

INTRODUCCIÓN

Objetivo:

Determinar la incidencia de la **velocidad de avance**, **profundidad de corte y velocidad de husillo** en la **rugosidad superficial** en el proceso de torneado mediante la experimentación para la o las mejores variantes de los aceros AISI4140 y AISI4340.

Por qué AISI4140 y AISI4340 ?

VCL

AISI : 4140

DIN : 42 Cr Mo 4

W N°: 1.7223/25

Tipo de aleación promedio : C 0,41 Cr 1,1 Mo 0,2 Si 0,2 Mn 0,7 %
 Color de identificación : Verde - Blanco
 Estado de suministro : Bonificado 250 - 350 HB Típico. Ver tabla inf.
 Largo estándar : 3,5 - 6 metros.

Acero especial de bonificación con aleación de cromo molibdeno.

Muy resistente a la tracción y a la torsión, como también a cambios de flexión. Se suministra en estado bonificado, lo que permite, en la mayoría de los casos, su aplicación sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de dimensiones medianas, con grandes exigencias en las propiedades arriba mencionadas y también ciertos elementos para la construcción de motores, engranajes, pernos, tuercas, pinos, émbolos, árboles de transmisión, ejes, cañones de armas para la cacería.



ACEROS ESPECIALES

ACEROS BONIFICADOS

Acero AISI 4340

EQUIVALENCIAS:

BÖHLER:	V155
IBCA:	705
UDDEHOLM:	--
DIN:	34CrNiMo4
No. Mat.	1.6565

Tipo de aleación:

C 0.40 Si 0.20 Mn 0.60 Cr 1.00 Mo 0.20 Ni 1.50 %

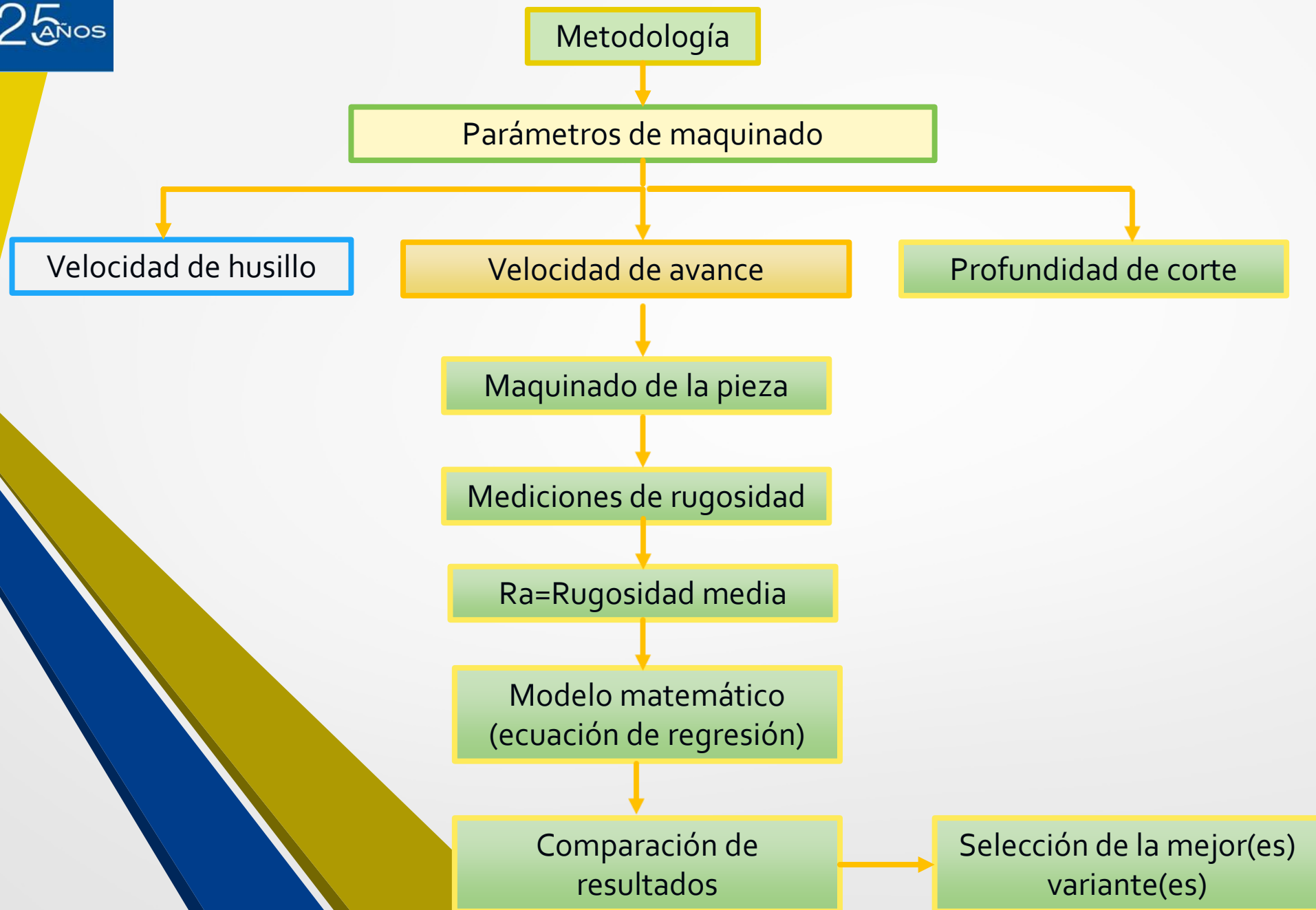
Estado de suministro: Bonificado 29 – 34 HRC



PROPIEDADES – APLICACIONES

Acero bonificado al cromo – níquel – molibdeno de alta resistencia mecánica y tenacidad en estado bonificado. Excelente resistencia a la fatiga y torsión. Resistente a la fragilidad de revenido por su aleación de molibdeno. Alta templabilidad.

Para la fabricación de elementos de maquinaria de grandes secciones altamente exigidos, como son: ejes, piñones, pernos grado 6, rotores, levas, bridas de alta presión, piezas de maquinaria pesada, etc.



Método

- Empírico / experimental (se recoge una cantidad de datos tal que la confiabilidad de los resultados es del 95%)
- Explicativo (describe paso a paso el proceso de preparación de probetas, recopilación y análisis de datos)
- Cuantitativo (modelo matemático)

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO

TRABAJOS PREVIOS

Kumart, Singh, &
Kalsi (2016)

Enfocado al
desgaste de la
herramienta,
Incluye lubricación
(MQL, minimum
quantity
lubrication)

Costo añadido por
lubricación.

