

WEBINAR: Mas allá de las Dimensiones Lineales

Miguel Antonio Pérez Flores
German Sánchez

www.q-experts.com.mx

2026

¿Qué es GD&T? Más allá de las dimensiones lineales



Dimensionamiento por Coordenadas (Ambiguo)



GD&T (Exacto y Repetible)

Definición: GD&T (Dimensiones y Tolerancias Geométricas) es un lenguaje internacional de símbolos usado en los dibujos de ingeniería para comunicar y describir de manera precisa la variación permitida en la geometría de una pieza (p.ej., forma, orientación, localización, perfil, cabeceo).

Analogía: Al igual que un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), que permite conocer la posición de un auto o de una persona en un lugar, GD&T elimina la ambigüedad. No dice simplemente "hacia allá", sino que define la "Posición Ideal" y la zona exacta permitida para desviarse

Estándar: Basado en la norma **ASME Y14.5:2018**.

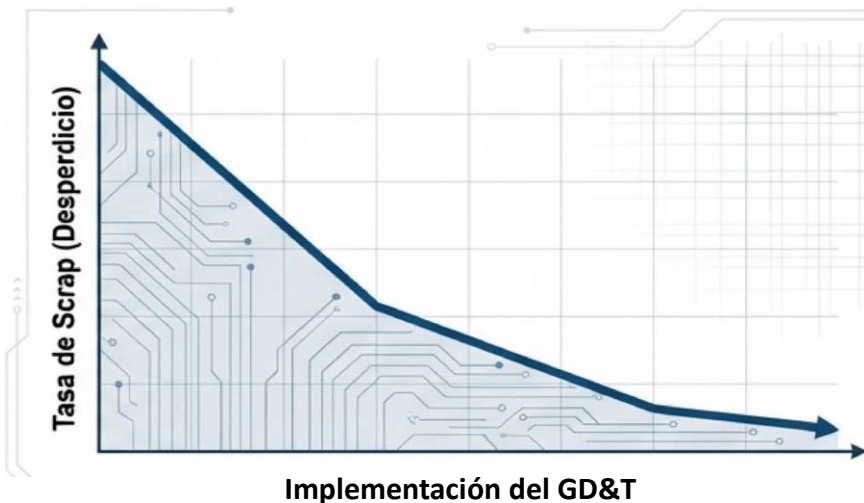
EL GRAN MITO DEL GD&T



SUBE LOS COSTOS

El Gran Mito:

Existe la creencia incorrecta de que GD&T aumenta los costos al complicar el diseño.

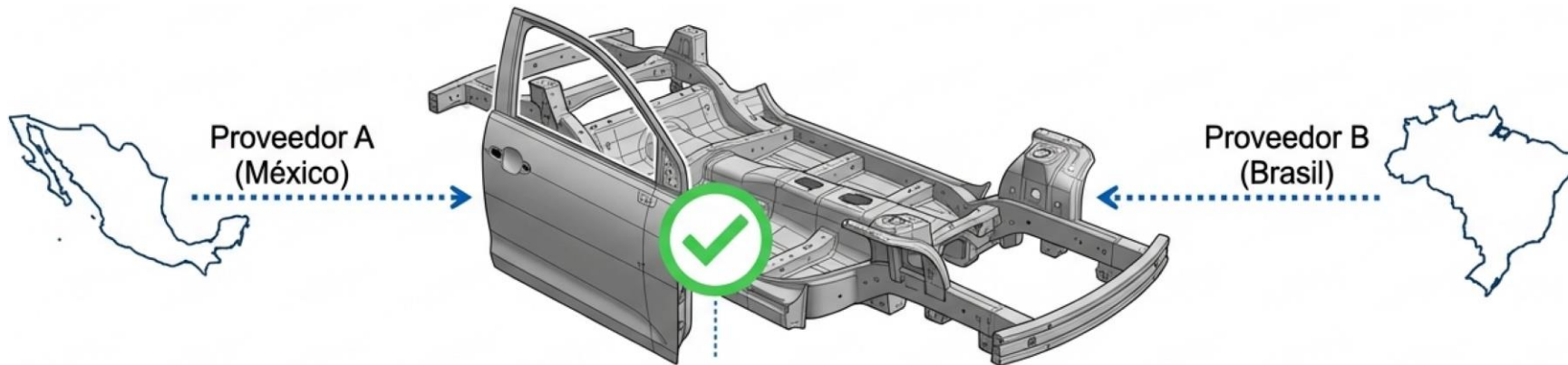


La Realidad (Reducción de Costos):

- **Tolerancia Extra (Bonus Tolerance):** GD&T permite tolerancias adicionales cuando la pieza no está en su condición crítica (MMC/LMC).
- **Menos Desperdicio:** Al definir la tolerancia en base a la función de la parte, no exigimos precisión innecesaria donde no se requiere.

