



**Ángel de Andrés Martínez**

Doctor Ingeniero Industrial del ICAI e Ingeniero Técnico Industrial del ICAI. Actualmente es Profesor Propio del Dpto. de Ingeniería Mecánica.



**Eduardo García Sánchez**

Doctor Ingeniero Industrial del ICAI. Actualmente es profesor propio del Dpto. de Ingeniería Mecánica.



**María Ana Sáenz Nuño**

Licenciada en Ciencias Físicas (Universidad Complutense). Doctora en el ICAI en el año 2002. Actualmente es Profesora del Dpto. de Ingeniería Mecánica.



# Nueva normativa sobre tolerancias dimensionales

## Un diseño nuevo

**Palabras clave:** filosofía GPS, metrología, tolerancias dimensionales.

**Key words:** GPS philosophy, metrology, dimensional tolerances.

### Resumen:

Se está definiendo un lenguaje GPS en la normativa internacional para la caracterización de productos, sin ambigüedades de las exigencias funcionales de los mecanismos, con una base teórica robusta y coherencia global. En esta línea se han redefinido muchos conceptos y reeditado antiguas normas de uso clásico en la industria mecánica. En este artículo se tratan los nuevos aspectos sobre la normativa relacionada con las tolerancias dimensionales.

### Abstract:

*It's defining a GPS language in the International Normative for the product characterization, without any ambiguity in the functional requirements of the mechanisms, with robust and globally coherent theoretical fundamentals. In this line, it's re-defining many concepts and re-edited old classic Normative in the mechanical industry. In this article we develop the new aspects about the Normative which is related with dimensional tolerances.*

Figura 1: Logotipo de la ISA



ISA – The Instrumentation Systems, and Automation Society

### Introducción

Durante el año 2010 se han publicado las nuevas normas UNE EN ISO 286-1 [3] y UNE EN ISO 286-2 [4], que recogen toda la información necesaria para el buen uso y aplicación de las calidades e intervalos de tolerancias dimensionales en las cotas de piezas. Si bien estas normas se basan en lo que se ha venido haciendo clásicamente en la industria, en este artículo presentaremos las modificaciones más relevantes y un formato nuevo en

Figura 2: Intervalos de tolerancia del ISA, según Casillas

Valor en milésimas de milímetro de la Tolerancia **T** fundamental «ISA» para la calidad de trabajo de 1 a 16 para diversos grupos de dimensiones  
**IT = TOLERANCIA DEL «ISA» (Abreviada)**

GRUPO DE DIMENSIONES mm.	CALIDAD															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
De 1 a 3	0,0015	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,014	0,025	0,040	0,060	0,090	0,140	0,250	0,400	0,600
De más 3 a 6	0,0015	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,120	0,180	0,300	0,480	0,750
» 8 a 10	0,0015	0,002	0,003	0,004	0,006	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,150	0,220	0,360	0,580	0,900
» 10 a 18	0,0015	0,002	0,003	0,005	0,008	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,110	0,180	0,270	0,430	0,700	1,100
» 18 a 30	0,015	0,002	0,004	0,006	0,009	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,130	0,210	0,330	0,520	0,840	1,300
» 30 a 50	0,002	0,003	0,004	0,007	0,011	0,016	0,025	0,039	0,062	0,100	0,160	0,250	0,390	0,620	1,000	1,600
» 50 a 80	0,002	0,003	0,005	0,008	0,013	0,019	0,030	0,046	0,074	0,120	0,190	0,300	0,460	0,740	1,200	1,900
» 80 a 120	0,003	0,004	0,006	0,010	0,015	0,022	0,035	0,054	0,087	0,140	0,220	0,350	0,540	0,870	1,400	2,200
» 120 a 180	0,004	0,005	0,008	0,012	0,018	0,025	0,040	0,063	0,100	0,160	0,250	0,400	0,630	1,000	1,600	2,500
» 180 a 250	0,005	0,007	0,010	0,014	0,020	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,290	0,460	0,720	1,150	1,850	2,900
» 250 a 315	0,006	0,008	0,012	0,016	0,023	0,032	0,052	0,081	0,130	0,210	0,320	0,520	0,810	1,300	2,100	3,200
» 315 a 400	0,007	0,009	0,013	0,018	0,025	0,036	0,057	0,090	0,140	0,230	0,360	0,570	0,890	1,400	2,300	3,600
» 400 a 500	0,008	0,010	0,015	0,020	0,027	0,040	0,063	0,097	0,155	0,250	0,400	0,630	0,970	1,550	2,500	4,000

Para trabajos ordinarios en piezas aisladas, tales como laminado estirado, prensado, etcétera.  
 Para trabajos de piezas destinadas a ser acopladas entre ellas.  
 Para trabajos de calibres.  
 Para trabajos de piezas destinadas a ser acopladas entre ellas.

