



ANAC
Administración Nacional
de Aviación Civil



Sistema UpFeet 3D

Manual de Usuario

Indice

1. Introduccion
 - a. Objetivo
 - b. Características principales
 - i. Escaner
 - ii. Impresora
2. Escaner
 - a. Descripcion General
 - i. Partes Principales
 - ii. Identificación de Partes
 - b. Instalacion y conexon
 - i. Instalacion
 - ii. Ensamblaje y desamblaje
 - c. Mantenimiento
 - i. Limpieza General
 - ii. Mantenimiento Electrónico
 - iii. Mantenimiento Mecánico
 - iv. Sensor Lidar
 - v. Recomendaciones generales
 - d. Uso
 - i. Preparacion

- ii. Procedimiento
 - iii. Recomendaciones de uso
 - e. Soluciones a problemas comunes
 - i. Código beep
 - ii. Fallas comunes
 - iii. Recomendaciones ante fallos persistentes
 - f. Seguridad
 - i. Seguridad general
 - ii. Seguridad eléctrica
 - iii. Seguridad mecánica
 - iv. Seguridad del usuario
 - v. Recomendaciones institucionales
- 3. Impresora
 - a. Descripción general
 - i. Componentes principales
 - ii. Identificación de partes
 - iii. Especificaciones técnicas
 - b. Instalación y conexión
 - i. Montaje inicial
 - ii. Conexión eléctrica y de datos
 - iii. Actualización o instalación de firmware
 - iv. Configuración de la placa SKR 1.4
 - c. Preparación para imprimir
 - i. Nivelación de la cama
 - ii. Carga y descarga de filamento
 - iii. Configuración de extrusores (sistema IDEX)
 - iv. Calibración de ejes y extrusores
 - d. Uso del software
 - i. Slicers compatibles
 - ii. Configuración de perfiles de impresión
 - e. Proceso de impresión
 - i. Iniciar una impresión
 - ii. Monitoreo del proceso
 - iii. Finalización y retirada de la pieza
 - f. Mantenimiento
 - i. Limpieza general
 - Cambio de boquilla y lubricación de ejes
 - Revisión de correas, rodamientos y ventiladores
 - g. Solución de problemas
 - i. Fallos de impresión comunes
 - ii. Atascos de filamento
 - iii. Problemas de nivelación
 - iv. Mensajes de error de la SKR 1.4
 - h. Seguridad
 - i. Precauciones generales
 - ii. Recomendaciones durante la impresión
 - iii. Manipulación de materiales
- 4. Anexos

- a. Glosario de términos
- b. Recursos y enlaces útiles
- c. Contacto y soporte técnico

1.Introduccion

1.a. Objetivo

El presente manual tiene como objetivo brindar a los usuarios una guía clara, completa y accesible para la correcta utilización del sistema **UpFeet 3D**, destinado al escaneo, diseño y fabricación de plantillas ortopédicas personalizadas mediante tecnología de impresión 3D.

A través de este documento, se busca que el usuario pueda:

- Comprender el funcionamiento general del sistema y sus componentes.
- Conocer los procedimientos de escaneo, procesamiento y generación de modelos.
- Aplicar las medidas de seguridad y mantenimiento necesarias para garantizar un uso eficiente y prolongar la vida útil del equipo.
- Interpretar las interfaces del software y los pasos requeridos para la exportación e impresión de los archivos STL generados.

Este manual está dirigido a operadores técnicos, profesionales de la salud, docentes y estudiantes vinculados al área de la tecnología biomédica, así como a todo usuario que requiera fabricar plantillas personalizadas de forma precisa y segura.

El cumplimiento de las indicaciones contenidas en este manual permitirá optimizar la calidad de los resultados, minimizar errores en la calibración y asegurar una experiencia de uso confiable e intuitiva.

1.b. Características principales

1.b.i. Escaner

El escáner UpFeet 3D fue construido especialmente por Cronos Metalurgia, mediante un acuerdo de patrocinio y colaboración tecnológica. Su estructura metálica garantiza estabilidad, precisión y durabilidad en entornos de uso educativo y profesional.

Entre sus principales características se destacan:

- **Estructura metálica cerrada**, fabricada en acero.

- **Dimensiones aproximadas:** 250 × 400 × 300 mm.
- **Ventana superior de escaneo**, donde el usuario apoya el pie sobre una superficie de acrílico de policarbonato
- **Sistema de movimiento tipo H-bot**, que permite el desplazamiento controlado del módulo de captura.
- **Tres motores paso a paso NEMA 17**, montados sobre guías lineales de precisión.
- **Placa controladora personalizada**, con drivers integrados para los motores.
- **Raspberry Pi 4**, encargada del control de movimiento y procesamiento de datos.
- **Conectividad:** USB.
- **Alimentación:** 12 V CC.
- **Diseño modular y de fácil mantenimiento.**

1.b.ii. Impresora

Esta versión personalizada de la MakerPi P3 Pro se basa en el diseño original de la impresora IDEX, pero fue adaptada para funcionar con un solo extrusor, optimizando su desempeño y simplificando la operación.

