

# IMPRESIÓN 3D EN LA INDUSTRIA: UN ACERCAMIENTO A LA TECNOLOGÍA Y SU INFLUENCIA EN LA INDUSTRIA PETROLERA

José G. Odremán R.

Dirección de Investigación y Postgrado

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" - UNEXPO, Ciudad Guayana – Venezuela

**Resumen:** Es este artículo se hace un acercamiento a la tecnología de impresión 3D – I3D, desde la teoría básica a través de las definiciones de los términos afines, seguidamente un recorrido cronológico de los antecedentes de la tecnología, posteriormente se esquematizan las distintas técnicas aditivas y no aditivas de la I3D a través del método de aporte de material y por el aporte de energía para la consolidación. También se hace una aproximación a los distintos materiales que actualmente la tecnología hace uso. Luego se muestra la influencia de la I3D en las diversas industrias a través de pequeñas reseñas textuales, noticias e imágenes contemplando finalmente el sector petrolero y gas.

## I. DEFINICIONES

### Impresión 3D

Es el proceso de fabricar un objeto sólido tridimensional de casi cualquier forma a partir de un modelo digital computarizado. (También llamada fabricación por adición). (Fonda, 2014)

### Impresora 3D

Existe cierta ambigüedad en el uso de este término, ya que han sido varios los fabricantes que han posicionado sus máquinas en este sector, y por tanto distintas las tecnologías involucradas. Es más, algunas marcas han pasado a posicionar sus productos desde el ori-

ginal de «Prototipado Rápido (RP)» a «impresoras 3D» y, a continuación, cuando la nueva tendencia es la fabricación, cambian su marketing para llamarlos *Rapid Manufacturing (RM)*, tratándose del mismo fabricante y la misma tecnología. Nosotros preferimos asignar este nombre a los sistemas desarrollados por el MIT en 1995 y licenciados en exclusiva a la compañía Z Corporation, quien comercializa la primera máquina en 1996. (COTEC, 2011)

### Fabricación Aditiva

Additive Manufacturing (AM) consistente en manipular material a escala micrométrica y depositarlo de forma muy precisa para construir un sólido. (Zahera, 2012)

## II. ANTECEDENTES

La Sinterización selectiva por láser (SLS) fue desarrollado y patentado por el Dr. Carl Deckard y el Dr. Joseph Beaman en la Universidad de Texas en Austin a mediados de 1980, bajo el patrocinio de DARPA.

Un proceso similar fue patentado sin ser comercializado por RF Housholder en 1979.

La Estereolitografía fue patentada en 1987 por Chuck Hull.

El modelado por deposición fundida fue desarrollado por S. Crump Scott, a finales de 1980 y se comercializó en 1990.

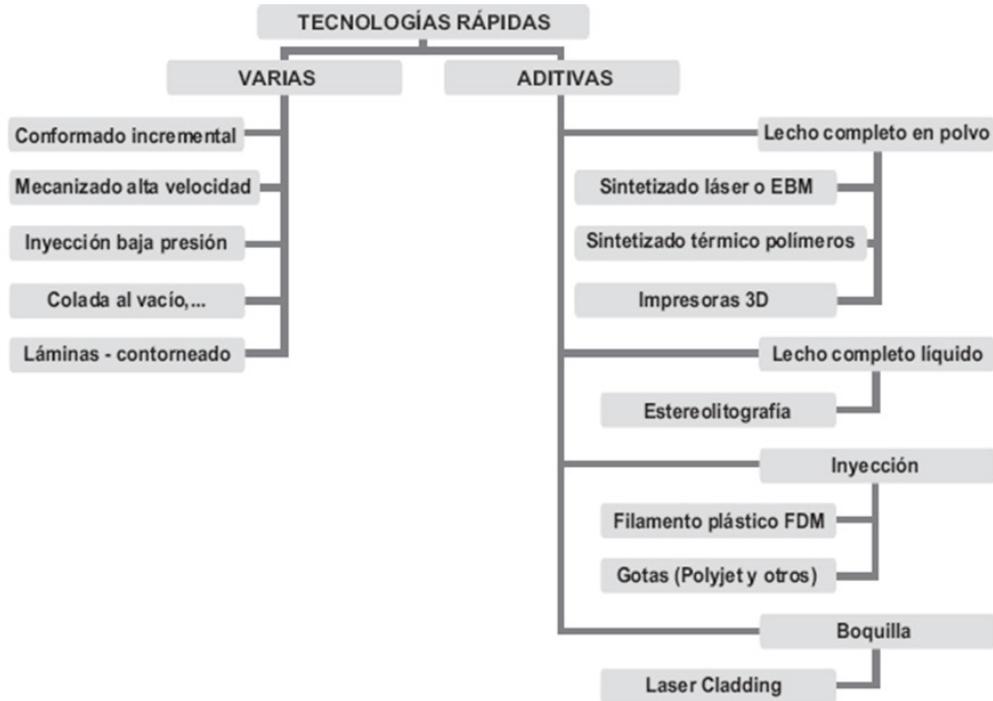
El término “impresión 3D” fue acuñado en el MIT en 1995, cuando los entonces estudiantes de posgrado Jim Bredt y Tim Anderson modificaron una impresora de inyección de tinta para la extrusión de una solución vinculante sobre un lecho de polvo, en lugar de tinta sobre el papel. La patente resultante condujo a la creación de la moderna tecnología de impresión 3D de las empresas Z Corporation (fundada por Bredt y Anderson, y ahora propiedad de 3D Systems) y ExOne.

Hoy por hoy, se denomina impresión 3D a una amplia gama de tecnologías de fabricación aditiva.

Fuente (Ojeda, 2013)

### III. TECNOLOGÍAS Y MATERIALES DE “IMPRESIÓN 3D”

#### Tecnologías



Esquema de tecnologías rápidas de fabricación, clasificadas como aditivas y no aditivas Fuente: (COTEC, 2011)

Tipo	Tecnologías	Materiales
Extrusión	Modelado por deposición fundida (FDM)	Termoplásticos (por ejemplo, PLA, ABS), aleaciones eutécticas de metales, productos comestibles
Granular	Sinterizado láser directo de metal (LMD)	Casi cualquier aleación de metal
	Fusión por haz de electrones (EBM)	Aleaciones de titanio
	Sinterización selectiva por calor (SHS)	Termoplástico en polvo
	Sinterización selectiva por láser (SLS)	Termoplásticos , metales en polvo , polvos cerámicos
	impresión 3D con cabezal de inyección de tinta sobre lecho en polvo	Yeso
Laminado	Fabricación objeto laminado (LOM)	Papel, hoja metálica, película de plástico
Foto-polimerizado	Estereolitografía (SLA)	Fotopolímero
	Procesamiento digital de luz (DLP)	Resina líquida

Fuente: (Ojeda, 2013)

En términos generales se trata de procesos de adición progresiva de material a la pieza y la consolidación del mismo en su posición. Se pueden clasificar las diversas tecnologías disponibles según dos criterios: Por método de aporte de material y por el de aporte de energía para la consolidación.