En esta tabla se estiman las tolerancias fundamentales, cuyo ejemplo es el siguiente: Tolerancia en un agujero calidad IT 7 sobre la línea ideal cero, o sea, H 7 y diámetro 200 mm. es = + 0,046 y 0,000.  
 En iguales condiciones el EJE h 6 de 200 mm. diámetro es = - 0,029 y + 0,000.

Figura 3: Tabla ISA de tolerancias

Figura 4: Matriz GPS, vista de conjunto del esquema general GPS

Normas GPS fundamentales	<p><b>Normas GPS globales</b></p> <p>Normas GPS y normas asociadas que influyen sobre algunas o todas las cadenas de normas GPS generales</p>																																				
	<p><b>Matriz GPS general</b></p> <p>Cadenas de normas GPS generales</p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>Cadena Dimensión o Tamaño</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cadena Distancia</td></tr> <tr><td>3</td><td>Cadena Radio</td></tr> <tr><td>4</td><td>Cadena Ángulo</td></tr> <tr><td>5</td><td>Cadena Forma de línea (independiente de una referencia)</td></tr> <tr><td>6</td><td>Cadena Forma de línea (dependiente de una referencia)</td></tr> <tr><td>7</td><td>Cadena Forma de superficie (independiente de una referencia)</td></tr> <tr><td>8</td><td>Cadena Forma de superficie (dependiente de una referencia)</td></tr> <tr><td>9</td><td>Cadena Orientación</td></tr> <tr><td>10</td><td>Cadena Posición</td></tr> <tr><td>11</td><td>Cadena Alabeo circular</td></tr> <tr><td>12</td><td>Cadena Alabeo total</td></tr> <tr><td>13</td><td>Cadena Referencias</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cadena Perfil de rugosidad</td></tr> <tr><td>15</td><td>Cadena Perfil de ondulación</td></tr> <tr><td>16</td><td>Cadena Perfil primario</td></tr> <tr><td>17</td><td>Cadena Defectos superficiales</td></tr> <tr><td>18</td><td>Cadena Aristas</td></tr> </table>	1	Cadena Dimensión o Tamaño	2	Cadena Distancia	3	Cadena Radio	4	Cadena Ángulo	5	Cadena Forma de línea (independiente de una referencia)	6	Cadena Forma de línea (dependiente de una referencia)	7	Cadena Forma de superficie (independiente de una referencia)	8	Cadena Forma de superficie (dependiente de una referencia)	9	Cadena Orientación	10	Cadena Posición	11	Cadena Alabeo circular	12	Cadena Alabeo total	13	Cadena Referencias	14	Cadena Perfil de rugosidad	15	Cadena Perfil de ondulación	16	Cadena Perfil primario	17	Cadena Defectos superficiales	18	Cadena Aristas
	1	Cadena Dimensión o Tamaño																																			
2	Cadena Distancia																																				
3	Cadena Radio																																				
4	Cadena Ángulo																																				
5	Cadena Forma de línea (independiente de una referencia)																																				
6	Cadena Forma de línea (dependiente de una referencia)																																				
7	Cadena Forma de superficie (independiente de una referencia)																																				
8	Cadena Forma de superficie (dependiente de una referencia)																																				
9	Cadena Orientación																																				
10	Cadena Posición																																				
11	Cadena Alabeo circular																																				
12	Cadena Alabeo total																																				
13	Cadena Referencias																																				
14	Cadena Perfil de rugosidad																																				
15	Cadena Perfil de ondulación																																				
16	Cadena Perfil primario																																				
17	Cadena Defectos superficiales																																				
18	Cadena Aristas																																				
<p><b>Matriz GPS Complementaria</b></p> <p>Cadenas de normas GPS complementarias</p> <table border="0"> <tr><td>A.</td><td>Normas sobre tolerancias en procesos específicos</td></tr> <tr><td>A.1</td><td>Cadena Mecanizado</td></tr> <tr><td>A.2</td><td>Cadena Fundición</td></tr> <tr><td>A.3</td><td>Cadena Soldadura</td></tr> <tr><td>A.4</td><td>Cadena Corte térmico</td></tr> <tr><td>A.5</td><td>Cadena Moldeado plástico</td></tr> <tr><td>A.6</td><td>Cadena Recubrimiento metálico y no orgánico</td></tr> <tr><td>A.7</td><td>Cadena Pintura</td></tr> <tr><td>B.</td><td>Normas sobre geometría de productos o componentes particulares</td></tr> <tr><td>B.1</td><td>Cadena Roscas</td></tr> <tr><td>B.2</td><td>Cadena Engranajes</td></tr> <tr><td>B.3</td><td>Cadena Acanaladuras o Chaveteros</td></tr> </table>	A.	Normas sobre tolerancias en procesos específicos	A.1	Cadena Mecanizado	A.2	Cadena Fundición	A.3	Cadena Soldadura	A.4	Cadena Corte térmico	A.5	Cadena Moldeado plástico	A.6	Cadena Recubrimiento metálico y no orgánico	A.7	Cadena Pintura	B.	Normas sobre geometría de productos o componentes particulares	B.1	Cadena Roscas	B.2	Cadena Engranajes	B.3	Cadena Acanaladuras o Chaveteros													
A.	Normas sobre tolerancias en procesos específicos																																				
A.1	Cadena Mecanizado																																				
A.2	Cadena Fundición																																				
A.3	Cadena Soldadura																																				
A.4	Cadena Corte térmico																																				
A.5	Cadena Moldeado plástico																																				
A.6	Cadena Recubrimiento metálico y no orgánico																																				
A.7	Cadena Pintura																																				
B.	Normas sobre geometría de productos o componentes particulares																																				
B.1	Cadena Roscas																																				
B.2	Cadena Engranajes																																				
B.3	Cadena Acanaladuras o Chaveteros																																				

