



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

Fiabilidad y Ensayos de Aerogeneradores

Desarrollo de Soluciones Duales – Onshore / Offshore

Javier San Miguel Armendáriz



Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas





CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES


ÍNDICE

1. LEA-CENER. Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores
 2. Aerogeneradores – Fiabilidad y Objetivos de Ensayo
 3. Topologías de Aerogeneradores y Planes de Ensayo
- Fiabilidad en Sistemas Mecánicos



Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas,
y Tecnológicas





1. CENER LEA
Laboratorio de Ensayo
de Aerogeneradores

Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores

Sangüesa (NAVARRA),

Planta universalmente abierta dedicada al ensayo de componentes, subsistemas y prototipos complementa los trabajos de investigación de CENER en eólica.

Actividades Principales:

Ensayos de Palas

Ensayo de transmisiones y sistemas eléctricos

Planta experimental en terreno complejo



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Planta de Ensayo de Palas

1. LEA – Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores

- 
- Ensayos estructurales acreditados IEC TS-61400-23 & DNV-GL Guidelines
 - Palas completas de 75m y secciones de palas de hasta 100m
 - **Ensayos estáticos**
 - Masa, CDG, Momentos de Inercia
 - Rigidez a flexión y torsión
 - Resistencia a cargas últimas
 - **Ensayos de fatiga**
 - Análisis modal
 - Durabilidad / fatiga
 - Uniaxiales y Biaxiales, multipunto (UREX, GREX)
 - **Ensayos de durabilidad de rodamientos de pitch**



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra

Ensayos de transmisiones y nacelles completas

1. LEA – Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores

- Motorización de hasta 8MW con aplicación de cargas no rotativas
- Ensayos funcionales y de rendimiento
 - Nacelles completas
 - Transmisión mecánica con generador de par resistente
- Ensayos de frenos y acoplamientos en eje rápido
- Sistemas de lubricación
- Vida concentrada y sobrecargas
 - Rodamientos del eje lento (LSS)
 - Engranajes y rodamientos de multiplicadoras