Intercambiabilidad Global:

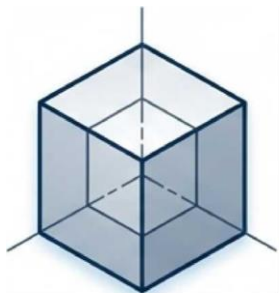
En la industria automotriz, las partes se fabrican en distintos continentes. GD&T asegura que una puerta fabricada en México ensamble perfectamente en un chasis hecho en Brasil.



Garantía de Ensamble:

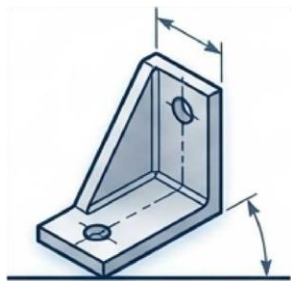
- A diferencia de las coordenadas $\pm$ que generan zonas de tolerancia cuadradas, GD&T utiliza zonas cilíndricas que maximizan el área de aceptación.
- Resultado: Motores que sellan, puertas que cierran suavemente y paneles alineados a la primera.

Los 5 Conceptos Fundamentales



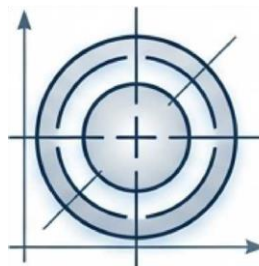
1. Forma

Controla la geometría de la característica en sí misma
(No usa Datums)



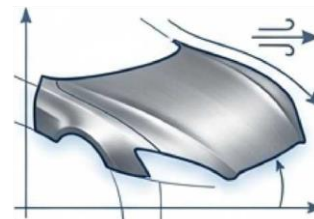
2. Orientación

Controla la inclinación o alineación respecto a una referencia (Datum)



3. Localización

Controla la ubicación exacta (Posición).
El más potente de todos



4. Perfil

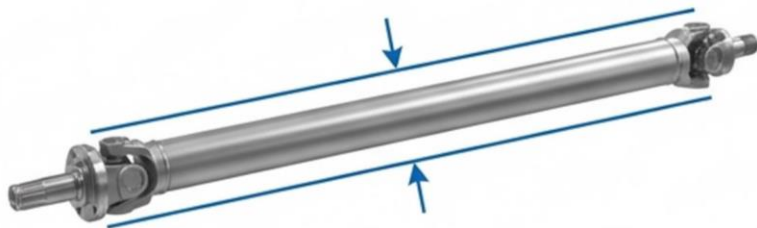
Controla el contorno de formas irregulares (aerodinamica)



5. Cabeceo (Runout)

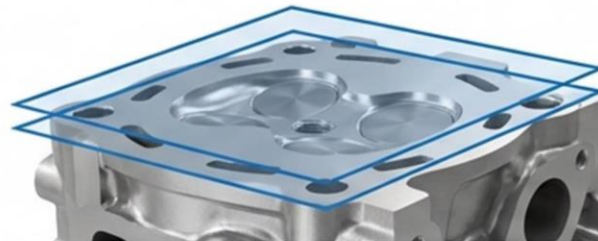
Controla la variación en rotación (piezas giratorias)

[—] Rectitud



Evita vibraciones en ejes

[▭] Planicidad (Planitud)



Critico para el sellado hermético

[○] Circularidad (Redondez)

