

# **Reciclador de PLA**

**Autores**

**Pablo Martin Alejandro-Padrón 98.021**

**Fecha:**

**2do cuatrimestre 2019**

## **Tabla de contenido**

<b>Registro de cambios</b>	<b>3</b>
<b>Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar</b>	<b>4</b>
<b>Acta de constitución del proyecto</b>	<b>5</b>
<b>1. Propósito del proyecto</b>	<b>6</b>
<b>2. Alcance del proyecto</b>	<b>6</b>
<b>3. Supuestos del proyecto</b>	<b>6</b>
<b>4. Requerimientos</b>	<b>6</b>
<b>5. Entregables principales del proyecto</b>	<b>7</b>
<b>6. Desglose del trabajo en tareas</b>	<b>7</b>
<b>7. Diagrama de Gantt</b>	<b>7</b>
<b>8. Gestión de riesgos</b>	<b>8</b>
<b>9. Gestión de la calidad</b>	<b>9</b>

## **Registro de cambios**

<b>Revisión</b>	<b>Cambios realizados</b>	<b>Fecha</b>
1.0	Creación del documento y firma del Acta de Constitución	17/09/2019
1.1	Completación de la descripción técnica-conceptual del proyecto	17/9/2019
1.2	Realización de las secciones 1,2,3,4,5,6,y mitad del 8	24/9/2019
1.3	Correcciones de las secciones mencionadas y realización de las secciones 7,8 y 9.	30/9/2019
1.4	Correcciones del informe en general	1/10/2019

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En este proyecto se propone construir un dispositivo automático que, a partir de restos plásticos de impresiones 3D (material PLA), produzca rollos de filamento nuevos que se puedan usar para imprimir nuevas piezas.

El hecho de poder generar filamento para impresión 3D a partir de restos de plástico tiene como motivación:

- El ahorro en el costo de compra de rollos de plástico nuevos.
- La contribución al cuidado del medio ambiente, dándole un nuevo uso a estos plásticos que fueran a ser desechados.

Para poder explicar el proyecto, se muestra en la Figura 1, las partes que lleva un reciclador PLA. Se tiene un *Hopper* para colocar el plástico a reciclar (el cual tiene que estar triturado), un *Screw* para trasladarlo hasta el *Heater* que presenta un *Breaker plate* para darle la forma correspondiente al plástico, el *Heater* es el encargado de calentar el PLA hasta una temperatura que sea moldeable el mismo (la temperatura debe estar entre los 190°C y 220°C). Luego se da la forma de un cilindro con un diámetro de 1.75 mm (estándar que usan las impresoras 3D).

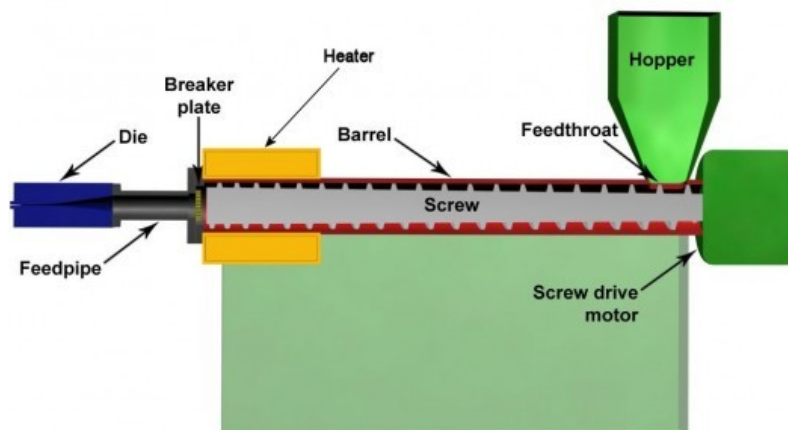
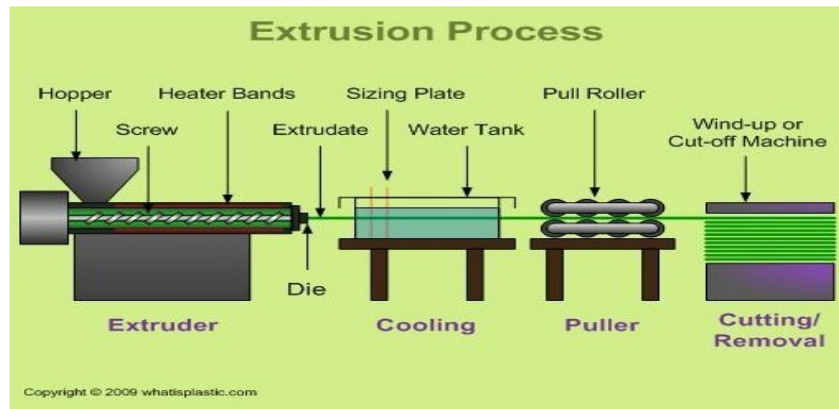


