

DIRECCION GENERAL DE GANADERIA

Concurso de proyectos de construcción de silos

PROYECTO DE SILO PARA 60 m³

MEMORIA

PROYECTO DE SILO PARA 60 METROS CÚBICOS.—El ensilaje en buenas condiciones, con el fin de proporcionar alimentos verdes, sanos, nutritivos y *baratos* en la época de invierno a nuestros ganados, es de una imperiosa necesidad, sobre todo en nuestras regiones ganaderas y zonas de nuevos y antiguos regadíos. Consideramos, pues, un indudable acierto el concurso convocado por la Dirección General de Ganadería, no sólo porque la construcción de silos en gran número la consideramos indispensable, sino porque en España, donde está iniciándose dicha construcción, es preciso orientar técnica y prácticamente, desde un principio, al agricultor y ganadero, con el fin de que el éxito conseguido con los primeros silos estimule y fomenta la construcción de los demás hasta el límite necesario para sostener una ganadería abundante, próspera y floreciente. Nada hay en efecto que paralice tanto la construcción de silos en una región como la de ver los resultados desastrosos obtenidos por agricultores que, sin conocimiento del asunto, despreciando las normas técnicas constructivas más esenciales y las de orden biológico que rijen el ensilaje, construyen de cualquier modo unos depósitos en los que obtienen un producto detestable y en muchos casos hasta perjudicial para el ganado, sobre todo en el vacuno, explotado por la producción lechera. Esto hay que evitarlo, y ello puede lograrse dando a los agricultores y ganaderos que lo deseen proyectos de silos en consonancia con la importancia de la explotación, dirección técnica e incluso enviándoles capataces constructores especializados para que ejecuten la construcción.

En los Estados Unidos, donde se orientó bien la cuestión desde el primer momento, se consiguió llegar de un centenar de silos que existían en 1882 a la fantástica cifra de un millón trescientos mil silos en el año 1921.

En Italia también se ha hecho en este sentido una eficaz campaña que ha dado espléndidos frutos.

Nuestra modesta experiencia sobre esta cuestión en los regadíos del Duero, donde el Servicio Agronómico de la Confederación, al cual pertenecemos, tiene establecido un servicio de construcción de silos a precio de coste y actualmente construídos varios, nos ha inducido a presentarnos a este concurso por si las observaciones realizadas y normas prácticas que la realidad nos ha enseñado, pudieran ser útiles y aplicables a la mejor alimentación y consiguiente mejora de la cabaña nacional.

CONCEPTO DEL ENSILAJE. SILOS.—Un gran recipiente construído de mampostería o de cemento, de madera o de metal, excavado en el terreno, o elevado sobre la superficie del suelo, en el cual se introducen sustancias alimenticias; cereales, forrajes, hojas, etc., para obtener su conservación durante un gran espacio de tiempo, recibe el nombre de SILO.

El uso de los silos es antiquísimo, y se han empleado desde tiempos remotos para la conservación de los granos. Con impedir la penetración del aire en la masa del grano, éste se conserva inalterable durante mucho tiempo.

Modernamente, hace escasamente cincuenta años, en Norteamérica se inicia la conservación de forrajes por medio del ensilado. La casi exclusiva finalidad de estos primeros ensilados es poder incrementar la superficie destinada al cultivo de maíz forrajero, porque no pudiendo darse este forraje en verde más que durante treinta o cuarenta días, y consumiendo un animal de seis a ocho kilos de forraje por 100 de peso vivo, la superficie que se podía sembrar de maíz forrajero era escasa.

Asimismo, en los países nórdicos de Europa, se inicia el ensilado tratando de evitar la pérdida que por enmohecimiento se produce en los forrajes, una vez segadas las praderas, como consecuencia de una lluvia inoportuna.

Tres fases podemos distinguir en la evolución del ensilado de forrajes; en la primera no se produce una fermentación única, porque la carga y prensado no se efectuaba de una manera fija, ni la forma de los silos y material de construcción atendían a normas regulares que por entonces no se conocían; en estas condiciones, cargando de continuo y sin un prensado esmerado, se producía la fermentación ácida o acética, y se calentaba la masa del silo entre los 20 y 30 grados. En estas condiciones el silo resulta ácido y, consumido en grandes cantidades, 20 a 25 kilos por animal grande, antihigiénico por producir diarreas.

