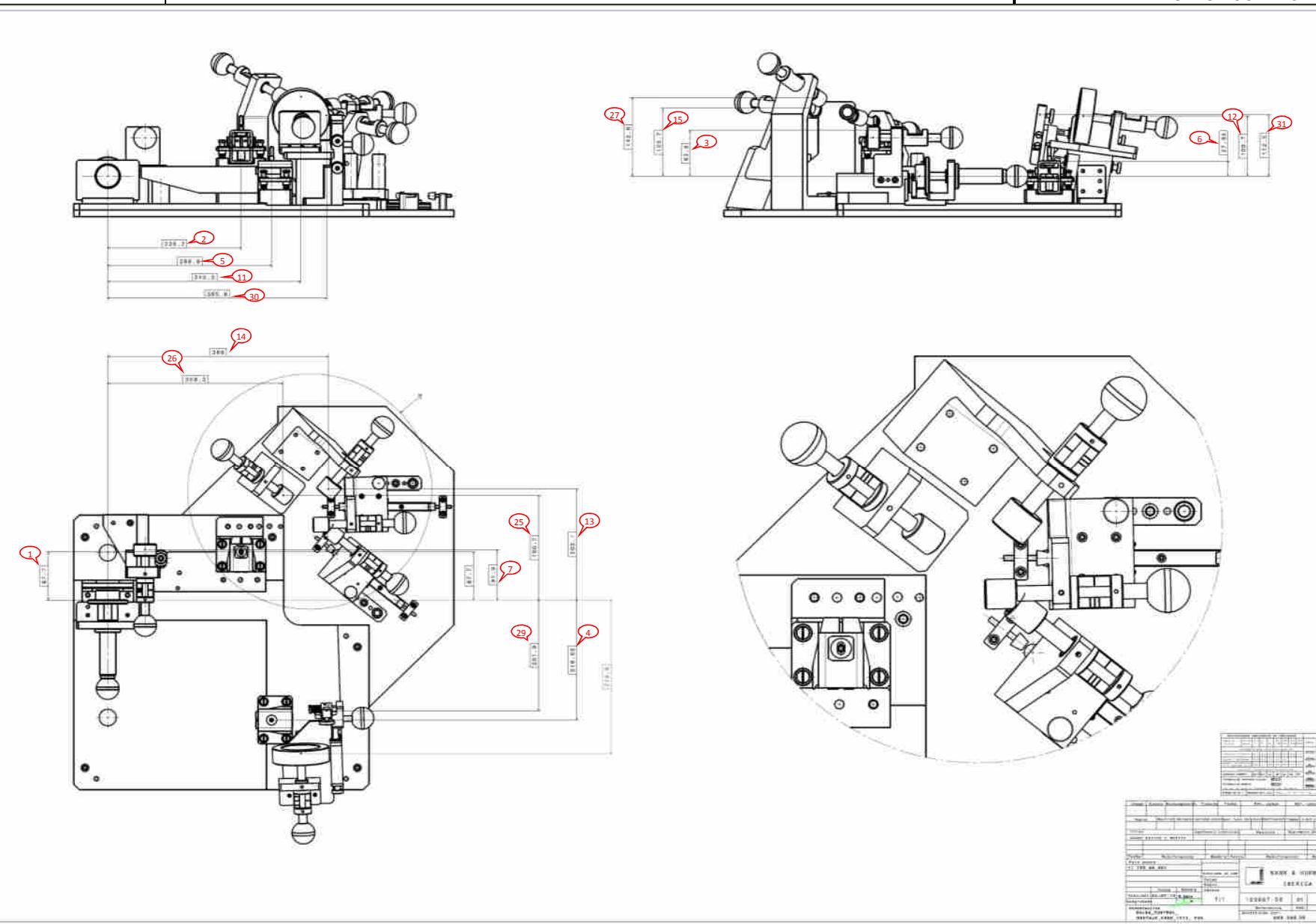
Comprobado

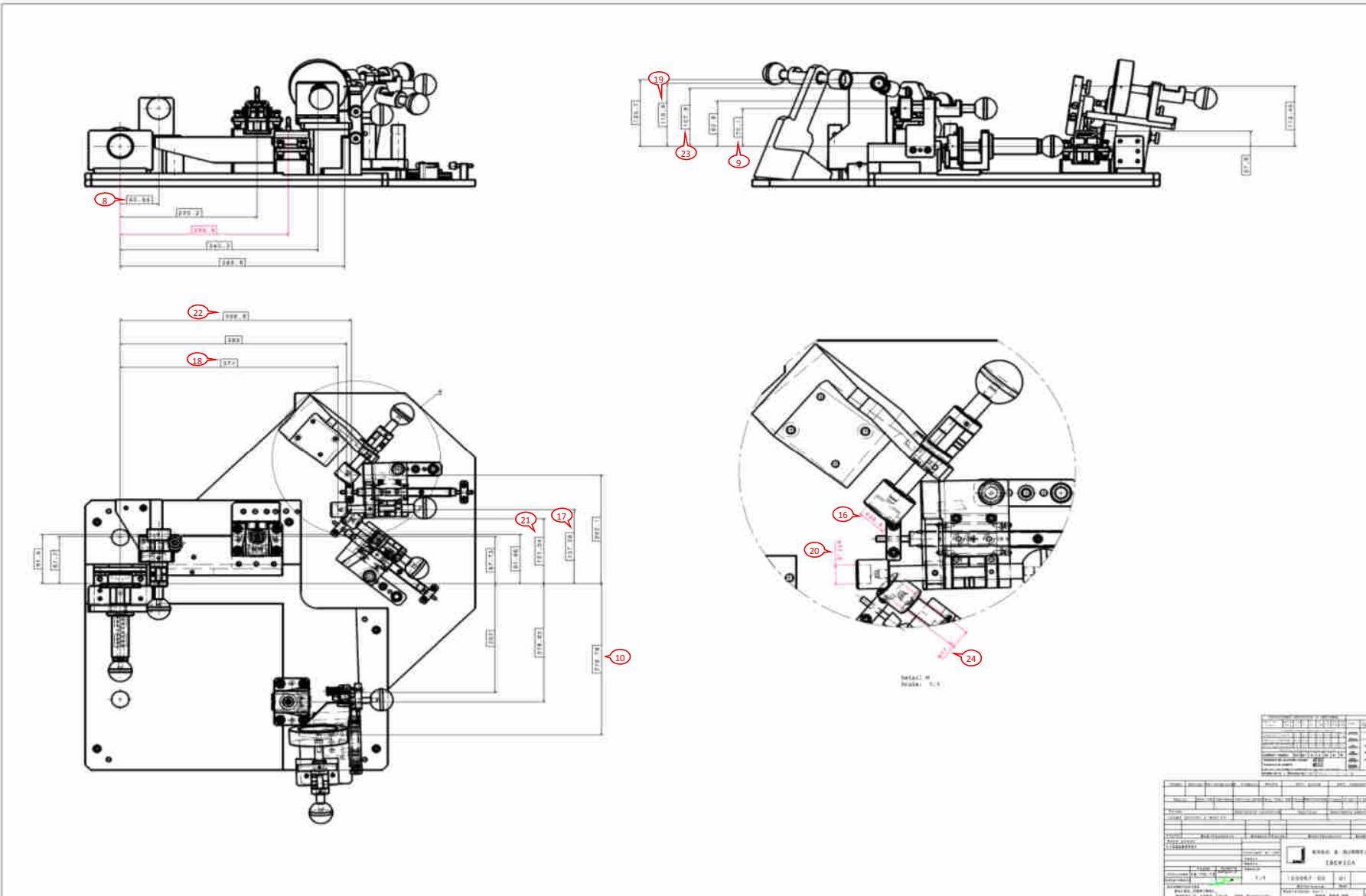
**Informe dimensional
MHES**

Proyecto nº: FOR1212-03
 Ref. M+H : 3-1114 (103 667)
 Denominación : GALGA CONTROL 1113332S06

Nº: 355-17
 Fecha : 25/01/17

Nº Cota	Característica	Medio de control	Nominal	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Resultado medición: (Hasta 5 piezas o huellas, ó secuencias de informes periódicos)										\bar{x}	σ Desviación típica	Observaciones	Decisión
						1 Obtenido	1 Desv.	2 Obtenido	2 Desv.	3 Obtenido	3 Desv.	4 Obtenido	4 Desv.	5 Obtenido	5 Desv.				
	SOPORTE 1																		
X	87,7 ±0,3	MMC	87,70	88,00	87,40	88,000	0,300												
Y	235,2 ±0,3	MMC	235,20	235,50	234,90	235,240	0,040												
Z	83,8 ±0,3	MMC	83,80	84,10	83,50	83,880	0,080												
	SOPORTE 2																		
X	218,65 ±0,3	MMC	218,65	30,51	31,11	30,841	-187,809												
Y	288,80 ±0,3	MMC	288,80	151,06	151,66	151,061	-137,739												
Z	27,85 ±0,3	MMC	27,85	261,49	262,09	261,586	233,736												
	TUBO ASP-B																		
X	91,9 ±0,3	MMC	91,90	91,60	92,20	91,900	0,000												
Y	65,86 ±0,3	MMC	65,86	65,56	66,13	65,980	0,120												
Z	70,1 ±0,3	MMC	70,10	69,80	70,40	70,340	0,240												
	BOCA ENTRADA																		
X	279,78 ± 0,3	MMC	279,78	279,48	280,08	280,010	0,230												
Y	340,3 ±0,3	MMC	340,30	340,00	340,60	340,000	-0,300												
