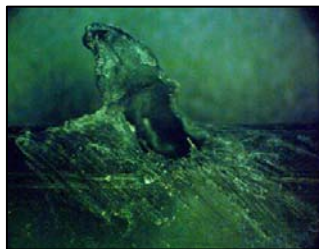


CÓMO DIAGNOSTICAR Y EVITAR DAÑOS EN LAS CINTAS DE GOTEO



Grupo de Interés Común (CIG, por sus siglas en inglés)
en Goteo/Micro de la Asociación de Riego

Preparado por el IA para el Centro de Capacitación
e Investigación en Riego, Cal Poly, SLO

PROPÓSITO DE ESTA PUBLICACIÓN

La evolución de los materiales de cintas de goteo, de vías de flujo de los emisores de cintas de goteo y de las herramientas para conectar, instalar y remover/retirar cintas de goteo ha sido fenomenal desde los días iniciales de la cinta de goteo de la década de 1970. La cinta de goteo ha sido utilizada exitosamente en millones de acres de tierras cultivadas, muchas veces con un excepcional ahorro de agua y mejoras en la calidad y rendimiento de los cultivos.

Una ventaja muy importante de usar cintas, comparado con mangueras y emisores de paredes más duras, es su bajo precio por pie lineal. Pero esta tremenda ventaja trae también aparejada una mayor susceptibilidad al daño físico. Por otro lado, deben tomarse precauciones para disminuir los problemas de obstrucción de las vías de flujo de los emisores, que son relativamente pequeñas. Esto no significa que inevitablemente deberá haber problemas con las cintas de goteo – pero han habido problemas, que frecuentemente han sido mal interpretados o diagnosticados.

La intención de esta publicación es ayudar a los agricultores, distribuidores y fabricantes a reconocer y entender algunos de los problemas que se experimentan en cintas de goteo – problemas que son muy diferentes de los defectos de fabricación. Los problemas que son detectados rápidamente e identificados correctamente pueden muchas veces remediarse, o evitarse en el futuro.

Esta publicación está organizada en base a la categoría que tienen los problemas que se han encontrado. Las principales categorías son:

- Instalación y remoción
- Alta presión
- Taponamiento de los emisores
- Insectos, tuzas y otras plagas
- Efecto “lupa” o efecto “lente”

Para mayor información: Los fabricantes a menudo suministran excelentes folletos relacionados con el mantenimiento de los sistemas de riego. El libro *Drip and Micro Irrigation* (Riego por Goteo y Microrriego) vendido por la Asociación de Riego (Irrigation Association, IA) contiene información detallada sobre el mantenimiento, filtrado y demás aspectos importantes relacionados con el riego por goteo, que están fuera del ámbito de esta publicación. Se notará que esta publicación brinda únicamente asistencia para identificar problemas. El diagnóstico y la solución correcta de los problemas requieren que un experto en riego observe y examine el problema en el campo.

Exención de responsabilidad

La referencia hecha con respecto a cualquier proceso, producto o servicio específico por fabricante, nombre comercial, marca registrada o de cualquier otra manera no necesariamente implica la aprobación o recomendación por parte del *California Polytechnic State University, the Irrigation Training and Research Center, The Irrigation Association* o de cualquier otra persona o institución mencionada en este documento. Ninguna de las partes aquí mencionadas ofrece garantía explícita ni implícita ni asume obligación o responsabilidad legal alguna sobre la exactitud o integridad de todo aparato, producto, proceso o información aquí descrita. Las fotos y materiales para la preparación de esta publicación fueron aportados principalmente por *Cal Poly ITRC* y *John Deere Water*. También contribuyeron *Toro Micro-Irrigation, Jain* y *Netafim*.

Centro de Capacitación e Investigación en Riego [*Irrigation Training and Research Center (ITRC)*]. California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA 93407 www.itrc.org Preparado por el Dr. Charles Burt, Director y Profesor del ITRC, BioResource and Agric. Engr. Dept. **Octubre 2008**

