



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES INALÁMBRICOS PARA
UNA IMPRESORA DE TECNOLOGÍA 3D PERTENECIENTE A
LA FIMCP**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Licenciado en Redes y Sistemas Operativo

Presentado por:

Benito Mauricio Guaranda Vera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios, ya que El me dio la fortaleza necesaria para poder lograr este proyecto.

También lo dedico a mis padres, que con sus consejos, apoyo y sacrificio pude llegar a la meta esperada.

Además este proyecto lo dedico a todas las personas que estuvieron conmigo en el transcurso de este trabajo para que pueda llevarse a cabo con éxito.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por cada momento que me dio fortaleza y entendimiento para realizar mis actividades universitarias, el cual siempre me ha Bendecido y guiado por este arduo caminar.

Por otra parte agradezco a mis padres: Benito Guaranda y Victoria Vera, por ser los principales promotores de mi carrera universitaria y sueños en general. Gracias a ellos, he podido cumplir con lo esperado, por su apoyo y principios que me supieron inculcar en todo momento para poder lograr mis metas y anhelos.

A mi novia Verenice Briones por haberme apoyado a lo largo de mi carrera y enseñarme que con perseverancia se pueden lograr grandes cosas.

Agradezco a los docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), por haberme compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera profesional.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Benito Mauricio Guaranda Vera, doy mi consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Benito Guaranda Vera

EVALUADORES

Ing. Andrade Troya Robert Stalin

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Espinal Santana Albert Giovanni

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción se cuenta con una impresora de tecnología 3D, la cual es utilizada por un grupo de investigadores, pero no existe control del acceso para personal no autorizado, no se puede hacer reservación de impresiones de acuerdo a la disponibilidad de la impresora, no se controla el funcionamiento adecuado de la impresora, no hay control automatizado del material utilizado, ni se puede acceder remotamente al uso de la impresora.

A través de la implementación de un servidor de impresión para el control inalámbrico de una impresora de tecnología 3D de la facultad de la FIMCP, los usuarios de dicha impresora podrán optimizar su uso.

Para la solución del problema se ha aplicado la metodología DESIGN THINKING que se caracteriza por cumplir con un proceso específico de cinco pasos: Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Testear.

Usando como recurso el servidor Octoprint en una raspberry pi3, se pudo monitorear el proceso de impresión. Se realizó el alquiler de un hosting y dominio, con la finalidad de poder guardar la página web en ella y de esa manera acceder desde cualquier red. Se puede obtener una cita previa antes de realizar la impresión y la visualización de la cantidad de materia prima a utilizar en el diseño a imprimir.

Palabras Clave: Raspberry pi3, Octoprint, hosting y dominio.

ABSTRACT

In the Laboratory of the Faculty of Mechanical Engineering and Production Sciences has a 3D technology printer, which is used by a group of researchers, but there is no access control for unauthorized personnel, you can not make a reservation prints according to the availability of the printer, the proper functioning of the printer is not controlled, there is no automated control of the material used, nor can remotely access the use of the printer.

Through the implementation of a print server for the wireless control of a 3D technology printer of the faculty of the FIMCP, the users of said printer will be able to optimize its use.

For the solution of the problem, the DESIGN THINKING methodology has been applied, which is characterized by complying with a specific process of five steps: Empathize, Define, Devise, Prototype and Test.

Using the Octoprint server as a resource in a raspberry pi3, the printing process could be monitored. The rental of a hosting and domain, in order to save the web page in it and thus access from any network. A prior appointment can be obtained before printing and displaying the amount of raw material to be used in the design to be printed.

Keywords: *Raspberry pi3, Octoprint, hosting and domain.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del Proyecto	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO 2.....	6
METODOLOGÍA	6
2.1 EMPATIZAR.....	6
2.2 DEFINIR.....	9
2.3 IDEAR	11
2.4 PROTOTIPO	15
2.5. TESTEAR	16
CAPÍTULO 3.....	20
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	20
3.1 Diseño de la solución	20
3.2 Diseño de la infraestructura de red	19
3.2.1 Implementación del sistema Octoprint.....	19
3.2.3 Formateo de la tarjeta SD	20
3.2.4 Montar el sistema Octoprint en la tarjeta SD	21
3.2.5 Ingreso al Sistema Octoprint	22
3.2.6 Configuración del archivo para conexión de red inalámbrica	22

3.3	Subsistema de control de usuario	23
3.3.1	Aplicación web	24
3.4	Subsistemas de monitoreo	29
3.4.1	Acceso al sistema Octoprint	31
3.4.2	Manejo de la plataforma DATAPLICITY	31
3.4.3	Registro de la plataforma dataplicity	33
3.5	Prueba del Sistema	33
CAPÍTULO 4.....		37
PRESUPUESTO Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN		37
4.1	Presupuesto	37
4.2	Plan de implementación	38
CONCLUSIONES.....		39
RECOMENDACIONES.....		40
BIBLIOGRAFÍA		37
ANEXOS		42

ABREVIATURAS

3D	Tres dimensiones
EDUROAM	EDUcation-ROAMing
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de producción
FOB	Freight On Board
GB	Gigabyte
G-CODE	Código G
ISO	International Organization for Standardization
PLA	Poliácido láctico
SD	Secure Digital
SDHC	Secure Digital High Capacity
SDXC	Secure Digital Extended Capacit
SSID	Service Set Identifier
URL	Uniform Resource Locator

SIMBOLOGÍA

°C	Grado Celsius
g/cm ³	Gramo por centímetro cubico
Kg	Kilogramo
m	Metro
mm	Milímetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Impresora 3D Modelo Rostock	3
Figura 1.2. Tarjeta SD	3
Figura 2.1. Resultado de la pregunta ¿Piensa usted, que es útil disponer de una aplicación web, con la cual pueda controlar a una impresora 3D?.....	6
Figura 2.2. Mapa de Empatía	7
Figura 2.3. Árbol de Problema	8
Figura 2.4. Mapa de stakeholders	10
Figura 2.5. Servicio de Blueprint.....	11
Figura 2.6. Acta de compromiso de problema.....	12
Figura 2.7. Brainstorming.....	13
Figura 2.8. Plataforma de acceso.....	15
Figura 2.9. Acta de compromiso del prototipo.....	17
Figura 3.1. Diseño de solución.....	20
Figura 3.2. Programa SDFormatter	21
Figura 3.3. Programa Win32 Disk Imagergg	21
Figura 3.4. Acceso de sistema Octoprint	22
Figura 3.5. Archivo de configuración de red eduroam	23
Figura 3.6. Página web	24
Figura 3.7. Formulario de añadir usuario	25
Figura 3.8. Ventana que muestra la reservación de cita	26
Figura 3.9. Calendario de citas	27
Figura 3.10. Estadística de las citas reservadas	28
Figura 3.11. Inventario del material	29
Figura 3.12. Sistema Octoprint.....	30
Figura 3.13. Página dataplicity	31
Figura 3.14. Direccionamiento de red	32
Figura 3.15. Código que se ingresa en el terminal del sistema octoprint que está en implementada en la raspberry pi 3	33
Figura 3.16. Raspberry pi3 e impresora 3D, con cable USB A/B de impresora	33
Figura 3.17. Configuración de conexión de la impresora en el sistema Octoprint	34
Figura 3.18. Datos del archivo cargado en el sistema Octoprint.....	35
Figura 3.19. Interfaz que se muestra durante la impresión	35
Figura 3.20. Impresión en sus últimos acabados.....	36
Figura 4.1. Plan de Implementación	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Puntos de vista de los interesados	9
Tabla 2.2. Tabla de matriz de decisión.....	14
Tabla 4.1. Tabla de presupuesto	37

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se empezaron a crear impresoras 3D, incluso en la actualidad ya hay muchos fabricantes de este dispositivo. Se cuenta con varios tipos de modelos, para proveer servicios, que son capaces de realizar réplicas creando piezas o maquetas volumétricas a partir de la creación de un diseño elaborado en algún ordenador.

Un grupo de investigadores que pertenece a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) en ESPOL, posee impresoras de este tipo en su laboratorio de mecatrónica, el problema de ellos es que, al momento de imprimir, no poseen un sistema que les ayude a visualizar la disponibilidad de la impresora y control de quienes ocupan este dispositivo, solamente cuentan con un registro en una carpeta manila con los nombres de las personas que han realizado las impresiones. Por otra parte, si desean imprimir deben acudir al sitio constantemente para ver si el equipo se encuentra disponible y únicamente la pueden llevar a cabo, insertando una tarjeta SD en la impresora, en donde el archivo debe ser guardado en la misma. Esto se les complica ya que no poseen una organización en los registros de las impresiones y además no pueden conocer cómo va el estado de la impresión. Tampoco pueden observar cómo va la temperatura al momento de imprimir, y por cosas como estas, muchas veces causan errores como deformaciones y se pierde tiempo, recursos y no se obtiene lo esperado, no cuentan con el control del material que se ocupa para las respectivas impresiones, no poseen inventarios. Estas impresoras del laboratorio de mecatrónica, no tienen un sistema inalámbrico, por lo que este trabajo se basará en la implementación de controles inalámbricos con el fin de solucionar los problemas mencionados anteriormente.

En este documento se describen los pasos que se siguieron para llevar a cabo este proyecto en la FIMCP. Se detallan el objetivo general y los objetivos específicos, se describen las herramientas que se utilizaron para desarrollar la solución.

Para elaborar este trabajo se siguió la metodología Desig Thinking, con la cual se determinaron las necesidades y requerimientos de los usuarios que usan la impresora de tecnología 3D y se propuso soluciones para esos requerimientos.

Después de establecer los requerimientos se procedió al análisis de una solución que se ajuste a las necesidades de los usuarios. Se identificaron las necesidades de poder imprimir inalámbricamente, revisar los estados de las impresiones, ver estado de la impresión, tener el control y registro de los usuarios, poseer un inventario del material, visualizar el cronograma de disponibilidad de la impresora y reservaciones con respectiva cita en un horario disponible.

Más adelante se procede con el desarrollo de la solución, para esto se implementa un servidor de impresión basado en octoprint, que es un software open source con el que se podrá satisfacer las necesidades de los usuarios ya que esto les permite modificar tanto al usuario como al programador el código fuente, además de eso se llevó acabo el alquiler de un hosting y un dominio para la creación de una página web.

Este trabajo está destinado para los Investigadores de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, para la realización de sus respectivos prototipos, de igual manera para cualquier usuario que tenga la necesidad de realizar una impresión en 3D con su respectivo control de operación.

Finalmente, se desarrollarán las conclusiones y recomendaciones de la implementación.

1.1 Descripción del problema

Actualmente, el proceso para utilizar la impresora de tecnología 3D que se encuentra en el laboratorio de mecatrónica en Espol, Figura 1.1 se realiza de una manera presencial, es decir se requiere estar presente en el lugar donde se encuentra la impresora para poder utilizarla, una impresión tarda varias horas en realizar una impresión, el tiempo mínimo requerido es aproximadamente una hora, durante este

periodo de tiempo se tiene que estar pendiente de cómo avanza la impresión para evitar inconvenientes, por lo cual se tiene que ir al lugar donde se encuentra la impresora regularmente para revisar el avance de la impresión.



Figura 1.1. Impresora 3D Modelo Rostock

Además, para realizar una impresión se tiene que utilizar una tarjeta SD Figura 1.2 donde se va a almacenar el archivo con extensión. G-code, este archivo lo que va a poseer es el movimiento y las diferentes operaciones que debe realizar para la fabricación del objeto, luego de que este archivo es copiado se debe insertar la tarjeta en la impresora para realizar la impresión.

Al presente, ellos no cuentan con un sistema de control de la impresora, no cuentan con un sistema de registros de quienes utilizan la impresora, no poseen un inventario del material que poseen y no pueden imprimir inalámbricamente.



Figura 1.2. Tarjeta SD

1.2 Justificación del Proyecto

La facultad de FIMCP tiene un inconveniente severo, puesto que, para imprimir un prototipo, los investigadores tenían que estar presentes, con un medio de almacenamiento, y en ciertos momentos la falta de tiempo de ellos no les permitía imprimir en el momento adecuado, de acuerdo a la disponibilidad del equipo. A través de la implementación de un servidor de impresión para el control inalámbrico de una impresora de tecnología 3D de la facultad de la FIMCP, los usuarios de dicha impresora podrán optimizar su uso, ya que con dicho servidor se evitará que tengan que estar presentes en el lugar donde se encuentre la impresora para poder utilizarla.

