

Lineamientos de funcionalidad (LF)

Los lineamientos de funcionalidad se utilizan para valorar la capacidad del dispositivo para cumplir con eficacia su propósito dentro de la recolección manual del algodón, teniendo en cuenta su desempeño en condiciones reales de uso. Estos criterios abordan aspectos como el cumplimiento de la función, versatilidad, resistencia, durabilidad, mantenimiento, calidad de acabados y estabilidad durante la operación.

Su aplicación asegura que el dispositivo satisfaga las exigencias del entorno agrícola, propiciando un funcionamiento confiable, continuo y seguro. Los lineamientos de funcionalidad no deben entenderse de manera aislada, sino como un sistema integrado que asegura la viabilidad técnica, operativa y práctica del dispositivo en el contexto de trabajo.

Referentes metodológicos utilizados en la formulación de los lineamientos de funcionalidad

La elaboración de los lineamientos de funcionalidad se basa en principios de diseño de producto e ingeniería, dirigidos a asegurar el correcto funcionamiento del dispositivo en condiciones reales de uso.

Estos referentes incluyen criterios relacionados con la funcionalidad, resistencia, durabilidad, mantenimiento, estabilidad y comportamiento del sistema, los cuales permiten evaluar la capacidad del dispositivo para cumplir su propósito dentro del proceso de recolección manual de algodón.

Estos elementos no se emplean como instrumentos de medición directa dentro del estudio, sino como bases técnicas para orientar la definición de criterios aplicables al diseño del dispositivo.

Tabla 4. Referentes utilizados en la formulación de los lineamientos de funcionalidad y su aplicación principal

Referente	Aplicación principal en los lineamientos
Ingeniería de diseño de producto	Definición de funcionalidad, desempeño y requisitos técnicos
Principios de diseño industrial	Configuración formal, acabados y percepción de calidad
Ingeniería de materiales	Resistencia, durabilidad y comportamiento estructural
Mantenimiento centrado en el usuario	Facilidad de limpieza, reparación y conservación
Diseño para el uso en contexto (entorno agrícola)	Adaptación a condiciones reales de operación
Seguridad en el diseño de productos	Prevención de riesgos durante el uso

Nota. Referentes técnicos empleados como base para la formulación de los lineamientos de funcionalidad del estudio

LF1. Funcionalidad general del dispositivo

El dispositivo debe cumplir su función de asistencia durante la recolección manual de algodón, integrándose al flujo real de trabajo sin aumentar la carga física del trabajador, sin generar movimientos adicionales innecesarios y sin sustituir su rol en la actividad. Su funcionamiento debe contribuir a reducir la exposición a posturas forzadas, repetitividad, transporte corporal directo de cargas y levantamientos manuales.

Vacío identificado en el mercado

Los dispositivos existentes pueden presentar limitaciones en el cumplimiento

de su función principal, afectando su utilidad real en el contexto de trabajo agrícola.

Problema que resuelve

Algunos dispositivos no logran integrarse adecuadamente al proceso de recolección, generando ineficiencia, incomodidad o abandono de su uso por parte del trabajador.

Guía de diseño

Se recomienda diseñar el dispositivo en función de las actividades reales de recolección, asegurando compatibilidad con los movimientos, tiempos y dinámica de trabajo del usuario.

LF2. Versatilidad del dispositivo

El dispositivo debe mantener su funcionalidad en diferentes condiciones propias del cultivo de algodón, incluyendo variaciones en la altura de la planta, distancia entre surcos, irregularidad del terreno, ritmo de recolección y características corporales del trabajador. Esta versatilidad debe evitar que el usuario adopte posturas compensatorias, esfuerzos adicionales o maniobras forzadas para adaptar el dispositivo al contexto de trabajo.

Vacío identificado en el mercado

Los dispositivos actuales pueden tener limitaciones para adaptarse a distintas condiciones de uso, como cambios en el terreno, posturas del trabajador o dinámicas del cultivo.