TABLA DE CONTENIDO

Propósito de esta publicación	2
Pautas importantes para usuarios de cintas de goteo	5
Cómo reconocer problemas	6
<i>Patrones de mojado no uniforme</i>	6
<i>Agua que sale de otros agujeros que no sean emisores</i>	6
<i>Flujos no uniformes de los emisores</i>	6
Cómo medir la Uniformidad de Distribución (DU) en sistemas de goteo	7
<i>Equipo necesario para las mediciones</i>	7
Cómo interpretar los resultados	9
Daño por instalación y remoción	11
Emisores tapados	13
Intrusión de raíces	13
Problemas de taponamiento no causados por raíces.....	13
Daño por insectos, animales y aves	16
Insectos.....	16
Roedores	17
<i>Tuzas</i>	18
Aves	18
Otras causas de daño	19
Daño por “Efecto Lupa” o “Efecto Lente”	19
Alta presión	19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Medidor de presión en baño de aceite de 30 psi con tubo pitot insertado en la cinta
- Figura 2. Tramos de manguera de radiador colocados sobre la cinta para medir flujo, uno a cada lado del emisor. Nótese el recipiente cuadrado para vertir líquido fácilmente en una probeta sin derramarlo.
- Figura 3. Recipientes de plástico alineados y preparados para la medición de caudal en emisores individuales. Nótese el medidor de presión en primer plano.
- Figura 4. Ejemplo de un gráfico de rendimiento de cinta de goteo
- Figura 5. Daño producido por equipos
- Figura 6. Daño a la cinta por instalación
- Figura 7. Pérdidas de agua por daño mecánico. Esta cinta fue removida e instalada en 16 cultivos hortícolas diferentes antes de sacar la foto.
- Figura 8. Síntomas de “otros” daños mecánicos
- Figura 9. Ejemplos de intrusión de raíces
- Figura 10. Casos extremos de baba bacteriana unida a limo y arcilla (l) y depósitos de hierro (r) que obturan un emisor.
- Figura 11. Taponamiento de entradas a las vías del emisor
- Figura 12. Agua sucia de enjuague. Esto es indicativo de inminentes problemas de taponamiento
- Figura 13. Casos extremos de taponamiento con productos químicos
- Figura 14. Precipitado químico extraído por lavado de la cinta. El compuesto químico no identificado es supuestamente un fertilizante. Fue inyectado aguas abajo de los filtros y tapó todo un sistema completo de riego.
- Figura 15. Ejemplos de daño causado por insectos
- Figura 16. Típico daño por gusano alambre (*wireworm*). Ha producido un agujero casi perfectamente redondo en la cinta. Los bordes deshilachados son también comunes en los daños por insectos.
- Figura 17. El daño por grillos muchas veces (no siempre) aparece en los bordes aguzados de las cintas, dado que estos insectos pueden asir los bordes con la boca. Pero los insectos barrenadores (tales como los gusanos alambre) dañan cualquier parte de la cinta.
- Figura 18. Ejemplos de daño por roedores, generalmente con típicas marcas de rasguños
- Figura 19. Agua que aparece en superficie como resultado de daño por tuzas en una cinta de riego por goteo subterráneo (SDI, por sus siglas en inglés)
- Figura 20. Daño producido por aves en cinta de 15 mils. El agujero es típicamente algo cóncavo hacia dentro
- Figura 21. Daño debido al “efecto lupa”. Nótese los bordes redondeados.
- Figura 22. Daño a la cinta por presión excesiva

PAUTAS IMPORTANTES PARA USUARIOS DE CINTAS DE GOTEO

1. La cinta de goteo es un componente de un sistema completo de riego. Un sistema completo de riego deberá ser diseñado por un diseñador competente e instalado por un instalador también competente que incluya:
 - a. Filtración correcta.
 - b. La manera de hacer salir el agua de los extremos de las cintas en forma frecuente y adecuada.
 - c. Suficientes puntos de inyección de productos químicos necesarios para mantener la limpieza de la cinta y los emisores. Estos productos químicos pueden incluir ácidos, cloro y diversos polímeros.
 - d. Puntos de inyección de fertilizantes líquidos arriba de los filtros.
 - e. Equipos para inyección de fertilizantes.
 - f. Regulación de presión para limitar presiones excesivas en la cinta y para minimizar la diferencia de presión entre emisores a través del campo.
 - g. Un medidor de agua que, además de registrar el agua aplicada, sea útil para detectar pérdidas de agua o líneas tapadas.
2. El productor y las personas responsables del riego deben saber los fundamentos de:
 - a. Ajuste correcto del retrolavado en los filtros.
 - b. Inyección de productos químicos para minimizar el taponamiento en los emisores.
 - c. Inyección correcta de fertilizantes, incluyendo una verificación anticipada de la reacción de los diversos productos químicos entre sí y con el agua de riego.
 - d. Limpieza por lavado de la cinta.
 - e. Instalación, remoción y reparación de la cinta a campo.
3. Es necesario en todo momento el control de plagas (insectos, roedores, etc.) en los sistemas de cintas de goteo. Antes de instalar un sistema de cintas, se deberá consultar a un Asesor de Control de Plagas (PCA, por sus siglas en inglés) con respecto a los problemas de plagas señalados en esta publicación y de otras plagas conocidas localmente. Los problemas de plagas deberán resolverse antes de instalar la cinta.
4. Tomar la precaución de proteger la cinta de goteo contra daño indiscriminado durante la manipulación, almacenamiento, etc.
5. Después de la instalación, presurizar inmediatamente el sistema para ver si hay pérdidas y si las presiones son correctas.
6. Cubrir siempre la cinta con tierra para evitar el daño del sol en la cubierta de plástico, minimizar la expansión/contracción por los cambios de temperatura y evitar que el viento mueva la cinta.
7. Utilizar únicamente equipos de instalación y remoción bien diseñados y mantenidos, libres de rebabas y bordes ásperos en los lugares donde la cinta entre en contacto con el equipo.
8. Evitar una tensión excesiva sobre la cinta, que puede causar el estiramiento o rotura de la misma.
9. Instalar la cinta de manera que los agujeros apunten hacia arriba; esto ayudará a minimizar el taponamiento.
10. Preparar correctamente el suelo antes de instalar la cinta. Los terrones que se apoyan sobre la cinta pueden impedir que el agua pase por ese punto de apoyo. Podrán pasar varios días hasta que los terrones se ablanden lo suficiente como para que la cinta pueda expandirse y permita que el agua fluya a lo largo del resto del tramo de la cinta.
11. El caudal que viene impreso en el rollo de cinta es el caudal promedio calculado teniendo en cuenta que todos los emisores estuvieran a la presión indicada en la etiqueta del nuevo rollo de cinta (por ejemplo, 0.22 GPM/100' a 8 psi). Siempre hay diferencias de presión a través de todo un campo y generalmente hay una caída de presión a lo largo de los manifolds y de las cintas aguas abajo del regulador de presión de un bloque. Por consiguiente, si un regulador de presión se ajusta a la presión indicada en el nuevo rollo de cinta, la presión promedio de los emisores será menor que la fijada en el regulador de presión y el flujo promedio de los emisores será normalmente menor que el caudal "clasificado" o "nominal".