Entre sus principales características se destacan:

- Sistema de impresión FDM (Modelado por Deposición Fundida).
- Un extrusor con boquilla estándar de 0,4 mm.
- Placa madre BTT SKR V1.4, con firmware Marlin configurado.
- Volumen de impresión aproximado: 300 × 300 × 260 mm.
- Estructura metálica con guías lineales de precisión.
- Conectividad mediante USB y tarjeta SD.
- Diseñada para imprimir plantillas 3D obtenidas por escaneo, garantizando precisión dimensional y buena calidad superficial.

2. Escaner

2.a. Descripción General

2.a.i Partes principales

Estructura metálica principal:

Caja rígida fabricada por **Cronos Metalurgia**, que brinda soporte y protección a todos los componentes internos.

Ventana de escaneo:

Superficie transparente superior (acrílico de policarbonato) sobre la que el usuario apoya el pie. Permite la toma de imágenes o datos sin interferencias.

Sistema de movimiento tipo H-bot:

Conjunto de varillas sincronizadas que posibilitan el desplazamiento del módulo de captura a lo largo de los ejes X e Y.

Motores paso a paso NEMA 17:

Tres unidades que accionan el sistema de movimiento, garantizando precisión y suavidad en el desplazamiento.

Módulo de captura:

Conformado por la cámara y/o sensores encargados de registrar la morfología del pie y transmitir los datos a la unidad de control.

Placa controladora:

Circuito que integra los drivers de los motores y coordina las señales provenientes de la Raspberry Pi 4.

Raspberry Pi 4:

Microcomputadora central del sistema. Controla el movimiento, procesa la información obtenida y envía los datos al software generador del modelo 3D.

Fuente de alimentación:

Suministra energía estable (12 V CC) al sistema.

Puertos de comunicación:

Conectores USB, que permiten la interfaz con periféricos

2.a.ii. Identificación de Partes

2.b. Instalación y conexiones

2.b.i. Instalacion

Su instalación no requiere conocimientos avanzados, aunque debe realizarse con cuidado para garantizar un funcionamiento correcto y evitar daños en los componentes.

Procedimiento básico:

1. Ubicación:

Colocar el escáner sobre una superficie firme y nivelada, en un entorno seco y bien ventilado.

Se recomienda mantenerlo próximo a la impresora 3D para evitar tensiones o tirones en el cable USB.

2. Conexión eléctrica:

- Conectar el **cable de alimentación principal** del escáner a un tomacorriente estándar.

3. Conexión de datos:

- Enchufar el **cable USB** del escáner al puerto correspondiente de la **impresora 3D**.
- Verificar que el cable no quede tirante ni en zonas de tránsito o riesgo de desconexión.

4. Verificación inicial:

Una vez conectadas las fuentes de alimentación, comprobar que los indicadores luminosos del sistema (Raspberry Pi y controladora) se encienden correctamente.

El sistema estará listo para ser reconocido por el software de control de **UpFeet 3D**.

2.b.ii. Ensamblaje y desamblaje

El escáner UpFeet 3D fue diseñado con un sistema de cierre atornillado que permite su mantenimiento y revisión interna cuando sea necesario.

Para estas tareas se requiere el uso de herramientas manuales básicas.

Herramientas necesarias:

- **Llave Allen de 4 mm:** para remover los tornillos externos con cabeza hexagonal.

- **Destornillador Phillips de 5 mm o menor:** para aflojar tornillos con cabeza en cruz en la carcasa o borneras.
- **Precaución:** al manipular los tornillos, mantener el equipo desconectado de la red eléctrica.

Componentes internos alimentados:

- Los **drivers** del sistema se alimentan mediante **pilas AA** internas, que suministran una tensión de **12 V** a los motores.
- La **Raspberry Pi 4** utiliza su cargador externo propio de **5 V**, independiente de la alimentación de los motores.

Procedimiento general de apertura:

1. Desconectar completamente el escáner de la corriente.
2. Retirar los tornillos externos según corresponda al tipo de cabeza.
3. Levantar con cuidado la tapa superior para acceder al interior.
4. Realizar el mantenimiento necesario o la sustitución de componentes.
5. Volver a cerrar asegurando todos los tornillos, sin exceder la fuerza de apriete.

2.c. Mantenimiento

El mantenimiento del escáner **UpFeet 3D** debe realizarse de manera preventiva para asegurar un funcionamiento estable, prolongar la vida útil de los componentes mecánicos y electrónicos, y conservar la precisión de escaneo.

Se recomienda efectuar las tareas de revisión **cada 3 meses** o luego de 50 horas de uso continuo.

