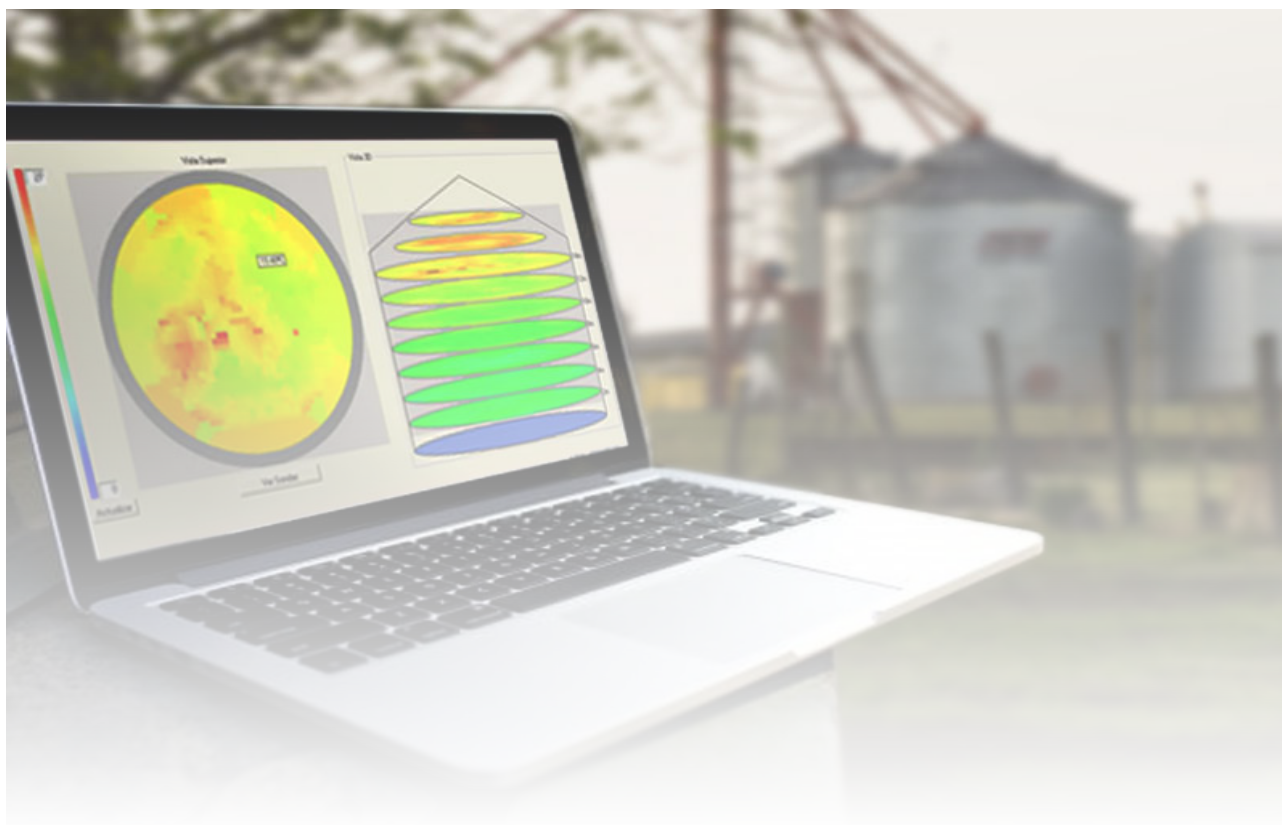




# CONSERVACIÓN DE GRANOS



## MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DEL GRANEL

### TERMOMETRÍA

Es fundamental determinar la temperatura dentro del silo y, especialmente, la forma e intensidad de variación de la misma, como procedimiento de diagnóstico ya que como se mencionó el aumento de temperatura es un síntoma de alteración, de que algo no anda bien en el almacenamiento, de que el mismo no está estabilizado: algo similar a la fiebre en el ser humano. Podemos utilizar la temperatura como síntoma, pero es necesario medirla.

Contar con un sistema de termometría está fuera de discusión en una planta de almacenamiento eficiente, fundamentalmente por el ahorro que proporciona en diversos rubros.

El costo inicial de una instalación, contrariamente a lo que algunos suponen, es sorprendentemente bajo, se recupera en una campaña, y los beneficios son altos o muy altos con relación a la inversión inicial.

