

Efecto del Control Activo de Potencia sobre las Cargas Mecánicas en Aerogeneradores



Bernabé Ibáñez, Fernando A. Inthamoussou, Hernán De Battista.

Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI, Facultad de Ingeniería, UNLP-CONICET, La Plata
 Contacto: bernabe.ibanez@ing.unlp.edu.ar

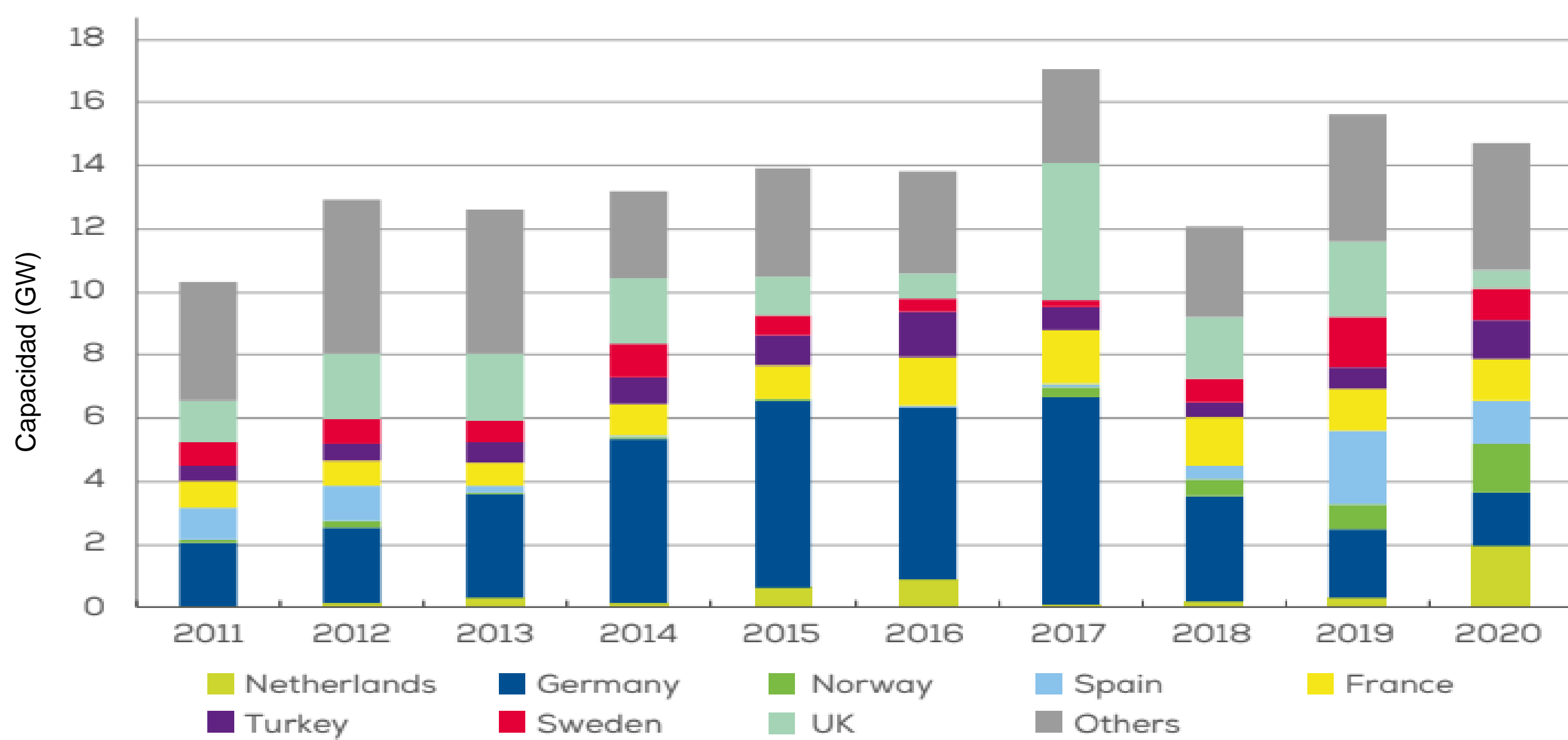


Crecimiento e Inserción de la Energía Eólica

En la actualidad, la penetración de la energía eólica en las redes eléctricas alcanza en la Unión Europea el 16% de la Energía utilizada en 2020. Existe además un creciente interés en equipar a las turbinas con Control Activo de Potencia (CAP). El CAP permite a los parques eólicos satisfacer la demanda de energía ajustando la potencia de las turbinas en vez de prenderlas y apagarlas completamente, introduciendo menos perturbaciones a la red y proveyendo una mayor capacidad de soporte.