Pedraza et al.
(2011)

4140
exclusivamente,
Incluye lubricación
Costo añadido por
lubricación.

Vargas et al (2014)

4140
exclusivamente,
Continuación del
trabajo anterior

Mayores
velocidades de
husillo (CNC)
No lubricación.

Hazza et al. (2013)

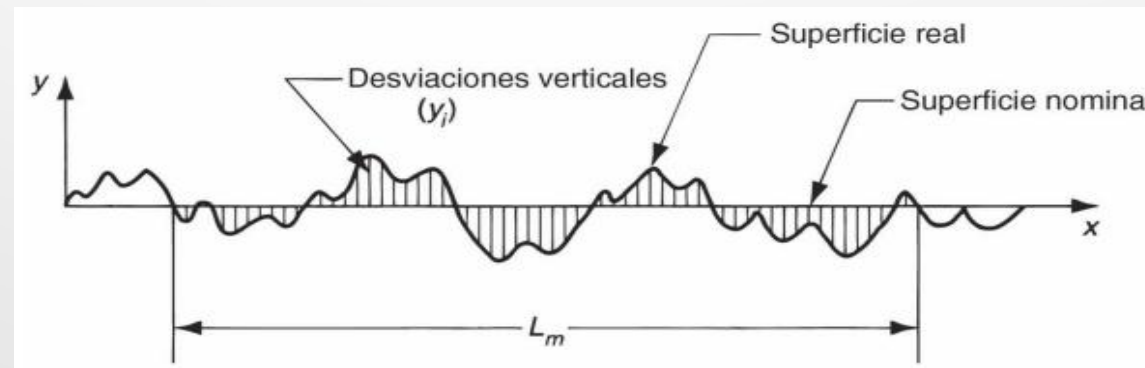
4340
exclusivamente,
Mantiene
profundidad de
corte, cambia
ángulo de ataque
de herramental

Enfocado al
desgaste de la
herramienta.

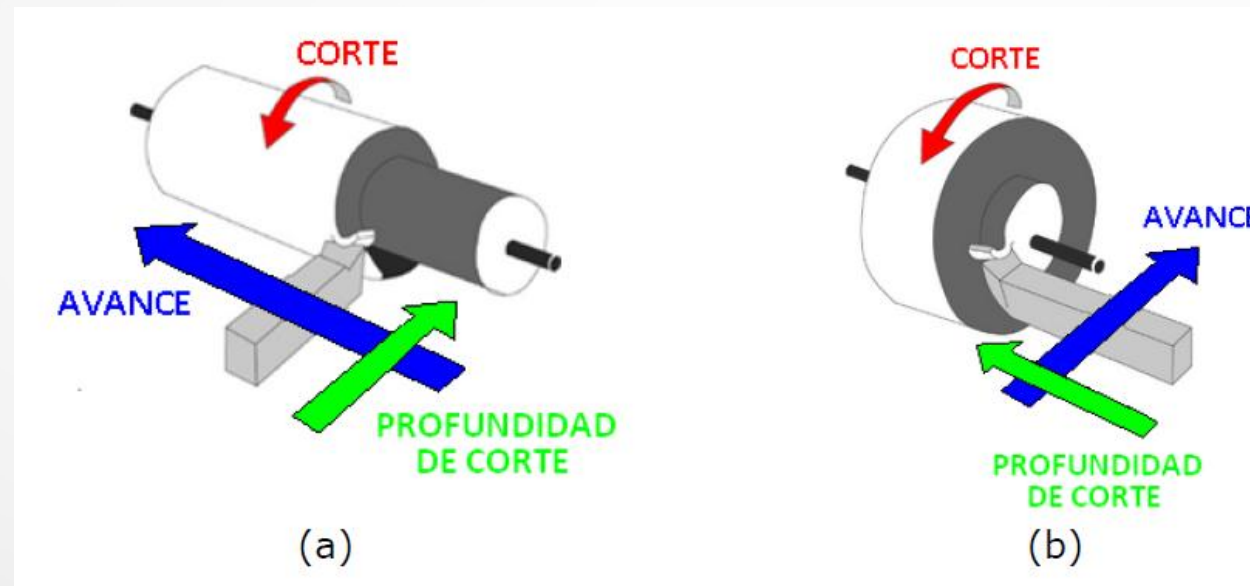
RUGOSIDAD

$$Ra = \int_0^{lm} \frac{[y]}{lm} dx$$

- Ra = Media aritmética de la rugosidad
- y = Desviación vertical
- Lm = Distancia medida

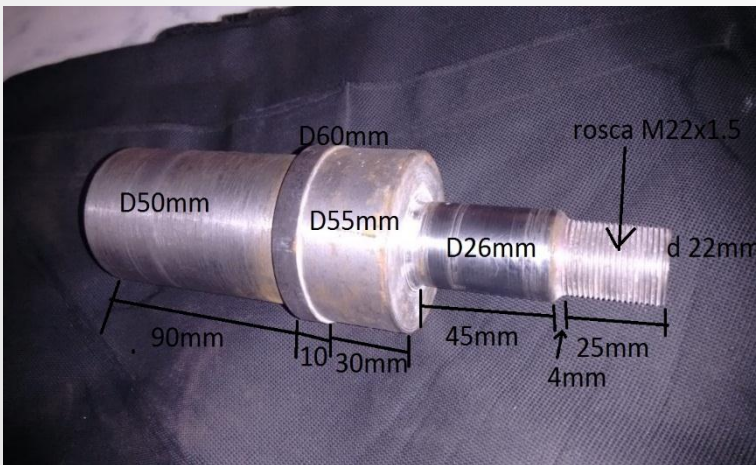


Experimento



Proceso de Torneado a) Cilindrado, b) Refrentado. Tomado de (Pusey, 2013)

