

Fabricación Sostenible

Franck GIROT MATA (UPV/EHU)



MANU-KET

Índice

1	La plataforma MANU-KET
2	¿El porque de la fabricación sostenible?
3	Impacto medioambiental de la fabricación
4	Retos de la fabricación sostenible
5	Casos de éxito en mecanizado
6	Las vías de mejora para una fabricación sostenible/Conclusiones



La Plataforma MANU-KET

MANU-KET se constituye como la Plataforma Tecnológica Española de Fabricación Avanzada.

Nace para poder dar respuesta a las necesidades tecnológicas que planteen los productos y servicios del futuro, en los cuales la incorporación de materiales avanzados, micro-electrónica, fotónica o nanotecnologías (todas ellas, Tecnologías Facilitadoras Clave “KETs”) requieran **nuevos desarrollos de procesos, equipamientos y sistemas de fabricación** con niveles superiores de productividad, seguridad, funcionalidad o precisión y coloquen a **las empresas españolas en posiciones competitivas punteras o de liderazgo a nivel internacional.**



¿El porque de la fabricación sostenible?

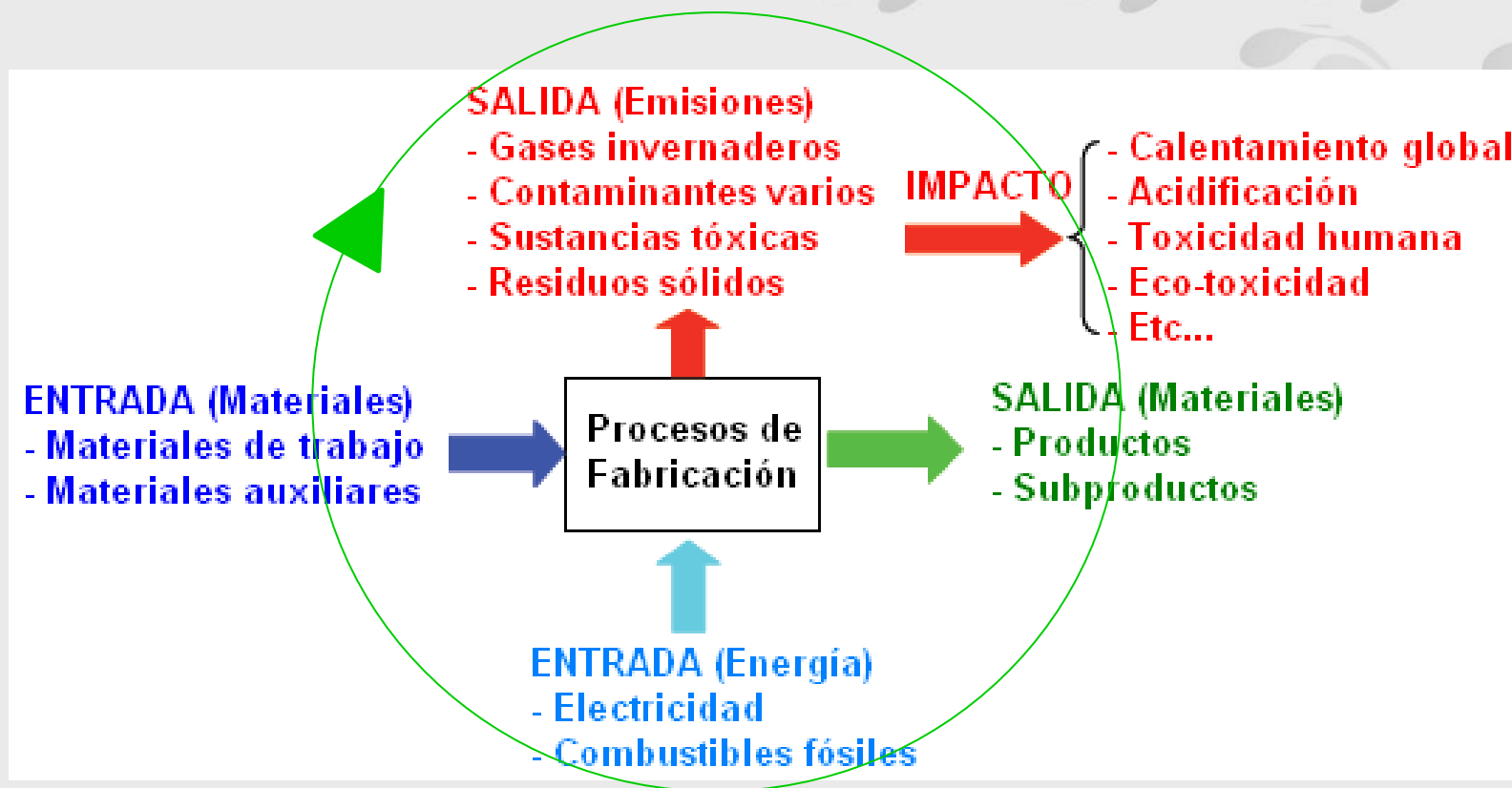
La Fabricación Sostenible se define como la creación de productos que utilizan materiales y procesos que minimicen los impactos ambientales negativos, conservan la energía y los recursos naturales, son seguros para los empleados, las comunidades y los consumidores y son económicamente viables.

¿Por qué le importa a la industria?