Aporte de energía			
Aporte de material	0D (punto a punto)	1D (línea)	2D (capa completa)
Punto	Laser Consolidation FDM	-	-
Línea	-	Polyjet	-
Lecho	SLA, SLS, EBM, DMLS, SLM <i>Laser Cusing</i>	ZCorp Araldite MLS	DLP SMS

Principales procesos de AM (COTEC, 2011)

Aporte de material	
<b>Punto</b>	Aportan selectivamente el material punto a punto (que se consolida a continuación); emplean sistemas de boquillas de inyección o extrusión, de un solo orificio. El elemento aplicador o boquilla se desplaza en el plano mediante un sistema de dos ejes de movimiento coordinado (interpolado) dentro de los límites del área de trabajo, depositando el material en las posiciones requeridas, desplazándose por tanto en trayectorias rectas o curvas. Es equivalente a un plotter de plumilla.
<b>Línea</b>	Aportan selectivamente el material en líneas o en conjuntos alineados de puntos (incluso matrices discretas de puntos) mediante inyector multicanal. El elemento aplicador realiza movimientos en secuencia de barrido en el plano. En cada barrido los inyectores van depositando selectivamente el material en las posiciones, abriendo o cerrando individualmente los inyectores. Al finalizar el primer barrido el cabezal vuelve a la posición inicial y se desplaza a la siguiente zona, repitiendo el proceso hasta cubrir la superficie de trabajo. Es equivalente a una impresora matricial.
<b>Lecho</b>	Aportan material en exceso y sólo consolidan el que ocupa la posición deseada; se denominan sistemas de lecho completo. En estos sistemas se produce una aplicación de una capa de material que ocupa y rellena perfectamente toda el área de trabajo, con un espesor igual a la altura de capa con la que el sistema trabaja y contenido por las paredes verticales del volumen de construcción. El elemento que aplica la capa se llama <i>recoater</i> y puede variar de unos sistemas a otros (una cuchilla rasante, una tolva con apertura inferior, un rodillo, etc.), pero la función es siempre la misma: Aplicar y alisar una capa uniforme de material de aporte.

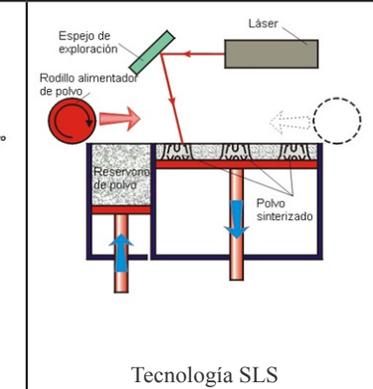
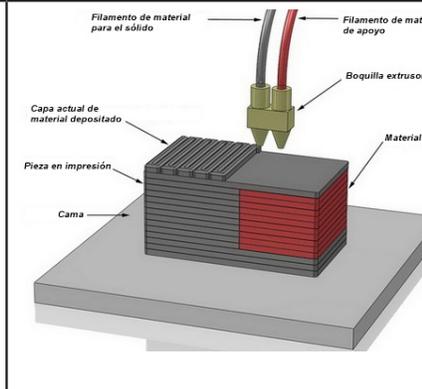
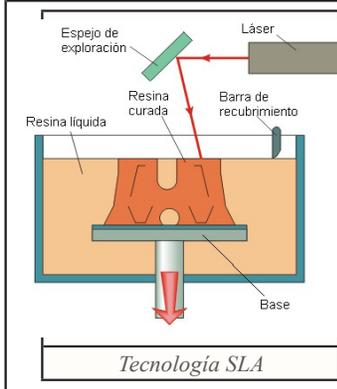
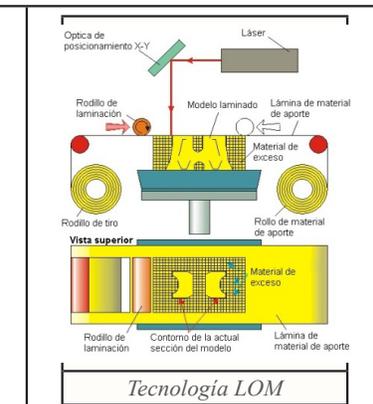
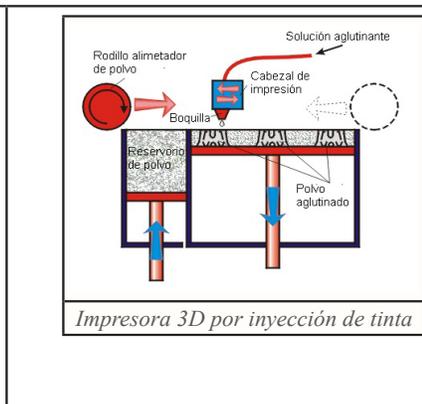
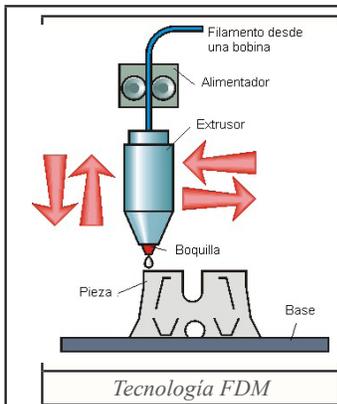
La agregación del material para formar una capa sólida y la consolidación entre cada capa, y con las próximas a ella, requiere un aporte de energía o de adhesivo, lo que también es determinante de la calidad final del producto resultante y de sus características mecánicas, eléctricas, etc.

Aporte de energía	
<b>0D (punto a punto)</b>	La energía se aplica focalizada en un punto y, describiendo trayectorias, este punto recorre toda la superficie que se debe solidificar en cada capa.
<b>1D (línea)</b>	La energía se aplica en forma de líneas que, al desplazarse, cubren toda la superficie de la capa.
<b>2D (capa completa)</b>	Se aplica la energía simultáneamente a toda una capa. En este caso hay dos variantes, a saber, aplicación a toda la capa cuando se ha depositado material selectivamente, o aportación en forma de máscara cuando el material se aplica en lecho completo.