el que se recoge la información más importante y facilita enormemente el uso de las normas.

### Un poco de historia. Tabla de tolera ISA

La ISA fue fundada en 1945 como "The Instrument Society of America" (La Sociedad de Instrumentistas de América) y actualmente ISA es "The Instrumentation, Systems and Automation Society" (La Sociedad para la

Instrumentación de Sistemas y Automatización), lo que le confiere un carácter global.

Desde el principio ha sido una Sociedad creada para fomentar la aplicación de la instrumentación, sistemas computacionales así como sistemas de medición y control para procesos de fabricación y procesos continuos. La Sociedad es una organización educacional de carácter no lucrativo, que brinda beneficios a alrededor de

Figura 5: Logo de ISO



40.000 miembros en todo el mundo. Se reconoce a nivel mundial como la organización profesional líder de los especialistas de la instrumentación. Está integrada por ingenieros, científicos, técnicos, educadores, proveedores, gerentes y estudiantes, quienes diseñan, utilizan o venden los sistemas de Instrumentación y Control.

La Sociedad realiza una amplia gama de actividades que ofrece a sus miembros la oportunidad para la frecuente interacción con otros especialistas de la instrumentación en sus comunidades. Mediante la participación en las diferentes divisiones ISA, los miembros comparten ideas y experiencias con colegas alrededor del mundo. Estas divisiones se clasifican temáticamente en ciencias e industrias que representan a las distintas ramas de trabajo, dentro de la tecnología de la instrumentación y el control industrial (ver Divisiones de ISA).

Recogiendo la experiencia de la industria, ISA publicó unas tablas que mostraban los intervalos de tolerancias más utilizados en la industria, tal y como se recoge en el "Manual que Máquinas. Cálculo de taller" de A. L. Casillas [1], y que sirvió de referencia durante muchos años. En dicho sistema, se contemplaban 16 intervalos de calidad para unas dimensiones nominales entre 1 y 500 mm, y con unos valores que se ajustaban a las posibilidades en la fabricación y control de aquel momento.

Aunando dicha información con la posición de cada intervalo de tolerancia, en la Universidad Pontificia de Comillas, se vino trabajando con un formato más práctico y que es el que se adjunta:

Durante más de 10 años esta tabla ha servido de material de estudio a los alumnos de Ingeniería Industrial, siendo un apoyo significativo y eficaz. De la experiencia acumulada por los

