

Metodología de diseño robusto para el aseguramiento de la calidad en el desarrollo de productos innovadores

José Mené Roche- jmene@ita.es

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN

**XIII Congreso de Confiabilidad de la AEC
Zaragoza, 23-25 de Noviembre de 2011**

Índice

1. Introducción
2. Metodología
 - ✓ Objetivo
 - ✓ Fases de un proyecto
 - ✓ Herramientas
 - ✓ Procedimiento
3. Ejemplo de aplicación
4. Conclusiones

1. Introducción

Características de un proyecto:

- Complejidad técnica
- Unidades a fabricar
- Departamentos involucrados
- Disponibilidad de tiempo, recursos humanos, presupuesto, ...
- Riesgo asumible

Maneras de abordar un proyecto:

- No procedimentada, lógica, natural e intuitiva
- Procedimentada, reglada, sistematizada

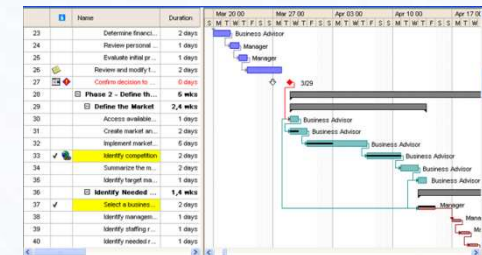
1. Introducción

Herramientas / Procedimientos implicados un proyecto:

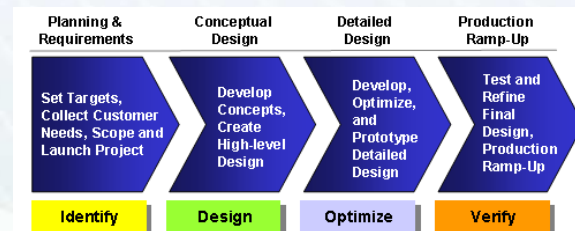
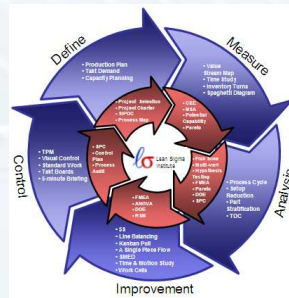
➤ Sistemas de calidad



➤ Gestión de proyectos



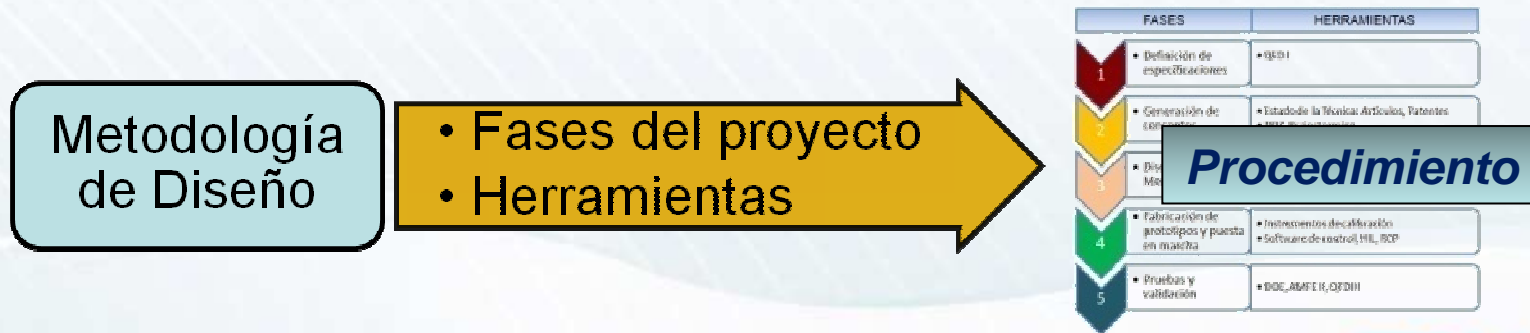
➤ Metodologías de diseño y desarrollo



2. Metodología - Objetivo

Sistematizar el proceso de diseño y desarrollo de producto innovadores para garantizar el cumplimiento de los requisitos del proyecto, aumentar la calidad y probabilidad de éxito, evitando fallos y errores

Metodología de diseño robusto para el aseguramiento de la calidad en el proceso de desarrollo de productos innovadores

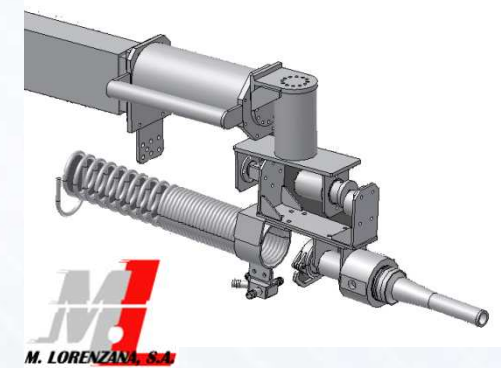
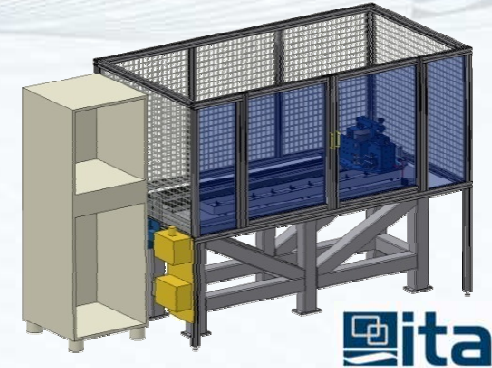
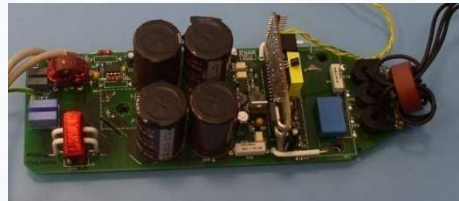