<p><b>Estereolitografía - SLA.</b> <b>Lecho Líquido 0D</b></p>	<p>Consiste en solidificar resinas en estado líquido y sensible a la luz ultravioleta mediante un láser, capa a capa. El láser «dibuja» la parte que en cada capa corresponde a sólido sobre la superficie del material líquido contenido en una cuba, de modo que el material no afectado por la luz permanece líquido y el expuesto a la radiación se agrega y solidifica. Permite fabricar piezas con geometrías muy complejas y espesores muy finos, y existe una amplia variedad de resinas epoxi actualmente en el mercado para conseguir características muy diversas, como transparencia, flexibilidad, materiales biocompatibles, etc.</p>
<p><i>Araldite Digitalis.</i> <b>Lecho Líquido 1D</b></p>	<p>Se trata de tecnología de lecho líquido de resinas fotosensibles, al igual que la estereolitografía. El curado selectivo se realiza de un solo paso mediante un brazo transversal que realiza un movimiento lineal de velocidad constante a lo largo de la cuba. En este brazo va alojada una fuente de producción de luz que es colimada y canalizada mediante fibra óptica hacia una placa en la que se distribuyen uniformemente un total de 40.000 microobturadores o <i>Micro Light Switches</i>. Estos elementos se accionan individualmente e interrumpen o no el paso de la luz, dando lugar a una matriz o máscara de una sola línea, de modo que realiza un solo barrido por capa.</p>
<p><i>Digital Light Processing o Proyección por Mascara-DIP.</i> <b>Lecho Líquido 2D</b></p>	<p>Esta tecnología se basa en una matriz de espejos (uno por píxel) movidos por microactuadores, de modo que según estén activados o no reflejan hacia la cuba la luz de una fuente intensa. En aquellos puntos en los que incide la luz el material se solidifica, mientras que el resto permanece en estado líquido. Como indicamos, la exposición selectiva se produce de forma simultánea para toda la capa. La tecnología seleccionada es DLP porque, entre los sistemas de proyección, es la que da mayor contraste y definición del borde del píxel.</p>
<p><i>Polyjet.</i> <b>Línea 1D</b></p>	<p>Esta tecnología utiliza resinas líquidas, de formulación propia, de material sensible a la radiación ultravioleta. Permite imprimir el material mediante cuatro inyectores, con 96 orificios de actuación independiente en cada uno. Los inyectores están ubicados en un cabezal móvil en X e Y. La deposición se realiza en capas de 16 micrómetros, de manera similar a como lo hace una impresora convencional de chorro de tinta, con movimiento del cabezal de izquierda a derecha y sucesivos barridos hasta completar la superficie de trabajo, pero sobre una bandeja de construcción en lugar de sobre un papel.</p>
<p><b>Impresoras 3D 3DP. Lecho Polvo 1D</b></p>	<p>Utilizan inyectores estándar de impresoras de chorro de tinta para depositar selectivamente micro gotas de un adhesivo diluido sobre un lecho de polvo. Los materiales tienen base de yesos adecuadamente formulados y, en aquellos puntos en los que se deposita adhesivo, se aglutina y reacciona para formar un cuerpo sólido. La plataforma de construcción baja el espesor de una capa y un <i>recoater</i> de rodillo aplica una nueva capa sobre la anterior. La humedad remanente permite fijar parcialmente el polvo de la nueva capa sobre ella. Un nuevo avance del brazo con el cabezal recorriéndolo continuamente genera una nueva capa, y así sucesivamente, como haría una impresora de chorro de tinta convencional.</p>
<p><b>Sinterizado Láser Selectivo de Materiales Poliméricos SIS.</b> <b>Lecho Polvo 0D</b></p>	<p>En este proceso un <i>recoater</i> aplica una capa de polvo homogénea y un láser dibuja las zonas que para esa capa deben ser sólidas, de forma similar a lo descrito en las de estereolitografía. Para mejorar el proceso el material se calienta en la cuba hasta la temperatura de transición, de modo que el láser solamente debe aplicar la energía necesaria para fundir el material (que ya se encuentra polimerizado) y volver a solidificarse. El material habitual es la poliamida 12 o poliamidas cargadas con fibra de vidrio, aluminio, fibra de carbono u otros aditivos para mejorar las características mecánicas del producto final.</p>
<p><b>Sinterizado Selectivo de materiales Poliméricos por máscara SMS.</b> <b>Lecho Polvo 2D</b></p>	<p>En esta tecnología se sinteriza el material en polvo mediante radiación IR proyectada sobre una máscara, es decir, cada capa se expone en una sola vez. Este sistema proporcionará un volumen de trabajo de 300 x 200 x 800 mm con una resolución horizontal declarada de 20 x 20 micrómetros y espesores de capa de entre 50 y 150 micras, con capacidad de procesar materiales hasta 450 °C. La gran ventaja de estos sistemas, derivada de su funcionamiento por máscara, es su gran velocidad.</p>