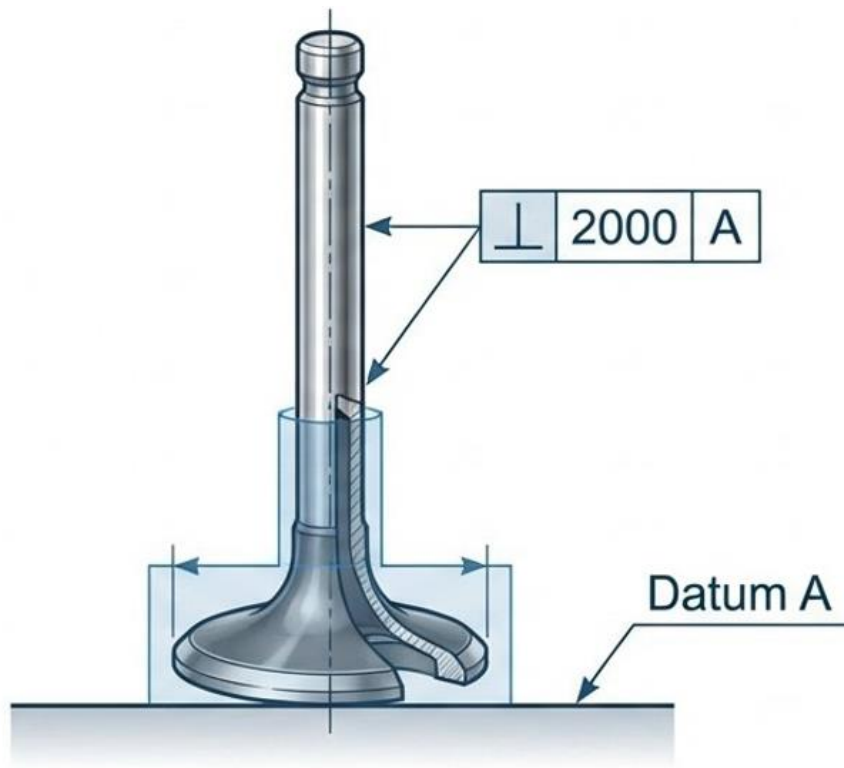


Para el deslizamiento del pistón

[⦶] Cilindricidad



Controla rectitud y redondez simultáneamente



Nota Clave: Estos controles requieren una referencia (Datum A, B, C)

Perpendicularidad [$\perp$]:

Ejemplo: Vástago de válvula respecto a la cabeza. Esencial para un cierre sin fugas.

Paralelismo [$//$]:

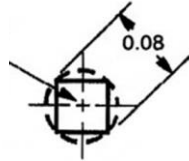
Ejemplo: Rieles del chasis. Deben ser paralelos para que la suspensión funcione correctamente.

Angularidad [$\angle$]:

Ejemplo: Superficie de asiento de válvula requiere un ángulo preciso para sellar la cámara de combustión.

Zona Cuadrada (Limitada)

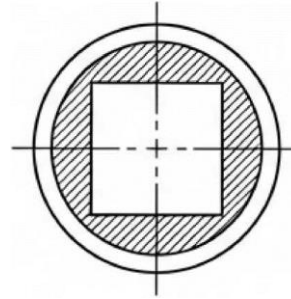
POSICION NOMINAL
O VERDADERA



ZONA DE TOLERANCIA
CUADRADA ± 0.03

El eje del orificio debe estar dentro de la zona de tolerancia cuadrada. La perpendicularidad se controla dentro de la misma especificación, pero no está relacionada específicamente con ninguno de los lados de la pieza.

Zona Cilíndrica (57% Más tolerancia)



El eje del orificio debe estar dentro de la zona de tolerancia cilíndrica. La perpendicularidad se controla dentro de la misma especificación y en relación al datum S.

(a) $\varnothing 0.08 (M)$ (b) $\varnothing 0.08 (L)$ (c) $\varnothing 0.08 (S)$

TAMAÑO ACTUAL	ZONA TOLERANCIA CILINDRICA		
	(a)	(b)	(c)
MMC $\varnothing 18.0$	$\varnothing 0.08$	$\varnothing 0.48$	$\varnothing 0.08$
18.1	0.18	0.38	0.08
18.2	0.28	0.28	0.08
18.3	0.38	0.18	0.08
LMC 18.4	0.48	0.08	0.08

Posición $[\oplus]$: Define la ubicación de una característica de tamaño (como un agujero) respecto a su "Posición Ideal".

Nota: Concentricidad y Simetría han sido eliminadas en ASME Y14.5:2018; sus funciones ahora se cubren con Posición y Perfil.

Ejemplo: Patrón de birlos en un rin de llanta. Si los agujeros no están en la posición perfecta, el rin no entra. La zona de tolerancia cilíndrica garantiza el ensamble aprovechando todo el espacio disponible.



Perfil de una Línea []:

Controla una sección transversal (2D).

Perfil de una Superficie []:

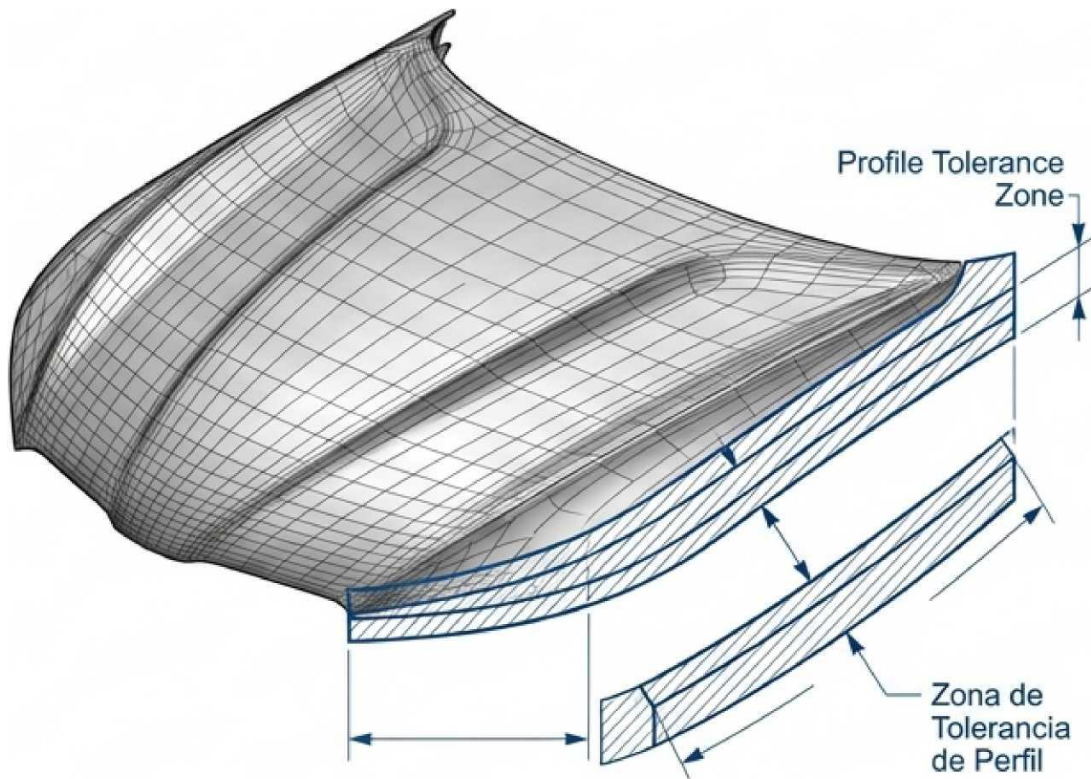
Controla toda la superficie (3D).