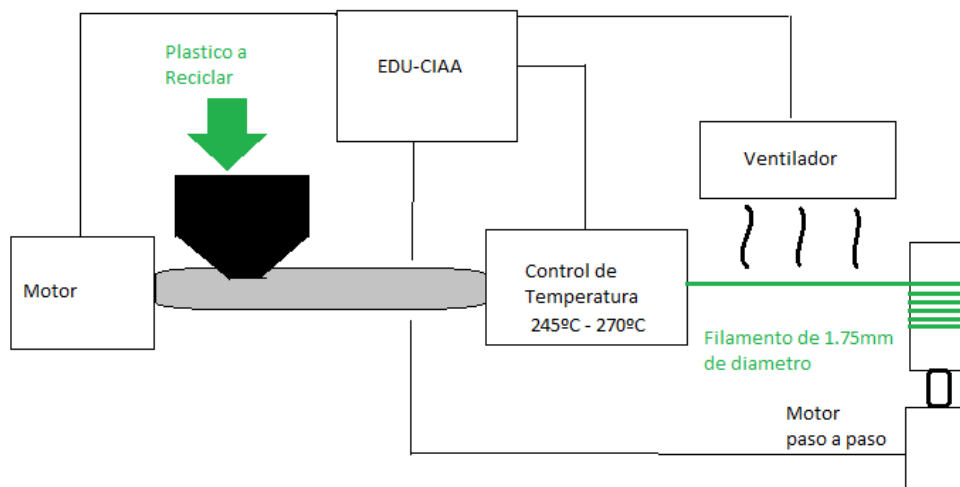
Figura 1. Partes del reciclador PLA

El proceso de extrusión se puede observar en la Figura 2. El mismo se considera un *Extruder* que sería la parte mecánica mostrada en Figura 1, a la salida del mismo un proceso de enfriado para poder dejar el plástico firme. Luego se realiza un pulido del mismo a través del *Puller* y por último se enrolla el filamento en un cilindro en la parte de *Cutting/Removal*.



**Figura 2:**Proceso de excursión.

Para realizar el proyecto, se utiliza la placa de la EDU-CIAA para realizar el control de temperatura del dispositivo. Además se comunica el microcontrolador de la placa con un driver de motor para manejar tanto el motor que se utiliza para el *Screw* como el ventilador que enfría el plástico a la salida del *extrudate*. Para mostrar el uso de la EDU-CIAA se realizó un diagrama en bloques que se muestra en la Figura 3, donde el motor corresponde a la traslación del plástico del punto inicial hasta el punto donde se moldea el plástico, es decir, hasta el *heater bands* el cual se encuentra representado con el bloque “control de temperatura”. A la salida del mismo, se va a encontrar el filamento a una temperatura aproximadamente de (190-220)°C estable en un rango de 5°C para lograr moldear el plástico PLA, por lo tanto se coloca un ventilador y un motor paso a paso para enfriar el filamento y recolectar en forma de cilindro como se mostró anteriormente.



**Figura 3:**Diagrama de Bloques.

Con todo este sistema, se cumple el objetivo de lograr una recicladora de plástico PLA. Si sobra el tiempo se podría mejorar el equipo con:

1. Agregar display para marcar la temperatura.
2. Controlar diferentes temperaturas (esto lograría una gran mejora, ya que se podría utilizar para diferentes tipos de plástico, como el ABS).
3. Agregar una trituradora con un sistema de seguridad propio, ya que el plástico tiene que estar triturado para colocar en el sistema.