Ensayos de Sistemas Eléctricos

1. LEA – Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores

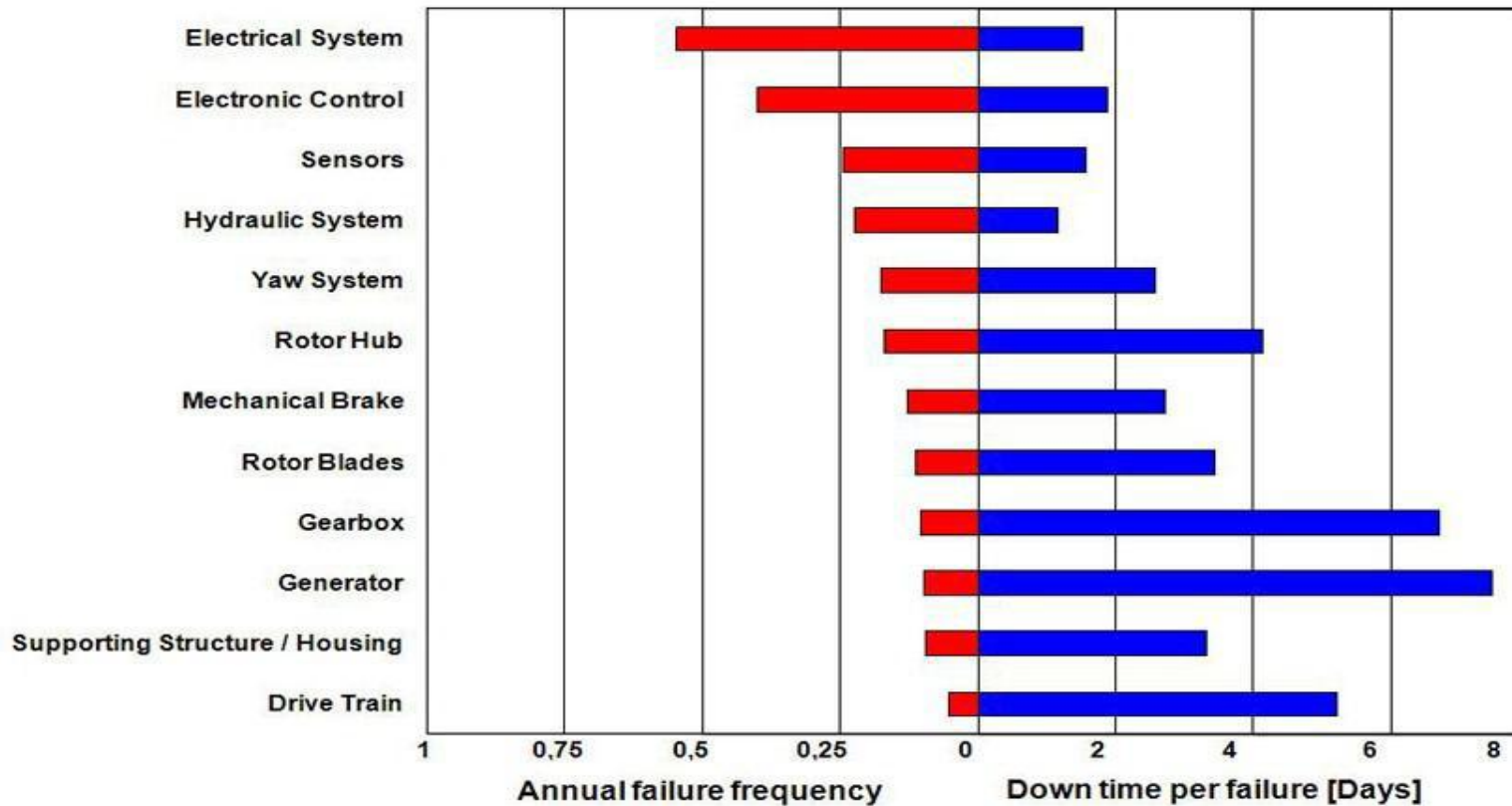
- 🌀 Generadores y convertidores de hasta 5MW
- 🌀 Caracterización de componentes
(Pruebas en vacío y cortocircuito, THD – optimización filtros)
- 🌀 Sobrecarga y sobrevelocidad
- 🌀 Ensayos funcionales, vibraciones, ruido acústico, sobrecalentamiento
- 🌀 Ensayos de redundancia de sistemas de refrigeración, control y electrónica de potencia
- 🌀 Ensayos de Huecos de tensión