Figura 6: Tabla según UNE EN ISO286-1/2

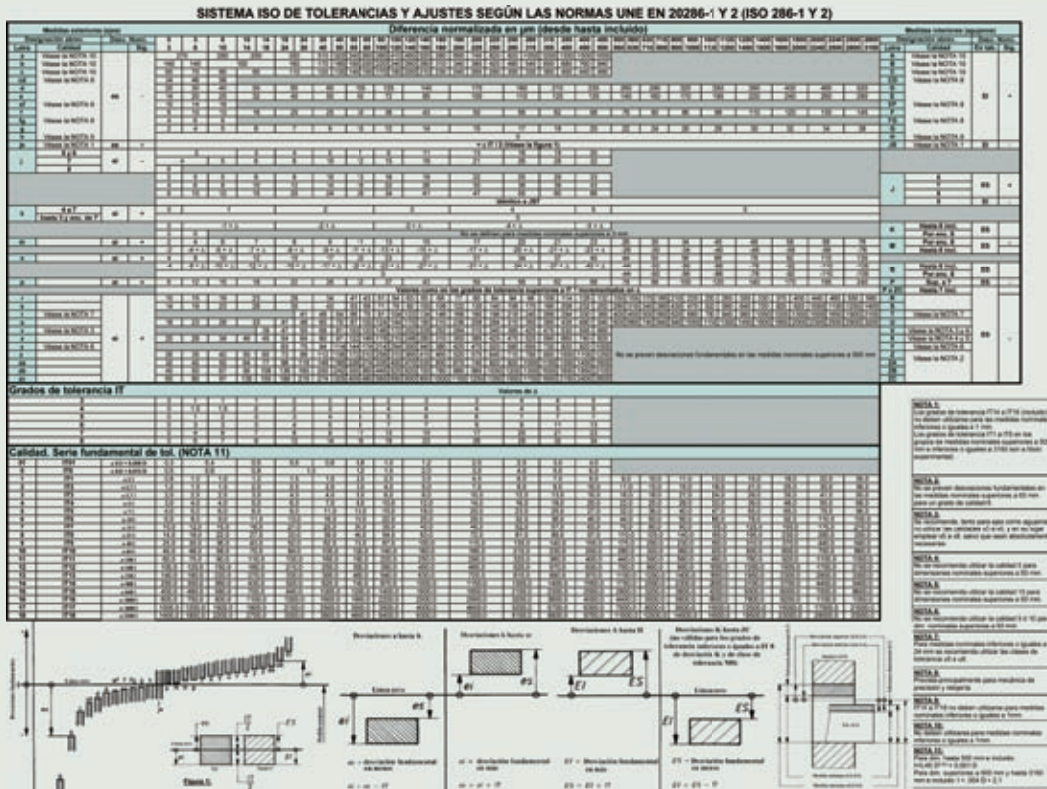


Figura 7: Cálculo del IT asociado a la calidad 9

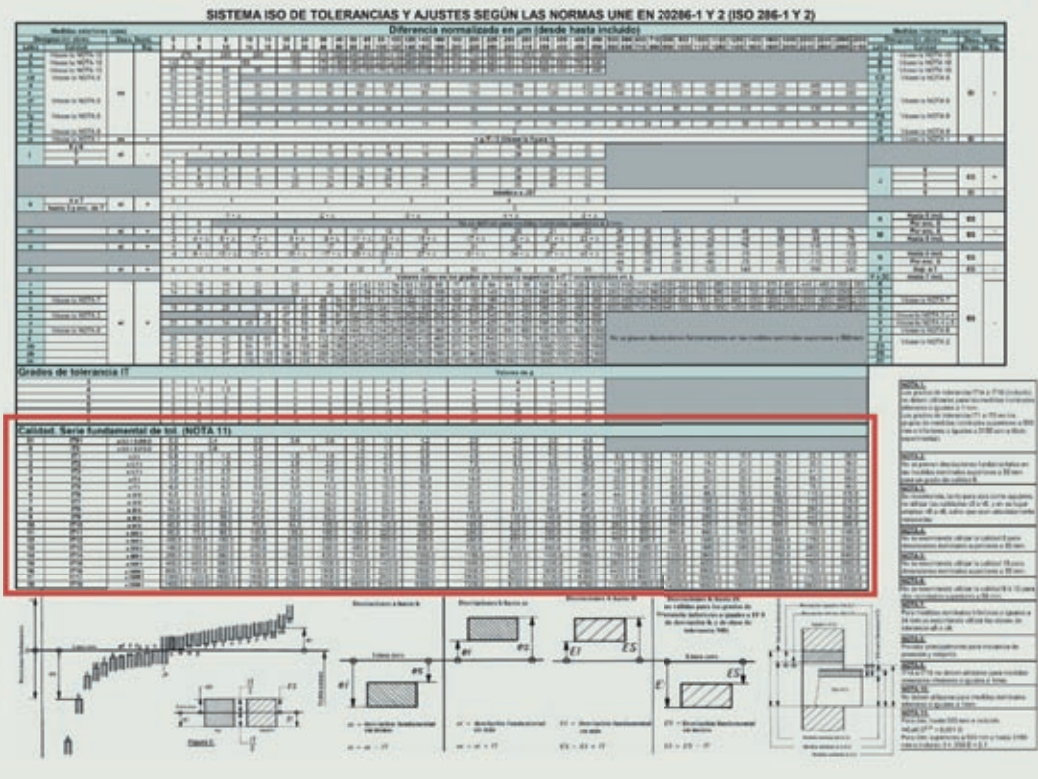


Figura 8: Cálculo del IT asociado a la calidad

14	1
18	2
290	

Calidad. Serie fundamental de tol. (NOTA 11)					
01	IT01	$\pm 0.3 + 0.008 D$	0.3	0.4	0.5
0	IT0	$\pm 0.5 + 0.012 D$	0.5	0.6	0.8
1	IT1	$\pm 1$	0.8	1.0	1.2
2	IT2	$\pm 1.5$	1.2	1.5	2.0
3	IT3	$\pm 2$	2.0	2.5	3.0
4	IT4	$\pm 3$	3.0	4.0	5.0
5	IT5	$\pm 4$	4.0	5.0	6.0
6	IT6	$\pm 6$	6.0	8.0	11.0
7	IT7	$\pm 10$	10.0	12.0	18.0
8	IT8	$\pm 15$	15.0	18.0	27.0
9	IT9	$\pm 25$	25.0	30.0	43.0
10	IT10	$\pm 30$	30.0	40.0	50.0
11	IT11	$\pm 50$	50.0	75.0	110.0
12	IT12	$\pm 80$	100.0	120.0	180.0
13	IT13	$\pm 120$	140.0	180.0	270.0
14	IT14	$\pm 180$	250.0	300.0	430.0
15	IT15	$\pm 270$	400.0	480.0	700.0
16	IT16	$\pm 400$	600.0	750.0	1100.0
17	IT17	$\pm 600$	1000.0	1200.0	1800.0
18	IT18	$\pm 900$	1400.0	1800.0	2700.0

