



Adimen Lehiakorra

DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA  
PROCESO DE FABRICACIÓN ADITIVA

Junio 2015



**Gipuzkoako  
Foru Aldundia**

Berrikuntzako, Landa Garapeneko  
eta Turismoko Departamentua

Departamento de Innovación,  
Desarrollo Rural y Turismo

## Proceso de fabricación por Deposición de Energía Dirigida

### 1. Introducción

1.1. Definición

1.2. Esquema de equipamiento y Características del proceso

1.3. Tipos de sistemas de alimentación y Materiales

### 2. Aplicaciones

2.1. Aplicaciones y sectores de aplicación

2.2. Otras aplicaciones asociadas

### 3. Ventajas y desventajas

## DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA. TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

- Definición

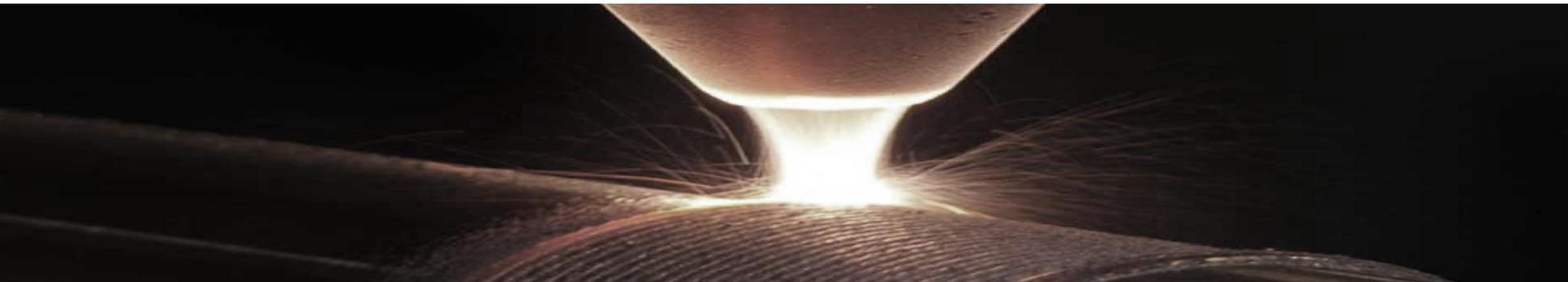
> La Deposición Directa de Energía o Laser Metal Deposition (LMD), es un proceso que utiliza un rayo láser o haz de electrones alimentado por polvo o hilo de metal, para formar una masa fundida aplicada sobre un substrato base.

> El polvo se funde formando una deposición, que es la fusión unida al substrato, creando la geometría requerida, la cual se construye capa por capa.

> Tanto el láser y la boquilla de material se manipulan usando un sistema de pórtico o un brazo robótico a 4 o 5 ejes.

> El proceso puede ser usado con polímeros, cerámica, pero típicamente es usado con metales, en forma de polvo o cable.

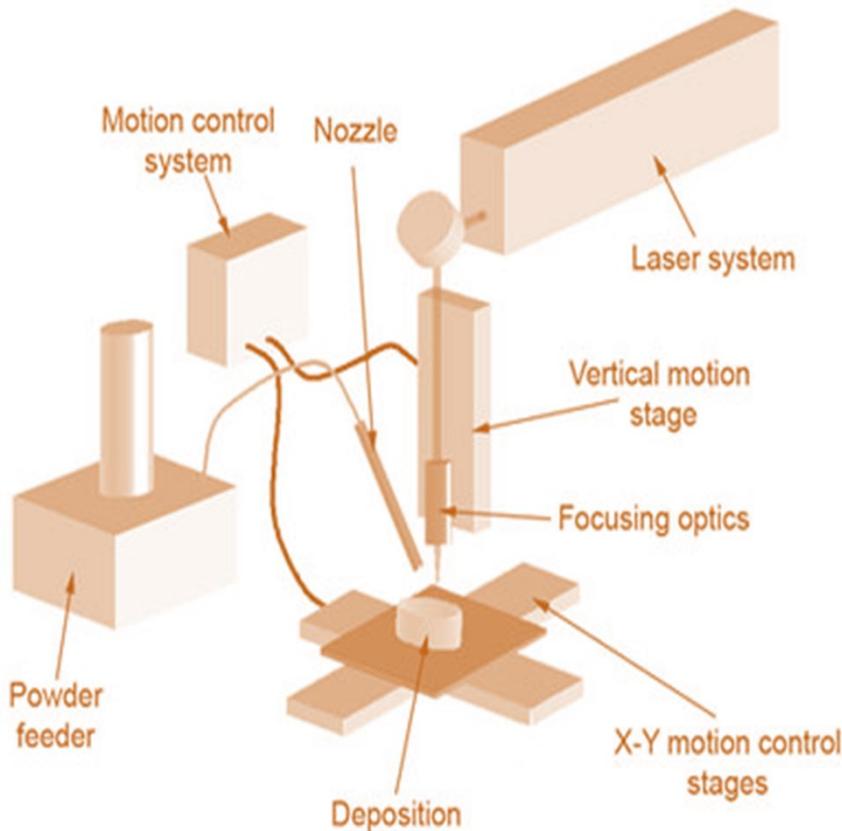
> El proceso se caracteriza por ser muy exacto y estar basado en una deposición automatizada de una capa de material con un grosor que varía entre 0.1mm y varios centímetros.



## DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA. TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

- Esquema de equipamiento & Características del proceso

### ESQUEMA DE EQUIPAMIENTO



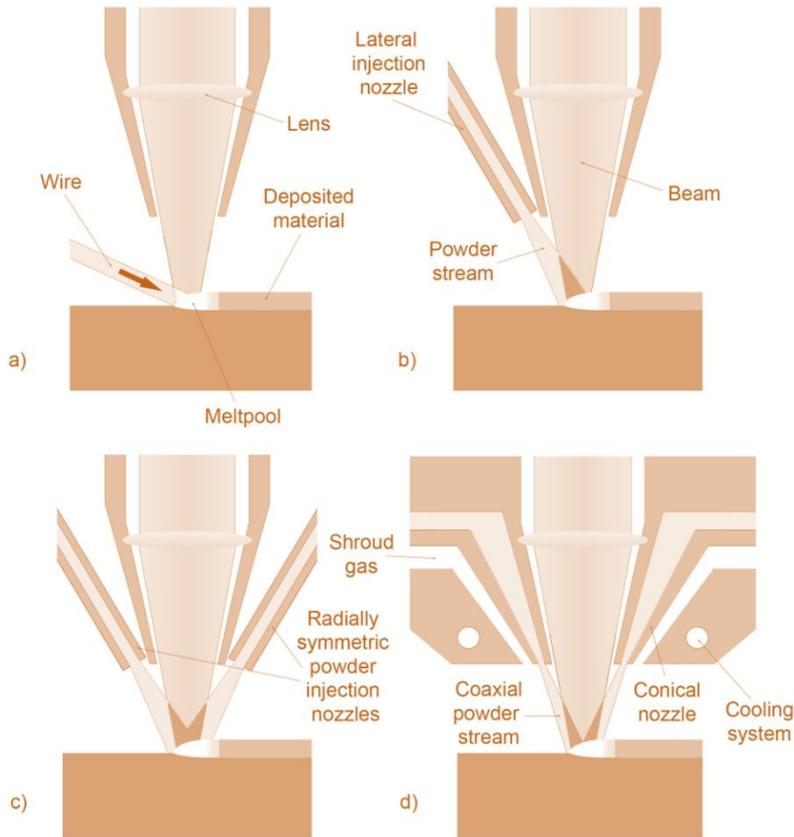
### CARACTERÍSTICAS

- Recubrimientos entre 0,1 mm y varios mm de altura.
- Unión metalúrgica entre el recubrimiento y pieza.
- Material de aporte en polvo, arrastrado mediante gas inerte.
- Gran variedad de materiales de aporte (metálicos, carburos, antidesgaste, anticorrosión).
- Rápido calentamiento y enfriamiento.
- Procesamiento de prácticamente todas las aleaciones metálicas.
- Tratamiento de piezas o zonas de geometría compleja.
- La combinación de los parámetros del láser con el movimiento tridimensional del haz, permite realizar los aportes de material siguiendo la geometría de la pieza o zona concreta de la misma.
- Sistema de CAD-CAM generador de trayectorias, permitiendo que el aporte se realice de forma automatizada.

## DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA. TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

- Sistemas de alimentación & Materiales

### TIPOS DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN



Fuente: Sulzer Ltd

### MATERIALES

#### > Polvos de aleaciones para revestimientos

- Stellite 6
- Stellite 12
- Triballoy T800

#### > Polvos con base Níquel

- Inconel® 625
- Inconel® 718
- Hastalloy® C276
- Wall Colmonoy 88

#### > Polvos con base Zcero

- 316 Acero Inox.
- 4140 Acero
- Acero martensítico

#### > Polvos acero herramientas

- REX 20

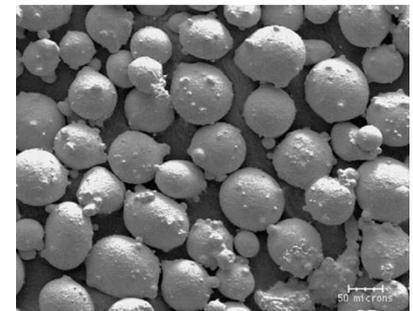
#### > Polvos de Titanio

- CP Titanio
- Titanio 6al-4v

#### > Mezcla de composiciones

- Spherotene® puede ser mezclado junto a otros polvos de aleaciones para conseguir las especificaciones del cliente.