2.c.i. Limpieza General

- Desconectar completamente el equipo de la red eléctrica antes de comenzar.
- Limpiar la **superficie de vidrio o acrílico** con un paño suave y alcohol isopropílico; evitar solventes abrasivos.
- Retirar polvo y residuos del interior mediante aire comprimido o pincel seco, especialmente en zonas de ventilación y ejes.

- Evitar el contacto de líquidos con los componentes electrónicos.

2.c.ii. Mantenimiento Electrónico

Raspberry Pi 4

- Mantener las ranuras de ventilación libres de polvo.
- Verificar el correcto asiento del cable de alimentación y de los conectores USB.
- No cubrir la carcasa durante el funcionamiento para evitar sobrecalentamiento.

Alimentación y baterías internas

- Reemplazar las **pilas AA** de los drivers cada 6 meses o ante signos de pérdida de potencia (movimientos erráticos o ruidos en los motores).
- Comprobar que los contactos metálicos estén limpios y sin corrosión.

Cableado y conectores

- Revisar periódicamente los conectores USB, HDMI y de alimentación.
- Asegurar que los cables no estén tirantes ni doblados en ángulos cerrados.

2.c.iii. Mantenimiento Mecánico

Varillas roscadas y rieles lineales

- Aplicar una fina capa de **grasa de litio o aceite liviano** cada dos meses para reducir la fricción.
- Verificar que las varillas no presenten dobleces ni desgaste irregular.

Acoples flexibles (5 mm – 8 mm)

- Revisar que los tornillos prisioneros estén firmes, sin holgura entre motor y varilla.
- Sustituir el acople si se observa deformación o fisura.

Tuercas anti-backlash

- Comprobar que mantengan presión uniforme sobre la varilla.
- Ajustar ligeramente el resorte si se detecta juego o pérdida de precisión.

Plataformas 3D y uniones de ejes

- Asegurar que no haya fisuras en las piezas impresas.
- En caso de desgaste, reimprimir el componente en PLA + o PETG para mantener rigidez estructural.

2.c. iv. Sensor lidar

- Limpiar la lente del sensor con un paño de microfibra seco.
- Evitar la exposición directa al sol o a fuentes de calor.
- Comprobar periódicamente la alineación del sensor respecto al plano de escaneo; cualquier desplazamiento puede afectar la precisión de lectura.
- Si se detectan lecturas erráticas, revisar la conexión de datos a la Raspberry Pi y recalibrar el módulo según el procedimiento de software.

2.c.v. Recomendaciones generales

- No realizar modificaciones eléctricas sin autorización técnica.
- Guardar el escáner en un lugar seco, sin humedad ni polvo.
- Documentar cada mantenimiento en una planilla de control con fecha, tareas realizadas y observaciones.

2.d. Uso

2.d.i. Preparacion

Antes de iniciar el escaneo:

1. Asegurarse de que el escáner esté correctamente conectado a la red eléctrica y a la impresora 3D mediante el cable USB.
2. Verificar que el equipo se encuentre sobre una superficie estable y nivelada.

3. Ubicar la **plataforma de apoyo auxiliar** (provista junto al sistema) al lado del escáner.
4. Encender el sistema y esperar a que las luces indicadoras de la Raspberry Pi 4 confirmen el inicio correcto.

2.d.ii. Procedimiento

Colocación inicial:

El usuario debe **pararse primero sobre la plataforma de apoyo** ubicada al costado del escáner.

Esto permite acomodarse con estabilidad y evita aplicar peso directamente sobre el vidrio del escáner antes de tiempo.

Posicionamiento del pie:

Una vez estabilizado, apoyar con cuidado el **pie a escanear** sobre la ventana superior del escáner.

El vidrio está diseñado para soportar el peso del pie, pero no saltos ni movimientos bruscos.

Inicio del escaneo:

Presionar el **botón de inicio** ubicado en el panel frontal.

El sistema comenzará el recorrido automático del cabezal con el sensor TF-LC02.

Durante este proceso, se recomienda permanecer inmóvil para obtener una lectura precisa.

Finalización:

El escaneo finaliza automáticamente cuando se escucha un **pequeño sonido mecánico**, indicando que el movimiento de los ejes se detuvo.

En ese momento, retirar el pie con cuidado y esperar la confirmación del software antes de iniciar un nuevo escaneo.

2.d.iii. Recomendaciones de uso

- No ejercer fuerza excesiva sobre la ventana del escáner.
- No interrumpir el proceso de escaneo ni desconectar los cables mientras el sistema está en funcionamiento.
- Evitar movimientos o cambios de postura durante la captura.
- Utilizar el escáner en un ambiente sin vibraciones ni luz solar directa.

2.e. Soluciones a problemas comunes

2.e.i. Código beep (a implementar)

El sistema UpFeet 3D cuenta con un pequeño buzzer que emite **señales sonoras** (“beeps”) ante distintas condiciones de error o advertencia.