Cómo detectar problemas

Patrones de mojado no uniforme

Los patrones de mojado no uniformes sobre la superficie del suelo frecuentemente no están relacionados con defectos de fabricación. Los caudales de los emisores de las cintas podrán ser muy uniformes, pero el patrón de mojado sobre la superficie del suelo a través del campo puede mostrarse muy errático. Esto se nota especialmente en el riego por goteo subterráneo (SDI, por sus siglas en inglés) con cinta enterrada a 8" o más pulgadas por debajo de la superficie del suelo.

Las causas pueden incluir:

- Texturas variables de suelo a través de todo un campo (por ejemplo, arena vs. limo vs. arcilla).
- Profundidad de instalación variable de las cintas.
- Compactación variable del suelo.
- Diferentes condiciones químicas del suelo.

Agua que sale de otros agujeros que no sean emisores

Este es un problema fácil de localizar, pero la causa exacta puede ser difícil de identificar. Se deberá revisar con una lupa la cinta dañada, para ayudar a identificar las causas típicas. Las posibles causas pueden ser:

- Daño por insectos. Esta publicación contiene fotos y un debate sobre este problema tan común.
- Daño por roedores. Las tuzas y roedores similares pueden causar grandes daños en el SDI.
- Conejos y aves. Estos animales pueden producir problemas en cintas que se instalan sobre la superficie.
- Daño mecánico por manipulación (almacenamiento, transporte, instalación o remoción).
- Daño mecánico en el campo, tal como el que causan los trabajadores, tractores, etc.
- Quemaduras de sol en cintas colocadas debajo de cobertura plástica (efecto "lente" o "lupa").
- Estallido de la cinta por alta presión.
- Defectos de fabricación.

Flujo no uniforme de los emisores

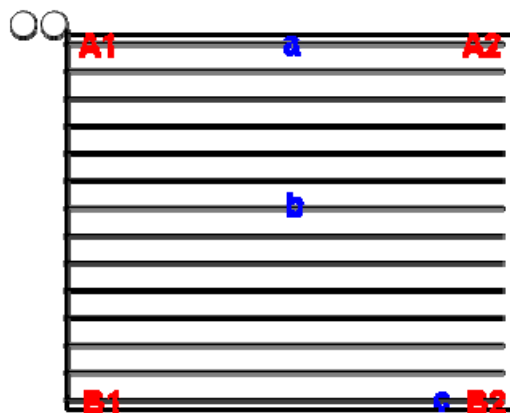
No hay manera sencilla de saber si los caudales de los emisores son uniformes. Se deberá tomar una cantidad suficiente de mediciones precisas de caudales de emisores, lo que significa que la cinta deberá desenterrarse. Se necesitan dos tipos de mediciones; los conceptos básicos para realizar estas mediciones se describen debajo. Si una persona desea utilizar las mediciones para calcular la "Uniformidad de Distribución" (DU, por sus siglas en inglés) del agua dentro de todo un campo, hay un procedimiento específico que se puede usar, pero no está explicado aquí. El Centro de Capacitación e Investigación en Riego (ITRC, por sus siglas en inglés) de Cal Poly ofrece un breve curso anual para capacitar a la gente en los procedimientos para determinar DU en sistemas de goteo/micro. El ITRC cuenta también con un paquete de programas de software para ayudar a la gente a realizar una Evaluación Rápida de Campo (www.itrc.org), pero este paquete deberá usarse únicamente después de haber tomado el mencionado curso breve.