Z	109,70 ±0,3	MMC	109,70	109,40	110,00	109,810	0,110												
	PIPET A																		
X	202,1 ±0,3	MMC	202,10	201,80	202,40	202,140	0,040												
Y	389 ±0,3	MMC	389,00	388,70	389,30	388,930	-0,070												
Z	123,7 ±0,3	MMC	123,70	123,40	124,00	123,700	0,000												
	Ø 25,5 ±0,1	MMC	25,50	25,40	25,60	25,510	0,010												
	PIPET B																		
X	137,28 ±0,3	MMC	137,28	136,98	137,58	137,480	0,200												
Y	374 ±0,3	MMC	374,00	373,70	374,30	373,780	-0,220												
Z	116,9 ±0,3	MMC	116,90	116,60	117,20	116,680	-0,220												
	Ø 17,5 ±0,1	MMC	17,50	17,40	17,60	17,530	0,030												
	PIPET C																		
X	121,4 ±0,3	MMC	121,40	121,10	121,70	121,260	-0,140												
Y	396,6±0,3	MMC	396,60	396,30	396,90	396,530	-0,070												
Z	107,9±0,3	MMC	107,90	107,60	108,20	107,930	0,030												
	Ø 17,5 ±0,1	MMC	17,50	17,40	17,60	17,520	0,020												
	PIPET D																		
X	190,7 ±0,3	MMC	190,70	190,40	200,00	190,450	-0,250												
Y	309,3 ±0,3	MMC	309,00	308,70	309,30	309,150	0,150												
Z	143,6 ±0,3	MMC	143,60	143,30	143,90	143,640	0,040												
	Ø 17,5 ±0,1	MMC	17,50	17,40	17,60	17,440	-0,060												
	PIPET E																		
X	201,9±0,3	MMC	201,90	201,60	202,20	201,920	0,020												
Y	385,6±0,3	MMC	385,60	385,30	385,90	385,730	0,130												
Z	112,5±0,3	MMC	112,50	112,20	112,80	112,200	-0,300												