Estas alertas ayudan a identificar rápidamente el origen del problema sin necesidad de conectar el sistema a un monitor o software de diagnóstico.

Código sonoro	Descripción del problema	Posible causa	Solución recomendada
1 beep corto	Escáner listo para operar	Secuencia de inicio normal	No requiere acción
2 beeps cortos	Fallo de conexión USB	Cable suelto o mal conectado a la impresora / Raspberry Pi	Revisar conexión USB y reiniciar el sistema
3 beeps cortos	Falla de motor o atasco mecánico	Varilla o correas trabadas, acople flojo, tuerca anti-backlash desajustada	Apagar el equipo, liberar el movimiento y lubricar las guías
4 beeps cortos	Error del sensor TF-LC02	Sensor desconectado o sin lectura	Verificar el conector del sensor y su alineación
5 beeps cortos	Fallo de alimentación de drivers	Pilas AA agotadas o con mal contacto	Reemplazar las pilas y limpiar los contactos metálicos
1 beep largo + 2 cortos	Error de sistema en Raspberry Pi	Software no inicia o SD dañada	Revisar tarjeta microSD, reinstalar sistema operativo o imagen del software UpFeet
1 beep largo + 3 cortos	Temperatura elevada en Raspberry Pi	Ventilación obstruida o exceso de calor	Apagar, limpiar ventilación y esperar enfriamiento
Serie continua de beeps	Error crítico	Desconexión de componentes internos o falla de control	Apagar inmediatamente y verificar cableado interno

2.e.ii. Fallas comunes sin código sonoro

Síntoma	Causa probable	Solución
El escáner no enciende	Cable de alimentación desconectado o fuente defectuosa	Revisar tomacorriente y fusible interno
No se detecta en la Raspberry Pi	Problemas con el puerto USB o falta de drivers	Reiniciar la Pi y reconectar el dispositivo
El motor hace ruido pero no se mueve	Acople flojo o varilla trabada	Ajustar tornillos del acople flexible y lubricar
El sensor no registra datos	Suciedad en la lente o sensor mal alineado	Limpiar la lente y verificar posición
El escaneo se interrumpe antes de finalizar	Pilas agotadas o caída de tensión	Reemplazar baterías y revisar conexiones
Imagen distorsionada o incompleta	Vibraciones o movimiento del pie durante el escaneo	Repetir el proceso manteniendo el pie inmóvil
Luces de la Raspberry Pi no encienden	Falta de alimentación o cargador defectuoso	Revisar adaptador de 5 V y cable micro-USB

2.e.iii. Recomendaciones ante fallos persistentes

- Reiniciar completamente el sistema y repetir el proceso desde el inicio.
- No intentar forzar el movimiento manual de los ejes con el equipo encendido.
- Si el error persiste, anotar el **código de beep**, apagar el escáner y consultar el soporte técnico o docente responsable.
- Mantener registro de las incidencias en la planilla de mantenimiento del equipo.

2.f. Seguridad

2.f.i. Seguridad general

- Operar el escáner únicamente bajo la supervisión de personal capacitado o docente responsable.
- No retirar tapas ni paneles mientras el equipo esté conectado a la red eléctrica.

- Mantener el área de trabajo limpia, seca y libre de objetos que puedan interferir con el movimiento del sistema.
- No colocar herramientas metálicas o líquidos sobre el escáner.
- No utilizar el equipo si se detectan cables dañados, chispas, olor a quemado o ruidos inusuales.

2.f.ii. Seguridad eléctrica

- Utilizar únicamente tomas de **220 V** con conexión a tierra.
- No conectar ni desconectar cables con el equipo encendido.
- Verificar periódicamente el estado de los cables de alimentación y conectores USB.
- No manipular la Raspberry Pi, los drivers o las pilas internas mientras haya corriente conectada.
- Reemplazar las **pilas AA** solo con el equipo apagado y desconectado de la red.

2.f.iii. Seguridad Mecánica

- No introducir manos, herramientas o materiales dentro del escáner mientras los ejes estén en movimiento.
- Evitar apoyarse o ejercer fuerza sobre la superficie de vidrio.
- En caso de trabarse el sistema de ejes, apagar inmediatamente el equipo antes de intentar liberar el movimiento.
- Manipular las piezas internas (varillas, acoples, tuercas) solo con herramientas adecuadas y sin aplicar fuerza excesiva.

2.f.iv. Seguridad del usuario

- No utilizar el escáner con los pies mojados o sucios.
- Apoyar el pie únicamente cuando el sistema lo indique, utilizando previamente la plataforma de apoyo auxiliar.
- Mantener la postura estable durante el escaneo para evitar caídas o roturas del vidrio.
- No dejar el equipo encendido sin supervisión.