Ejemplo:

La curvatura aerodinámica de un cofre o una puerta.

Importancia:

Asegura que las líneas de diseño estético coincidan y que el flujo de aire sea el calculado por los ingenieros, controlando la variación “Todo Alrededor”.



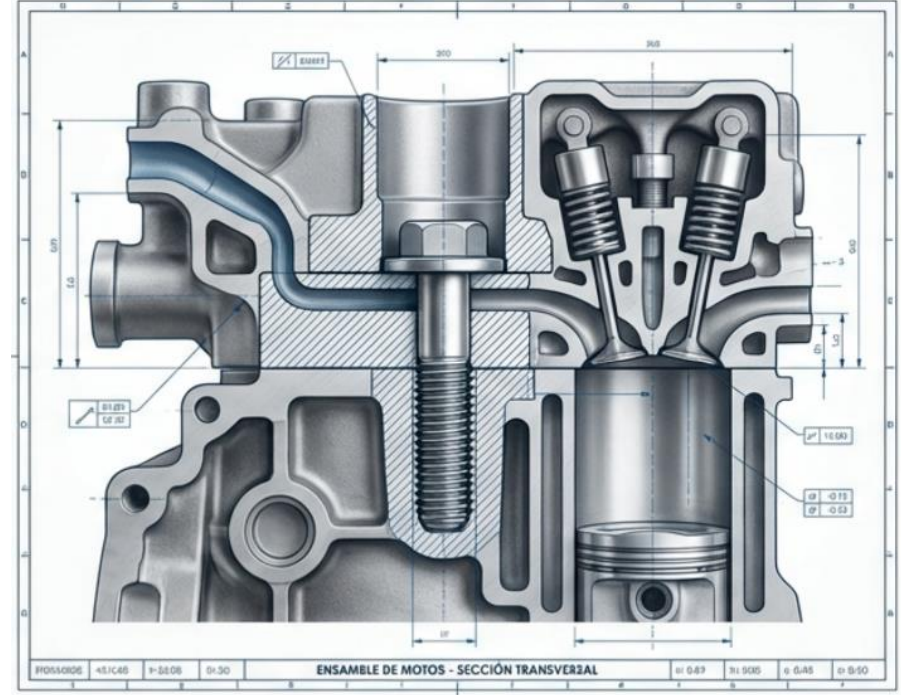


Cabeceo Circular [↗]: Mide la variación en una sola sección circular (un anillo a la vez).

Cabeceo Total [↗↗]: Mide la variación a lo largo de toda la superficie cilíndrica o plana simultáneamente.

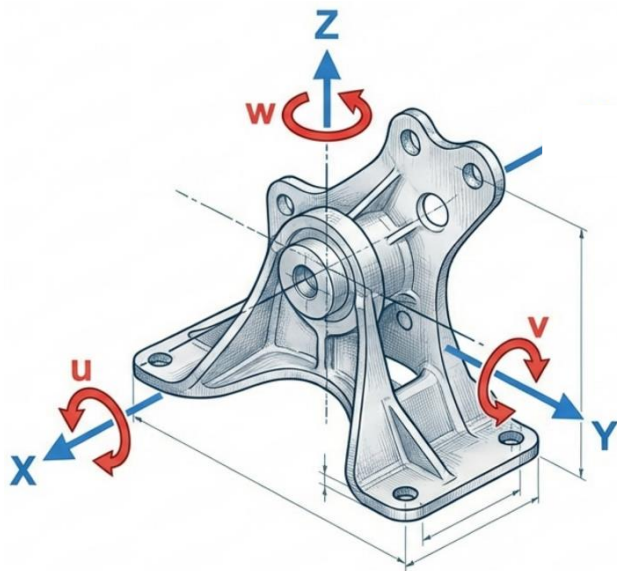
Ejemplo: Discos de freno. Un cabeceo excesivo causa vibración en el pedal del freno.

