

CUADERNILLO DE ACTUALIZACION TECNICA CAPACIDAD DE ALMACENAJE CUBICAJE

Ing. Agr. Armando Carlos Casalins

CAPACIDAD DE ALMACENAJE

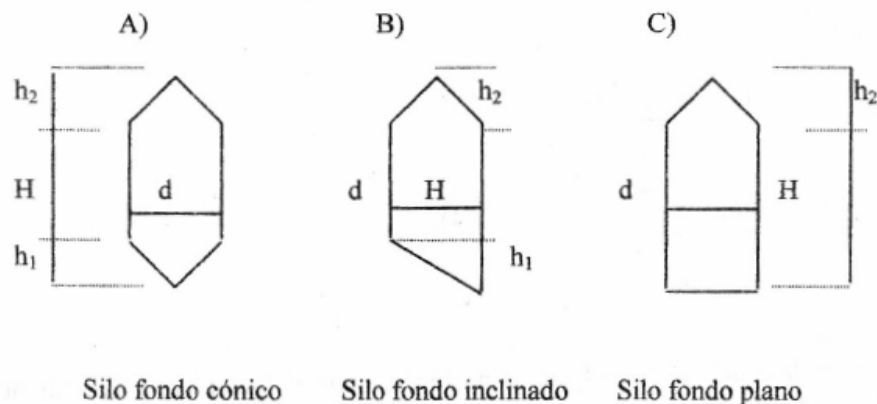
La determinación de la capacidad de almacenaje consiste en obtener el volumen del depósito y luego a este guarismo se lo ajusta por el peso hectolítrico. En el caso de capacidad de almacenaje se toma como valor estándar 80 kg/Hl.

Es necesario tomar un determinado valor de peso hectolítrico para poder hablar en un solo idioma que todos comprendan; por ejemplo, cuando alguien dice que una determinada planta de acopio tiene 15.000 Ton. de capacidad, en realidad lo que está diciendo es que la planta tiene 18.750 m³ de volumen y presupone que el grano con el que se lo va a llenar tiene un pH de 80 kg/Hl., entonces la capacidad es de 15.000 Ton. Lo mismo ocurre con los fabricantes de silos: cuando cotizan una instalación, ésta se da en toneladas, y también presupone un peso hectolítrico de 80 kg., independiente de lo que realmente entre en la instalación, de acuerdo al grano y peso hectolítrico real.

Determinaciones de Capacidad de las instalaciones más usuales

I. Silos

I. Silos:



DETERMINACIÓN:

Tipo A) y B)

$$\text{Vol.} = \pi \cdot r^2 \cdot H + \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h_1}{3} + \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h_2}{3}$$
$$\text{Vol.} = \pi \cdot r^2 \left[H + \frac{h_1}{3} + \frac{h_2}{3} \right] \quad (1)$$

PASAJE DE UNIDADES PARA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE ALMACENAJE.

P.H. presupuesto para capacidad 80 Kg./Hl.

$$80 \text{ Kg./Hl.} = 0,08 \text{ Ton./} 1001 = 0,08 \text{ Ton./} 100 \text{ dm}^3 = 0,08 \text{ Ton./} 0,1 \text{ m}^3$$

$$= 0,8 \text{ Ton/m}^3 \quad (2)$$

Esto significa que en un metro cúbico de volumen del silo se almacenan 0,8 Ton. En consecuencia el volumen determinado en (1) multiplicado por el factor (2) nos da la capacidad de toneladas del silo.

Tipo C)

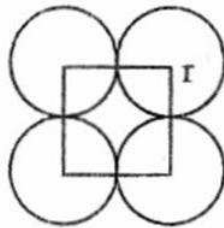
Tipo C)

$$\text{Vol.} = \pi \cdot r^2 \cdot H + \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h_2}{3}$$
$$\text{Vol.} = \pi \cdot r^2 \left[H + \frac{h_2}{3} \right] \quad (4)$$

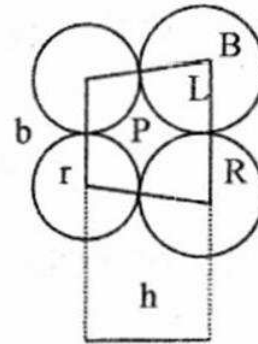
El valor determinado en (4) se lo multiplica por el factor (2) y se obtiene la capacidad del silo.

II. Entresilos

A) De silos iguales



B) De silos desiguales



A) De silos iguales

Si se realiza un corte transversal de la batería de los cuatro silos y se unen los centros de las circunferencias así formadas, quedará determinado un cuadrado cuyo lado tiene la distancia de dos radios, o sea el diámetro.

Sacando la superficie del cuadrado y restando las cuatro secciones circulares, se obtiene la superficie del entresilo multiplicado por la altura da el volumen.