2.f.v. Recomendaciones institucionales

- Cumplir con las normas de higiene y seguridad establecidas por la Ley 19.587 y el Decreto 351/79, vigentes en el ámbito educativo-técnico.
- El equipo debe contar con un corte de energía accesible (enchufe o interruptor) y cartelera visible que indique “Equipo en funcionamiento”.
- Ante cualquier inconveniente eléctrico o mecánico, notificar al docente o encargado de mantenimiento antes de continuar su uso.

3. Impresora

3.a. Descripción General

3.a.i Componentes principales

La impresora 3D MakerPi P3 Pro (versión modificada) está compuesta por una estructura metálica robusta y componentes mecánicos y electrónicos de alta precisión.

A continuación, se detallan las principales partes del equipo:

- Estructura principal: bastidor metálico que sostiene todos los componentes.
- Cama caliente: superficie de impresión calefaccionada, utilizada para mejorar la adhesión de las piezas.
- Cabezal de impresión (Hotend): calienta y funde el filamento para depositarlo capa por capa.
- Extrusor: mecanismo que empuja el filamento hacia el hotend.
- Eje X, Y y Z: permiten el movimiento preciso del cabezal y la cama.
- Motor paso a paso (NEMA 17): accionan los ejes y el extrusor.
- Placa madre BTT SKR 1.4: controla el funcionamiento general de la impresora (movimientos, temperatura, comunicación, etc.).
- Fuente de alimentación: suministra la energía necesaria para todos los componentes.
- Ventiladores de enfriamiento: mantienen la temperatura adecuada en el hotend y en la placa.
- Sensor de final de carrera: determina los límites de movimiento en cada eje.
- Portabobinas: sostiene la bobina de filamento.
- Cable USB y tarjeta SD: medios de comunicación y transferencia de archivos de impresión.

3.a.ii: AGREGAR FOTO DE LA IMPRESORA CON NUMEROS INDICANDO CADA PARTE

3.a.iii: Especificaciones técnicas

Parámetro	Valor/descripción
Tecnología de impresión	FDM (modelado por deposición fundida)
Volumen de impresión	300x300x260
Numero de extrusores	1
Diámetro de boquilla	0.4 mm (intercambiable)
Materiales compatibles	PLA, ABS, PETG, TPU
Diámetro de filamento	1,75 mm
Temperatura máxima de hotend	260°
Temperatura máxima de cama caliente	100°
Firmware	Marlín (basado en BIKU V1)
Tensión de alimentación	12V o 24V (según fuente instalada)
Peso estimado	20-25kg aprox

3.b. Instalacion y conexion

3.b.i: Montaje inicial

La impresora 3D MakerPi P3 Pro (versión modificada) puede venir semi-ensamblada o completamente armada, dependiendo de la configuración.

Antes de encenderla, asegúrate de revisar lo siguiente:

- Coloca la impresora sobre una superficie firme, nivelada y estable.
- Verifica que todos los pernos y tornillos estén bien ajustados.
- Asegúrate de que los cables de los motores, sensores y ventiladores estén correctamente conectados a la placa SKR 1.4 (según el esquema del firmware).
- Conecta el Portabobinas en la parte superior o lateral, según el diseño.
- Revisa que el carro del eje X y la cama del eje Y se muevan libremente, sin trabas.
- Confirma que los finales de carrera estén firmemente sujetos y funcionando.
- Consejo: no fuerces los ejes a mano si notas resistencia; comprueba que las correas estén bien tensadas, pero sin exceso

3.b.ii: Conexión eléctrica y de datos

1. Asegúrate de que el interruptor general esté en la posición apagado (OFF).
2. Conectá el cable de alimentación a la fuente de la impresora y enchúfalo a una toma con conexión a tierra.

3. Verificá que la fuente esté configurada a la tensión correcta (220 V para Argentina) antes de encenderla.
4. Encendé la impresora y comprobá que la pantalla LCD encienda correctamente.
5. Para la conexión al software:
 - Por USB: La conexión USB permite controlar la impresora directamente desde el software de laminado o desde un programa host (como Pronterface o OctoPrint).
 - Por tarjeta SD: La conexión por tarjeta SD permite imprimir de forma autónoma, sin depender de la computadora. Los archivos generados por el software de laminado se guardan en la tarjeta y se ejecutan directamente desde la impresora a través del menú "Print from SD".

3.b.iii: Instalación o actualización de firmware

- Descargar el archivo de firmware modificado desde la fuente oficial del proyecto (firmware.bin)
- Verificar que el archivo este correctamente nombrado como firmware.bin antes de copiarlo
- Copiar el archivo en el directorio principal de la tarjeta microSD
- Con la impresora apagada, insertar la tarjeta microSD en la ranura de la placa SKR V1.4
- Encender la impresora y esperar unos segundos
- La placa cargara automáticamente el nuevo firmware y renombrara el archivo
- Reiniciar la impresora y verificar que la pantalla inicial y los controles respondan correctamente
- Verificar que los sensores de temperatura, los finales de carrera y los motores funcionen de forma correcta

3.b.iv: Configuración inicial de la placa SKR 1.4

La placa BigTreeTech SKR V1.4 actúa como el cerebro de la impresora, controlando los movimientos de los motores, la temperatura del hotend y la cama, además de la comunicación con el software de impresión.