Importancia: Controla la variación de una superficie mientras la pieza rota alrededor de un eje central (Datum).



- Una pieza libre en el espacio es inútil.
- La ingeniería automotriz ocurre en el ensamble.
- Las piezas hablan entre sí a través del Marco de Referencia Datum (DRF)

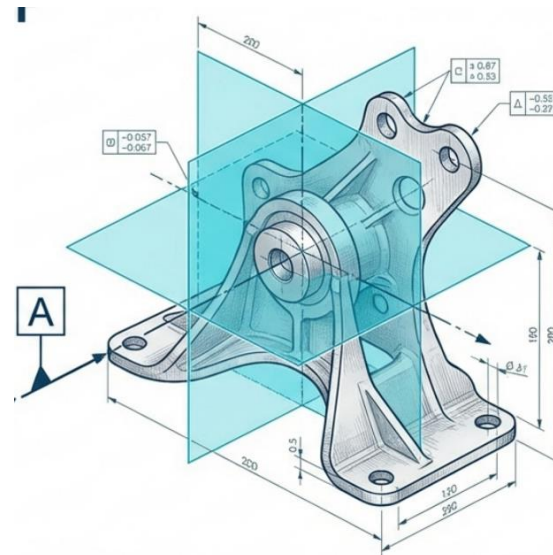
Los 6 grados de Libertad y el Marco de Referencia Datum (DRF)



Toda parte física existe en el espacio con 6 grados de libertad (estado libre):

- **3 Translaciones:** Moverse en **X, Y, Z**.
- **3 Rotaciones:** Girar en **u, v, w**.

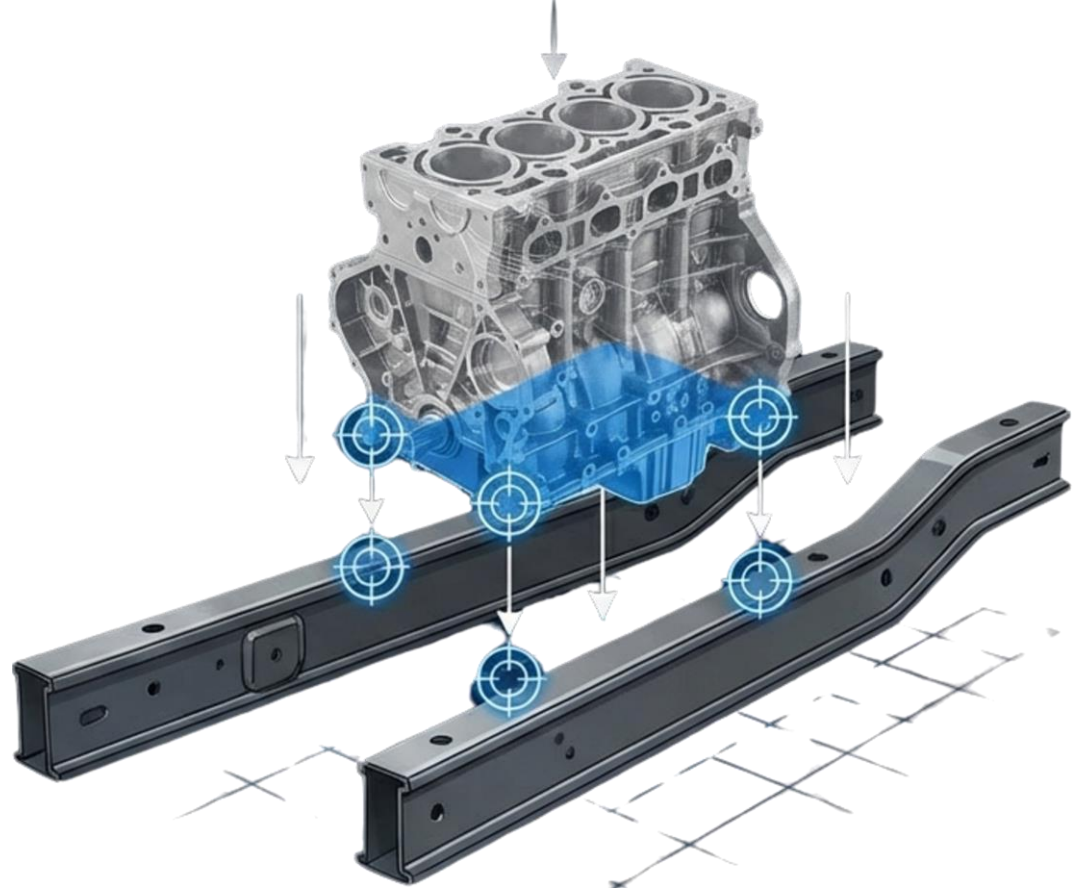
Sin un origen definido, la precisión es imposible. **Antes de medir, se debe localizar**



- El DRF (Datum Reference Frame) establece el sistema de coordenadas cartesianas para piezas.
- Le indica a la CMM (máquina de Coordenadas) exactamente dónde está el **Cero**.
- Simulador de Datum: Medimos sobre simuladores geométricos perfectos (placas, mandriles), no sobre la superficie rugosa.

