

**NOTA TÉCNICA**

## **Enmiendas en la norma NC ISO 8224 (1<sup>ra</sup> parte) relacionadas con máquinas de riego móviles (enrolladores)**

### *Amendments in the standard NC ISO 8224 (1<sup>st</sup> part) related traveller irrigation machines (reel machines)*

Esequiel Rolando Jiménez Espinosa<sup>1</sup>

**RESUMEN.** El trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola con el objetivo de ampliar el campo de aplicación de la norma NC ISO 8224-1. Esta norma cubana, traducida cuidadosamente de la ISO 8224-1, establece los procedimientos para el ensayo en laboratorio y campo de las máquinas de riego móviles. Se proponen modificaciones para el caso de la máquina tipo 1 (enrollador) sobre las barras con difusores (alas piovanas), donde se hacen menciones de la misma, pero no se establecen cálculos, ni procedimientos. Las propuestas de modificación se realizan en seis epígrafes, donde se incluyen dos esquemas, una tabla y dos fórmulas relacionadas con el ala piovana. Finalmente se obtiene una norma cubana con mayores posibilidades de utilización ya que el ala piovana es un sistema de distribución de agua muy utilizado en el país.

**Palabras clave:** barra con difusores, norma cubana

**ABSTRACT.** The work was carried out in the Research Institute of Agricultural Engineering with the objective of enlarging the application field of the standard NC ISO 8224-1. This Cuban standard, translated faithfully from the ISO 8224-1, establishes the procedures for the test in laboratory and field of the traveller irrigation machines. The modifications are intended for the case of the machine type 1 (reel machine) about the boom with sprayers, where mentions of the same one are made, but calculations neither procedures aren't established. The modification proposals are carried out in six epigraphs, where two outlines, a chart and two formulas are included, and in the chart 1, where variables related with the boom with sprayers are included. Finally a Cuban standard is obtained with more use possibilities because the boom with sprayers is a water distribution system very used in the country.

**Keywords:** boom with sprayers, Cuban standard

## **INTRODUCCIÓN**

El perfeccionado técnico de las máquinas de riego con enrolladores ha concedido gran expansión de su utilización en el Mundo. En Cuba se están utilizando ampliamente; debido a su fácil explotación y amplio uso en condiciones adversas que ha motivado la aceptación de los mismos por parte de los productores. Cuenta el país, con varias marcas de estas máquinas; que a su vez, presentan una amplia diversidad de particularidades técnicas; las cuales no han sido estudiadas detalladamente, en su inter-relación con el medio ambiente.

Los primeros estudios del riego con estos equipos se han desarrollado en el Instituto de Investigaciones de Ingeniería

Agrícola por Montero *et al.* (2009), donde determinaron los parámetros adecuados de explotación de la técnica de riego de referencia para la plantación del plátano por el sistema extradenso, además se lleva a cabo un proyecto de investigación para valorar estos equipos desde el punto de vista técnico y económico trabajando en diferentes sistemas de producción. Tal es así que Montero *et al.* (2010) realizaron un diagnóstico inicial para detectar las principales dificultades en la explotación de esta técnica de riego en diversos escenarios productivos.

En el riego con enrolladores existe una modalidad de barra con difusores (ala piovana) para el riego de cultivos de porte bajo que tiene la ventaja que durante su funcionamiento requiere de baja presión de trabajo.

**Recibido** 24/07/10, **aprobado** 31/03/11, **trabajo** 37/11, **nota técnica**

<sup>1</sup> Investigador Agregado. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. Ave. Camilo Cienfuegos y Calle 27. Apdo. 6090, Arroyo Naranjo, La Habana, Cuba. E-✉: [esequiel@iagric.cu](mailto:esequiel@iagric.cu)

Como todo proceso, existen metodologías internacionales para valorar la calidad de riego de estos sistemas como es la ISO 8224 (1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> parte). El Comité Técnico de Normalización (CTN 89) elabora y revisa todas las normas relacionadas con la mecanización. Como miembros de este comité, Domínguez (2011) y Jiménez (2011) publicaron la NC ISO 8224 (1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> parte respectivamente) que es una traducción exacta de la norma antes mencionada. Esta norma establece los métodos de ensayo para evaluar el riego, así como la calidad de la tubería utilizada en el mismo. Después de la traducción exacta de la ISO 8224 (1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> parte) para ser llevada a norma cubana, se detectó que no se detallaban los procedimientos para los enrolladores con ala piovana, por lo que el objetivo de este artículo es *ampliar el campo de aplicación de la norma NC ISO 8224-1, para el caso del enrollador con ala piovana.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. Se analizaron todos los epígrafes de la misma, y se hicieron inclusiones en los siguientes:

- Epígrafe 3.2: enrollador (sobre el concepto y la Figura 1)
- Epígrafe 3.10: franja de riego; banda (modificación de párrafo para incluir el ala piovana)

- Tabla 1 Símbolos (inclusión de dos parámetros con sus símbolos)
- Epígrafe 8.3.2: Disposición de los colectores en el terreno (modificación de párrafo y Figura 9 para incluir el ala piovana)
- Epígrafe 8.4.1.1: Láminas de aplicación de agua para una línea (inclusión de tabla para ala piovana y explicación de la misma)
- Epígrafe 8.4.2.2: Datos experimentales de uniformidad para líneas transversales (inclusión de fórmula para enrollador con ala piovana).
- Epígrafe 8.4.2.3: Datos experimentales de uniformidad para una franja ((inclusión de fórmula para enrollador con ala piovana).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran las inclusiones realizadas en cada uno de las partes y epígrafes de la norma NC ISO 8224-1. Se detalla el contenido original y la propuesta de inclusión. En las Figuras de la 1 a la 5 se reflejan los cambios propuestos. Con esto se logra mayor entendimiento del documento y se amplían las posibilidades mediante los procedimientos del enrollador con ala piovana.

**TABLA 1. Inclusiones propuestas por partes y epígrafes en la norma NC ISO 8224-1, sobre enrolladores con ala piovana**

Parte o epígrafe de la norma NC ISO 8224-1	Contenido original	Contenido incluido
Epígrafe 3. 2	Concepto y Figura 1 relacionada con el esquema de funcionamiento de la máquina de riego móvil del tipo 1 (enrollador).	En vez de Figura 1, desglosarla en dos (a y b), donde la Figura 1b representa el esquema del enrollador con ala piovana.(ver Figura 1)
Epígrafe 3.10	Porción de terreno regado de manera secuencial por una maquina móvil de riego, que esta formada normalmente por un rectángulo de unos pocos decámetros de anchura por unos pocos centenares de metros de longitud, con una zona efectiva mojada por el sistema de distribución de agua que supera de forma significativa las dimensiones de la franja, especialmente en anchura; a menudo es necesario realizar un solapamiento de las zonas mojadas previstas en las franjas contiguas de forma que se mantenga una uniformidad aceptable del volumen de agua aplicado sobre todo el terreno.	.....con una zona efectiva mojada por el sistema de distribución de agua que supera de forma significativa las dimensiones de la franja especialmente en anchura (para el caso de cañón), y con una zona efectiva mojada igual a las dimensiones de la franja (para el caso de ala piovana); para el caso de cañón, a menudo es necesario realizar un solapamiento de las zonas mojadas previstas en las franjas contiguas de forma que se mantenga una uniformidad aceptable del volumen de agua aplicado sobre todo el terreno.
Tabla 1	Contiene todos los símbolos que se utilizan en la norma, y su significado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Símbolo <b>L<sub>a</sub></b>: Longitud del ala piovana</li> <li>• Símbolo <b>h<sub>AM</sub></b>: lámina de aplicación media en la línea <b>i</b> recogida mientras el sistema de distribución de agua se mueve por un segmento igual a la anchura mojada de los difusores, en milímetros;</li> <li>• Símbolo <b>v<sub>AM</sub></b>: velocidad de avance del sistema de distribución de agua en la línea <b>i</b>, calculada, en metros por hora, como la velocidad de avance media sobre un segmento igual a la anchura mojada de los difusores;</li> <li>• Símbolo <b>AM</b>: Anchura mojada de los difusores insertados en el ala piovana.</li> </ul>