<p><b>Sinterizado Selectivo láser metálico y Cerámico.</b></p> <p><b>Lecho Polvo 0D</b></p>	<p>Tecnología orientada a la fabricación de núcleos complejos para fundición en arena. Para ello se utiliza arena o cerámicas con un ligante (resina) como material de aporte. Mediante un láser se funde el ligante en aquellas zonas en las que en la capa en cuestión corresponde a sólido. Al fundirse solo uno de los materiales, se llama «selectivo». Durante la fase líquida moja y adhiere al material de aporte, que queda fijado al enfriar y solidificar el ligante. La bandeja de construcción baja el espesor de una capa, el <i>recoater</i> aporta y nivela más material, y el proceso se repite hasta la altura completa. La pieza obtenida es frágil (verde). En el caso de la arena para machos de fundición, ya se puede usar directamente.</p> <p>DTM procesa metales con esta misma tecnología. La pieza en «verde» así formada se somete a un proceso térmico, en el que el ligante se elimina dejando un esqueleto poroso de metal, que se rellena por una infiltración con bronce, obteniéndose así la pieza definitiva formada por dos metales. Las características de los productos así obtenidos son pobres y el proceso resulta muy largo e impreciso, comparado con la fabricación directa de piezas que se indica a continuación.</p>
<p><b>Direct Metal Laser Sintering: DMLS.</b></p> <p><b>Lecho Polvo 0D</b></p>	<p>Variante del proceso de sinterizado selectivo, en el que tanto el ligante como el material de aporte son metálicos. El ligante es una aleación de bajo punto de fusión como el bronce. La máquina se carga con una mezcla homogénea pulverizada en grano fino del material ligante y los materiales de aporte, como Ni, u otros aceros de buenas cualidades. Al incidir el láser, la aleación ligera se funde y moja el material de aporte, para enfriar y solidificar a continuación. De este modo se evita el paso de la eliminación del ligante y la infiltración en horno de tratamiento. Los productos obtenidos de forma directa tienen más precisión geométrica, más densidad, menos porosidad y mejores propiedades térmicas que en el caso anterior.</p> <p>El peor inconveniente de estas tecnología es la necesidad de un esmerado diseño de los soportes, que cumplen varias funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la pieza sujeta a la plataforma</li> <li>• Soportar los voladizos</li> <li>• Conducir y disipar parte del calor de fusión para reducir las tensiones internas.</li> </ul>
<p><b>Electro Beam Melting: EBM.</b></p> <p><b>Lecho Polvo 0D</b></p>	<p>La tecnología EBM (<i>Electron Beam Melting</i>) funde polvo metálico en vacío por la acción de un haz de electrones. El proceso EBM fabrica añadiendo el material por capas, es decir, el polvo metálico (con tamaño de partícula entre 45 y 100 micras) es repartido en una fina capa sobre el área de trabajo. El haz de electrones funde el polvo metálico selectivamente siguiendo exactamente el patrón de la sección geométrica de la pieza para cada capa. Estos dos pasos se repiten hasta que la pieza se ha fabricado. El espesor de capa puede variar entre 70 (alta calidad), 100 y 200 <math>\mu\text{m}</math> (alta productividad).</p> <p>En cada capa del proceso de fabricación, el haz de electrones realiza un precalentamiento del área de trabajo para elevar la temperatura (específica para cada aleación) antes de fundir el polvo. Como resultado, las piezas obtenidas por EBM no tienen tensiones residuales ni sufren distorsión al enfriarse.</p>
<p><b>Fused Deposition Modeling: FDM.</b></p> <p><b>Punto 0D</b></p>	<p>Está basado en hacer pasar un hilo de material de aporte, normalmente ABS aunque se puede ajustar para otros termoplásticos, por una boquilla caliente. El material se funde y se extruye a través de dicha boquilla, de modo que cede parte de su calor al material ya enfriado depositado en la capa anterior sobre la que se apoya, y al que por lo tanto se adhiere, y se solidifica formando el aporte de la nueva capa.</p> <p>La boquilla debe ir recorriendo en trayectorias más o menos complejas toda el área que en cada capa corresponde a material sólido. Hay máquinas que disponen de varias boquillas y varios cargadores de carretes de hilo, con lo que pueden fabricar piezas de distintos colores, aunque no pueden mezclarlos.</p> <p>Esta tecnología necesita soportes que se realizan en el mismo material y por tanto son tan resistentes como la propia pieza, que a posteriori deben ser eliminados, dejando marcas visibles. Los sistemas que se comercializan no requieren personal altamente cualificado, son bastante autónomos y necesitan un escaso mantenimiento. Son por otro lado lentos, lo que penaliza mucho su productividad, y la calidad superficial de los modelos es muy baja en comparación con otros procesos.</p>

<p><b>Laser Consolidation o Laser Cladding.</b></p> <p><b>Punto 0D</b></p>	<p>Estas tecnologías nacen como evolución de las de soldadura y recargue láser. Este grupo de tecnologías se caracteriza por utilizar una boquilla que alimenta material (según el caso, polvo o varilla) justo en el punto en el que se aplica una fuente intensa y concentrada de energía, como un láser o plasma. El material de aporte se funde sobre el sustrato y solidifica inmediatamente.</p> <p>Normalmente se proyecta gas inerte alrededor del punto de fusión para proteger el caldo. La aplicación inicial fue la de reparar o recargar piezas caras y normalmente de gran tamaño, como turbinas, hélices, etc. En estos casos el cabezal es móvil y se desplaza siguiendo las trayectorias programadas.</p> <p>Hay sistemas de AM basados en esta tecnología con diversas configuraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabezal fijo y mesa móvil orientable: El cabezal está en posición vertical hacia abajo, mientras la placa de construcción está sujeta a un cabezal de hasta cinco ejes.</li> <li>• Cabezal superior móvil y mesa móvil: Tiene más complejidad en la programación, pero más libertad en las geometrías.</li> <li>• Cabezal móvil y mesa fija: El cabezal puede tener varios grados de movimiento, con importantes limitaciones de las geometrías que se pueden construir, y suelen alimentar hilo o varilla.</li> </ul>
<p><b>Impresoras 3D en Piedra D-Shape.</b></p> <p><b>Lecho Polvo 1D</b></p>	<p>Aplicando el principio de las impresoras de chorro de tinta o de las antes mencionadas impresoras 3D, el inventor Enrico Dini crea en la empresa <i>D-Shape</i> la primera máquina que construye edificios mediante un proceso capa a capa. El área de trabajo es actualmente de hasta 6 m x 6 m, y con alturas de hasta 9 m, convirtiendo este sistema en el más grande disponible. El material utilizado es arena con una serie de ligantes, y el adhesivo se deposita selectivamente en gotas, con base agua. El producto resultante después del fraguado presenta características mecánicas similares a mármol, con un agradable aspecto de vetas debido a las capas. La diferencia principal con las impresoras 3D es que no utiliza cabezales de impresión estándar, sino que el curado selectivo se realiza de un solo paso mediante un brazo transversal que realiza un movimiento lineal de velocidad constante a lo largo de la cuba. En este brazo van alojadas tantas electroválvulas como píxeles de resolución se tengan. La precisión geométrica ronda los 10 mm y se trabaja en capas de entre 5 y 10 mm según la velocidad de construcción deseada. El material no consolidado actúa de soporte y, una vez terminado el fraguado, se puede retirar y reutilizar en otras construcciones. El material fraguado se puede pulir.</p>



## Materiales

La variedad y flexibilidad de los materiales, junto con la precisión y el acabado superficial han sido desde los comienzos de las tecnologías de AM factores críticos para el desarrollo de la tecnología.

Actualmente se están desarrollando nuevos materiales para cada uno de los procesos descritos. Dependiendo de la tecnología AM de que se trate, se deberán tener en cuenta distintos parámetros críticos para su proceso de fabricación siguiendo estos métodos.

- Para tecnologías de FDM y SLS jugará un papel muy importante la viscosidad del material (polímero, por ejemplo).
- En la Estereolitografía, la fotopolimerización del material es el parámetro fundamental a la hora de poder utilizar este tipo de materiales para estos procesos.
- En los procesos de sinterizado, al estar directamente relacionado el grado de porosidad o de densidad conseguido con las propiedades mecánicas del material, se debe orientar el proceso hacia la consecución de grados máximos de densidad.