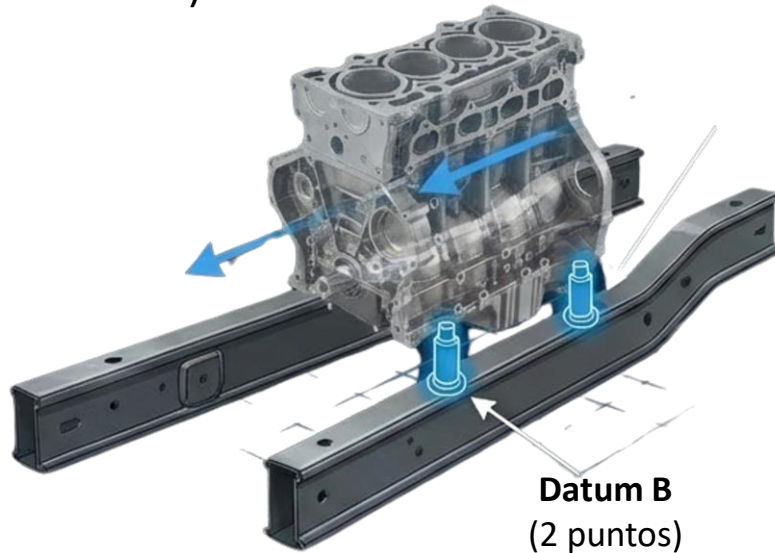
Datum Primario (A): El Anclaje Principal

- **Función:** Estabiliza la pieza (mínimo 3 puntos de contacto).
- **Control:** Restringe 3 grados de libertad:
 - Traslación en Z
 - Rotación en u (eje X) y v (eje Y)
- **Analogía:** Es como asentar el motor sobre el banco de trabajo.

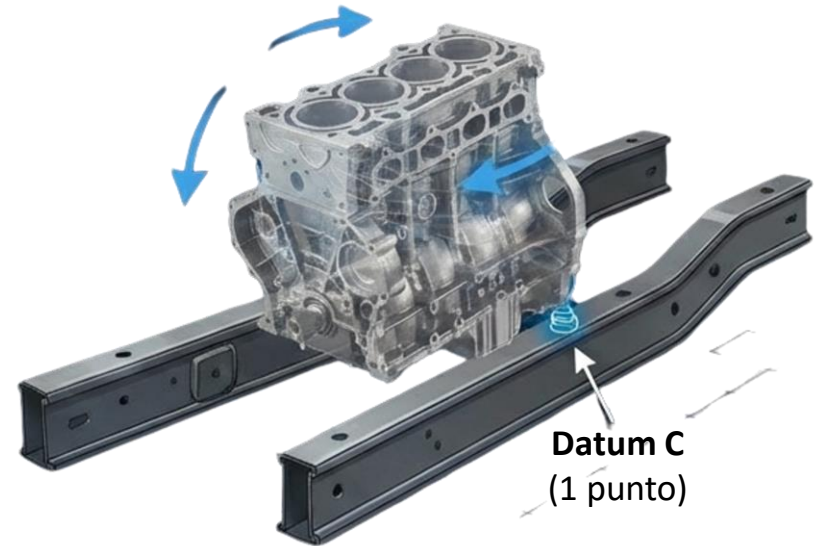


Datum Secundario (B) y Terciario (C): Alineación y Bloqueo

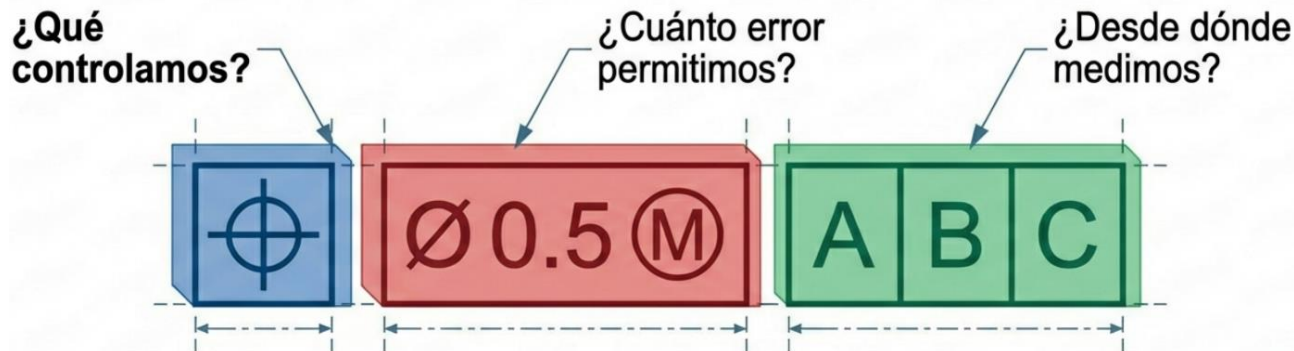
- **Datum Secundario (B):** Alinea la pieza (2 puntos).
- **Control:** Restringe Traslación X y Rotación en w (2 grados de libertad).