Este crecimiento no sólo se debe a la mayor cantidad de parques sino a la construcción de aerogeneradores cada vez más grandes. A medida que el tamaño aumenta, se utilizan materiales más livianos y flexibles haciendo indispensable evaluar los esfuerzos mecánicos a los que se las expone. El objetivo de este trabajo es analizar como afecta la aplicación de CAP a las cargas mecánicas de los aerogeneradores.

Distribución de la potencia instalada eólica en Europa



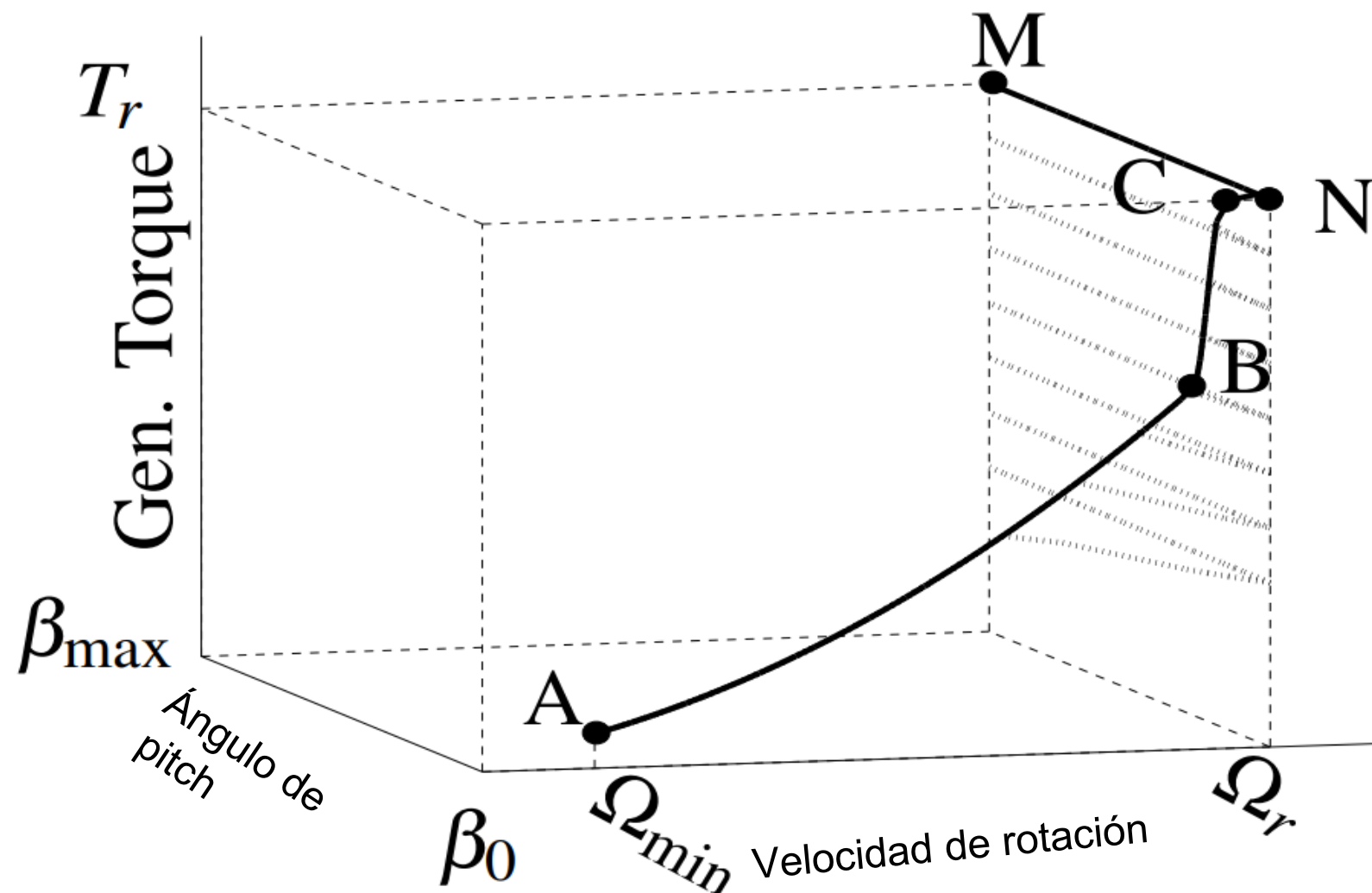
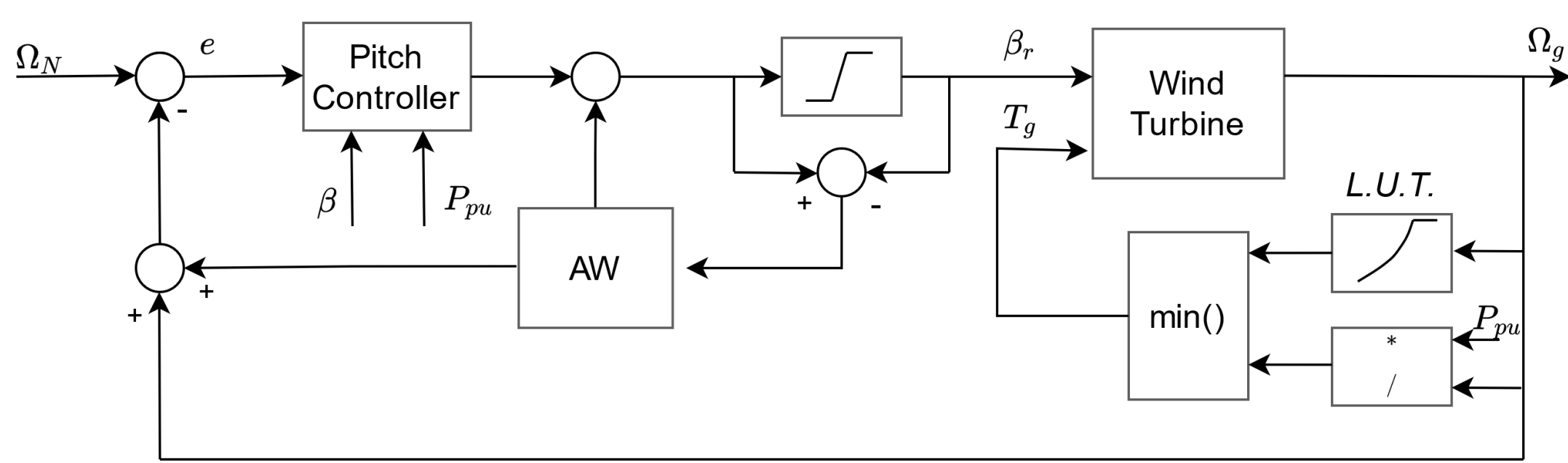
Aerogenerador: NREL 5MW