Superficie del cuadrado	$2 r \cdot 2 r = (2r)^2$
Superficie secciones circulares	$1/4 \pi \cdot r^2 + 1/4 \pi \cdot r^2 + 1/4 \pi \cdot r^2 + 1/4 \pi \cdot r^2 = \pi \cdot r^2$
Superficie de entresilo	$(2r)^2 - \pi \cdot r^2$
Volumen de entresilo	$[(2r)^2 - \pi \cdot r^2] \cdot \text{altura}$
Capacidad de entresilo (Ton.)	$(\text{Volumen de entresilo (m}^3) \cdot \text{factor (2)})$

B) De silos desiguales

Realizando un corte transversal de la batería compuesta por los cuatro silos y uniendo los centros de las circunferencias así formadas, quedará determinado un trapecio. La

superficie del mismo menos las cuatro secciones circulares, permite obtener la superficie del entresilo multiplicada por la altura da el volumen del mismo.

$$\begin{aligned} \text{Superficie del trapecio} &= \frac{\text{Base mayor} + \text{Base menor}}{2} \cdot h \\ &= \frac{2R \text{ silo mayor} + 2r \text{ silo menor}}{2} \cdot h \end{aligned}$$

$$\text{Superficie del sector circular} = \frac{\text{radio} \times \text{long. de arco}}{2}$$

$$\text{Longitud del arco} = \frac{\text{ángulo del arco}}{360^\circ} \times \frac{\text{long. de circunferencia}}{2\pi \cdot r}$$

$$\begin{aligned} \text{Sup. del entresilo} &= \text{Superficie del trapecio} - \text{sup. de los 4 sectores circulares.} \\ &= \text{Sup. del trapecio} - 2 \text{ sup. del sector circular de los silos} \\ &\quad \text{mayores} - 2 \text{ sup. del sector circular de los silos menores.} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen del entresilo} = \text{superficie del entresilo por la altura del mismo.}$$

$$\text{Capacidad del entresilo} = (\text{volumen del entresilo}) \times \text{factor (2)}$$

III. Galpones destinados a Granel

Los galpones que se destinan a granel no tienen sus paredes laterales reforzadas, de manera tal que el grano no se podrá apoyar en ellos, y el cálculo de capacidad se ve limitado por esta circunstancia. Se trata a su vez de instalaciones con piso plano.

La determinación se realiza de la siguiente manera.

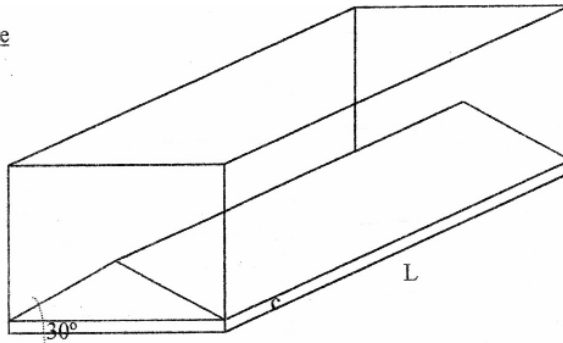
Superficie de la base del galpón	largo (l) x ancho (a)
Volumen con grano del galpón	largo (l) x ancho (a) x alto (c)

Cálculo del copete del grano: Se debe tener en cuenta no el alto del galpón sino el ángulo de reposo del grano, de manera tal que no ejerza presión sobre las paredes.

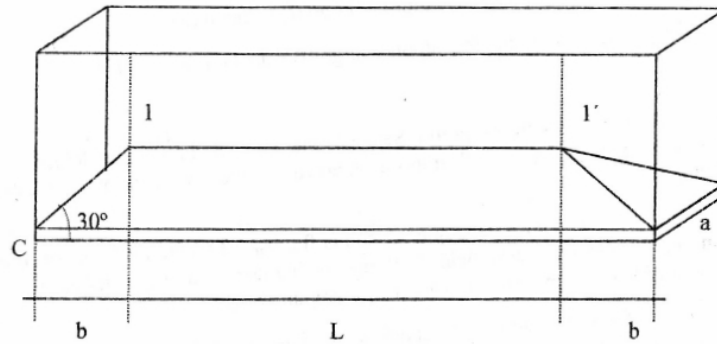
El ángulo de reposo tiene que ver con la fluidez del grano. Podemos decir que a mayor tamaño, superficie lisa, menor humedad, forma esférica y menor cantidad de impurezas, se tiene menor ángulo de reposo.

A los fines de determinar capacidad de almacenaje se toma como ángulo de reposo el de 30°.

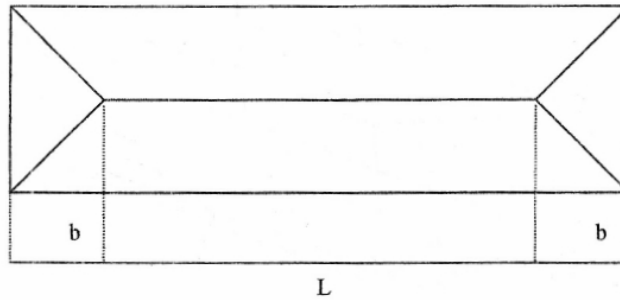
Vista frente



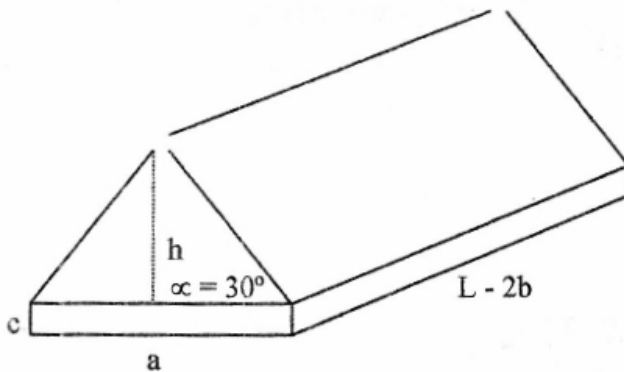
Vista lateral



Vista de arriba



En un corte transversal en los puntos 1 o 1 tendremos una sección del tipo de un triángulo:



(el vértice superior es en realidad de forma redondeada)

La determinación de la altura h se realiza por trigonometría siendo la:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{h}{\frac{1}{2} a} && \text{luego} \\ \operatorname{tg} 30^\circ &= \frac{2h}{a} && \therefore 0,577 = \frac{2h}{a} \\ &&& \therefore h = \frac{0,577 \cdot a}{2} \end{aligned}$$

El volumen de esta porción del copete estaría dado por la superficie del triángulo multiplicado por el largo del mismo:

$$\operatorname{Vol.} = \frac{a \cdot \frac{0,577 \cdot a}{2}}{2} \cdot L - 2b$$

donde b es igual a $\frac{h}{\operatorname{tg} 30^\circ}$ (ver figura vista lateral)

$$\therefore b = \frac{h}{0,577}$$

reemplazando h

$$b = \frac{\cancel{0,577} \cdot a}{\cancel{2} \cdot 0,577}$$

$$\therefore b = \frac{a}{2}$$

$$\therefore \operatorname{Vol.} = \frac{a^2 \cdot 0,577}{4} \cdot (L - \cancel{2} \cdot \frac{a}{\cancel{2}})$$

o sea $\operatorname{Vol.} = \frac{a^2 \cdot 0,577}{4} \cdot (L - a)$

La otra porción del copete está dada por los puntos donde el granel se acomoda también de acuerdo a su ángulo de reposo, dando la figura de dos conos (pirámide trunca), uno en cada punta del galpón.

La determinación del volumen de los conos sería:

$$\text{Vol. } \frac{1}{2} \text{ cono} = \frac{b \cdot a \cdot h}{3}$$

Los dos conos serían, en consecuencia, igual a dos veces del factor anterior:

$$2 \cdot \frac{b \cdot a \cdot h}{3}$$

lo que es lo mismo reemplazando a

$$2 \cdot \frac{a \cdot a \cdot 0,577 \cdot a}{3}$$

efectuando $2 \cdot \frac{a^3 \cdot 0,577}{2 \cdot 2 \cdot 3}$

luego simplificando $\frac{a^3 \cdot 0,577}{6}$

En consecuencia el volumen del galpón sería la suma de:

Volumen con grano (sin copete) del galpón largo (L) x ancho (a) x alto (c)

$$\text{Volumen del copete} \quad \frac{a^2 \cdot 0,577}{4} \cdot (L - a) + \frac{a^3 \cdot 0,577}{6}$$

$$= \frac{a^2 \cdot 0,577}{2} \left[\frac{1}{2} (L - a) + \frac{a}{3} \right]$$

Al valor así obtenido de la suma de los volúmenes, se le aplica el factor (2) y obtenemos la CAPACIDAD DEL GALPÓN.

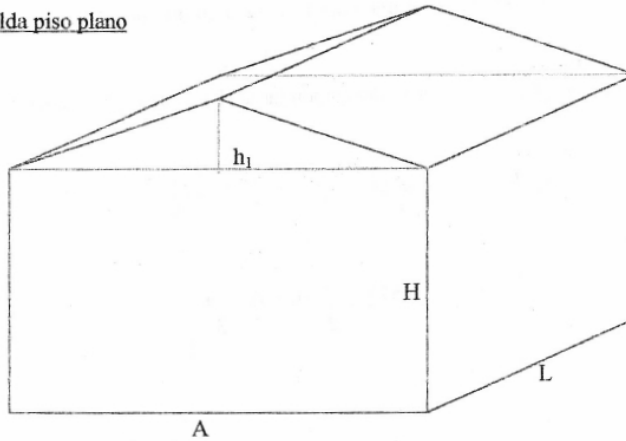
Muchas veces en la práctica con galpones cuyas paredes son de 4 mts. (medida estándar) es común que una aproximación de la capacidad se obtenga realizando ancho por largo y por alto, y a este valor se lo divide por 3. Esto quiere decir que del volumen total del galpón solamente estará ocupado por grano la tercera parte, ya que no se puede apoyar el mismo sobre las paredes.

IV. Celdas

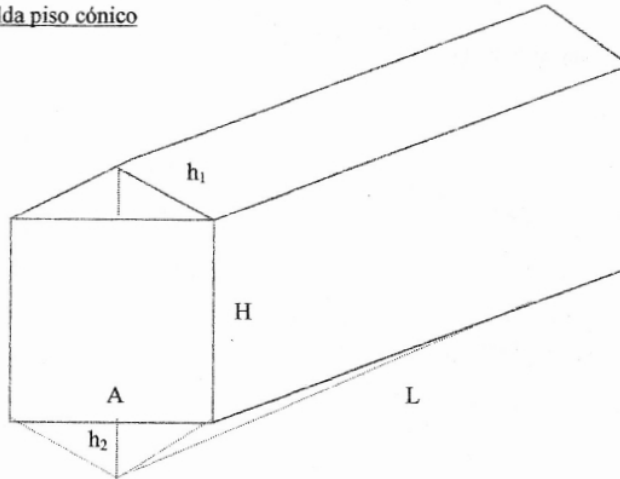
Se diferencia de los anteriores por su resistencia en las paredes, que son construidas para tal propósito.