- Presión de los Gobiernos
 - Reglamentos / Regulaciones
 - Sanciones
 - Beneficios fiscales
- Interés en la Eficiencia / Reducción de la huella CO2
- Escasez de recursos / riesgo
- Mejora Continua
- Presión de la Sociedad / Consumidores / Clientes
- Presión de los competidores



Impacto medioambiental de la fabricación

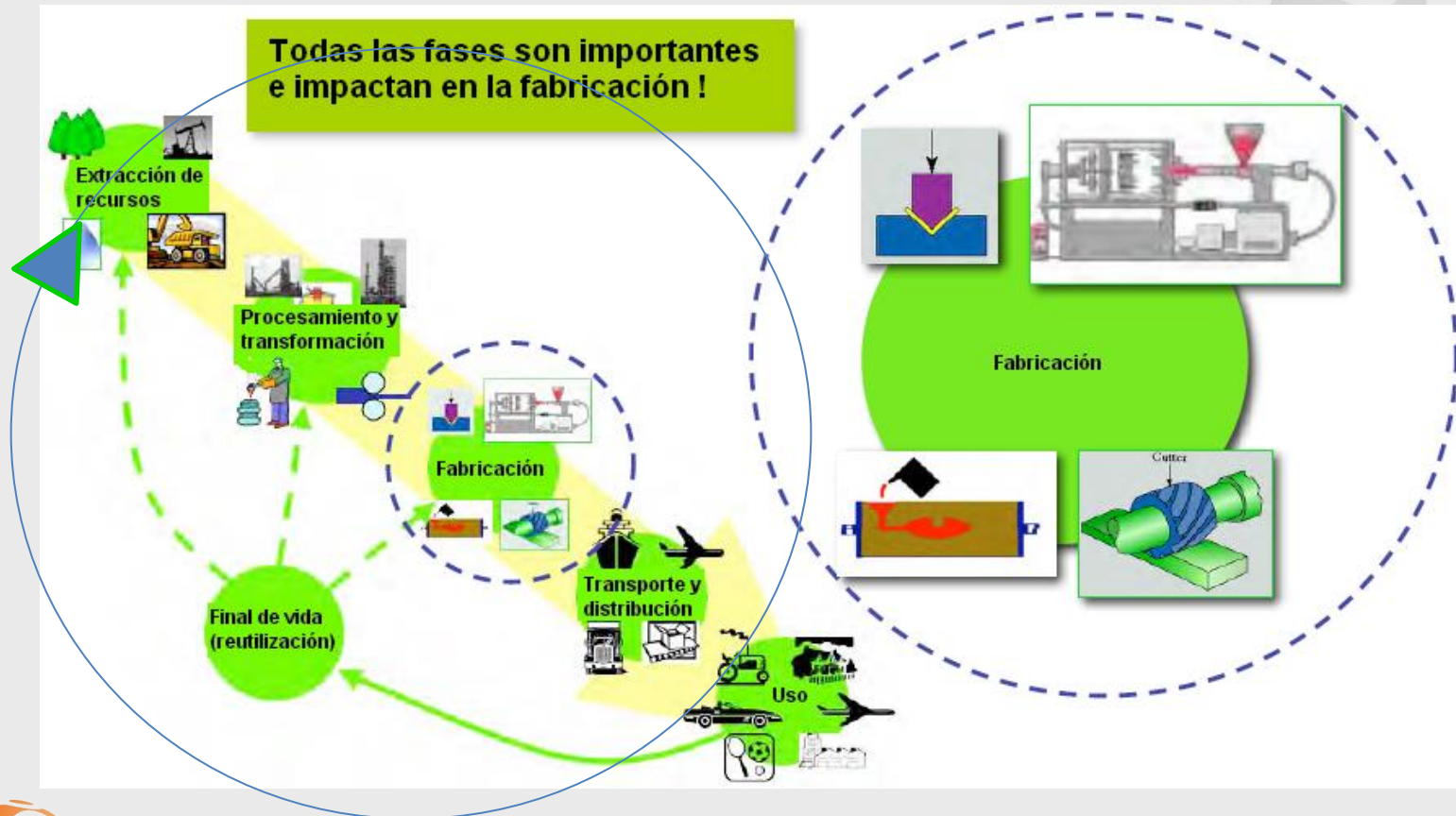


La industria manufacturera es dominante en su impacto ambiental en la liberación de sustancias químicas tóxicas, generaciones de residuos, consumos energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero (Gutowski, 2001).



Impacto medioambiental de la fabricación

El "ciclo de vida" del producto - Enfoque sobre la fabricación



Retos de la fabricación sostenible

Estrategias para una Fabricación Sostenible



- Crear productos y sistemas que utilizan menos materiales y energía



- Sustituir los materiales utilizados: tóxicos por no tóxicos, no renovables por renovables



- Reducir los output no deseados: producción más limpia, simbiosis industrial



- Convertir los output en input: reciclaje y todas sus variantes (cero residuos)