ENFOQUE



MODELO PUNTA EJE POSTERIOR DE AUTO



MODELO PUNTA EJE POSTERIOR DE AUTO

Variables Independientes

Velocidad de husillo	Rpm
V_1	450
V_2	645

Velocidad de Avance	mm/revolución
Avance1	0,1
Avance2	0,2

Profundidad del Corte	Mm
Profundidad 1	0,3
Profundidad 2	0,6
Profundidad 3	1

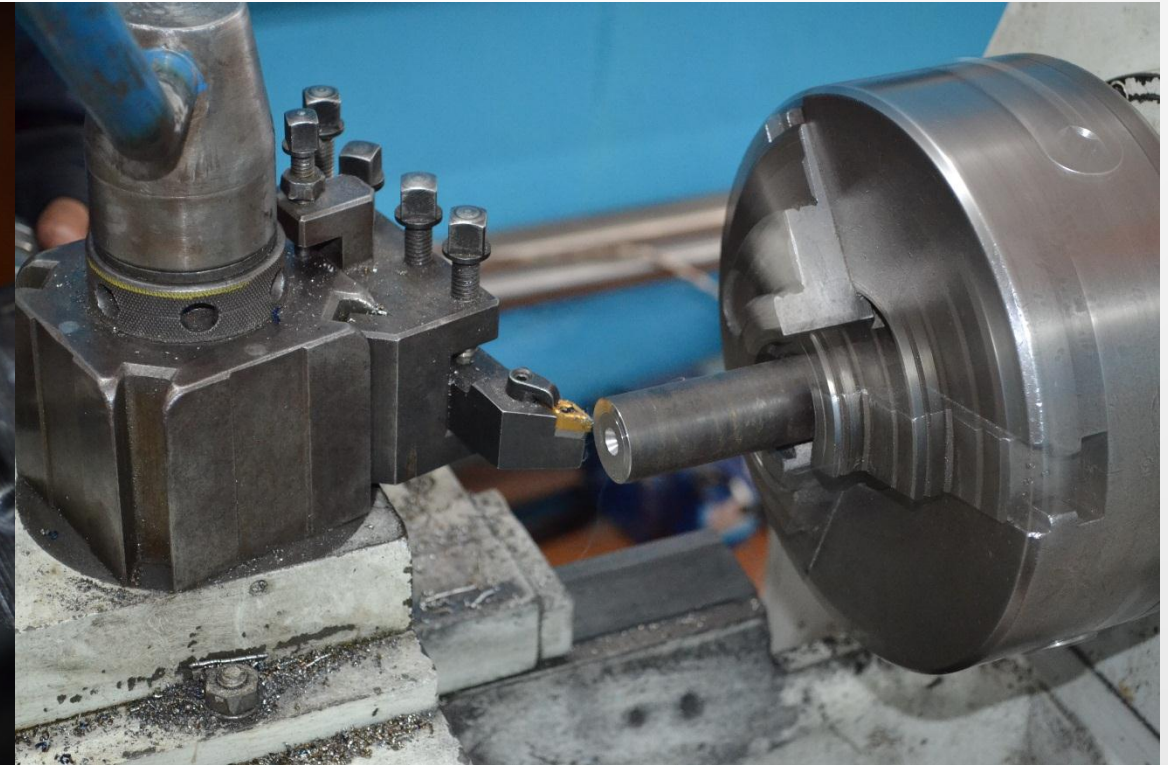
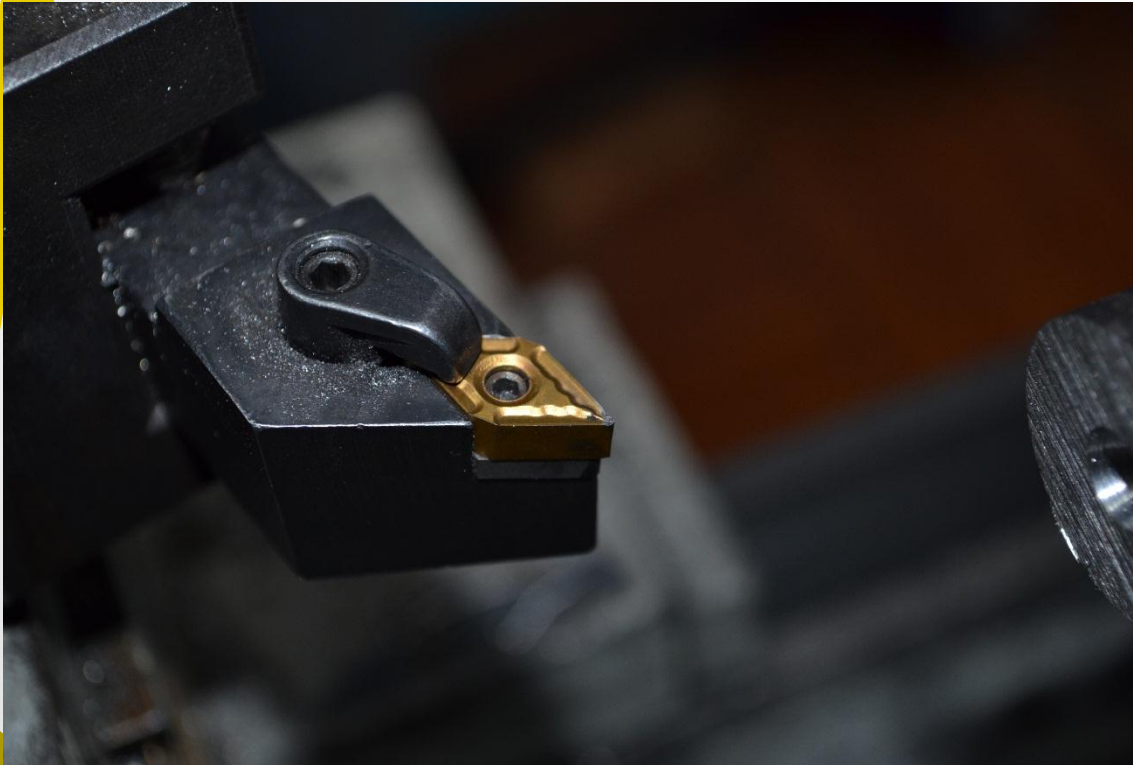
No.ejercicio	Velocidad husillo	Velocidad avance	Penetración
1	V1	Av1	P1
2	V1	Av1	P2
3	V1	Av1	P3
4	V1	Av2	P1
5	V1	Av2	P2
6	V1	Av2	P3
7	V2	Av1	P1
8	V2	Av1	P2
9	V2	Av1	P3
10	V2	Av2	P1
11	V2	Av2	P2
12	V2	Av2	P3