Se pueden clasificar, a los fines de capacidad, en celdas con piso plano, o con piso en forma de cono.

Celda piso plano



Celda piso cónico



Celda piso plano

Para determinar la capacidad de la celda con piso plano, aplicamos las mismas fórmulas que para el galpón variando, obviamente, la altura que se considera.

Celda piso cónico

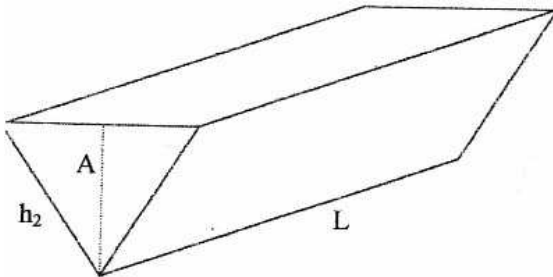
Se deberá tomar la forma de la parte por debajo del nivel del suelo.

Como la forma cónica es la de mayor divulgación, nos referiremos a la determinación de la misma.

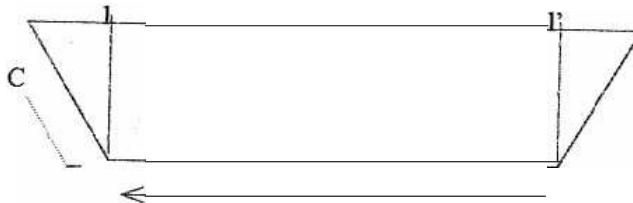
En el cono los ángulos no tienen que ver con el reposo del grano sino que están relacionadas con los ángulos de caída, que dependerá fundamentalmente del tipo

de grano y la humedad del mismo. De todas maneras, la profundidad del cono es un dato provisto por el constructor y que puede fácilmente ser constatado.

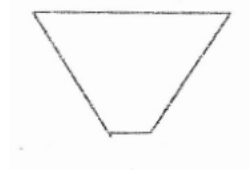
Vista del cono de frente



Vista del cono a lo largo



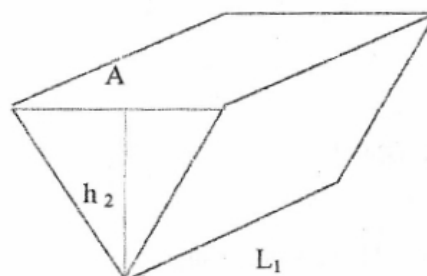
Generalmente no se trata de un triángulo perfecto ya que en el fondo se ubica un tornillo extractor o un transportador a cadenas o boquillas que conectan a una cinta, con lo cual la forma se asemeja más a un trapecio, con una base menor muy chica



A los fines prácticos, se determina el cono como si fuera un triángulo porque generalmente no se encuentran en los planos la medida de la base menor. En definitiva, la diferencia considerando un triángulo o un trapecio es insubstancial.

Determinación del volumen del cono:

Si se realiza un corte transversal por los punto 1 o 1' se obtiene la figura de un triángulo.



$$\text{Volumen parcial del cono} = \frac{A \cdot h_2}{2} \cdot L_1$$

De no conocerse el valor de L_1 se lo puede hallar partiendo de la medida L (dato conocido por plano) o tomada desde el exterior.

Debo conocer el valor de b , que se restará dos veces del guarismo L y se obtiene el valor L_1 .

Para la determinación de b se aplica Pitágoras donde: (Ver vista del cono a lo largo)

$$C^2 = b^2 + h_2^2$$
$$\therefore b^2 = c^2 - h_2^2$$
$$y \quad b = \sqrt{c^2 - h_2^2}$$

por lo antedicho obtengo: $L_1 = L - 2b$.

Determinación del volumen del cuerpo central:

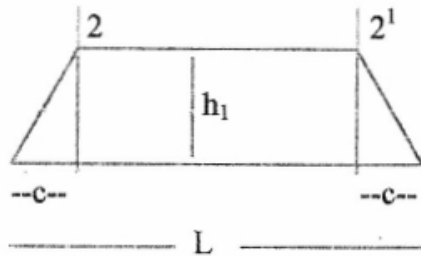
En las puntas se tiene la formación de dos conos (pirámides truncas), que se determinan de la siguiente manera:
$$\frac{A \cdot b \cdot h_2}{3}$$

Como se trata de dos, resulta:
$$2 \cdot \frac{A \cdot b \cdot h_2}{3}$$

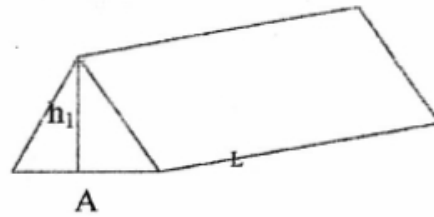
Se determina multiplicando el ancho por el largo y por la altura. A.L.H.