### Morfología típica de polvo atomizado por gas



Fuente: Oerlikon

## 2. Aplicaciones

### DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA. TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

- Aplicaciones y sectores de aplicación

#### APLICACIONES

- > Reparación de piezas de alto valor añadido (errores en cotas de fabricación, desperfectos producidos en servicio, cambios de plano en prototipos, etc.).
- > Aumento de vida en servicio de piezas mediante recubrimiento de materiales de altas prestaciones (resistentes a desgaste, corrosión, temperatura etc.).
- > Posibilidad de utilización de materiales más baratos reforzados superficialmente (utillajes de acero de baja aleación reforzados superficialmente con aceros de herramientas o aceros rápidos).
- > Fabricación de prototipos de geometrías no muy complejas.

#### SECTORES DE APLICACIÓN

- > Industria
- > Aeronáutico
- > Generación de energía
- > Oil and gas exploración y extracción
- > Procesos petroquímicos
- > Minería

#### Reparación de palas



Fuente: DW/F. Schmidt

#### Recubrimiento anticorrosivo



Fuente: Oerlikon

## DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA. TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

- Otras aplicaciones asociadas

> Aprovechando la tecnología y los equipamientos necesarios para el desarrollo de la fabricación aditiva por Deposición de Energía Dirigida, puede enfocarse y diversificarse en distintos servicios:

### OTRAS APLICACIONES

> **Corte por láser:** Corte térmico que utiliza fundición o vaporización altamente localizada para cortar el metal con el calor de un haz de láser, generalmente con la asistencia de un gas de alta presión. Con el proceso de rayo láser pueden cortarse materiales metálicos y no metálicos.

> **Soldadura con láser:** Proceso de soldadura por fusión que utiliza la energía aportada por un haz láser para fundir y recristalizar el material o los materiales a unir, produciéndose la unión entre los elementos. En la soldadura láser comúnmente no existe aportación de ningún material externo. De normal la soldadura láser se efectúa bajo la acción de un gas protector, que suelen ser helio o argón.

> **Temple por láser:** Endurecimiento superficial en zonas determinadas de la pieza, mediante un barrido del láser, ajustando velocidad, temperatura y potencia del mismo, obteniendo una mínima deformación del material. Permite mecanizar "en blando" a cota final, y posteriormente templar por láser.

> **Marcado y grabación por láser:** La superficie del material se funde y evapora con un haz de láser eliminando el material. La depresión que se produce en la superficie es el grabado

# 3. Ventajas y desventajas

## DEPOSICIÓN DE ENERGÍA DIRIGIDA. TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA

- Ventajas y desventajas de la fabricación aditiva

### Ventajas

- > Gran cantidad de materiales – La F.A. por deposición de energía dirigida es un proceso de los más maduros dentro de las F.A., por lo que existe un desarrollo e investigación avanzada en cuanto a materiales aplicables.
- > Gran calidad en la operación – Se da un aporte muy bajo de calor sobre la pieza base, con casi nula deformación y nula corrosión del mismo. El aporte es de alta densidad y mínima porosidad.
- > Espesores variables – Comparado con otros procesos de F.A., en este caso la aplicación puede ser de entorno a 0,03 mm hasta pocos centímetros.
- > Piezas existentes – Puede aplicarse sobre piezas existentes para conseguir recubrimientos o realizar reparaciones.
- > Ratios de producción – En comparación con otros procesos productivos de F.A. se consigue un ratio alto, de 3-10 mm<sup>3</sup>/s.

### Desventajas

- > Limitación productiva – La F.A. por Deposición de Energía Dirigida sufre limitaciones de producción asociadas a la capacidad de maniobrabilidad de los ejes de trabajo.
- > Complejidad de geometría – Sufre una deficiencia relacionada con la capacidad de reproducir cualquier geometría.
- > Proceso de fabricación – Es necesario dar un acabado superficial y perfeccionar las dimensiones, tras la fase de fabricación aditiva, además la rugosidad superficial es mayor que en otros procesos de F.A., obteniendo un valor de 60 - 100 μm.