Cómo medir la Uniformidad de Distribución (DU) en sistemas de goteo

Los dos tipos de mediciones necesarias son:

1. *Mediciones de presión.* Las mediciones de presión deberán realizarse a través de todo el campo, porque la duda es si existen diferencias de presión entre los emisores. Todas las mediciones de presión deberán tomarse en la cinta misma – no en mangueras de PVC, ovales o planas (chatas). Las ubicaciones para realizar las mediciones de presión son:

- A. En la primera manguera de cada manifold
 - A1. Al comienzo del lateral de la cinta (extremo aguas arriba)
 - A2. Al final del lateral de la cinta [extremos(s) aguas abajo]
- B. En la última manguera de cada manifold
 - B1. Al comienzo del lateral de la cinta (extremo aguas arriba)
 - B2. Al final del lateral de la cinta [extremos(s) aguas abajo]



2. *Mediciones del caudal de los emisores.* El objetivo es determinar si hay diferencias de flujo entre emisores que tienen la misma presión. Por lo tanto, es común realizar mediciones de caudal de emisores en un mínimo de tres ubicaciones diferentes en todo un campo. En cada una de las tres ubicaciones deberán medirse y registrarse los flujos de por lo menos 16 emisores individuales. Las ubicaciones para las mediciones pueden ser:
 - a. En el medio del lateral de una cinta (en el punto medio entre la entrada a la cinta y el extremo aguas abajo) cerca del filtro.
 - b. En el medio del lateral de una cinta, en el medio del campo.
 - c. Al final-del-final. O sea, al final del último lateral de cinta del último manifold. Este es el lugar donde generalmente aparecen primero los problemas de taponamiento.

Equipo necesario para las mediciones

1. Para la medición de presión, las pautas generales son:
 - Usar un medidor de presión de buena calidad y en buen estado de mantenimiento. Los que vienen con caja de aceite tienden a estar protegidos contra shocks de presión. Un buen medidor de presión podrá costar normalmente no menos de \$50.
 - Utilizar un medidor de presión de rango correcto. Un medidor de 100 psi es totalmente inadecuado para medir 8 psi, por ejemplo. El rango correcto para cintas de 8 psi sería probablemente 0-15 psi. No obstante, algunas cintas están sobrepresurizadas y si se usa un medidor de 15 psi en un punto de medición que tiene 18 psi, el medidor puede dañarse. Por lo tanto, se recomienda comenzar usando un medidor de rango 0-30 psi. Una vez que se conocen las presiones, si se necesita mayor precisión se podrá usar medidores de 0-15 psi si se sabe que las presiones son bajas.
 - Colocar un tubo pitot en el extremo del medidor de presión.
 - Hacer un agujero en la cinta y luego insertar el extremo del tubo pitot en la misma – asegurándose que encaje firmemente y que la pérdida de agua sea mínima. Colocar el medidor sobre el suelo, con la cara hacia arriba, y leer la presión.

- Reparar la cinta con un tapón corrector (*goof plug*) o un acople después de retirar el tubo pitot.



Figura 1. Medidor de presión en baño de aceite de 30 psi con tubo pitot insertado en la cinta

2. Para mediciones de flujo en emisores, las pautas generales son:

- Primero, colocar un trozo flojo de manguera a cada lado de cada agujero emisor, para asegurarse que el agua de cada agujero no chorree por la cinta.



Figura 2. Tramos de manguera de radiador colocados sobre la cinta para medir flujo, uno a cada lado del emisor. Nótese el recipiente cuadrado para verter líquido fácilmente en una probeta sin derramarlo.

- Usar 16 o más recipientes cuadrados de plástico, colocando uno debajo de cada emisor.



Figura 3. Recipientes de plástico alineados en preparación para la medición de flujo de emisores individuales. Nótese el medidor de presión en primer plano.

- Recolectar el agua de cada emisor durante exactamente el mismo lapso de tiempo. Para cinta de goteo, el tiempo mínimo de recolección es generalmente de cerca de 5 minutos. Es más fácil que haya 2 personas disponibles, de manera que la cinta pueda ser levantada y colocada sobre todos los recipientes al mismo tiempo.
- Medir y anotar el agua recolectada en cada recipiente, utilizando una probeta de graduación adecuada. El tamaño apropiado de probeta para caudal medio y bajo es 100 ml. El tamaño apropiado para caudal alto es 250 ml. Los volúmenes típicos de agua que uno puede recolectar en 5 minutos son:

“cinta de flujo bajo”	40 mililitros (ml)
“cinta de flujo medio”	60 ml
“cinta de flujo alto”	80 ml

Las probetas se pueden comprar por Internet en una variedad de compañías. El caudal por cada 100' de cinta puede computarse así:

$$\frac{\text{GPM}}{100'} = \frac{\text{Promedio mililitros emisor}}{\text{Minutos de tiempo de recolección}} \times 0.132 \times (\text{espaciamiento entre emisores, pulgadas})$$

Cortar y abrir los emisores que aparentemente tengan flujos inusualmente altos o bajos. Inspeccionar detenidamente el interior de los mismos para ver si hay obstrucciones o desgaste, y tratar de identificar sustancias.

Cómo interpretar los resultados

1. *Diferencias de presión.* Las diferencias grandes de presión no necesariamente significan que habrá grandes diferencias de caudal. Algunas cintas poseen elementos compensadores de presión (“PC”, por sus siglas en inglés), de manera que si las presiones varían pero permanecen dentro de un rango especificado, se supone que los flujos de los emisores serán aproximadamente iguales. La mayoría de las cintas tienen emisores sin PC que producen un 41% más de flujo si la presión se duplica. O sea,

Si el caudal es de 8 ml/minuto a una presión de 7 psi, el caudal será de
aproximadamente 11 ml/minuto a 14 psi.