Con este servidor se podrá subir los archivos que se requieran imprimir y medirá el tiempo aproximado que tomara su impresión, también sabremos cuanto se necesitara de material, nos dará en una medida de metros el filamento exacto a utilizar, nos permitirá ver las capas con un visualizador del GCODE lo cual nos accederá ver que es lo que se está imprimiendo en tiempo real, accederá también a funciones de iniciar, pausar y cancelar impresión inalámbricamente vía internet desde cualquier red lo que ahorra tiempo al no tener que desplazarse al sitio. También se podrá revisar el avance de la impresión, la temperatura de la impresora y ver la disponibilidad.

Se ha propuesto la elaboración de una plataforma web, para que tengan acceso únicamente los usuarios registrados, ellos podrán visualizar la disponibilidad de la impresora y conseguirán reservar una cita vía online, para la utilización en un horario que no esté ocupada. También podrán contar con un inventario del material y ver cuánto tienen de disponibilidad medido en metros, con ello podrá conocer si la cantidad de materia prima que poseen es lo suficiente para realizar dicha impresión o deberán hacer el cambio respectivo de rollo de filamento, antes de mandar a imprimir.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación web que sea capaz de controlar de forma inalámbrica y a través de la red todos los procesos relacionados al manejo de impresiones 3D.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar un servidor Octoprint en una raspberry pi3 que permitirá tener el control de la impresora que nos permitirá monitorear las temperaturas de la impresora, controlar el proceso de impresión inalámbricamente, revisar el estado de la impresión.
- Crear una plataforma web con una creación de base de datos de los usuarios con Mysql.
- Diseñar una lista de horarios disponibles de impresión, en una plataforma web, en donde podrán sacar su respectiva cita.
- Establecer un hosting y un dominio donde vamos a almacenar la página web del proyecto con un dominio para poder acceder desde cualquier red que nos conectemos.
- Mostrar un diseño interesante, llamativo e atractivo para el usuario.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Para saber cuáles son las necesidades del cliente hemos considerado la metodología DESIGN THINKING, que cuenta con técnicas que nos ayudaran a examinar el problema principal con respecto al manejo del laboratorio de mecatrónica que tienen los investigadores. Lo cual hemos recaudado los datos necesarios, que nos facilitaran definir una solución adecuada al problema.

2.1. EMPATIZAR en esta fase encontraremos las respuestas a los procesos, frecuencias, peso promedio de un archivo, sistemas operativos utilizados, inconvenientes encontrados, interrogantes que aparecen y que son contestadas mediante lluvias de ideas que hemos realizado, estas serán luego ordenadas de tal manera que se forme un banco de preguntas imprescindibles para proceder a realizar las entrevistas.

Para realizar la entrevista (ver Anexo A), se escogió a un grupo de investigadores que trabajan frecuentemente con el equipo que se va a implementar. Tenemos al PhD. Loayza Paredes Francisco, Ing. Zamora Olea Giancarlo y Dr. Hurel Ezeta Jorge Luis, que recibirán los beneficios de la implementación del equipo de impresoras 3D. En la Figura 2.1 podemos observar los resultados de las encuestas realizadas a los investigadores.

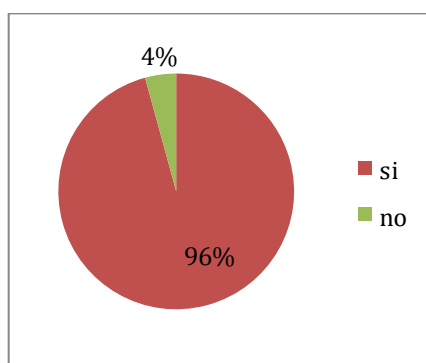


Figura 2.1. Resultado de la pregunta ¿Piensa usted, que es útil disponer de una aplicación web, con la cual pueda controlar a una impresora 3D?

Fuente: Elaboración propia

La entrevista realizada a los ingenieros nos ayudó a poder identificar el problema que se tiene actualmente, luego se procedió a trabajar en la investigación de escritorio donde se puede encontrar todo tipo de información científica relacionada con la impresora 3D, el sistema operativo, placa raspberry y sus características. Una vez que obtuvimos esa información y contamos con todos los conocimientos necesarios en conjunto con las respuestas de los investigadores entrevistados se realizó un mapa de empatía Figura 2.2 donde pudimos utilizar esta herramienta que nos permite conocer más a fondo, lo que se Dice, Piensa, Siente y Hace, gracias a esta herramienta podemos conocer cómo se ha llevado a cabo la forma de imprimir actualmente, uno de los entrevistados nos comentó, lo que DICE: No sabe cuánto filamento se requiere para una pieza que se quiere imprimir, lo que HACE: Graba el archivo en una tarjeta sd para imprimir, lo que PIENSA: que deberíamos saber cuánto filamento se va a consumir y lo que SIENTE: que se debe monitorear la impresora constantemente.



Figura 2.2. Mapa de Empatía
Fuente: Elaboración propia

Todos estos pasos nos permiten conocer y detectar los problemas que se tienen actualmente.

Generamos un árbol del problema que se muestra en la Figura 2.3, esta herramienta nos ayudó para entender la problemática que se debe resolver, en nuestro caso nuestra problemática se basa en que para realizar las impresiones deben guardar su archivo en una tarjeta sd, la cual es insertada al momento de imprimir; sus causas principales son el control de impresión, los procesos manuales y el monitoreo, por ende, se encuentran los efectos que produce como dirigirse al lugar donde se encuentra la impresora, revisión constante de la impresión y el desconocimiento de quien realiza la impresión.

Al tener conocimiento de estos datos obtenidos en base a varias estrategias se ha ejecutado la primera fase del proyecto.

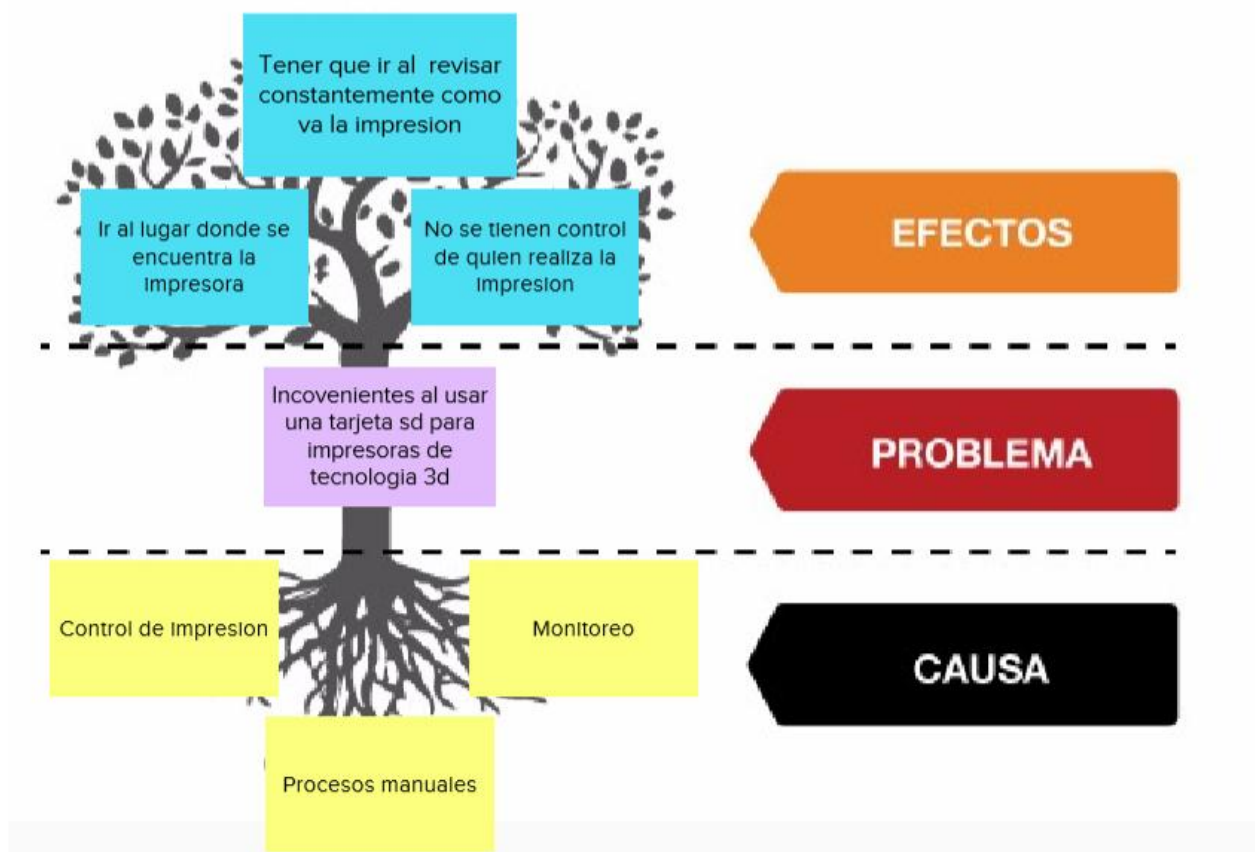


Figura 2.3. Árbol de Problema
Fuente: Elaboración propia

2.2. DEFINIR, en esta segunda fase encontramos como punto de partida la redefinición del problema, considerando la necesidad de quienes van a utilizarlo y junto a eso se procedió a redefinirlo. Actualmente en el laboratorio de mecatrónica no pueden controlar la impresora de tecnología 3D inalámbricamente, obviamente se definen nuevas causas y efectos entre los que tenemos:

Causas:

- La impresora no puede conectarse a internet
- No existe servidor de impresión
- La impresora no tiene puerto de red

Efectos:

- Imprimir mediante la inserción de una tarjeta sd en la impresora
- Revisar cómo va la impresión dirigiéndose al lugar donde se encuentra
- Desconocimiento del estado de la impresora remotamente

Al plantear la redefinición del problema es preciso conocer los puntos de vista o también conocidos como Fichas Insights Tabla 2.1 de los nuevos usuarios o clientes del producto en base a las causas.

NOMBRES	CARGO	PUNTO DE VISTA
Dr. Jorge Hurel	Profesor; Investigador	El proceso de tener que insertar una tarjeta sd en la impresora resulta molesto por lo cual su necesidad es poder imprimir inalámbricamente sin usar tarjetas sd .
PhD Francis Loayza	Profesor; Investigador	Su punto de vista con la problemática de la impresora es que se debe saber cuánto filamento se va a consumir en la impresión.
Ing. Geancarlos Zamora	Profesor; Encargado del laboratorio	La necesidad que el tiene es poder ver el estado de la impresión para saber cómo va la impresión.

Tabla 2.1. Puntos de vista de los interesados
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al desarrollo de las Fichas Análogas, es una idea subjetiva de lo que podría haber hecho el usuario o cliente al no tener el producto que es ofertado actualmente. Posteriormente se realiza el mapa de stakeholders Figura 2.4 que es la presentación dinámica de las partes interesadas

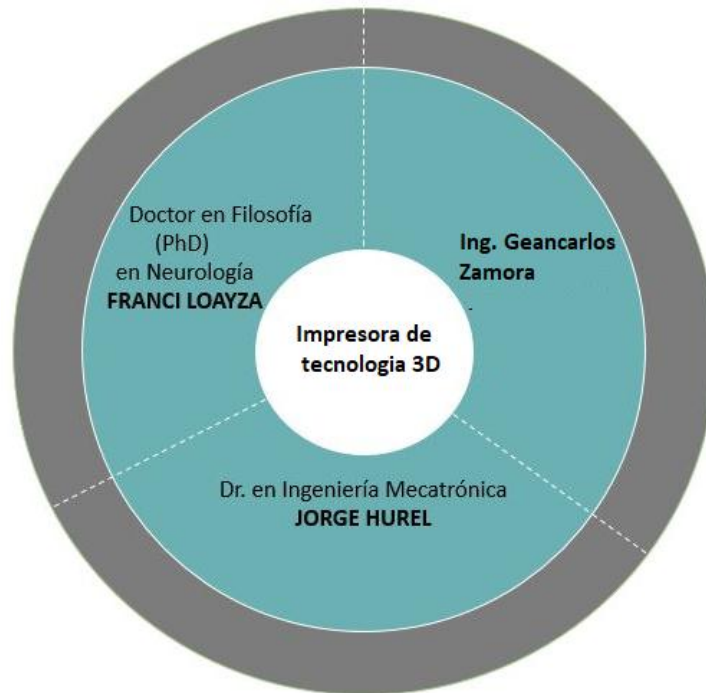


Figura 2.4. Mapa de stakeholders
Fuente: Elaboración propia

El Diseño Blueprint Figura 2.5 es una herramienta que nos ayuda a mejorar el diseño del servicio del producto acabado que se está elaborando así tenemos la evidencia física como la raspberry pi 3, el sistema operativo Octoprint y la instalación del sistema Octoprint en raspberry pi 3, la implementación de la plataforma web, la creación de los usuarios, la implementación de un inventario de material.