2. Metodología - Objetivo

Campo de aplicación ITA

➤ **Proyectos Mecatrónicos I+D+i**

- Nuevos productos
- Equipos singulares de ensayo



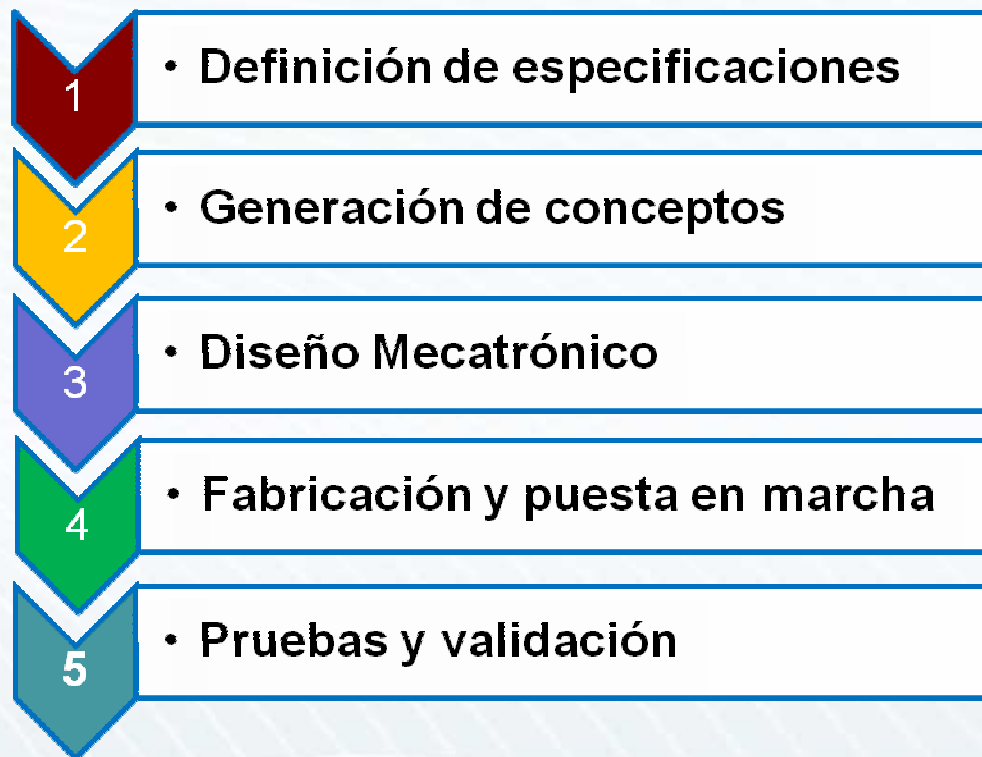
Identificación
del proyecto

Diseño y
desarrollo

Industrialización

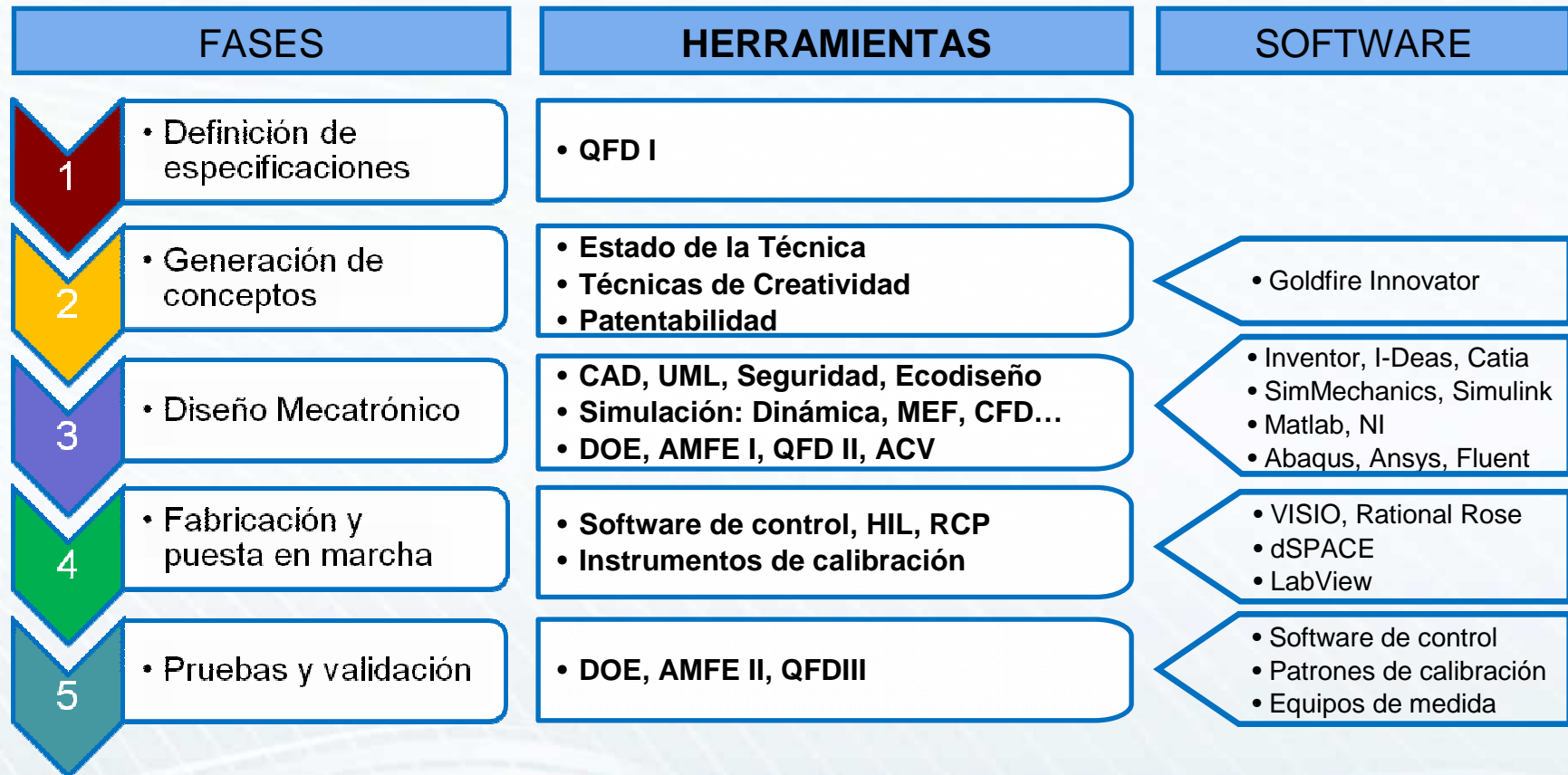


2. Metodología – Fases del proyecto



- Definición
- Tareas
- Resultantes
- Herramientas
- Equipo de trabajo
- Observaciones

2. Metodología – Herramientas



2. Metodología – Herramientas

Procedimientos desarrollados:

• QFD

• Generación de conceptos

• AMFE

• DOE

• Seguridad y fiabilidad

• Ecodiseño y ACV

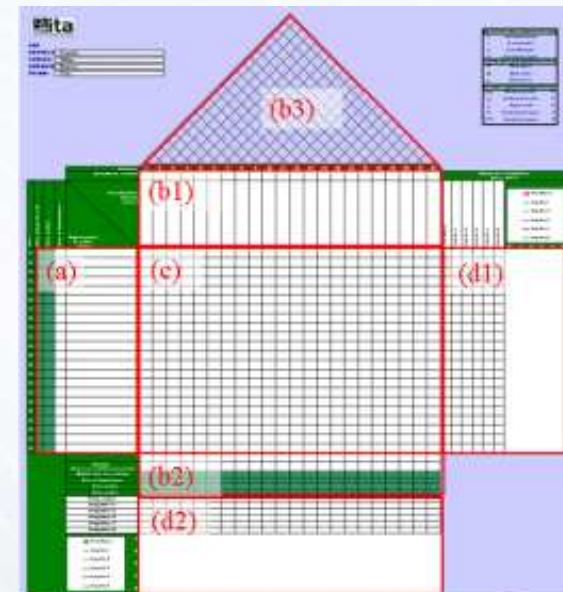
2. Metodología – Herramientas

• QFD

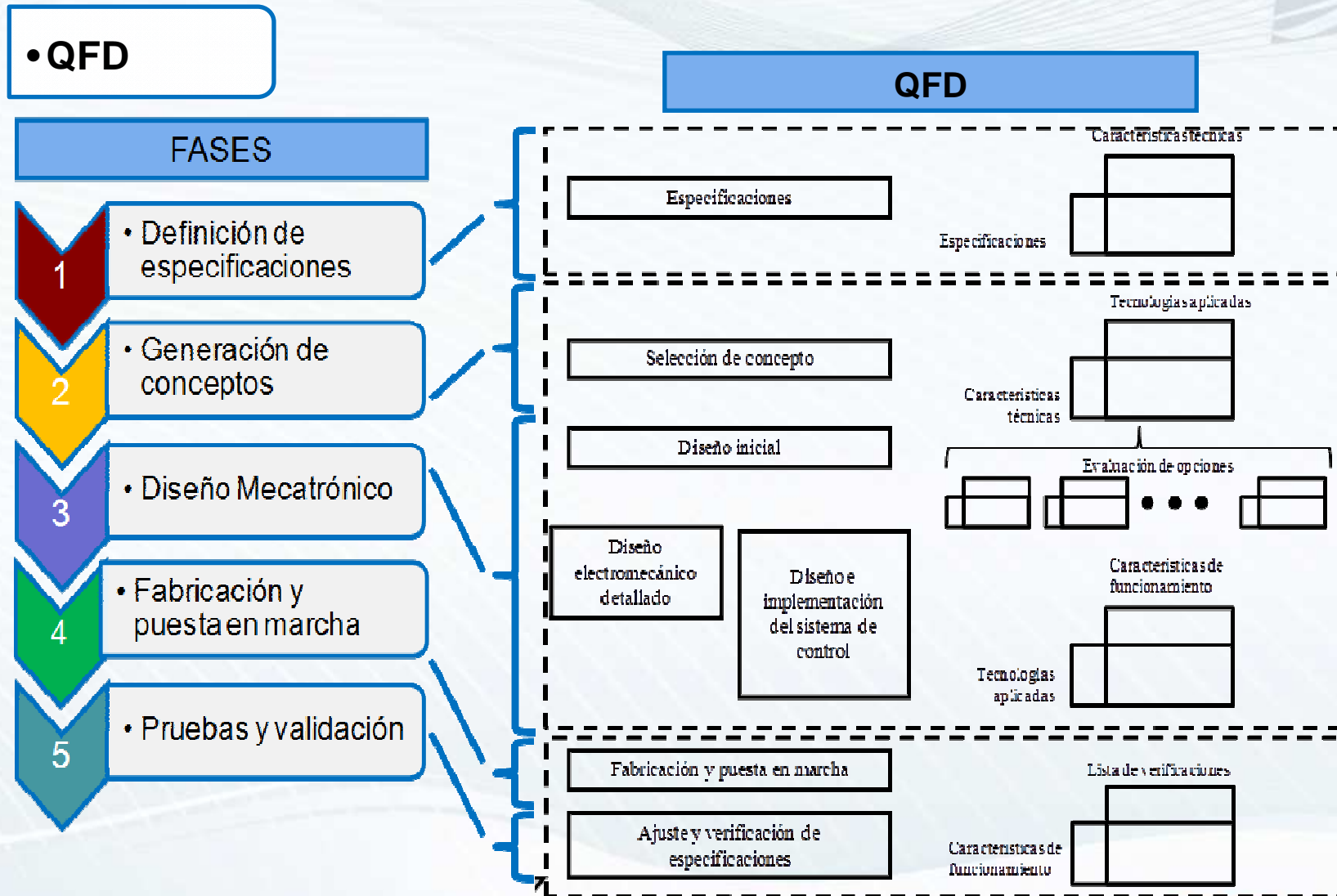
Qué es: Es un método para convertir los requerimientos del cliente en objetivos de diseño y puntos de aseguramiento de la calidad.

Para qué sirve: Asegura el cumplimiento de los requerimientos “reales” de cliente. Reduce costes adicionales debido a rediseños posteriores. Obliga a la evaluación de distintas soluciones de diseño.

Resultantes: Tablas que muestran de manera gráfica los datos presentes en la toma de decisión.



2. Metodología – Herramientas



2. Metodología – Herramientas

• Generación de conceptos

Qué es: Procedimiento para la generación de conceptos de forma organizada utilizando técnicas de creatividad, complementadas con el uso de la vigilancia tecnológica y estado de la técnica.

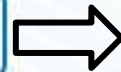
Para qué sirve: Generar nuevos conceptos que cumplan con las especificaciones del cliente y que no estén patentados.

Resultantes: Conceptos que se puedan desarrollar sin incumplir patentes y que se puedan patentar.



2. Metodología – Herramientas

• Generación de conceptos




2. Metodología – Herramientas

• AMFE

Qué es: Procedimiento sistemático para asegurar que los productos y procesos sean fiables y competitivos en el mercado.