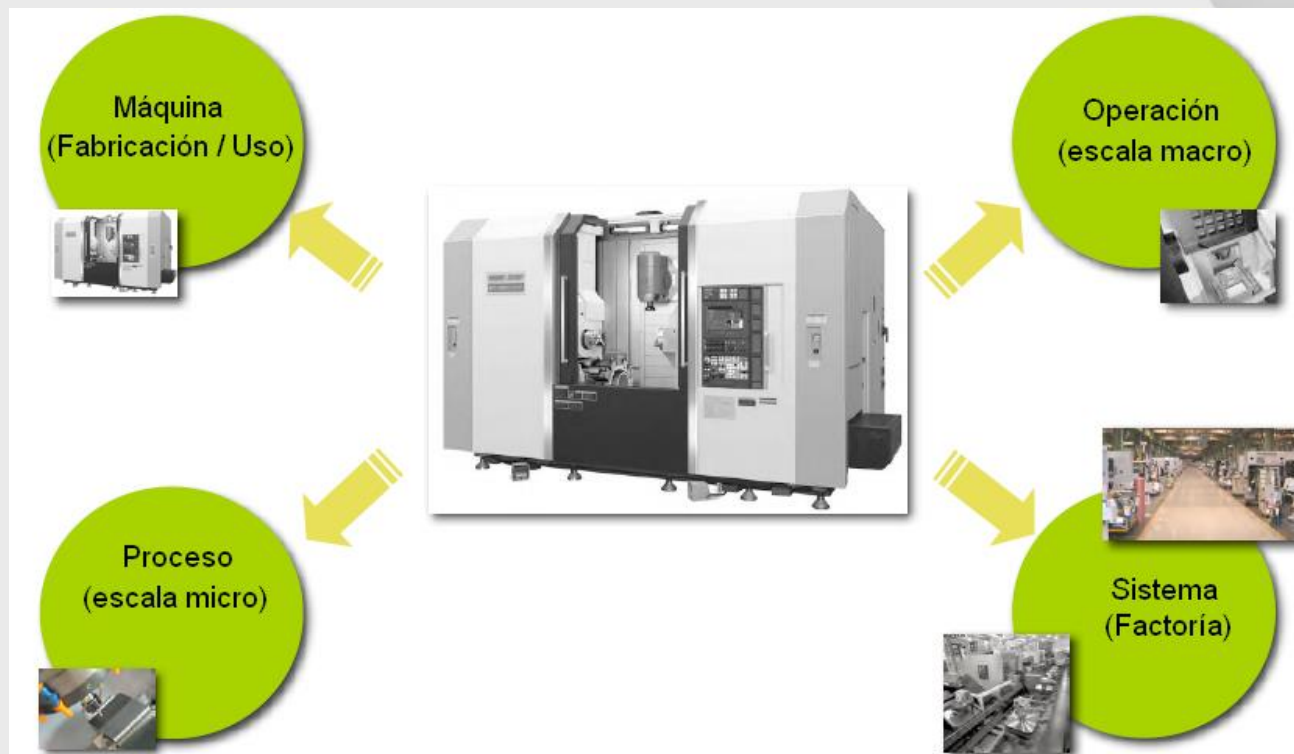


- Cambiar las estructuras de propiedad y producción: sistemas de servicios de productos y estructura de la cadena de suministro



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... efectos a diferentes escalas



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala de la máquina herramienta



- Energía mínima consumida, materiales, recursos por unidad de rendimiento (precisión de posicionamiento, velocidad, estabilidad térmica, etc.. en la estructura de la máquina herramienta y sus componentes).

- Energía mínima para la operación (hidráulica, ejes, tablas / ejes, recuperación de energía)
- Fuentes de energía alternativas para la operación (pila de combustible, etc.) y capacidad de almacenamiento / recuperación de energía, consumo de energía de motores variables
- Requisitos ambientales minimizados
- Minimización de la huella medioambiental de la máquina
- Diseño utilizando métricas de sostenibilidad (GHGROI, etc.)
- Diseño para la reutilización / re-fabricación / actualización de componentes
- Bajo mantenimiento
- ?



Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo
Diseño de máquinas herramienta

Sostenibilidad... a escala de la máquina herramienta



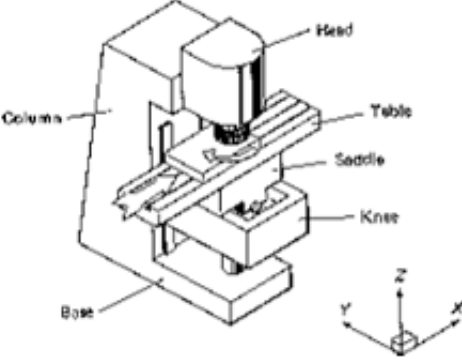
El ecodiseño elimina el tiempo de calentamiento de la máquina, la apaga cuando está en reposo, reduce al mínimo el refrigerante y el aire de extracción, mecaniza en seco, con refrigerantes criogénicos o con MQL, conserva el espacio de sólo 1,8 m de ancho alrededor de la máquina.




Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo
Diseño de máquinas herramienta

Sostenibilidad... a escala de la máquina herramienta




Diseño de la estructura y la mesa de la máquina en material compuesto



Epoxy/Carbon Fiber
- For Stiffness

Polymer Concrete
- For Damping



Energía relativa utilizada con movimiento de los ejes "apilados"

La masa de los componentes influye sobre la trayectoria de la herramienta, el tiempo de mecanizado y el consumo de energía

Source: J. Chien and S. Choi, "Design of Polymer Machine Tool for Reduced Energy Use, MEC223 Project, 2009

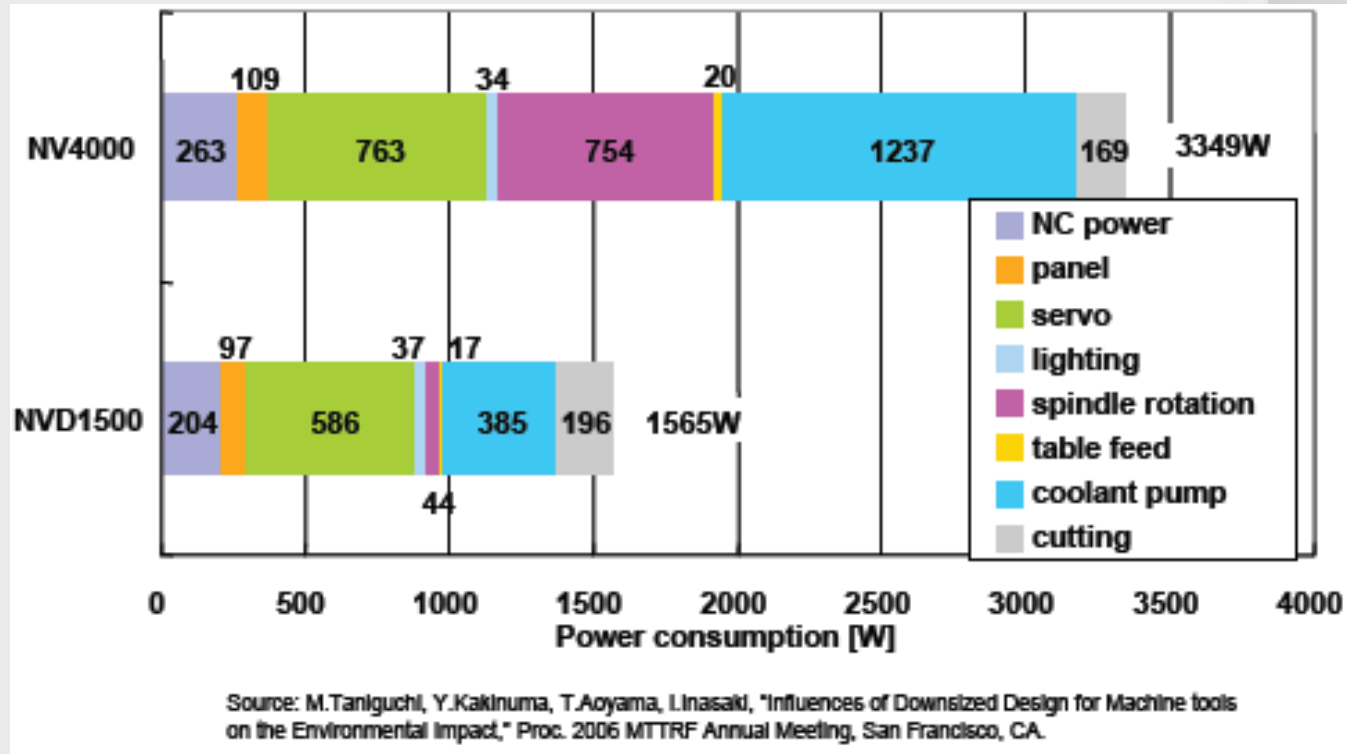
Reducción de la masa: el diseño de la máquina herramienta afecta el consumo de energía