Este servicio como todos posee estándares de servicio al cliente, es decir los pasos que se deben de seguir para el buen funcionamiento con el producto de obtenido con todos sus beneficios.

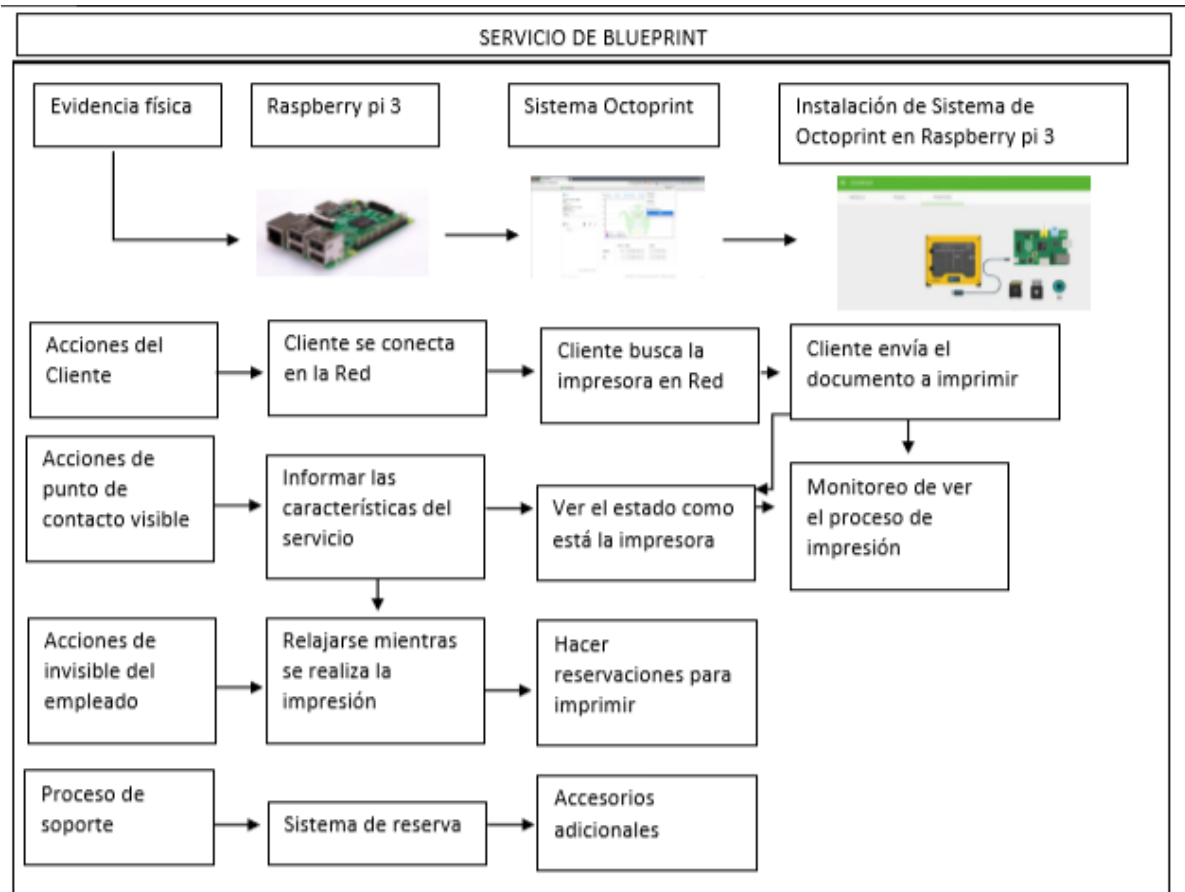



Figura 2.5. Servicio de Blueprint
Fuente: Elaboración propia

2.3. IDEAR en esta fase se procedió a firmar el compromiso Figura 2.6 entre el cliente principal y los estudiantes que de acuerdo con el seguimiento al proceso anterior debemos encontrar la solución al problema presentado, para ello la constancia de dicha acta de compromiso.

ACTA COMPROMISO

Suscribo este documento, el estudiante Benito Guaranda Vera con número de matrícula 201238871, estudiante de la carrera Licenciatura en Redes y Sistemas Operativo, luego de analizar las entrevistas con los interesados llegamos a la conclusión que el problema seleccionado será el control del proceso de impresión, entendiendo que el proceso de impresión incluye poder enviar inalámbricamente y revisar el estado de la impresora. Por lo cual me comprometo con el Dr. En Ingeniería Mecatrónica Jorge Hurel, en la búsqueda de la solución para este problema.



Dr. Jorge Hurel



Benito Guaranda

Figura 2.6. Acta de compromiso de problema

Al haber firmado un acta de compromiso es necesario proceder a buscar la solución al problema planteado por lo cual se utilizó una lluvia de ideas para sintetizar resultados que son estrictamente importantes dentro de la solución determinando las siguientes ideas:

1. Conectar la impresora directamente a una computadora
2. Anadir un módulo wifi a la impresora
3. Anadir un panel táctil
4. Implementar un servidor de impresión en un computador
5. Utilizar tarjeta sd Wireless
6. Implementar un servidos de impresión en una raspberry pi
7. Usar software octoprint
8. Utilizar software repetier server
9. Utilizar el software astroprint

La presentación de las principales ideas que se pueden implementar en nuestra solución utilizamos una herramienta que se conoce como Brainstorming Figura 2.7 que es una técnica creativa más utilizada también conocida como tormenta de ideas.

Conectar la impresora directamente a una computadora	Añadir un modulo WIFI a la impresora	Añadir un panel táctil a la impresora
Implementar un servidor de impresión en un computador	Utilizar tarjeta sd wireless	Implementar un servidor de impresión en una raspberry pi
Usar el software octoprint	Utilizar el software repetier server	Utilizar el software astroprint

Figura 2.7. Brainstorming
Fuente: Elaboración propia

Para facilitar la presentación de la solución al problema al cliente se elabora una matriz de decisión como se puede ver en la tabla 2.2, que posee datos específicos que nos sirvió para conocer las alternativas fundamentales, las necesidades a cubrir, el costo y la calificación en base a medidas ya estipuladas.

También desarrollamos las fichas descriptivas donde podemos ver el planteamiento del alcance y la funcionalidad donde se destacan como principales funcionalidades que realiza, encontramos las siguientes:

- Enviar a imprimir un archivo, pausar y cancelar la impresión por internet
- Monitorear la temperatura de la impresora
- Obtener información veraz y constante del progreso actual del trabajo de impresión
- Mover el cabezal de impresión a lo largo de todos los ejes.

Alternativas de solución	Necesidades							Puntaje
	Necesidad de monitorear temperaturas	Necesidad de monitorear la impresión	Necesidad de poder revisar por internet	Necesidad de utilizar equipos por horas para la impresión	Necesidad de visualización tridimensional de la impresión	Necesidad de revisar el horario de impresiones	Necesidad de que sea de bajo costo	
Implementar servidor Octoprint instalado en un computador	4	4	4	1	4	1	1	19
Implementar servidor Octoprint instalado en un raspberry pi	4	4	4	4	4	1	4	25
Implementar servidor Repetier server instalado en un computador	3	3	3	1	1	1	1	13
Implementar servidor Repetier server instalado en un raspberry pi	3	3	3	4	1	1	2	17
Implementar un servidor octoprint y un sistema de horarios	4	4	4	4	4	4	4	28

Costo	Calificación
50-100 dólares	4
100-200 dólares	3
200-300 dólares	2
500-700 dólares	1

Calificación	Medida
4	Alta
3	Media
2	Baja
1	Muy baja

Necesidad de utilizar equipos por horas para la impresión	Calificación
Uso continuo	4
Uso regular	3
Uso bajo	2
Siempre conectado	1

Tabla 2.2. Tabla de matriz de decisión
Fuente: Elaboración propia

Todas estas funcionalidades se las ofrece con la implementación de un servidor con el sistema operativo octoprint el cual instalado en una placa de raspberry pi permitirá que la impresora de tecnología 3D tenga acceso a internet y el sistema octoprint controlara la impresora, esto estará en una sola plataforma donde al mismo tiempo tendrán un control de acceso de usuario correspondiente.

De esta manera se presenta el alcance que tiene la elaboración del proyecto.

2.4. PROTOTIPO se realizó una simulación en un archivo .pptx o más conocida como PowerPoint donde se hizo las ventanas que llevaría, las funcionalidades que desarrollaría el sistema Octoprint de igual manera se realizó la interfaz de la página web para el usuario final, presentando esto pudimos coordinar una visita con el cliente para que tenga un pequeño conocimiento de cómo sería el manejo de la interfaz gráfica de la propuesta presentada de nuestro servicio y de igual manera poder tener una sugerencia he ir mejorando nuestro servicio propuesto, aceptando y corrigiendo sus necesidades que espera obtener.

Dando a conocer al cliente que, dentro de una plataforma web, como se muestra en la Figura 2.8, se va a dar credenciales de acceso donde los usuarios podrán acceder desde diferentes dispositivos. En esta página tendremos como botones principales **DISPONIBILIDAD** y **MONITOREAR IMPRESORA**.



Figura 2.8. Plataforma de acceso

Para poder acceder a los botones, tendrán que ingresar sus credenciales, como, el nombre de usuario o dirección de correo electrónico y su contraseña respectivamente. En DIPONIBILIDAD encontraremos como opción principal agendar con hora y fecha el trabajo de impresión y obviamente se podrá visualizar el registro detallado y también tendrá la opción de ver artículo de inventario donde se encontrará, las características como son:

- Número de serial
- El nombre del filamento
- Cantidad con la que se cuenta
- Fecha de añadido el producto
- Usuario a quien pertenece
- Tamaño que se cuenta en metraje
- Modelo
 - Diámetro 1.75
 - Diámetro 2.85

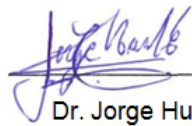
En la opción MONITOREAR IMPRESORA se encontrará el sistema de monitoreo que abarca lo que se refiere a temperatura, proceso de impresión y el tiempo de impresión, tiempo aproximado que se estima en imprimir la pieza u objeto que se carga.

Recomendamos a el usuario principal los recursos fundamentales con la cual estamos utilizando para desarrollando la propuesta del servicio.

2.5. TESTEAR es la parte donde se evaluará el prototipo por parte del cliente quien una vez que lo revisa y lo manipule minuciosamente lo califica y lo acepta. Posteriormente se elabora un acta de compromiso donde se acepta la implementación para la solución del problema.

ACTA COMPROMISO

Quien suscribe este documento, el estudiante Benito Guaranda Vera con número de matrícula 201238871, estudiante de la carrera Licenciatura en Redes y Sistemas Operativo y el Dr. En Ingeniería Mecatrónica Jorge Hurel. Con el presente documento se da por el aceptado el prototipo a implementarse para la solución del problema.



Dr. Jorge Hurel



Benito Guaranda

Figura 2.9. Acta de compromiso del prototipo

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Diseño de la solución

Nuestra solución se lleva a cabo mediante dos subsistemas como se puede verificar en la Figura 3.1, estos trabajaran colectivamente. En el primer subsistema podremos visualizar la disponibilidad y control de acceso de los usuarios y en el otro podremos tener el monitoreo de la impresora, estos dos subsistemas lo uniremos en una sola plataforma web, donde el usuario podrá ingresar ya sea mediante celular, tablet, laptop o desde cualquier dispositivo que tenga acceso a internet. De esta manera podran conectarse a la plataforma web ya creada donde tendremos los dos subsistemas, luego a través de una raspberry pi 3 donde, instalaremos un sistema octoprint que nos permitirá tener comunicación con la impresora 3D. Nuestra raspberry se desempeñará como servidor de impresión y podrá conectarse a través de internet mediante la red cableada o inalámbrica.

