

# XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción



**TRIZ**

## *Teoría de Solución de Problemas Inventivos*

*Sesión Paralela 3: Metodologías de Mejora. 21-10-10*

*Juan Ignacio Ballesteros  
6 Sigma “Master Black-Belt”*

*Mejora Continua*

*ENUSA Industrias Avanzadas S.A.*

*ibg@fab.enusa.es*

## *Tipos de problemas*

### **Soluciones conocidas**

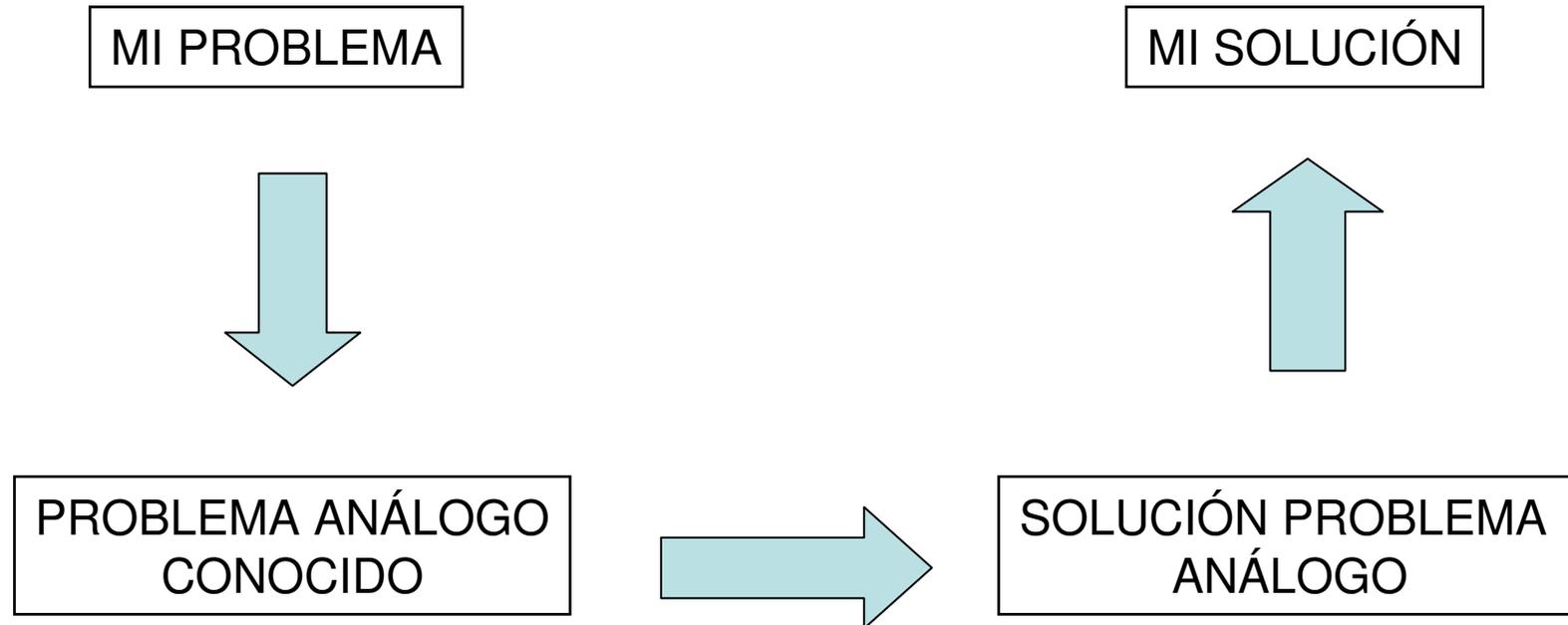
- Las soluciones se encuentran en bibliografía, congresos, expertos, etc.

### **Soluciones no conocidas**

- No hay constancia de soluciones análogas.
- Requisitos contradictorios.
- Problemas inventivos.