Parte o epígrafe de la norma NC ISO 8224-1	Contenido original	Contenido incluido
Epígrafe 8.3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se colocan las líneas de pluviómetros en la parte central del pase y a una distancia del final mayor que el radio mojado del sistema de distribución de agua, para evitar cualquier efecto final en la medida de la lámina de aplicación.</li> <li>Aparece la figura 9 representando el esquema de evaluación del enrollador con el aspersor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se colocan las líneas de pluviómetros en la parte central del pase y a una distancia del final mayor que el radio mojado o el largo del ala piovana del sistema de distribución de agua, para evitar cualquier efecto final en la medida de la lámina de aplicación.</li> <li>En vez de figura 9, desglosarla en dos (a y b), donde la figura 9b representa el esquema de evaluación del enrollador con ala piovana (ver Figura 2).</li> </ul>
Epígrafe 8.4.1.1	Se introduce en una tabla cada lamina de aplicación, como en la Tabla 6, mostrando la posición de la tubería de distribución o el cable de remolcado y los límites transversales de la franja, $\pm E/2$ .	Se introduce en una tabla cada lamina de aplicación, como en la Tabla 6a, mostrando la posición de la tubería de distribución o el cable de remolcado y los límites transversales de la franja, $\pm E/2$ , y como en la tabla 6b mostrando la posición de la tubería de distribución y el ancho de la franja $E$ .(ver Figura 3)
Epígrafe 8.4.2.2	Se presenta la fórmula para determinar la Dosis de aplicación de referencia para el del enrollador con aspersor.	Se agrega la fórmula para determinar la Dosis de aplicación de referencia para el enrollador con ala piovana. (ver Figura 4)
Epígrafe 8.4.2.3	Se presenta la fórmula para determinar la Dosis de aplicación de referencia para la franja en el enrollador con aspersor.	Se agrega la fórmula para determinar la Dosis de aplicación de referencia para la franja para en el enrollador con ala piovana. (ver Figura 5)

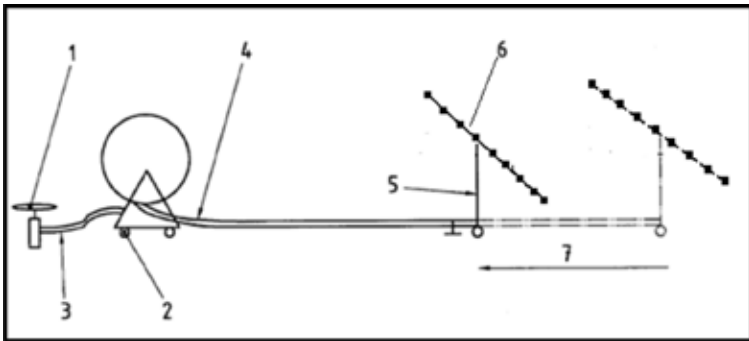


FIGURA 1. Esquema incluido del enrollador con ala piovana, donde el elemento 6 sería: ala piovana.

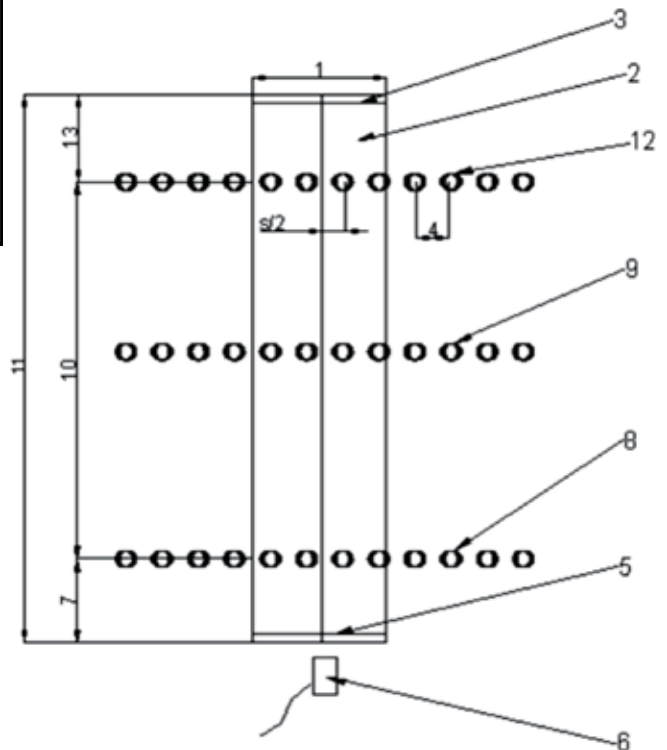


FIGURA 2. Esquema incluido de evaluación del enrollador con ala piovana.

**Tabla 6a - Ejemplo de presentación de medidas de lámina de aplicación de agua para una línea de pluviómetros (para ala piovana)**

<b>Ensayos de uniformidad en el terreno para máquinas de riego móvil</b>																			
Identificación de la máquina:																			
Fecha del ensayo y localización:																			
Parámetros de ensayo:																			
Número de línea: Posición de la línea respecto a la posición final del sistema de distribución de agua																			
Láminas de aplicación (mm) por línea							Anchura de franja E (m)=							Espacio entre pluviómetros S (m)=					
<b>Tubería de distribución</b>																			
<b>Ala izquierda</b>										<b>Ala derecha</b>									
a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20
<b>E</b>																			

FIGURA 3. Tabla incluida sobre medidas de lámina de aplicación de agua para enrollador con ala piovana.