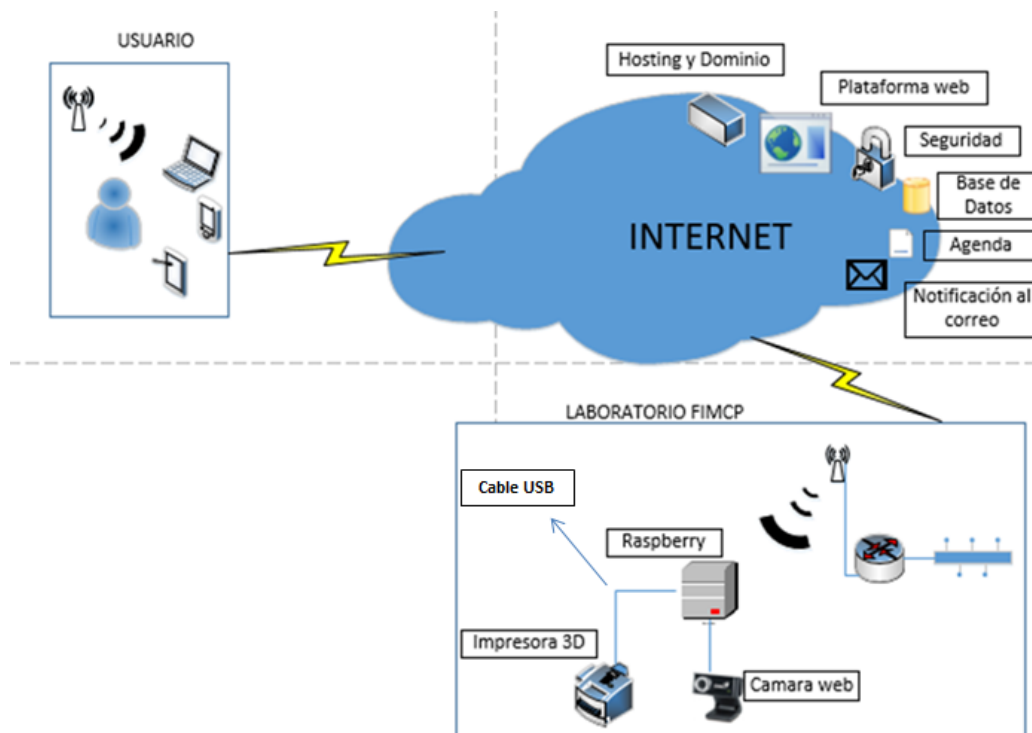


Figura 3.1. Diseño de solución
Fuente: Elaboración propia

3.2 Diseño de la infraestructura de red

3.2.1 Implementación del sistema Octoprint

A continuación, voy a detallar los requisitos que se necesitaran para la instalación y manejo correcto del sistema octoprint para la placa raspberry pi 3: Los siguientes pasos y programas se instalaron en una Pc, para poder realizar la instalación del sistema octoprint.

- Descargar la imagen del Sistema Operativo Octoprint
- Guardamos el sistema operativo en una Sd
- Descargar el programa SDFormatter
- Descargar el programa Win32DiskImager
- Descargar el programa Notepad++

3.2.2 Recursos fundamentales

Para la ejecución del proyecto debemos de considerar el elemento principal un Raspberry Pi, que es un ordenador de reducidas dimensiones, también catalogado como un computador de placa única o computador de placa simple de bajo costo. La versión a utilizar será la número 3 cuya característica principal es:

- La conectividad de red
- La facilidad de uso, nos permitió la elaboración del producto final

Es decir que el elemento fundamental es un RASPBERRY PI 3.

Como segundo elemento fundamental se encuentra el sistema octoprint es un sistema de monitoreo y control para impresoras 3D a distancia mediante la web y un raspberry pi.

Dentro del proceso que ejecutara el producto tendremos;

- Preparación y Configuración
- Personalización

Los beneficios obtenidos serán:

- Cargar un archivo
- Enviar a imprimir

- Pausar
- Cancelar la impresión en tiempo real
- Monitorear la temperatura de la impresora.
- Obtener información constante sobre el progreso actual del trabajo de impresión.
- Mover el cabezal de impresión a lo largo de todos los ejes.

El tercer recurso indispensable dentro de este proyecto es la impresora 3D la misma que implica trabajar con energía eléctrica. Esta impresora funciona con una fuente de alimentación certificada de 12 voltios, por lo que no debe utilizarse nunca con voltajes superiores a 12 voltios.

La impresión en 3D implica altas temperaturas. La boquilla de extrusión del extremo caliente puede funcionar a unos 230°C, la cama caliente a 110°C y el plástico fundido extruido estará inicialmente a unos 200°C, por lo que se debe tener especial cuidado y atención al manipular estas partes de la impresora durante el funcionamiento.

3.2.3 Formateo de la tarjeta SD

A continuación, vamos a preparar la tarjeta SD donde portaremos el sistema Octoprint y para hacer aquello primero vamos a formatear la tarjeta para eso vamos a instalada el programa SDFronatter, lo procederemos a abrir como se muestra en la Figura 3.2, esto es un software que permite formatear de tarjeta de memoria SD que es la capacidad estándar original también es utilizada para memorias SDHC que son capacidades alta y memorias SDXC que desempeñan capacidad extendidas. Pero nos vamos a centra el formato SD que nos interesa para nuestro proyecto, solo tendremos que conectar la tarjeta SD al ordenador y ejecutar el programa SDFormatter el sistema reconocerá la tarjeta y tan solo bastara con presionar el botón **Format** para que todo los archivos y contenido que se encuentre dentro de la SD serán borrados y desaparecerán, estas tarjetas SD tienen un área protegida este formateador no tocara nada de la zona de seguridad. (SD ASSOCIATION).

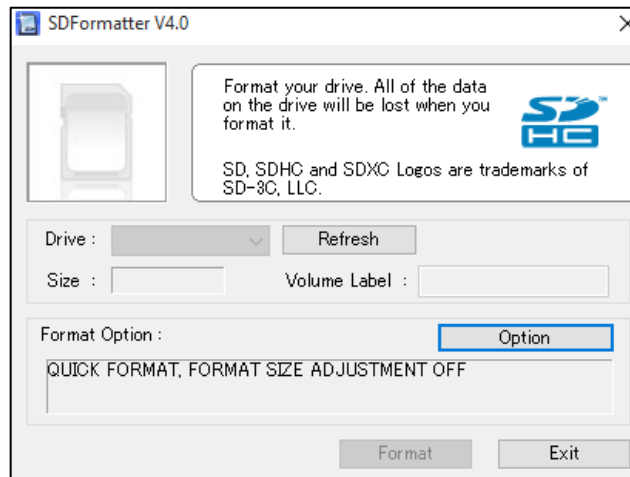


Figura 3.2. programa SDFormatter

3.2.4 Montar el sistema Octoprint en la tarjeta SD

Como se afirmó arriba, una vez ya teniendo lista la tarjeta vacía vamos a proceder a cargar nuestro sistema de Octoprint en la tarjeta de memoria SD para eso hemos utilizado el programa **Win32 Disk Imager** como se muestra en la Figura 3.3 (SOURCEFORGE). Corremos el programa y vamos a poder montar la ISO del Octoprint en la SD, además de eso podemos seleccionar la letra de nuestra unidad de la tarjeta SD y llegado a este punto tan solo nos queda presionar el botón Escribir (Write)

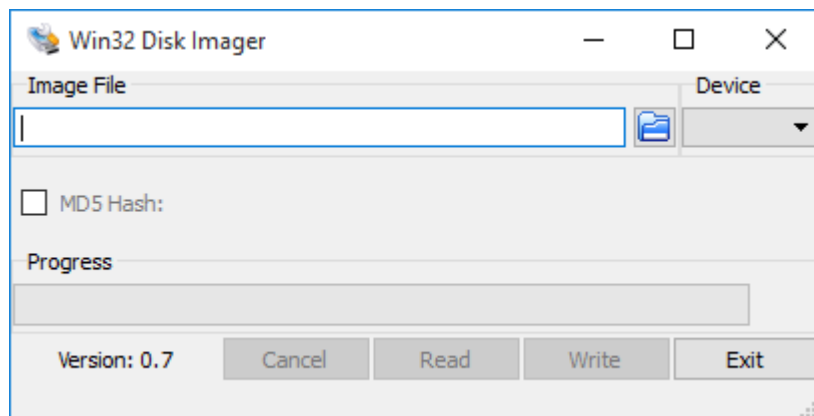


Figura 3.3. Programa Win32 Disk Imagergg

3.2.5 ingreso al Sistema Octoprint

Luego de haber cumplido con el paso anterior ya se encuentra listo para poder utilizar la tarjeta SD, ya montado el sistema de Octoprint en la misma procederemos a insertar la tarjeta en la ranura de la raspberry. En vista de que se han cumplido los pasos anteriores podemos ver el terminal del sistema donde nos pedirá usuario y contraseña donde por defecto el usuario es **pi** y la contraseña **raspberry** como se muestra en la siguiente Figura 3.4

```
login as: pi
pi@192.168.1.154's password:
Linux octopi 4.14.34-v7+ #1110 SMP Mon Apr 16 15:18:51 BST 2018 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

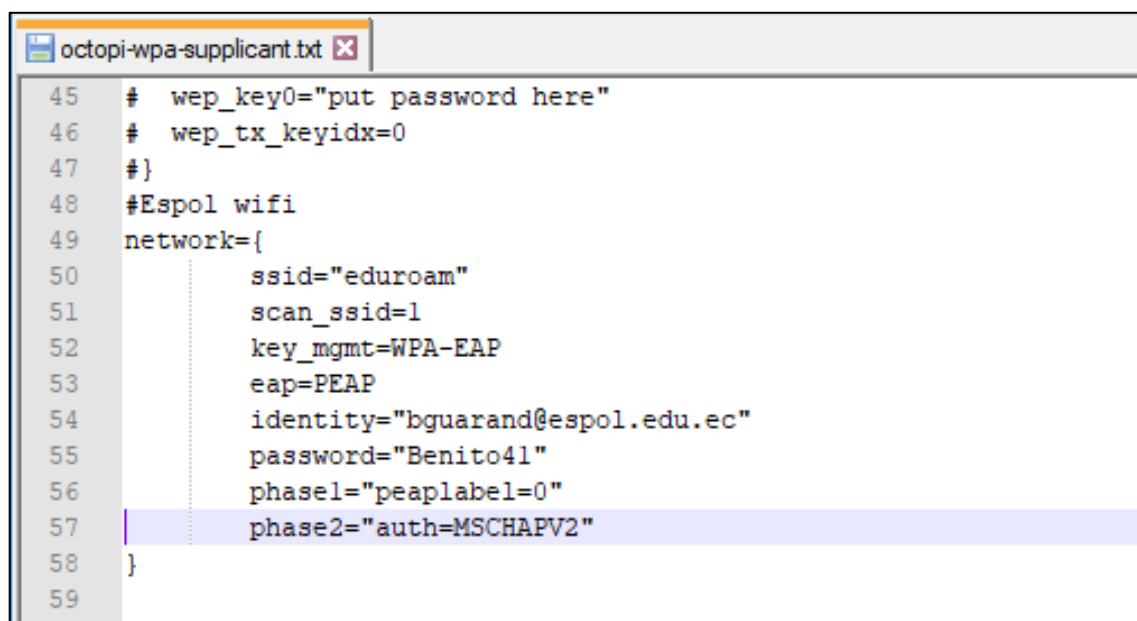
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Wed Jul 18 05:43:09 2018

SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set
a new password.
```

Figura 3.4. Acceso de sistema Octoprint

3.2.6 Configuración del archivo para conexión de red inalámbrica

Para el diseño de la infraestructura de la red, estará implementado en el laboratorio de la facultad FIMCP en este lugar estará conectado inalámbricamente nuestra raspberry pi 3 la red de **eduroam** es un servicio seguro implementado para la comunidad académica y de investigación, que permite la conectividad a internet y las redes avanzadas dentro de Campus, dentro de Espol contamos con esta red y es la red que estamos utilizando, dentro de Ecuador actualmente está disponible en 121 campus con más de 3000 puntos de acceso, dentro del sistema octoprint configuramos los parámetros de red en el archivo octopi-wpa-suplicant.txt donde hemos utilizado un código fuente Notepad++ y editor de texto (Notepad++). Hemos configurado el archivo utilizando nuestra cuenta de Espol, usuario y contraseña, mientras el sistema Octoprint estará instalada en una raspberry pi3 como se muestra en la Figura 3.5

The image shows a screenshot of a text editor window titled "octopi-wpa-suplicant.txt". The window contains a configuration file for a network named "eduroam". The configuration is as follows:

```
45 # wep_key0="put password here"
46 # wep_tx_keyidx=0
47 #}
48 #Espol wifi
49 network={
50     ssid="eduroam"
51     scan_ssid=1
52     key_mgmt=WPA-EAP
53     eap=PEAP
54     identity="bguarand@espol.edu.ec"
55     password="Benito41"
56     phase1="peaplabel=0"
57     phase2="auth=MSCHAPV2"
58 }
59
```

Figura 3.5. Archivo de configuración de red eduroam
Fuente: Elaboración propia

3.3 Subsistema de control de usuario

En este subsistema vamos a poder encontrar un procedimiento de acceso con usuario y contraseña para poder acceder a la plataforma web, en la cual hemos alquilado un hosting con dominio donde realizamos una base de datos, la plataforma nos permite crear en MySQL que es un sistema muy utilizado para la gestión de base de datos con más de seis millones en el mundo, y por lo cual es uno de los más destacados dentro de las aplicaciones relacionadas.