Problema que resuelve

Esta falta de versatilidad puede limitar el uso del dispositivo a condiciones específicas, lo que reduce su utilidad, eficiencia y aceptación por parte del trabajador en situaciones reales de trabajo.

Guía de diseño

Se sugiere diseñar el dispositivo con la capacidad de adaptarse a diferentes escenarios de trabajo, incluyendo ajustes, configuraciones o componentes que permitan su uso en diversas condiciones sin que afecte a su funcionalidad.

LF3. Resistencia del dispositivo

El dispositivo debe soportar los esfuerzos mecánicos derivados de la recolección, transporte, acopio y descarga del algodón, sin deformarse, romperse o generar inestabilidad durante la tarea. Su resistencia debe prevenir fallas estructurales que obliguen al trabajador a realizar sobreesfuerzos, levantar cargas manualmente o adoptar posturas inseguras para continuar la actividad.

Este lineamiento se refiere al comportamiento estructural del dispositivo en su conjunto como sistema durante su uso.

Vacío identificado en el mercado

Los equipos existentes pueden presentar fallas estructurales o agotamiento prematuro debido a que no se han

considerado las condiciones reales de uso en entornos agrícolas.

Problema que resuelve

La poca resistencia del dispositivo puede provocar deformaciones, roturas o fallos en su uso, lo que afecta la seguridad del trabajador, la continuidad de la tarea y la vida útil del producto.

Guía de diseño

Se recomienda seleccionar los materiales y sistemas constructivos apropiados que soporten las condiciones de uso agrícola, teniendo en cuenta factores como resistencia mecánica, desgaste, humedad, suciedad y continua manipulación.

LF4. Durabilidad del dispositivo

El dispositivo debe conservar su desempeño funcional durante el uso continuo en campo, manteniendo sus condiciones de operación sin deterioro prematuro que incremente la carga física del trabajador. La durabilidad debe garantizar que los sistemas de apoyo, transporte, acopio, agarre, ajuste y descarga funcionen de manera estable durante la jornada y en ciclos repetidos de uso agrícola.

En LF4 se trata la durabilidad funcional del dispositivo, mientras que en LM3 se considera la durabilidad propia de los materiales frente al uso, la humedad, la radiación solar, el polvo y el desgaste.

Vacío identificado en el mercado

Los dispositivos existentes pueden presentar deterioro prematuro debido al uso continuo, exposición a condiciones ambientales y desgaste de sus componentes, lo que afecta su vida útil.

Problema que resuelve

La poca durabilidad del dispositivo puede producir fallas repetidas, necesidad de reemplazarlo con frecuencia y aumento de los costos, y también puede interrumpir la continuidad de la tarea.

Guía de diseño

Se aconseja usar materiales resistentes al desgaste, sistemas constructivos robustos y componentes que conserven su funcionamiento en condiciones ambientales como humedad, polvo, exposición al sol y uso prolongado.

LF5. Mantenimiento preventivo del dispositivo

El dispositivo debe permitir acciones de mantenimiento preventivo básico, simples y seguras, que puedan ser realizadas por el trabajador capacitado o responsable operativo, sin exigir maniobras complejas ni esfuerzos físicos adicionales. El mantenimiento debe favorecer la continuidad funcional del sistema, prevenir fallas durante la jornada y evitar que el trabajador utilice el dispositivo en condiciones que aumenten la carga física o comprometan su seguridad.

Nota: Cuando el dispositivo incorpore componentes de pesaje o registro de la producción, éstos deberán ser incluidos dentro del mantenimiento preventivo básico, considerando limpieza, revisión visual, verificación de funcionamiento y protección frente a polvo, humedad, golpes o residuos del algodón. El trabajador deberá ser capacitado para reconocer fallas sencillas o indicios de mal estado, pero no debe asumir reparaciones técnicas especializadas.

Vacío identificado en el mercado

Algunos equipos agrícolas tienen sistemas de mantenimiento complejos que dependen de herramientas especiales, repuestos difíciles de conseguir o de la ayuda de técnicos externos. Esta situación puede limitar el uso continuo en contextos rurales y favorecer el deterioro progresivo del dispositivo.