ANEXO 7

R&R

Los estudios de repetitividad y reproducibilidad tratan de analizar la variación entre el método de medición y las distintas personas que pueden realizar estas mediciones. Es decir, se va a tratar de reducir la variabilidad de la medición de un proceso mediante el estudio de los posibles motivos de variabilidad en la misma, con ello, conseguiremos tener mayor exactitud de medición en el proceso, disminuyendo el gasto tanto de tiempo como de dinero.

Para ello tenemos que distinguir que es la repetitividad y la reproducibilidad, la primera de ellas es la repetición de la medición realizada por el mismo operador mediante el mismo método, mientras que la reproducibilidad es la distribución del promedio de la medición tomada por distintos operadores mediante el mismo método, en consecuencia la falta de repetitividad va a estar asociada al método que se va a utilizar, mientras que la segunda se basa en el que el fallo de medición se encuentra en el operario.

Un estudio R&R del sistema de medición permite investigar:

- Si la variabilidad de su sistema de medición es pequeña en comparación con la variabilidad del proceso.
- Cuánta variabilidad en el sistema de medición es causada por diferencias entre operadores.
- Si su sistema de medición es capaz de distinguir entre partes diferentes.

Se realizan 4 informes R&R sobre las conexiones de nuestra pieza a vehículo, es decir, para las pipetas y para la boca.

Para este estudio se ha utilizado la herramienta MSA de cuarta generación debido a que para esta versión se ha incluido un análisis para sistemas por atributos, además de otros puntos, este es el utilizado en este estudio como vemos a continuación en las imágenes.

Como podremos comprobar en las siguientes imágenes, se debe incluir la medida de 50 piezas, entre las cuales, el 25% debe estar cerca del límite superior y otro 25% debe estar cerca del límite inferior, para tener la certeza de montar correctamente la pieza en la

galga estando en los casos límite, o tener la capacidad para tener la certeza de dar la pieza buena.

Se necesita tres operarios que comprueben tres veces cada pieza y den un valor como correcto o no, según su criterio al montar la pieza en galga, incluyendo en el cuadro a llenar por cada operario un “+” si está dentro de tolerancia, el signo “-” si está fuera de tolerancia. Al llenar la tabla nos saldrán unos símbolos similares para aquellos casos que sean iguales en todas las medidas realizadas por los operarios con la misma pieza y para los casos en los que aparezcan discrepancias, es decir para los casos en los que según el operario unas veces entra dentro de tolerancia y otras no, aparecerá el símbolo “X” como símbolo de discordancia dentro del control realizado con esa pieza. Este aso suele ocurrir para aquellas piezas que están muy cerca de la tolerancia superior o inferior, que dependiendo del criterio del operario y de cómo introdujeran la pieza en algún caso pueden tomar como mala o buena la medida.

Siguiendo el criterio de la tabla 1 sobre los valores de GRR se dará como Apto, Apto con reservas o No Apto para saber si nuestra galga es válida. Para el caso de Apto con reservas se deberá acordar con cliente si no es necesario realizar ningún cambio para que sea aceptada, es decir, con un valor entre 10% y 30% se deberá acordar la necesidad de hacer más robusto nuestro método o poder seguir con lo actual.

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4												Nº
Obj. Nº	Valor ref.	Ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	24,5700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	24,6500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	24,4300	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	X
6	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	24,3700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	9,4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	24,3800	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	X
18	24,3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	24,3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	24,3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
El 25% de las piezas debe estar cerca del límite inferior y otro 25% cerca del límite superior												

Datos generales del aparato

Código:

Nº serie:

Modelo: --

Fabricante: --

Operaciones previas al estudio

Instrumento en estado general correcto

Datos generales del estudio

Característica:

Pipeta F

Especificación:

Ø 24,5 ± 0,1

Unidad de medida:

Tolerancia superior: 24,6000

Tolerancia inferior: 24,4000

Valoración

Dentro de tolerancias: "+"

Fuera de tolerancias: "-"

Sin concordancia: "X"

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4

Nº

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
48	24,6500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	24,6500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	24,6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	24,6200	-	-	-	+	-	-	+	+	+	X
42	24,5800	+	+	+	-	-	+	-	+	+	X
1	24,5700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	24,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
49	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
47	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
46	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
44	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
41	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
39	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
36	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
35	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
33	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	24,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50	24,4300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	24,4300	+	-	+	+	-	-	+	-	-	X
17	24,3800	-	+	+	+	+	+	-	-	-	X
11	24,3700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	24,3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	24,3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	24,3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	9,4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Análisis de resultados

$$d_1 = 24,43 - 24,37 = 0,06$$

$$d_2 = 24,63 - 24,57 = 0,06$$

$$d = (d_1 + d_2) / 2 = 0,06$$

$$\%GRR = 30,0 \%$$

Resultado del estudio

$$\%GRR \leq 10\%$$

Apto

$$10\% < \%GRR \leq 30\%$$

Apto con reservas

$$\%GRR > 30\%$$

No apto

Observaciones:

Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
Javier Alierta		02/03/2017

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4												Nº
Obj. Nº	Valor ref.	Ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	11,1700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	11,2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	11,0100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	11,2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	11,0000	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	X
18	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	11,0000	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	X
23	10,9400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
El 25% de las piezas debe estar cerca del límite inferior y otro 25% cerca del límite superior												

Datos generales del aparato

Código:

Nº serie:

Modelo: --

Fabricante: --

Operaciones previas al estudio

Instrumento en estado general correcto

Datos generales del estudio

Característica:

Pipeta E

Especificación:

Ø 11,2 +0/-0,25

Unidad de medida:

Tolerancia superior: 11,2000

Tolerancia inferior: 10,9500

Valoración

Dentro de tolerancias: "+"

Fuera de tolerancias: "..."