Para ello contamos con equipos:

- **Fijos:** se trata de cables suspendidos del techo con puntos sensibles a la temperatura. Estos brindan un mejor control y se pueden adaptar a cualquier tipo de depósito. Los puntos sensibles miden la temperatura eléctricamente. Se pueden utilizar: termistores o termocuplas (más usadas).
- **Móviles:** son sondas o lanzas de 3 a 4 mts de largo con termómetros electrónicos. También pueden poseer un mecanismo de extracción de muestra, sobre la cual se puede hacer medición de



humedad, etc. Están adaptados a depósitos chicos (50-100 TN). El problema radica en la dificultad de realizar el seguimiento de las variables, por lo engorroso de medir la temperatura en el mismo punto sucesivamente.

### **Una instalación típica de termometría para silos está formada básicamente por:**

- Un conjunto de sensores de temperatura dentro de cables verticales inmersos en la mercadería ensilada.
- Cañerías de interconexión entre estos cables con sensores y el sistema de lectura.
- Un tablero de lectura que puede ser portátil para pequeños acopios, centralizado con recorrido manual o computarizado para las plantas más grandes.

### **Ventajas al usar termometría en almacenamiento a granel:**

- 1- Llevar el granel a temperatura de 10-15°C, anulando la acción depredadora de los insectos, ácaros y minimizando la actividad de microorganismos y hongos, al crear un ambiente desfavorable para los mismos. Con esto se logra un almacenamiento seguro, con poca atención de personal y mínimo uso de plaguicidas.
- 2- Reducir el consumo de energía eléctrica por aireación innecesaria hasta un 50% evitando airear "por las dudas". Contando con el dato fundamental de temperatura interior promedio y relacionando con temperatura y humedad relativa del aire, se pueden manejar selectivamente los granos aireando (con tablas de equilibrio higroscópico), en el momento oportuno y durante el tiempo indicado.
- 3- Evitar pérdidas de valor por disminución de peso al disminuir el contenido de humedad del grano, o por el contrario por estar incorporando humedad con la aireación, cuando se busque reducirla o por penalizaciones por disminución de calidad.
- 4- Reducir el costo de los seguros de la mercadería almacenada.
- 5- Seguir la evolución de determinados puntos fijos en la masa del granel, previniendo focos de calentamiento o fermentación para actuar a tiempo, antes que se produzcan daños importantes.
- 6- Diagnosticar la causa del problema según los síntomas (lugar, forma o evolución del foco ).
- 7- Uniformar la temperatura en toda la masa para evitar migraciones de humedad, por movimientos conductivos naturales del aire intergranario, el cual condensa la humedad en las zonas más frías favoreciendo la actividad de los hongos.
- 8- Disipar focos de calentamiento con aireación, controlándolos a través de los sensores de temperatura, hasta que desaparezcan.
- 9- Es de gran ayuda cuando se completa el secado en el silo (últimos puntos porcentuales de humedad), para controlar la homogeneidad de la temperatura en toda la altura.
- 10- Es un complemento imprescindible de una aireación adecuada, evitando el transile, que es costoso (energía y personal), daña los granos por roturas y exige tener otro silo vacío.

11- Secado –Aireación (Dryration). Consiste en usar la secadora con “todo calor”, eliminando la etapa de frío y pasando el grano caliente (aproximadamente 55°C) a un silo con buena aireación, donde se completa su secado y se enfría. Con esto se logra aumentar la eficiencia de la secadora hasta un 100%, no dañar propiedades de granos y semillas, reducir el “cuarteado”, optimizando el manejo de la planta, siempre que se cuente con un sistema de TERMOMETRIA para controlar el avance del frente frío y asegurarse que la temperatura final no supere la aceptable.

## CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN REUNIR LOS CABLES

**1- Resistencia mecánica:** Deben soportar la tracción ejercida por el grano, sobre todo cuando se carga y descarga el silo. Para esto tienen en la parte interna un cable de acero. El cable de medición, que es la parte mas critica del sistema, debe tener el menor diámetro posible. Cuanto menor es el diámetro, menor sera la tracción que ejerce el cable sobre el techo.