Una vez que usted conozca las presiones, consulte con un experto en riego para determinar de qué manera los flujos del tipo específico de cinta que usted utiliza deberían responder a las diferencias de presión.

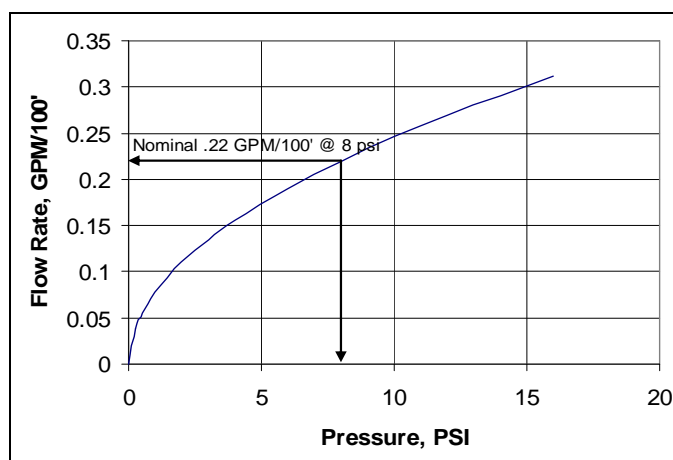


Figura 4. Ejemplo de un gráfico de rendimiento de cinta de goteo

Las posibles causas de las diferencias de presión incluyen:

- Reguladores automáticos de presión incorrectamente calibrados
- Cantidad insuficiente de reguladores automáticos de presión
- Reguladores de presión en mal estado de funcionamiento
- Cañerías/mangueras/tuberías de pequeño diámetro
- Tramos de cinta demasiado largos para el diámetro que tiene la cinta, el flujo y la pendiente
- Obstrucción parcial de una tubería o cinta

2. *Diferencias de caudal entre emisores adyacentes – cuando todos los emisores de un grupo tienen la misma presión.* Las causas de las diferencias de caudal entre emisores pueden ser numerosas. Las observaciones obtenidas al cortar y abrir las vías de emisores son importantes para determinar las causas. Las posibles causas de diferencias de flujo incluyen:

- Suciedad que haya pasado por el filtro o que haya estado en las tuberías desde su instalación
- Variaciones de fabricación. En general, esto es relativamente de menor importancia (alrededor de menos de $\pm 5\%$) en cintas de buena calidad
- Intrusión de las raíces – especialmente en SDI (riego subterráneo por goteo)
- Los precipitados de productos químicos, tales como:
 - Carbonato de calcio
 - Fertilizantes
 - Sulfato de calcio
 - Hierro
 - Desarrollo bacteriano, incluyendo
 - Bacterias babosas
 - Bacterias del azufre

Esta publicación contiene una variedad de figuras que ilustran algunas de las posibilidades de taponamiento. En algunos casos será necesario un análisis químico del material de taponamiento para determinar la fuente.

DAÑO POR INSTALACIÓN Y REMOCIÓN

El daño más común durante la instalación está causado por rebabas y bordes ásperos en el equipo de instalación, o por objetos extraños alojados en dicho equipo. Generalmente, se produce como resultado un patrón de daño sistemático, repetido y direccional. Los rayones o daño se observarán en los bordes externos de la cinta. Los síntomas comunes son como rulos que se desprenden de la cinta de goteo y tajos o pequeños cortes presentes en los bordes de la misma.

Se deberá tomar extrema precaución y comprar equipos de inyección de alta calidad. Los aspectos a controlar incluyen:

- Tirar manualmente de la cinta a través de cada pieza del equipo de inyección. Frotar la cinta de goteo por el interior de la herramienta mientras se tira de la cinta. Luego, examinar detenidamente la cinta para ver si sufrió daños.
- Revisar el equipo de inyección para ver si tiene puntas metálicas o agudas que puedan tener contacto con la cinta.
- Ver si hay basura, piedras u objetos extraños atascados en el tubo de caída y en la zapata inyectora.
- Revisar las guías de los rodillos para asegurarse de que la cinta esté colocada de manera de que no entre en contacto con ningún borde de metal.
- Ver si hay patrones constantes de daño, tales como una de cada 4 hileras.