## **Acta de constitución del proyecto**

Buenos Aires, 24 de septiembre de 2019

Por medio de la presente se acuerda con el Alejandro, Pablo Martín que su Trabajo Final del Seminario de Sistemas Embebidos se titulará *“Reciclador Pla”*, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un control de temperatura con un rango de 5°C con un sistema embebido, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 140 hs de trabajo y \$30000, con fecha de inicio lunes 14 de octubre de 2019 y fecha de finalización miércoles 4 de diciembre de 2019.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Profesor Adjunto del Seminario de Sistemas Embebidos

## **1. Propósito del proyecto**

El propósito de este proyecto es el diseño y la implementación de un “*Reciclador PLA*”, el cual cumple con la función de tomar plástico desechable y transformarlo en filamento para la impresión 3D que cada día se utiliza más. Una importancia del reciclado del plástico es evitar generar basura para mejorar el medio ambiente, aparte se podría ahorrar dinero en los filamentos generados.

## **2. Alcance del proyecto**

El presente proyecto incluye las siguientes especificaciones:

- Terminar el proyecto antes de la fecha estipulada.
- Lograr generar un filamento utilizable para impresión 3D de diámetro de 1,75 mm.
- Conseguir un control de temperatura entre (190-220)°C para el plástico PLA.
- Agregar opciones de conectividad: WiFi o Bluetooth.
- Seleccionar la temperatura a controlar con un sistema manual.
- Lograr operar motores para lograr una excursión del plástico.

El presente proyecto podría incluir (si alcanza el tiempo):

- Colocar un display para mostrar el control de temperatura y otros datos.
- Diseñar una aplicación para el uso del equipo a través de conectividad WiFi o Bluetooth.

El presente proyecto no incluye

- Una trituradora de plástico para evitar triturar aparte del mismo.

## **3. Supuestos del proyecto**

Para el desarrollo del presente proyecto se supone

- El plástico que va a ser reciclado se encuentra en dimensiones pequeñas de tal forma que pueda pasar por el *Screw* de la máquina.
- Que el control de la temperatura debe ser estable por lo menos 3°C del promedio del rango.
- A la salida el plástico se enfría por menos en 1 seg aproximadamente
- Un presupuesto de \$30.000
- El plástico reciclado es del tipo PLA



## **4. Requerimientos**

**Aclaración:** La prioridad de los requerimientos fue evaluado entre valores del 1 al 3 donde 3 significa una prioridad importante, 2 dice que es una prioridad intermedia y por último 1 aclara que la prioridad es menor.

1. Grupo de requerimientos asociado al control de temperatura
  - 1.1. Lograr estabilidad en la temperatura con un rango de estabilidad de 5°C. (Prioridad:2)
  - 1.2. Controlar el valor de la temperatura establecida. (Prioridad:3)
  - 1.3. Poder moldear el plástico para modificar su forma. (Prioridad:3)
2. Grupo de requerimientos asociado a la conexión
  - 2.1. Conseguir una buena conexión con el dispositivo de control del equipo. (Prioridad:2)
  - 2.2. Evitar interferencia entre diferentes equipos de control. (Prioridad:1)
  - 2.3. Lograr una comunicación exitosa con los dispositivos utilizados (motor, display, celular, etc). (Prioridad:3)
3. Grupo de requerimientos referidos a la excursión del PLA
  - 3.1. Trasladar el plástico desde el extremo de colocación al extremo de salida. (Prioridad:3)
  - 3.2. Lograr enrollar el filamento de la salida en un cilindro para la colocación de la máquina de impresión 3D (generalmente viene en forma de cilindro). (Prioridad:1)
  - 3.3. Poder controlar la velocidad de los motores para evitar problemas. (Prioridad:2)
4. Grupo de requerimientos referidos al display
  - 4.1. Mostrar temperatura que se encuentra el equipo. (Prioridad:1)
  - 4.2. Mostrar equipos conectados al equipo. (Prioridad:2)
  - 4.3. Mostrar un menú donde tenga: "Seleccionar temperatura Manual", "Equipos Conectados", etc. (Prioridad:2)
5. Grupo de requerimientos asociado al hardware del equipo
  - 5.1. Que el equipo sea compacto para facilitar su movilidad. (Prioridad:2)
  - 5.2. Especificar el lugar de colocación del plástico. (Prioridad:1)
  - 5.3. Sistema de seguridad para evitar quemaduras al usuario del equipo. (Prioridad:3)