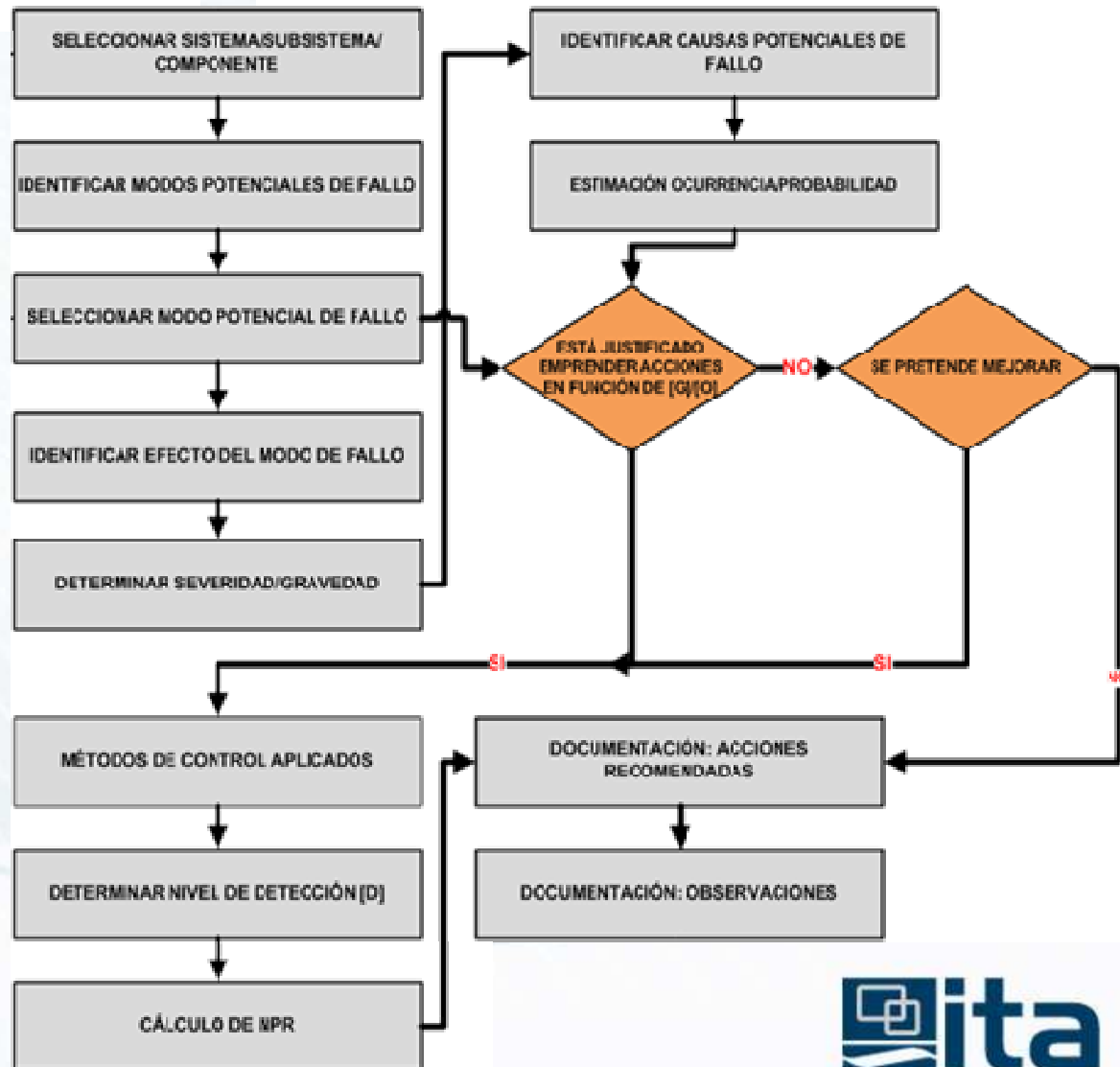
Para qué sirve: Para detectar problemas que pueden dar lugar a riesgos de seguridad, mal funcionamiento del producto y acortar su vida.

Resultantes: Tabla detallada de las funciones del sistema, modos potenciales de fallo, sus causas, sus efectos y priorización de la acciones correctoras.

 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)																				
Sistema:		versión 00		Tipo de AMFE		Nº AMFE:														
Subsistema:				Proyecto:		Página:		de												
Componente:				Código de Proyecto:		Coordinado por:														
Equipo de trabajo:						Fecha inicio:														
						Fecha revisión:														
Ref.	Sistema	Función	Nº Función	Nº Fallo	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del modo de fallo	[G] Gravedad max	Causa Potencial del modo de fallo	[O] Ocurrencia	Modo de Control actual	[D] Nivel de Detección	NPR	Acciones recomendadas	Observaciones	Resultados					
															Acciones realizadas	Fecha	G	O	D	IPR

2. Metodología – Herramientas

• AMFE



2. Metodología – Herramientas

• DOE

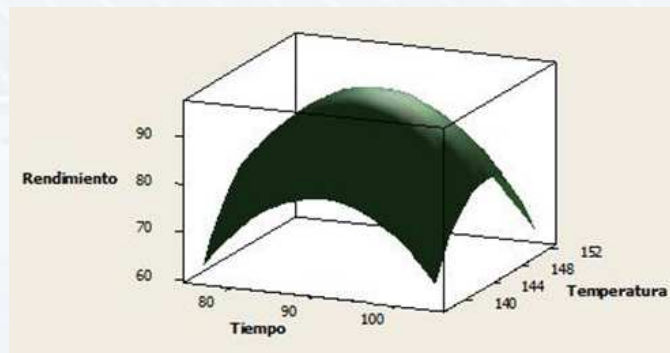
Qué es: Conjunto de técnicas para planificar, realizar y analizar resultados de experimentos, obteniendo las conclusiones adecuadas al objetivo.

Para qué sirve:

Comparar alternativas de diseño. Identificar qué variables de diseño tienen mayor influencia en la función deseada.

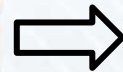
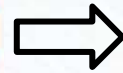
Resultantes:

Selección de la mejor alternativa de diseño. Centrar esfuerzos de mejora en variables más influyentes. Ajuste óptimo de variables de diseño.



2. Metodología – Herramientas

• DOE



2. Metodología – Herramientas

• Seguridad y fiabilidad

Qué es: Son dos aspectos de la calidad de un producto, estrechamente unidos, con el fin de que ese producto se pueda fabricar, utilizar y mantener de una forma fiable y segura.

Para qué sirve: Para obtener un producto que el usuario pueda utilizarlo cuando lo necesite (sea fiable) y de una forma segura (sin riesgos). Para cumplir con la normativa y legislación aplicable.

Resultantes: Evaluación de riesgos, Diseño de sistemas de seguridad de acuerdo a normativa, Predicción de fiabilidad.

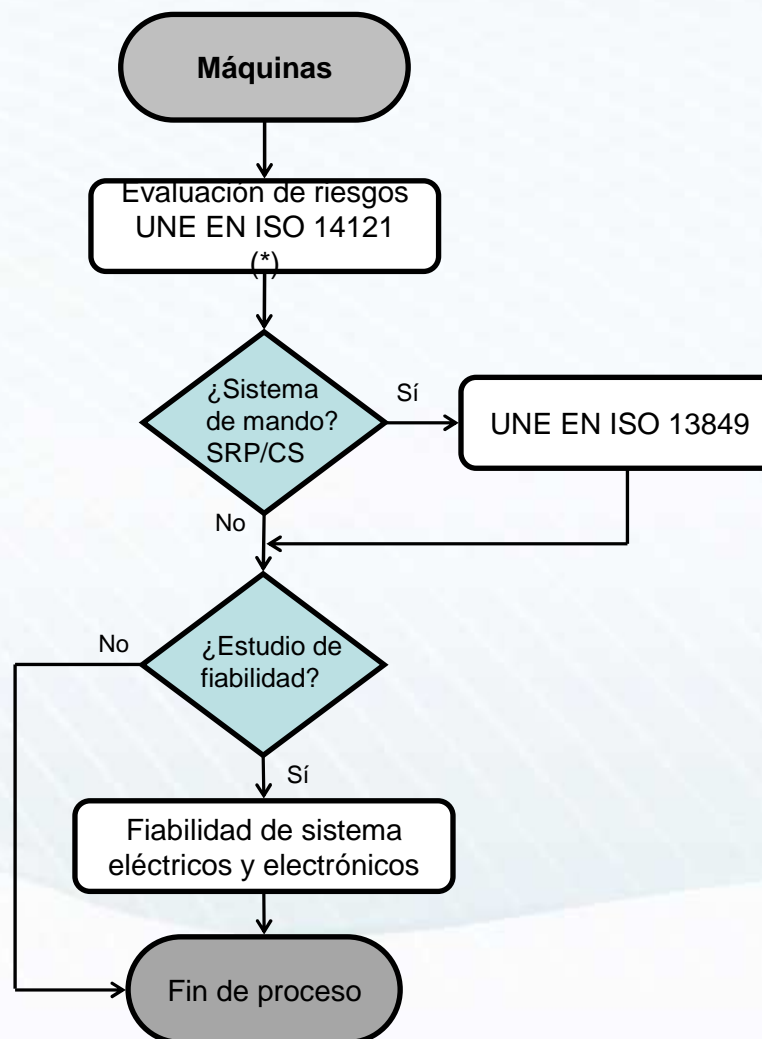
2. Metodología – Herramientas

• Seguridad y fiabilidad

Esquema general:

Seguridad

Fiabilidad

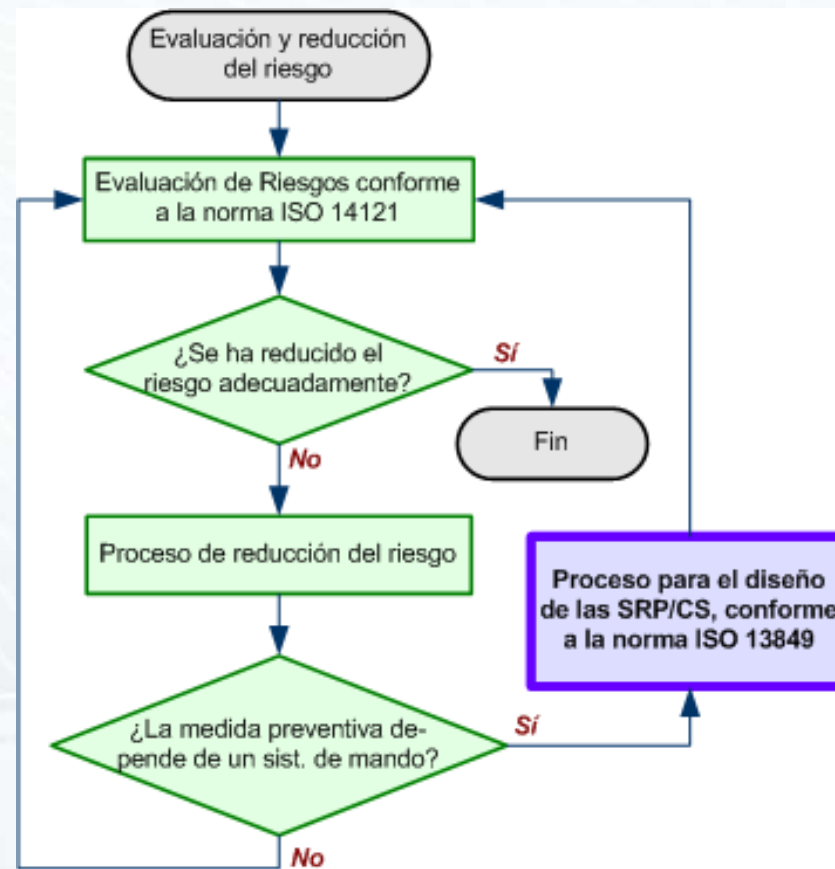


(*) Se sustituye por la UNE 12100:2010

2. Metodología – Herramientas

• Seguridad y fiabilidad

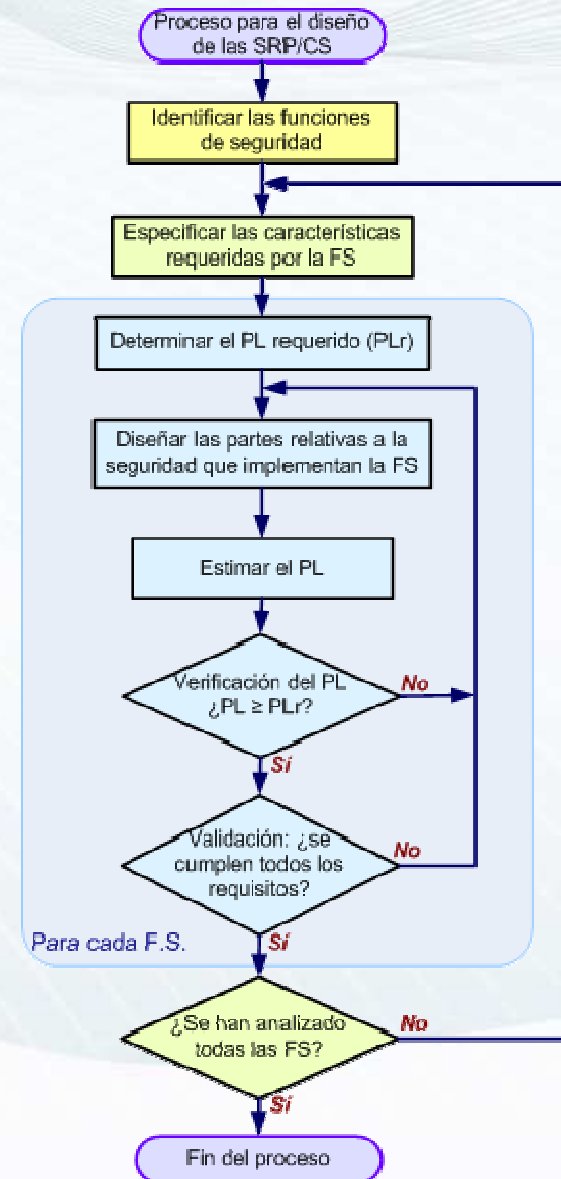
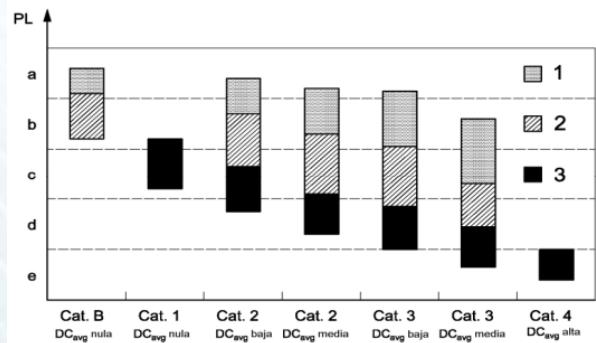
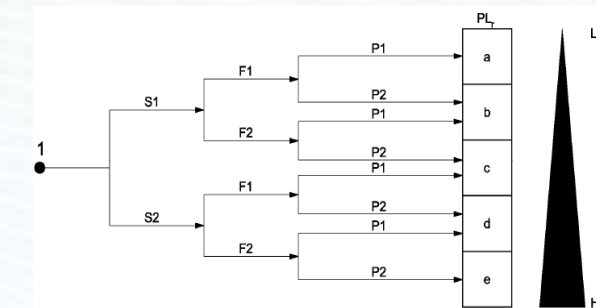
Evaluación de Riesgos y Diseño SRP/CS



2. Metodología – Herramientas

• Seguridad y fiabilidad

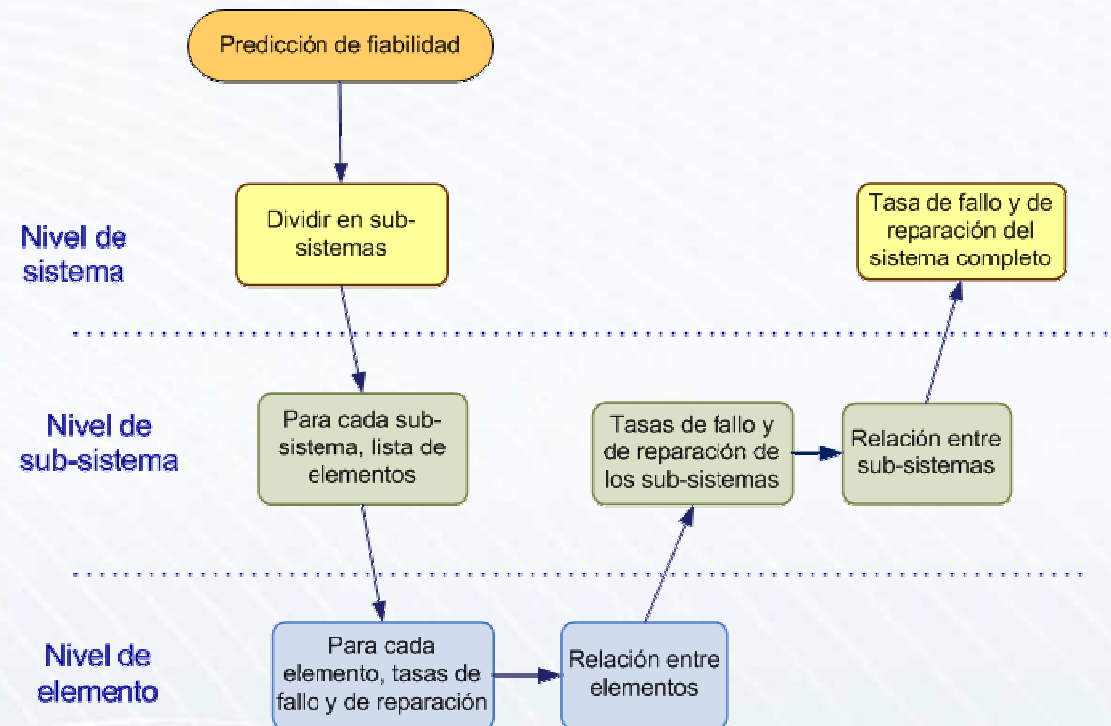
Diseño SRP/CS



2. Metodología – Herramientas

• Seguridad y fiabilidad

Fiabilidad sistemas eléctricos y electrónicos




Ponencia 1, día 23/11/11, “**Predicción del cumplimiento de los requisitos contractuales de fiabilidad de vehículos ferroviarios**”

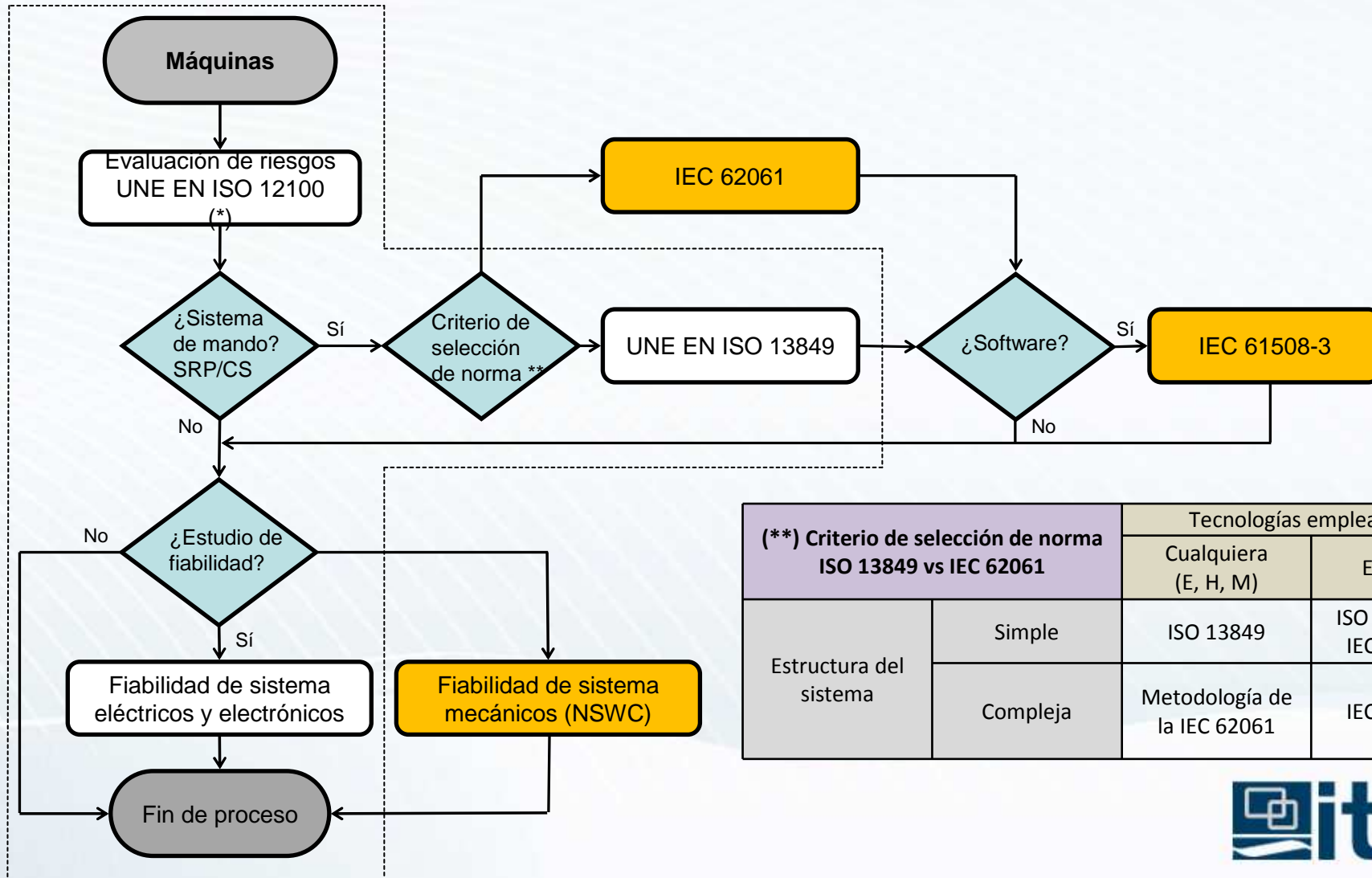
Javier Piedrafita - ITA



2. Metodología – Herramientas

• Seguridad y fiabilidad

 Procedimiento en desarrollo



(**) Criterio de selección de norma ISO 13849 vs IEC 62061		Tecnologías empleadas	
		Cualquiera (E, H, M)	E/E/EP
Estructura del sistema	Simple	ISO 13849	ISO 13849 ó IEC 62061
	Compleja	Metodología de la IEC 62061	IEC 62061

2. Metodología – Herramientas

• Ecodiseño y ACV

Qué es: Diseñar teniendo en cuenta los aspectos ambientales asociados a todas las fases del Ciclo de Vida del producto.