# Soluciones conocidas



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD

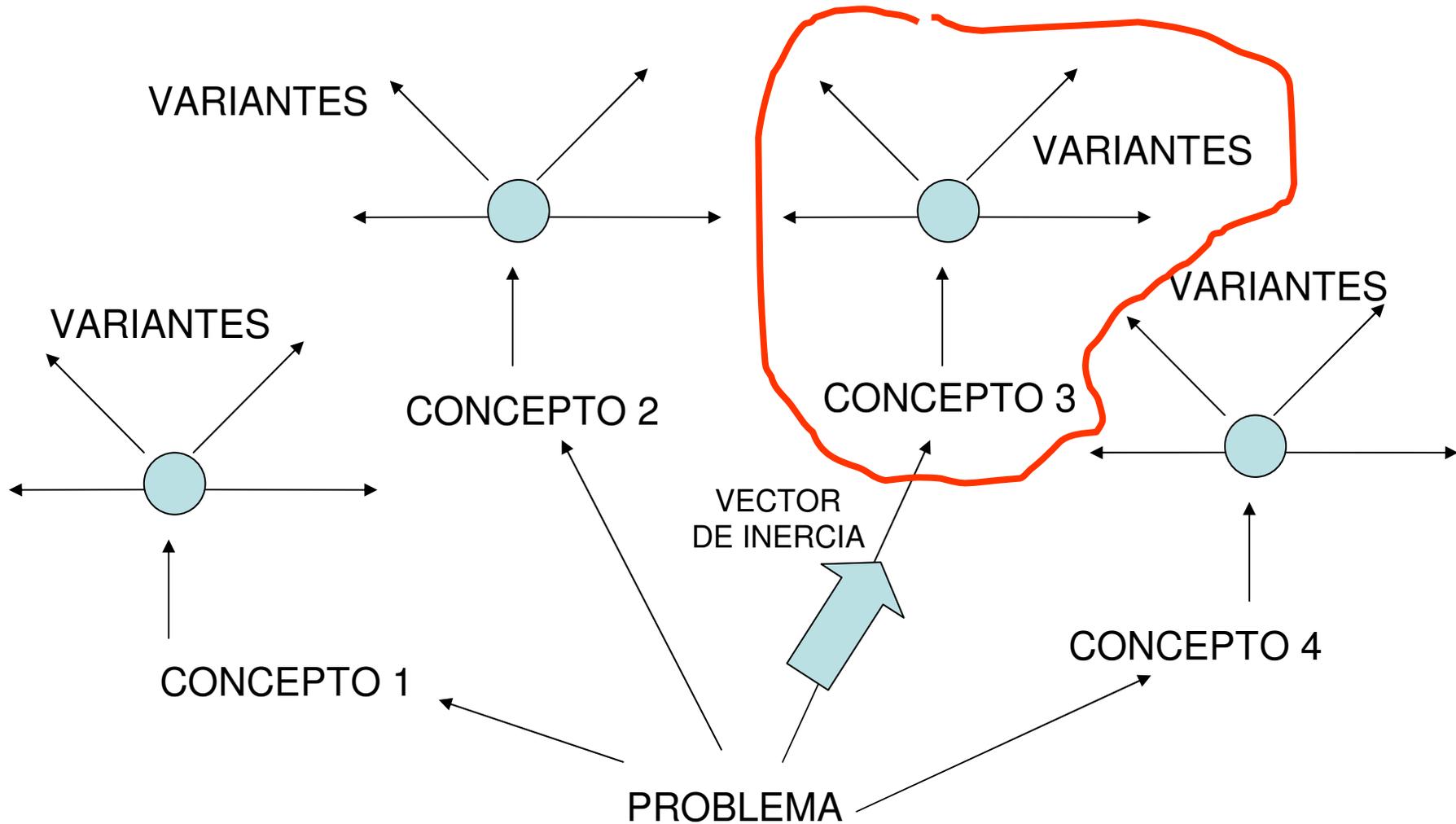


## *Soluciones no conocidas*

- Interviene la psicología.
- Creatividad.
- Prueba y error.
- La complejidad del problema viene dada por el nº de áreas de conocimiento involucradas.
- Inercia psicológica.