En cuanto a las características mecánicas de las piezas fabricadas por tecnologías AM, en aquellas en las que se obtengan estructuras solidificadas densas, tanto en polímeros como en metales, se puede decir de manera general que se obtienen propiedades similares al material obtenido por métodos convencionales (por ejemplo, por colado). En cuanto a los materiales poliméricos, existen diferencias entre las propiedades mecánicas obtenidas por métodos AM frente a la inyección clásica. Esto se debe principalmente a la porosidad y a las condiciones de ausencia de presión y consolidación durante el proceso.

Se describen a continuación los principales materiales existentes en la actualidad

- Estereolitografía: Los materiales fotopoliméricos para esta tecnología son epoxis e híbridos epoxi acrílicos.

- Sinterizado láser selectivo: El material más extendido para esta tecnología es la poliamida, que se puede reforzar con fibra de Vidrio, Aluminio y fibra de carbono

- o El poliestireno también puede procesarse por sinterizado láser, así como el PEEK, este último con máquinas especiales que alcanzan altas temperaturas (alrededor de 350 °C)
- o Castform (especial para fabricación de moldes para fundición).
- o Elastoméricos con una flexibilidad parecida a la goma (con infiltración se agregan colores y se mejora la resistencia a la rotura)
- o Plástico halógeno ignífugo, que reduce la toxicidad (específico para productos de consumo donde se requiere resistencia al fuego y el humo).

- SLS con base en grafito, que permite elaborar piezas con continuidad eléctrica cercana a 200 siemens por cm.

- Se están investigando materiales reciclables para sinterizado, como el desarrollado por AIJU, que consiste en un material base poliamida combinado al 50 % con cascara de almendra.

- Sinterizado directo láser selectivo: Existe una variedad de materiales en este campo, desde aceros para herramienta, aceros inoxidables (15-5PH, 17-4PH...), aleaciones de níquel (inconel...), aleaciones de cobalto, aleaciones de aluminio, aleaciones de cobre y aleaciones de titanio (Ti-6Al-4V...), metales nobles (oro, plata...), etc.

- Impresoras 3D: La empresa Z Corporation dispone de composites cerámicos.

- Sinterizado selectivo de láser indirecto: Transforma el polvo de acero inoxidable, las partículas de esta aleación metálica basada en acero están rodeadas de un polímero que es fundido por el láser para conseguir lo que se denomina una pieza en verde. Tras este primer ciclo, la pieza sufre otro de calentamiento en un horno para altas temperaturas (a más de mil grados centígrados). Durante el ciclo de sinterizado en el horno se elimina el polímero que rodea las partículas metálicas y estas se unen; posteriormente se funde bronce y se

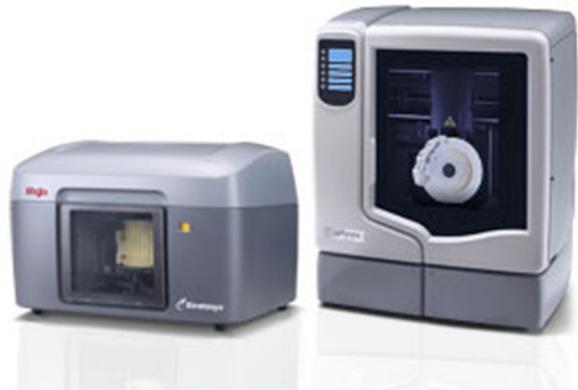
infiltra en la pieza porosa mediante acción capilar. De este modo el bronce líquido ocupa los huecos dejados por el sinterizado de polvo. Tras el enfriamiento, se obtiene una pieza totalmente compacta con unas propiedades que permiten su utilización para diversos tipos de aplicaciones, pudiéndose incluir la de electrodo para electroerosión. El material existente en el mercado para este tipo de sinterizado indirecto es el LaserForm™ A6 Metal.

El desarrollo de nuevos materiales abre un campo de investigación muy atractivo para los próximos años, al orientarse el AM hacia la obtención del producto final. Es por ello que se esperan importantes avances en materiales cerámicos, así como sucesivamente en distintas aleaciones metálicas (titanio, níquel...), motivadas principalmente por sectores punteros que demandan este tipo de tecnología y materiales, como es el sector aeronáutico, médico, etc.

Donde se espera que este tipo de tecnologías tenga un campo de expansión importante es en los procesos de micro y nanofabricación.

El desarrollo de materiales biocompatibles hará posible la introducción continuada de productos para el sector de las biotecnologías.

## La Impresión 3D – Redefine las Industrias



Impresoras 3D (Stratasys)

### Usos industriales: Prototipado rápido

Las impresoras 3D industriales han existido desde la década de 1980 y se han utilizado ampliamente para la creación rápida de prototipos y de investigación. Estas son generalmente más grandes que las máquinas hogareñas utilizadas para la creación rápida de prototipos por universidades y empresas comerciales. Las impresoras 3D industriales son fabricados por empresas como 3D Systems, Objet Geometries y Stratasys.

<p>Aeroespacial</p>	<p><b>La NASA crea con impresión 3D inyectores de cohetes que soportan 3.300 grados</b></p> <p>La NASA ha probado con éxito dos inyectores de cohete creados a través de la impresión 3D. Estas piezas, pasaron el test en el Marshall Space Flight Center (Estados Unidos)</p>	
	<p><b>Elegido el traje espacial que será impreso en 3D por la NASA</b></p> <p>La Agencia Espacial Norteamericana (NASA) ha divulgado el resultado de la votación mundial entre los internautas para la elección del futuro traje de los astronautas, parte del cual será obtenido mediante impresión 3D.</p>	