Sin concordancia: "X"

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4

Nº

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
13	11,2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	11,2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	11,2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	11,2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	11,2100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	11,1900	+	-	+	+	-	-	+	-	-	X
34	11,1900	+	-	-	+	-	-	+	+	+	X
6	11,1700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
49	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
47	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
46	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
44	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
39	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
36	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
33	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
27	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	11,0700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	11,0100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	11,0000	+	+	+	+	+	-	+	-	-	X
17	11,0000	+	+	-	-	+	-	+	-	+	X
23	10,9400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	10,9300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	10,9300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Análisis de resultados

$$d_1 = 11,01 - 10,94 = 0,07$$

$$d_2 = 11,21 - 11,17 = 0,04$$

$$d = (d_1 + d_2) / 2 = 0,055$$

$$\%GRR = 22,0 \%$$

Resultado del estudio

$$\%GRR \leq 10\%$$

Apto

$$10\% < \%GRR \leq 30\%$$

Apto con reservas

$$\%GRR > 30\%$$

No apto

Observaciones:

Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
Javier Alierta		02/03/2017

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4												Nº
Obj. Nº	Valor ref.	Ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	9,6000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	9,4500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	9,5500	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	X
18	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	9,5700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
El 25% de las piezas debe estar cerca del límite inferior y otro 25% cerca del límite superior												

Datos generales del aparato

Código:

Nº serie:

Modelo: --

Fabricante: --

Operaciones previas al estudio

Instrumento en estado general correcto

Datos generales del estudio

Característica:

Pipeta F

Especificación:

Ø 9,49 ± 0,06

Unidad de medida:

Tolerancia superior: 9,5500

Tolerancia inferior: 9,4300

Valoración

Dentro de tolerancias: "+"

Fuera de tolerancias: " - "

Sin concordancia: "X"

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4

Nº

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
5	9,6000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	9,5700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	9,5600	-	-	+	+	-	-	+	-	-	X
17	9,5500	+	+	+	+	+	-	+	-	-	X
29	9,5400	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
49	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
48	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	9,5300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
46	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
42	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
41	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
39	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
34	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	9,5200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
47	9,4500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	9,4500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37	9,4500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
33	9,4500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	9,4500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27	9,4400	+	-	-	+	-	-	+	-	+	X
28	9,4370	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	9,4200	-	+	+	-	-	+	-	+	-	X
50	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	9,4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	9,4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Análisis de resultados

$$d1 = 9,45 - 9,41 = 0,04$$

$$d2 = 9,57 - 9,54 = 0,03$$

$$d = (d1+d2)/2 = 0,035$$

$$\%GRR = 29,2 \%$$

Resultado del estudio

$$\%GRR \leq 10\%$$

Apto

$$10\% < \%GRR \leq 30\%$$

Apto con reservas

$$\%GRR > 30\%$$

No apto

Observaciones:

Estudio realizado por

Firma

Fecha del estudio

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4												Nº
Obj. Nº	Valor ref.	Ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	61,3700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	61,7600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	62,1000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	61,5600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	61,1200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	61,2500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	60,7900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	61,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	61,4100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	61,9500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	62,2100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	61,9800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	61,1500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	61,0900	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	X
15	61,8700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	62,0300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	62,1100	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	X
18	61,7200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	60,8300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	61,3900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	62,2600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	61,3500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	61,3800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	61,7900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	61,1200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

El 25% de las piezas debe estar cerca del límite inferior y otro 25% cerca del límite superior

Datos generales del aparato											
Código:											
Nº serie:											
Modelo:	--										
Fabricante:	--										

Operaciones previas al estudio											
<input checked="" type="checkbox"/> Instrumento en estado general correcto											

Datos generales del estudio											
Característica:											
Diámetro interior boca tubo de aire sucio											
Especificación:	Ø 61,36 +0,8/-0,3										
Unidad de medida:											
Tolerancia superior:	62,1600										
Tolerancia inferior:	61,0600										

Valoración											
Dentro de tolerancias: "+"											
Fuera de tolerancias: "-"											
Sin concordancia: "X"											

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad por atributos MSA 4

Nº

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
27	62,2800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	62,2600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	62,2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	62,2100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	62,1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	62,1100	+	-	+	+	-	-	+	-	-	X
17	62,1100	+	+	+	+	+	-	+	-	-	X
3	62,1000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	62,0300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	61,9800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	61,9500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	61,9300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	61,9200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	61,8700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	61,8300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	61,8200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50	61,7900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	61,7900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	61,7600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	61,7200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
47	61,6600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
41	61,6500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	61,5600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	61,5500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29	61,5400	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Obj. Nº	Valor ref.	Usuario A			Usuario B			Usuario C			Cód.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
33	61,5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	61,4900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	61,4100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
44	61,3900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	61,3900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	61,3800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	61,3700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	61,3500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	61,2700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	61,2500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	61,2400	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
36	61,2000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
42	61,1900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
34	61,1900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
49	61,1600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	61,1500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	61,1200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	61,1200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	61,0900	+	-	-	+	-	-	+	-	+	X
46	61,0800	+	+	-	+	-	+	+	-	-	X
40	61,0200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	60,8300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	60,7900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	60,7800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	60,7400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Análisis de resultados

$$d1 = 61,12 - 61,02 = 0,1$$

$$d2 = 62,17 - 62,1 = 0,07$$

$$d = (d1+d2)/2 = 0,085$$

$$\%GRR = 7,7 \%$$

Resultado del estudio

$$\%GRR \leq 10\%$$

 Apto

$$10\% < \%GRR \leq 30\%$$

 Apto con reservas

$$\%GRR > 30\%$$

 No apto

Observaciones:

Estudio realizado por

Firma

Fecha del estudio

ANEXO 8

Plantilla caso técnico

9.Montaje							8.Puntos de fijación			
Referencias	ZONA A(Resonador)		ZONA B(Pipetas)					Cota	Especificación	
	A	B	1	2	3	4				
1113332SXX		x		x				Pt.	(0,0,0)	Datum A y Datum B
1159285SXX		x	x		x			Pt.	(288,6,27,8,218,7)	Datum C y Datum D
1072925SXX	x			x				Pt.	(235,2,83,8,87,7)	Punto necesario para fijar la pieza
1175094SXX	x				x	x				

1.Designación		2.Tipos de piezas		3.Galga		4.Puntos de control		5.Fijaciones		6.Alineamiento		7.Timing	
Pieza: FOR 1212-03		<input type="checkbox"/> Fuelle (Phi)	<input type="checkbox"/> Fuelle + abrazadera	<input checked="" type="checkbox"/> Conjuntos flexibles	<input type="checkbox"/> Tubos soplados (rígidos)	<input type="checkbox"/> Tubos soplados (fuelles)	<input type="checkbox"/> Semielaborados soplado	<input type="checkbox"/> Tapas	<input type="checkbox"/> Cuerpos	<input type="checkbox"/> Conjunto filtro	<input type="checkbox"/> Adaptadores MAF	<input type="checkbox"/> Otros	Inicio proyecto: 12/12/2016
Operación: Control en galga		<input type="checkbox"/> Variables (reloj comparador, dinámometro...)	<input type="checkbox"/> Medición	<input checked="" type="checkbox"/> Control	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No							Plazo fabricación:10/02/2017
Referencia: 1113332S06		<input checked="" type="checkbox"/> Genérico	<input type="checkbox"/> Específico										Fecha de recepción:10/02/2017
Ref. Cliente: F1F1-6C784-A*		Placa y postizos: Aluminio											
Tipo de plano: AZ		Patas: Nylon											
Índice de plano: 01 liberado	<input checked="" type="checkbox"/>	Posicionadores: Acero F-127											
Fecha revisión plano: 22/01/2017		Placa base: Acero rectificado											

Pt.A		Pt.C		Pt.F		SECTION B		SECTION G		SCALE 2:1	

ANEXO 9

MSA

El Análisis del Sistema de Medida evalúa el método de control, los instrumentos que miden, y el proceso entero de medición, para asegurar la integridad de los datos usados para el análisis de la calidad y para entender las implicaciones del error de medida en las decisiones tomadas sobre un producto o un proceso. El propósito del Análisis del Sistema de Medición es establecer los procedimientos para valorar la calidad de los sistemas de medición.

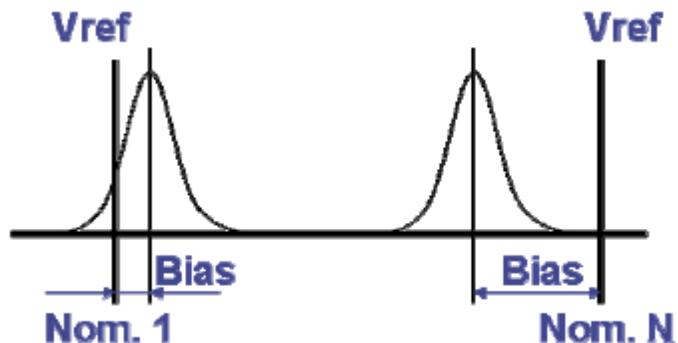
A menudo se asume que las mediciones son exactas, y frecuentemente el análisis y las conclusiones se basan en ese supuesto. Un individuo puede fallar al darse cuenta de que existe variación en el sistema de medición, lo que afecta a las mediciones individuales y como consecuencia, a las decisiones basadas en los datos. El error del sistema puede ser clasificado en cinco categorías: sesgo, repetibilidad, reproducibilidad, estabilidad y linealidad.

Uno de los objetivos del sistema de medición es obtener información sobre la cantidad y tipos de variación de medición asociada con el sistema de medición cuando interactúa con su entorno. Esta información es valorable, puesto que para la media de los procesos de producción, es más práctico conocer la repetibilidad y el sesgo de calibración y establecer unos límites razonables para ellos, que conseguir equipos de exactitud extrema con muy elevada repetibilidad.

Como en todo proceso, la variación del sistema de medición puede caracterizarse por:

Linealidad

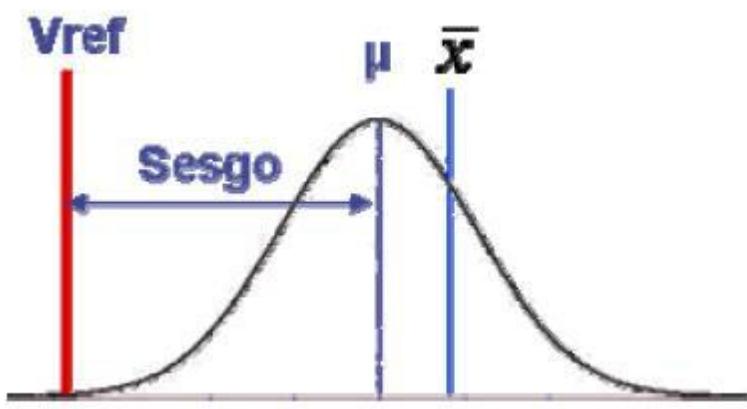
Es la diferencia en los valores del sesgo a través del rango operativo esperado del equipo de medida.