Luego teniendo ya el dominio alquilado comenzamos a crear la página web para desarrollar nuestro proyecto como se muestra en la Figura 3.6, luego a través que ya ha ingresado correctamente con sus credenciales portará dos botones, uno donde nos dirigirá hacia la disponibilidad del dispositivo y otro donde podremos visualizar el monitoreo de la impresora.



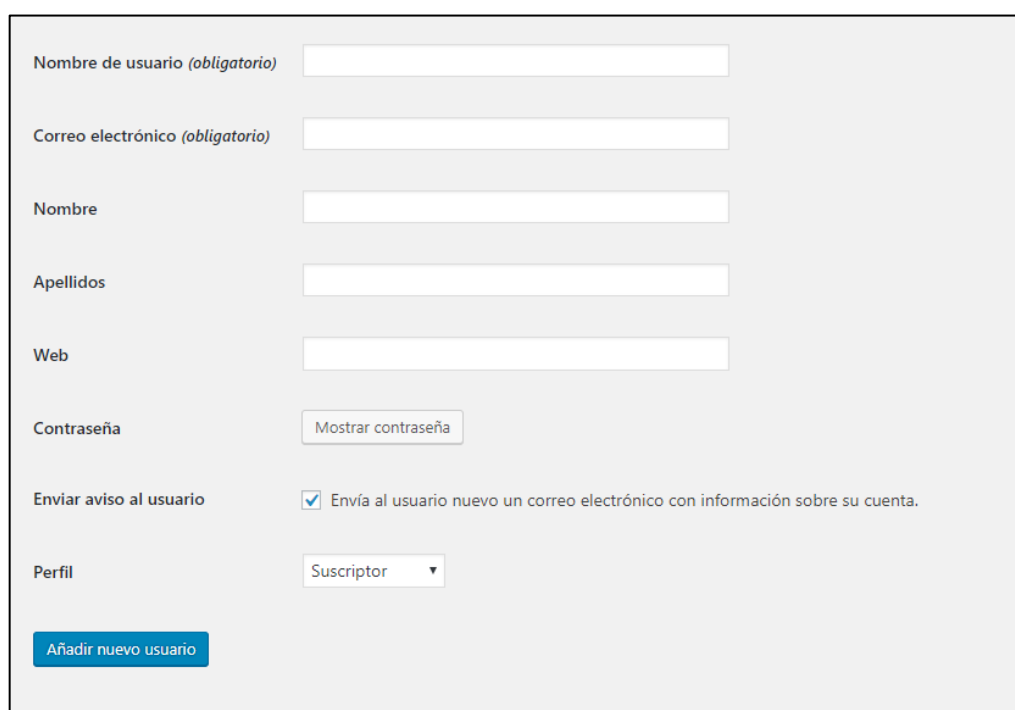
Figura 3.6. Página web
Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Aplicación web

La aplicación web está desarrollada en WordPress es una plataforma muy eficaz (WordPress.ORG). Consta con una variedad de características que están diseñadas para que el usuario tenga una experiencia como editor es muy fácil de usarla y su interfaz es muy agradable y atractiva este sistema permite tener el código de WordPress para el que quiera desarrollar o modificarlo para su utilización de proyectos sin cobrar ningún costo de licencia. Es la única sugerencia, esto es la ventaja de contar con un software libre que tenemos toda la libertad de poder tener el control.

Internamente la aplicación web cuenta con un módulo a través de un formulario que se muestra en la Figura 3.7, el formulario tiene el nombre de Anadir usuario que solo podrá tener acceso los administradores o propietario de la plataforma web, este formulario estará compuesto con campos de nombre de usuario(obligatorio), correo electrónico, nombre, apellido, web, contraseña, ítem para enviar aviso al usuario mediante un correo con información de su cuenta,

perfil donde tendremos roles para seleccionar como: **User Manage** o más conocido como super administrador es aquel usuario que tiene acceso a todas las características administrativas. **Suscriptor**, este perfil solo permite editar su perfil. **Colaborador**, este perfil va a poder editar y escribir sus inéditas entradas pero no podrá publicarlas. **Autor**, este rol permitirá que pueda editar y publicar sus propias entradas. **Editor**, este rol nos permitirá publicar y editar entradas, ya sean propias y de otros usuarios. **Administrador**, este rol tendrá acceso a todas las características de la administración del sitio.



Nombre de usuario (obligatorio)

Correo electrónico (obligatorio)

Nombre

Apellidos

Web

Contraseña

Enviar aviso al usuario Envía al usuario nuevo un correo electrónico con información sobre su cuenta.

Perfil

Figura 3.7. Formulario de añadir usuario

Fuente: Elaboración propia

Además, en la plataforma web hemos implementado una herramienta llamada “**reserva ultra**” esto tiene varias funcionalidades que nos permitirá llevar un control y un registro respectivo del funcionamiento de la impresora 3D, su principal función es poder registrar una cita como se muestra en la Figura 3.8. También, en esa función se reservará una cita. Tendremos algunos ítem como “**seleccionar el servicio**”, que este estará mostrando el intervalo de hora el cual quiere reservar el usuario, tenemos 10 opciones disponibles que tienen 1 hora a intervalos de 10 horas, otro ítem tendrá el nombre de “**Sobre o después**” este

nos permite poder seleccionar la fecha correspondiente a la que queremos reservar nuestra cita, tendremos también el ítem “**Con**” esto permitirá seleccionar la impresora que vamos a utilizar, contamos también con un ítem llamado “**Ciente**” donde se registra quien va a realizar la impresión, además tendremos los usuarios solamente que estén registrados adicionalmente un ítem llamado “**Verificar disponibilidad**” que este nos mostrara las horas que está disponible y no se podrá seleccionar horas que ya estén registradas o un horario pasado y se crea la cita.

Crear una nueva cita

Seleccionar servicio: Impresión 1 Hora
 Sobre o después: 08/14/2018
 Con: Impresora 3d (\$0.00)

Cliente: Benito Guaranda (bguarand@hotmail.com)

VERIFICAR DISPONIBILIDAD

Disponibilidad

SELECCIONE EL INTERVALO DE TIEMPO	SELECCIONE EL INTERVALO DE TIEMPO	SELECCIONE EL INTERVALO DE TIEMPO	SELECCIONE EL INTERVALO DE TIEMPO	SELECCIONE EL INTERVALO DE TIEMPO
🕒 08:00 – 09:00	🕒 09:00 – 10:00	🕒 10:00 – 11:00	🕒 11:00 – 12:00	🕒 12:00 – 13:00
1 intervalo de tiempo disponible	1 intervalo de tiempo disponible	1 intervalo de tiempo disponible	1 intervalo de tiempo disponible	1 intervalo de tiempo disponible
SELECCIONE EL	SELECCIONE EL	SELECCIONE EL	SELECCIONE EL	SELECCIONE EL

Enviar notificación al cliente

Figura 3.8. Ventana que muestra la reservación de cita
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, una vez generada la cita, automáticamente nos va a mostrar un calendario en donde podemos visualizar los horarios disponibles y reservados de manera que ayude al usuario a tener una mejor organización de uso de la

impresora, el calendario tendrá tres formas de visualizar los horarios los cuales son de manera mensual, semanal o por días. Este sistema también les permitirá a los usuarios ver las fechas y horarios pasados por cualquier inconveniente que pueda darse y sea necesario revisar el historial de las anteriores impresiones, donde se podrá visualizar quien realizo dicha impresión.

julio 2018		
jue	vie	sáb
28	29	
5	6	
12	13	
19	20	

6:00 am - 9:00 am 🗑
 Impresión 3 Hora
 Impresora 3d
 impresora3dintegradora@hotmail.c

Figura 3.9. Calendario de citas
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.10, podemos visualizar las estadísticas de las citas, que se muestran en la Figura 3.9, también nos permite ver cuantas impresiones exactas se han hecho durante el día, la que se registran para el día siguiente y las que se han realizado en la semana, las que se encuentren en estado pendiente, las que se encuentren canceladas, no-show que significa que no llego el usuario a imprimir, además podemos ver las impresiones que han sido pagadas, pero en este proyecto no se va a considerar valores a las impresiones que realizaran.

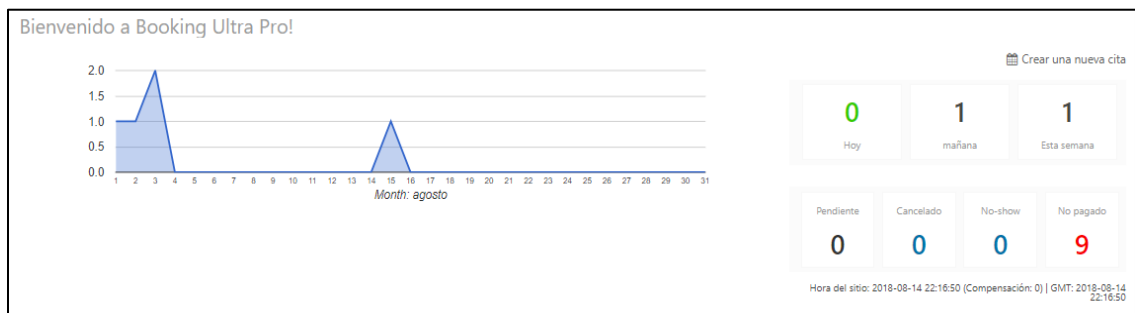


Figura 3.10. Estadística de las citas reservadas

Fuente: Elaboración propia

En la plataforma web hemos instalado una herramienta llamada **WP Inventory a** esta herramienta vamos a poder **añadir inventario de objetos** al momento de querer registrar un objeto y se va a desplegar un formulario donde tendremos los siguientes campos para registrar un objeto:
















- número
- nombre
- slug
- estado
- categoría
- descripción
- tamaño
- fabricante
- modelo
- año
- # de serie
- FOB
- Cantidad
- Reservado
- Precio
- Imagen
- Medios
- Orden de clasificación

Esta herramienta nos permite que campos mostrar solamente al usuario, nos va a presentar en una tabla de contenidos que nos permitirá poder visualizar **artículos de inventario** (WP Inventory Settings, 2018) del material de la impresora que tengamos disponible, como se muestra en la Figura 3.11, de igual manera consta con una barra de búsqueda para facilitar la exploración del producto.