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala de la máquina herramienta

Ejemplo
Distribución del consumo de energía en mecanizado



Se puede reducir el consumo hasta un 50% pasando de un modelo de máquina a otro.



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala de la máquina herramienta

Ejemplo
KERS* en máquinas herramienta
***Kinetic Energy Recovery Systems**

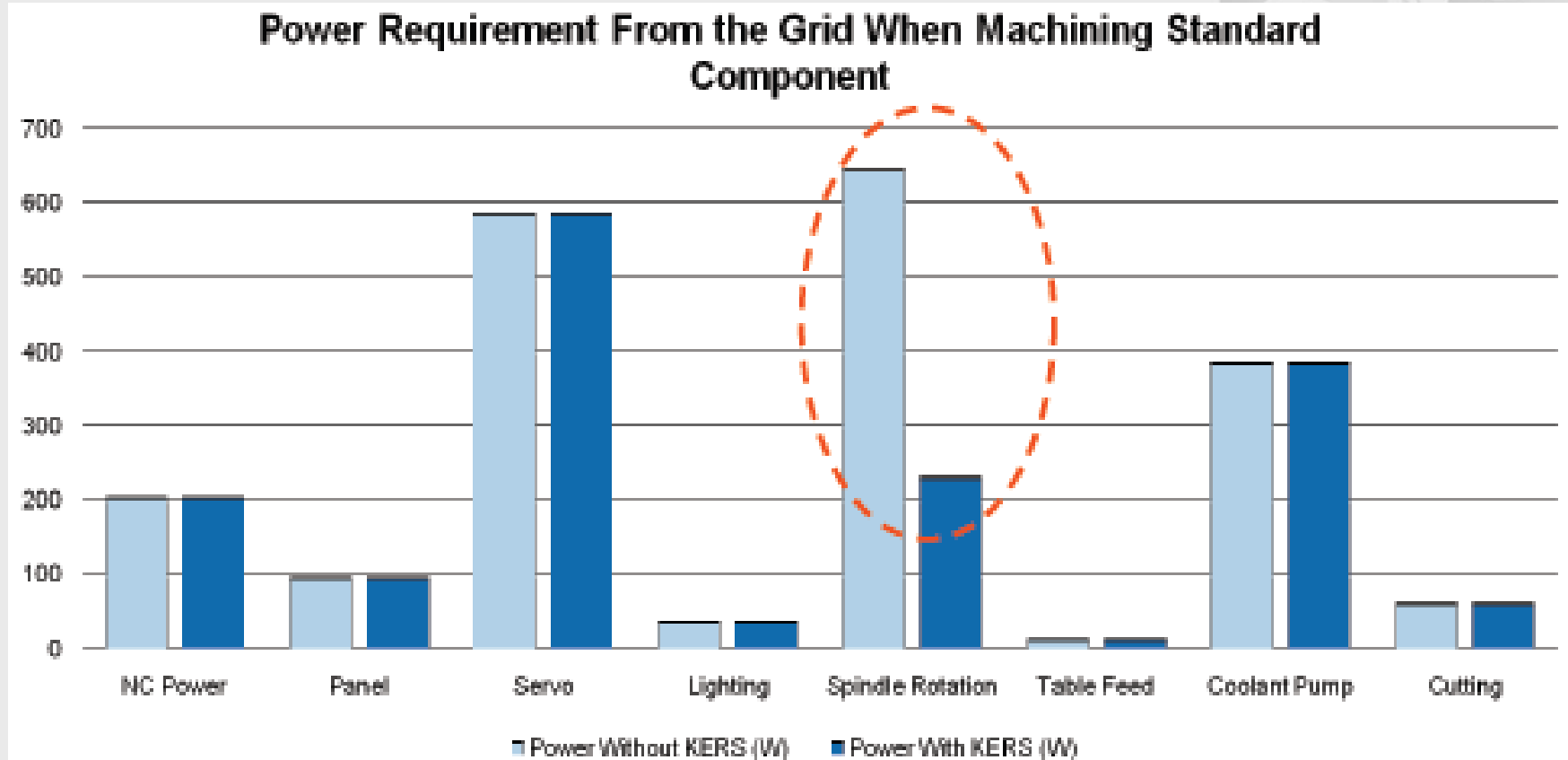
- Los tiempos de deceleración para parar no son tan cruciales como en los coches (dentro de los límites de la productividad). Se podría controlar ese tiempo para la máxima recuperación de energía, proporcionando un sistema con la función de tiempo óptimo para la parada.
- La recuperación de energía durante "el corte", también es posible
- La recuperación de energía a partir de la mesa debe ser ignorado
- Numerosas estrategias para la recuperación de energía:
 - Supercondensadores
 - Motores-generadores
 - ...



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala de la máquina herramienta

Ejemplo
KERS* en máquinas herramienta
***Kinetic Energy Recovery Systems**



MANU-KET

- Reducción total de potencia de 20.41% (413W)
- Ahorro de energía de 49.6kJ por pieza

Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala de la operación de fabricación



- Secuenciación del proceso para minimizar el consumo energético, consumibles, acabado, etc.
- Procesos de tipo combinado “torno-fresado”
- Estrategias de mecanizado
- Requisitos ambientales minimizados
- ?



Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo
Máquinas multiprocesos

Sostenibilidad... a escala de la operación de fabricación



¿Es una solución mejor que la otra desde el punto de vista energético?

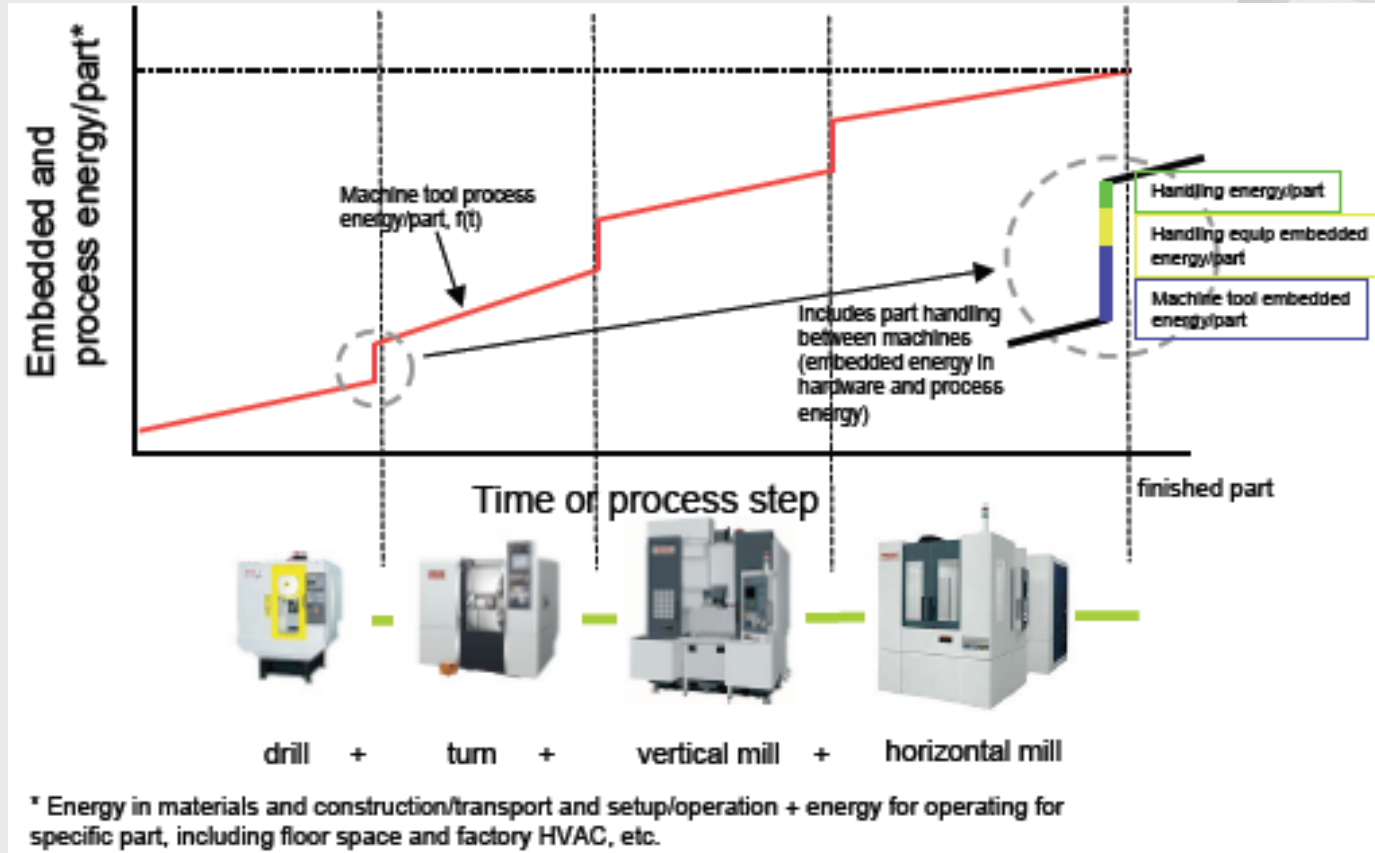
Una máquina con capacidad extendida en sustitución de varias máquinas individuales, por ejemplo, fresadora + taladro + torno → “torno-fresadora”



Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo
Máquinas multiprocesos

Sostenibilidad... a escala de la operación de fabricación



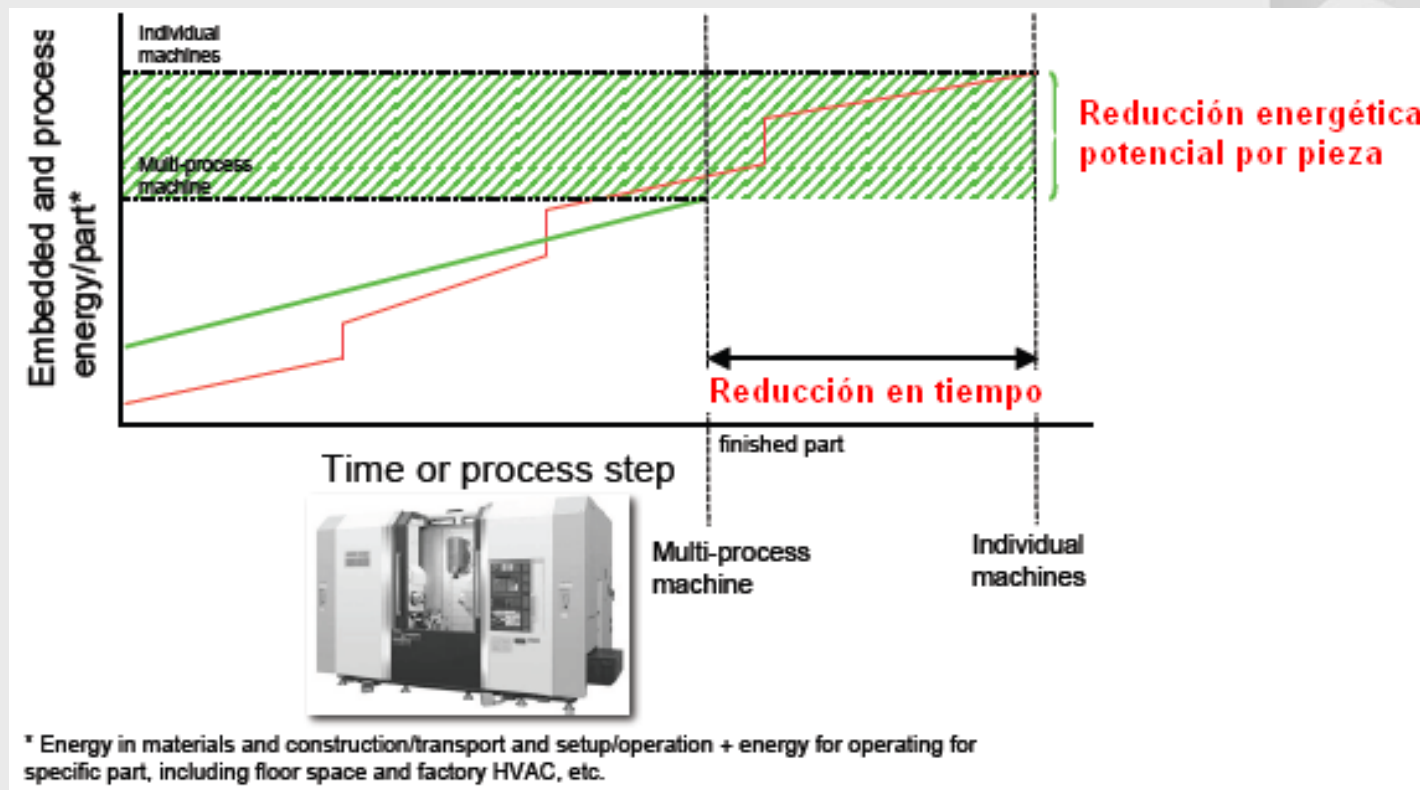
MANU-KET

Huella energética de varias máquinas individuales

Casos de éxito en mecanizado

**Ejemplo
Máquinas multiprocesos**

Sostenibilidad... a escala de la operación de fabricación



Energía para máquinas multiproceso en comparación con varias máquinas individuales



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala del proceso de fabricación



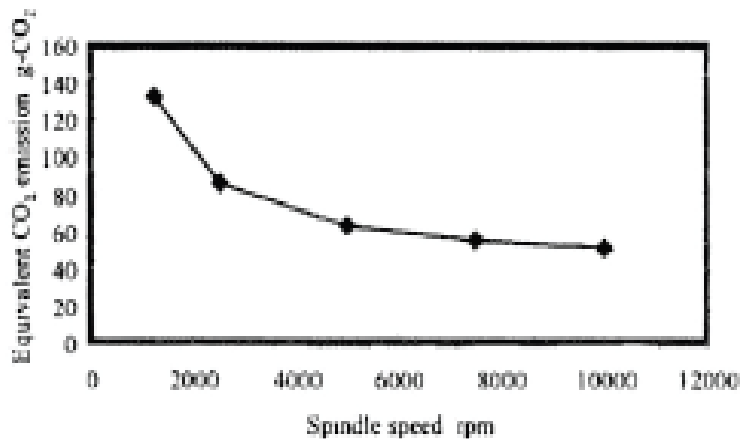
- Avances / velocidades para mecanizar con un consumo energético mínimo
- Desbaste / acabado de mínima energía, consumibles, acabados, etc.
- Diseños de cabezales y herramientas
- Trayectoria de herramienta optimizada para una alta productividad y un consumo energético mínimo
- Requisitos ambientales minimizados
- ?



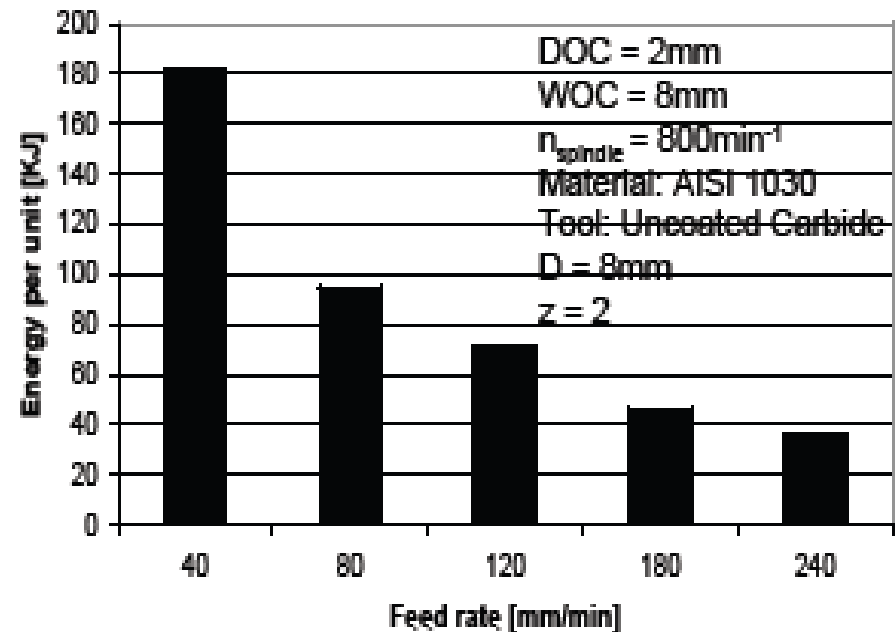
Casos de éxito en mecanizado

**Ejemplo
Mecanizado a alta velocidad**

Sostenibilidad... a escala del proceso de fabricación



Ref: Narita, H., et al, "Development of Prediction System for Environmental Burden for Machine Tool Operation (1st Report, Proposal of Calculation Method for Environmental Burden)," *JSMIE International*, Vol. 49, No. 4, 2006, pp. 1188-1195.