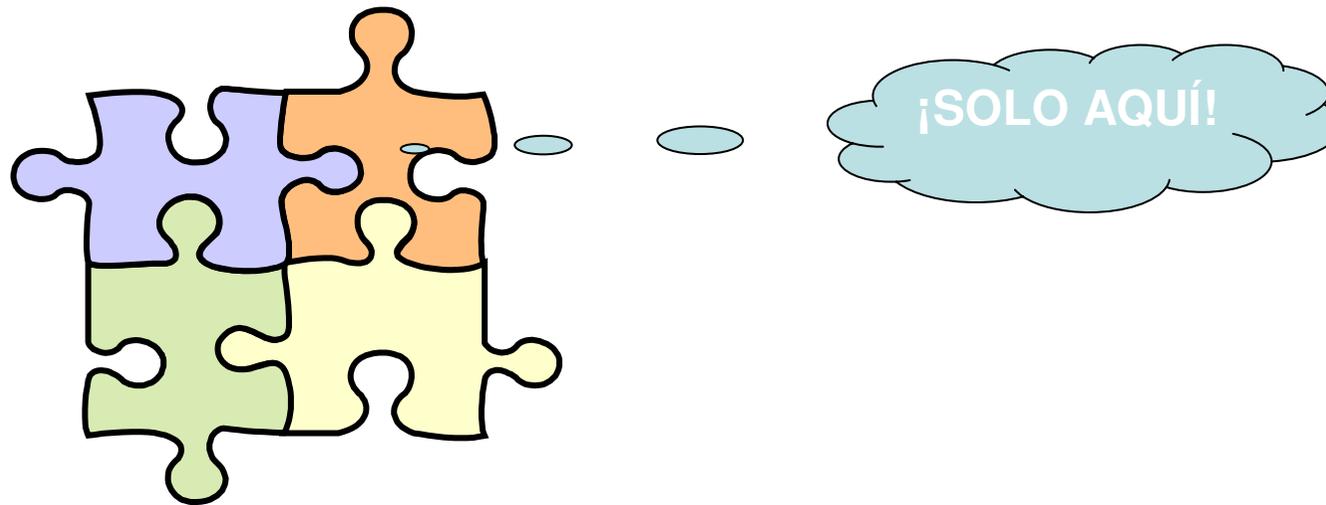


# Inercia psicológica



## *Efecto de la inercia*

- El pensamiento creativo no es aleatorio.
- La inercia lo limita al campo de la experiencia personal.



# TRIZ

## *Teoría de Solución de Problemas Inventivos*

- Desarrollado por Genrich Altshuller en los años 40 en la oficina de patentes de la Marina Soviética.
- Busca un método estándar para ayudar a solucionar problemas inventivos.



## ¿Que hizo Altshuller?

- **Analizó unas 200.000 patentes** viendo cuál era el problema de la invención, y cómo se había solucionado.
- ✓ ***Solo 1 de cada 5 tenían algo de invención.***



## Definición de Problema Inventivo

- Altshuller definió problema inventivo como aquel en el cual: **“La solución natural crea otro problema”**. Existe una contradicción.
- ✓ *Frecuentemente nos conformamos con una **solución de compromiso no ideal.***



## Solución Inventiva

- Cuando **el inventor elimina la contradicción.**
- ✓ **No es necesaria la solución de compromiso.**



## Niveles de Inventiva

NIVEL	GRADO DE INVENTIVA	% DE SOLUCIONES	FUENTE DE CONOCIMIENTO
1	SOLUCIÓN CLARA	32%	PERSONAL
2	MEJORA MENOR	45%	EMPRESA
3	MEJORA MAYOR	18%	INDUSTRIA
4	NUEVO CONCEPTO	4%	OTRAS INDUSTRIAS
5	DESCUBRIMIENTO	1%	TODO

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción



## El descubrimiento

- **Del examen de 1.500.000 de patentes**  
Altshuller descubrió que:
- ✓ **Más del 90% de los problemas ya se habían resuelto antes.**



## *El descubrimiento*

- ✓ **Existen 39 Parámetros Ingenieriles:**  
(Velocidad, peso, volumen, etc.)
- ✓ **Existen 40 Principios Inventivos:**  
(Segmentación, asimetría, homogeneidad, etc.)