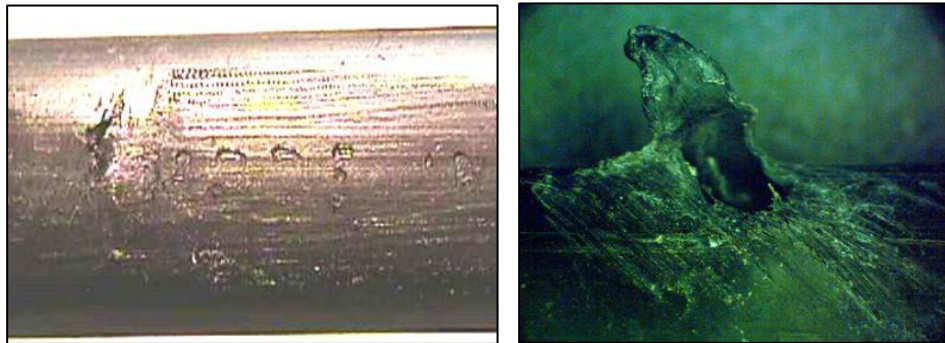


Figura 5. Daño producido por equipos

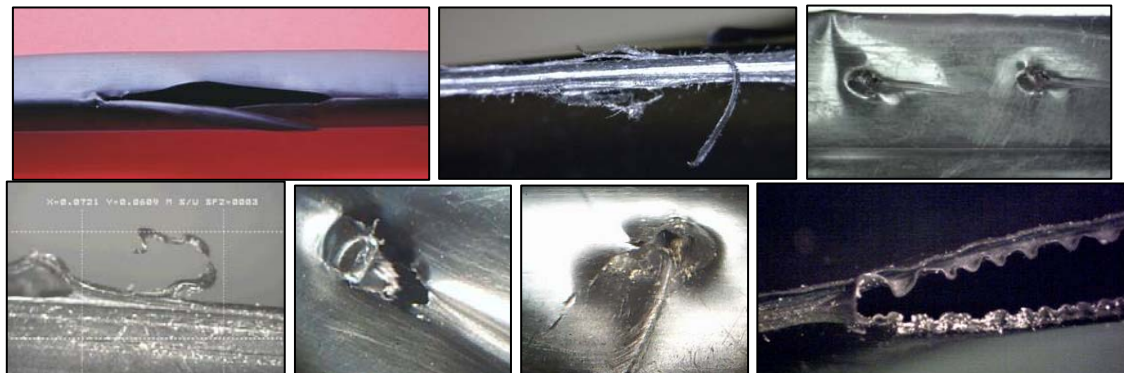


Figura 6. Daño causado a la cinta por instalación



Figura 7. Pérdidas de agua por daño mecánico. Esta cinta fue removida e instalada en 16 diferentes cultivos hortícolas antes de sacar la foto.

El daño de “quemado por fricción” ocurre cuando la cinta se fricciona o queda atrapada en los costados de cartón del rollo durante la instalación. Algunas veces el rollo mismo de cartón se rompe y gira a diferente velocidad que el rollo de cinta.

Es muy importante un aliviador de tensión bien diseñado. Si la tensión es demasiado grande, la cinta se estirará. Si está demasiado suelta o cambia la tensión ocasionalmente, el rollo de cinta puede girar o “rodar libremente”, lo que frecuentemente atraparé la cinta contra los lados del rollo de cartón. El daño de quemado por fricción se manifiesta en forma de cortes de navaja o bordes deshilachados, y frecuentemente ocurrirá durante un tiempo, desaparecerá y luego reaparecerá a varios cientos de metros de distancia.

El daño por remoción en forma de estiramiento de la cinta es común si el tramo de cinta es demasiado largo, la temperatura del aire es demasiado elevada, la cinta no ha sido levantada sobre el cultivo para facilitar la remoción de su extremo y/o la cinta no ha sido debidamente vaciada antes de retirarla. Las cintas de paredes más gruesas ayudan a minimizar el problema de estiramiento.

Pueden ocurrir otros daños mecánicos como cuando los tractores pasan sobre las cintas, la gente las pisa y las empuja hacia terrones o suelo rocoso, las cuadrillas de desmalezadores pegan en las cintas con implementos filosos y también pueden ocurrir daños de numerosas maneras durante el transporte y almacenamiento de cintas nuevas y usadas.

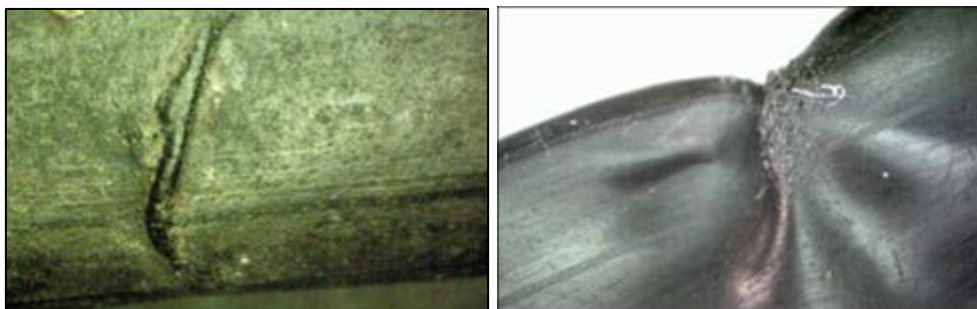


Figura 8. Síntomas de “otros” daños mecánicos

EMISORES TAPADOS

Intrusión de raíces

Muchas veces, la intrusión de raíces en los emisores no puede detectarse a menos que los emisores se corten y se abran. Las raíces pueden ser lo suficientemente frágiles como para partirse al desenterrar la cinta.



Figura 9. Ejemplos de intusión de raíces

Dos causas comunes de intrusión de raíces son:

1. Riego insuficiente.
2. Emisores parcialmente tapados debido a otras causas (por ejemplo, suciedad), que a su vez causa insuficiencia de riego cerca de los emisores.

