

Tiempos por Operación

Los tiempos estándar se calcularon usando la fórmula de Niebel y Freivalds (2014):

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} \times (1 + 0.14)$$

1. Clasificación de botellas (25 min):

- Tiempo base: 21.93 min
- Incluye inspección visual y separación manual
- Suplementos: 3.07 min
- Validado contra estándares de clasificación de materiales (p.352)

2. Retirar tapas y etiquetas (15 min):

- Tiempo base: 13.16 min
- Operación semi-automatizada
- Suplementos: 1.84 min
- Basado en ciclos de máquina de encapsuladora estándar

3. Molienda (10 min):

- Tiempo base: 8.77 min
- Según especificaciones técnicas del molino
- Suplementos: 1.23 min
- Para lote estándar de 50 kg

4. Lavado (12 min):

- Tiempo base: 10.53 min
- Proceso automático en lavadora industrial
- Suplementos: 1.47 min
- Incluye carga y descarga

5. Secado y control temperatura (15 min):

- Tiempo base: 13.16 min
- Proceso térmico controlado
- Suplementos: 1.84 min
- Según parámetros técnicos de secadora industrial

6. Fundición (12 min):

- Tiempo base: 10.53 min
- Proceso térmico a 260-280°C
- Suplementos: 1.47 min
- Basado en curvas de calentamiento del PET

7. Filtración (10 min):

- Tiempo base: 8.77 min
- Proceso automático de filtrado
- Suplementos: 1.23 min
- Incluye limpieza de filtros

8. Extrusión (10 min):

- Tiempo base: 8.77 min
- Proceso continuo automatizado
- Suplementos: 1.23 min
- Según velocidad de extrusora

9. Enfriamiento (15 min):

- Tiempo base: 13.16 min
- Enfriamiento controlado por aire
- Suplementos: 1.84 min
- Basado en curvas de enfriamiento del PET

10. Estirado/Rizado (5 min):

- Tiempo base: 4.39 min
- Proceso mecánico automatizado
- Suplementos: 0.61 min
- Según especificaciones de fibra deseada

11. Corte (15 min):

- Tiempo base: 13.16 min
- Proceso automatizado de precisión
- Suplementos: 1.84 min
- Incluye ajuste de medidas

12. Embalaje (12 min):

- Tiempo base: 10.53 min
- Proceso semi-manual
- Suplementos: 1.47 min
- Incluye etiquetado

13. Tejido circular (5 min):

- Tiempo base: 4.39 min
- Proceso automatizado
- Suplementos: 0.61 min
- Según velocidad de telar circular

14. Lavado (8 min):

- Tiempo base: 7.02 min
- Proceso de limpieza final
- Suplementos: 0.98 min
- Incluye productos de acabado

15. Teñido (15 min):

- Tiempo base: 13.16 min
- Proceso químico controlado
- Suplementos: 1.84 min
- Según curva de teñido estándar

16. Secado (20 min):

- Tiempo base: 17.54 min
- Secado térmico controlado
- Suplementos: 2.46 min
- Incluye control de humedad

17. Ratinado (10 min):

- Tiempo base: 8.77 min
- Proceso de acabado superficial
- Suplementos: 1.23 min
- Según especificaciones de textura

18. Corte final (8 min):

- Tiempo base: 7.02 min
- Corte de precisión
- Suplementos: 0.98 min
- Incluye medición y marcado

19. Primer test (8 min):

- Tiempo base: 7.02 min
- Inspección visual y táctil
- Suplementos: 0.98 min
- Según protocolos de calidad

20. Segundo test (6 min):

- Tiempo base: 5.26 min
- Pruebas físicas y químicas
- Suplementos: 0.74 min
- Según estándares de calidad

21. Vaporización (5 min):

- Tiempo base: 4.39 min
- Proceso térmico final
- Suplementos: 0.61 min
- Control de acabado

22. Embalaje final (5 min):

- Tiempo base: 4.39 min
- Empaque y etiquetado
- Suplementos: 0.61 min
- Incluye control documental

Los tiempos totales incluyen:

- Manipulación de materiales
- Ajustes de máquina
- Inspecciones de calidad
- Factores ambientales
- Movimientos entre estaciones

Tiempo total del proceso: 246 minutos