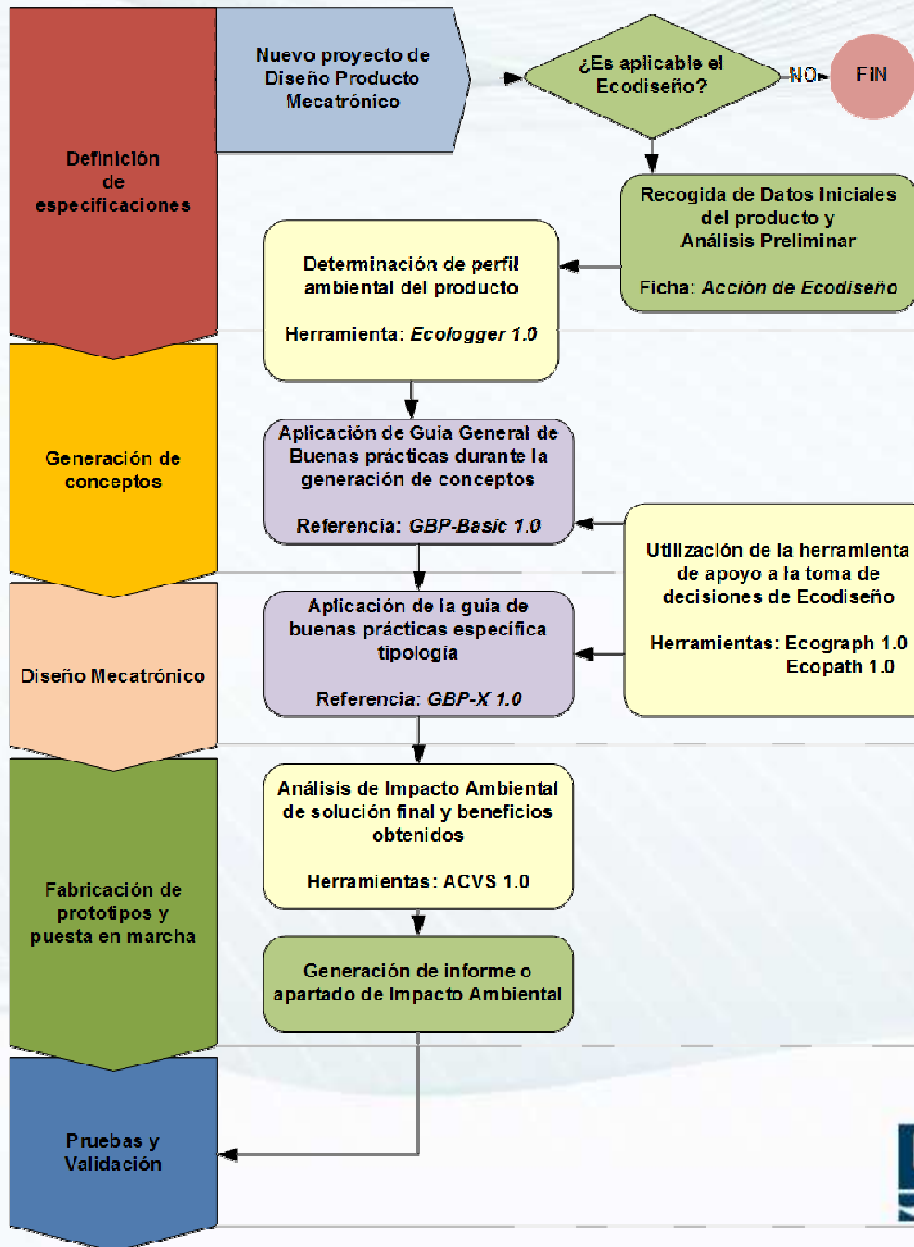
Para qué sirve: Inventariar, analizar y evaluar todos los impactos ambientales del producto, previniendo o disminuyendo su aparición desde la etapa de diseño y desarrollo.

Resultantes: Productos con menor impacto ambiental en todo su Ciclo de Vida. Declaraciones Ambientales de Producto.