Determinación del volumen del copete:

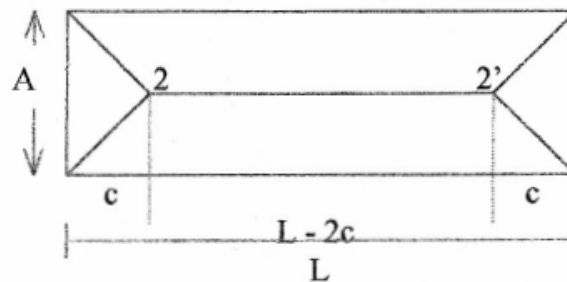
Vista costado



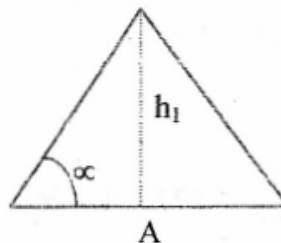
Vista frente



Vista arriba



Realizando un corte transversal por 2 o 2' nos queda una figura de este tipo:



El vértice se presenta redondeado, pero en la práctica se toma como si fuese un triángulo, siendo insignificante la diferencia del volumen entre las dos figuras.

El grano en el copete se va a acomodar de acuerdo a su ángulo de reposo, que como hemos dicho lo consideramos de 30° .

En consecuencia para determinar la altura del copete utilizaremos trigonometría siendo:

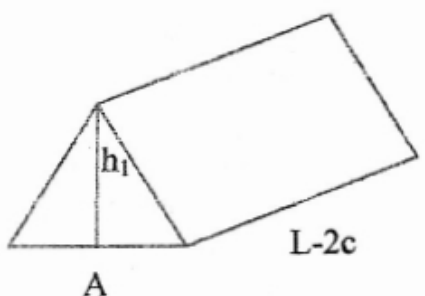
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h_1}{\frac{1}{2} A} \therefore h_1 = \operatorname{tg} 30^\circ \cdot \frac{1}{2} A$$

$$h_1 = 0,577 \cdot \frac{1}{2} A$$

Determinación del volumen parcial del copete:

1) Parte central

1) Parte central


$$\text{Volumen parcial del copete} = \frac{A \cdot h_1 \cdot L - 2c}{2}$$
$$\therefore \frac{A \cdot 0,577 \cdot A \cdot L - 2c}{4}$$
$$\text{Volumen parcial del copete} = \frac{A^2 \cdot 0,577 \cdot (L - 2c)}{4}$$

2) Cabeceras

Lo que falta mensurar del copete son las cabeceras, que forman dos conos (pirámides truncas), cuyas determinaciones son:

$$2 \cdot \frac{A \cdot c \cdot h_1}{3}$$

El dato del valor c depende también del ángulo de reposo del grano (que consideramos 30° de manera tal que: $\text{tg } 30^\circ = \frac{h_1}{c}$

$$\therefore c = \frac{h_1}{\text{tg } 30^\circ}$$

reemplazando el valor obtenido anteriormente para la altura se obtiene:

$$c = \frac{0,577 \cdot \frac{1}{2} A}{0,577} \quad \therefore \quad c = \frac{1}{2} \cdot A$$

reemplazando nuevamente

$$\text{Volumen de los conos} = 2 \cdot \frac{A \cdot \frac{1}{2} A \cdot 0,577 \cdot \frac{1}{2} A}{3}$$

$$\text{Volumen de los conos} = \frac{A^3 \cdot 0,577}{6}$$

La suma de los dos parciales daría:

$$\frac{A^2 \cdot 0,577}{4} \cdot (L - 2c) + \frac{A^3 \cdot 0,577}{6}$$

RESUMIENDO: Para obtener el volumen del depósito debemos sumar los volúmenes del cono, del cuerpo y del copete. El resultado obtenido en metros cúbicos se multiplicará por el factor (2) y se obtiene la CAPACIDAD DE CELDA.

CUBICAJE COMO UNA DETERMINACIÓN APROXIMADA DE EXISTENCIA EN UN DEPÓSITO

El cubicaje de un depósito cualquiera se dice que es un valor aproximado de lo que realmente se encuentra guardado, porque depende de:

- a) Valores propios de los granos
- b) Valores de apreciación por parte del operario.

VALORES PROPIOS DE LOS GRANOS

Dentro de este rubro podemos considerar los siguientes parámetros:

- 1) Humedad del grano.
- 2) Peso específico o peso hectolítrico.
- 3) Temperatura.
- 4) Cuerpos extraños.
- 5) Angulo de reposo de los granos.
- 6) Compactación.

1) Humedad del grano.

La humedad con que se encuentra un grano dentro de un depósito (silo, celda, etc.) es un factor importante a tener en cuenta cuando se intenta transformar un determinado volumen en peso. No basta con fijarse las mermas, que están tabuladas, para llevar a los granos a las condiciones de recibo, sino que se deberá tomar la humedad real a la que está almacenado el grano.

Para llegar a este dato se debería muestrear perfectamente el depósito, cosa que en la práctica resulta imposible, por los costos y rotura que esta medida acarrea, de manera tal que se tomarán muestras desde todas las partes de acceso al depósito hasta la profundidad máxima posible. No obstante, siempre se trata de una toma de muestra estática y no dinámica -como sería deseable-, dando un valor aproximado de la humedad y, por ende, del peso.

Cuando antes de cubicar se toman las existencias por los registros en los libros, hay que ponderar que en los mismos se vuelca el valor en Kgs. netos, es decir, descontadas las mermas, independientemente que se realice la función de secado con posterioridad al recibo. En otras palabras, al cubicar una planta se puede encontrar grano húmedo (que esta a la espera de secado) que en los libros ya está netada la merma que luego se producirá.

Por otro lado, hay que tener en cuenta las diferencias entre mermas de tablas y mermas reales, ya que se establece para la humedad final de las tablas un valor menor a que figura en las normas de clasificación.