Administrar artículos de inventario

buscar Estado Estado ▾ Ordenar por # de serie: ▾ Elige Categoría: ▾

[Añadir Inventario de Objetos](#)

# de serie: 1	Nombre:	Cantidad:	Fecha añadido:	Usuario:	Tamaño:	Modelo:	útiles
001	Filamento negro	9	08/03/2018	adrianoxav	203	diámetro 2.85	  
002	filamento blanco	2	08/13/2018	benito	330	diámetro 1.75	  
003	filamento verde	4	08/13/2018	benito	330	diámetro 1.75	  
004	filamento azul	5	08/13/2018	benito	330	diámetro 1.75	  
005	filamento naranja	2	08/13/2018	benito	203	diámetro 2.85	  

Exhibiendo 1 - 5 de 5 artículos

Figura 3.11. Inventario del material
Fuente: Elaboración propia

3.4 Subsistemas de monitoreo

En este subsistema de monitoreo tendremos el control remoto completo y monitoreo de la impresora 3D, podremos presentar con una interfaz agradable para la visualización del cliente una vez instalada el sistema octoprint en la raspberry pi 3 como se muestra en la Figura 3.12 (OctoPrint, 2018). El subsistema que trabajara conjunto a una página web. Octoprint también nos permitirá obtener mayor seguridad ya que también cuenta con un sistema de control de acceso donde los usuarios tendrán que iniciar sesión de lo contrario no podrán ver partes de lectura de la interfaz de usuario que son las siguientes:

- Estado de la impresora
 - Lapso de tiempo
 - Aproximado tiempo de impresión
 - Tiempo de impresión

- Archivo
 - Datos adicionales
 - Descargas
 - Retirar
 - Cargar
 - Cargar e imprimir
- Temperatura
 - Herramienta
 - Cama
- Controlar
 - Cámara web
- Visor Gcode
 - Capa superior
 - Capa inferior
- Salida del terminal
 - Mensaje en línea
- Lapso de tiempo

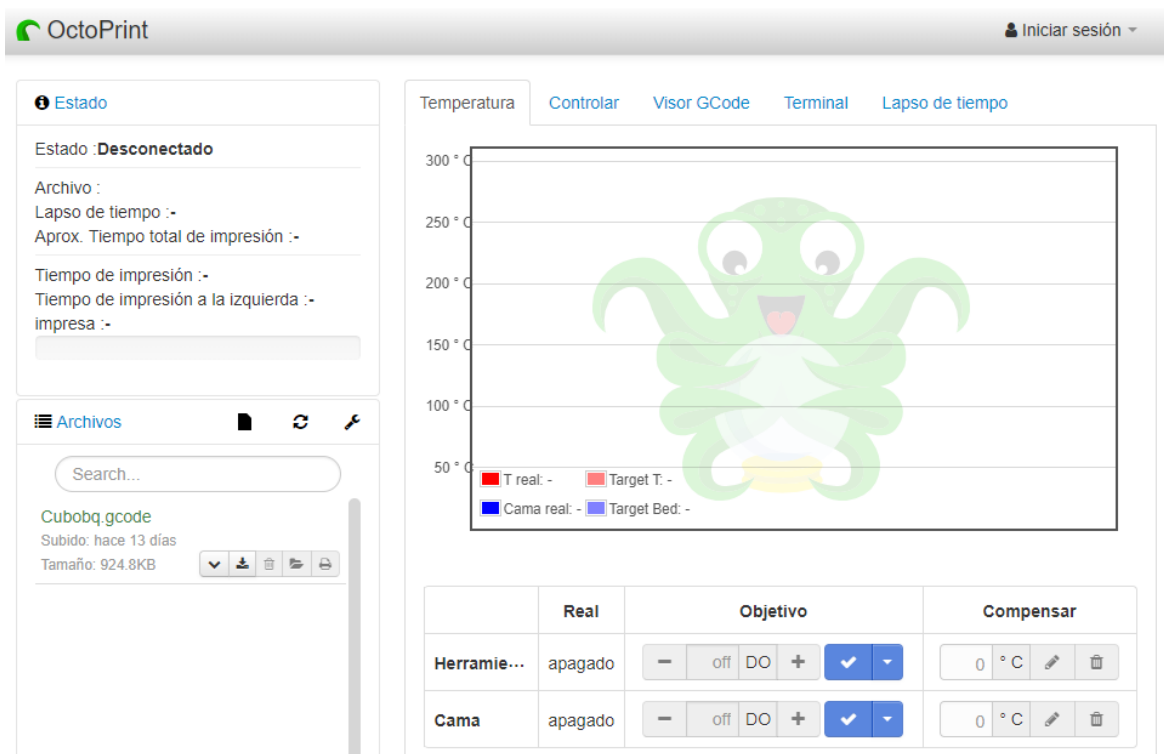


Figura 3.12. Sistema Octoprint
Fuente: Elaboración propia

3.4.1 Acceso al sistema Octoprint

Sin embargo, los usuarios que se hayan iniciado sesión tendrán acceso a todo ya sea configuraciones, el sistema de comandos solo lo pueden visualizar los administradores, pero en caso de que se encuentre el control de acceso deshabilitado todas las funcionalidades estarán directamente accesible, incluso eso incluyen todas las funcionalidades administrativas y control total de la impresora.

Cuando estamos realizando la configuración principal (ver Anexo C), se proporciona un asistente de configuración que nos permite seleccionar las diferentes configuraciones como: **primera cuenta, alternativa, deshabilitar el control de acceso**, el sistema no nos recomienda que seleccionemos la última opción puesto que este puede ingresar cualquier persona y este tendrá acceso y permiso e incluso poder modificar las configuraciones.

3.4.2 Manejo de la plataforma DATAPLICITY

Puede ser visualizada con el sistema octoprint desde cual cualquier red que se conecte el usuario, accediendo por nuestra plataforma web donde encontraremos el link de **Monitorear Impresora**, así mismo nos hemos registrado en una plataforma llamada **dataplicity** Figura 3.13.



Figura 3.13. Página dataplicity

Esta plataforma web nos permite administrar, inspeccionar e incluso reparar dispositivos mediante cualquier lugar que tengamos acceso a internet (Dataplicity). Esto nos ayudará a poder reemplazar las tediosas llamadas al cliente para solucionar algún inconveniente a través de diagnóstico, llegando a este punto dataplicity facilita al cliente una URL sabiendo que es una secuencia de caracteres que permite denominar dentro de un entorno de Internet, un link para poder localizar algo, en otras palabras normalmente podemos visualizar el sistema octoprint en área local con la dirección de red que se le establezca a la raspberry pi 3 la cual estará conectada a nuestro router que nos provee internet, cabe recalcar que solo en área local es decir, en una área reducida a una casa. Para conocer la dirección de red que posee la raspberry para esto hemos utilizado una herramienta con interfaz gráfica conocida como Advanced IP Scanner que es un programa que escanea todos aquellos dispositivos que se encuentre conectado a una red (Advanced IP Scanne). En la Figura 3.14, podemos ver qué dirección de red tiene asignada y podemos ver que es 192.168.1.154 esta dirección la digitaremos en algún navegador y podremos observar la interfaz gráfica del sistema octoprint instalada previamente en la raspberry pi 3 pero tan solo localmente es entonces donde aparece la importancia de utilizar dataplicity, que nos va a permitir que nuestro sistema Octoprint se pueda ver o acceder desde cualquier red que se encuentre conectada.

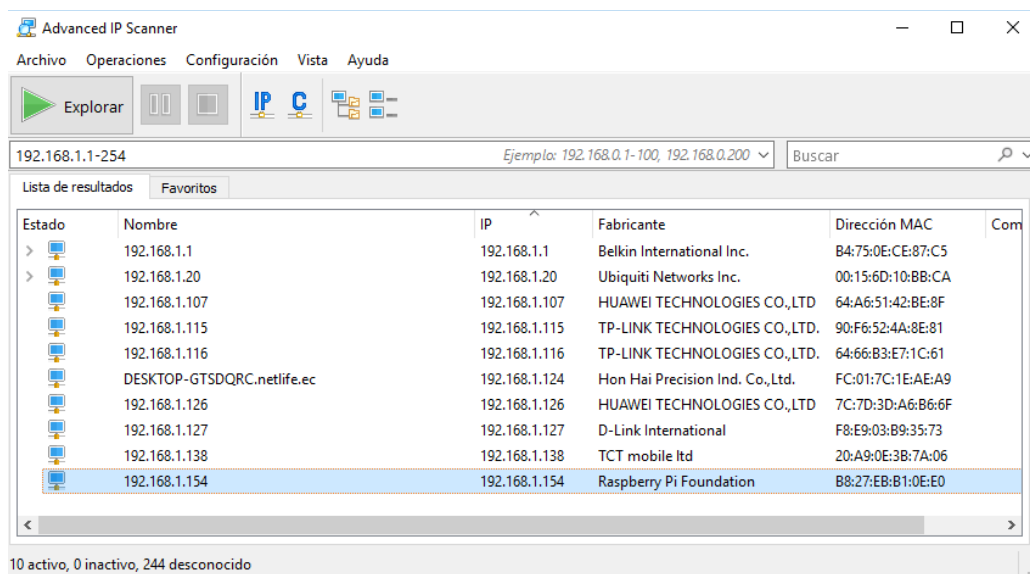


Figura 3.14. Direccionamiento de red
Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Registro de la plataforma dataplicity

Para poder utilizar la plataforma de **dataplicity** primero nos debemos ingresar nuestra dirección de correo electrónico, luego nos va a generar un código como se muestra en la Figura 3.15 que tendremos que ingresarlo en el terminal del sistema octoprint que estará implementada en la raspberry pi3 luego de introducir la siguiente línea en el terminal, considerando ahora que hemos hecho este proceso nos toca acceder a la plataforma de dataplicity con las credenciales de nuestro correo, dentro de la plataforma web de dataplicity encontraremos una URL que una vez obtenida la vamos a utilizar para agregar en nuestra plataforma web y poderla vincular al momento que el usuario acceda al subsistema de monitoreo de impresora.

```
curl https://www.dataplicity.com/o2eyt82e.py | sudo python
```

Figura 3.15. Código que se ingresa en el terminal del sistema octoprint que está en implementada en la raspberry pi 3
Fuente: Elaboración propia

3.5 Prueba del Sistema

En el laboratorio de mecatrónica de la faculta de FIMCP se llevó acabo la respectiva prueba del sistema completo, con la presencia del cliente el Dr. Hurel Ezeta Jorge Luis. Conforme al archivo que nos facilitó el PhD. Loayza Paredes Francisco procedimos a realizar a conectar la raspberry pi 3 a la impresora como se muestra en la Figura 3.16



Figura 3.16. Raspberry pi3 e impresora 3D, con cable USB A/B de impresora
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procedió a realizar la respectiva configuración en el sistema Octoprint, donde una vez conectado el cable de la impresora con raspberry, automáticamente sale el puerto serial de la impresora, donde nosotros vamos a seleccionarla. En la parte de velocidad de baudios (Baudrate) que es una medida utilizada en telecomunicaciones que nos representa en la velocidad de las transmisiones la vamos a dejar seleccionada como automático (AUTO). Tenemos para seleccionar también el perfil de la impresora donde se la dejará por defecto, contamos también con opciones donde nos permite guardar la conexión y además contamos con una opción donde podremos establecer la conexión automática que se realice al inicio del servidor. Cumpliendo todo lo dicho anterior como se muestra en la Figura 3.17 se procede a presionar el botón conectar.

Conexión

Puerto serial

/ dev / ttyACM0

Baudrate

AUTO

Perfil de la impresora

Defecto

Guarde la configuración de conexión

Conexión automática al inicio del servidor

Conectar

Estado

Estado : Desconectado

Figura 3.17. Configuración de conexión de la impresora en el sistema Octoprint
Fuente: Elaboración propia

Cargando el archivo que nos facilitó el PhD. Loayza Paredes Francisco pudimos visualizar factores como: filamento que se va a ocupar, esto ya nos da medido en metros, tiempo aproximado total de la impresión y también el tiempo de impresión.

Podemos observar en la Figura 3.18 donde realizamos la prueba respectiva y se muestra este contenido.



Figura 3.18. Datos del archivo cargado en el sistema Octoprint
Fuente: Elaboración propia

Llegando a este punto, se procedió a realizar la primera impresión utilizando nuestro sistema. Una vez ya establecida la conexión de la impresora y cargada el archivo pudimos enviar a imprimir desde nuestra plataforma donde podremos visualizar el sistema Octoprint ya trabajando correctamente como mostramos en la Figura 3.19

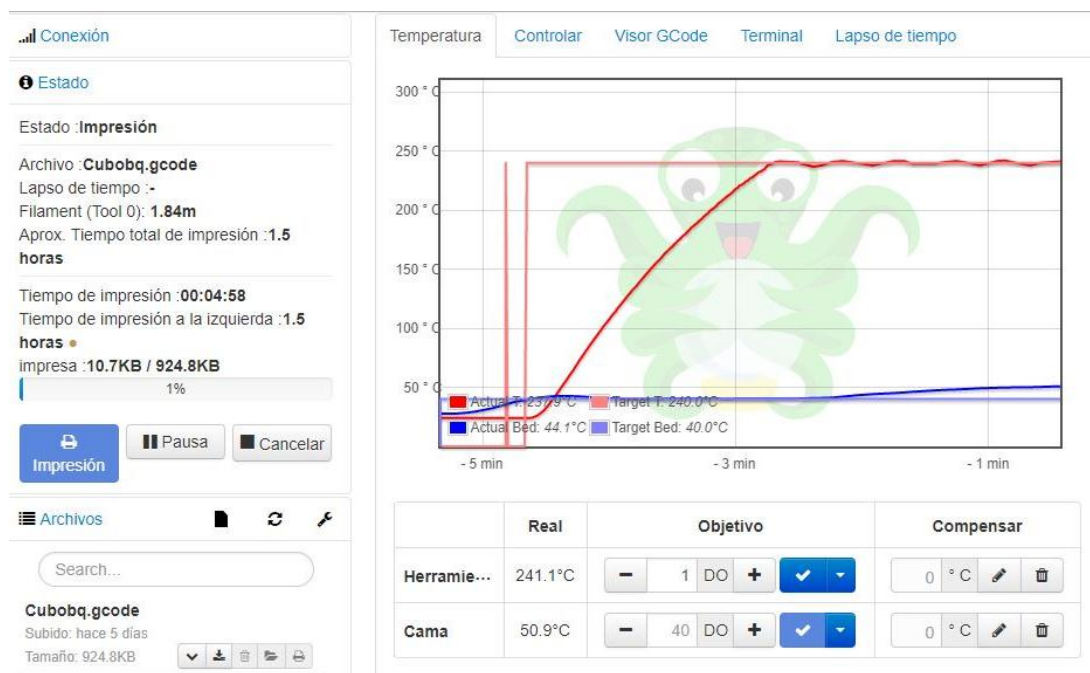


Figura 3.19. Interfaz que se muestra durante la impresión
Fuente: Elaboración propia

Finalmente obtuvimos el objeto impreso como podemos visualizarlo en la Figura 3.20. El cliente estuvo conforme con lo esperado, se le dio una capacitación de manejo de la herramienta, se ingresaron los usuarios.