profesores del área de Metrología Dimensional principalmente, se decidió actualizar la documentación a la nueva normativa ISO, pero manteniendo el formato anterior; que había demostrado sobradamente su validez pedagógica.

**El relevo: ISO**

La universidad, a través de los autores de este artículo, participa y representa a España en el Comité de Normalización ISO/TC 213: “Geometrical Product Specification and Verification”, donde se desarrolla la normalización relativa a las tolerancias dimensionales, geométricas y microgeométricas entre otras.

Todas ellas se basan en el concepto GPS, *Geometrical Product Specification*, cuya filosofía se fundamenta en los siguientes pilares, tal y como se recoge en [2]:

- Cubrir varios tipos de normas: algunas de ellas se ocupan de reglas

Figura 9: Posición del IT asociado a la calidad 9

**SISTEMA ISO DE TOLERANCIAS Y AJUSTES SEGÚN LAS NORMAS UNE EN 20286-1 Y 2 (ISO 286-1 Y 2)**

The chart displays the relationship between tolerance grades (IT) and quality grades (IT) for various diameters. It includes a grid for tolerance grades (IT) and quality grades (IT) across various diameters. Below the grid are diagrams illustrating different fit types: H7/g6, H7/h6, H7/k6, and H7/p6. Each diagram shows the tolerance zones for the hole and shaft, with labels for maximum and minimum limits (ES, EI, fs, fs\_min).

Figura 10: Posición D del IT asociado a la calidad 9

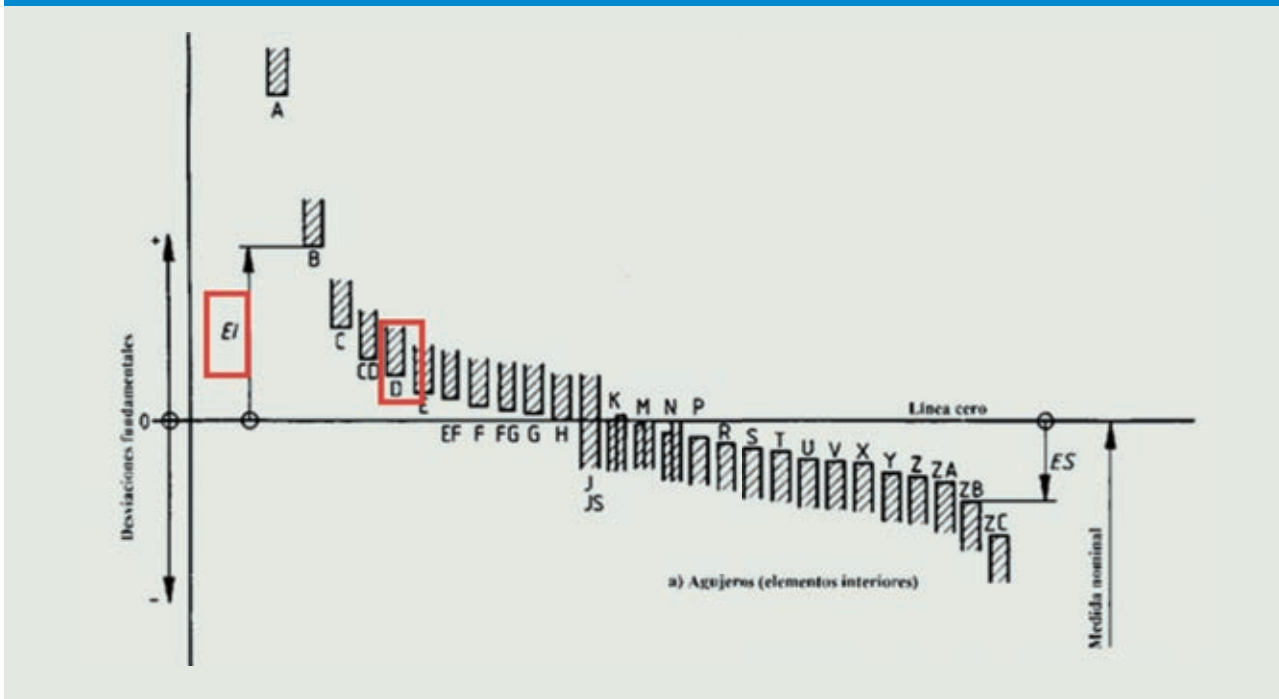


Figura 11: Posición D del IT asociado a la calidad 9

**SISTEMA ISO DE TOLERANCIAS Y AJUSTES SEGÚN LAS NORMAS UNE EN 20286-1 Y 2 (ISO 286-1 Y 2)**

*Diferencia normalizada en  $\mu m$  (desde hasta inclusive)*

Grado de tolerancia	Tolerancia superior $h$ (desde hasta inclusive)										Tolerancia inferior $h$ (desde hasta inclusive)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
IT 1	0.012	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.045	0.055	0.070	0.090	0.012	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.045	0.055	0.070	0.090