## **5. Entregables principales del proyecto**

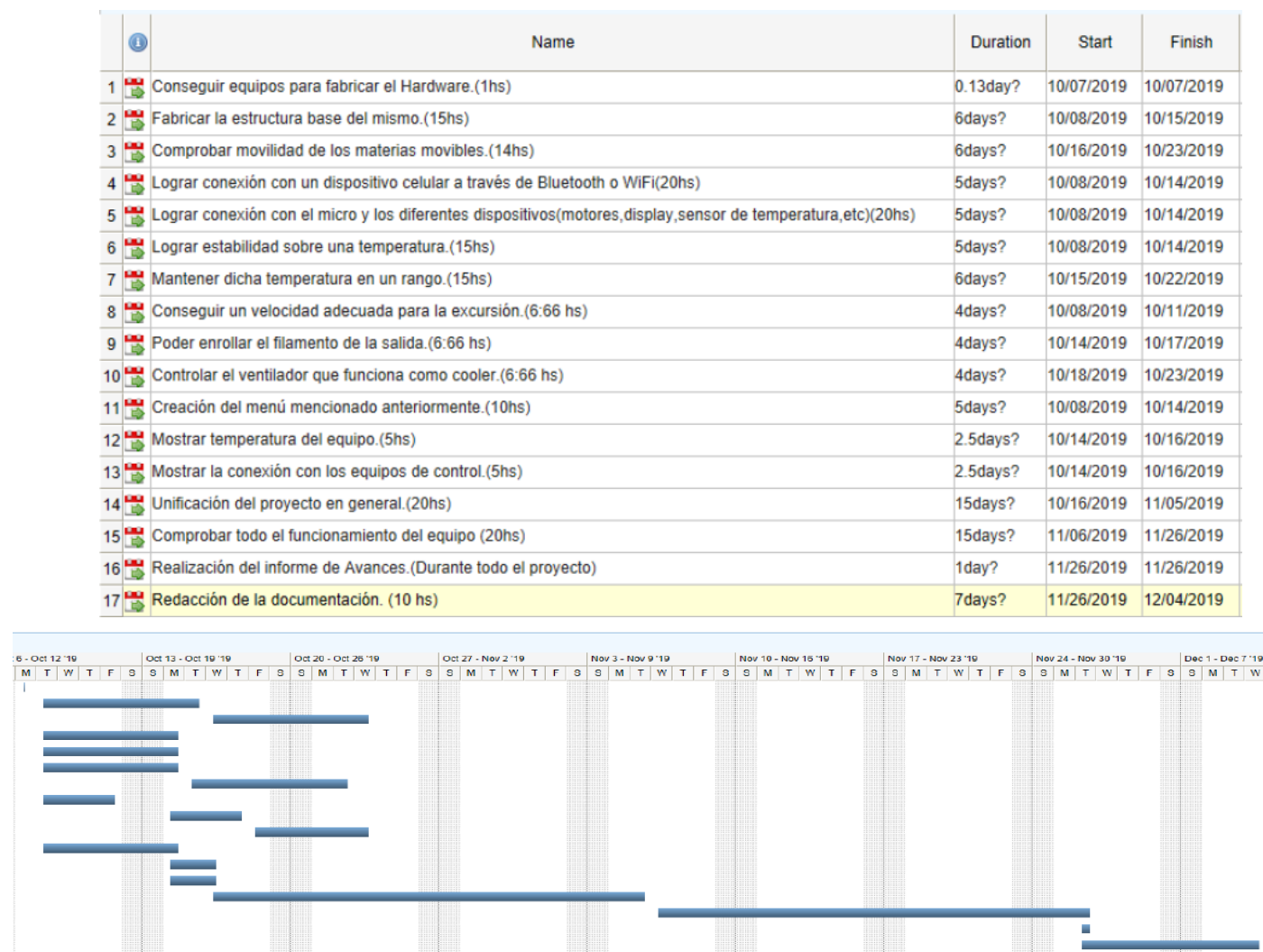
El proyecto deberá contar con un manual de uso para evitar confusiones al momento de maniobrar el equipo, el diagrama esquemático de las conexiones realizadas con el microcontrolador, un diagrama de instalación del mismo considerando que puede encontrarse errores de este estilo. Un informe final donde se especifica los requerimientos del equipo junto con las especificaciones del mismo, en este mismo se encuentra el código fuente utilizado para la realización de la tareas.

