PÓSTER DE REFERENCIA PARA TALLER DE IMPRESIÓN 3D

Parámetros de Filamentos · Fórmulas de Laminación · Tolerancias · G-Code y Diagnóstico (2026)

1. MATRIZ TÉRMICA Y DE CAMA PARA FILAMENTOS (8 MATERIALES CLAVE)

BOQUILLA ESTÁNDAR: 0.4 MM

Filamento	Boquilla (°C)	Cama (°C)	Superficie & Adherencia	Cabina / Carcasa	Ventilador Capa	Velocidad	Contracción	Nota Crítica de Taller
PLA / PLA+	195 – 215	50 – 60	PEI Liso/Rugoso, Cristal	Abierta (puerta/tapa abiertas)	100% (desde capa 2)	60 – 300 mm/s	0.2 – 0.3 % (Baja)	Evitar acumulación de calor en el extrusor; temp ambiente ≤ 45°C.
PETG	230 – 250	70 – 85	PEI texturizado, Barra pegamento	Abierta o ventilada	30 – 50% (Moderado)	50 – 180 mm/s	0.4 – 0.6 % (Media)	Nunca imprimir sobre PEI liso sin agente separador (puede arrancar la lámina).
ABS / ASA	245 – 265	100 – 110	PEI liso, Dimafix, Papilla ABS	Cabina cerrada (45-60°C)	0 – 15% (Mín/Apagado)	40 – 150 mm/s	1.4 – 2.0 % (Alta)	ASA ideal exterior y UV. Cero corrientes de aire; ventilación/filtro COV.
TPU (95A)	215 – 235	30 – 50	PEI texturizado, Barra pegamento	Abierta	50 – 80%	20 – 45 mm/s	0.5 – 1.0 % (Flexible)	Extrusor directo imprescindible; retracción desactivada o ≤ 1.5 mm.
PA-CF (Nylon-CF)	270 – 300	80 – 100	Adhesivo Magigoo PA, PEI	Cerrada (50-70°C)	0 – 20%	40 – 120 mm/s	0.3 – 0.6 % (Estable)	Boquilla de acero endurecido obligatoria. Secar 8-12h a 80°C antes de imprimir.
PC (Policarbonato)	270 – 310	110 – 125	Magigoo PC, PEI alta temp	Cabina calefactada activa (65°C+)	0 – 20%	30 – 90 mm/s	1.0 – 1.5 % (Muy alta)	Máxima resistencia al impacto; tendencia extrema a despegarse sin cabina.
PVA (Soporte)	190 – 210	45 – 60	PEI, Barra pegamento	Abierta	50 – 100%	30 – 60 mm/s	0.2 – 0.4 %	Soporte soluble en agua para PLA. Muy sensible a humedad; guardar sellado.

2. FÓRMULAS DE BOQUILLA Y CALIBRACIÓN

- **Regla de Altura de Capa:**
  `Mín: 0.25 × D | Máx: 0.75 × D (0.4mm → 0.10 - 0.30mm)`
- **Ancho de Línea Estándar:**
  `Recomendado: 1.10 a 1.25 × D (Boquilla 0.4mm → 0.45 - 0.50mm)`
- **Flujo Volumétrico Máximo:**
  `Q (mm³/s) = Ancho × Altura × Velocidad`
  Boquilla estándar: ~15-20 mm^3/s | CHT/Volcano: 30-45 mm^3/s.
- **Calibración E-Steps Extrusor:**
  `Nuevos Steps = (Steps actuales × 100) / Longitud real`
- **Material de la Boquilla:**
  • Latón : Máxima conductividad térmica, se desgasta con CF.
  • Acero Templado : Para CF/GF/Glow, temp boquilla +5-10°C.

3. LAMINACIÓN Y RESISTENCIA

- **Paredes > Relleno (Perímetros):**
  4 paredes aportan mayor resistencia a flexión que un relleno del 60%.
  `Pieza funcional: 4-5 paredes + 25-35% relleno`
- **Patrón de Relleno Óptimo:**
  • Giroide : Resistencia isotrópica uniforme en X/Y/Z.
  • Rejilla / Triángulos : Rápido pero riesgo de colisión boquilla.
- **Posición de Costura (Z-Seam):**
  Configurar en *Arista más afilada*. Activar Scarf Seam para suavizar.
- **Pressure Advance / Linear Advance:**
  Evita abultamientos en esquinas y subextrusión en cambios de ritmo.