Grados de tolerancia IT: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

**Calidad, Serie fundamental de tol. (NOTA 11)**

Grado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IT	0.012	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.045	0.055	0.070	0.090	0.115	0.145	0.185	0.235	0.295	0.370	0.460	0.570

Diagramas de ajuste: Sección transversal de un eje (hombro) en un agujero (caja) mostrando las desviaciones fundamentales EI, ES y IT. Incluye fórmulas para el ajuste:  $IT = ES - EI$ . Se muestran ejemplos de ajustes: ajuste a juego (IT 11-12), ajuste ligero (IT 7-9), ajuste normal (IT 6-8), ajuste apretado (IT 1-5).

Figura 12: Posición D del IT asociado a la calidad 9

Diferencia normalizada en $\mu m$ (desde hasta incluido)																				Medidas interiores (aproximadas)		
																				Longitudinal	Diámetro	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2

básicas de las especificaciones (normas GPS fundamentales), otras de principios y definiciones globales (normas GPS globales), y otras se ocupan directamente de las características geométricas (normas GPS generales y complementarias, véase figura 4).

- Cubrir varios tipos de características geométricas, tales como dimensión o tamaño, distancia, ángulo, forma, situación, orientación, rugosidad, etc. (véanse las cadenas de normas GPS generales, numeradas del 1 al 17 en la figura 4).

- Estudiar las características de las piezas (sistemas de tolerancias) como resultado de diferentes procesos de fabricación, y de las características de productos (componentes) específicos (véanse las cadenas de normas GPS complementarias numeradas desde A1 hasta A7 y desde B1 hasta B3 en la figura 4).
  - Intervenir en las diversas etapas de desarrollo de un producto: diseño, fabricación, metrología, aseguramiento de la calidad, etc.
- Los cuatro tipos diferentes de normas GPS forman lo que se denomina *matriz GPS*.

Esta matriz permite una clasificación rápida de la normativa y un acceso a la información muy interesante.

En esta línea se han introducido conceptos nuevos como el de operador (distinto al de operario), operación, modelo de piel, etc., que si bien, muchos ya se venían manejando en la industria, la normativa no se había hecho eco de estas tendencias hasta ahora, de ahí el interés de seguir muy de cerca esta nueva normalización.

Las nuevas normas clasificadas y editadas bajo esta filosofía son documentos completos, autosuficientes

Figura 14: Cálculo del IT asociado a la calidad 9

The document contains several tables and notes. Key elements include:

- Table 1: Medidas exteriores (Series).** A table with columns for nominal size (1 to 2500) and tolerance grades (IT01 to IT18).
- Table 2: Medidas interiores (Series).** A table with columns for nominal size (1 to 2500) and tolerance grades (IT01 to IT18).
- Table 3: Tolerancias fundamentales en micras.** A table with columns for nominal size (1 to 2500) and tolerance grades (IT01 to IT18).
- Handwritten calculations:** Examples showing how to determine IT9 for a nominal size of 25 micras. For example,  $IT_9 = 16 + 10 = 26 \mu m$ .
- Notes:** Explanatory text regarding the application of the tables and the relationship between nominal size, tolerance grade, and tolerance.

Figura 15: Cálculo del IT asociado a la calidad 9

		<table border="1"><tr><td>10</td><td>14</td></tr><tr><td>a</td><td>a</td></tr><tr><td>14</td><td>18</td></tr></table>				10	14	a	a	14	18
10	14										
a	a										
14	18										
Calidad	Sete fundamental de Tolerancias	Tolerancias en i									
1	IT1	15	1.5	1.5	1.5						
2	IT2	2	2	2	2						
3	IT3	3	3	3	3						
4	IT4	4	4	4	5						
5	IT5	≈ 7	6	5	6						
6	IT6	10	7	8	9						
7	IT7	16	9	12	15						
8	IT8	25	14	18	22						
9	IT9	40	25	30	36						
10	IT10	60	40	50	60						

Figura 16: Posición del IT asociado a la calidad 9

The image shows a page from the ISO 286-1 standard, titled "Tolerancias I.S.A. Cuadro general TABLA I". It includes a normal distribution curve in the top left, a table of tolerance values for various grades (IT01 to IT18) and diameters, and several notes explaining the use of the tables. A red box highlights the normal distribution curve and the tolerance table for IT9.