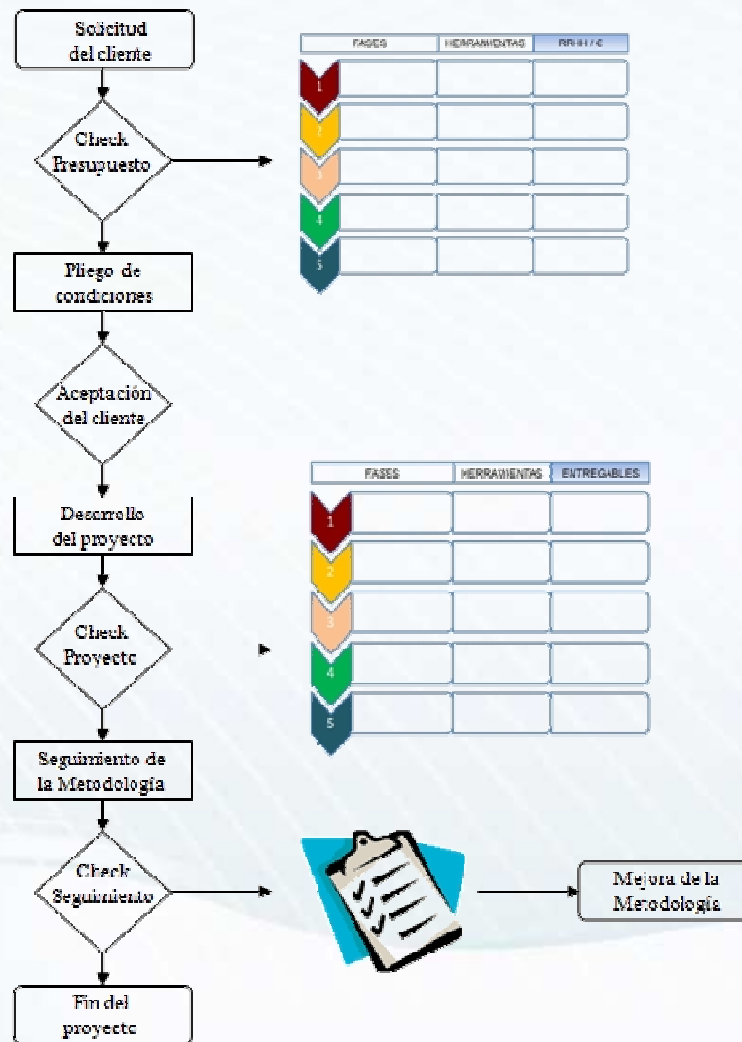
2. Metodología – Herramientas

• Ecodiseño y ACV



2. Metodología – Procedimiento

Procedimiento de aplicación de la Metodología

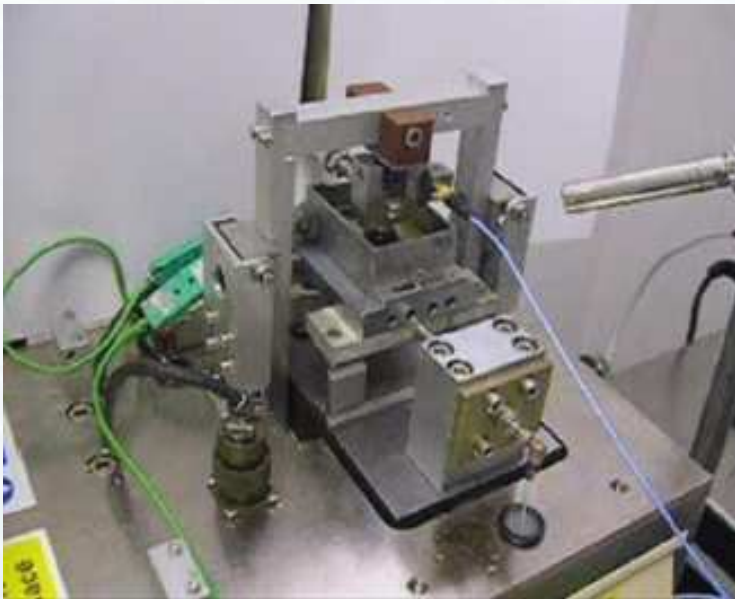


3. Ejemplo de aplicación

Bancos de ensayo Tribómetro de Largo Recorrido

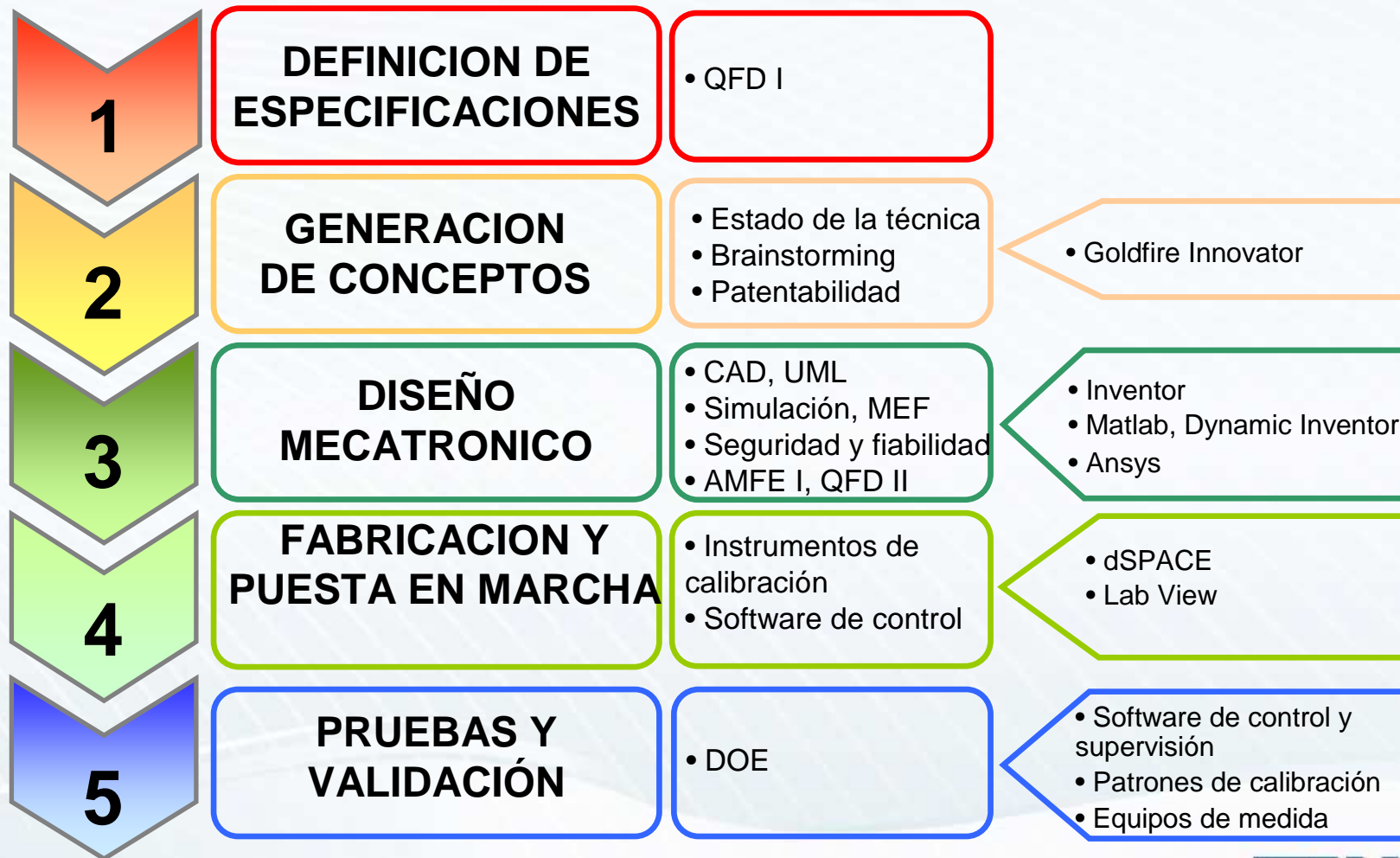
➤ Tribómetro de largo recorrido

Objetivo	Banco de ensayos de desgaste y fricción de largo recorrido
Destinado	Ensayos de materiales
Máquinas existentes	Tribómetro pequeño recorrido ≈ 10 mm. Tribómetro giratorio.



➤ Tribómetro de largo recorrido

Fases y herramienta de la Metodología



➤ Tribómetro de largo recorrido

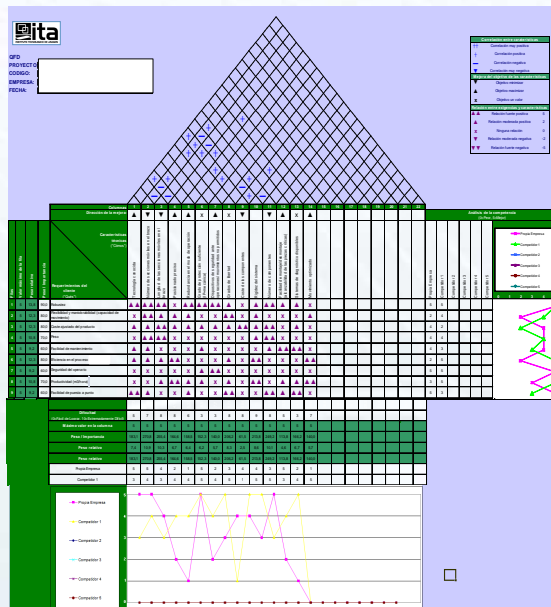
Definición de especificaciones

Objetivo

Identificar las características técnicas y requerimientos

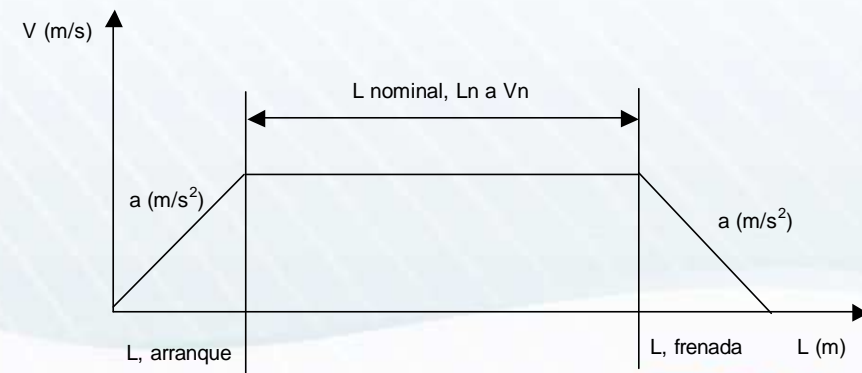
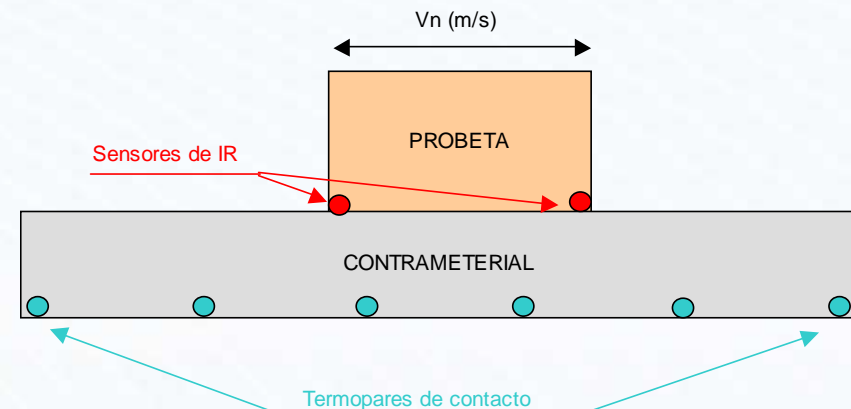
Actuaciones

- Recopilación de especificaciones
- Doc. especificaciones



Herramientas

- QFD



➤ Tribómetro de largo recorrido

Generación de conceptos – Estado de la técnica

Objetivo

Identificar los antecedentes existentes en el estado de la técnica de tribómetros y tecnologías a aplicar

Actuaciones

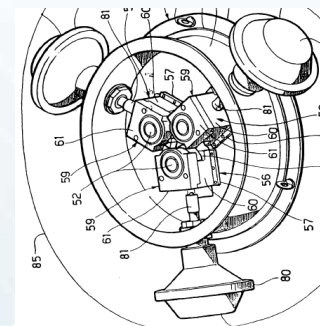
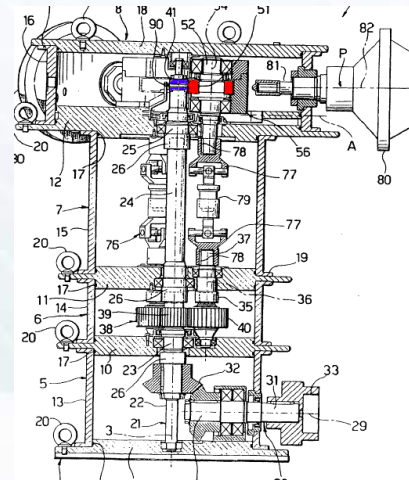
- Estado de la técnica

Herramientas

Espacenet y Goldfire Innovator

Resultados

Patentes, artículos técnicos



➤ Tribómetro de largo recorrido

Generación de conceptos - Creatividad

Objetivo

Generar conceptos de los siguientes sistemas:

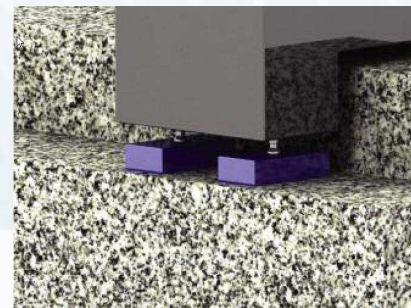
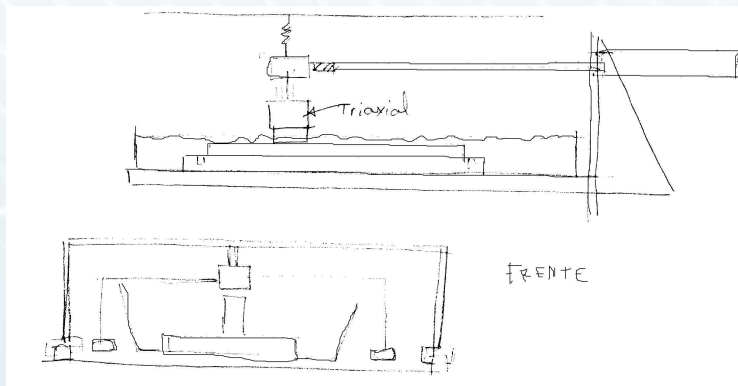
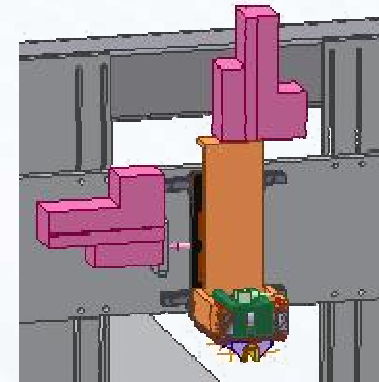
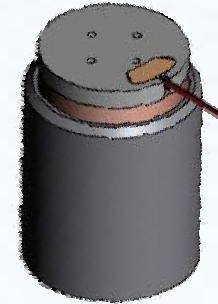
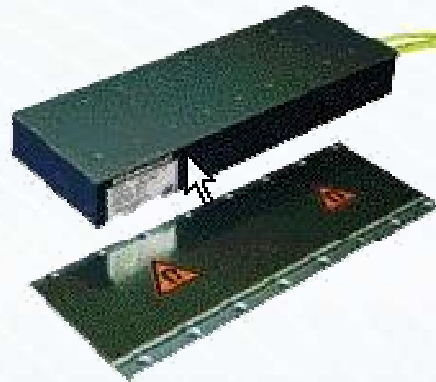
- Aplicación de carga
- Desplazamiento lineal
- Medida de la fricción

Actuaciones

- Creatividad

Herramientas

- Brainstorming



➤ Tribómetro de largo recorrido

Generación de conceptos - Patentabilidad

Objetivo

Analizar:



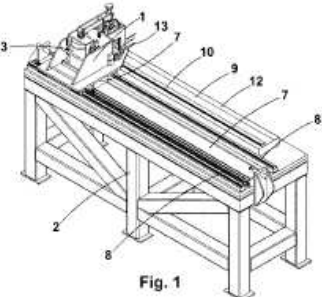
- Incumplimiento de patentes
- Posibilidad de patentar