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



# Parámetros de Altshuller



- |   |                                      |    |  |
|---|--------------------------------------|----|--|
| 1 | Peso de un objeto en movimiento      | 10 | Fuerza                                       |
| 2 | Peso de un objeto sin movimiento     | 11 | Tensión, presión                             |
| 3 | Longitud de un objeto en movimiento  | 12 | Forma  |
| 4 | Longitud de un objeto sin movimiento | 13 | Estabilidad de un objeto                     |
| 5 | Área de un objeto en movimiento      | 14 | Resistencia                                  |
| 6 | Área de un objeto sin movimiento     | 15 | Durabilidad de un objeto en movimiento       |
| 7 | Volumen de un objeto en movimiento   | 16 | Durabilidad de un objeto sin movimiento      |
| 8 | Volumen de un objeto sin movimiento  | 17 | Temperatura                                  |
| 9 | Velocidad                            | 18 | Brillo                                       |
|   |                                      | 19 | Energía gastada por un objeto en movimiento  |
|   |                                      | 20 | Energía gastada por un objeto sin movimiento |



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.

*Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology  
LACCET'2004: "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development"  
2-4 June 2004, Miami, Florida, USA*

*Copyright Dr. Noel Leon - ITESM*

80

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PAI



## XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción





## Parámetros de Altshuller



- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 21 Potencia                                     | 31 Efectos secundarios dañinos |
| 22 Desperdicio de energía                       | 32 Manufacturabilidad          |
| 23 Desperdicio de sustancia                     | 33 Conveniencia de uso         |
| 24 Pérdida de información                       | 34 Reparabilidad               |
| 25 Desperdicio de tiempo                        | 35 Adaptabilidad               |
| 26 Cantidad de sustancia                        | 36 Complejidad de un mecanismo |
| 27 Confiabilidad                                | 37 Complejidad de control      |
| 28 Precisión de mediciones                      | 38 Nivel de automatización     |
| 29 Precisión de manufactura                     | 39 Productividad               |
| 30 Factores perjudiciales actuando en un objeto |                                |

*Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology  
LACCEI'2004: "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development"  
2-4 June 2004, Miami, Florida, USA*

*Copyright Dr. Noel Leon - ITESM*

81





# 40 Principios Inventivos



- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1 Segmentación                | 13 Inversión                           |
| 2 Extracción                  | 14 Esferoidalidad                      |
| 3 Calidad local               | 15 Dinamicidad                         |
| 4 Asimetría                   | 16 Acción parcial ó sobrepasada        |
| 5 Combinación                 | 17 Moviéndose a una nueva dimensión    |
| 6 Universalidad               | 18 Vibración mecánica                  |
| 7 Anidación                   | 19 Acción periódica                    |
| 8 Contrapeso                  | 20 Continuidad de una acción útil      |
| 9 Reacción previa             | 21 Despachar rápidamente               |
| 10 Acción previa              | 22 Convertir algo malo en un beneficio |
| 11 Amortiguamiento Anticipado | 23 Retroalimentación                   |
| 12 Equipotencialidad          |  |

*Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology  
LACCET'2004: "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development"  
2-4 June 2004, Miami, Florida, USA  
Copyright Dr. Noel Leon - ITESM*

78

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD





# 40 Principios Inventivos



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.