**Tolerancias I.S.A. Cuadro general TABLA I**

**Medidas exteriores (mm)**

Grado de precisión	Tolerancia superior	Tolerancia inferior
IT01	0.005	-0.005
IT02	0.006	-0.006
IT03	0.007	-0.007
IT04	0.008	-0.008
IT05	0.009	-0.009
IT06	0.010	-0.010
IT07	0.012	-0.012
IT08	0.015	-0.015
IT09	0.020	-0.020
IT10	0.025	-0.025
IT11	0.030	-0.030
IT12	0.035	-0.035
IT13	0.045	-0.045
IT14	0.060	-0.060
IT15	0.090	-0.090
IT16	0.140	-0.140
IT17	0.220	-0.220
IT18	0.350	-0.350

**Medidas interiores (mm)**

Grado de precisión	Tolerancia superior	Tolerancia inferior
IT01	0.005	-0.005
IT02	0.006	-0.006
IT03	0.007	-0.007
IT04	0.008	-0.008
IT05	0.009	-0.009
IT06	0.010	-0.010
IT07	0.012	-0.012
IT08	0.015	-0.015
IT09	0.020	-0.020
IT10	0.025	-0.025
IT11	0.030	-0.030
IT12	0.035	-0.035
IT13	0.045	-0.045
IT14	0.060	-0.060
IT15	0.090	-0.090
IT16	0.140	-0.140
IT17	0.220	-0.220
IT18	0.350	-0.350

**Medidas exteriores (mm)**

Grado de precisión	Tolerancia superior	Tolerancia inferior
IT01	0.005	-0.005
IT02	0.006	-0.006
IT03	0.007	-0.007
IT04	0.008	-0.008
IT05	0.009	-0.009
IT06	0.010	-0.010
IT07	0.012	-0.012
IT08	0.015	-0.015
IT09	0.020	-0.020
IT10	0.025	-0.025
IT11	0.030	-0.030
IT12	0.035	-0.035
IT13	0.045	-0.045
IT14	0.060	-0.060
IT15	0.090	-0.090
IT16	0.140	-0.140
IT17	0.220	-0.220
IT18	0.350	-0.350

**Medidas interiores (mm)**

Grado de precisión	Tolerancia superior	Tolerancia inferior
IT01	0.005	-0.005
IT02	0.006	-0.006
IT03	0.007	-0.007
IT04	0.008	-0.008
IT05	0.009	-0.009
IT06	0.010	-0.010
IT07	0.012	-0.012
IT08	0.015	-0.015
IT09	0.020	-0.020
IT10	0.025	-0.025
IT11	0.030	-0.030
IT12	0.035	-0.035
IT13	0.045	-0.045
IT14	0.060	-0.060
IT15	0.090	-0.090
IT16	0.140	-0.140
IT17	0.220	-0.220
IT18	0.350	-0.350

**Observaciones:**

1) La tolerancia indicada en la tabla para la calidad IT9 y el campo de medida es sólo provisional.

2) Las tolerancias citadas rigen también para el caso de un valor de media  $\mu = 0$  o  $\pm 0.5$  mm.



Figura 17: Posición D del IT asociado a la calidad 9

Figura 18: Posición D del IT asociado a la calidad 9

Diferencia normalizada en micras																		Meo				
Región de medidas nominales																			Desi			
Mas de																		Letra				
10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280		315	355	400	450
14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	
290	300	310	320	340	360	380	410	460	520	580	660	740	820	920	1050	1200	1350	1500	1650		A	
150	160	170	180	190	200	220	240	260	280	310	340	380	420	480	540	600	680	760	840		B	
95	110	120	130	140	150	170	190	200	210	230	260	280	300	330	360	400	440	480			C	
50	65	80		100		120		145		170		190		210		230						D

y homogéneos, que aunque optimizables, constituyen una aproximación muy adecuada a una problemática que hasta el momento se había abordado muy tímidamente.

Las normas UNE EN ISO 286-1/2 Especificación geométrica de productos

(GPS) – Sistema ISO para las tolerancias dimensionales [3] y [4], publicadas durante 2010, están desarrolladas bajo esta filosofía, además de incluir nuevos intervalos de tolerancia y contemplar dimensiones superiores a los 500 mm. En la matriz GPS de la figura 4, estas

normas afectan al eslabón I de las cadenas de normas generales sobre dimensión o tamaño, distancia y radio.

Al ampliarse el rango de dimensiones a las que aplicarlo se contemplan dimensiones desde 0 mm hasta 3.150 mm, y calidades desde 00 hasta 18. Con ello

se da respuesta a nuevos métodos y un margen mucho más amplio de dimensiones.

También se han modificado los valores de los intervalos de tolerancia que anteriormente se venían utilizando, pues los métodos actuales son más precisos y versátiles.