- **Datum Terciario (C):** Bloquea el movimiento final (1 punto).
- **Control:** Restringe Traslación Y.



- El Cuadro de Control (FCF) se lee como una oración gramatical de izquierda a derecha.
- Contiene la instrucción necesaria para Aceptar o Rechazar la pieza.

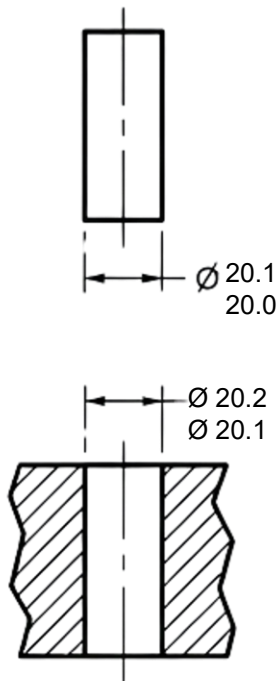


1. ¿Que controlamos? El símbolo geométrico (Posición).
2. ¿Qué error permitimos? La zona de tolerancia (0.5 mm) y la forma de la zona ($\varnothing$).
3. Modificadores de Material: RFS, MMC y LMC.
4. ¿Desde dónde medimos? Datums (A, B, C).

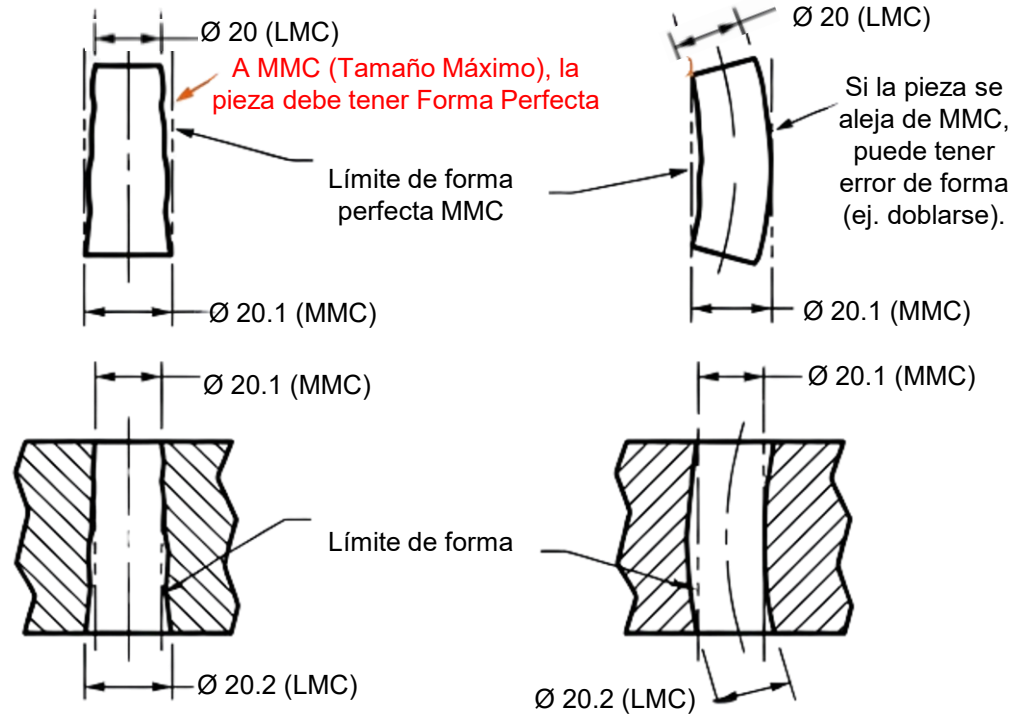
Regla # 1: Principio de Envoltura

Donde se especifique solo tolerancia de tamaño, está controla también la forma.

En el Dibujo

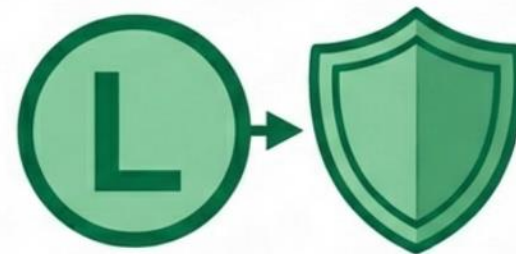


Permite esto



Esta regla aplica por defecto, a menos que se especifique “Independencia”.