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

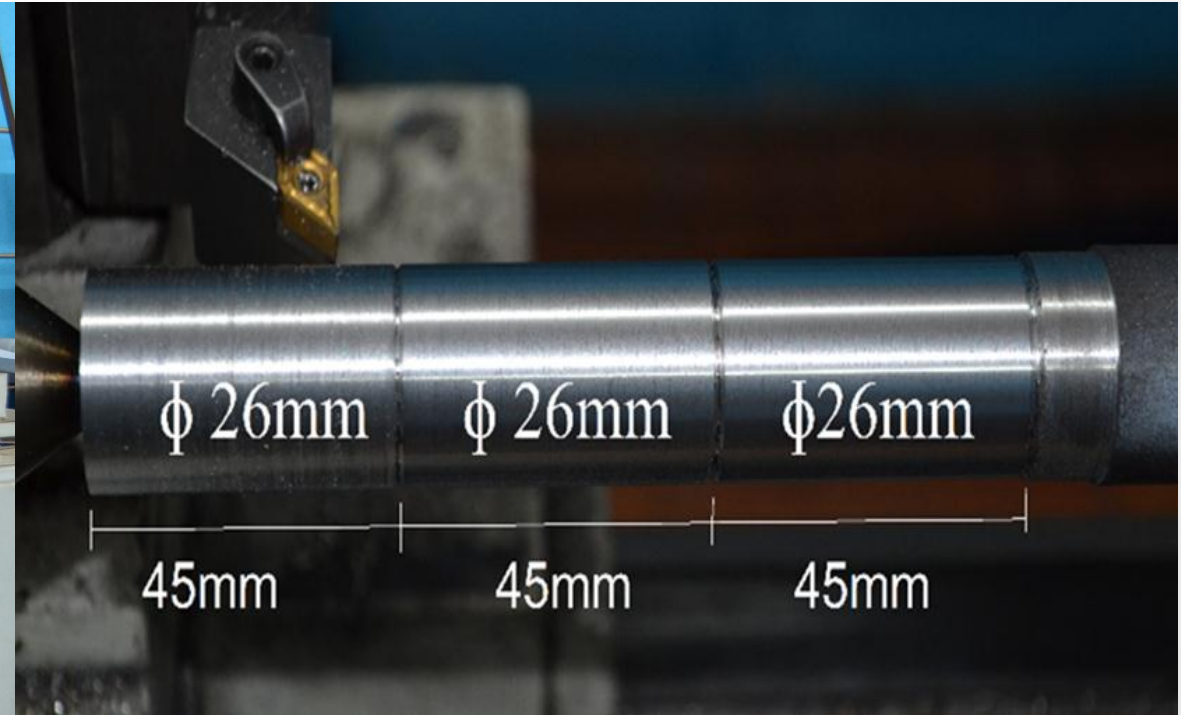
Torno e insertos de desbaste



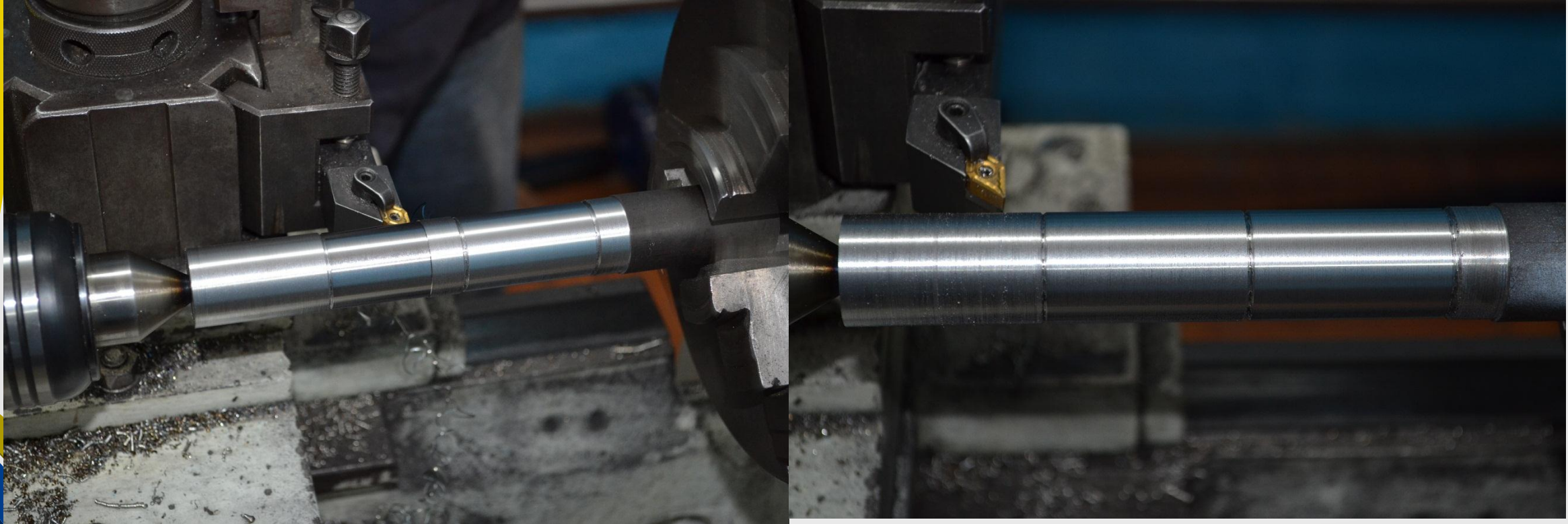
Montaje del herramental y Preparación de las probetas