### Una nueva herramienta. Formato tabulado de la información ISO

Después de años de experiencia se ha concluido, en el área de Metrología Dimensional de la Universidad, que el formato de la figura 3 resulta no sólo pedagógicamente muy útil, sino que ha demostrado ser parte del material de bolsillo de los ingenieros en su labor diaria. Por ello, se decidió adecuar la nueva información publicada en un formato similar. Evidentemente, esta nueva tabla no pretende sustituir a la normativa, sino que es una herramienta más que facilita el trabajo con las normas. No es lo mismo manejar dos normas que suman un total de 50 + 57 páginas, que una tabla resumen en formato A3.

Si bien el manejo de la tabla resulta prácticamente inmediato para todos aquéllos que están habituados al uso de las tolerancias dimensionales, se ha tomado la libertad de incluir un ejemplo que muestra cómo utilizar dicha tabla y comparar con el resultado obtenido si se siguiera con el sistema ISA.

### Manual de uso de la tabla ISO

Se describe el modo de utilización mediante el cálculo de la tolerancia asociada a la cota 15 D9 de un agujero.

#### Tabla ISO. Cálculo de la tolerancia 15 D9

De aquí en adelante se utilizará una imagen reducida de la figura 6 para simplificar:

Pasos a realizar:

**1. Búsqueda del intervalo de tolerancia asociado a la calidad 9 para una dimensión de 15 mm, en la zona de la tabla indicada en la figura 7.**

Para un IT9 y una dimensión entre 14 y hasta incluido 18 mm, resulta un IT de 43 µm.

## “La utilización de intervalos de tolerancia normalizados conduce a una reducción de costes y al equilibrio económico óptimo”

**2. Determinar la posición de la zona de tolerancia D.** En la tabla se muestra sólo la gráfica para posiciones en ejes para simplificar, dado que es simétrico con respecto al eje horizontal. En la norma, evidentemente se recogen los dos casos, pero no hay que olvidar que este es un formato que busca la simplicidad y facilidad de manejo.

Con ello se recurre a la gráfica de la tabla, figura 9 y usando dicha información o su simétrica (figura 10), se obtendría que la posición es la que se recuadra en la última figura.

De esta figura, se concluye que en la tabla superior se suministrará la Di o Ei de la cota que interesa.

**3. Buscar la Di en la parte superior de la tabla** (véanse la figura 11 y 12).

Resultando Di = 50 µm.

**4. Expresar el valor de la cota con su tolerancia.**

**3. Buscar la Di en la parte superior de la tabla** (véanse la figura 17 y 18).

Resultando Di = 50 µm.

**4. Expresar el valor de la cota con su tolerancia.**

### Conclusiones

El uso del sistema ISA o ISO es perfectamente válido siempre y cuando se especifique adecuadamente cuál es el utilizado, de manera que no dé lugar a confusión, y en algunos casos el resultado es el mismo tal y como demuestra el ejemplo anterior:

Se recomienda la utilización de intervalos de tolerancia normalizados pues, conducirá a:

– Una reducción de costes, hasta ahora causados por la fabricación de piezas inadecuadas, consecuencia de una especificación incompleta.

– Al equilibrio económico óptimo entre la especificación, fabricación y verificación.

– Una ventaja competitiva en el mercado internacional.

Si además se utiliza el formato de la tabla anterior en A3 o incluso A2 se obtendrá:

– Un manejo más rápido y eficaz de las normas.

– Una accesibilidad a la información relevante.

– Una facilidad en la programación de la obtención de las tolerancias. ■

Figura 13: Intervalo de tolerancia ISO para 15 D9

93 µm  
15 50 µm

#### Tabla ISA. Cálculo de la tolerancia 15 D9

De aquí en adelante se utilizará una imagen reducida de la figura 3 para simplificar:

Pasos a realizar:

**1. Búsqueda del intervalo de tolerancia asociado a la calidad 9 para una dimensión de 15 mm, en la zona de la tabla indicada en la figura 14.**

Para un IT9 y una dimensión entre 14 y 18 mm, resulta un IT de 43 µm.

**2. Determinar la posición de la zona de tolerancia D.** Con ello se recurre a la gráfica de la tabla, figura 16. Usando dicha información se obtendría que la posición es la que se recuadra en la última figura.

De esta figura se concluye que en la tabla se suministrará la Di o Ei de la cota que interesa.

### Bibliografía

- [1] *Manual que Máquinas. Cálculo de taller* de A. L. Casillas.
- [2] ISO/TR 14638:1995, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Masterplan*.
- [3] UNE EN ISO 286-1: 2010, *Especificación geométrica de productos (GPS) – Sistema ISO para las tolerancias dimensionales. Parte 1: Base de tolerancias, desviaciones y ajustes*.
- [4] UNE EN ISO 286-2: 2010 *Especificación geométrica de productos (GPS) – Sistema ISO para las tolerancias dimensionales. Parte 2: Tablas de las clases de tolerancia normalizadas y desviaciones límite para agujeros y ejes*.