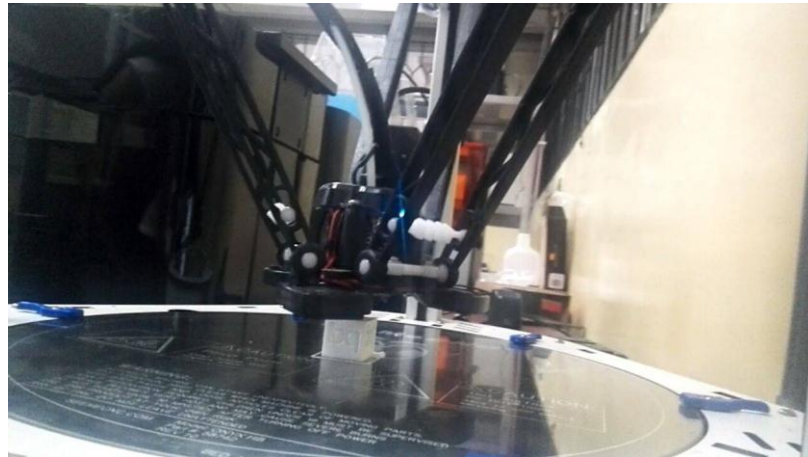


Figura 3.20. Impresión en sus últimos acabados
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

PRESUPUESTO Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Presupuesto

En la tabla 4.1, se muestra la cotización de los dispositivos, materiales y la implementación requerida para poder realizar el proyecto propuesto.

PRESUPUESTO			
NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Raspberry Pi	1	\$79,00	\$79,00
Tarjeta De Memoria Micro Sd 8 Gb	1	\$8,00	\$8,00
Alquiler de hosting (Dominio incluido - precio anual)	1	\$60,00	\$60,00
Sistema Octoprint	1	-	-
Dataplicity	1	-	-
Cámara Web	1	\$20,00	\$20,00
Servicio de programación	1	\$400,00	\$400,00
Servicio de mantenimiento	1	\$100,00	\$100,00
Total			\$667,00

Tabla 4.1. Tabla de presupuesto
Fuente: Elaboración propia

La **placa Raspberry pi 3** es la versión la cual hemos adquirido. El **alquiler de hosting** es un pago anual, por motivo de su alquiler nos ofrecen un dominio gratis.

El **sistema octoprint** no tiene ningún costo porque es un opensource, es decir un software libre. **Dataplicity** no tiene costo en el registro de su plataforma web.

La **cámara web** depende de cuánto megapíxel requiera el usuario, nosotros hemos utilizado una básica de 8 megapíxeles.

El pago del **programador** es un solo costo y es por toda la implementación. Tendrá una remuneración adicional por motivos de mantenimiento, pero solo se dará cuando el cliente lo requiera, podrá requerir el mantenimiento por llamada telefónica o por correo electrónico.

4.2 Plan de implementación

En la Figura 4.1 se desarrolló el plan de implementación el cual se realizó en el transcurso de tres meses para llevar a cabo su implementación.

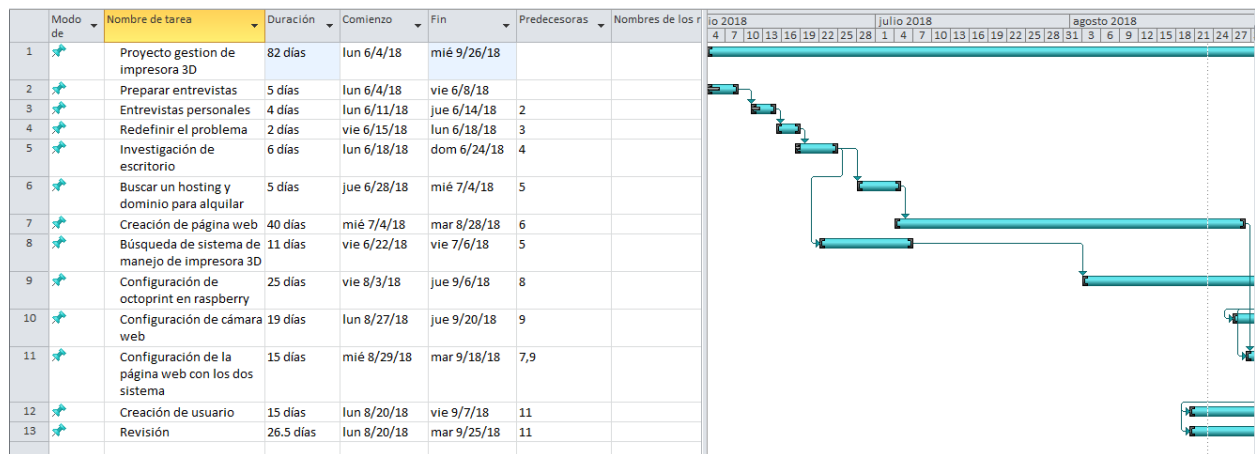


Figura 4.1. Plan de Implementación
Fuente: Elaboración propia

Para **preparar las entrevistas** se elaboró un banco de preguntas para los investigadores, luego esto nos ayudó a realizar la siguiente tarea que es la de las **entrevistas personales**. Con los resultados de esta siguiente tarea nos permitió poder **redefinir el problema**.

Investigación de escritorio se llevó a cabo mediante la redefinición del problema para conocer qué sistema se podía utilizar para esta problemática que teníamos.

Buscar un hosting y dominio para alquilar hay diferentes plataformas que nos permite el alquiler de este servicio, pero se procedió a buscar cual era el más viable considerando características como: seguridad, disponibilidad, redundancia y calidad de servicio.

Creación de la página web una vez que se alquiló el hosting se obtuvo gratis un dominio en donde se comenzó a crear la interfaz web del proyecto.

Búsqueda de sistema de manejo de impresión 3D se realizó una búsqueda para poder realizar un servidor de impresión 3D, en donde se pudo encontrar el sistema octoprint. Luego se procedió a la **configuración de octoprint en la placa raspberry**.

Configuración de cámara web se procedió a la investigación de como poder implementar una cámara web dentro de la misma placa raspberry donde se pueda realizar las configuraciones dentro del mismo servidor de impresión (octoprint).

Configuración de la página web con los dos subsistemas al momento de ya tener hecha la interfaz de la página web se llevó a cabo la unión de los dos subsistemas en la página web.

Creación de usuario una vez ya juntos los dos subsistemas se procedió a crear credenciales para el acceso de la página web.

Revisión se realizó un monitoreo de ejecución para ver el correcto manejo de la aplicación para el usuario donde se realizó prueba del sistema enviando desde la oficina del cliente al laboratorio de la facultad.

CONCLUSIONES

Una impresora 3D no es igual a una impresora matricial o láser ya que el tiempo de impresión es mucho más extenso lo que implica que los usuarios deben tener una herramienta para poder organizarse con el uso de la impresora.

No es lo mismo mandar a imprimir un documento Word y Excel que un archivo en 3D, debido a que si alguien está imprimiendo un diseño en 3D tardará horas y puede acabarse el filamento lo que conllevaría a que el diseño se paralice. Se trata de procesos diferentes de impresión.

Una impresora 3D hoy en día es uno de los dispositivos más requeridos, por la utilidad que proporcionan en cualquier área de trabajo. Con ella se puede imprimir una variedad de prototipos en planos 3D, lo cual ayuda a los estudiantes e ingenieros a poder visualizar un diseño antes de proceder a construir una pieza industrial.

RECOMENDACIONES

Antes de realizar la impresión del diseño, es necesario que corrobore que los conectores estén en su respectivo sitio para verificar que no existan errores al mandar a imprimir por medio del sistema.

Al momento de que termine de imprimir, se recomienda sacar los rollos PLA de la impresora y guardarlos en su envoltura, con esto ayudara a mantener el filamento en buen estado y no le caiga humedad o polvo ya que ello afectaría la calidad de los diseños impresos.

Cuando se coloque un rollo de PLA en la impresora, debe verificar que el filamento este ubicado de manera correcta al extrusor.

Se aconseja que antes de iniciar la impresión, se constate que la cantidad de filamento de PLA es adecuada para llevarse a cabo, lo cual lo podrá visualizar mediante el sistema implementado en este proyecto.

Se sugiere dar a conocer este proyecto a otras facultades de ESPOL, que trabajen con el mismo mecanismo de impresión en 3D, con la finalidad de que puedan optimizar y controlar por medio de la plataforma web el proceso de impresión.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] OctoPrint. (2018). Obtenido de The snappy web interface: <https://octoprint.org/>
- [2] WP Inventory Settings. (2018). Obtenido de <https://www.wpinventory.com/documentation/user/quick-start/configuration/settings/>
- [3] Advanced IP Scanne. (s.f.). Obtenido de Escanee una red en cuestión de segundos: <https://www.advanced-ip-scanner.com/es/>
- [4] Dataplicity. (s.f.). Obtenido de Control your Raspberry Pi from anywhere.: <https://www.dataplicity.com>.
- [5] Notepad++. (s.f.). Obtenido de Casa Descargar v7.5.8 - Versión actual: <https://notepad-plus-plus.org/download/v7.5.8.html>.
- [6] SD ASSOCIATION. (s.f.). Obtenido de Formateador de tarjeta de memoria SD: https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/
- [7] SOURCEFORGE. (s.f.). Obtenido de Win32 Disk Imager Overview: <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/postdownload>
- [8] WordPress.ORG. (s.f.). Obtenido de Codex: https://codex.wordpress.org/es:Referencia_de_Funciones

ANEXOS

ANEXO A

Cuestionario utilizado

Nombre:

Celular:

Cargo:

¿Cuál es su experiencia utilizando las impresoras en 3D?

¿Con que frecuencia normalmente imprime en impresoras 3D?

¿Cuál es el software que utiliza para hacer el slicing?

¿Cuál es el proceso que usted utiliza para imprimir?

¿Qué inconvenientes ha visto en el proceso actual de impresión?

¿El material que usted utiliza al momento de imprimir es propio o como lo adquiere?

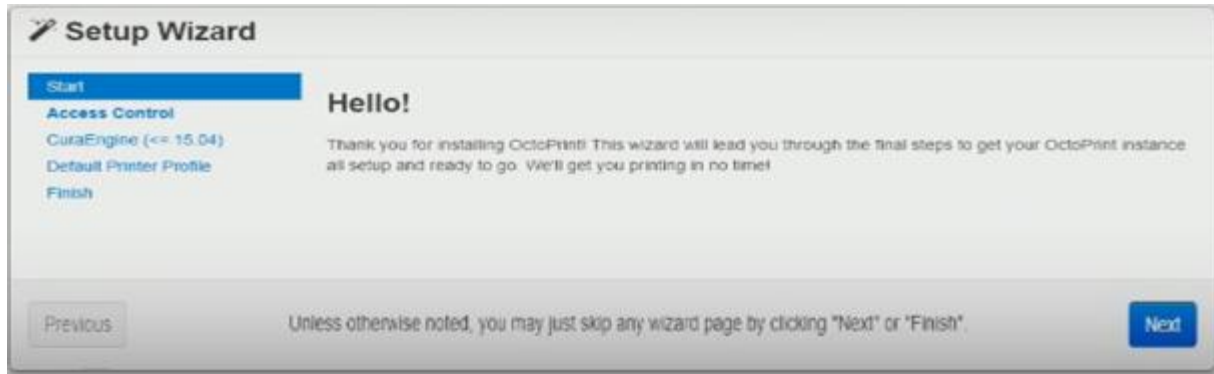
¿Qué mejoraría en el proceso actual de impresión?