24 Mediador

25 Autoservicio

26 Copiado

27 Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable

28 Reemplazo de sistemas mecánicos

29 Uso de una construcción neumática o hidráulica

30 Película flexible o membranas delgadas

31 Uso de material poroso

32 Cambio de color

33 Homogeneidad

34 Restauración y regeneración de partes

35 Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto

36 Transición de fase

37 Expansión térmica

38 Uso de oxidantes fuertes

39 Medio ambiente inerte

40 Materiales compuestos

*Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology  
LACCET'2004: "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development"  
2-4 June 2004, Miami, Florida, USA  
Copyright Dr. Noel Leon - ITESM*

79

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



## El método TRIZ

1. Formular la mejora en términos de **Parámetros Ingenieriles** (los 39)
2. Detectar el efecto indeseable que la mejora “natural” generaría en otros Parámetros Ingenieriles → **Identificar la Contradicción**
3. Ir a la tabla de contradicciones de Altshuller y obtener los **posibles Principios Inventivos** (los 40) **a utilizar.**



# Matriz de contradicciones de Altshuller. (Parcial)

Parámetro que empeora: 9 Velocidad.

**Parámetro a mejorar:**  
**1 Peso de un objeto en movimiento.**

Worsening Feature →		← Improving Feature ↓		Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Length of stationary object	Area of moving object	Area of stationary object	Volume of moving object	Volume of stationary object	Speed	Force (Intensity)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Weight of moving object	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37		
2	Weight of stationary object	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35		
3	Length of moving object	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4		
4	Length of stationary object		35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10		
5	Area of moving object	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2		
6	Area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-		-	1, 18, 35, 36		
7	Volume of moving object	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37		
8	Volume of stationary object	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-		-	+	-	2, 18, 37		
9	Speed	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	+	13, 28, 15, 19		
10	Force (Intensity)	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	+		

**Posible Principio Inventivo a utilizar: 15 Dinamicidad**

**¡ La dinamicidad elimina la contradicción !**



*Proyecto de Mejora TRIZ*  
*Limpieza de Bidones de  
Polvo de Óxido de Uranio*

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



ENUSA

**XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción**



## Objetivo

Disponer de un diseño de un sistema para la limpieza exterior automática de bidones de polvo de uranio, que cumpla de la mejor manera posible con los requisitos establecidos tanto por el cliente como por la legislación aplicable y reglamentaciones internas de ENUSA.



## Requisitos del Sistema

- 1) Capacidad para la limpieza de 20 bidones por hora; unos 250 bidones diarios.
- 2) No usar agua en el proceso.
- 3) Igual o mayor productividad que el proceso manual actual.
- 4) Que cumpla la normativa sobre Protección Radiológica y Prevención de Riesgos Laborales.
- 5) Que no genere más residuos que el proceso manual actual.
- 6) Equipo fiable y de bajo mantenimiento.
- 7) Bajos costes de diseño, construcción y operación.

- ✓ *Se revisaron los sistemas empleados en otras empresas especializadas.*
- ✓ *Se buscó información en bases de datos de patentes.*



*¡ No se encontró nada apropiado !*



## *Diseño Conceptual*

- Se emplearon *Técnicas de Creatividad*.
- Al equipo de trabajo se unieron *tres compañeros totalmente ajenos al problema*.
- *Se reformuló el problema*, ampliando el espectro de opciones para alcanzar el verdadero objetivo: *“Bidón limpio”*.

### **OPCIONES**

1. Limpiar los bidones sucios
2. No ensuciar los bidones
3. No utilizar bidones



# Principios básicos posibles para limpiar sin agua

- **Recubrir el bidón con material desprendible y reciclable. Bidón cebolla.**
- Mezcla con sustancias magnéticas.
- Chorro de gas.
- **Chorro de líquido / vapor / CO<sub>2</sub>.**
- Sumergir en un líquido.
- Arrastrar la suciedad, frotar.
- **Chupar / Aspirar + vibración**
- Reacción química.
- Quemar la suciedad / Oxidar.
- Impedir que se desprenda.
- Nanomáquinas.
- Congelar / Ciclo térmico.
- **Meter el bidón dentro de otra cosa.**
- Líquido de limpieza.
- **Cepillos de limpieza + humedad.**
- Ultrasonidos.
- Decapado.
- Chorro sólido.
- Microorganismos.
- Transmutación.
- Bidón con superficie hinchable.
- Pintura repelente electrostática.
- Centrifugado.
- Electrólisis.
- Cavitación.