La dosis de aplicación de referencia se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$I_i = h_{Ai} \cdot \frac{v_i}{R_{mojado}} \quad \text{Para enrollador con aspersor}$$

$$I_i = h_{AM} \cdot \frac{v_{AM}}{AM} \quad \text{Para enrollador con ala piovana}$$

Donde:

- $I_i$  es la dosis de aplicación de referencia para la línea  $i$ , en milímetros por hora;
- $h_{Ai}$  es la lámina de aplicación media en la línea  $i$  recogida mientras el sistema de distribución de agua se mueve por un segmento igual al radio mojado, en milímetros;
- $h_{AM}$  es la lamina de aplicación media en la línea  $i$  recogida mientras el sistema de distribución de agua se mueve por un segmento igual a la anchura mojada de los difusores, en milímetros;
- $v_i$  es la velocidad de avance del sistema de distribución de agua en la línea  $i$ , calculada, en metros por hora, como la velocidad de avance media sobre un segmento igual al radio mojado;
- $v_{AM}$  es la velocidad de avance del sistema de distribución de agua en la línea  $i$ , calculada, en metros por hora, como la velocidad de avance media sobre un segmento igual a la anchura mojada de los difusores;
- $R_{mojado}$  es el radio mojado, en metros
- AM Anchura mojada de los difusores insertados en el ala piovana

Se mide el radio mojado *del dispositivo de distribución de agua en su dirección de pase*

FIGURA 4. Fórmula incluida sobre dosis de aplicación de referencia para enrollador con ala piovana.

Se calculan los siguientes indicadores estadísticos de las láminas de aplicación experimental de la franja, dentro de la anchura de la franja ( $- E/2, + E/2$ ) y de la longitud del pase ( $0, L_{pase}$ ):

a) media;  
 b) mínimo;  
 c) máximo;  
 d)  $I_s$ , utilizando

$$I_s = h_{As} \cdot \frac{v_s}{R_{mojado}} \quad \text{Para enrollador con aspersor}$$

$$I_s = h_{As} \cdot \frac{v_s}{AM} \quad \text{Para enrollador con ala piovana}$$

Donde:  
 $I_s$  es la dosis de aplicación de referencia para la franja, en milímetros por hora;  
 $h_{As}$  es la media de la lámina de aplicación calculada en la franja, en milímetros;  
 $v_s$  es la velocidad de avance del sistema de distribución de agua calculada, como la media de la velocidad de avance en la franja, en metros por hora;  
 $R_{mojado}$  es el radio mojado, en metros;  
 AM Anchura mojada de los difusores insertados en el ala piovana

FIGURA 5. Fórmula incluida sobre dosis de aplicación de referencia para la franja en enrollador con ala piovana.

## CONCLUSIONES

- Aumenta las posibilidades de aplicación de la norma NC ISO 8224-1, porque tiene en cuenta cálculos y procedimientos para la modalidad de enrollador con ala piovana.
- La propuesta de modificación es de gran importancia para Cuba ya que se están explotando enrolladores con ala piovana masivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOMÍNGUEZ, M.: *Máquinas de riego móviles – parte 1: características del funcionamiento y métodos de ensayo de laboratorio y de campo*. CTN 89, 2011 (ISO 8224-1:2003, IDT), Comité Técnico de Normalización (CTN 89), IAgri, MINAG, La Habana, Cuba, 2011.
- INTERNATIONAL STANDARD: *Traveller irrigation machines-Part 1: Operational characteristics and laboratory and field test methods*, Second edition, ISO 8224-1: 2003.
- JIMÉNEZ, E.: *Máquinas de riego móvil - Parte 2: Tubería Flexible y acoplamientos–Métodos de Ensayo*, CTN 89, 2011 (ISO 8224-2:1991, IDT), Comité Técnico de Normalización (CTN 89), IAgri, MINAG, La Habana, Cuba, 2011.
- MONTERO, L; M, DOMÍNGUEZ; R. PÉREZ; R. CUN y E. JIMÉNEZ. *Estudio Técnico–Económico de la tecnología de riego con aspersor viajero sectorial (enrolladores) en el cultivo del plátano*, 26pp., Informe final de proyecto de investigación, Código 22-36. IAgri, MINAG, Cuba, 2009.
- MONTERO, L; M, DOMÍNGUEZ; R. CUN y E. JIMÉNEZ. *Comprobación de las características técnicas de explotación de enrolladores introducidos en el país*, 16pp., Informe de Etapa. Proyecto 22-72. IAgri, MINAG, La Habana, Cuba, 2010.