Las continuas observaciones que sobre el ensilado se hacían llevaron a la conclusión de que cargando intermitentemente y prensado hasta alcanzar temperaturas de 50 grados centígrados, se producía una fermentación fundamentalmente láctica, aunque sin exclusión de la acética, deduciendo que a temperaturas de 35 grados centígrados se inicia la fermentación láctica, teniendo su óptimo entre 50 grados y 55; cuidando de que la temperatura no pase de 65 grados, a la cual se quema el silo.

El ácido láctico así producido no sólo no resulta perjudicial, sino que facilita la digestión.

Teniendo un doble origen el ácido láctico producido en esta fermentación:

1.º Consecuencia de la respiración intracelular, se transforma el azúcar del protoplasma celular dando ácido láctico y ácido acético en la proporción de 3 a 1.

2.º Asimismo el ácido láctico tiene un origen bacterico tanto más abundante cuanto mayor es la humedad con que se ensiló el forraje.

Hasta este momento, pues, se creía que la fermentación de los forrajes en los silos era inevitable y por eso todos los ensayos se dirigían en el sentido de orientar dichas fermentaciones.

Hoy no, el problema que se trata de resolver es el de atenuar al mínimo dichas fermentaciones, conservando el forraje en las mismas condiciones en que se introdujo en el silo.

Los americanos consiguen esto en parte al construir silos circulares estrechos y altos en los que trataban de producir la autopresión del forraje para evitar mano de obra, ya que por entonces se conocían las elevadoras neumáticas y la carga del silo no constituía problema para ellos.

En estas condiciones, ensilando continuamente y con máquinas de gran rendimiento, repartiendo el forraje uniformemente y prensando al propio tiempo, en la masa del silo se eleva escasamente la temperatura, sobre todo cuando la humedad del forraje no pase del 30 al 35 por 100 y el aire se desaloja casi por completo. Además las fermentaciones iniciadas se paralizan porque la atmósfera que se produce de anhídrido carbónico las contiene.

En la parte superior del forraje de estos silos, llamados tipo americano, no se suele poner más que una capa de paja de 10 a 15 centímetros de espesor, por lo cual en el metro o metro y medio superiores, por defecto de prensado, hay oxidación del forraje con las consiguientes fermentaciones láctica y acética.

Las características fundamentales del silo tipo americano son, pues:

1.º Silos tubulares altos y estrechos.

2.º Ensilan exclusivamente maíz forrajero cuando éste tiene su panocha casi madura.

3.º Trituran mucho el maíz o trozos de 2 ó 3 centímetros y lo cortan y elevan con una máquina neumática.

Una modificación de este tipo de silo es la conseguida en la Estación Experimental de Bacteriología Agraria de Crema (Italia), que, orientada en el mismo sentido de conservar el forraje en las mismas condiciones en que se carga, trata de evitar la fermentación de la masa superior del americano, al mismo tiempo que consigue ensilar otros forrajes, veza, alfalfa, etcétera, con los mismos resultados que el maíz ensilado por los americanos.

Para ello, convencidos de que la paralización de las fermentaciones

tiene su causa en la atmósfera de anhídrido carbónico que en las mismas se produce, suprimen la superficie libre entre el forraje y la coronación del silo por medio de una cubierta o sombrero generalmente rígido, pesado y que se mueve por un mecanismo diferencial manejado desde el exterior.

Otras veces esta cubierta o sombrero es más sencillo, pero se carga con bloques de cemento colocados sobre el mismo. Para que el cierre sea lo más hermético posible se suele rodear esta cubierta de un anillo de tierra prensado que se carga con bloques.

Las pérdidas de materia seca no suelen pasar en estos dos últimos tipos de silo del 5 por 100.

El forraje obtenido tiene un olor agradable y el color verde claro característico de los silos poco fermentados.