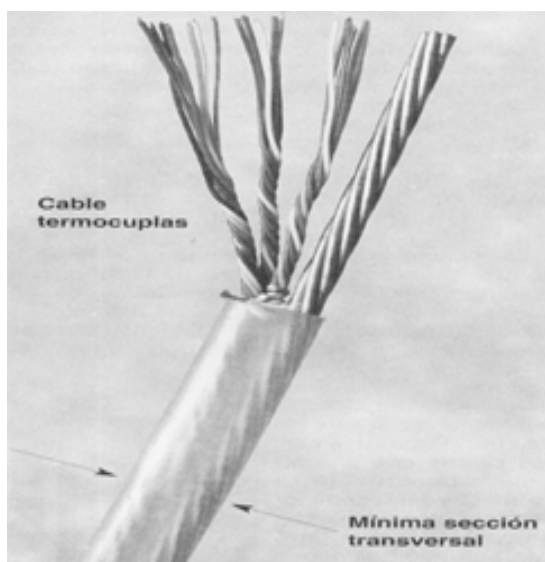
**2- Parte eléctrica:** los puntos sensibles (termocuplas) y conductores deben formar una unidad con los cables de acero, no deben existir protuberancias.

**3- Cubierta exterior plástica:** los cables de acero y medidores deben estar protegidos por una cubierta exterior antiabrasiva. El cable no debe tener más de 10-13mm de diámetro. Los puntos sensibles por lo general se colocan a 2m de distancia sobre el cable.

## UN PUNTO IMPORTANTE A TENER EN CUENTA ES LA FIJACIÓN DE LOS CABLES AL PISO

En los silos con fondo cónico lo mejor es colocarle a cada cable una pesa para mantenerlo vertical durante el llenado y que luego permanezca en su posición. En silos de piso plano se deben atar los cables al piso con un alambre de fardo de baja resistencia, de modo que ante una elevada sollicitación se corte su anclaje al piso pero no se desprenda del techo ni tire exageradamente hacia abajo.

Este “fusible” debe resistir durante el llenado para evitar que se corte y el cable se vaya contra la pared, quedando inutilizado. Un anclaje inferior deficiente hace que los cables se corran hacia las paredes durante el llenado, quedando ese silo sin medición útil.



## **UN TEMA FUNDAMENTAL ES LA CORRECTA INTERPRETACIÓN DE LAS LECTURAS**

Los sensores se distribuyen regularmente en la masa de grano dentro del silo.

Cada sensor mide la temperatura del grano en su entorno próximo que es de unos pocos centímetros (independientemente del tipo de sensor).

La temperatura del grano más allá de estos pocos centímetros, no será medida hasta que se vayan calentando (o enfriando) los granos que están entre dicha zona y el sensor. Esto puede tomar horas o días, depende de la distancia al sensor y la diferencia de temperatura.

Por ejemplo supongamos que toda la masa tiene 25°C de temperatura. Todos los sensores indicarán 25°C. Si a 3 metros de un sensor la temperatura comienza a subir, esta sobre elevación se irá propagando hasta que suba por lo menos 1°C la temperatura que mide dicho sensor. Entonces al hacer mediciones periódicas, notaremos que la temperatura de un punto pasó de 25 a 26°C. Esto podría ser circunstancial, pero si al día siguiente pasa a 27°C, será una señal de que se está generando alguna sobre elevación, y habrá que airear en los momentos propicios para volver a la normalidad.

Se debe actuar cuanto antes, ya que si la sobre elevación está lejos del sensor, cuando éste mida 27°C puede ser que a 3 metros de distancia haya 35°C o más.

Si el grano pasa de 35°C aproximadamente, será muy difícil bajar su temperatura, a menos que se cuente con una aireación muy potente, y las condiciones climáticas son favorables.

En caso contrario si la temperatura no baja, y habiéndose confirmado con otras comprobaciones que la medición es correcta, habrá que hacer un transilado parcial o total o una recirculación vaciando y volviendo a llenar con el mismo grano.

## **CANTIDAD DE CABLES**

Esto está ligado al diámetro del silo y la mercadería que almacenamos.

- Menor o igual a 6mts de diámetro: 1 o más cables.
- 6-7,5 mts de diámetro, grano seco: 1 o más cables.
- Más de 7,5 mts de diámetro: 3 o más cables.
- Grano húmedo: 3 o más cables.

Cuanto más nos interese la calidad mayor será el número de cables a colocar. Si colocamos 1, se debe colgar del centro. El problema en este caso radica en que no sabemos cómo se distribuye el calor en el sentido transversal. Si colocamos 3 cables, lo cual es bastante frecuente, se debe realizar en la mitad del radio, en un ángulo de 120°.