Comprobación de medidas de las probetas



Torneado de las probetas



Probetas terminadas

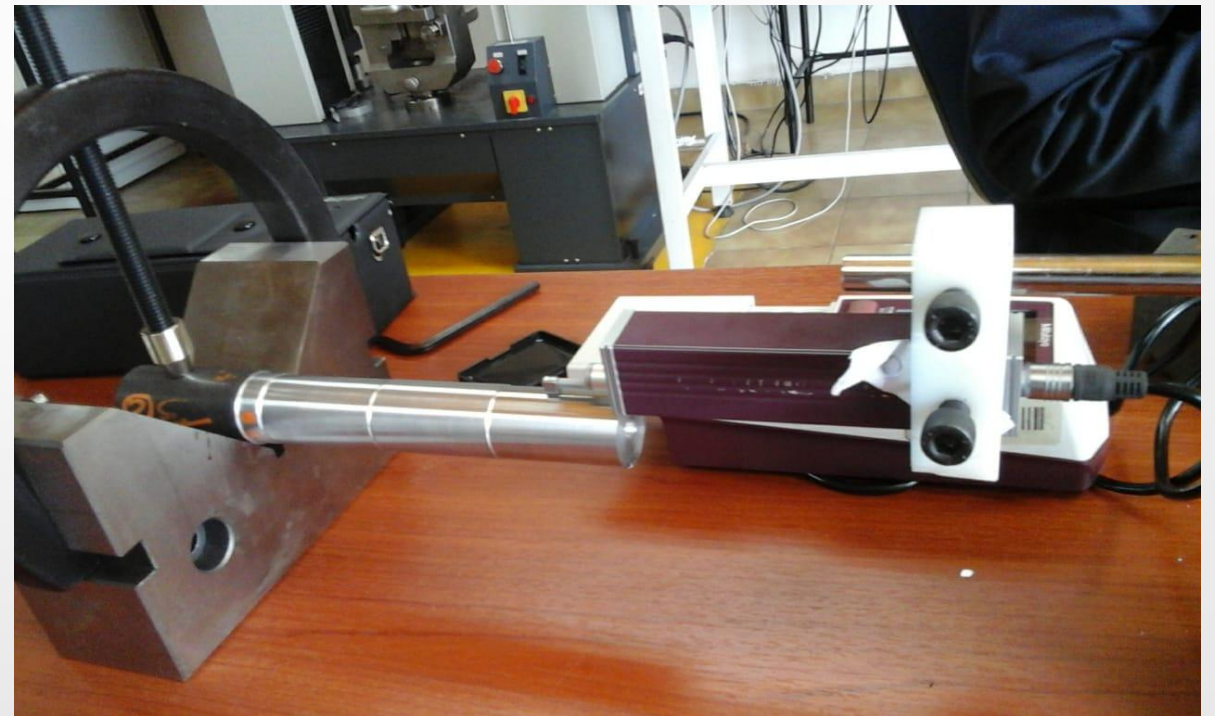


Toma de mediciones de rugosidad

Encerado del equipo (Mitutoyo)



Toma de medidas de Ra



Lecturas de Rugosidad

Toma de 5 mediciones por cada probeta



Tabulación de datos y selección las mejores rugosidades



ANALISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS

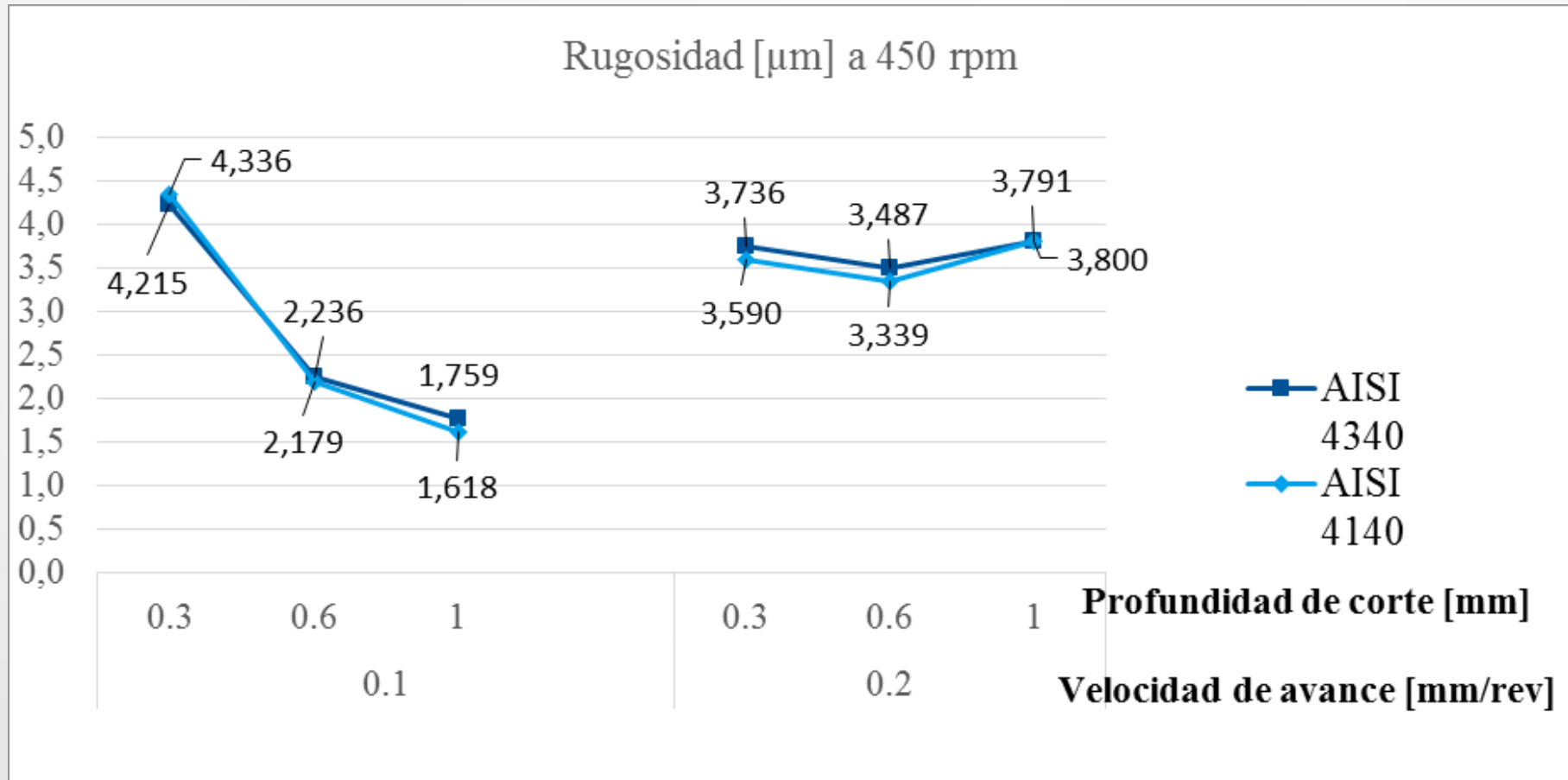
No.Prob eta	Velocidad de husillo rpm	Velocidad de avance mm/rev	Profundida d de corte mm	Ra
1	450	0,1	0,3	4.336
2	450	0,1	0,6	2.179
3	450	0,1	1	1.618
4	450	0,1	0,3	3.590
5	450	0,1	0,6	3.339
6	450	0,1	1	3.800
7	645	0,2	0,3	2.116
8	645	0,2	0,6	1.259
9	645	0,2	1	1.214
10	645	0,2	0,3	2.010
11	645	0,2	0,6	1.862
12	645	0,2	1	3.730