Hay que considerar también que la disminución de un determinado porcentaje de humedad no condice con el mismo porcentaje de mermas, es decir que si se disminuye un 3% de humedad, el porcentaje de mermas es mayor que el guarismo anterior, debido a que en el grano la materia seca no varió por el secado, y lo que ha ocurrido fue una pérdida de agua por parte del mismo.

Asimismo, a medida que se trabaje con humedades más altas para una misma reducción del tenor de la misma, la merma que se producirá será mayor.

Como ejemplo se puede ver el siguiente cuadro

MERMA EN PESO PARA 3 % DE REDUCCIÓN

Humedad inicial	Humedad final	Merma a peso
25	22	3,84
22	19	3,70
19	16	3,57
16	13	3,45

Fuente: G. Marsans. Manejo de granos en plantas de acopio.

También es común en las prácticas del acopio el sobresecado, que se realiza fundamentalmente para tener mayor seguridad de almacenamiento. Es evidente que con esta práctica se tienen menores tonelajes para un mismo volumen.

Otra consideración es la merma de volumen que se genera cuando se practica el secado artificial. Datos proporcionados por Foster indican en maíz una merma de volumen de 0,3 a 0,7 % por cada punto de reducción de humedad.

Por último, hay que tener en cuenta que los aparatos con que se realizan las mediciones de humedad, que en general son del tipo portátil y actúan por capacitancia, arrojan valores que cumplen su función en la faz comercial pero que no dan un valor extremadamente exacto para determinar una cuantía perfecta de tonelaje.

2) Peso específico o peso hectolítrico.

El peso específico es el peso de un volumen de cien (100) litros de grano tal cual, expresado en Kg./HI.

Cada grano tiene un determinado peso. Sin embargo existen promedios que sirven para realizar determinaciones groseras. A continuación se transcriben los pesos estimados por m³ de los granos y subproductos más difundidos.

	Kg./n13.
ALPISTE	700 - 800
AVENA AMARILLA	450 - 550
AVENA BLANCA	500 - 600
ARROZ CASCARA	550 - 650
CEBADA CERVECERA	580 - 720
MANI DESCASCARADO	600 - 700
MIJO	550 - 750
SOJA	650 - 750
SORGO GRANIFERO	700 - 800
TRIGO PAN	760 - 840
TRIGO CANDEAL	740 - 820
CEBADA. FORRAJERA	560 - 640
CENTENO	650 - 750
GIRASOL	350 - 450
LINO	600 - 700
MAIZ	700 - 800
HARINA DE LINO	500 - 600
HARINA DE GIRASOL	450 - 550
HARINA DE MANI	600 - 700
HARINA DE ALGODÓN	500-- 700
EXPELLERS DE LINO	600 - 700
EXPELLERS DE GIRASOL	400 - 500
EXPELLERS DE MANI	500 - 600
EXPELLERS DE ALGODON	450 - 550

Fuente: Almacenamiento y práctica de recibo. M. A. Di Rosso.

Hay que observar, primero, que son valores estimados; y segundo, que se dan por rangos, con lo cual la variabilidad del resultado es mayor (dependiendo del rango).

Al igual que la humedad, para poder determinar con precisión el peso de un determinado grano en un volumen, se deberá conocer también con claridad el peso hectolítrico ponderado del mismo, para lo cual debería realizarse un minucioso muestreo de toda la masa del granel. Como esto es de práctica imposible (porque debería realizarse en forma dinámica con el costo y rotura que provoca, además del tiempo que conlleva) se recurre a obtener valores aproximados, realizando muestreos en todos los lugares de acceso hasta las profundidades posibles. En los casos que se cuente con el resultado analítico (depende del grano) de peso hectolítrico al ingreso, se lo puede reconocer como un valor a comparar con el muestreo.

Si embargo, no se puede tomar exclusivamente el valor analítico ya que es muy difícil, en el manejo a granel, saber a que depósito fue determinada partida. Asimismo, una vez que se produjeron egresos, al no llevar un control específico del rubro, es también dificultoso conocer, por la papelería, el peso hectolítrico del remanente.

Por otro lado, como la determinación se realiza con mercadería "tal cual", si la misma contenía altos valores de cuerpos extraños, los resultados de peso hectolítrico serán bajos, cambiando en la planta si media una limpieza al almacenaje. También puede variar el peso hectolítrico en menos, con respecto a los resultados analíticos, si se tiene una infestación en planta.

Por último, hay que tener en cuenta la relación humedad / peso hectolítrico que modifica los valores obtenidos en el ingreso a planta. Granos con mayor humedad tendrán menos peso hectolítrico, pues se acomodan ocupando más volumen en la balanza que lo determina. Una vez secos arrojarán valores superiores, variando como consecuencia el peso a determinar.

Por todo lo expuesto, el dato analítico puede ser útil en la medida que se lo controle con el valor del muestreo.

3) Temperatura

El grano almacenado húmedo sufre un proceso de calentamiento -que se autogenera- debido a la respiración que se acentúa y consume materia seca del grano, dando mayor temperatura y agua.

Este proceso ocasiona mermas muy difíciles de apreciar en un cubicaje, pero sí al final de una campaña.

Según Marsans, una masa de granos almacenada por más de seis meses pierde 3 % de materia seca si su temperatura sube 10° C por encima de su temperatura inicial.

En el cubicaje se deberán practicar controles de temperatura que darán valores puntuales que permitirán detectar focos instantáneos.