Las pérdidas de humedad cuando el forraje se carga con un 30-35 por 100 son escasas.

En los silos americanos más modernos se suele emplear una doble cubierta de goma que se llena de agua.

TIPO DE ENSILADO QUE PROPONEMOS.—Siendo el forraje típico para ensilado de las provincias septentrionales de España el maíz forrajero, que además se produce en la provincia de Santander con extraordinario rendimiento, entendemos que el silo que debe tomarse como base es el americano, introduciendo en él las mejoras conducentes a evitar las fermentaciones de los dos últimos metros, así como posibilitar en el mismo el ensilado circunstancial de otras forrajeras.

Nuestra primera preocupación ha sido el producir un cierre hermético, tanto en las ventanas como en la tronera, hueco descuidado en la mayoría de los casos, por donde se facilita la renovación de la atmósfera terminal; creemos haberlo conseguido con el modelo de ventanas que proponemos para todos los huecos, en los que el cierre se efectúa por compresión del hierro sobre tira de goma.

Si además de esto el agricultor procura cargar totalmente el silo, el espacio que quede libre se saturará rápidamente de anhídrido carbónico, con lo que las fermentaciones se atenuarán, obteniendo un silo parecido al Cremasco.

Cuando la planta que se ensila no sea maíz, aumentaremos el prensado y cubriremos el silo con una tela impermeable, que sencilla y económicamente se puede preparar con sacos de nitrato, que, como se sabe, son impermeables.

SOLUCIÓN QUE PROPONEMOS PARA LA CARGA A MANO DEL SILO.—Es muy interesante la condicional que en el concurso se exige de que la carga en este silo pueda hacerse a mano, ya que, tratándose de pequeños agricultores, el hecho de tener que elevar el forraje con elevador mecánico encarece el ensilado, pudiendo ser motivo de que en la práctica sea esto una causa retardatriz del ensilaje.

Manera de cargar el silo.—Con la disposición de las ventanas y plata-

forma superior (véase planos), la carga se realiza en la forma siguiente: Por la ventana más baja, y que sólo sobresale del terreno 15 centímetros, se cargan y descargan facilísimamente los 2,15 primeros metros de altura de silo, que enrasan con el borde inferior de dicha ventana.

Por la segunda ventana, situada en el lado opuesto a la primera y a una altura sobre el terreno de 1,20 metros, se cargará y descargará los 2,30 metros de altura de silo siguientes, hasta enrasar también con el borde inferior de esta segunda ventana (4,45 metros).

Se concluye de cargar el silo por la tronera terminal del mismo, para lo cual instalamos una plataforma provisional apoyada en palomillas de madera, que pueden ser las mismas que se utilizan en el andamio de la construcción, que se sujetan al silo por medio de espárragos fijos empotrados en el hormigón.

El forraje picado se eleva a la plataforma (3,10 metros) fácilmente a mano por un obrero que maneje una horca o gario; y desde la plataforma otro obrero lo introduce en el silo, que puede quedar totalmente cargado y sin espacio muerto o perdido.

CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y CÁLCULO DEL SILO.—La forma adoptada es la cilíndrica, ya que cubica más a igualdad de superficie que cualquier forma prismática; además, el prensado se hace más homogéneo y fácil, por no existir ángulos.

El material empleado es el hormigón armado, por ser el más impermeable y económico.

El silo lo suponemos emplazado en una media ladera con el 6 por 100 de pendiente, ya que de esa forma no se modifican las características; si el terreno fuese llano y si la pendiente aumenta, facilitaremos el desagüe y la carga.

La presión a que resulta cargado el terreno es de 0,57 kilogramos por centímetro cuadrado.

La base del silo tiene una pendiente del 20 por 100, con objeto de que escurra fácilmente el agua sobrante, y seis sangrias para facilitar asimismo el desagüe.

Hemos visto en muchos silos que el sifón del tubo de desagüe colocado inmediato a la salida del silo y debajo del cimientó se obtura, a consecuencia de lo cual el forraje destila agua y se pudre en parte el silo. Por esta razón proyectamos una doble rejilla y aconsejamos echar sobre la misma una ligera capa de paja larga y maíz sin picar, que facilitará el drenaje. Asimismo el sifón de agua le proyectamos en el depósito de desagüe.