2. Fiabilidad & Objetivos de Ensayo

NUESTROS SOSPECHOSOS HABITUALES

2. Fiabilidad y Objetivos de Ensayo



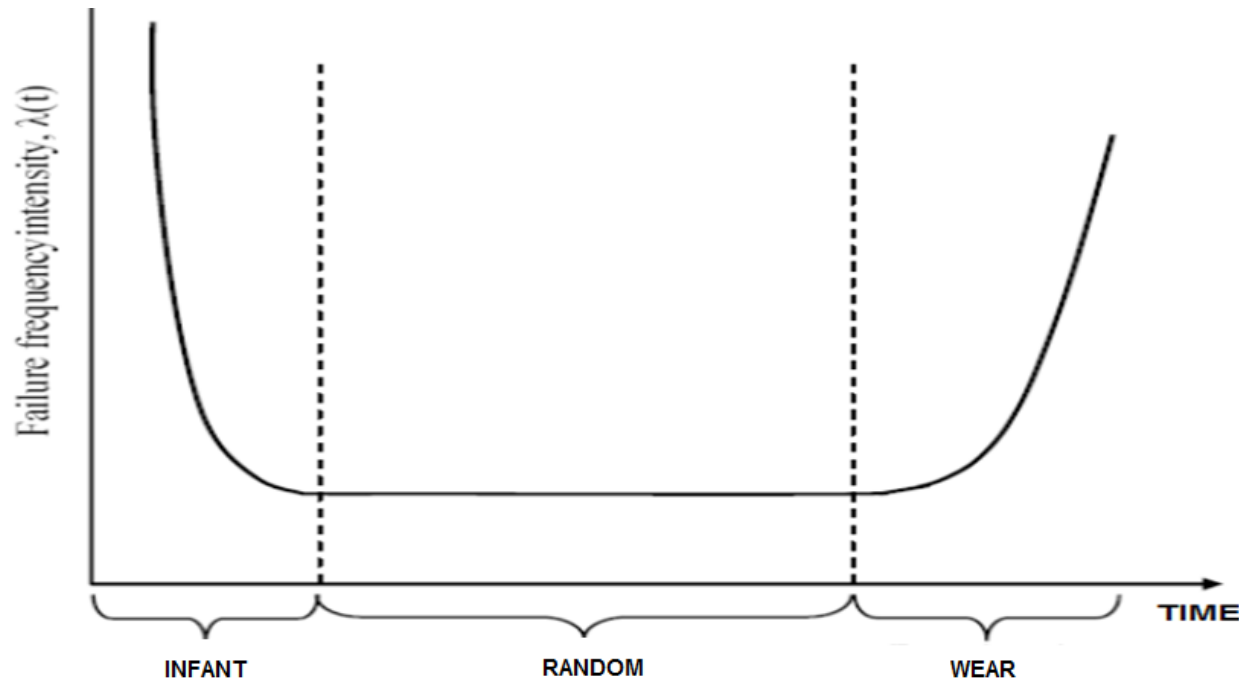
CPN

Source: WMEP

Objetivos de Ensayo en la Bañera

2. Fiabilidad y Objetivos de Ensayo

A la probabilidad de que un producto cumpla con su función bajo unas condiciones determinadas durante un periodo de tiempo definido se le llama Fiabilidad.



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

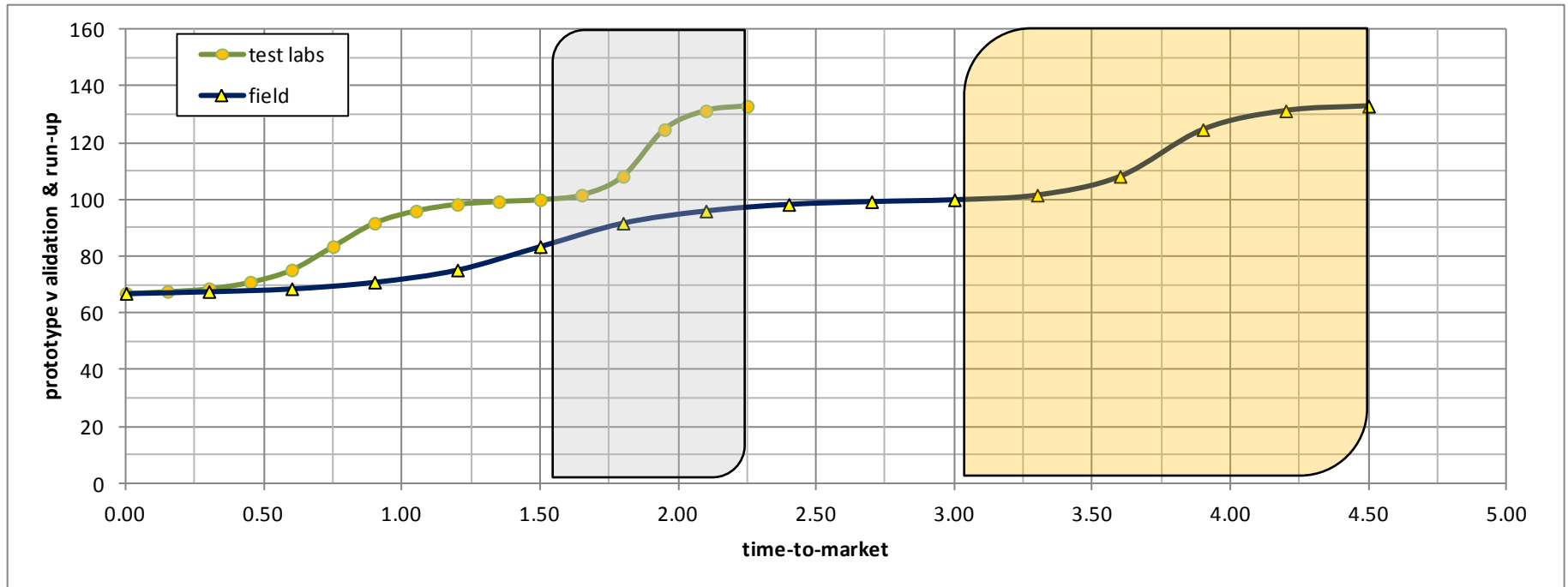
Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra

Reducción del tiempo a mercado

2. Fiabilidad y objetivos de ensayo



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



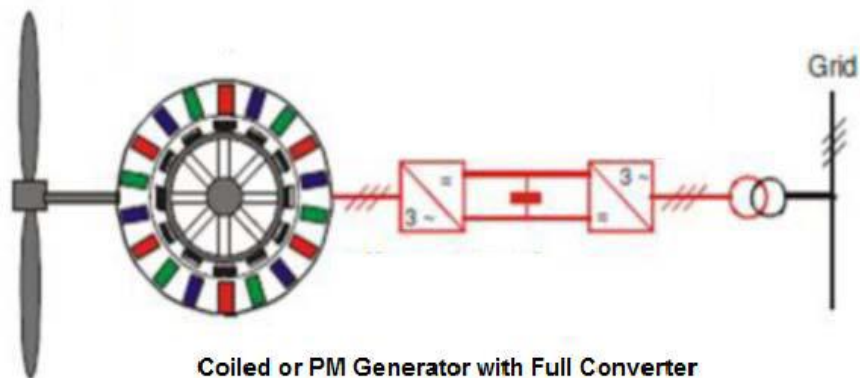
Gobierno
de Navarra



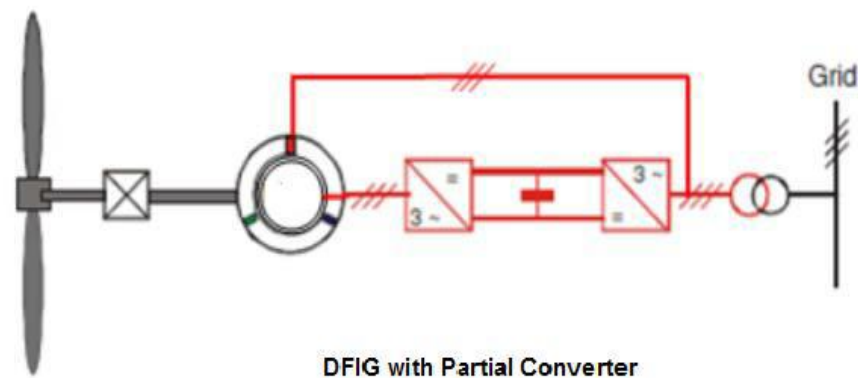
3. Topologías & Planes de Ensayo Implicaciones en Fiabilidad