Problema que resuelve

El no realizar el mantenimiento preventivo, puede causar que durante la jornada se presenten fallas, pérdida de funcionalidad, aumento del esfuerzo físico, riesgos para el trabajador y disminución de la vida útil del dispositivo. Además, ante la falta de orientación sobre limpieza, revisión y cuidado básico por parte del usuario, podría llegar a utilizar el dispositivo en condiciones inseguras o ineficientes.

Guía de diseño

Se recomienda que el dispositivo incorpore componentes de fácil acceso para limpieza, revisión visual, ajuste básico y lubricación, cuando proceda. Las tareas de mantenimiento preventivo deben poder ser realizadas mediante instrucciones claras, preferentemente con apoyo de pictogramas o códigos visuales. El trabajador deberá ser instruido en forma básica sobre el uso correcto del dispositivo, sobre cómo identificar las señales de deterioro, sobre la limpieza que debe realizar al final de su jornada y sobre las acciones preventivas que puede realizar sin peligro.

Las reparaciones correctivas, cambios estructurales o intervenciones técnicas complejas deben ser realizadas por personal capacitado o servicio técnico especializado.

LF6. Acabados del dispositivo

El dispositivo debe contar con acabados seguros, continuos, lisos, protegidos y fáciles de limpiar, especialmente en las zonas de contacto, agarre, apoyo, acopio y descarga. Estos acabados deben prevenir cortes, fricción, atrapamientos, acumulación de residuos o molestias de contacto que puedan afectar la seguridad, el confort y la aceptación del dispositivo durante el uso prolongado en campo.

Vacío identificado en el mercado

Los dispositivos actuales pueden tener acabados de mala calidad, con bordes irregulares, superficies rugosas o uniones incorrectas, lo cual afecta a la

seguridad, la durabilidad y la percepción del usuario.

Problema que resuelve

Los acabados inadecuados pueden dar lugar a riesgos de lesión (cortes, raspaduras), acumulación de suciedad, deterioro prematuro y rechazo del dispositivo por parte del usuario.

Guía de diseño

Se recomienda que los bordes, uniones, superficies de contacto, componentes expuestos sean continuos, protegidos y libres de irregularidades. Los acabados deben evitar cortes, atrapamiento, fricciones excesivas, acumulación de suciedad o desprendimiento de pieza durante su operación en el campo.

LF7. Estabilidad del dispositivo

El dispositivo debe mantener estabilidad estructural y operativa durante la recolección, desplazamiento, acopio y descarga del algodón, evitando volcamiento, movimientos inesperados o pérdida de control. Esta estabilidad debe contribuir a disminuir compensaciones posturales, esfuerzos de corrección, sobrecarga en miembros superiores e inferiores y riesgo de accidentes en terreno agrícola irregular.

El LF7 se centra en la estabilidad estructural y operativa del dispositivo; el LB4 se centra en la estabilidad corporal del trabajador durante la interacción con el dispositivo.

Vacío identificado en el mercado

Los dispositivos actuales pueden mostrar inestabilidad en su uso, muy especialmente en terrenos irregulares, lo cual compromete la seguridad y dificulta su manejo.

Problema que resuelve

La inestabilidad puede producir una pérdida de control del dispositivo, aumentar el riesgo de accidentes, afectar la precisión de la tarea y generar desconfianza en el usuario.

Guía de diseño

Se recomienda que el diseño del dispositivo cuente con una base estable, una adecuada distribución del peso, sistemas de apoyo eficientes y una geometría que favorezca el equilibrio durante su uso y desplazamiento.

LF8. Sistema de pesaje y registro de la producción recolectada

El dispositivo debe incorporar un sistema de pesaje o registro de producción que permita cuantificar el algodón recolectado sin exigir al trabajador el transporte corporal directo de sacos pesados. Este sistema debe apoyar el control del pago por kilogramo, reducir la manipulación manual de cargas, facilitar la descarga y evitar levantamientos repetidos de bultos durante la jornada.