<p>Arquitectura</p>	<p><b>Impresoras 3D de casas a partir de 12.000 euros</b></p> <p>El sector de la construcción no ha escapado al influjo de la impresión 3D, como han demostrado las iniciativas de construir mediante esta tecnología de fabricación aditiva una casa delante de un canal de Amsterdam y el ejemplo de Winsun Decoration Engineering, una compañía china que ha empezado a imprimir de forma tridimensional viviendas en menos de 24 horas y por un precio cercano a los 3.500 euros.</p> <p><b>Impresoras 3D gigantescas para construir viviendas</b></p> <p>La agencia oficial china Xinhua ha distribuido una noticia según la cual una empresa privada de la ciudad oriental china de Suzhou ha usado un equipo de impresoras gigantescas para levantar diez casas a tamaño real en tan sólo un día. La empresa se llama WinSun Decoration Design Engineering Co.</p> <p>Las viviendas de un piso independientes en el Parque Industrial de Alta Tecnología de Shanghai se asemejan a los edificios normales. Las residencias se construyeron usando un método de impresión inteligente. Cada casa mide 200 metros cuadrados. El costo de construir estas viviendas es de 4.800 dólares.</p>	 
<p>Automovilística</p>	<p><b>Y al sexto día, el coche por impresión 3D fue creado</b></p> <p>Como ya anunciamos, la empresa norteamericana Local Motors se propuso el reto de fabricar un pequeño coche por impresión 3D en sólo seis días en directo durante el IMTS, el mayor evento de técnicas de fabricación avanzada de Estados Unidos. Pues hemos de decir, ¡prueba superada! - 15/Sep/2014</p> <p><b>Impresión 3D en el Salón del Automóvil de Ginebra</b></p> <p>La compañía alemana EDAG ha presentado en el Salón Internacional del Automóvil de Ginebra (Suiza) el prototipo de un automóvil, denominado Génesis, con una carrocería completamente impresa en 3D, lo cual constituye una pequeña muestra de la importancia que tendrá esta tecnología en el futuro para la fabricación de los vehículos. - 11/Mar/2014</p>	 

<p>Ciencia y Tecnología</p>	<p><b>La impresión 3D, en ‘El futuro por Stephen Hawking’</b></p> <p>Los distintos campos de la ciencia se han desarrollado a un ritmo vertiginoso durante las últimas décadas. Ingenieros, inventores y científicos de todo tipo han logrado en cuestión de poco tiempo que nuestras vidas sean cada vez más cómodas y fáciles.</p> <p>De hecho, la relación entre tecnología y sociedad es tan evidente hoy en día, que películas como las de Stanley Kubrick o Steven Spielberg han dejado de resultar ficticias.</p> <p>Pero, ¿y si pudiéramos conocer todos esos inventos con 50 años de antelación?</p> <p><i>National Geographic Channel</i> y el famoso investigador Stephen Hawking ofrecerán esta ansiada posibilidad en “El futuro por Stephen Hawking”. Esta nueva serie documental está compuesta por un total de seis episodios que desvelarán cada semana en las cadenas televisivas de todo el mundo que los emitan los nuevos avances y descubrimientos en torno a los diferentes campos de la ciencia, entre ellos la impresión 3D. - <i>Mayo/2014</i></p> <p><b>Mini robots para la impresión 3D de estructuras de cualquier tamaño</b></p> <p>La tecnología de impresión 3D permite la creación de objetos de geometría compleja, pero un factor todavía limita su creatividad: los objetos que producen las impresoras 3D están relacionados con el tamaño de la máquina. Así que si, por ejemplo, alguien quiere realizar la impresión tridimensional de una casa tendría que utilizar una enorme impresora con un espacio de trabajo más grande que la casa en sí.</p> <p>Uno de los ejemplos más exitosos es la KamerMaker, que se ha utilizado para la impresión 3D de una casa, estilo canal holandés, en trozos de 2 x 2 x 3.5 metros. Sin embargo, reconociendo las limitaciones en el tamaño de las impresoras 3D, el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña (IAAC) ha desarrollado una familia de tres pequeños robots móviles, denominados ‘Minibuilders’ (Mini constructores) que en conjunto pueden imprimir una estructura de cualquier tamaño. - <i>25/Jun/2014</i></p>	 
<p>Moda</p>	<p><b>3D Systems y United Nude llevan los zapatos por impresión 3D al mercado</b></p> <p>La compañía norteamericana 3D Systems ha anunciado un acuerdo con la firma de moda United Nude para imprimir 3D zapatos. La peculiaridad es que son diseños únicos que el usuario puede imprimirse directamente en su casa. En este caso hay un pero y es que está limitado a impresoras 3D de la marca 3D Systems modelo Cube. Sería genial que otras firmas se adentrasen a ofrecer diseños que podamos fabricar en casa con una impresora 3D cualquiera que sea su modelo. - <i>07/Ago/2014</i></p> <p><b>Moda china impresa en 3D</b></p> <p>La versatilidad de la impresión 3D ha abierto un mundo de posibilidades para la creación de prendas de vestir, tal como ha vuelto a ponerse de manifiesto durante la Semana Internacional de la Moda de Qingdao, en la provincia de Shandong (China), en la que los asistentes se vieron sorprendidos por el desfile de modelos por la pasarela ataviadas con trajes realizados mediante impresión tridimensional.</p> <p>Uno de los vestidos se componía de dos piezas. La parte superior era el resultado del ensamblaje de dos partes, y la falda se componía de 15 elementos impresos en 3D con un material que llevaba un alto porcentaje de fibras elásticas, lo que le daba incluso una apariencia plástica. - <i>30/Abr/2014</i></p>	 