Para su correcto funcionamiento, fue configurada con un firmware basado en la Biqu V1, modificado específicamente para operar con un solo extrusor y los componentes instalados en esta impresora.

- Instalacion de drivers y componentes: utiliza drivers TMC 2208, Se deben conectar los motores en los ejes X, Y, Z y el del extrusor respetando la polaridad y la orientación de los conectores y por ultimo verificar la conexión de los finales de carrera y los sensores de temperatura
- Ajustes del firmware: configurar los pasos por milímetro de cada eje en el archivo "configuration.h", ajustar la dirección de giro de los motores para asegurar un

movimiento correcto, y por último establecer los límites de temperatura seguros para el hotend

- Calibración inicial: Ejecutar el comando Autohome para comprobar el correcto funcionamiento de los finales de carrera, verificar que el cabezal regresara al punto de origen sin colisiones y realizar una nivelación manual de la cama antes de la primera impresión

3.c. Preparación para imprimir

3.c.i: Nivelación de la cama

- Una cama bien nivelada garantiza que la primera capa se adhiera correctamente y la pieza salga con buena calidad.
- Procedimiento:
- Encendé la impresora y espera a que inicie correctamente
- Desde el menú, selecciona la opción “Home All” para llevar los ejes X, Y y Z a su posición inicial.
- Coloca una hoja de papel entre la boquilla y la cama caliente.
- Ajustá los tornillos de nivelación hasta que sientas una leve fricción al mover el papel.
- Repetí este proceso en las cuatro esquinas y en el centro.
- Guarda la configuración si el firmware lo permite

3.c.ii: Carga de filamento

Antes de imprimir, se debe cargar el filamento correctamente en el extrusor

Pasos:

1. Precalentá el hotend desde el menú
2. Espera a que alcance la temperatura de trabajo (por ejemplo, 200 °C para PLA).
3. Coloca la bobina de filamento en el Portabobinas.
4. Introducí el extremo del filamento en el tubo PTFE y empújalo hasta que entre al extrusor(debe existir una forma para extruir manualmente, tengo que preguntar eso)
5. Limpia el exceso de filamento antes de comenzar a imprimir
6. Consejo: corta el extremo del filamento en punta para facilitar su entrada

3.c.iii: Calibración de ejes y extrusor

Una calibración correcta evita errores dimensionales y asegura que el material se deposite con precisión

Verificación básica:

- Mové los ejes X, Y y Z desde el menú y asegurate de que se desplacen sin trabas ni ruidos extraños.

- Comprueba que el movimiento de 10 mm en pantalla sea realmente de 10 mm en la impresora (podes medirlo con una regla o calibre).
- Revisa que el extrusor extruya el material correctamente sin saltos o ruidos.
- Si notas diferencias, Ajusta los steps/mm de cada eje en el firmware o desde el menú

3.c.iv: Preparación del archivo de impresión

Antes de enviar un modelo a la impresora, es necesario procesarlo en un software de laminado (slicer) para generar el archivo .gcode, que contiene todas las instrucciones que seguirá la impresora durante la impresión.

- Importar el modelo 3D: Abrir el archivo del objeto (formato .STL) en el slicer
- Seleccionar el material de impresión: Elegir TPU como filamento y cargar el perfil personalizado correspondiente a la impresora
- Configurar parámetros de impresión: Altura de capa, relleno, soporte y adherencia a la cama según las características de la pieza y ajustes específicos para TPU (como velocidad reducida y retracción mínima)
- Generar el archivo G-code: una vez ajustados todos los parámetros, exportar el archivo en formato .gcode y guardar el archivo en la computadora o en una tarjeta microSD para enviarlo a la impresora

3.c.v: Prueba inicial

Antes de una impresión real:

- Imprimí una pieza de prueba (como un cubo de calibración)
- Revisa la adhesión de la primera capa
- Ajusta la altura del eje Z si el filamento queda muy aplastado o no se pega bien
- Confirma que no haya vibraciones ni movimientos extraños durante la impresión

3.d. Uso del Software

3.d.i: Slicers compatibles

La impresora es compatible con los principales programas de laminado o “Slicers” del mercado, que permiten preparar los modelos 3D para su impresión. Por ejemplo:

- Ultimaker Cura
- PrusaSlicer
- Simplify3D

Estos programas generan archivos en formato .gcode, que contienen todas las instrucciones necesarias para la impresora, como movimientos, temperaturas y velocidades.