Vacío identificado en el mercado

Los sistemas tradicionales de recolección manual dependen del uso de sacos o bultos que el trabajador carga, transporta y entrega para el pesaje final. Esta condición lo expone permanentemente a cargas excesivas y obliga al trabajador a levantar pesos elevados para comprobar su producción.

Problema que resuelve

En la recolección de algodón a mano, el obrero se paga por los kilos que recoja. Esta forma de remuneración requiere pesar o registrar la producción individual; sin embargo, en la práctica, el trabajador debe llenar, cargar, transportar y entregar sacos o bultos que pueden alcanzar entre 45 y 60 kg, exponiéndose a una alta manipulación manual de cargas.

Esta situación aumenta la carga física sobre la columna lumbar, hombros, cuello, miembros superiores e inferiores, en especial durante las labores de acarreo, carga y descarga del algodón recolectado. También, continúa exigiendo trasladar parte del peso sobre el cuerpo del trabajador como parte del control de la producción.

De esta forma, la idea de este proyecto es resolver la necesidad de registrar la cantidad de algodón cosechada sin que el trabajador cargue grandes volúmenes directamente sobre su cuerpo, manteniendo el sistema de pago por kilogramo, pero reduciendo la exposición a cargas excesivas.

Guía de diseño

Se recomienda que el dispositivo incorpore un sistema de pesaje o registro acumulador del algodón recolectado, preferentemente integrado al contenedor, depósito, carrito o sistema de acopio del dispositivo. Este sistema puede ser mecánico, digital o mixto, siempre que sea resistente, de fácil lectura, sencillo de usar y compatible con las condiciones del campo.

El sistema debe permitir identificar la cantidad de algodón recolectado por el trabajador, registrar el peso acumulado durante la jornada y facilitar la descarga del material sin exigir levantamientos manuales.

El sistema de pesaje, cuando se utilice como base para el pago por kilogramo, deberá garantizar la confiabilidad, trazabilidad y verificación del dato registrado, evitando errores que puedan afectar al trabajador o al empleador.

Fundamento de los lineamientos de funcionalidad

En ingeniería de diseño, se entiende por funcionalidad de un producto la capacidad que éste tiene para cumplir eficazmente el propósito para el cual fue creado, manteniendo un desempeño adecuado en condiciones reales de uso. En ese sentido, el dispositivo asistido debe responder de forma coherente a las exigencias de la recolección manual de algodón, integrándose al proceso sin interferir negativamente en la dinámica de trabajo.

La versatilidad se refiere a la aptitud del dispositivo para ajustarse a distintos escenarios, usuarios y condiciones ambientales, algo indispensable en contextos agrarios marcados por gran variabilidad. La resistencia y la durabilidad, por su parte, aseguran que el dispositivo pueda soportar las condiciones de uso y continúe funcionando con el paso del tiempo, evitando deterioros prematuros o fallas estructurales.

El mantenimiento es una pieza clave en entornos rurales, donde los usuarios necesitan soluciones prácticas que no dependan de herramientas complejas ni

de asistencia técnica especializada. En este sentido, el diseño debe facilitar la limpieza, el ajuste y la reparación sencilla del dispositivo.

De manera complementaria, el sistema de pesaje y registro de la producción recolectada fortalece la funcionalidad del dispositivo, al permitir el control de los kilogramos recolectados sin exigir al trabajador el transporte corporal directo de bultos pesados. Este criterio favorece la continuidad del sistema de pago por kilogramo y contribuye a reducir la manipulación manual de cargas.

Los acabados del producto influyen tanto en la seguridad como en la percepción de calidad, ya que una superficie adecuada, bordes seguros y uniones firmes reducen los riesgos de lesión y mejoran la aceptación del dispositivo. Por último, la estabilidad garantiza el control del sistema mientras se está utilizando y se está desplazando, especialmente en terrenos irregulares, lo cual contribuye a la seguridad y la eficiencia del trabajador. En conjunto, estos fundamentos permiten establecer criterios de diseño orientados a garantizar un dispositivo funcional, seguro y adecuado para su implementación en condiciones reales de recolección manual del algodón.