Source: Stefan Tönissen, "Power Demand of Precision Machine Tools", MS Report, UC-Berkeley, 2009

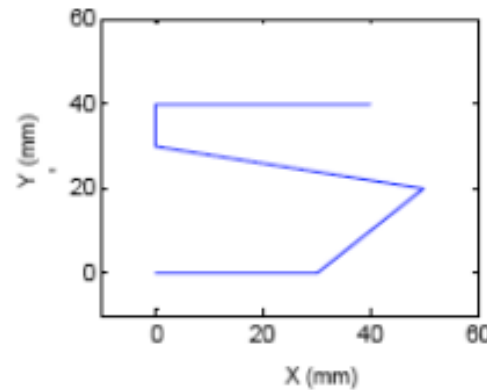
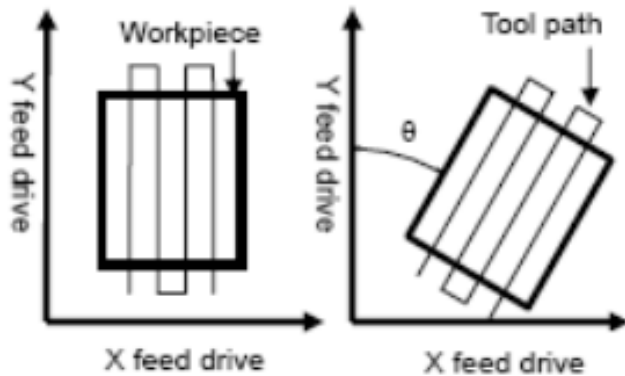
Una mayor velocidad de corte ahorra energía y CO2!



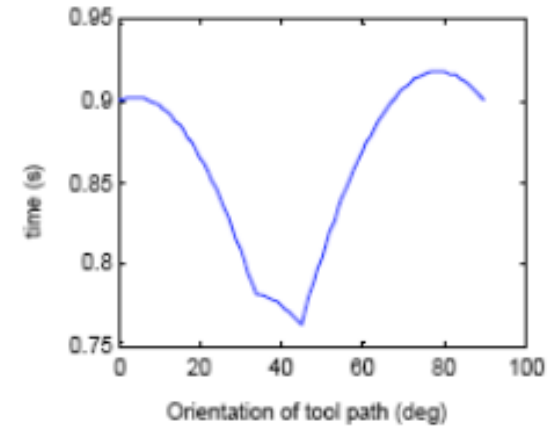
Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo
Orientación de la pieza

Sostenibilidad... a escala del proceso de fabricación



(a)



(b)

Work/table configuration

Tool path and machining time for tool path

Source: Rangarajan, A., and Domfeld, D., "Efficient Tool Paths and Part Orientation for Face Milling," *CIRP Annals*, 53, 1, 2004.

La orientación de la pieza influye sobre la trayectoria de la herramienta, el tiempo de mecanizado y el consumo de energía

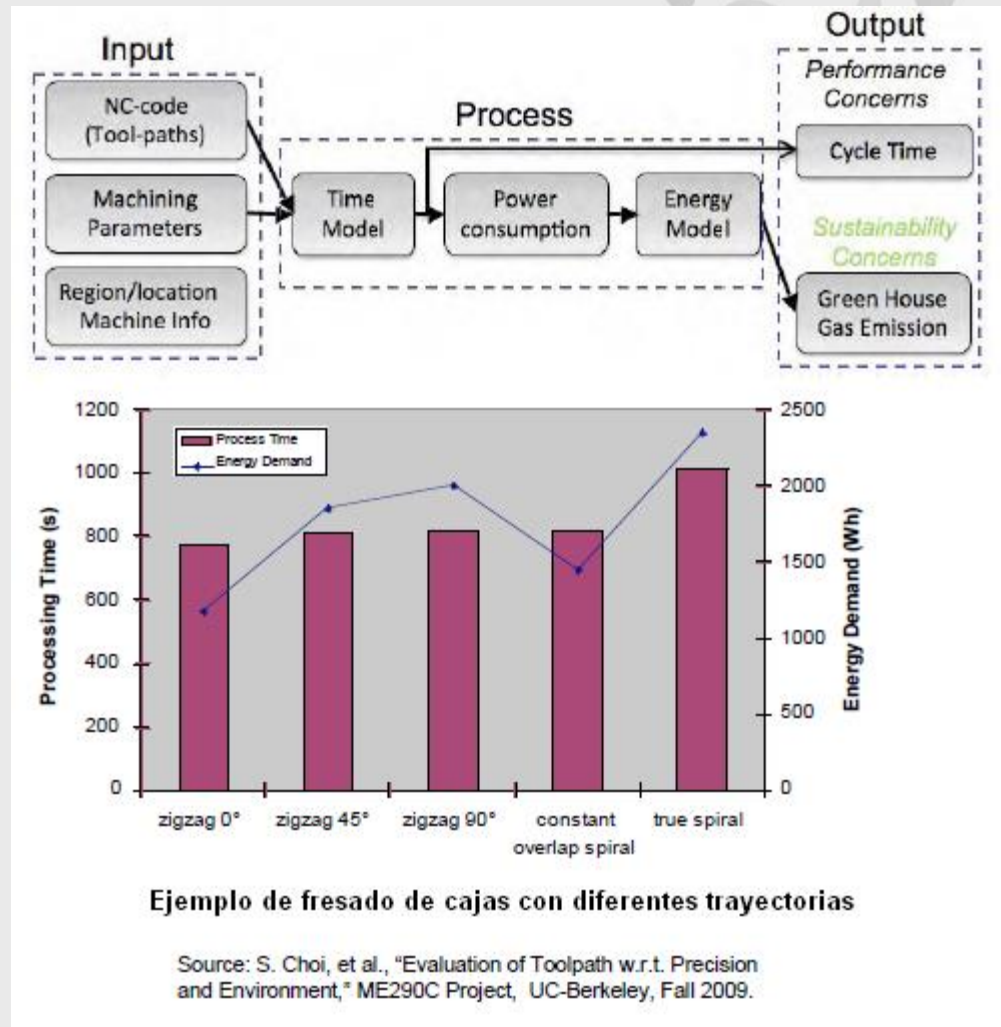


Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo Trayectoria de la herramienta