3.d.ii: Configuración de perfiles de impresión

Para obtener resultados óptimos, se recomienda crear un perfil personalizado de impresión que se ajuste a las características del equipo y del material utilizado

- Tamaño de la cama 300x300mm
- Altura de capa: entre 0,1 y 0,3mm según el detalle deseado
- Temperatura del hotend: 210-230° C para TPU
- Temperatura de la cama: 60° para TPU
- Velocidad de impresión: 20-30mm/s para TPU
- Diámetro de boquilla: 0.4mm
- Retracción: 2mm o menos, para evitar atascos

3.e. Preparación para imprimir

3.e.i: Iniciar una impresión

1. Encendido: conectar el cable de alimentación y encender el interruptor principal ubicado en la parte trasera de la impresora.

2. Preparación del filamento:

Calentar el extrusor desde el menú “Preparar → Calentar extrusor” (200–210 °C para PLA).

Introducir el filamento por el tubo PTFE hasta el extrusor.

Extruir unos milímetros para confirmar que el material fluye correctamente.

3. Nivelación de la cama:

Asegurarse de que la cama esté limpia, firme y correctamente nivelada.

En caso de tener auto nivelado, ejecutar el comando “Auto home” o “Nivelar cama”.

4. Carga del archivo:

Insertar la tarjeta SD con el archivo GCODE generado desde el slicer.

En el menú LCD, seleccionar “Imprimir desde SD” y elegir el archivo deseado.

Inicio: confirmar la impresión y esperar que el nozzle y la cama alcancen la temperatura configurada.

Observar las primeras capas para comprobar una buena adhesión a la cama y el flujo correcto del material.

3.e.ii: Monitoreo del proceso

Durante la impresión es importante supervisar el funcionamiento general del equipo:

- Verificar que el filamento se alimente sin interrupciones
- Controlar la adherencia de las capas y que no haya desplazamientos o deformaciones
- Evitar mover o golpear la impresora mientras esté trabajando
- Si se detecta un problema (por ejemplo, el filamento se enreda o el nozzle se obstruye), pausa la impresión desde el menú antes de intervenir
- No tocar el cabezal ni la cama mientras estén calientes

3.e.iii: Finalización y retirada de la pieza

- Esperar que el proceso finalice completamente y el cabezal regrese a la posición original
- Dejar que la cama se enfríe antes de retirar la pieza, para evitar deformaciones
- Si es necesario, usar una espátula o herramienta plástica para desprender la pieza con cuidado
- Apagar la impresora desde el interruptor principal
- Retirar el filamento si no se va a utilizar nuevamente, calentando el extrusor y extrayéndolo con suavidad
- Limpiar la superficie de la cama y revisar que no queden restos del material

Consejo: guardar los archivos GCODE utilizados en una carpeta aparte para futuras reimpresiones o ajustes

3.f. Mantenimiento

3.f.i: Limpieza general

- Limpiar regularmente la superficie de la cama con alcohol isopropílico y un paño suave para eliminar restos de filamento o adhesivo
- Retirar el polvo o residuos de los ejes, guías lineales y ventiladores con aire comprimido o un pincel fino
- Revisar el tubo PTFE y el extrusor para asegurarse de que no haya obstrucciones
- Mantener el entorno de trabajo libre de polvo y humedad
- Evitar el uso de solventes fuertes o productos abrasivos sobre las piezas plásticas

3.f.ii: Cambio de boquilla y lubricación de ejes

Cambio de boquilla:

- Calentar el extrusor a la temperatura de trabajo del material
- Con una herramienta adecuada, sostener el bloque calefactor y desenroscar la boquilla con cuidado
- Colocar la nueva boquilla y ajustar suavemente sin aplicar exceso de fuerza
- Verificar que no haya pérdida de material en la unión durante la próxima impresión

Lubricación de ejes:

- Aplicar una fina capa de grasa o aceite liviano sobre las guías lineales y varillas roscadas
- Desplazar manualmente los ejes X, Y y Z para distribuir uniformemente la lubricación
- No aplicar en exceso, ya que podría atraer polvos o residuos

3.f.iii: Revisión de correas, rodamientos y ventiladores

- Correas: comprobar la tensión de las correas de los ejes X e Y. deben estar firmes, pero no excesivamente tirantes. Ajustar con las tuercas tensoras si es necesario
- Rodamientos y carros: verificar que los movimientos sean suaves y sin ruidos extraños. Si hay fricción o trabas, limpiar y volver a lubricar las guías

- Ventiladores: revisar que los ventiladores del extrusor, fuente y placa madre funcionen correctamente y no estén bloqueados por polvo o filamento

Consejo: realizar una revisión general cada 50 horas de impresión o al menos una vez por mes si el uso es frecuente

3.g Solución de problemas

3.g.i: Fallos de impresión comunes

Problema	Posible causa	Solución
La primera capa no se adhiere a la cama	Cama sucia o mal nivelada	Limpiar la cama con alcohol isopropílico y volver a nivelar
Filamento no sale del nozzle	Boquilla obstruida o filamento mal insertado	Calentar el extrusor y purgar manualmente el filamento
a pieza se despegas o se levanta en las esquinas	Temperatura de cama baja o mala adhesión	Aumentar la temperatura de cama a 60 °C o usar Brim/Raft.
Capas desalineadas	Correas flojas o movimiento trabado	Revisar la tensión de las correas y lubricar guías.
Filamento se corta o atasca	Rueda dentada sucia o presión del extrusor incorrecta	Limpiar la rueda y ajustar la presión del resorte.
Superficie rugosa o con hilos	Temperatura del nozzle demasiado alta o retracción incorrecta	Bajar temperatura 5–10 °C y revisar configuración de retracción.