Problemas de taponamiento no causados por raíces

Se ha trabajado considerable durante los últimos 30 años para minimizar los problemas de taponamiento. Sin embargo, los contaminantes que producen taponamientos se originan generalmente por tres situaciones diferentes:

1. Material que se traslada con el agua y tapona por sí mismo los emisores, tal como pueden ser:
 - a. Arena o algas que no queda atrapada en los filtros. Los filtros deberían extraer toda la arena y las algas.
 - b. Material que nunca fue enjuagado por lavado durante la instalación.
 - c. Material introducido por un equipo sucio de inyección de químicos.
 - d. Suciedad introducida durante una rotura de la línea.
 - e. Precipitados químicos. Esto es muy común y puede ser causado por interacción entre fertilizantes o por interacción entre los fertilizantes y el agua de riego. La precipitación de carbonato de calcio también es un problema.
2. Desarrollo de bacterias dentro de los emisores. Estas pueden ser simples bacterias babosas o bacterias asociadas a un mineral contenido en el agua (por ejemplo, hierro, manganeso o azufre). Las bacterias babosas son problemáticas debido a que el limo y la arcilla (que raramente son removidos por los filtros de los goteros) se adhieren a la baba y aumentan el bloqueo.
3. Suciedad retro-aspirada hacia los emisores por un vacío producido en la cinta al apagar el sistema o el bloque. Este problema generalmente se caracteriza por partículas de basura alojadas en las vías del emisor cerca de la salida. Es interesante notar que el bloqueo ocurre generalmente en tres o más zig-zags desde la salida de los emisores.



Figura 10. Casos extremos de baba bacteriana unida a limo y arcilla (l) y depósitos de hierro (r) que obstruyen un emisor.



Figura 11. Taponamiento de entradas a las vías del emisor



Figura 12. Agua sucia de enjuague. Esto es indicativo de inminentes problemas de taponamiento



Figura 13. Casos extremos de taponamiento con productos químicos



Figura 14. Precipitado químico extraído por lavado de la cinta. El compuesto químico no identificado es supuestamente un fertilizante. Fue inyectado aguas abajo de los filtros y tapó un sistema completo de riego.

La intención de este folleto es crear conciencia sobre los problemas que pueden causar las interacciones químicas y un filtrado deficiente. Una adecuada discusión de esos temas en detalle requeriría otras 30-50 páginas. Se remite a los lectores a textos más detallados sobre el tema de diseño y filtrado de Fertirriego y Micro/Goteo.

DAÑOS POR INSECTOS, ANIMALES Y AVES

Insectos

Las pautas incluyen lo siguiente:

1. Deberá contratarse un Asesor de Control de Plagas calificado para que recomiende el pesticida correcto a utilizar previo a la instalación de la cinta, en qué lugar deberá aplicarse el pesticida y la dosis correcta.
2. Las cintas más gruesas tienen mayor capacidad para tolerar el daño por insectos que las cintas de paredes más delgadas. En algunas áreas, un espesor de pared de 8 mil ha sido suficiente para minimizar el daño por insectos. En otras áreas, se ha necesitado cinta de 15 mil. No hay regla general.
3. Aún quedan muchas incógnitas por resolver sobre el daño por insectos, pero las prácticas siguientes aparentemente han ayudado a minimizar el daño causado por los mismos:
 - a. Presurizar la cinta inmediatamente después de su instalación, para mojar el suelo
 - b. Practicar la rotación de cultivos

Las fotos de abajo ilustran los problemas de insectos que se han experimentado. Un entomólogo calificado podrá identificar a campo los tipos de insectos.

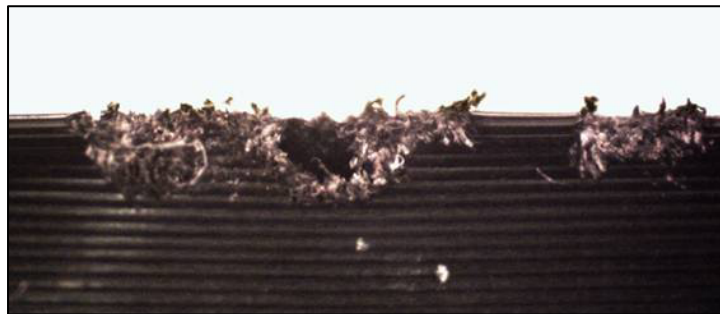


Figura 15. Ejemplos de daños causados por insectos

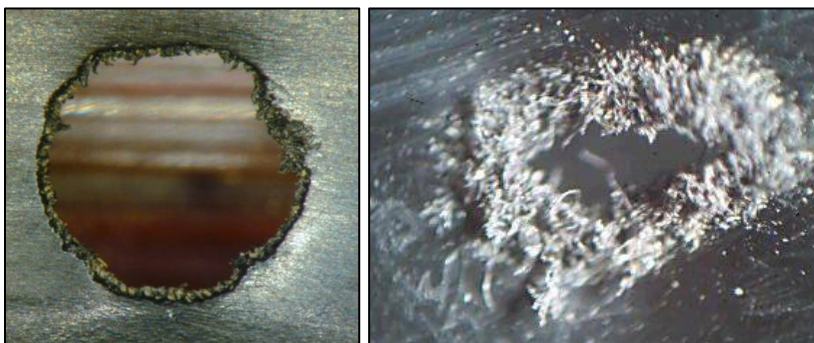


Figura 16. Típico daño por gusano alambre (*wireworm*). Se ha producido un agujero casi perfectamente redondo en la cinta. Los bordes deshilachados son también comunes en los daños por insectos.