4140

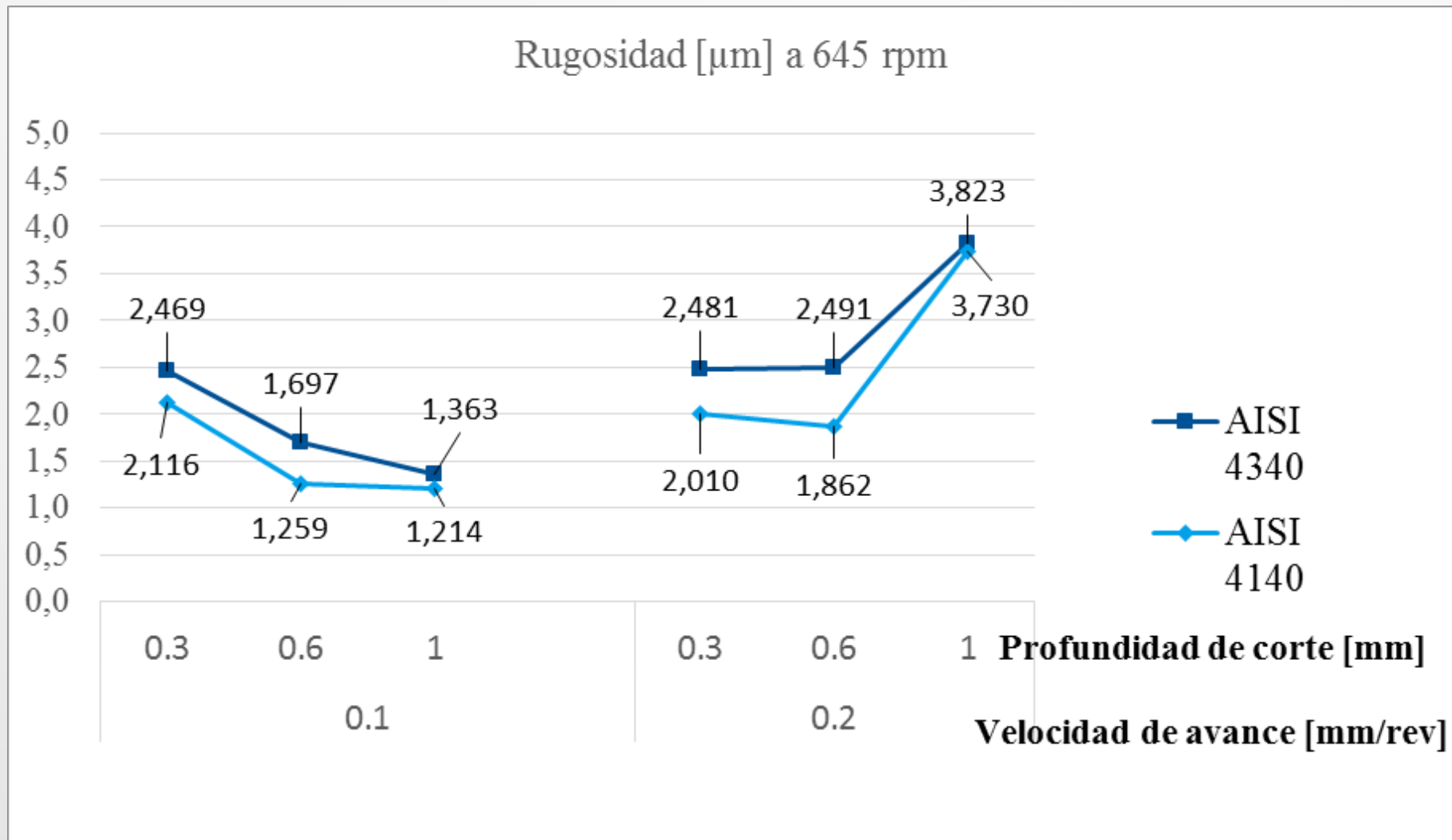
No. Probeta	Velocidad de husillo rpm	Velocidad de avance mm/rev	Profundidad de corte mm	Ra
13	450	0,1	0,3	4.215
14	450	0,1	0,6	2.236
15	450	0,1	1	1.759
16	450	0,2	0,3	3.736
17	450	0,2	0,6	3.487
18	450	0,2	1	3.791
19	645	0,1	0,3	2.469
20	645	0,1	0,6	1.697
21	645	0,1	1	1.363
22	645	0,2	0,3	2.481
23	645	0,2	0,6	2.491
24	645	0,2	1	3.823