Regla # 2: RFS y Modificadores de Material (MMC/LMC)



- **Regla # 2 del GD&T:** Por defecto si no hay símbolo, la tolerancia geométrica aplica **RFS** (Regardless of Feature Size). Esto implica que la tolerancia es fija y rígida (costosa). Sin embargo para permitir piezas funcionales que técnicamente fallarían en RFS, usamos modificadores:
- **Ⓜ (MMC):** Condición de Material Máxima es la Magia del ahorro (Bonus).
- **Ⓛ (LMC):** Condición de Material Mínimo es para proteger espesores de pared.

Definición: La condición donde la pieza tiene mayor cantidad de material.

- **Perno:** El diámetro más grande permitido (birlos del cubo).
- **Agujero:** El diámetro más pequeño permitido (agujeros del rin).

Concepto clave: Es el “peor escenario” para el ensamble. Si ensambla en MMC, ensamblará siempre.



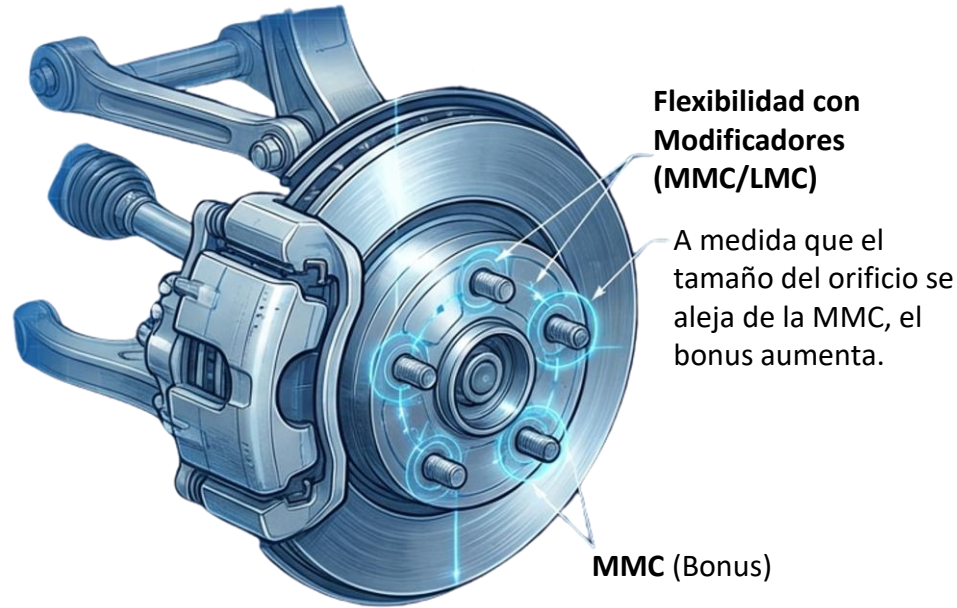


Tolerancia Total (Estándar + Bono) = Tolerancia Especificada + (Tamaño Real – MMC)

- Cuando usamos MMC, la tolerancia geométrica no es fija.
- **La Lógica:** A medida que el agujero se aleja de su condición crítica (se hace más grande), ganamos espacio extra para el error de posición (bono).
- Aprovechamos la holgura (clearance) sin sacrificar la función.
- **Resultado:** Piezas funcionales que antes se rechazaban, ahora se aceptan.
- **Beneficio:** Reducción significativa de Scrap.

Tamaño del Agujero (Real)	Bonus Ganado	Tolerancia Total de Posición
14.00 (MMC)	0.00	0.25
14.25	0.25	0.50
14.50 (LMC)	0.50	0.75

- A medida que el agujero se aleja de MMC (14.00 mm), el Bonus aumenta.
- **Obtenemos una ganancia de 0.50 mm (Bonus).**
- Esto premia al proceso de manufactura por alejarse de la condición crítica.
- **Resultado:** ¡Hemos triplicado el margen de error permitiendo una manufactura más económica.



- 1. Marco de Referencia Datum (DRF):** Alinea la pieza funcionalmente.
 - 2. Cuadro de Control (FCF):** Define la geometría legalmente.
 - 3. Modificadores (MMC):** Convierte variación de tamaño en tolerancia de posición.
- Resumen:** GD&T no busca la pieza perfecta, busca la pieza FUNCIONAL.



GD&T no es una simbología; es un contrato legal y técnico entre Diseño, Manufactura y Calidad.

Resumen de Impacto:

- 1.- Reduce Costos: Aprovecha la tolerancia extra.
- 2.- Globaliza la Producción: Un solo lenguaje para toda la cadena de suministro (OEM-Tiers).
- 3.- Asegura la Función: Las piezas se ensamblan y funcionan como fueron diseñadas.