Sostenibilidad... a escala del proceso de fabricación

La trayectoria de la herramienta, para una máquina y un proceso de mecanizado, influye sobre el tiempo, el consumo y el impacto energético (gases con efecto invernadero)



Casos de éxito en mecanizado

Sostenibilidad... a escala de la factoría / empresa



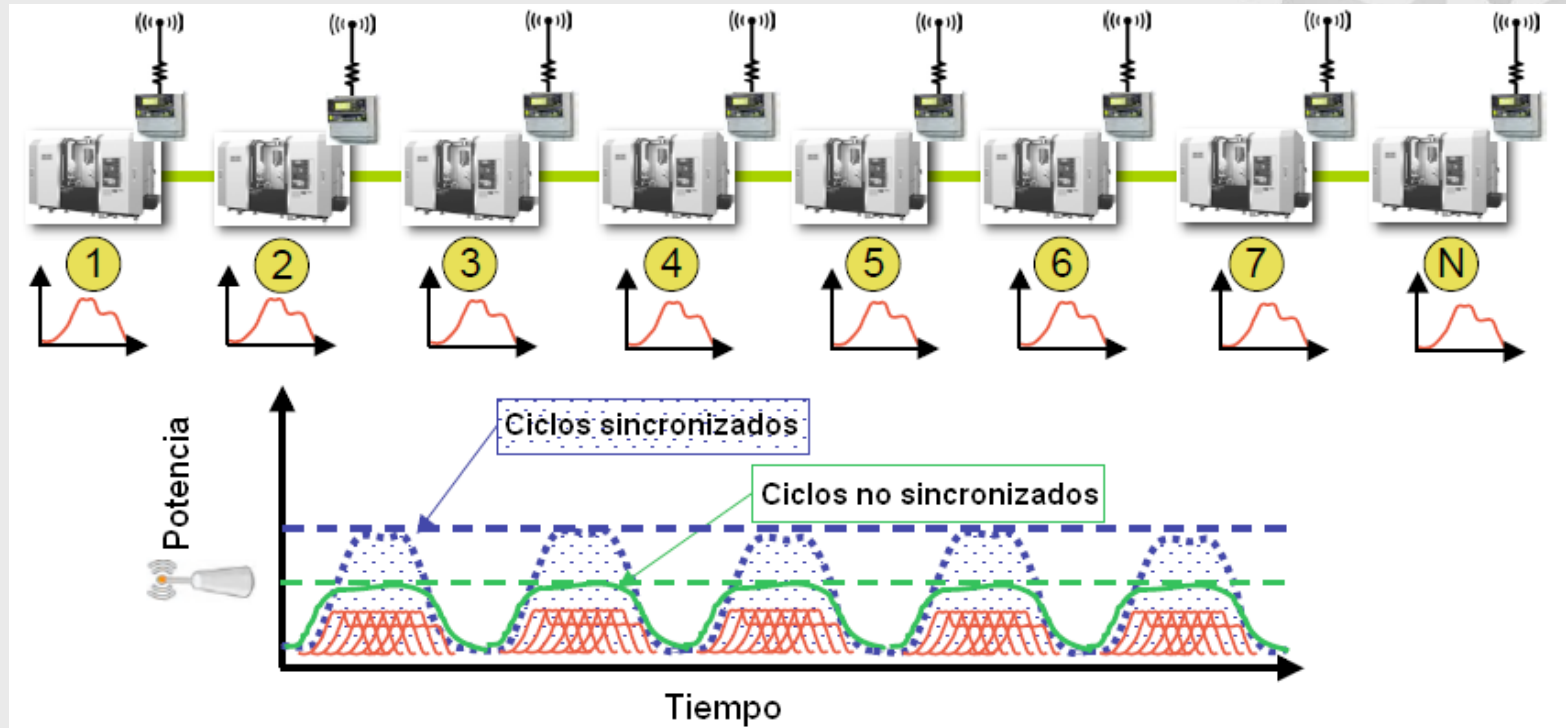
- “Equilibrio de carga” energética de la línea de fabricación / del sistema de fabricación
- “Equilibrio de carga” energética de la planta (fábrica)
- Optimización de los recursos y del consumo
- Suministro de energía alterna a la factoría
- Minimización del impacto ambiental de la línea de fabricación, del sistema de fabricación, de la planta
- ?



Casos de éxito en mecanizado

Ejemplo
Equilibrado de la carga consumida

Sostenibilidad... a escala de la factoría / empresa



Sistema de seguimiento y optimización del rendimiento



Las vías de mejora para una fabricación sostenible

- **Crear productos y sistemas que utilizan menos materiales y energía**
Fabricación aditiva (láser cladding ...)
Thixoforming, squeeze casting...
Conformado y forja
Soldadura por FSW (Friction Stir Welding)
Mecanizado de acabado en seco, con refrigerantes criogénicos...
Minimización del consumo energético en mecanizado y otros procesos ...
Desarrollar el multitasking y el multiprocessing
- **Sustituir los materiales utilizados: tóxicos por no tóxicos, no renovables por renovables**
Materiales fácilmente reciclables
- **Reducir los output no deseados: producción más limpia, simbiosis industrial**
Eliminar los fluidos de corte...
- **Convertir los output en input: reciclaje y todas sus variantes (cero residuos)**
Reutilizar las virutas, las piezas malas...



Conclusiones

- **Una energía verde y una fabricación sostenible son una gran oportunidad para la industria porque permiten:**
 - Desarrollar nuevos productos / servicios
 - Mejorar el rendimiento global y bajar la huella Co2
 - Reducir el riesgo
 - Aprovechar el creciente entorno regulador medioambiental
- **Esto requiere un cuidadoso análisis a nivel de la planta de fabricación y el desarrollo de indicadores y herramientas analíticas.**
- **Tener en cuenta la energía y los aspectos de fabricación sostenible puede ser parte de una estrategia de negocios exitosa.**
- **El problema es demasiado grande para resolver por empresas individuales. Debe ser un esfuerzo de cooperación entre la industria, asociaciones, investigadores, gobierno.**



Muchas gracias.

secretaria@manufacturing-ket.com
www.manufacturing-ket.com