## **6. Desglose del trabajo en tareas**

1. Grupo de tareas relacionadas con el Hardware (30hs)
  - 1.1. Conseguir equipos para fabricar el Hardware.(1hs)
  - 1.2. Fabricar la estructura base del mismo.(15hs)
  - 1.3. Comprobar movilidad de los materias movibles.(14hs)
2. Grupo de tareas relacionadas con el Software (70hs)
  - 2.1. Grupo de tareas relacionadas con la conexión de los equipo (40hs)
    - 2.1.1. Lograr conexión con un dispositivo celular a través de Bluetooth o WiFi(20hs)
    - 2.1.2. Lograr conexión con el micro y los diferentes dispositivos(motores,display,sensor de temperatura,etc)(20hs)
  - 2.2. Grupo de tareas relacionadas con el control de temperaturas (30hs)
    - 2.2.1. Lograr estabilidad sobre una temperatura.(15hs)
    - 2.2.2. Mantener dicha temperatura en un rango.(15hs)
  - 2.3. Grupo de tareas relacionadas con los motores (20hs)
    - 2.3.1. Conseguir un velocidad adecuada para la excursión.(6:66 hs)
    - 2.3.2. Poder enrollar el filamento de la salida.(6:66 hs)
    - 2.3.3. Controlar el ventilador que funciona como cooler.(6:66 hs)
  - 2.4. Grupo de tareas relacionadas con el display (20hs)
    - 2.4.1. Creación del menú mencionado anteriormente.(10hs)
    - 2.4.2. Mostrar temperatura del equipo.(5hs)
    - 2.4.3. Mostrar la conexión con los equipos de control.(5hs)
3. Unificación del proyecto en general.(20hs)
4. Realización del informe de Avances.(Durante todo el proyecto 1 hs por semana estimada)
5. Redacción de la documentación. (10 hs)

## **7. Diagrama de Gantt**

En la Figura 7.1 se muestra el diagrama de Gantt de las tareas realizadas en el punto 6. Se observa que la primera tarea es la correspondiente a la tarea 1 mostrada en la imagen superior y así sucesivamente para las tareas consecutivas, la imagen inferior es el diagrama de Gantt



**Figura 7.1:**Diagrama de gantt.

## **8. Gestión de riesgos**

a) Identificación de los riesgos:

- i) **Riesgo 1:** problemas a conseguir las partes mecanicas como electricas, si nos atrasamos en conseguir algún material se atrasa todo el proyecto dicho tiempo hasta conseguirla.
  - **Severidad (S):** 10. Tiene una muy alta porque si ocurre tenemos que atrasar todo el proyecto mismo por no conseguir los materiales.
  - **Probabilidad de ocurrencia (0):** 2. Generalmente se puede conseguir los materiales por eso la probabilidad de ocurrencia es baja.
- ii) **Riesgo 2:** en la fabricación del hardware problemas de montaje o rupturas de elementos necesitados o diseño del mismo .
  - **Severidad (S):** 5. Presenta este número porque este riesgo se genera cuando nosotros lo hacemos y si se tiene cuidado se puede evitar pero se puede atrasar por un mal diseño del hardware, y había que volver a empezar.
  - **Probabilidad de ocurrencia (0):** 5. Como se mencionó en S se puede evitar si se toma un tiempo en pensar el diseño del hardware principalmente ya que un error ahí puede provocar que se retrase el proyecto.
- iii) **Riesgo 3:** problemas en la estabilidad de temperatura. Elevar la temperatura no es algo tan difícil pero el principal problema viene dado en mantener dicha temperatura.
  - **Severidad (S):** 3. Si no se consigue una estabilidad en un rango chico no es tan problema porque el plástico se moldea igual y se puede realizar la creación del filamento sin problemas.
  - **Probabilidad de ocurrencia (0):** 6. Puede ser que por un error de software no se consiga lo deseado pero también puede ser por un error de hardware.
- iv) **Riesgo 4:** mala comunicación con el dispositivo que controla al equipo
  - **Severidad (S):** 1. Si se logra hacer el seteo manual no es tan necesario el equipo maestro.
  - **Probabilidad de ocurrencia (0):** 7. Aparece por un error en la transmisión de la señal que puede ser que el equipo espera recibir en cierto baudios o pero el emisor manda en otro. También puede ser por problemas del canal de transmisión.
- v) **Riesgo 5:** enfriamiento del filamento a la salida, el problema ocurre si se enfria demasiado rapido no se puede moldear en forma de cilindro, pero si no se enfríe demasiado rápido se estira el filamento deformando el diámetro del mismo.
  - **Severidad (S):** 10. Si no se respeta el diámetro el equipo no está cumpliendo el propósito para que uno lo diseñó.
  - **Probabilidad de ocurrencia (0):** 10. Generalmente este es un problema que ocurre en el diseño de este equipo, ya que se necesita una velocidad de enfriamiento gusta para poder generar los rollos de filamentos correctamente.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como  $RPN=S \times O$ )