También en este caso, si no se cuenta con termocuplas para la determinación de temperatura, se tendrá que realizar un muestreo con instrumental apropiado para poder detectar los focos de temperatura que pueden producirse por capas de humedad en el granel, o por insectos, y que pueden ocasionar alguna merma por temperatura por encima de la determinada físicamente.

Este es un valor que habrá que estimar, en tanto su valor real se sabrá en la balanza a la hora de pesar toda la mercadería.

4) Cuerpos extraños

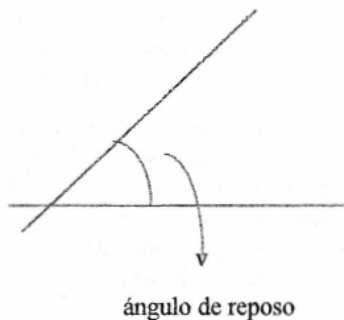
Todas las materias extrañas que conforman el granel, modifican el volumen del mismo, arrojando valores erráticos en los cubicajes. A la hora de efectuar el recuento físico de un depósito se deberá conocer si la mercadería sufrió un zarandeo o no.

Cuando se quiera comparar el dato físico del recuento con el asentado en libros se tendrá en cuenta que en estos últimos se vuelca el peso neto, donde ya se descuenta de antemano las mermas de zaranda que todavía no se practicaron, pudiendo ser que durante todo el almacenaje se mantenga el grano junto con los cuerpos extraños porque, por ejemplo, la zaranda se encuentra ubicada en las instalaciones de despacho de la planta, o por cualquier otro motivo que haga a la operatividad de la misma.

De no contar con información certera de las operaciones que se efectuaron, se deberá muestrear en todos los accesos y a las mayores profundidades que se puedan alcanzar, para determinar la suciedad de la mercadería, y poder así aproximar un valor de cubicaje. Este, obviamente, dará un valor estimado por tratarse de un muestreo estático y no dinámico como sería deseable.

5) Angulo de reposo de los granos

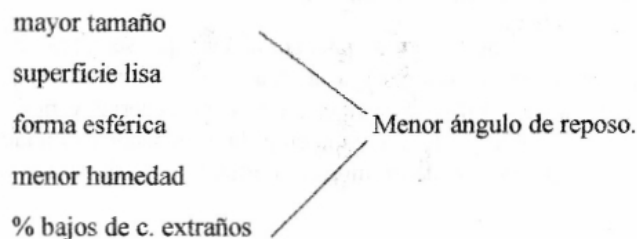
El ángulo de reposo es el ángulo formado por la inclinación del copete y la horizontal.



No todos los granos tienen el mismo ángulo de reposo y esta íntimamente ligado a la fluidez. Cuando ésta es mayor, menor será el ángulo de reposo.

Los factores del grano que modifican este ángulo y la fluidez son: el tamaño, el tipo de superficie del grano y su forma, la humedad y los cuerpos extraños.

A estos factores los podemos relacionar de la siguiente manera:



Cuando mayor es el ángulo de reposo, mayor es la capacidad de almacenaje.

Este dato es importante cuando se debe calcular el copete de un granel, sobre todo en un silo lleno que tiene bloqueado su acceso superior, dependiendo, ciertamente, de donde esté ubicada su puerta de acceso.

Generalmente, los ángulos de los techos de los silos son mayores que los ángulos de reposo para granos secos y limpios, de manera tal que si se toma el volumen total por planos se sobre dimensiona el cubicaje.

Los ángulos de los techos son mayores para evitar que el grano se apoye lateralmente en el mismo y lo haga, en cambio, sobre el cilindro. Cuando se fuerza modificar el ángulo, tratando que entre más grano en el depósito, como entre el techo y las paredes existe una luz, se produce derrame. Es conveniente que quede algo de espacio libre entre el grano y el techo para que se efectúe correctamente la remoción de aire.

De acuerdo a la bibliografía que se encuentra en el tema, se tienen datos de ángulos de reposo que son variables, fundamentalmente por su humedad, como ejemplo podemos citar datos de Aposgran.

	Humedad	Angulo de reposo
Maíz	7,5 %	34°
	12,0 %	34,0°
	19,5 %	39°
	23,1 %	43,5°
Trigo	7,3 %	29 °
	11,0 %	29,3°
	14,1 %	31°
	17,1 %	35,6°
	19,3 %	41 °
Soja	13,0 %	29°
Sorgo	13,0 %	33°

Como los ángulos de los techos están confeccionados para determinados granos, cuando se almacenan otros hay que tener en cuenta el verdadero ángulo de reposo, que además depende, dentro del mismo grano, de los factores antes mencionados, ya que si el talud del grano es menor que el ángulo del techo, se podrá llevar hasta la ultima chapa lateral; pero si el talud o ángulo de reposo es mayor que el ángulo del techo, no se podrá llegar tan arriba tal como indican los esquemas.

Angulo de reposo menor que ángulo del techo



Angulo de reposo mayor que ángulo del techo



Si se quiere determinar cuánto más abajo llega el grano en las paredes laterales, habrá que determinar la altura del copete y luego la del sombrero; la diferencia entre ambas dará la medida buscada.

6) Compactación

La compactación que sufren los granos por el almacenaje hace variar el volumen y, por ende, la determinación del peso.

