

# EVALUACIÓN DIMENSIONAL MEDIANTE TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA EN UNA PIEZA DE RESINA COMPUESTA

S. Ontiveros Zepeda<sup>1</sup>, J. Yagüe Fabra<sup>2</sup>, R. Jiménez Pacheco<sup>3</sup>, D. Acosta Higuera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Ingeniería Industrial. Universidad Autónoma de Baja California.

<sup>2</sup>Dpto. de Ingeniería de Diseño y Fabricación. Universidad de Zaragoza.

<sup>3</sup>Centro Universitario de la Defensa.

<sup>4</sup>Dpto. de Ingeniería de Diseño y Fabricación. Universidad de Zaragoza.

Boulevard Universidad 1 San Fernando, 21460 Tecate, Baja California México.

(01 665) 654 33 40 - sinue.ontiveros@uabc.edu.mx

**Resumen:** La Tomografía Computarizada (TC) es una tecnología que cada vez es más utilizada en aplicaciones metrológicas. Sin embargo, tiene numerosos y complejos factores de influencia que afectan la precisión de las mediciones. Dos de los más importantes, por tener gran impacto directo en las mediciones finales, son la determinación del umbral y el cálculo del factor de escala. En esta investigación se ha planteado como objetivo principal evaluar la precisión de las mediciones en una pieza de resina compuesta. Basado en el análisis de los resultados, se ha demostrado que los métodos utilizados mejoran de manera significativa la precisión.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Tomografía Computarizada (TC) es una tecnología que cada vez es más utilizada en aplicaciones metrológicas. Debido a sus características, la TC se convierte en la única tecnología disponible para llevar a cabo análisis dimensional de geometrías internas o sin accesibilidad sin la necesidad de destruir o seccionar una pieza de trabajo. Sin embargo, tiene numerosos y complejos factores de influencia que afectan la precisión de las mediciones. Además, no cuenta con procedimientos de medición y de cálculo de las incertidumbres estandarizados.

Dentro de los numerosos factores de influencia, dos de los más importantes, por tener gran impacto directo en las mediciones finales, son la determinación del umbral y el cálculo del factor de escala.

Existen algunos trabajos en los que se han llevado a cabo calibraciones de valor de umbral para materiales específicos [1], tal y como ocurre en el área de medicina con el cuerpo humano. Sin embargo, esto es prácticamente imposible en la industria debido a la precisión exigida y a la gran variedad de materiales y geometrías que existen.

En esta investigación se plantea como objetivo principal evaluar la precisión de las mediciones en una pieza de resina compuesta. Para fines de este estudio se ha utilizado una máquina de TC no especializada en aplicaciones metrológicas con una

fente de haz cónico. Por esta razón se han utilizado métodos para determinar de forma precisa el valor de umbral y para realizar una eficaz corrección del factor de escala.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Sistema de Tomografía Computarizada

Es un sistema de Micro-TC de haz cónico de la marca General Electric que no está específicamente diseñado para aplicaciones metrológicas. Cuenta con una fuente de rayos X que tiene un rango de potencia que va desde 50 hasta 90kV, una resolución (tamaño de píxel mínimo) de 8 $\mu$ m y un volumen de trabajo cilíndrico de 44mm de diámetro por 56mm de altura. En la Tabla 1 se presentan los parámetros de exploración para la pieza de trabajo.

Parámetro	Ajuste
Voltaje	45kV
Corriente	120 $\mu$ A
Ángulo de incremento	0,4 grad.
Tamaño de vóxel	47 $\mu$ m

**Tabla. 1.** Parámetros de exploración.

### 2.2. Pieza de trabajo

La pieza consiste en un patrón ranurado. Está fabricado de una resina compuesta que es utilizado

en aplicaciones dentales (Figura 1). En esta pieza se han verificado las siguientes dimensiones: La distancia entre cada una de las ranuras (R) y la distancia entre cada almenar (A). Cada ranura y almenar tiene una distancia nominal de 2mm. Esta pieza fue calibrada utilizando una máquina de medir por coordenadas de la marca Carl Zeiss, que tiene volumen de medición de 850mm x 700mm x 600mm, una resolución de 0,1µm y un MEP longitudinal de 2,30µm + (L/300)µm (L en mm).

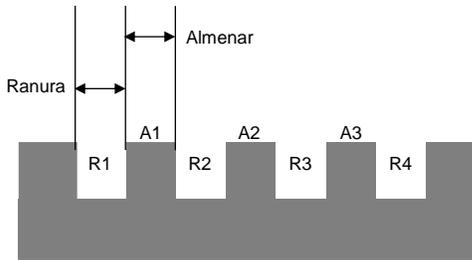


Fig. 1. Pieza de trabajo.

**3. RESULTADOS**

Los procedimientos utilizados para realizar la determinación del umbral y para la corrección del factor de escala se explican a detalle en [2]. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la desviación de la medición con respecto a la referencia antes y después de la corrección para la dimensión de la ranura (R) de la pieza patrón 3. Se puede observar que la desviación máxima absoluta antes de la corrección es de alrededor de 149µm y después de la corrección es de 6,8µm, mientras que el porcentaje máximo de la desviación con respecto a la dimensión antes de la corrección es del 7,51% y después de la corrección es del 0,34%.

Ranura	Desviaciones respecto a ref. antes de corrección		Desviaciones respecto a ref. después de corrección	
	(µm)	(%)	(µm)	(%)
R1	-36,0	1,81	6,8	0,34
R2	32,4	1,63	3,6	0,18
R3	90,6	4,57	5,5	0,28
R4	149	7,51	2,5	0,13

Tabla. 2. Resultados Ranura.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la desviación de la medición para la

dimensión del almenar (A). Se puede observar que la desviación máxima absoluta y el porcentaje de desviación con respecto a la dimensión de referencia disminuyen significativamente de 534µm a -4,0µm y del 27,05% al 0,20% respectivamente.

Almenar	Desviaciones respecto a ref. antes de corrección		Desviaciones respecto a ref. después de corrección	
	(µm)	(%)	(µm)	(%)
A1	534	27,05	-3,3	0,17
A2	473	23,98	-4,0	0,20
A3	411	20,83	-0,8	0,04

Tabla. 3. Resultados Almenar.

**4. DISCUSION**

Se ha demostrado que los métodos de corrección de factor de escala y de determinación del umbral basados en el método del umbral local mejoran de manera significativa la precisión de las mediciones en una pieza de trabajo con las características de la utilizada en este trabajo.

**5. CONCLUSIONES**

Se ha demostrado que un sistema no especializado en aplicaciones metrologías puede ser utilizado para estos fines, siempre y cuando se utilicen métodos de determinación de umbral y corrección de factor de escala pertinentes.

**REFERENCIAS**

[1] M. Haitham, Y. Ohtake, H. Suzuki. Segmentation of multi-material CT data of mechanical parts for extracting boundary surfaces. Computer-Aided Design, Vol. 42/2, pag. 118–128, 2010.

[2] R. Jiménez, S. Ontiveros, S. Carmignato, J.A. Yagüe-Fabra. Fundamental correction strategies for accuracy improvement of dimensional measurements obtained from a conventional micro-CT cone beam machine. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Vol. 6-2, pag.143–148, 2013.