El trabajo se realizó en base al modelo certificado del NREL de un aerogenerador con las siguientes características:

Potencia Nominal	5 MW
Orientación del rotor, configuración	Contra el viento, 3 palas
Tipo de Control	Velocidad variable, pitch colectivo
Tren de transmisión	Alta velocidad, caja de múltiples etapas
Rotor, diámetro del núcleo	126m, 3m
Altura del núcleo	90 m
Velocidad mín., nominal y máx. de viento	3 m/s, 11.4 m/s, 25 m/s
Velocidad mín. y vel. nominal del rotor.	6,9 rpm, 12,1 rpm

Estrategia de Control

- En la figura superior se muestra la topología del controlador.
- La curva de par (L.U.T.) se muestra en la figura inferior.

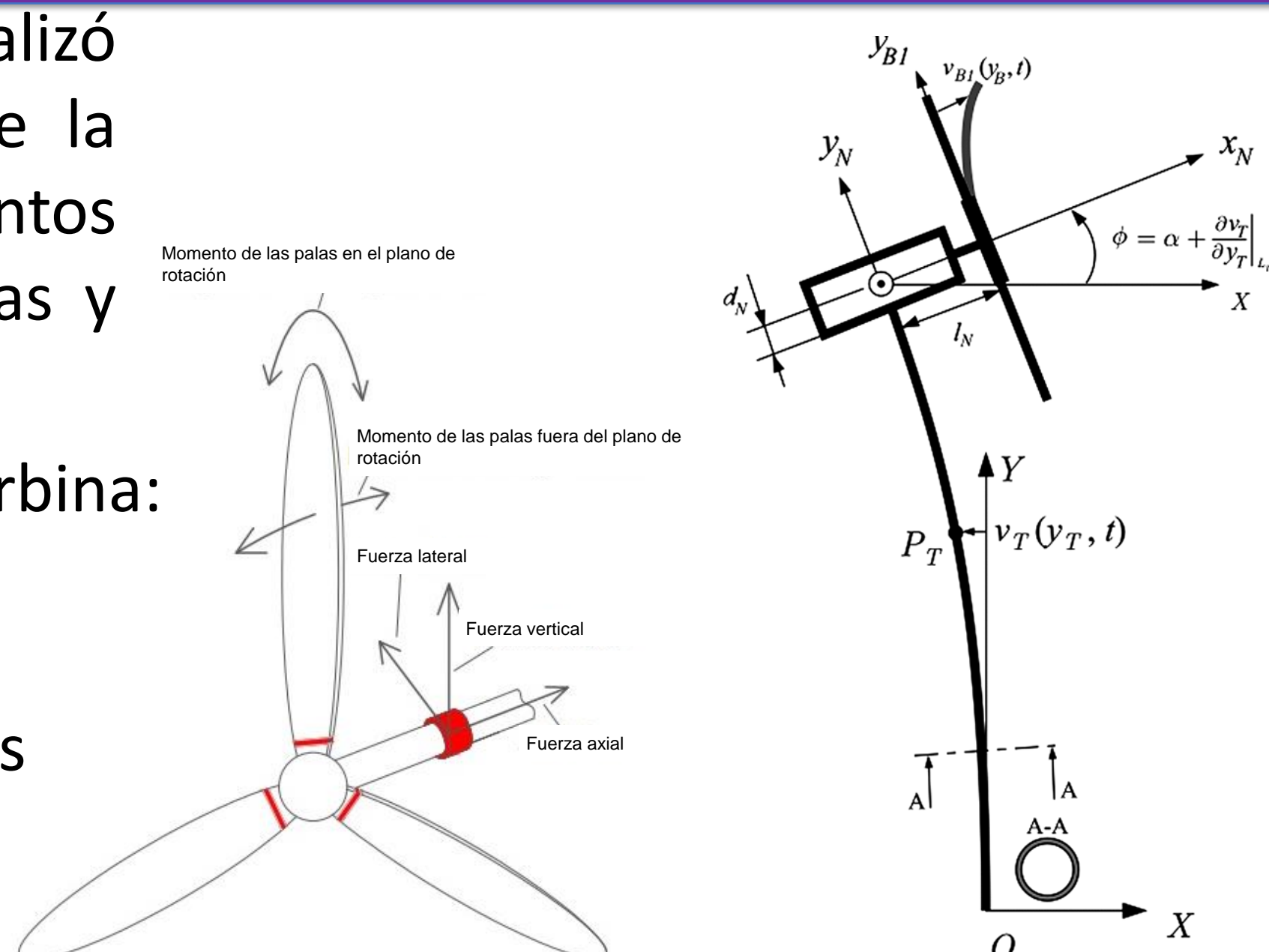


Análisis de Fatiga

La comparación se realizó sobre distintas cargas de la turbina: los momentos principales sobre las palas y la torre.

Tipos de Cargas en la turbina:

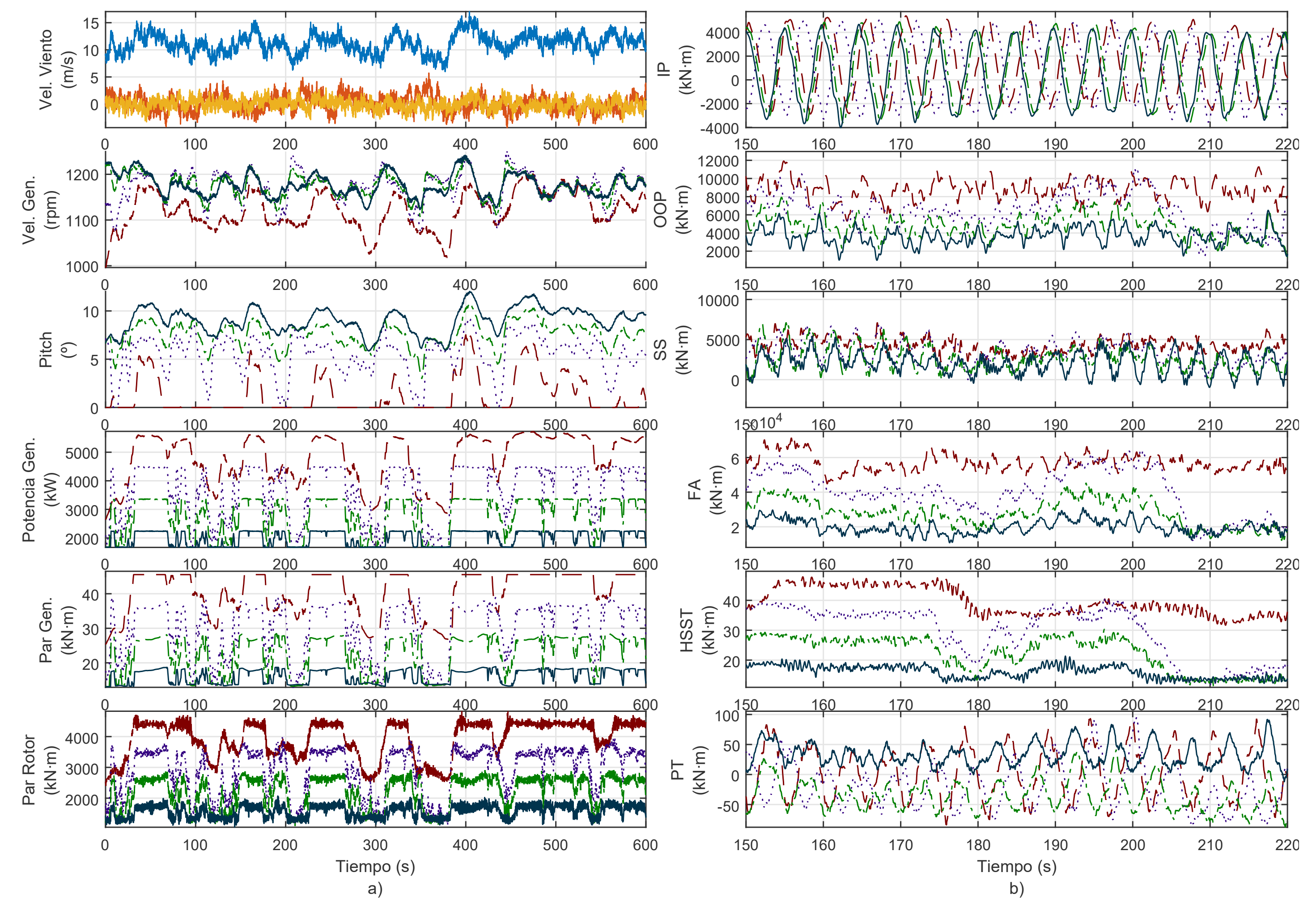
- Aerodinámicas
- Gravitacionales
- Interacciones dinámicas
- Operacionales