47 Fig. A.9.1 Linealidad

Sesgo

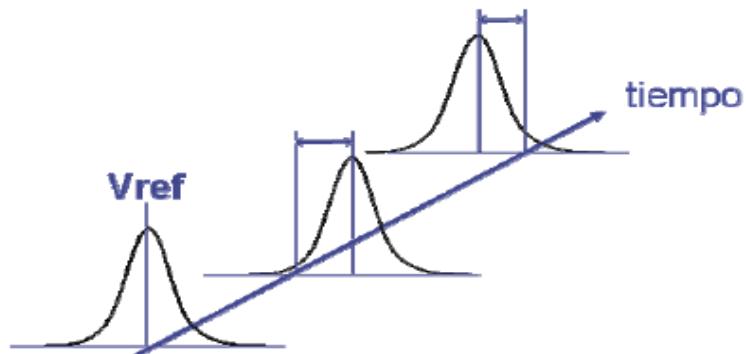
El sesgo es la diferencia entre la media de las mediciones observadas y el valor de referencia, y es un valor que sirve como referencia aceptada para los valores medidos. Un valor de referencia puede ser determinado como la media de las varias mediciones hechas con un equipo de medición de mayor nivel.



48 Fig. A.9.2 Sesgo

Estabilidad

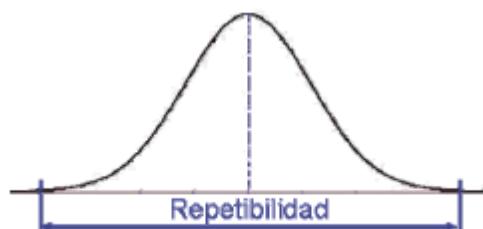
Es la variación total de las medidas obtenidas con un sistema de medición sobre el mismo patrón o piezas cuando se mide la misma característica o a lo largo de un periodo de tiempo.



49 Fig. A.9.3 Estabilidad

Repetibilidad

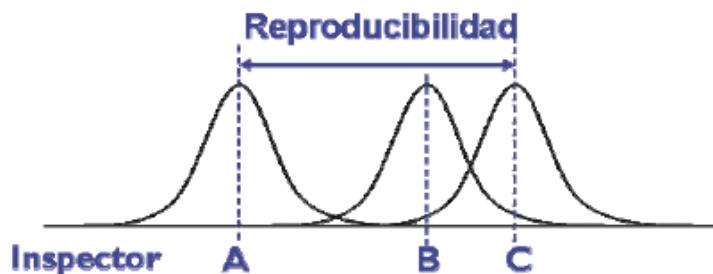
Es la variación en las mediciones obtenidas con un instrumento de medición cuando es usado varias veces por un operario para medir la misma característica de la misma pieza.



50 Fig A.9.4 Repetibilidad

Reproducibilidad

Es la variación en la media de las mediciones realizadas por diferentes operarios usando el mismo equipo de medición y midiendo la misma característica de la misma pieza.

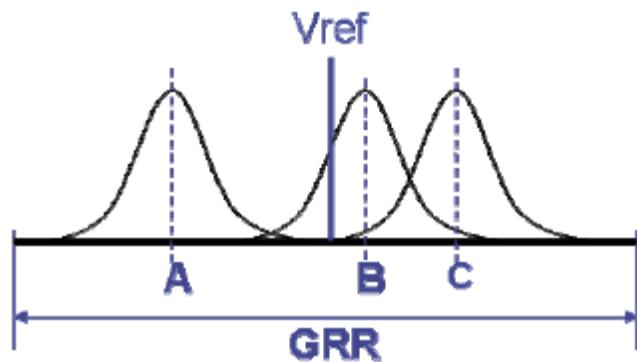


51 Fig. A.9.5 Reproducibilidad

GRR

Repetibilidad y reproducibilidad. Es la estimación combinada de la repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medida.

Es una medida de la capacidad del sistema, y dependiendo del método usado, puede incluir o no el efecto del tiempo.



52 Fig. A.9.6 GRR

El propósito del MSA o análisis de sistemas de medición es presentar los lineamientos para evaluar la calidad de un sistema de medición. Aunque los lineamientos son generales y suficientes para ser usados en cualquier sistema de medición, se pretende que sean usados en el mundo industrial.

La calidad de los datos de medición es definida por las propiedades estadísticas de las múltiples mediciones obtenidas del sistema de medición operando bajo condiciones estables.

Dentro de un proceso de selección de galgas, las especificaciones sirven como lineamiento para el cliente y el proveedor en el diseño y construcción de un proceso. Estos lineamientos sirven para comunicar estándares aceptables. Los estándares o patrones aceptables pueden considerarse en dos categorías (estándares de diseño y estándares construidos). El formato de los estándares de diseño puede ser diferente dependiendo de quién está pagando el proyecto. Aspectos clave de costos pueden afectar al formato.

Generalmente es una buena idea contar con un diseño documentado y en detalle suficiente de manera que el diseño mismo pueda ser construido o reparado para su intento original por cualquier constructor cualificado.

