La Biocompatibilidad se define como la cualidad que tiene un material de generar una respuesta biológica aceptable durante el tiempo y modo de contacto de una aplicación específica [1].

La norma ISO 10993 es la más utilizada para evaluar la biocompatibilidad de dispositivos y materiales médicos, las pruebas específicas que se realizan dependen del tipo de dispositivo o material médico y la duración del contacto entre el dispositivo médico y el cuerpo [1]

Las pruebas de **Clase USP** también son implementadas para determinar la biocompatibilidad de los materiales. Hay seis clases, siendo la VI la más rigurosa. Las pruebas de **Clase VI** tienen como objetivo certificar que no hay reacciones dañinas o efectos corporales a largo plazo causados por sustancias químicas que se filtran de los materiales plásticos. [1].

**Filamentos 3d duros y grado de biocompatibilidad (que no cause reacción)**

Este término proviene del vocablo en latín filamentum, que literalmente significa conjunto de hilos. Por lo tanto, todo cuerpo o tejido que esté formado por una agrupación de hilos unidos forma un filamento [1].

* **Pla**

El ácido poliláctico (PLA), es un biopolímero termoplástico cuya molécula precursora es el ácido láctico. Debido a su biodegradabilidad, propiedades de barrera y biocompatibilidad, este biopolímero ha encontrado numerosas aplicaciones en biomedicina [2].

Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente

### El filamento PLA en la impresión 3D

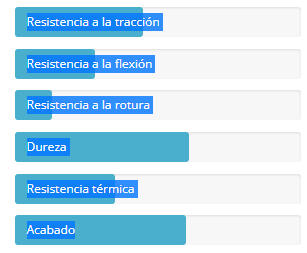
Este material considerado polímero semicristalino tiene una temperatura de fusión de 180 ºC, algo relativamente bajo, lo que permite que al imprimir **con PLA no sea necesaria la utilización de una bandeja de impresión calefactada**, y no es tampoco necesaria la cámara cerrada. El único inconveniente es que el filamento PLA tiene mayor viscosidad lo que puede atascar el cabezal de impresión si no se tiene mucho cuidado.

El PLA tiene mayor resistencia a factores externos como el calor. Aun así, siempre se recomienda utilizar el PLA si el proyecto no tiene grandes complejidades mecánicas, ya que trabajar con él es mucho más sencillo [4].

* **ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)**

El**filamento ABS se trata de un filamento de alta calidad diseñado específicamente para aplicaciones médicas.**Este filamento para impresión 3D ha sido fabricado con pellets de ABS que**cumplen con los requisitos de biocompatibilidad de las certificaciones USP Clase VI o ISO 10993-1,** lo cual garantiza que es**biocompatible hasta 30 días en contacto con el cuerpo humano** [3].

El ABS es un plástico que tiene una alta resistencia a la temperatura y gran dureza contra los impactos, por lo que es el material ideal en piezas donde se necesita un movimiento constante [2].



**El filamento de ABS en la impresión 3D**

El ABS tiene propiedades interesantes para muchas industrias que desean imprimir en 3D piezas funcionales o prototipos. Aunque es más difícil de imprimir que el PLA, el ABS sigue siendo el material preferido de los profesionales de la impresión 3D debido a su alta resistencia a los impactos y la temperatura (entre -20°C y 80°C).

Tiene una temperatura de fusión de alrededor de 200 °C; se recomienda que la temperatura del extrusor de la impresora 3D esté entre 230 y 260°C. El uso de una bandeja calefactada (entre 80 y 130°C) es obligatorio cuando se desea imprimir ABS. Es un plástico que se encoge en contacto con el aire, causando un fenómeno de deformación de la pieza y por lo tanto su desprendimiento de la bandeja de impresión. Finalmente, es preferible una impresora 3D de cámara cerrada porque el plástico ABS emite partículas que pueden ser peligrosas para el usuario [4].

* **Petg**

El **PET** (Tereftalato de polietileno) es el plástico más usado en el mundo: puedes encontrarlo en botellas, envases para alimentación, fibras textiles, etc. Es un material transparente, con muy buena resistencia química y apto para uso alimentario.

La variante del PET que usamos en impresión 3D es el **PETG**(también lo puedes encontrar escrito **PET-G**o**PET G**). La G del final significa Glycol-modificado, y se refiere a un cambio en la estructura química del polímero que lo hace más transparente, menos frágil y más fácil de procesar que el PET común. **El PETG es muy utilizado en medicina gracias a la gran variedad de aplicaciones y su facilidad para permanecer limpio y seguro, gracias a sus propiedades de esterilización. Por ello, este material se emplea es ideal para la producción de herramientas y prótesis médicas** [2].

**Tiene un 91% de transparencia en estado natural, de gran parecido al vidrio y muy resistente, con gran resistencia térmica. Certificado de biocompatibilidad médica USP Classe VI o ISO 10993-1 [2].**

**Gráfico, Gráfico de barras

Descripción generada automáticamente**

La aplicación de este filamento se centra en piezas que necesitan cierta flexibilidad, y buena resistencia a golpes, como por ejemplo piezas sujetas a presión, protectores, entre otros. Al igual que el PLA, el filamento de PETG puede imprimirse con mucha facilidad y las posibilidades de deformación son mínimas [2].

