

Diseño de Experimentos de Taguchi para la Optimización del Pulido de Metales

Aceleración de la Resolución de Problemas Industriales mediante Inteligencia Artificial y DOE

Empresa: Bombas NIR (Ciudadela, PBA) | Web: bombasnir.com.ar
Periodo de Ejecución: 1° Semestre 2026

Encuentro SAMECO 2026
Link: sameco.org.ar/encuentros/31-encuentro

1. JUSTIFICACIÓN: MEJORA CONTINUA Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El presente trabajo se postula para el **31° Encuentro SAMECO 2026** por abordar un caso real de la industria metalúrgica donde la variabilidad y la restricción de capacidad comprometían el flujo productivo. Frente a un problema crónico de saturación, la empresa rechazó el método empírico tradicional de "prueba y error" y aplicó una metodología de **Resolución Sistemática de Problemas basada en Lean & Six Sigma / DOE Taguchi**.

Aceleración con Herramientas de IA: Se incorporaron herramientas de Inteligencia Artificial como acelerador metodológico en la fase analítica (diseño de la matriz ortogonal L9, cálculo acelerado de ratios S/N y análisis de sensibilidad de factores), permitiendo acortar la fase de diagnóstico e ingeniería de semanas a solo días.

Equipo de Trabajo Interdisciplinario

Gabriel Cherquis Achával: Ing. de Procesos (Calculista)
Sebastián Uriarte: Operador (Experiencia de Planta)
Pablo Gatto: Coordinador (Gestión de Recursos)
Claudio Cruz: Mantenimiento (Puesta a Punto)

Valor para SAMECO: Demuestra cómo pymes argentinas pueden aplicar métodos estadísticos avanzados + IA sin inversión en CapEx.

2. DIAGNÓSTICO OPERATIVO Y OBJETIVOS ALCANZADOS

El Cuello de Botella: Pulidora Vibro 20 lts

La pulidora industrial vibratoria **Modelo Vibro 20 lts** constituía el cuello de botella crítico de la fábrica, operando **saturada al 117% de su capacidad** debido a tiempos excesivos de proceso y alto rechazo por rebabas.



Figura 1: Pulidora industrial vibratoria Vibro 20 lts en planta Bombas NIR.

Resultados Cuantitativos de la Mejora

Línea / Material	Métrica	Antes	Después	Mejora %
Bronce	Tiempo Ciclo	2 hs 00 min	1 hs 00 min	-50.0%
	No Conformes	20.0%	5.0%	-75.0%
Engranajes Acero (Fundición Gris)	Tiempo Ciclo	7 hs 00 min	6 hs 00 min	-14.3%
	No Conformes	3.0%	1.0%	-66.7%

Impacto Global: Eliminación completa de la saturación (operación reducida por debajo del 85%), liberando horas extra y garantizando entregas a tiempo.

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL: MATRIZ ORTOGONAL L9 DE TAGUCHI

Se seleccionaron 4 factores clave de proceso en 3 niveles de control para analizar el **Grado de Rebaba (0 a 3, menor es mejor)** y el **Ratio S/N (dB, mayor es mejor)**: **Factor A:** Caudal (0.17, 0.34, 0.68 L/min), **Factor B:** Tiempo (30, 45, 60 min), **Factor C:** Carga % (80%, 90%, 100%), y **Factor D:** Fluido concentrado (0.2, 0.4, 0.6 L).

DATOS DE LA MATRIZ L9 PROCESADA CON ÉXITO					
Corrida	A (Caudal L/min)	B (Tiempo min)	C (Carga %)	D (Fluido L)	Promedio \
1	1 (0,17 L/min)	1 (30 min)	1 (80%)	1 (0,2 L)	2,333333
2	2 (0,34 L/min)	2 (45 min)	2 (90%)	2 (0,4 L)	0,666667
3	3 (0,68 L/min)	3 (60 min)	3 (100%)	3 (0,6 L)	1,333333
4	2 (0,34 L/min)	1 (30 min)	2 (90%)	3 (0,6 L)	2,666667
5	5 (2,04 L/min)	2 (45 min)	3 (100%)	1 (0,2 L)	1,666667
6	2 (0,34 L/min)	3 (60 min)	1 (80%)	2 (0,4 L)	0,333333
7	3 (0,68 L/min)	1 (30 min)	3 (100%)	2 (0,4 L)	3,000000
8	3 (0,68 L/min)	2 (45 min)	1 (80%)	3 (0,6 L)	2,333333
9	3 (0,68 L/min)	3 (60 min)	2 (90%)	1 (0,2 L)	1,666667
Ratio S/N (dB)					
0	-7,532277				
1	1,255807				
2	-3,018300				
3	-8,653014				
4	-4,771213				
5	4,789552				
6	-9,542425				
7	-7,532277				
8	-4,771213				
TABLA DE EFECTOS PRINCIPALES (RATIO S/N - dB)					
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Delta (Max-Min)	Ranking Impacto
A (Caudal L/min)	-2,93	-2,89	-7,28	4,39	3
B (Tiempo min)	-8,58	-3,52	-1,01	7,57	1
C (Carga %)	-3,44	-3,89	-5,77	2,34	4
D (Fluido L)	-5,69	-1,91	-6,40	5,39	2