Aerogenerador

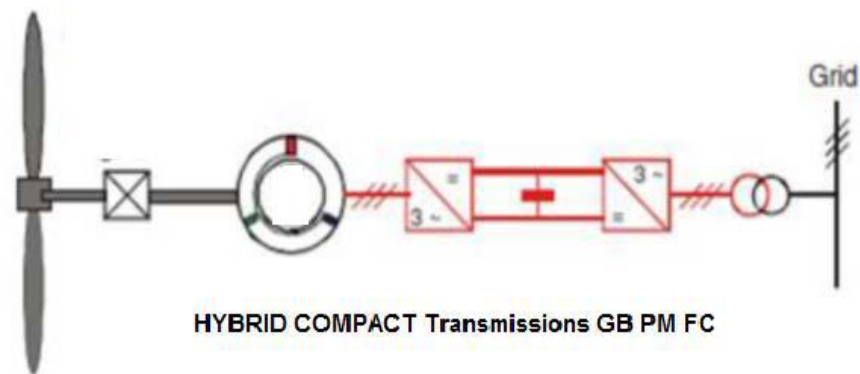
Topologías habituales de transmisión



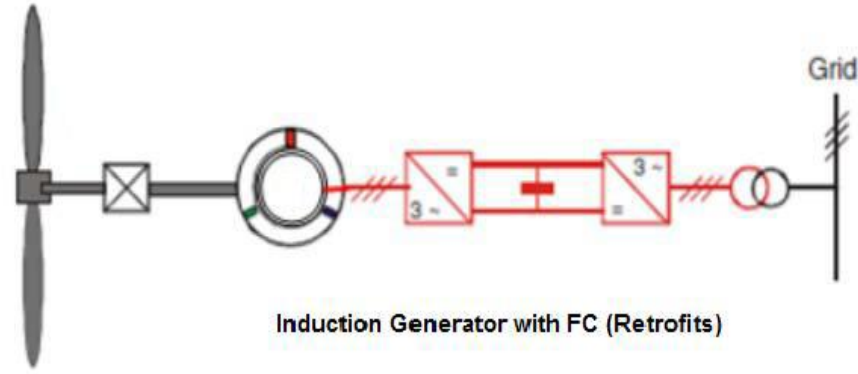
Coiled or PM Generator with Full Converter



DFIG with Partial Converter



HYBRID COMPACT Transmissions GB PM FC



Induction Generator with FC (Retrofits)

Aerogenerador

Planes de ensayos mecánicos

- Vida concentrada – Escenarios de ensayo
- Planes de ensayo avanzados - Modelizado
- Modelos transitorios
- Enfoque multidisciplinar de la fiabilidad mecánica



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

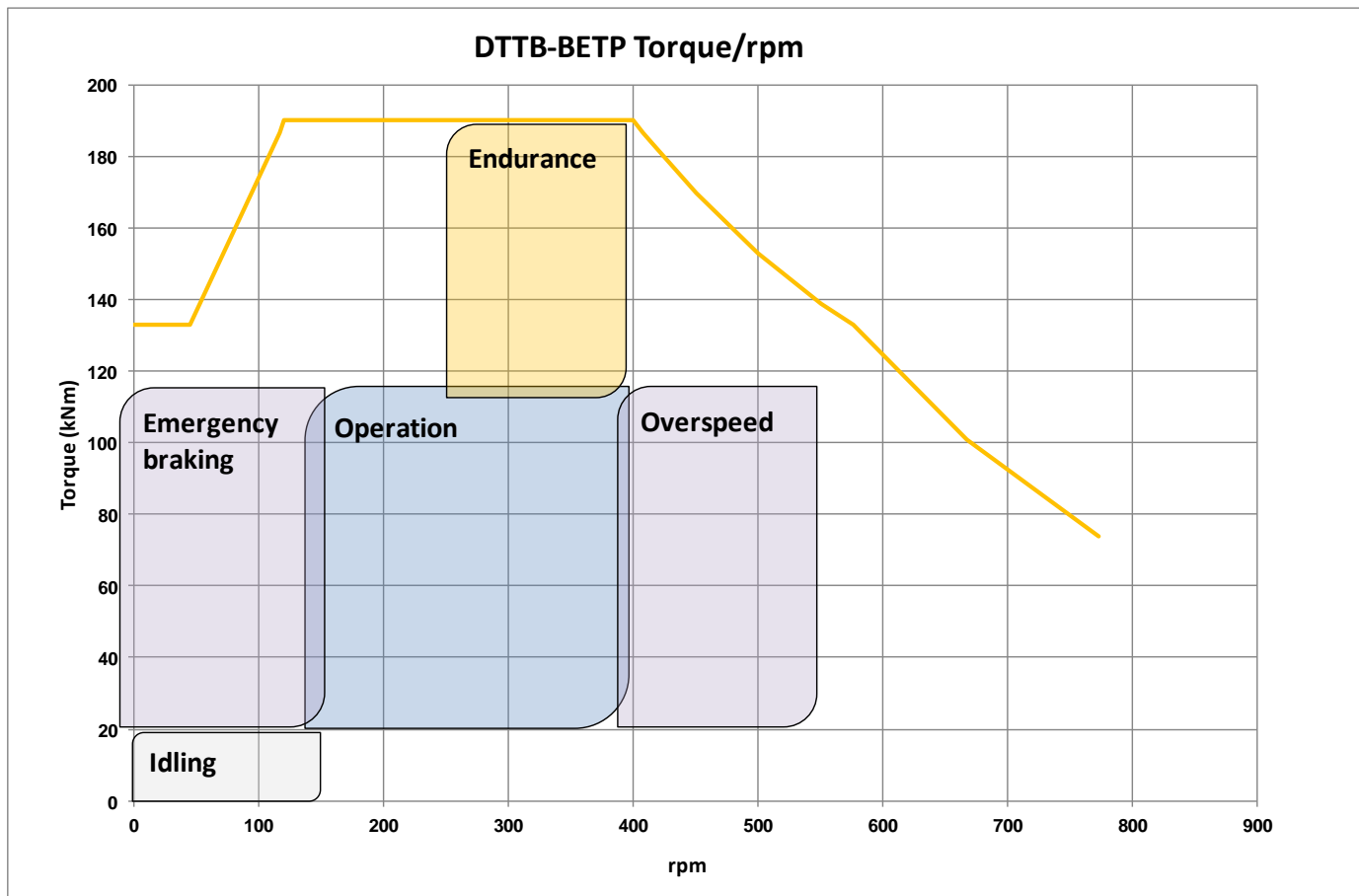
Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Ensayo Mecánicos