La compactación está, además, ligada a las condiciones del ambiente donde está enclavada la planta, y a las operaciones que en la misma se realizan.

Las condiciones del ambiente están referidas a vibraciones que producen factores ajenos a la planta, por ejemplo cercanía a vías férreas o carreteras muy transitadas con vehículos pesados. Es notable, por ejemplo, en plantas a la vera del ferrocarril, la disminución de volumen que se genera por el paso de trenes.

Las operaciones que se producen en la propia planta tienen que ver con las maquinarias que provocan vibraciones produciendo efectos similares a las causadas por los agentes externos.

La compactación depende de la frecuencia de tránsito, del tipo de operaciones de la planta y de que grano se trate (por el espacio inter-granario que posea).

VALORES DE APRECIACIÓN POR PARTE DEL OPERARIO

La apreciación del volumen por parte del operario depende, fundamentalmente, del depósito a cubicar y del entrenamiento y experiencia en estas tareas que posea.

Describimos el cubillaje en los depósitos más usuales: silos y celdas.

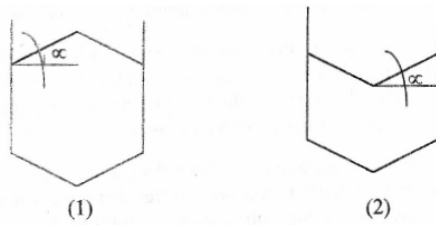
Silos

Como consideración preliminar, es necesario contar para la determinación del cono con un plan o un croquis en corte longitudinal y transversal, o, por lo menos, con un silo vacío donde poder tomar las medidas.

Solucionado el tema de la determinación del volumen del cono o plano inclinado, se deberá determinar el volumen del cuerpo del silo; en el caso que se trate de uno de chapa se medirá la parte que está llena. Para poder hacerlo se sube por la escalera externa golpeando las chapas hasta que se sienta el ruido de vacío. Este tipo de determinación no es exacta, pudiendo tener variación de centímetros. Se corrobora esta medida en forma aproximada desde la puerta de acceso del techo, donde, en lo posible, se apreciará la forma del copete; cuanto más lleno esté el silo mejor se apreciará su forma y la altura a la cual se apoya sobre las paredes de chapa. Si resulta viable, es conveniente entrar al silo y estimar, lo más exacto posible, tanto la altura como la forma del copete.

Como regla general, si el silo ha sido llenado (1) tendremos un copete hacia arriba, cuya altura máxima depende, como hemos visto, del ángulo de reposo del grano. Si el silo ha

sido vaciado (2) tendremos un cono invertido donde la pendiente también tiene que ver con el ángulo de reposo o talud del grano.



Entre estos dos extremos existen situaciones intermedias, que deberá apreciar el operario.

Si se trata de silos de hormigón, lo que se determina desde la parte superior es el vacío, que también es difícil de precisar. Si no se puede ingresar al silo, que es lo más común, deberá introducir una cinta métrica, sogas, cable, etc., desde la parte superior hasta que toque el granel. Se considera esta medida y luego por diferencia se calcula el lleno.

Como regla práctica para medir el vacío, se utiliza una portátil blindada de cable largo, que tiene la ventaja de iluminar el silo y poder apreciar la forma del copete. Luego es medido el largo del cable y por diferencia nos dará un valor aproximado de la parte llena del silo. Entrar al silo de hormigón es difícil, porque generalmente no tienen escaleras internas; es posible introducirse con una silleta, similar a la que utilizan los limpiadores de vidrios en edificios.

Tanto para silos de chapa como de hormigón los errores de cubicaje son menores cuando los depósitos son más chicos y se encuentran llenos.

Celdas

Al igual que en los silos, la determinación del cono se determina por planimetría. Por ser un depósito de dimensiones más grandes, la altura que alcanza el grano sobre las paredes es más despareja que en un silo, debiendo el operario enrasar "a ojo" una determinada altura considerada promedio.

También el copete que se forma en una celda es muy irregular, debiendo compensar alturas con depresiones a simple vista, arribando igualmente a alturas promedios para, de manera aproximada, determinar el tonelaje que se encuentra en la celda.

Vale en estas instalaciones las consideraciones realizadas en los silos: cuanto mayor es el depósito mayores errores de ponderación de alturas; y cuanto más lleno se encuentre, menores.

CONCLUSION

Por todo lo expuesto se concluye que el cubicado de un depósito depende de muchos factores que no se pueden medir en forma precisa, de manera tal que se arriba a valores aproximados que permiten tener una idea de los stocks a comercializar en un determinado momento. Si bien no representa un valor de inventario exacto permite, realizando seguimientos periódicos, tener un control del físico de la planta y la evolución de las posibles modificaciones de stock.

Las mermas que se originen por la propia naturaleza de los granos deben recuperarse a través de la tarifa de almacenaje, que es la causante principal de que se produzcan.

En términos generales, desde el momento en que se realice la operación de cubicaje, de los granos que se encuentran almacenados, del tipo de depósito que se cubique, y partiendo del supuesto que se cuente con personal capacitado y con experiencia, se podrá tener un error de método de alrededor del 10%.

Bibliografía

Manual de almacenamiento de granos (L. Puzzi)

Secado de granos y secadoras (C. de Dios)

Manejo de granos a planta de acopio (T. Marsans)

Almacenamiento y practica de recibo (M. di Rosso)

Conservación (D. Yanucci)