Figura 2: Matriz L9 procesada con IA, Ratios S/N y Ranking de Impacto.

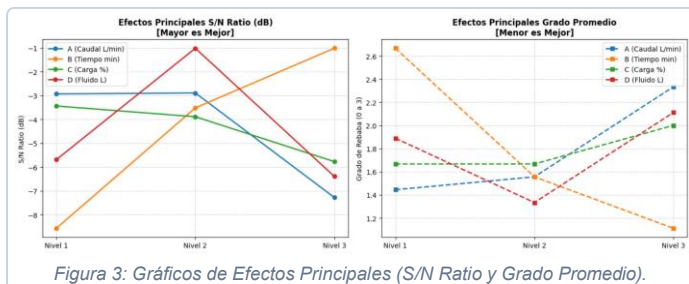


Figura 3: Gráficos de Efectos Principales (S/N Ratio y Grado Promedio).

4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD E IMPACTO POR FACTOR

Interpretación Técnica de la Matriz y Gráficos

- **Ranking 1 — Tiempo de Proceso (Factor B, Delta 7.57 dB):** Es el factor con mayor influencia directa. Al extender la ventana de acabado óptimo a nivel controlado, el grado de rebaba disminuye drásticamente hacia valores óptimos cercanos a 0.
- **Ranking 2 — Fluido Concentrado (Factor D, Delta 5.39 dB):** Muestra un comportamiento no lineal crítico. El Nivel 2 (0.4 L) alcanza la máxima relación Señal/Ruido (-1.01 dB). Concentraciones superiores o inferiores degradan la fricción efectiva.
- **Ranking 3 — Caudal L/min (Factor A, Delta 4.39 dB):** Un goteo rápido (0.68 L/min) genera una película hidráulica excesiva que amortigua la vibración del chip abrasivo, aumentando las rebabas residuales.
- **Ranking 4 — Carga % (Factor C, Delta 2.34 dB):** Cargas moderadas (80-90%) garantizan la fluidez de la masa vibratoria sin generar zonas muertas.

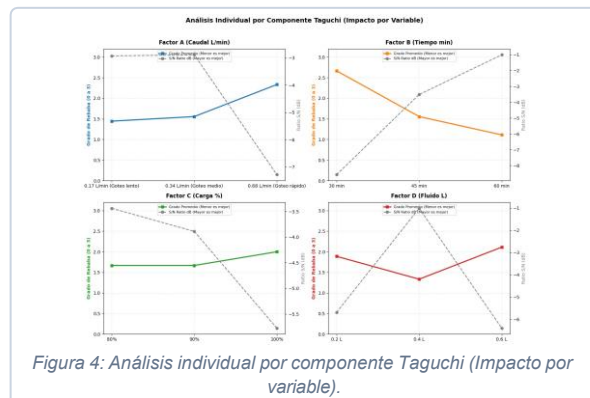


Figura 4: Análisis individual por componente Taguchi (Impacto por variable).

5. PROPUESTA PARA EL CONGRESO Y CONCLUSIONES

¿Por qué exponer este caso en el Encuentro SAMECO 2026?

1. **Alineación con la Filosofía SAMECO:** Muestra un ciclo completo de resolución de problemas con involucramiento activo del operador de planta y mantenimiento.
2. **Metodología de Alto Impacto / Bajo Costo:** En lugar de adquirir una nueva pulidora industrial, la aplicación de Taguchi optimizó los parámetros de la máquina existente, resolviendo un cuello de botella con costo cero de inversión.
3. **Innovación e Inteligencia Artificial:** Introduce el concepto de aceleración de experimentos Taguchi mediante asistencia de IA, un tema de vanguardia para la comunidad de Mejora Continua en Argentina.