

# Qué es la tribología y cómo puede hacer más sustentables las industrias



ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Esta disciplina, que estudia las interacciones entre los materiales en movimiento, puede ofrecer soluciones para mejorar el desempeño, la longevidad y la eficiencia de sistemas que encontramos en diferentes industrias y en nuestra vida cotidiana.

Departamento de Ingeniería de Mecánica y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería,  
Pontificia Universidad Católica de Chile.

Investigadores

Max Marian  
Sangharatna Ramteke  
Adesh Tomar  
Gnanaseelan Natarajan

## Contexto

Nuestro propio cuerpo y la mayoría de las máquinas que utilizamos día a día están sometidas al fenómeno de la fricción: hay un roce y desgaste constante entre dos superficies en movimiento.



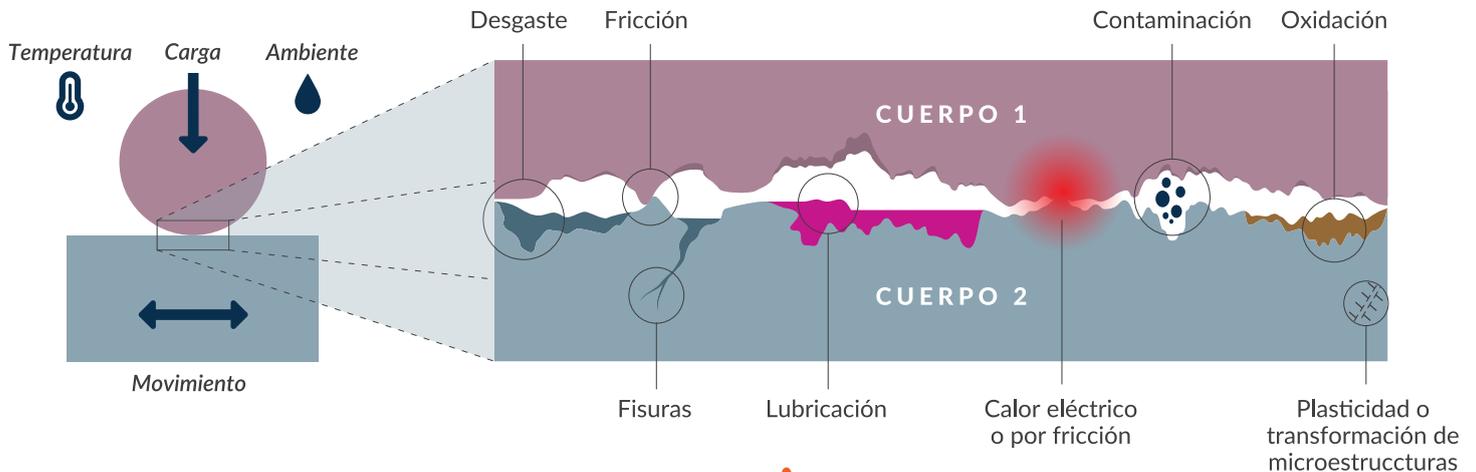
La rama de la ingeniería  
llamada tribología

busca entender y desarrollar tecnologías para optimizar las interacciones entre los materiales en movimiento relativo.

## Cómo funcionan los sistemas tribológicos

Principales variables externas

Efectos que pueden producirse por la interacción de los cuerpos en movimiento relativo



23% de la energía primaria a nivel global se consume para superar la fricción y reemplazar componentes desgastados en sistemas tribológicos. Esto genera pérdidas anuales de energía equivalentes a 119 exajulios (EJ), algo similar a:



La combustión de alrededor de **2.600 millones de toneladas** de carbón.

El investigador y su equipo actualmente estudian soluciones tribológicas desde lo nano a lo macro, para aumentar la eficiencia energética y extender la vida útil de máquinas y dispositivos en diversas industrias.

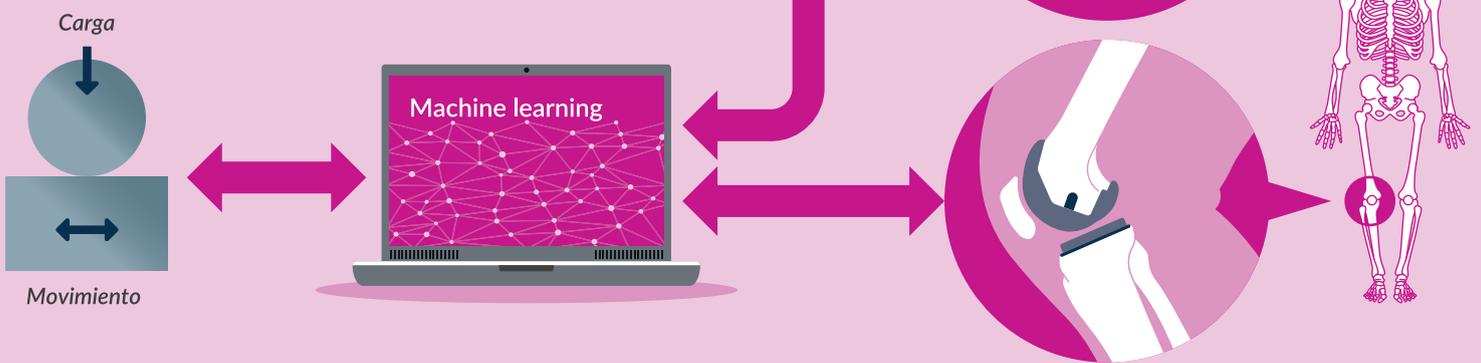
Los investigadores se centran específicamente en la modificación de superficies y en la creación de nuevos materiales.