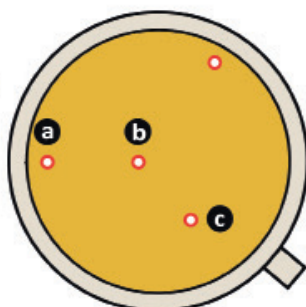


■ Grano — Cable tensado ◆ Sensor

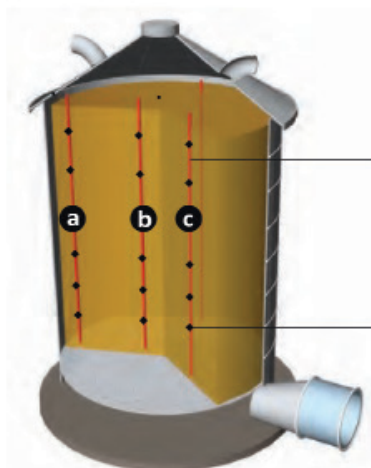
### Ubicación

Se deben colocar cables de termometría en distintas zonas del granel:

**a: periferia**  
**b: centro**  
(zona de mayor riesgo)  
**c: mitad de camino entre el centro y la pared del silo**



VISTA EN PLANTA

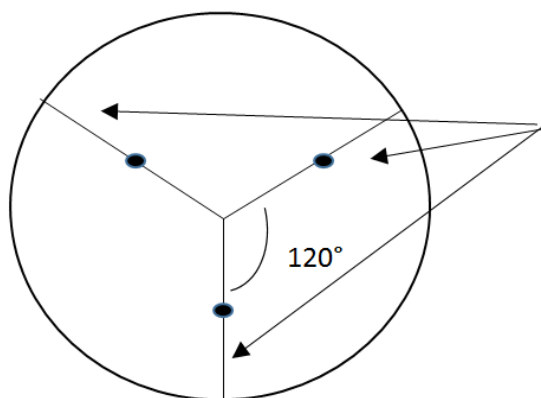


### Cableado

Los cables deben estar fijados firmemente a la estructura para soportar el peso y los movimientos del grano.

### Sensores

Su medición es puntual. Cuánto mayor sea la cantidad instalada mejor será el control de la masa de granos.



### CABLES:

Ubicados en la mitad de la Distancia entre el centro y la pared del silo.

La información que captan los puntos sensibles se transmite por los conductores a los puntos de lectura. La periodicidad de la lectura y el registro de la temperatura es fundamental. No nos interesa la temperatura absoluta o la de un momento en particular.

Veamos un ejemplo:

SILO 3	
CABLE 1	PUNTO B
TEMPERATURA	20/12: 28°C
	26/12: 28°C
	02/01: 28°C
	08/01: 28°C

SILO 2	
CABLE 1	PUNTO B
TEMPERATURA	20/12: 17°C
	26/12: 19°C
	02/01: 20°C
	08/01: 24°C

Aunque la temperatura absoluta en el caso del silo 3 es mayor en todos los casos que la del silo 2; en este último se observa un incremento que indica que el almacenamiento no está estabilizado. Es la variación de la temperatura lo que se debe tener en cuenta.

No interesa detectar temperaturas extremas ya que no necesariamente el punto sensible debe coincidir con el foco de máximo calentamiento. Podemos recomendar medir la temperatura cada 24-48 hs, cuando se almacena y luego de la estabilización cada 7 días.



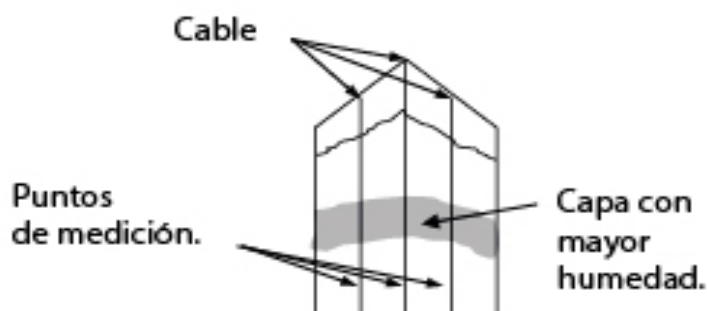


Resulta fundamental llevar un registro, de manera de poder comparar las mediciones sucesivas. (Recordar cortar la aireación por lo menos 15 minutos antes de la medición).

Los lugares donde se presenta el calentamiento y la intensidad de los incrementos de temperatura nos orientan sobre las causas u orígenes del calentamiento.