4. COMANDOS G-CODE Y KLIPPER

- `G28`: Auto Home de todos los ejes.
- `G29`: Nivelación de cama (Bed Mesh Leveling).
- `M104 S[T]`: Calentar boquilla (sin esperar).
- `M109 S[T]`: Calentar boquilla y esperar objetivo.
- `M140 / M190`: Calentar cama / esperar objetivo.
- `M106 S255`: Ventilador capa 100% / `M107`: Apagar ventilador.
- `G92 E0`: Reiniciar distancia del extrusor a cero.
- `M83`: Modo de extrusión relativa (estándar moderno).
- `M500`: Guardar ajustes en la EEPROM.
- **Macros Klipper:** `BED_MESH_CALIBRATE`, `PID_CALIBRATE HEATER=extruder TARGET=220`

5. DIAGNÓSTICO CRÍTICO DE FALLOS EN IMPRESIÓN 3D (8 MATRICES DE TALLER)

Síntoma y Defecto	Causa Raíz	Remedio de Taller y Acción Correctiva	Parámetro Clave
1. La 1ª capa no se adhiere	Boquilla demasiado alta (Z-offset incorrecto) o grasa/suciedad en la superficie.	Lavar la base con agua caliente y jabón neutro; bajar Z-offset 0.05 mm (aplastamiento óptimo).	Z-Offset / Desengrasar
2. Warping & Esquinas levantadas	Contracción térmica asimétrica por enfriamiento rápido; corrientes de aire.	Subir temp cama +5-10°C; añadir borde (Brim) de 5-8 mm; cerrar cabina, apagar ventilador capa.	Brim / Ventilo 0%
3. Hilos / Hilachas (Stringing)	Retracción insuficiente o filamento húmedo; temp de impresión excesiva.	Bajar temp boquilla en pasos de 5°C; calibrar distancia/velocidad retracción; secar filamento 6h.	Retract : 0.8-2mm
4. Desplazamiento de capa (Shift)	Tensión de correas inadecuada; colisión de boquilla con relleno; pérdida de pasos.	Tensar correas a 110-150 Hz; cambiar relleno a giroide; comprobar corriente drivers motor.	Correas / Giroide
5. Sobreextrusión / Aspereza	Flujo (Flow rate) demasiado alto; diámetro de filamento superior a 1.75 mm.	Imprimir cubo hueco pared única; medir grosor con calibre digital; reducir flujo a 93-96%.	Flujo : 0.95
6. Delaminación entre capas	Fusión deficiente entre capas; ventilador capa excesivo; boquilla fría.	Aumentar temp boquilla +10°C; reducir ventilador al 20-30%; evitar corrientes de aire frío.	Temp +10°C
7. Atasco por Heat Creep	El calor asciende hacia la garganta (coldend); ventilador de disipador averiado.	Verificar ventilador de disipador; mantener retracción ≤ 2 mm; aplicar pasta térmica al heatbreak.	Ventilador Hotend
8. Chasquidos & superficie rugosa	El filamento absorbió humedad del ambiente (naturaleza higroscópica).	El filamento húmedo se vuelve quebradizo y pierde 50% de resistencia. Secar 6-8h en horno/secador.	Secado Filamento

6. TOLERANCIAS DE AJUSTE MECÁNICO

- **Ajuste a Presión (Press Fit):**
  • Holgura: **0.10 – 0.15 mm**
  Alojamientos de rodamientos y tapas a presión.
- **Unión Deslizante / Eje (Sliding):**
  • Holgura: **0.25 – 0.35 mm**
  Ejes rotativos, bisagras y articulaciones.
- **Print-in-Place (De una pieza):**
  • Holgura: **0.30 – 0.40 mm**
  Mecanismos articulados sin montaje posterior.
- **Paso Libre (Tornillo Pasante):**
  • Holgura: **0.40 – 0.50 mm**.

7. MEDIDAS PARA INSERTOS ROSCADOS

Rosca	Diámetro Agujero	Profundidad	Avellanado
Inserto M2	3.2 – 3.3 mm	4.5 mm	+0.2 mm
Inserto M3 (Std)	4.0 – 4.2 mm	5.5 mm	+0.3 mm
Inserto M4	5.6 – 5.8 mm	7.5 mm	+0.4 mm
Inserto M5	6.8 – 7.0 mm	9.0 mm	+0.5 mm

**Ajustar soldador a 220°C e insertar en vertical.*

8. ATOMIC COLD PULL & METRAJE

- **Protocolo Cold Pull Paso a Paso:**
  1. Calentar a 230°C, empujar firmemente Nylon/PLA.
  2. Apagar calentador, enfriar a 90°C (PETG: 110°C, Nylon: 130°C).
  3. Liberar palanca del extrusor, tirar con fuerza en vertical de un solo golpe.
- **Metraje por Bobina de 1 kg (1.75 mm):**
  • PLA : ~335 m | • PETG : ~325 m
  • ABS : ~400 m | • TPU : ~340 m