¿Qué sistemas operativos tiene su celular?

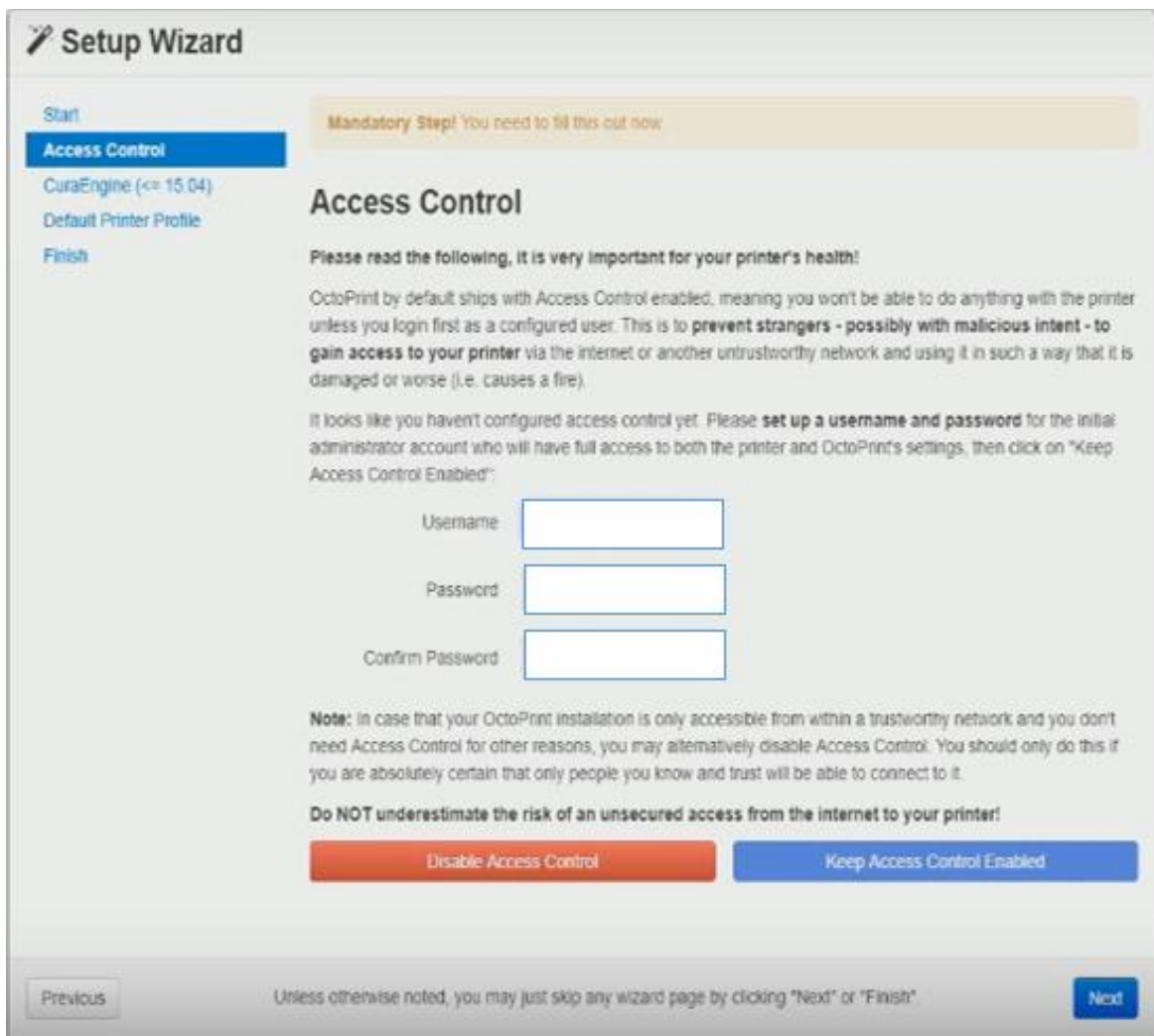
ANEXO B

Configuración principal del Octoprint

Paso 1: Ingreso



Paso 2: Control de Acceso



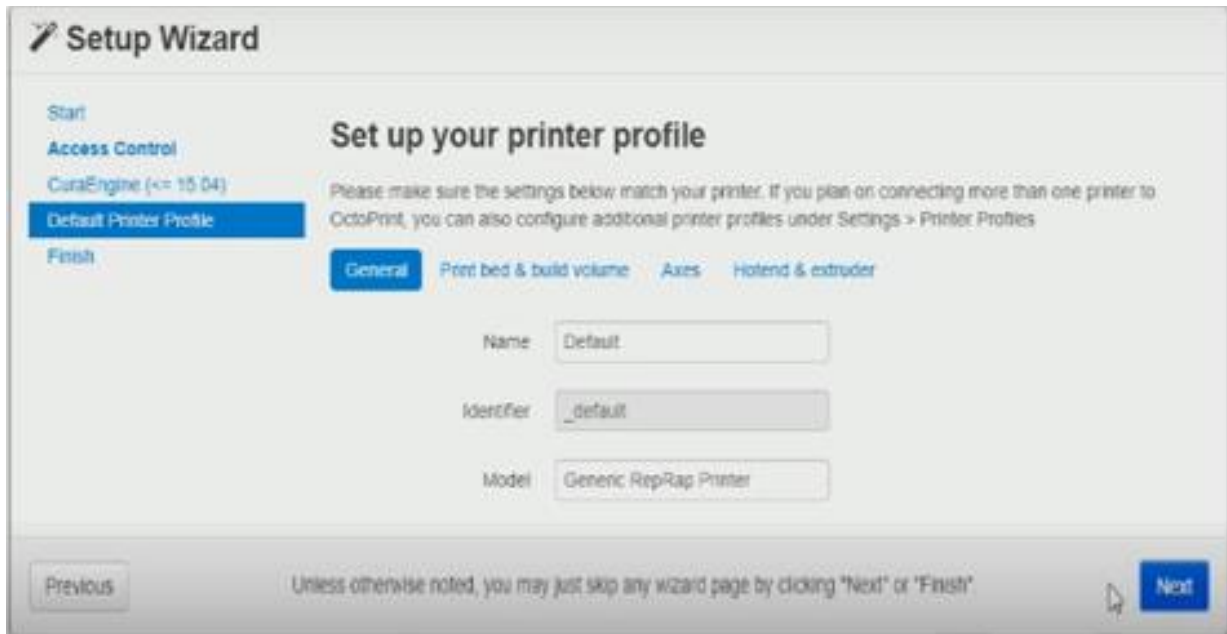
Paso 3: Ingreso de usuario con credenciales

The screenshot shows the 'Setup Wizard' interface for OctoPrint. The current step is 'Access Control', which is highlighted in blue in the left sidebar. A yellow banner at the top indicates a 'Mandatory Step! You need to fill this out now!'. The main content area explains that Access Control is enabled by default to prevent unauthorized access. It prompts the user to set up a username and password for an administrator account. The 'Username' field contains 'usuario1', the 'Password' field contains seven asterisks, and the 'Confirm Password' field also contains seven asterisks. Below the fields, a note explains that Access Control can be disabled if the printer is only accessible from a trusted network. Two buttons are present: 'Disable Access Control' (orange) and 'Keep Access Control Enabled' (blue). At the bottom right, a large blue 'Next' button is visible. The bottom of the screen features a 'Previous' button and a footer note: 'Unless otherwise noted, you may just skip any wizard page by clicking "Next" or "Finish".'

Paso 4: Configurar un perfil de corte

The screenshot shows the 'Setup Wizard' interface for OctoPrint. The current step is 'Set up a slicing profile', which is highlighted in blue in the left sidebar. The main content area explains that the user hasn't imported a slicing profile yet and prompts them to do so. A large button labeled 'Import Profile...' is centered on the screen. Below the button, a note provides instructions on how to export a profile from the Cura desktop UI. At the bottom of the screen, there are 'Previous' and 'Next' buttons, and a footer note: 'Unless otherwise noted, you may just skip any wizard page by clicking "Next" or "Finish".'

Paso 5: Configuración de perfil de impresora



Setup Wizard

Start
Access Control
CuraEngine (<= 15.04)
Default Printer Profile
Finish

Set up your printer profile

Please make sure the settings below match your printer. If you plan on connecting more than one printer to OctoPrint, you can also configure additional printer profiles under Settings > Printer Profiles

General Print bed & build volume Axes Hotend & extruder

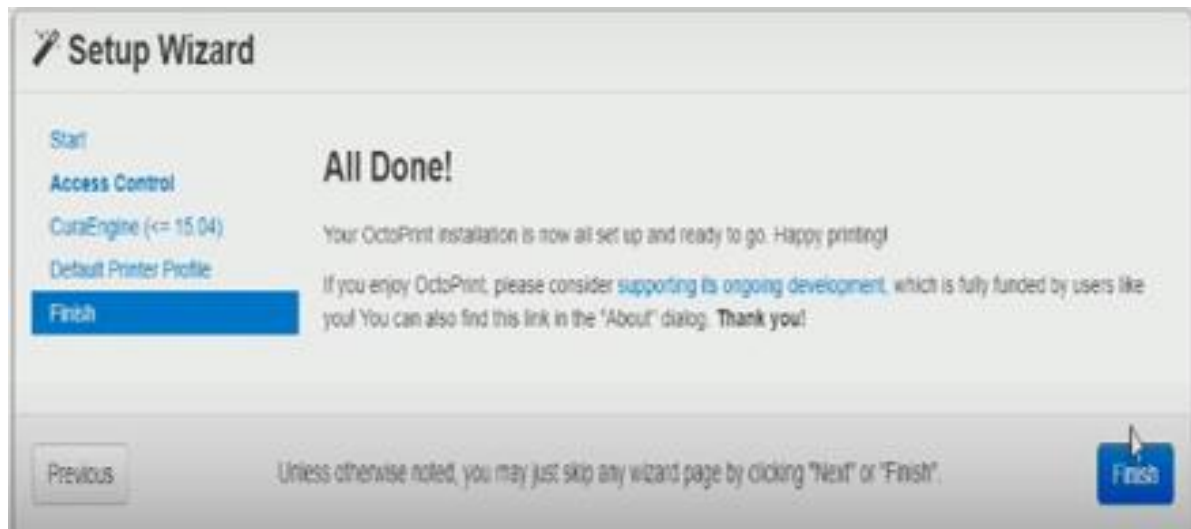
Name:

Identifier:

Model:

Previous Unless otherwise noted, you may just skip any wizard page by clicking "Next" or "Finish" Next

Paso 6: Dar clic en Finalizar



Setup Wizard

Start
Access Control
CuraEngine (<= 15.04)
Default Printer Profile
Finish

All Done!

Your OctoPrint installation is now all set up and ready to go. Happy printing!

If you enjoy OctoPrint, please consider [supporting its ongoing development](#), which is fully funded by users like you! You can also find this link in the 'About' dialog. **Thank you!**

Previous Unless otherwise noted, you may just skip any wizard page by clicking "Next" or "Finish" Finish

Paso 7: Interfaz del sistema una vez instalado.

The screenshot displays the Octoprint web interface. On the left, the 'ConnectKit' sidebar shows connection settings: Serial Port (AUTO), Baudrate (AUTO), and Printer Profile (Default). Below these are checkboxes for 'Save connection settings' and 'Auto-connect on server startup', and a 'Connect' button. The 'State' section shows 'State: Offline' and 'File: Teneleap.r - Approx. Total Print Time: -'. There are buttons for 'Print', 'Pause', and 'Cancel'. The 'Files' section includes a search bar, a file list with 'Teneleap.r' (26.000 KB), and buttons for 'Upload' and 'Upload to SD'. A note at the bottom states: 'Note: You can only stop and stop files on this page to upload them.'

The main panel is titled 'Temperature' and has tabs for 'Control', 'GCode Viewer', 'Terminal', and 'Teneleap.r'. It features a temperature graph with a y-axis from 0 to 300. A green cartoon octopus is overlaid on the graph. A legend at the bottom left of the graph identifies: Actual T (red square), Target T (orange square), Actual Bed (blue square), and Target Bed (purple square). Below the graph is a table for temperature control:

	Actual	Target	Offset
Hotend	off	off °C Bed	0 °C Bed
Bed	off	off °C Bed	0 °C Bed