4340

AISI 4140 y AISI 4340



AISI 4140 y AISI 4340



MODELO MATEMATICO EXPERIMENTAL

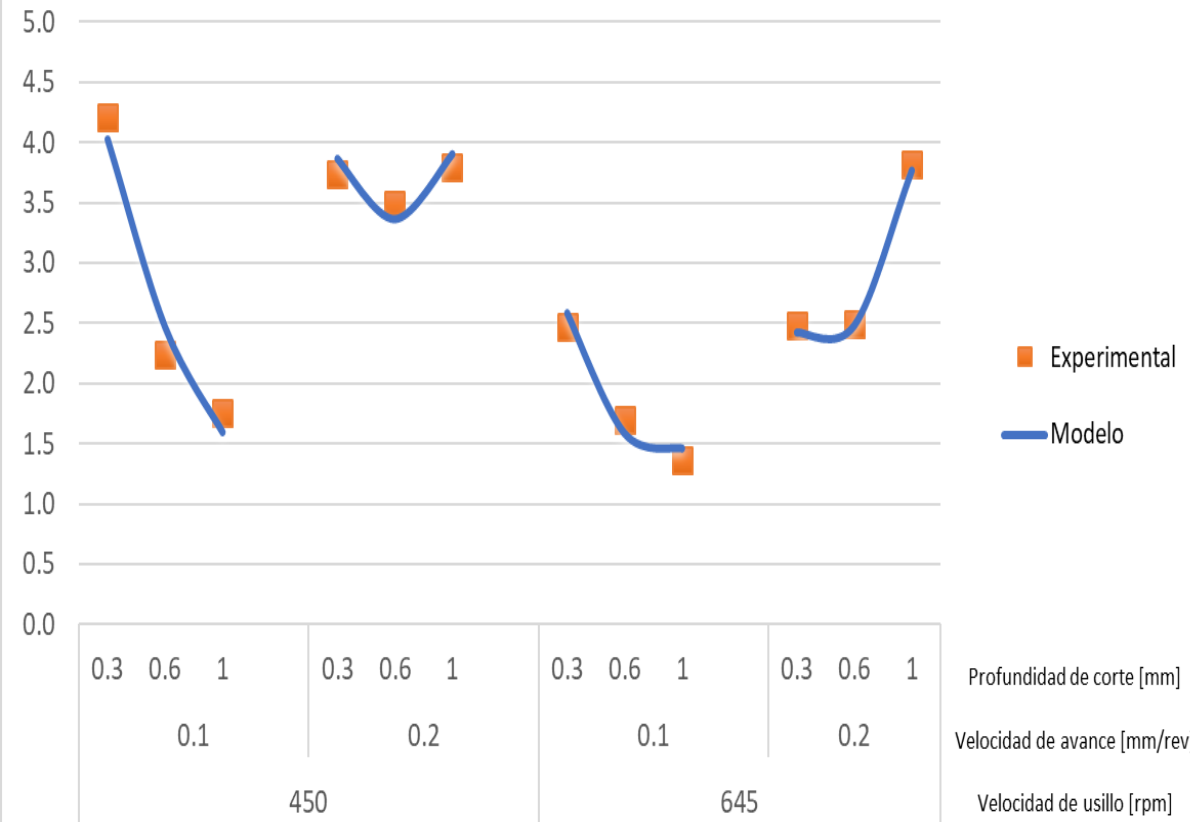
$$Ra_{4140} = 14.57 - 0.1643V - 15.66Av - 20.48P + 0.1492V * P + 39.49Av * P + 5.60P * P$$

$$Ra_{4340} = 12.171 - 0.1253V - 12.15Av - 16.86P + 0.1168V * P + 35.16Av * P + 4.30P * P$$

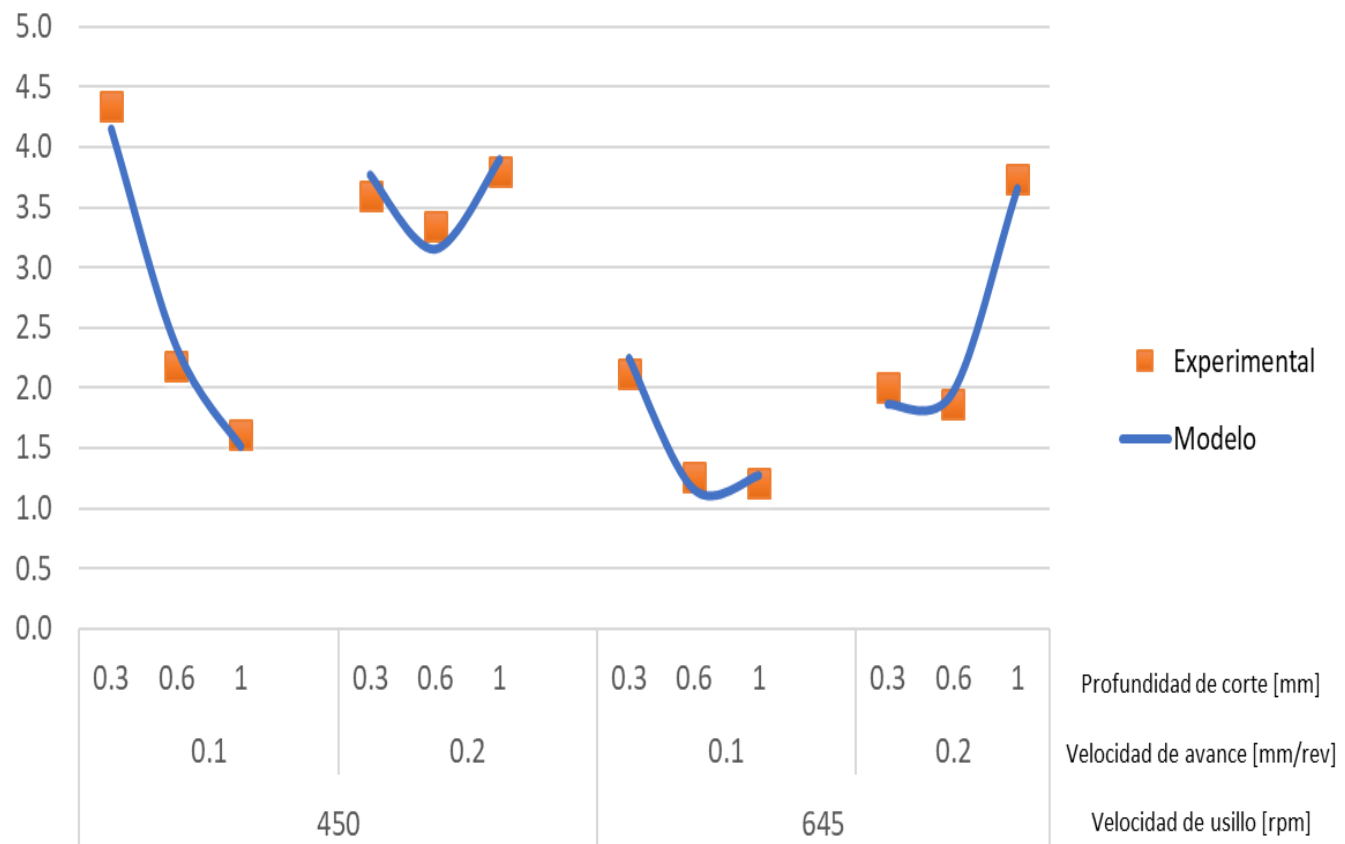
- Ra_{4140} = Rugosidad media
- V = Velocidad del husillo
- Av = Avance de torneado
- P = Profundidad de corte

Comparación de las medidas con el modelo

Rugosidad AISI 4340 [μm]