3.g.ii: Atascos de filamento

Los atascos pueden ocurrir por acumulación de material dentro del hotend o por el uso de filamento húmedo o de baja calidad.

Procedimiento de desatasco:

1. Calentar el extrusor a la temperatura del material
2. Retirar el filamento actual desde el menú “Mover eje → Extrusor”.

3. Si no se puede extraer, subir la temperatura unos grados mas y tirar suavemente
4. Insertar un nuevo filamento y extruir hasta que fluya sin interrupciones
5. Si persiste el atasco, desmontar el hotend y limpiar manualmente la boquilla con una aguja o aguja de limpieza

Consejo: almacenar el filamento en un lugar seco o con bolsas desecantes para evitar humedad

3.g.iii: Problemas de nivelación

Una cama mal nivelada puede generar piezas deformadas o que no se adhieran correctamente

Problemas y soluciones rápidas:

El nozzle esta muy alto: el filamento no se adhiere → bajar ligeramente la cama o ajustar el tornillo correspondiente.

El nozzle está muy bajo: el filamento se aplasta o no sale → subir un poco la cama.

La primera capa desigual: realizar una nueva nivelación con la hoja de papel en las cuatro esquinas y el centro.

Recomendación: verificar el nivel antes de cada impresión importante

3.g.iv: Mensajes de error de la SKR V1.4

La placa madre SKR V1.4 puede mostrar mensajes de error en la pantalla o por conexión USB

Mensaje / Código	Causa posible	Solución
THERMAL RUNAWAY	Sensor de temperatura desconectado o daño en el termistor	Apagar la impresora, revisar la conexión del termistor y el cartucho calefactor.
MINTEMP / MAXTEMP	Lectura fuera del rango permitido	Revisar sensores, cables y conectores del hotend o de la cama.
Homing Failed	Algún endstop no se activa o está mal cableado	Comprobar la conexión en la placa (E0, X-, Y-, Z-) y su funcionamiento manual.
SD Init Fail	La tarjeta SD no es reconocida	Extraer y volver a insertar; si falla, reformatear en FAT32 o probar otra tarjeta.

EEPROM Error	Error en la memoria interna del firmware	Regrabar o reiniciar la EEPROM desde el menú de configuración de Marlin.
--------------	--	--

3.h. Seguridad

3.h.i: Precauciones generales

Antes de encender la impresora se debe comprobar que todos los componentes estén correctamente conectados y en buen estado. Es importante evitar el contacto con partes calientes o móviles mientras el equipo esté en funcionamiento. La impresora debe colocarse sobre una superficie firme, lejos de materiales inflamables y en un área ventilada.

3.h.ii: Recomendaciones durante la impresión:

Durante la impresión no se recomienda dejar la máquina sin supervisión por largos períodos. Es necesario controlar la temperatura del hotend y de la cama caliente para prevenir sobrecalentamientos. Tampoco se deben tocar las piezas recién terminadas hasta que se enfríen completamente, ya que pueden causar quemaduras. Si se detectan ruidos o movimientos anormales, se debe pausar el trabajo y revisar el equipo.

3.h.iii: Manipulación de materiales:

Los filamentos deben almacenarse en lugares secos y alejados de la humedad para conservar su calidad. Al usar materiales como ABS o Nylon, se recomienda mantener una buena ventilación o utilizar sistemas de extracción, ya que pueden liberar vapores. Además, se deben usar guantes al manipular alcohol isopropílico u otros productos de limpieza empleados en la preparación de la cama o el mantenimiento del extrusor.

4. Anexo

4.a: Glosario de términos:

Extrusor: Componente encargado de fundir y depositar el filamento capa por capa para formar la pieza

Hotend: Parte del extrusor donde el filamento se calienta hasta alcanzar su punto de fusión

Cama caliente: Superficie donde se adhiere la pieza durante la impresión

G-code: Archivo que contiene las instrucciones que sigue la impresora para realizar la impresión

Slicer: Programa que convierte un modelo 3D en un archivo G-code, dividiendo el objeto por capa

Filamento: Material plástico utilizado para imprimir

4.b: Recursos y enlaces útiles:

4.c: Contacto y soporte técnico:

Para asistencia técnica o consultas sobre el funcionamiento de la impresora, comunicarse con el desarrollador del proyecto. <https://vzaccari33.wixsite.com/upfeet>