El uso de componentes o subensambles estandarizados también conduce a intercambiabilidad, flexibilidad, reducción de costos y, generalmente menos errores en la medición de largo plazo.

Los criterios para saber si la variabilidad de un sistema de medición es satisfactoria dependen del porcentaje de la variabilidad del proceso de manufactura/ producción o de la tolerancia de la parte que es consumida por la variación del sistema de medición. Los criterios de aceptación final para sistemas de medición específicos dependen del medio ambiente y propósito del sistema de medición y debieran ser acordados con cliente.

Cuando se inicia la evaluación de sistemas de medición por una organización, puede ser útil establecer prioridades en cuáles sistemas de medición enfocarse. Dado que la variación final se basa en una combinación de la variación del proceso y las mediciones, cuando el SPC (Statistical Process Control) ha sido aplicado para control del proceso o recolección de datos del proceso mismo, y las gráficas de control indican que el proceso es estable, el sistema de medición puede ser considerado como aceptable para dicho uso y no requiere alguna reevaluación por separado. Si alguna condición o no conformidad fuera de control se encuentra en esta situación, la primera cosa que debiera hacerse es evaluar el sistema de medición.

GRR	Decisión	Comentarios
Por debajo del 10%	Generalmente considerado como un sistema de medición aceptable.	Recomendado, especialmente útil cuando se trate de separar o clasificar partes o cuando se requiere cerrar el control del proceso.
Del 10% al 30%	Puede ser aceptable para algunas aplicaciones.	<p>La decisión debiera basarse en, por ejemplo, importancia de las mediciones en la aplicación, costos de dispositivos de medición, costos de retrabajo o retrabajo.</p> <p>Debiera ser aprobado por cliente.</p>
Por encima del 30%	Se considera inaceptable.	<p>Debiera hacerse todo esfuerzo por mejorar el sistema de medición.</p> <p>Esta condición puede ser abordada por el uso de una estrategia de mediciones apropiada, por ejemplo, usando el resultado promedio de varias lecturas sobre la misma característica de la parte, a fin de reducir la variación final en las mediciones.</p>

Tabla 2 A.9 Criterio GRR

Para sistemas de medición cuyo propósito es analizar un proceso los lineamientos y guías generales para la aceptación de un sistema de medición son:

- Al medir una pieza con una galga, tres factores de variación entran en juego:
- 1. La galga en sí: el diseño del útil será crucial para limitar las variaciones a la hora de medir varias piezas, y por una o varias personas.
 - 2. El usuario, es decir la persona que utiliza la galga
 - 3. La pieza: varios factores pueden generar variaciones a la hora de medir una pieza en una galga, desde su diseño hasta el tipo de material utilizado para fabricarla.

El objetivo es que las variaciones principales sean causadas por la pieza medida, y no por la galga (lo que implicaría un fallo de diseño de la galga) o su usuario (lo que implicaría un problema de formación del usuario).

El estudio de R&R tiene como objetivo definir qué porcentaje de variaciones se genera durante el proceso de medición, y cuáles son las causas de estas variaciones. Un estudio R&R correcto se realizará con como mínimo 2 usuarios, midiendo al menos 10 piezas, como mínimo 2 veces.

Si el índice está comprendido entre el 10% y el 30%, significa que la repetibilidad de la galga es aceptable, pero que para mejorarla será necesario aplicar como mínimo una de las dos medidas siguientes:

- Primero.formar mejor el usuario de la galga, para asegurar un montaje y una medición correcta.
- Segundo.aplicar una modificación en el diseño de la galga para mejorar su repetibilidad.

Pero ¿cómo saber si nuestra galga es buena? Debajo de las secciones de cálculo de los índices de variación, encontraréis dos gráficos:

- El primero, presenta las variaciones de medición de los diferentes usuarios, lo que permite destacar una primera posible causa de variación. En este ejemplo, podemos ver que dos usuarios consiguen resultados muy similares, mientras que el tercero se distingue de los demás. Esto puede significar que tenemos que formar a esta tercera persona, para que sus resultados sean coherentes con los de los demás.
- El segundo, muestra los rangos de variación. Es importante investigar por qué este usuario ha medido de una forma distinta a los dos otros usuarios, ¿por qué no ha entendido el procedimiento correcto de montaje de la pieza en galga? ¿Por qué el sistema de fijación de la galga puede llevar el usuario a equivocarse?

ANEXO 10

Instrucción visual de manejo
de galgas

Para controlar el montaje de la pieza en la galga y como deberá ser el procedimiento de montaje, para el caso en los que tengamos una galga de control, se deberá realizar una instrucción de manejo de galgas detallando todos los pasos bien identificados llevando un orden lógico de montaje, tal cual sea el montaje en vehículo, y paso al control de los puntos de conexión con vehículo para poder comprobar de uno en uno que entra dentro de tolerancia y puede darse como valor de la pieza el “OK en galga”.

Se detalla la galga con su referencia para saber que se está utilizando la correcta. Se incluye una guía para saber que postizos se deben escoger para controlar las pipetas o bocas correctas.