Actuaciones

- Búsqueda y análisis de patentes

Herramientas

- Bases de datos

 <p>OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS ESPAÑA</p>		 <p>① Número de publicación: 2 335 961 ② Número de solicitud: 200930807 ③ Int. Cl.: G01N 19/02 (2006.01) G01N 3/56 (2006.01)</p>
⑫ SOLICITUD DE PATENTE		A1
⑬ Fecha de presentación: 07.10.2009	⑪ Solicitante/s: Instituto Tecnológico de Aragón c/ María de Luna, 7-8 50018 Zaragoza, ES	
⑭ Fecha de publicación de la solicitud: 06.04.2010	⑯ Inventor/es: Mene Roche, José Ramón; Orús Pontaque, Javier José; Alfonso de la Riva, Jesús Julián; Ballestín Meléndez, Jesús; Canale Compés, Margarita y Jiménez Caballero, Miguel Ángel	
⑰ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: 06.04.2010	⑰ Agente: Azagra Sáez, María Pilar	
⑳ Título: Tribómetro lineal.		
㉑ Resumen: Tribómetro lineal, del tipo de los utilizados para realizar ensayos y medidas de fricción y desgaste por rozamiento entre dos materiales con superficies sometidas a un movimiento lineal entre sí, caracterizado porque consta de un cabezal móvil y de una bancada fija de soporte, estando dotado el cabezal móvil de medios de movimiento y guiado vertical de un sensor de fuerza asociado a una probeta de uno de los materiales, y estando dotada la bancada de medios de movimiento y guiado horizontal del cabezal móvil, además de un soporte de fijación, paralelo al sentido de movimiento del cabezal móvil, para el otro material. La invención que se presenta aporta la principal ventaja de permitir ensayos y medidas de fricción y desgaste con un desplazamiento lineal sensiblemente superior al logrado con dispositivos habituales, siendo fácilmente ampliable a cualquier longitud, disponiendo de total flexibilidad en las posibilidades de condiciones de ensayo.		
		 <p>Fig. 1</p>

➤ Tribómetro de largo recorrido

Generación de conceptos - Diseño Mecatrónico Inicial

Objetivo

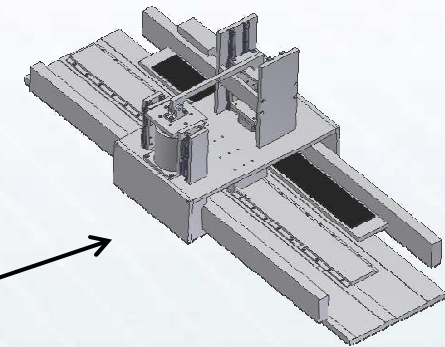
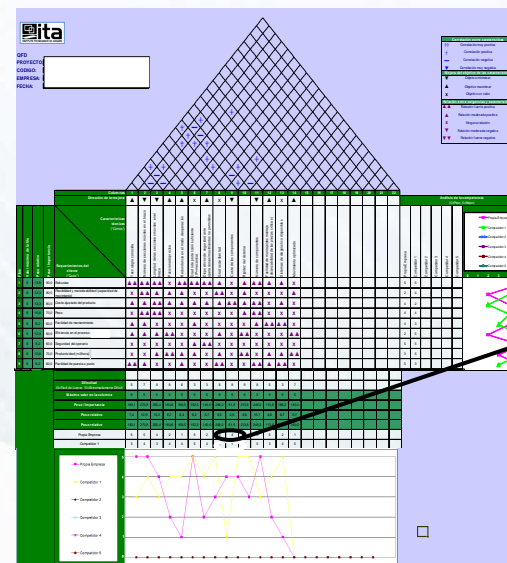
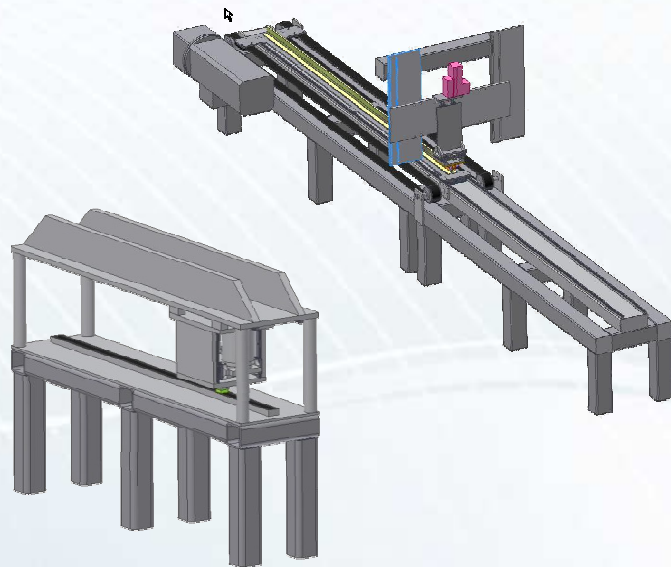
Diseño inicial de las propuestas seleccionadas
Selección de la propuesta a desarrollar

Actuaciones

- Prediseño Mecánico y Eléctrico
- Simulación Dinámica
- Evaluación de las propuestas

Herramientas

- INVENTOR
- SIMULINK
- QFD II



➤ Tribómetro de largo recorrido

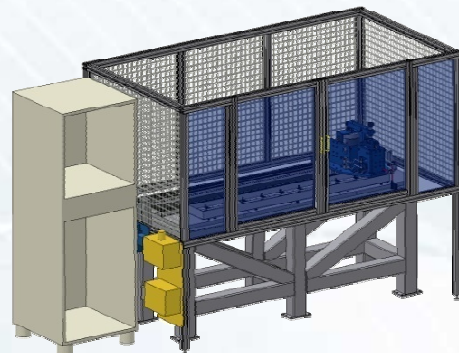
Diseño Mecatrónico

Objetivo

Diseño detallado de la propuesta seleccionada

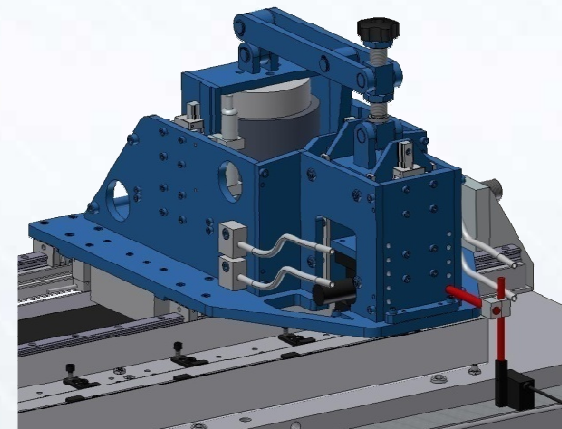
Actuaciones

- Diseño Mecánico y Eléctrico
- Simulación Dinámica
- Análisis estructural
- Diseño del Software de Control
- Seguridad y fiabilidad
- Planos y esquemas de fabricación



Herramientas

- INVENTOR
- SIMULINK
- ANSYS
- AMFE I
- Seguridad y fiabilidad
- Ecodiseño y ACV

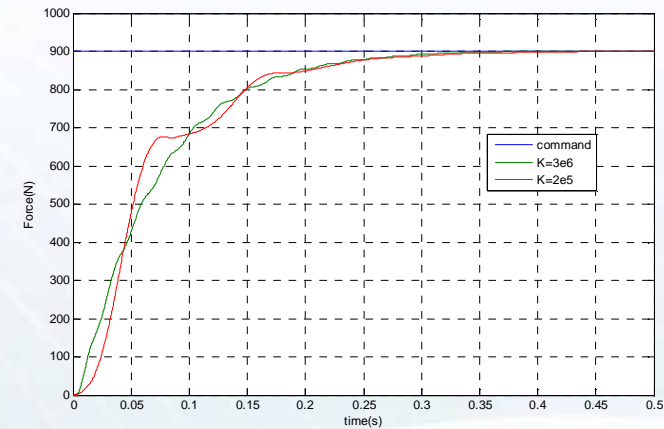
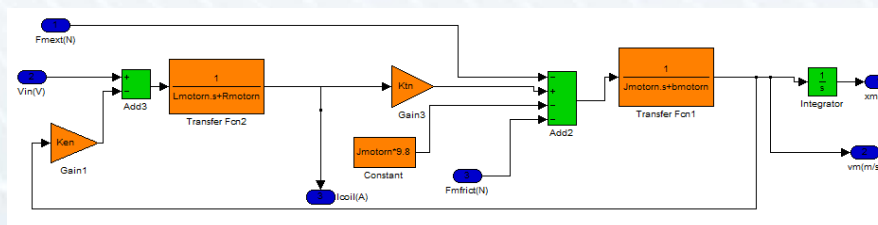
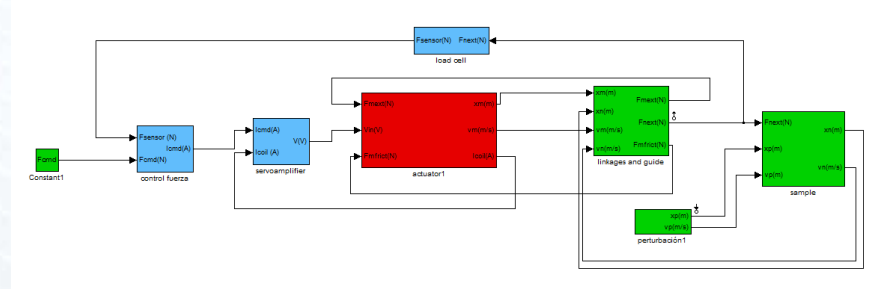
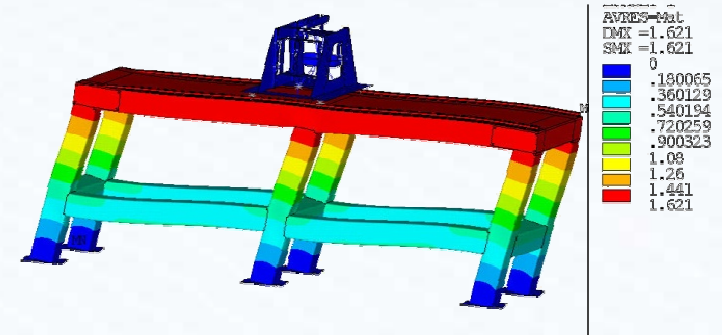


➤ Tribómetro de largo recorrido

Diseño Mecatrónico

Actuaciones

- Simulación Dinámica. SIMULINK
 - Simulación y análisis del funcionamiento
 - Diseño del Control en Velocidad dirección X
 - Diseño del Control en Fuerza dirección Z

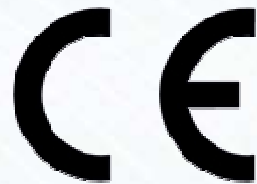


➤ Tribómetro de largo recorrido

Diseño Mecatrónico

Actuaciones

- Diseño Mecánico y Eléctrico
- Seguridad y fiabilidad
- AMFE II
- Impacto ambiental
- Expediente técnico. Marcado CE



Riesgo	S1, F2, P2
PLr	c
Arquitectura	Redundante
MTTFd	15 años
DCavg	75%
CCF	70
PL	c
PL ≥ PLr	

	Zona restringida, solo permitido el acceso a personal autorizado y especializado en el manejo de la máquina.
	Peligro eléctrico en el rack eléctrico y cajas eléctricas.
	Peligro debido a campos magnéticos.
	Peligro de mal funcionamiento de sensores debido a los campos magnéticos.
	Peligro de atrapamiento con piezas metálicas que se aproximan a elementos magnetizados.