**¡ Se seleccionan los mas prometedores !**

**5 Principios supervivientes.**





## Asociación de ideas. Ejemplo

Para cada principio se emplea la Técnica de Asociación de Imágenes para obtener detalles concretos.



TANQUE	CEPILLOS DE LIMPIEZA + HUMEDAD
Dispara cosas	Ducha / Spray
Gasta mucho combustible	Muy poco líquido
Potente	Capacidad de limpieza
Pesado	Ligero
Lento pero seguro	Limpia a la primera
Todo terreno	Todos los tipos de bidones
Destroza carreteras	Eliminar geometría ó sin dañar; cepillos largos
Personas en su interior	Automático o sencillo
Se desplaza con cadenas	Cadenas con almohadillas limpiadoras
Torreta giratoria	Gira el bidón o gira el sistema de limpieza
Se camufla	Está en un cerramiento o cabina y no se ve.
Muy ruidoso	Silencioso / limpiadores sónicos
Lleva dentro dotación de municiones	Depósito de líquido en interior
Es muy caro	
Es una trampa	Se pueden generar lodos contaminados. Tratamiento. Análisis de criticidad.
Pocos canales de comunicación	Que diga cuando el bidón está limpio
Funciona con cualquier combustible	

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



**¡ La asociación se realiza con imágenes al azar !**

**Por similitud u oposición.**



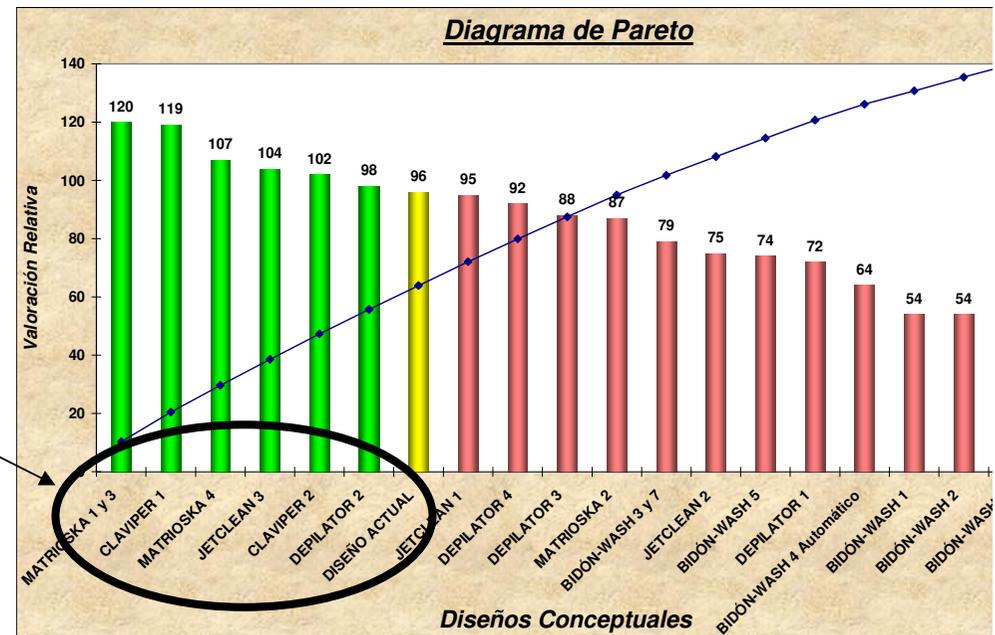
**XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción**

## Concretando ideas...

- Cada miembro del equipo, por separado, imagina y dibuja el sistema basado en cada principio superviviente.
- El equipo evalúa todos los diseños y se queda con los más prometedores.

Un QFD permite ponderar la bondad de cada una de las 21 ideas supervivientes frente a los requisitos.

*Diseños más prometedores*



## Diseño conceptual elegido

- ✓ Resultó elegido el prototipo: **“Matrioska”** basado en el principio: **“Meter el bidón dentro de otra cosa”** por su eficiencia, simplicidad, bajo coste y compatibilidad con posibles cambios futuros en la instalación.