Referencias	Resonador		Pipeta			
	A	B	1	2	3	4
1113332SXX		B		2		
1159285SXX		B	1		3	
1189990SXX	A		1		3	
1072925SXX	A			2		
1175094SXX	A				3	4

53 Fig. A.10.1 Cuadro de montaje según referencia

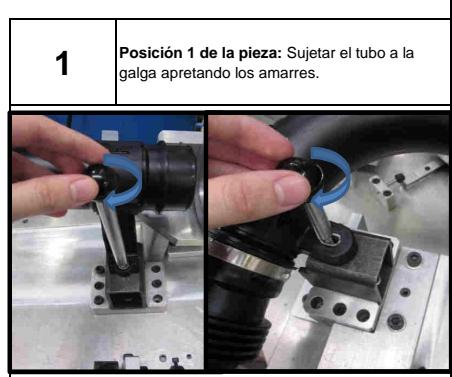
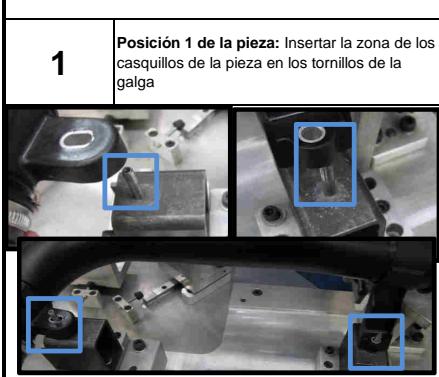
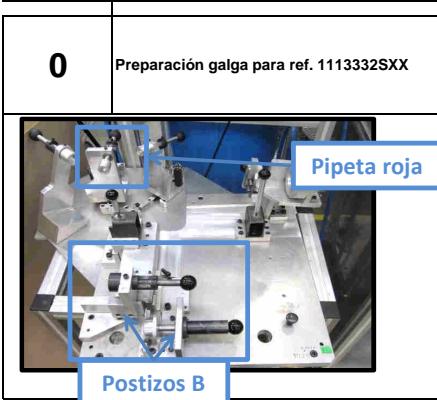
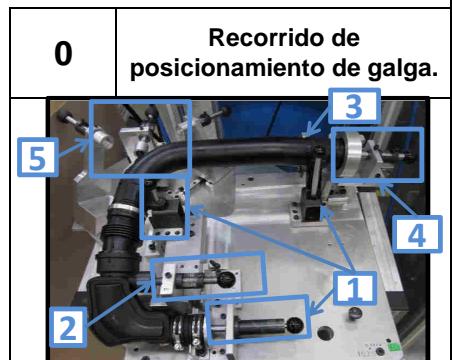
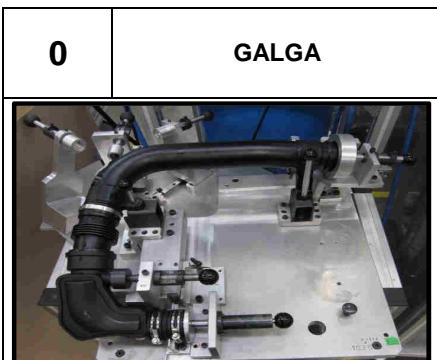
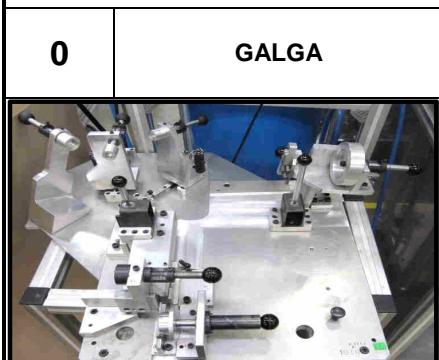
Galga: 3-1114 103 667

Seguridad:



Referencia MHES: 1113332SXX
Cliente: FORD Proyecto: FOR 1212-03
Referencia cliente: F1F1-6C784-A*

Frecuencia: 1 pieza/Inicio de turno/ cambio/ parada

Acciones piezas nok:
Desechar contenedor rojo
Recuperar contenedor amarillo

"La verificación del presente documento, implica su aceptación en lo relativo a la adecuación de su descripción y su comprensión por parte del firmante"

Control Plan: 1113332SXX

	Realizado por (Calidad)	Verificado (operario)	Aprobado (Calidad)	Aprobado (Producción)	Página 1 de 2
Name:	J.Alierta		R. Barra	A.Altaba	
Signature:					



DE MODIFICACIONES EN DE GALGA

INSTRUCCIÓN

Referencia MHES: 1113332SXX
Cliente: FORD Proyecto: FOR 1212-03
Referencia cliente: F1F1-6C784-A*

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN
Rev. 00	10/03/2017	Creación del documento para 1113332SXX

Control de firmas para Revisión

	Líder Línea (T. Mañana)	Líder Línea (T. Tarde)	Líder Lídea (T. Noche)
Fecha:			
Nombre:			
Firma:			

Galga: 3-1114 103 667

Seguridad:



Referencia MHES: 1113332SXX
Cliente: FORD Proyecto: FOR 1212-03
Referencia cliente: F1F1-6C784-A*

Frecuencia: 1 pieza/Inicio de turno/ cambio/ parada

Acciones piezas nok:
Desechar contenedor rojo
Recuperar contenedor amarillo



2	Posición 2 de la pieza: Insertar el pistón en la pipeta de la zona del resonador.	3	Posición 3 de la pieza: Encajar la parte móvil de la galga en la pipeta de 90°	4	Posición 4 de la pieza: Insertar el pistón en la boca del tubo
5	Posición 5 de la pieza: Insertar el piston en la pipeta.	6	Al finalizar, dejar los amarres enroscados en sus respectivos tornillos		

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

2	Correcta colocación de posición 2: Línea del vástago está dentro de tolerancias	3	Correcta colocación de posición 3: Pipeta correctamente encajada en la parte móvil.	4	Correcta colocación de posición 4: Línea del vástago está dentro de tolerancias
5	Correcta colocación de posición 5: Línea del vástago está dentro de tolerancias				

"La verificación del presente documento, implica su aceptación en lo relativo a la adecuación de su descripción y su comprensión por parte del firmante"

Control
Plan:

1113332SXX