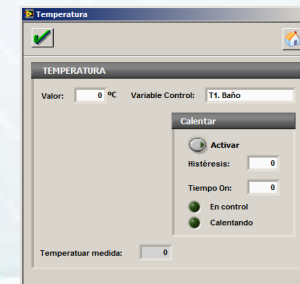
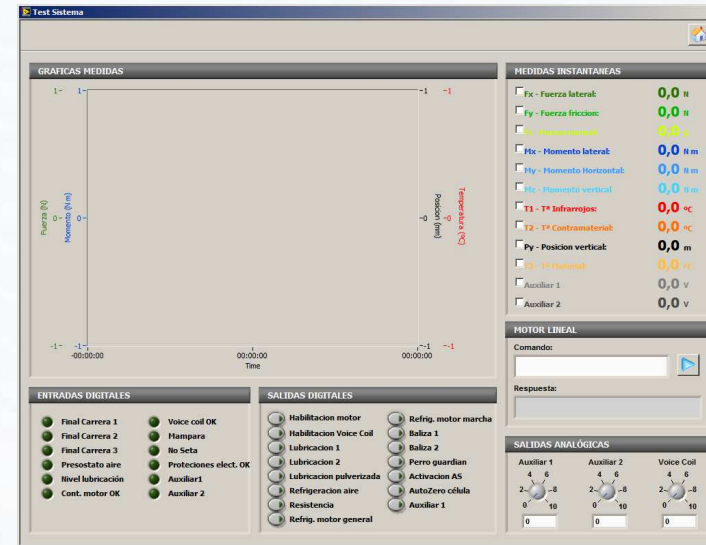
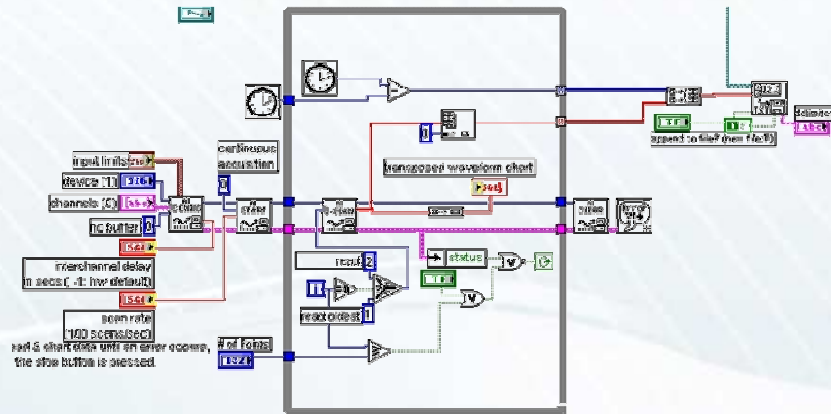
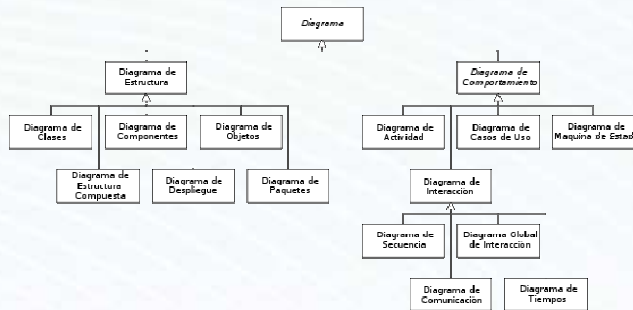
	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Modo potencial de fallo	Efectos potenciales del fallo	Causas potenciales del fallo	Modo de control previsto	Ocurren.	Graved.	Détec.	NPR	Acciones de mejora recomendadas	Observaciones
1										
2	No aplica carga	El banco no funciona	Fallo de alimentación	piloto tensión	1	4	1	4		
3										
4										
5										
6	No llega al umbral de carga máxima	No se cumplen especificaciones el banco	Mal ajuste de la electrónica	ninguno	2	3	4	24		
7			Fuga campo magnético	ninguno	3	3	4	36		
8			Exceso de rozamiento palancas	ninguno	2	3	4	24		
9			Exceso de rozamiento guiado	ninguno	3	3	4	36		

➤ Tribómetro de largo recorrido

Diseño Mecatrónico

Actuaciones

- Diseño del Software de Control. UML, HIL



➤ Tribómetro de largo recorrido

Puesta en marcha

Actuaciones

- Fabricación y montaje
- Puesta en marcha

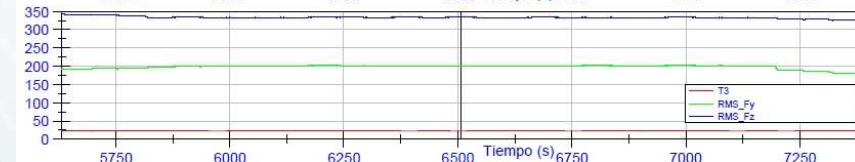
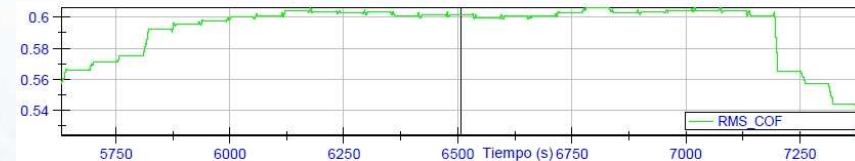
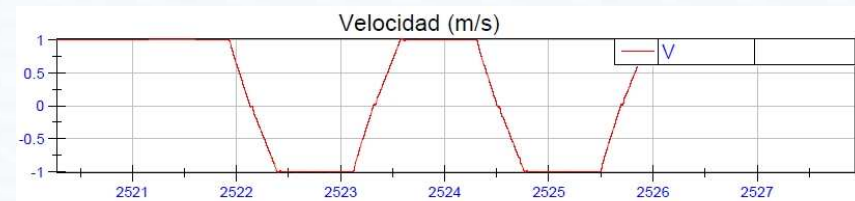
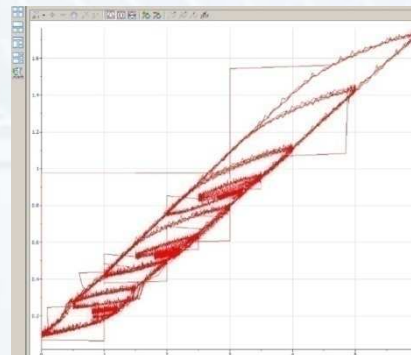
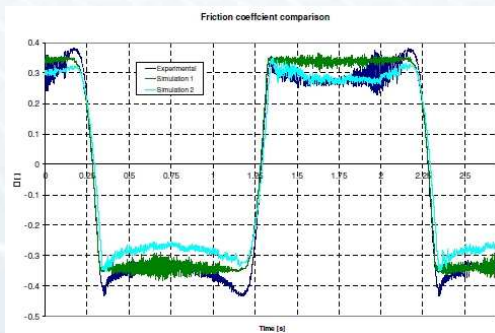
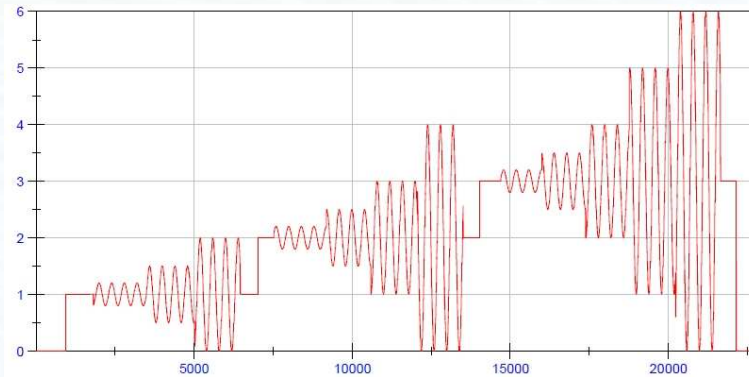


➤ Tribómetro de largo recorrido

Pruebas y validación

Actuaciones

- Calibración
- Realización de ensayos
- Validación y entrega de máquina



4. Conclusiones

- La Metodología de Diseño Robusto aporta un alto valor añadido a los proyectos de diseño de producto mecatrónico:
 - ✓ Anticipa problemas en las primeras fases del proyecto.
 - ✓ Facilita la uniformidad de acción.
 - ✓ Potencia la colaboración multidisciplinar.
 - ✓ Mejora la estructuración de la documentación, facilitando su integración con la Gestión del Conocimiento.
 - ✓ Ayuda al control de las acciones y evaluación del trabajo.
 - ✓ Sistematiza la Innovación.
 - ✓ Minimiza los efectos negativos por relevo de personal y facilita la formación de nuevo personal.

- La Metodología de Diseño Robusto y sus herramientas son versátiles, se pueden aplicar y adaptar a otra tipología de proyectos.

Metodología de diseño robusto para el aseguramiento de la calidad en el desarrollo de productos innovadores

José Mené Roche- jmene@ita.es

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN

**XIII Congreso de Confiabilidad de la AEC
Zaragoza, 23-25 de Noviembre de 2011**