Riesgo	Severidad	Ocurrencia	RPN	Severidad*	Ocurrencia*	RPN*
1	10	2	20	-	-	-
2	5	5	25	3	5	15
3	3	6	18	-	-	-
4	1	7	7	-	-	-
5	10	10	100	5	5	25

Criterio adoptado:

- Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 20.

Nota:

- Los valores marcados con (\*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el PRN máximo establecido:

- I. **Riesgo 2:** El plan de mitigación en este riesgo es solo tener cuidado sobre el montaje del hardware a realizar, si se logra esto se puede evitar como se mencionó anteriormente.

**Severidad (S):** 3. Tiene una severidad menor, ya que si se toma precauciones se logra romper menos materiales posibles.

**Probabilidad de ocurrencia (O):** 5. Este número sale de que ninguno de los miembros del equipo sabe demasiada mecánica para evitar este riesgo.

- II. **Riesgo 5:** Este riesgo no se puede reducir demasiado con un plan de mitigación, porque depende de muchos factores. Lo que se realiza es agregar un cooler que podemos controlar la velocidad así podremos variar la velocidad de enfriado, con esto se busca la velocidad de enfriado óptima para generar el filamento en forma de cilindro.

**Severidad (S):** 5. Logrando variar el cooler se puede reducir la severidad del riesgo, porque es tocar la velocidad del mismo para evitar que el filamento se rompa o se alargue.

**Probabilidad de ocurrencia (O):** 5. Esto reduce la probabilidad de ocurrencia, porque haciendo cuentas se puede determinar la velocidad del cooler aproximada para evitar que ocurra el riesgo.

## 9. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- **Requerimiento 1:** lograr un filamento para el uso de impresoras 3D con un diámetro aproximado a 1.75mm (con un rango de 10mm).
  - Verificación: se generará un filtro de plástico de ese diámetro a la salida para lograr este requerimiento, como es moldeable el plástico quedará con el diámetro con el que salga.
  - Validación: se realizara varios filamento de prueba para comprobar el diámetro del filamento.
- **Requerimiento 2:** lograr una temperatura estable entre (190-220)°C
  - Verificación: se colocara un sistema de control, con un transistor o un sensor de temperatura para poder saber cual es la temperatura.
  - Validación: una vez alcanzada la temperatura se dejará que funcione por cierto tiempo, con una alerta si llega a salir del rango establecido para comprobar la estabilidad de la temperatura.
- **Requerimiento 3:** comprobar el seteo de la temperatura tanto como manual como inalámbrica
  - Verificación: revisar que la temperatura mostrada en el display sea la misma que se seteo anteriormente.
  - Validación: luego de setear una variable con dicha temperatura, se genera un sistema de control para llevarla al control de temperatura para mantener dicha temperatura. Cuando se consiga eso, se mandará la información al display para
- **Requerimiento 4:** evitar rupturas del filamento a la salida de la excursión
  - Verificación: lograr que el plástico que se coloque quede solo un filamento y no varios por rupturas del mismo a la salida. Para eso se hará la excursión a una velocidad determinada.
  - Validación: mirar que cuando termine el proceso solo se tengo un rollo de filamento y no 2.
- **Requerimiento 5:** conseguir el correcto funcionamiento del display mostrando la información necesaria
  - Verificación: Comprobar que la información que da el display sea la correcta, como la conexión con el dispositivo como la temperatura establecida.
  - Validación: Para lograr esto se comprobará el correcto funcionamiento de las demás cosas antes de realizar el display, así se obtiene el valor correcto.

Para este trabajo práctico, cómo se realiza con un grupo de trabajo de tres persona hay tareas que se van a atrasar por no tener demasiadas personas contratadas, debido que las personas se encuentran ocupadas por una tarea en paralelo. Por lo que el diagrama de gantt se modifica al mostrado en la Figura 7.1 dando la Figura 7.2.