### El filamento PETG en la impresión 3D

* **Temperatura de extrusión.** El PETG se suele imprimirse a 220-250º, algo más caliente que el PLA. Debido a que se puede imprimir por debajo de los 235º, es posible imprimirlo con cualquier hotend existente (incluido los que tienen tubo interior de PTFE), no es necesario usar un hotend 100% metálico.
* **Superficie de impresión.** Es muy recomendable usar una cama caliente para poder imprimir PETG. La temperatura ideal de la superficie es de entre 60 y 90 grados, algo más alta que la del PLA pero sin llegar a la del ABS.
* **Impresoras abiertas**. El PETG puede imprimirse en impresoras abiertas, tipo Prusa, sin necesidad de una cámara cerrada.
* **Ventilador de capa**. Para mejorar la calidad de las piezas, se recomienda usar un ventilador de capa al imprimir PETG [4].

## **Cuáles son las propiedades del PETG (ABS vs PETG vs PLA)**

* **Rigidez**. El PETG es un material más elástico que el PLA: es más fácil doblarlo y es menos frágil que el PLA. También es menos rígido que el ABS, pero en este caso la diferencia es mucho menor.
* **Resistencia**. En general el PETG resiste mejor los golpes, los esfuerzos y “es más difícil de romper” tanto que el PLA como que el ABS. Además de tener mejores propiedades sobre el papel que el ABS (considerado un plástico resistente en impresión 3D), la mayor adhesión de las capas hace que las piezas de PETG sean aún más resistentes en la práctica.
* **Resistencia a la temperatura.**El PETG es un poco más resistente a la temperatura que el PLA, pero menos que el ABS. El PETG se empieza a ablandar a los 80ºC, más que el PLA (70ºC) pero menos temperatura que el ABS (105Cº). Este material puede resistir también las bajas temperaturas durante periodos de tiempo prolongados.

**Categoría que es el videolaringoscopio nivel 1 2 o 3**

**Clase II:** Dispositivos Médicos conocidos en la práctica médica y que pueden tener variaciones en el material con el que están elaborados o en su concentración y, generalmente, se introducen al organismo permaneciendo menos de treinta días. Algunos otros ejemplos incluyen tomografías computarizadas o bombas de infusión para medicamentos intravenosos. Al igual que estos dispositivos, el videolaringoscopio permanece en el cuerpo menos de 30 días, pues solo se usa al momento de intubar, pero aun así esta en contacto directo con el organismo del paciente y puede tener consecuencias por lo que entra en la clase II.

**Materiales para usar en este videolarigoscopio:**

Inicialmente las primeras pruebas del aparato se hicieron con el material PLA, porque es un filamento muy utilizado para principiantes y es bastante barato en comparación con otros materiales de impresión más especializados. De esta manera, se ahorra mucho dinero en creación de moldes para hacer pruebas.

Para definir de que materiales debe ser el videodispositivo se tomaron en cuenta sus grados de biocompatibilidad y sus características, en primer lugar, de definió la hoja, que es la parte que entra en contacto directo con la boca el paciente, para esta parte la mejor opción es el**filamento ABS, que como ya se mencionó se trata de un filamento de alta calidad diseñado específicamente para aplicaciones médicas.**Este filamento para impresión 3D**cumple con los requisitos de biocompatibilidad de las certificaciones USP Clase VI o ISO 10993-1,** lo cual garantiza que es**biocompatible hasta 30 días en contacto con el cuerpo humano**.El ABS es un tiene una alta resistencia a la temperatura y gran dureza contra los impactos, por lo que es el material ideal en piezas donde se necesita un movimiento constante **[9] todo esto es ideal para un dispositivo de clase II, como es el videolaringoscopio, que solo permanece en contacto con el paciente y tiene un movimiento constante mientras se hace el proceso de insertar la punta del tubo endocraneal en la tráquea. Como la parte que soporta el móvil también tiene usos que requieren estarla moviendo, este filamento se adecua a sus necesidades y es el indicado para ello.**

Mientras que, para el resto del dispositivo, que sería el mango lo ideal es usar un filamento PETG en general este resiste los esfuerzos y “es más difícil de romper”, como el mango es también muy manipulado necesita de características resistentes como las que ofrece este filamento.

**Bibliografía**

**[1]** Industrial, V. (s. f.). Filamentos Biocompatibles. Voxart Industrial. https://voxartindustrial.mx/blog/f/filamentos-biocompatibles

**[2]** Electrónica, A. G. (2022, 9 mayo). ¿Qué son los filamentos y cuál elegir? AG | Blog. <https://agelectronica.blog/2022/05/09/que-son-los-filamentos-y-cual-elegir/>

**[3]** Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SSA1-2018, Buenas prácticas de fabricación de dispositivos médicos. (2019, 19 junio). Gobierno de México. <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5562796&fecha=14/06/2019&print=true#:~:text=5.1.2%20Clase%20II%3A%20Dispositivos,permaneciendo%20menos%20de%20treinta%20d%C3%ADas>.

**[4]** C., L. (2023, 17 febrero). El sitio web de la impresión 3D. 3Dnatives. https://www.3dnatives.com/es/filamento-de-abs-impresion-3d-06062019/