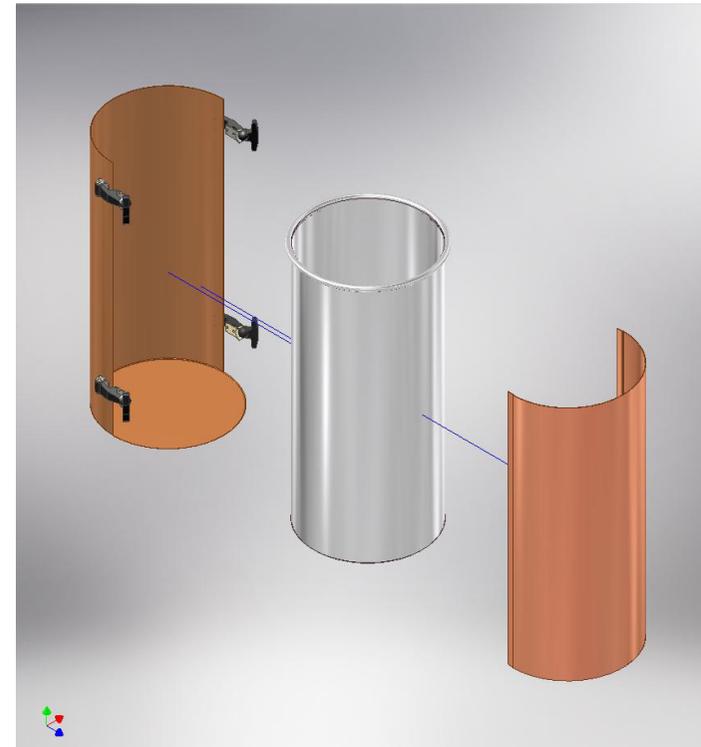
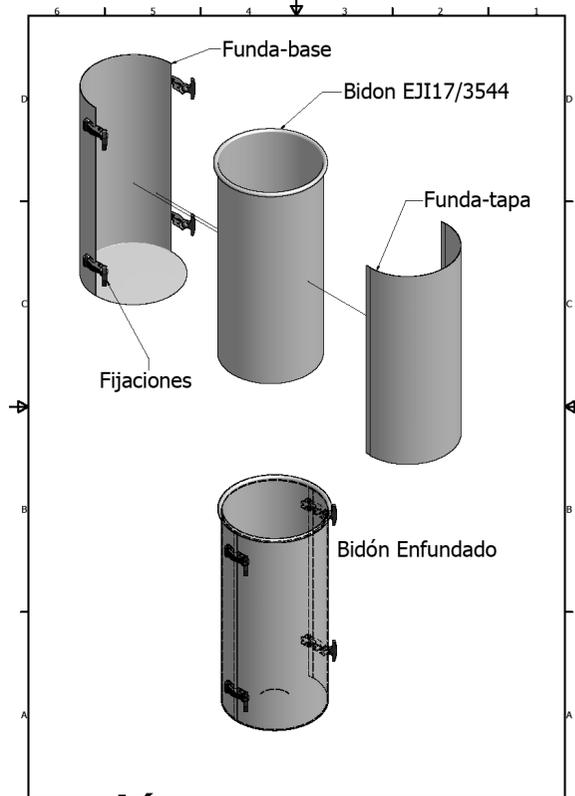


**Principio Inventivo TRIZ: 7 Anidación.**

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



# Diseño preliminar: “Matrioska”



## Operación

1. Colocar funda-base al bidón en la entrada de cada cabina.
2. Fijar funda-tapa.
3. Operar el conjunto bidón/funda de la manera habitual.
4. Desmontar funda-tapa y a sacar el bidón vacío de la funda-Base

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



***¡ Actualmente implantado con éxito !***

**XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción**



*Fin de la Presentación*  
*Gracias por su atención*  
*Mejora Continua Enusa*

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



**ENUSA**

**XV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción**