# La investigación

Los investigadores han utilizado diversos métodos de trabajo en busca de soluciones tribológicas, específicamente, enfoques numéricos y experimentales.

## 1 Métodos numéricos

Datos provenientes de simulaciones y leyes de la físicas entrenan algoritmos de machine learning. Así, es posible modelar un sistema entero a partir de un contacto tribológico individual.



Esto permite:

Proyectar modificaciones de materiales a gran escala

Predecir resultados con respecto al desgaste y a la lubricación de distintos sistemas tribológicos

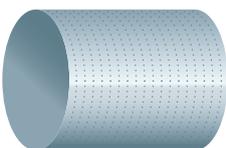
## 2 Métodos experimentales

Se busca modificar las superficies para minimizar la fricción y aumentar la resistencia al desgaste. Estudian principalmente tres estrategias:



### Microtexturización de la superficie

Se crean agujeros microscópicos que sirven como reservas para mejorar la distribución de la lubricación.



### Carbono tipo diamante

Recubrimiento fino y de alta dureza que protege los materiales o superficies de base.



### Materiales 2D

Su estructura laminar permite un deslizamiento suave entre las capas, disminuyendo la resistencia al movimiento y protegiendo las superficies.



# Aplicaciones

**Elementos de máquinas industriales y componentes de motores: Rodamientos, engranajes, sellos, etc.,**

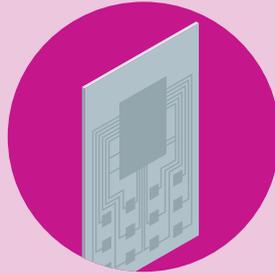


## Métodos utilizados



- Reduce el desgaste y prolonga la vida útil.
- Minimiza la resistencia al movimiento, mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo de energía.
- Disminuye la necesidad de intervenciones de mantenimiento y reparación, ahorrando tiempo y costos.

**Nanogeneradores triboeléctricos:** Son dispositivos que convierten la energía mecánica en electricidad, utilizando el efecto triboeléctrico.



## Métodos utilizados



- Reducción del desgaste, aumentando la vida útil, fiabilidad y rendimiento.
- Aumento de la corriente o el voltaje que es capaz de entregar, mejorando la eficacia.
- Mayor adaptación a diferentes condiciones ambientales.
- Incorporación de una función sensorial.

**Articulaciones artificiales:** Sistemas biotribológicos relacionados con cartílagos, huesos o discos lumbares que experimentan contacto, carga y fricción constantemente.



## Métodos utilizados



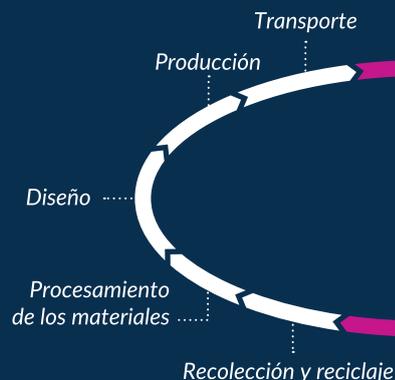
- Mayor vida útil de articulaciones e implantes.
- Mejora de la biocompatibilidad.
- Se evitan reemplazos y nuevas intervenciones.
- Disminución del dolor de los pacientes.

## Potenciando la economía elíptica

La tribología busca mantener los componentes de una máquina en la fase de uso, Así, se intenta que el concepto de economía circular sea lo más elíptico posible.

## Hacia una tribología 4.0

Es posible proyectar el desarrollo de una tribología 4.0 de la mano de una cuarta revolución industrial, en donde las tecnologías inteligentes contribuyan a una mejora continua del desempeño de las maquinarias.



*Uso, monitoreo, proyección, mantención, reparación.*

*El valor del producto se extiende al máximo posible.*

## Ojo con:

La tribología tiene un rol fundamental en todo aquello que se mueve o gira, y su impacto es crucial en el camino de la eficiencia energética a pequeña, mediana y gran escala.