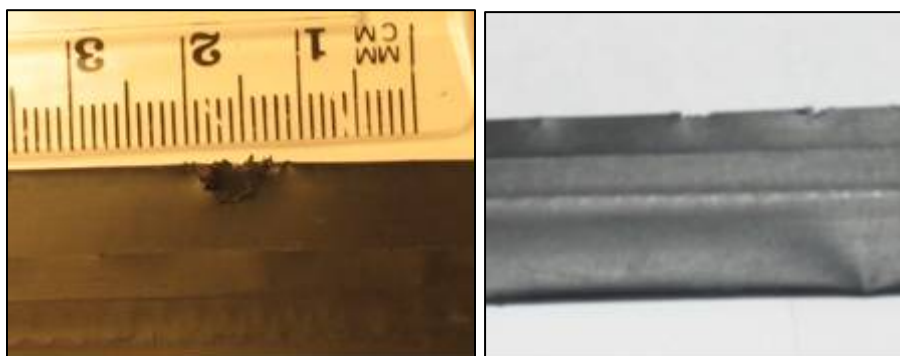


Figura 17. El daño por grillos frecuentemente (no siempre) aparece en los bordes afilados de las cintas dado que estos insectos pueden asir los bordes con la boca. Pero los insectos barrenadores (tales como los gusanos alambre) dañan cualquier parte de la cinta.



Figura 18. Ejemplos de daño por roedores, generalmente con típicas marcas de rasguños

Roedores

A veces los roedores dejan marcas de rasguños en cintas y mangueras. Las fotos que se muestran han sido tomadas con un microscopio de alto poder que ayuda a determinar la causa real del daño. Al observar la cinta dañada se puede determinar cómo se produjo el agujero, el rasgado o el deshilachado. Cuando el daño producido es causado por insectos o pequeños roedores el rasgado, desgarrado o mordedura producido por ellos es claramente visible cuando se analizan las fotos de microscopio.

Tuzas

El daño causado por las tuzas no es sutil. Las tuzas hacen grandes agujeros en las cintas y mangueras enterradas. Localizar el lugar del daño puede ser problemático porque algunas veces el agua se desplaza horizontalmente una cierta distancia antes de salir a la superficie. El autor desconoce si hay curas fáciles para tuzas.

Si los extremos de las cintas aguas abajo están conectados a un manifold de lavado, el agua saldrá del agujero a borbotones desde dos direcciones. Esto ayuda a minimizar la posibilidad de que la suciedad entre en la cinta con el agua, aguas abajo del corte.



Figura 19. Agua que aparece en superficie como resultado de daño por tuzas en una cinta de SDI (riego por goteo subterráneo)

Aves

El daño de aves a las cintas es relativamente raro, pero es más común en las cintas más duras. En general, uno puede identificar que las responsables han sido aves porque los jirones de cinta quedan metidos hacia adentro.



Figura 20. Daño por aves en cinta de 15 mils. El agujero es típicamente algo cóncavo hacia adentro

OTRAS CAUSAS DE DAÑO

Daño por “Efecto Lupa” o “Efecto Lente”

Si se utiliza cobertura (*mulch*) plástica transparente sobre las camas de siembra, las pequeñas gotas que se forman del lado interno del plástico pueden actuar como lupas – concentrando los rayos del sol sobre pequeñas áreas de cinta de goteo expuesta, quemándola y formando agujeros en su pared.



Figura 21. Daño debido al “efecto lupa”. Nótese los bordes redondeados.

Alta Presión

Las altas presiones pueden hacer que la cinta se infle y estalle.

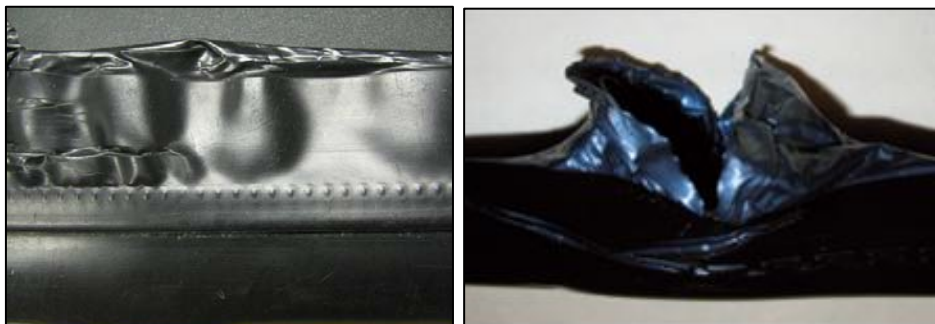


Figura 22. Daño a la cinta por presión excesiva