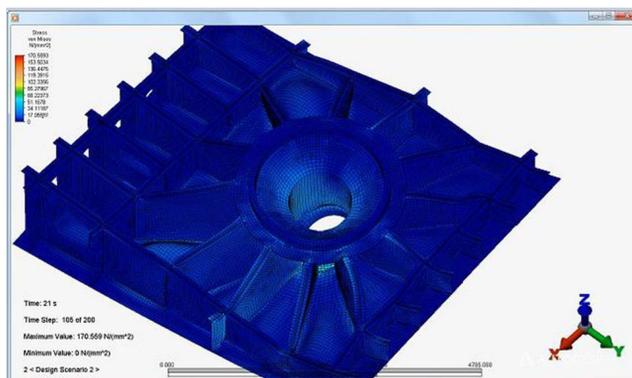
<p>Defensa</p>	<p><b>Impreso en 3D un drone que se puede meter en una mochila</b></p> <p>La Marina de EE.UU. pronto podría utilizar herramientas tecnológicas populares de impresión 3D para dar un cambio radical a las cadenas de suministro tradicionales y revolucionar su estrategia, incluyendo la posibilidad de imprimir drones. En lugar de piezas reales, un barco puede llevar las impresoras 3D y las bolsas con varios ingredientes en polvo y, simplemente, utilizar los archivos de diseño adecuados para imprimir los artículos necesarios. - 04/Sep/2013</p>	
<p>Dental</p>	<p><b>Brackets por impresión 3D que no se ven en la boca</b></p> <p>Ingenieros de la Universidad Tecnológica Nacional de Córdoba (Argentina) han desarrollado mediante impresión 3D lo que en Odontología se denomina 'brackets' o alineadores de los dientes, unas aparatosas y antiestéticas piezas metálicas que acaban provocando más de un complejo y el rechazo de los niños y adolescentes que son obligados a llevarlos durante meses para corregir problemas bucales, pero en este caso pasan inadvertidos porque son transparentes y, además, removibles. - 11/Sep/2014</p> <p><b>Nueva impresora 3D de uso dental de Stratasys</b></p> <p>El fabricante de impresoras 3D y de materiales para su uso personal, creación de prototipos y producción Stratasys ha presentado la impresora Objet Eden260V Dental Advantage, una impresora 3D que es fácil de usar y ofrece un acceso asequible a la odontología digital. La impresora 3D ha estado expuesta en el LMT Lab Day Show en Chicago, en el stand 203. -25/Feb/2014</p>	 
<p>Educación</p>	<p><b>Las impresoras 3D, clave en el futuro en la Universidad</b></p> <p>Los cursos abiertos masivos en línea, o MOOC, y las tablets serán las tecnologías que antes se afianzarán en la educación superior, con el horizonte de un año, a lo que seguirán a medio plazo la 'gamificación' y las analíticas de aprendizaje, y, para dentro de cuatro o cinco cursos, la impresión 3D y la tecnología portátil. - 11/Nov/2013</p> <p><b>Los alumnos de Madrid aprenderán impresión 3D</b></p> <p>Los alumnos de Enseñanza Obligatoria Secundaria (ESO, jóvenes entre 12 y 15 años) que estudien en la Comunidad Autónoma de Madrid (España) tendrán una nueva asignatura obligatoria que no existe en ninguna otra autonomía: Programación, según ha anunciado el presidente madrileño, Ignacio González, durante el debate sobre el estado de la región.</p> <p>El temario de la asignatura incluirá la creación de webs, aplicaciones para móviles y juegos.</p> <p>El objetivo del Gobierno de Ignacio González (Partido Popular) es que, al terminar este ciclo, los estudiantes de la Comunidad de Madrid sepan crear desde una web a una app para móviles. También deberán ser capaces de diseñar un juego por ordenador, manejar la impresión en 3D y tener conocimientos de robótica. - 04/Sep/2014</p>	 

<p>Salud y Medicina</p>	<p><b>Kit de anatomía humana por impresión 3D</b></p> <p>Un equipo de la Universidad de Monash (Australia) ha creado el primer kit pronto disponible en el mercado que contendrá partes del cuerpo humano reproducidas mediante impresión 3D.</p> <p>“Esta iniciativa podría revolucionar la educación médica y la formación, especialmente en países donde el uso de cadáveres es problemático”, ha informado la universidad australiana en una nota de prensa.- 15/Jul/2014</p> <p><b>Implantado un cráneo completo impreso en 3D</b></p> <p>Una mujer holandesa de 22 años ha recibido un implante completo de cráneo de un plástico compatible con su organismo, obtenido gracias a una impresora en 3D, según informa el diario El País. Aquejada de una dolencia que había añadido 5 centímetros de grosor a los huesos de su cabeza, ha sido operada en el Hospital Universitario de Utrecht (centro del país). - 26/Mar/2014</p>	 
<p>Emprendimientos y Entrenimiento</p>	<p><b>Batería, teclado, guitarra, bajo y ahora también saxofón por impresión 3D, la banda al completo</b></p> <p>Si tienes pensado montar una banda de rock, jazz o incluso pop, ya no hace falta que pases por la tienda a comprar instrumentos, mejor cómprate una impresora 3D e imprímelos.</p> <p>Bueno, quizá es demasiado extremo, pero podrá pasar en breve. De momento Olaf Diegel ya ha fabricado por impresión 3D todos estos instrumentos, con una salvedad, que utiliza una impresora 3D profesional que no está al alcance de todos, pero, todo llegará. - 08/Ago/2014</p> <p><b>Campaña para fabricar filamento PET low-cost para impresoras 3D desde Venezuela</b></p> <p>El venezolano Iván Areinamo ha lanzado una campaña de <i>crowdfunding</i> (financiación colectiva) para ofrecer filamento de polietileno (PET) a bajo coste. La campaña comenzó el pasado 6 de agosto y estará activa hasta el próximo 20 de septiembre.</p> <p>De momento no está cosechando mucho éxito, en comparación con otras campañas similares, pues lleva recaudado poco más de 500 dólares de los 10000 que tiene como objetivo. No obstante, la campaña es flexible, lo que implica que recibirá todos los fondos aunque no llegue a la meta.</p> <p>El proyecto tiene como objetivo fabricar y vender rollos de filamento PET para impresoras 3D, el precio de salida está en los 15 dólares el kilo, un precio bastante competitivo, si tenemos en cuenta que el precio del PLA y ABS, los más usados en impresoras 3D domésticas, ronda los 30 dólares de media para los genéricos. Incluso podemos conseguirlo más barato, por 25 dólares nos ofrece dos kilos de material y por 55 dólares tenemos cinco kilos.</p> <p>El filamento de PET que ha desarrollado Iván tiene las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impresión a 230 °C</li> <li>• Velocidad de impresión de hasta 90 mm/s</li> <li>• Proveniente de pellets no reciclados</li> <li>• Color transparente</li> </ul> <p>En respuesta a algunos comentarios que le han hecho llegar sobre un precio demasiado bajo como para ser verdad, Iván ha comentado que el coste de la materia prima en Venezuela es muy bajo, así como un precio de electricidad exageradamente bajo, 3 centavos el kilovatio-hora. - 20/Ago/2014</p>	 

## La Industria del Petróleo y la Impresión 3D

### Según (Morella, 2014) De “Las cuatro tendencias que debes conocer de la Industria del Petróleo y Gas” la tercera es la fabricación digital