Escenarios de ensayos – Vida concentrada



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

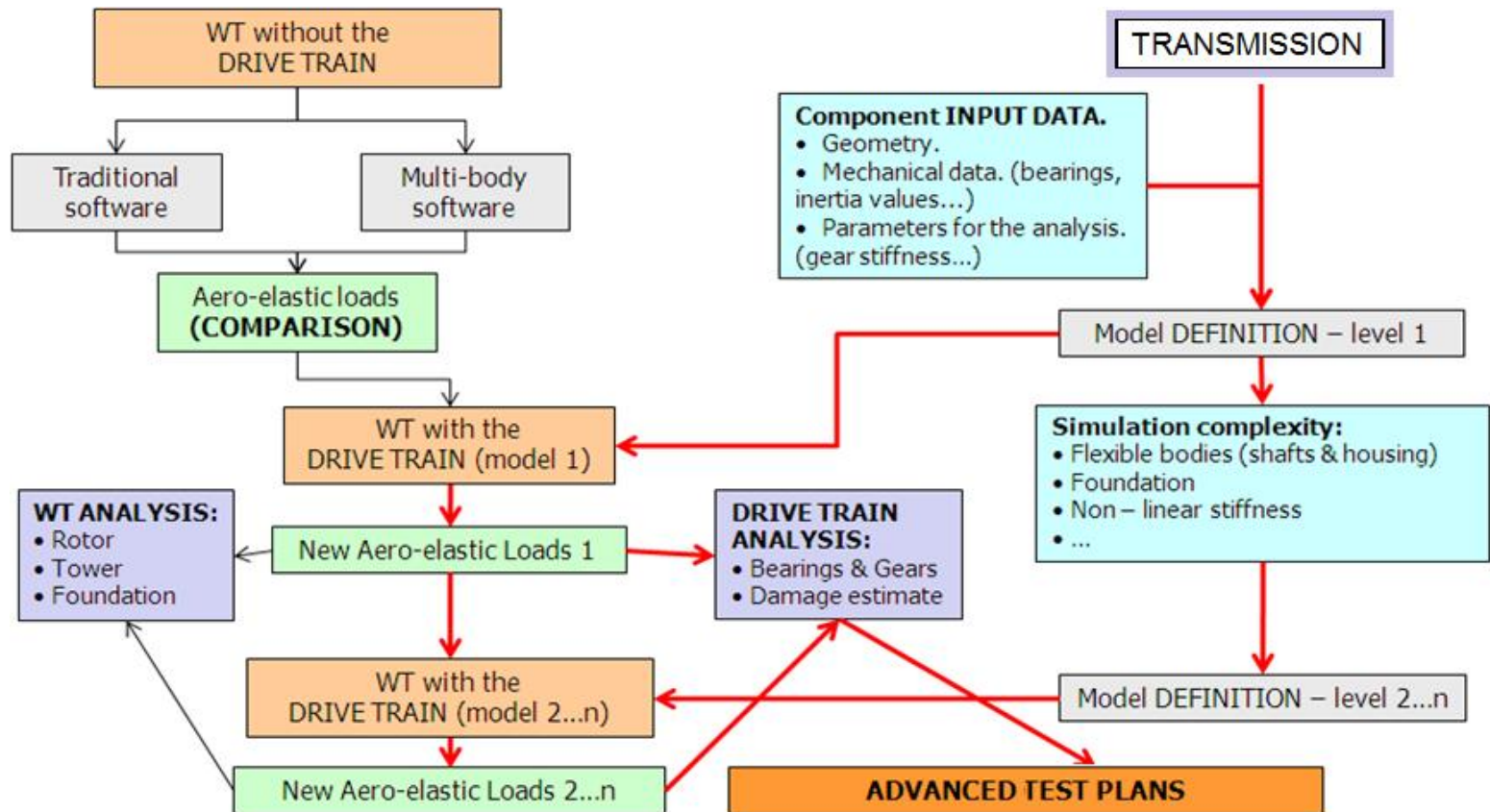
Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra

Ensayos Mecánicos

Procedimiento para el diseño de planes de ensayo avanzados



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra

Ensayos Mecánicos

Modelizado de transmisiones en transitorios

Modelizado con 6 grados de libertad

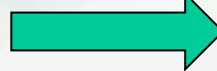
Consideración de la no linealidad de los componentes:

Matrices de rigidez : Rodamientos y Ejes

Cuerpos Flexibles : Análisis modal.

Evaluación de la transmisión de cargas entre componentes.

INPUT LOADS
(motor + actuators)



LOADS transmitted to the
Drivetrain Specimen



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

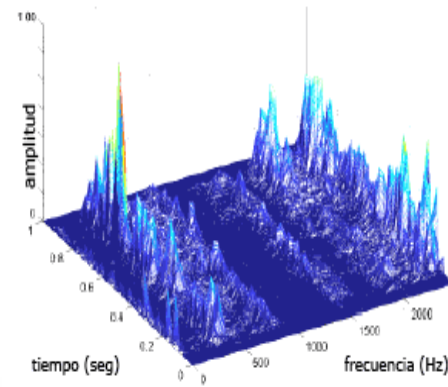
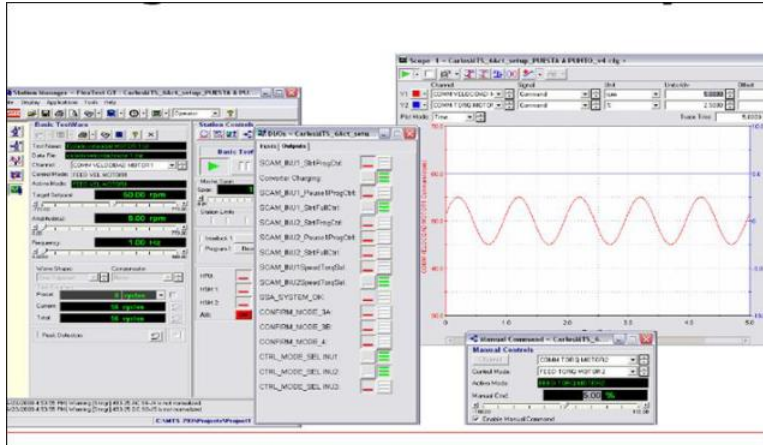
Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas,
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra

Mantenimiento y Fiabilidad

El valor intrínseco de los ensayos físicos

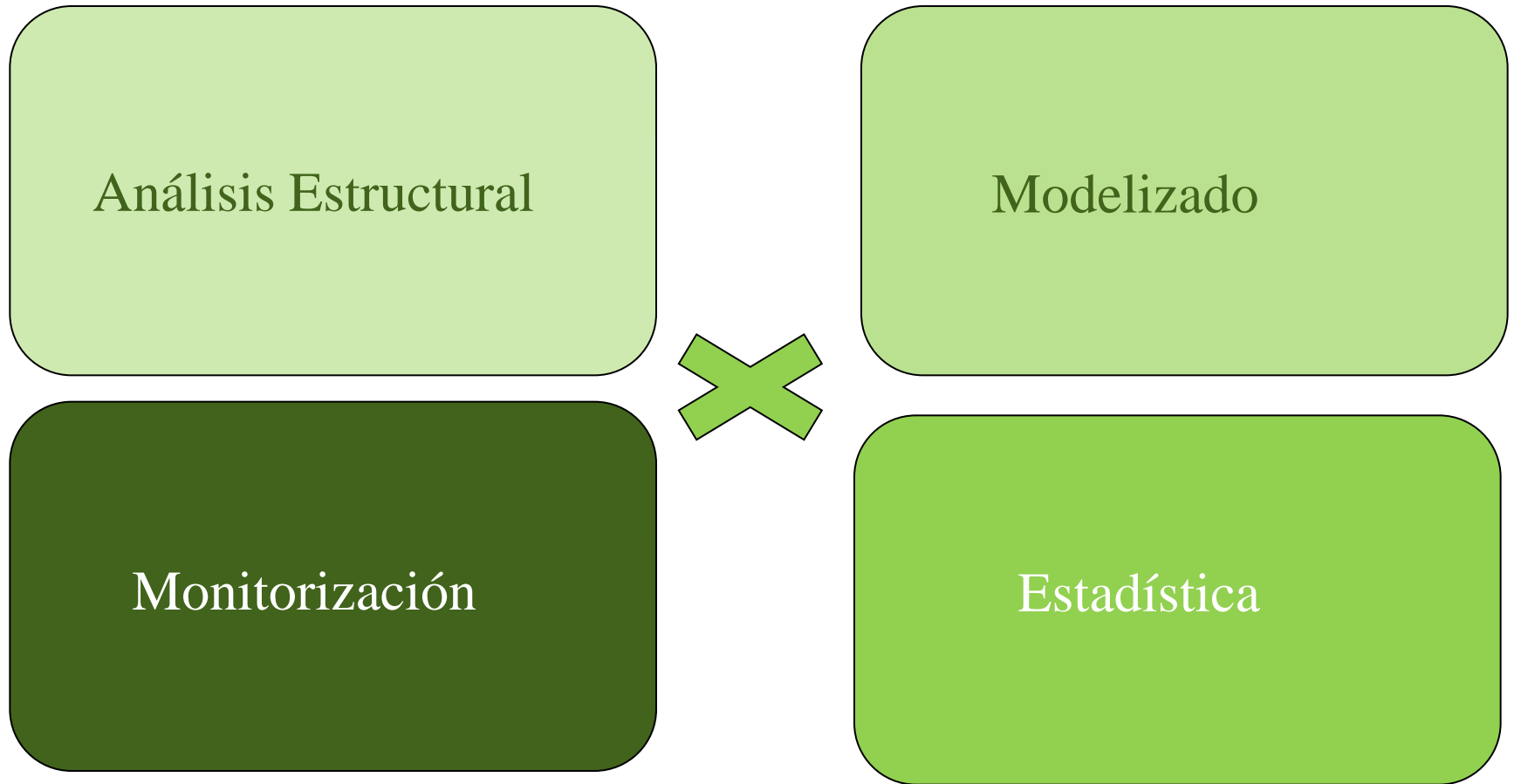


La multiplicidad de señales disponibles durante los ensayos ofrece una oportunidad única para optimizar la sensorización del sistema. Particularmente se pueden eliminar redundancias, introducir novedades, identificar patrones, validar modelos y cálculos de fatiga.

DAS CHANNELS				
TYPE	Nº MOD ULES	TYPE MOD.	CHANNE LS/MOD	TOTAL CHANNELS
TEMPERATURE	16	STP_AR T-0200	2	32
STRAIN	15	SCXI-1314	8	120
Vibration	6	PXI-4472	8	48
SOUND	1	PXI-4472	8	8
4-20 mA	2	PXI-6238	8	16
OIL QUALITY	1	PXI-8430	2	2
ANALOG	16	PXI-6224	2x8	96
DIGITAL	1	PXI-6515	32	32

Enfoque Multidisciplinar

Fiabilidad Mecánica



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

www.cener.com

Javier San Miguel Armendáriz
Wind Energy Department
Tel: +34 948252800
jsanmiguel@cener.com



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