Procedimiento y Simulaciones

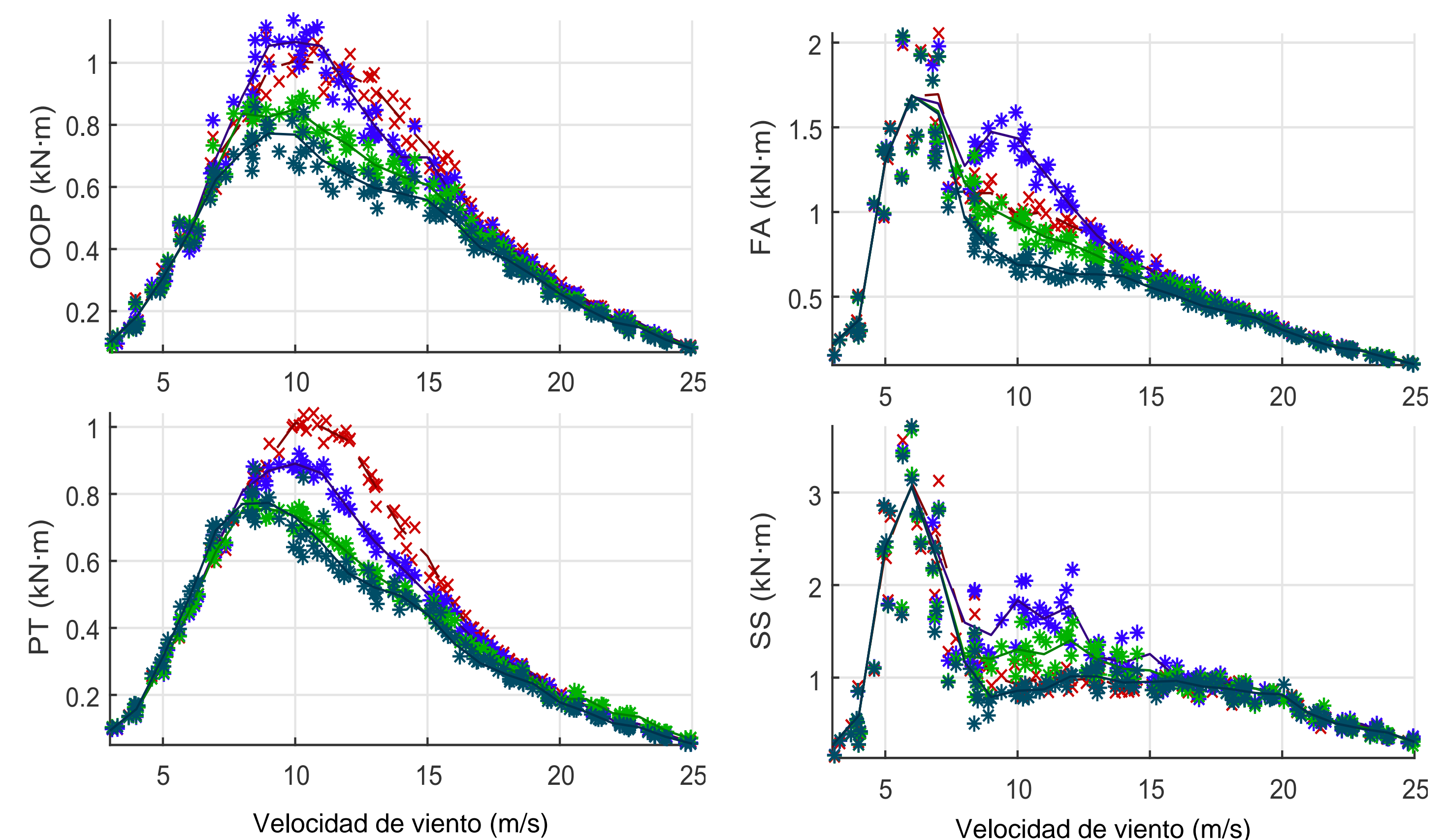
- Se generaron perfiles de vientos turbulentos realistas en forma estocástica, utilizando TurbSim ($3 < V_m < 25$).
- Se utilizó el simulador aeroelástico FAST con todos los grados de libertad de una turbina eólica, realizando un total de 552 simulaciones.
- Se calcularon las cargas de daño equivalentes (DELs), útiles para realizar la comparación, mediante Mlife, siguiendo las recomendaciones de la Norma de la IEC.

En la figura se muestra un set de simulaciones, con $v_m=11\text{m/s}$.



Resultados

Se presentan cuatro de las cargas equivalentes pesadas con una distribución anual de viento típica y normalizadas. En rojo la turbina sin CAP, en azul al 80%, en verde claro al 60% y en aqua al 40%. En la tabla se resumen las cargas obtenidas con los distintos niveles de CAP para cada una de las cargas.



referencia (%Pn)	OOP	PT	FA	SS
80	0,9762	0,8633	1,0533	1,0268
60	0,8451	0,7683	0,9726	0,9948
40	0,7866	0,7423	0,943	0,9817

Conclusiones y Trabajo Futuro

- Se concluye que el CAP afecta directamente a las cargas mecánicas del aerogenerador. Dependiendo de la sollicitación de potencia, los esfuerzos mecánicos a los que se expone la turbina eólica varían de distintas formas.
- Con el controlador estudiado, un plan de referencia al 80% resulta en una disminución de la fatiga en las palas pero un aumento en la de la torre. Esto da lugar a consideraciones de diseño si se planea utilizar un aerogenerador con este esquema de reserva.
- Como trabajo a futuro, se plantea el diseño de controladores que puedan trabajar en todos los niveles de potencia sin empeorar ninguna de las cargas.