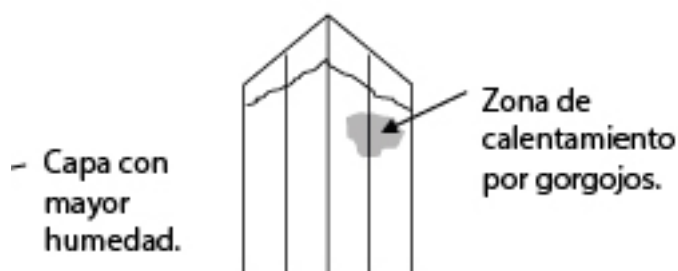
A mayor humedad, mayor ritmo respiratorio, y mayor temperatura. Si todo el cereal tiene un alto contenido de humedad, el calentamiento es general: pero el caso típico es que el calentamiento ocurra en una capa del silo, debido a que esta capa tenía- al ensilarse- un mayor porcentaje de humedad que el resto. En oleaginosas este fenómeno es más grave. La velocidad de calentamiento depende del porcentaje de humedad que tenga el grano. Cuanto más húmedo, más acelerado es el proceso.

Entre los insectos, los gorgojos son el principal problema. Su actividad y su reproducción se acen- túan con la temperatura. Por el contrario, con temperaturas menores a 13-14°C le son inconvenientes y a 8° o menos, mueren.



Entre los insectos, los gorgojos son el principal problema. Su actividad y su reproducción se acen- túan con la temperatura. Por el contrario, con temperaturas menores a 13-14°C le son inconvenientes y a 8° o menos, mueren.

El síntoma de un ataque de gorgojos es un calentamiento localizado de rápido aumento térmico (1- 2°C por cada día) Puede encontrarse ese punto de infección en cualquier parte del silo.



El Verdín puede entrar al silo con el grano o bien estar en él de anteriores infecciones por deficientes desinfecciones. Produce comúnmente un calentamiento vertical sobre la zona infectada y en



general del lado del sol. Puede producirse en la capa superior del cereal debido a la circulación de aire y humedad dentro del silo.

Con Verdín la marcha del calentamiento es muy irregular. Puede ser muy lento o gradual. No es un caso categóricamente como definido como el gorgojo.



A mayor temperatura el grano respira con mayor intensidad. El límite de temperatura el cual el grano se empieza a descomponer es 40-50 °C. En este caso, el calentamiento es generalizado, de toda la masa del silo.



Una vez determinada la causa se puede tratar de solucionar el problema de raíz.

La TERMOMETRÍA provee la información más importante sobre el estado de la mercadería, pero no debe ser la única. Se puede obtener información complementaria con:

- Inspecciones visuales periódicas de las capas superiores.
- Oliendo el aire a la salida de los ventiladores.
- Extrayendo alguna muestra de la zona dudosa.

Hacer un pequeño vaciado y tomar muestra de lo extraído generalmente no es representativo. Al vaciar un silo primero sale el centro y luego se produce un cráter donde se mezclan granos de diferentes alturas, confundiendo los resultados.





### FOCOS DE CALENTAMIENTO DIFICILES DE DETECTAR

Por ejemplo: se tiene un silo con la mercadería a 12°C, parejos en toda la masa. Por una filtración pequeña en el techo ingresa agua, la cual va descendiendo dentro del grano a través de una superficie muy chica (aprox. 50 cm de diámetro).

El agua desciende y humedece un cono fino de 2 o 3 mts de profundidad. A raíz de esto se produce el calentamiento. Pero la distancia entre este punto y el cable más cercano es de 3 mts. Esta separación está llena de grano a 12°C.

¿Cuánto tardará en propagarse esta sobre-elevación a través de 3 mts de grano para aumentar 1°C en la proximidad del cable?. Varios días. Quizás demasiados. Para empeorar la situación, la actividad en la zona puede restringir la circulación de aire, haciendo inefectiva la aireación.

Pero una inspección visual de la capa superior hará que inmediatamente se detecte el problema por el brotado visible. En este caso si la aireación no produce enfriamiento, habrá que hacer una recirculación parcial.

Esto nos lleva al criterio para determinar la distancia entre cables y sensores. En sentido vertical la separación entre sensores es habitualmente entre 1,5 y 2,5 mts. En silos grandes de mucha altura, se utiliza la separación de 2,5 mts para no tener una exagerada cantidad de sensores por cable. No se usan normalmente más de 21, lo cual con un espaciado de 2,5 mts permite controlar más de 50 mts de altura de mercadería.

Como criterio general, la distancia entre cables debe ser aproximadamente de 5 a 6 mts.

También hay que tener en cuenta que lo ideal es almacenar grano limpio, entero, seco y frío.