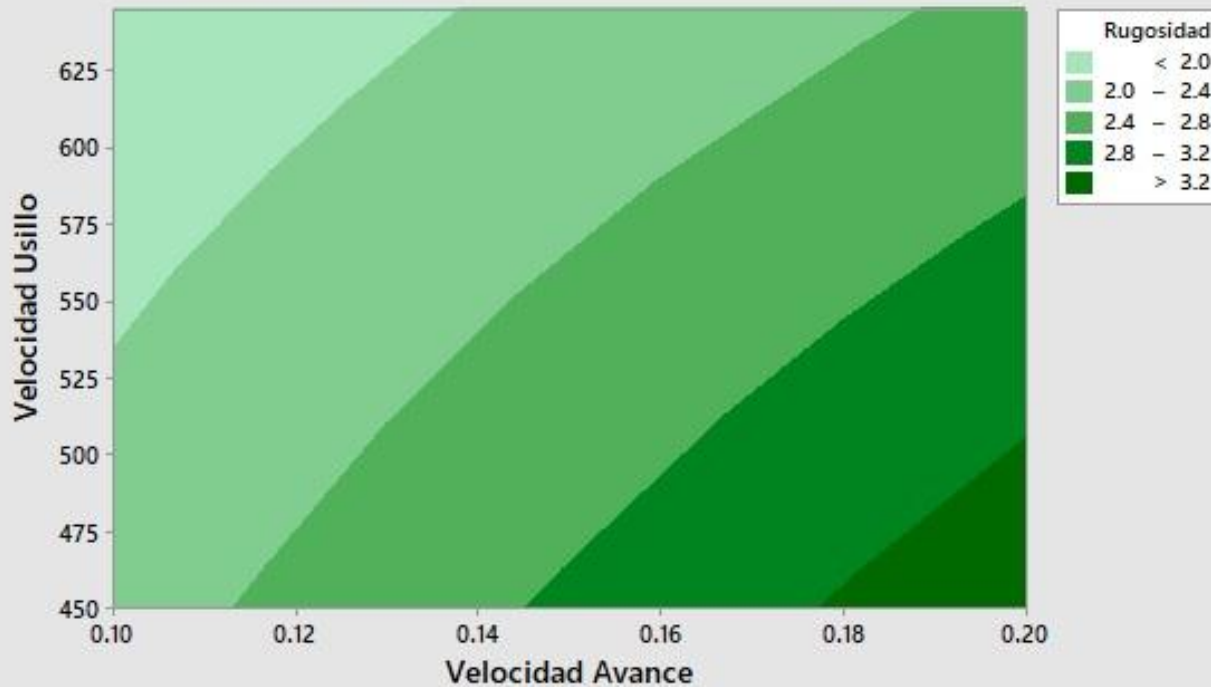


Rugosidad AISI 4140 [μm]



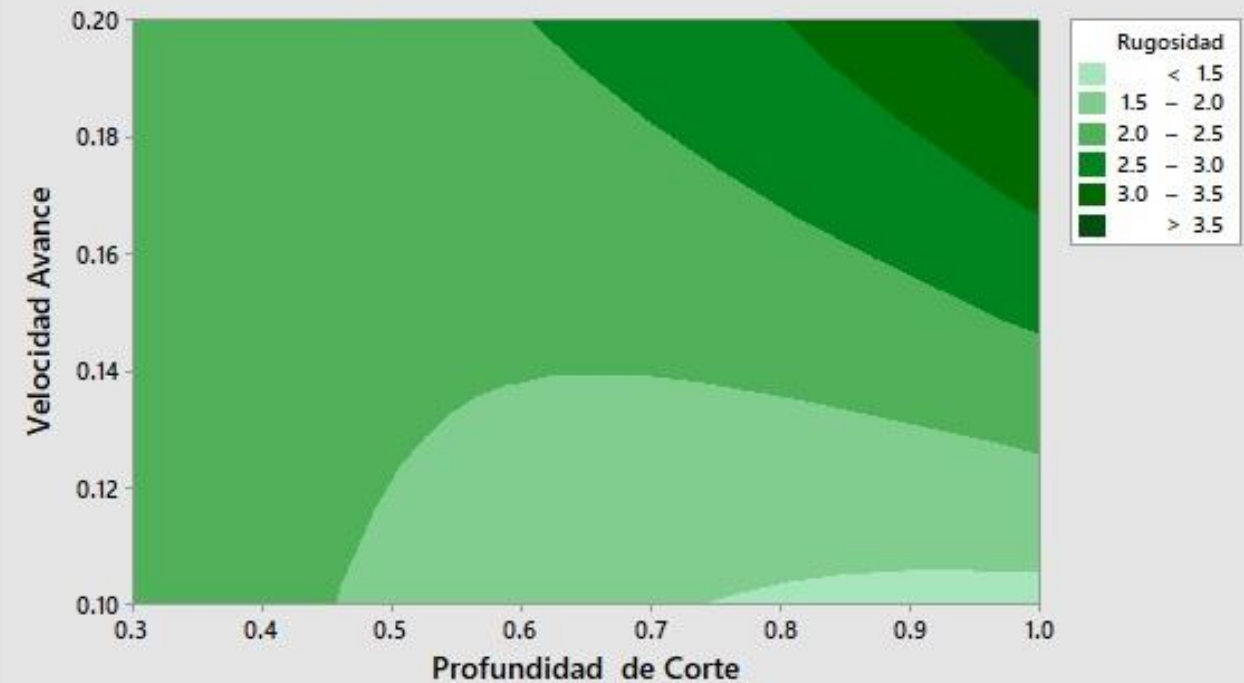
AISI4340

Contour Plot of Rugosidad vs Velocidad Usillo, Velocidad Avance



Results include rows where 'Profundidad de Corte' = 0.6.

Contour Plot of Rugosidad vs Velocidad Avance, Profundidad de Corte



Results include rows where 'Velocidad Usillo' = 645.

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- Las velocidades de avance y profundidades de corte de la herramienta respecto a la pieza, manifiestan claramente ser dos factores importantes en la calidad del acabado superficial
- La profundidad de corte es la variable que influye cuadráticamente en la rugosidad superficial,
- A menor velocidad de avance y a medida que se aumentó la profundidad del corte, disminuyó la rugosidad superficial, pero teniendo un comportamiento cóncavo, es decir, que la rugosidad empieza a aumentar nuevamente si la profundidad de corte aumenta demasiado.

- Las rugosidades superficiales óptimas se dieron con velocidades de husillo de 640 rpm, con un avance de 0.1 mm/rev y profundidades de corte de 0.6 y 1 mm;
- Modelo es similar a otros modelos encontrados en literatura
- Investigación futura para encontrar una ecuación de predicción de rugosidad (R_a) utilizando algún tipo de lubricante en el momento de torneado del acero.
- Sería de mucho interés trabajar con distintos tipos de herramientas para ver cómo inciden en la rugosidad (R_a).

GRACIAS