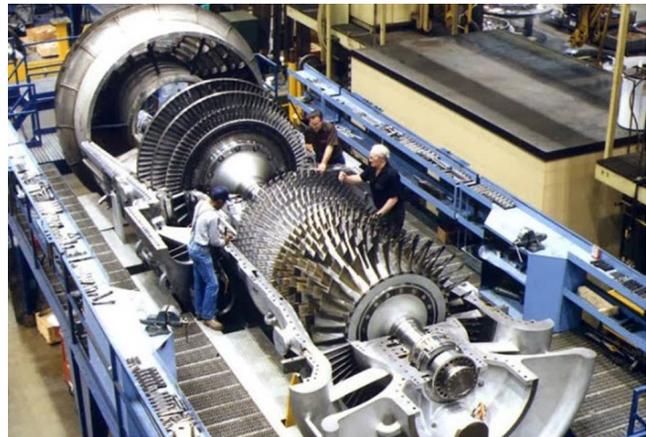
Fabricación Digital: La impresión en 3D, la fabricación sustractiva basada en CNC, el modelado por deposición fundida (FDM), para termoplásticos y tecnologías relacionadas ofrecen la posibilidad de reducir el número de pasos que se necesitan para pasar de un modelo informático de componentes para una infraestructura de petróleo y gas activo hasta tan sólo un paso. La fabricación moderna ha evolucionado en torno al paradigma de producción en masa. Tradicionalmente la complejidad y la singularidad en la industria manufacturera han significado una prima de precio importante, ya que siempre ha sido más caro por unidad producir a corto plazo objetos a medida que un gran volumen de objetos estandarizados. Pero las tecnologías de fabricación digital y los procesos nos están llevando al umbral de convertir ese paradigma en la cabeza de un crecimiento del número de objetos realizados en un número creciente de materiales. ¿Cómo podría la capacidad de “imprimir” las partes de un activo de infraestructura de petróleo o gas cambiar el proceso de construcción? ¿Cómo podría esto liberalizar la industria desde la utilización de elementos estándar de catálogo hasta los mejores componentes para el trabajo, únicos para cada instalación? Y ¿cómo podría esto cambiar el servicio y las necesidades de suministro por ejemplo, para piezas de repuesto si fuera posible simplemente imprimir una válvula de repuesto en una plataforma?



El software avanzado de diseño está ayudando a romper la prima de precio tradicional e importante

de la complejidad y singularidad de la fabricación. En la imagen se muestra el uso de análisis de comprobación para identificar los defectos de diseño antes de la fabricación (Imagen de Autodesk). La división de petróleo y gas de General Electric iniciará la producción de toberas de combustible mediante fabricación aditiva. (Sánchez, 2014)

El plan es realizar la prueba piloto en el segundo semestre de este año y comenzar la producción en 2015.



GE Oil & Gas planea invertir 100 millones de dólares durante los próximos dos años en investigación y desarrollo tecnológico, y una parte importante de esta inversión estará dedicada a la impresión 3D, según Reuters.

Con las técnicas tradicionales de fabricación, cada uno de los componentes de la tobera se crea por separado y se unen por soldadura. Ahora, con la fabricación aditiva, la impresión en una sola pieza simplificará enormemente la producción.

La decisión de GE Oil & Gas de utilizar la impresión 3D a esta escala es un hito en la industria. Y aunque compañías como Halliburton ya han utilizado la impresión 3D para producir algunas de las piezas utilizadas en perforaciones petrolíferas, ha sido en una escala mucho más pequeña.

La impresión 3D va a ser cada vez más importante para la industria del petróleo y el gas a medida que las condiciones de perforación se vuelven más extremas. La tecnología de impresión 3D permite

a los ingenieros realizar diseños complicados para abordar los desafíos que presentan entornos de extracción tan complicados como las zonas del Ártico o las profundidades del océano.



Esta no es la primera vez que General Electric utiliza la impresión 3D. La compañía ya anunció el año pasado la aplicación de esta tecnología en su división de aviación para fabricar inyectores de combustible de motores a reacción.

Y la sede de GE en Newcastle también emplea la impresión 3D para diseñar los robots que utilizan para inspeccionar tuberías. Estos robots de vigilancia, conocidos como “pigs” (cerdos), se diseñan a medida para inspeccionar cada tipo de tubería. Con el sistema de fabricación tradicional todo el proceso de diseño podía llevar hasta 12 semanas. Con la impresión 3D este lapso de tiempo se ha reducido a 12 horas.

Así pues, la decisión de GE de utilizar esta tecnología en su división energética es solo un paso más, coherente con la visión de la compañía. GE lleva más de 20 años participando activamente en el desarrollo de la tecnología de fabricación aditiva y siempre ha subrayado la importancia de la impresión 3D en su concepción de la fabricación del futuro.



## Impresión 3D en la industria petrolera (MREDDIAZ, 2014)

La división de petróleo y gas de General Electric comenzará la producción piloto de boquillas de combustible impresas en 3D para sus turbinas de gas, en la segunda mitad del 2014. Sería un avance significativo para el uso de esta tecnología a gran escala dentro de la industria.

Se espera que se realice la producción en impresora 3D de todas las boquillas a partir del 2015, según el Director General de Tecnología de GE Oil & Gas. Esta iniciativa sigue a lo realizado por GE Aviación, que anunció el año pasado que utilizaría la impresión 3D para producir boquillas de combustible para su turbina de jets LEAP, una decisión clave que muchos vieron como sello final a la ventaja comercial de esta técnica.

Halliburton también ha utilizado la impresión 3D para producir partes utilizadas en perforación, pero no a una escala tan grande.

Otra pieza de equipo que GE Oil & Gas busca obtener con impresoras 3D es bombas eléctricas sumergibles, las cuales se usan para traer el petróleo hacia la superficie de manera artificial.

## IV. BIBLIOGRAFÍA

1. Anja. [www.3ders.org](http://www.3ders.org). Retrieved 09 17, 2014, from 3D printer and 3D printing news: <http://www.3ders.org/articles/20140124-3d-printing-drills-into-the-oil-industry.html>. (2014)
2. COTEC. *Fabricación Aditiva*. Madrid: Gráficas Arias Montano, S. A. (2011).
3. Fonda, C. *Guía Práctica para tu Primera Impresión 3D*. (2014).
4. Morella, C. <http://www.adacomputer.es/>. Retrieved 09 17, 2014, from Ada Computer: <http://www.adacomputer.es/> (2014).
5. MREDDIAZ. [mreddiaz](http://mreddiaz.com). Retrieved 09 17, 2014,

6. from reflexiones sobre el mundo petrolero: <http://mreddiaz.wordpress.com/> (2014).
7. Ojeda, M. Tecnología de los Plásticos. Retrieved Septiembre 17, 2014, from Blog dedicado a los materiales plásticos, características, usos, fabricación, procesos de transformación y reciclado: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/02/impresion-3d.html>. (2013).
8. Sánchez, C. A. Print3d World. Retrieved 09 17, 2014, from Impresión 3D y Fabricación Digital: <http://www.print3dworld.es/> (2014).
9. Zahera, M. XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos . LA FABRICACIÓN ADITIVA, TECNOLOGÍA AVANZADA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS. Valencia, 11-13 de julio (2012).