El espesor del silo le deducimos de la fórmula $e = 3 (D + 0,7) = 12,0$ centímetros.

Podíamos haber obtenido menor espesor aplicando otras fórmulas, teniendo en cuenta el empotramiento; pero entendemos que no es precisamente en el espesor del silo donde deben hacerse economías, ya que puede observarse en todos los silos de paredes delgadas el aumento de temperatura del centro a la periferia, debido en parte a que el prensado se efectúa

más deficientemente en los bordes del silo, pero más principalmente por la permeabilidad de las paredes, que conduce a obtener un silo de peores condiciones.

Estas mismas dimensiones que nosotros hemos visto en algunos silos, en los que aplicando los coeficientes de fractura del hormigón, así como la de frotamiento interno y en la pared, densidad de ensilado, etc., era imposible justificar el equilibrio, nos indujo a deducir prácticamente el coeficiente que a simple vista no tenía justificación: el talud aplicado al maíz.

En todos los textos y manuales por nosotros consultados que tratan estas cuestiones aplican al maíz forrajero un talud de 27-30°. Este ángulo puede estar justificado si se trata de talud natural, pero el ángulo que debe aplicarse en las fórmulas, a nuestro modo de ver, no es el del talud natural del silo, sino el que formaría el maíz prensado. Para deducirle armamos el encofrado exterior de un silo y le llenamos de maíz picado, prensándolo y dejándolo en esta forma durante unas horas.

Abierto el encofrado, el talud formado por el silo varió en las cuatro experiencias que hicimos entre 40 y 45°.

Por esta razón en los cálculos de las varillas de hierro a las que hacemos resistir todos los esfuerzos de extensión los deducimos mediante las fórmulas: $p = d. h. \tan^2 (45 - \frac{\varphi}{2})$ y $F = \frac{1}{2} p D$; sustituyendo φ por su valor de 40°, resulta $p = \propto h = 155,44 \times h$, y aplicando el anterior valor de $\varphi = 27^\circ 30'$ resultaba $p = \propto h = 263 \times h$.

Hemos dividido la longitud del silo en siete tramos de un metro cada uno, excepto el último, de 0,50 metros, en los que suponemos que la presión es uniforme.

Las varillas verticales para la repartición de presiones se calculan como sometidas a un esfuerzo igual a la mitad de las horizontales correspondientes.

Para simplificar la construcción dividimos las generatrices del cilindro en tres tramos, calculando la sección de cada tramo con arreglo al esfuerzo a que está sometido el plano inferior.

Las dimensiones de las ventanas son de 55 × 65 centímetros de luz, formado el marco por un hierro de ángulo de 6 centímetros de lado.

La ventana es de madera, y su cara exterior bordeada por un perfil angular de 5 centímetros.

Al ángulo de hierro del marco se amarran las varillas del hormigón por medio de taladros, en los que se ha calculado la distancia al borde para evitar el desgarramiento.

El precio de los andamios de los silos representa un tanto por ciento del valor de la obra, superior en general a cualquier otra; por esta razón hemos sustituido los andamios por pallomillas, cuyos catetos tienen 90 centímetros, y que se fijan al silo por dos tornillos pasantes, como puede verse en las fotografías que acompañan al proyecto. De seis a ocho palo-

millas en el paramento exterior y de tres a cuatro en el interior son suficientes para trabajar cómodamente en la obra. No hay andamio más barato, cómodo y transportable.

El encofrado debe estar constituido de 12 a 18 trozos en total e igual número para el paramento interior, y el exterior está formado por tablas verticales machihembradas y cogidas por tres a cuatro nervios horizontales de tablones.

Al formar el encofrado se mantiene fija la distancia entre el paramento exterior e interior del mismo, mediante tornillos pasantes protegidos por canutos de hoja de lata para evitar la adherencia del cemento con el tornillo, facilitando el desencofrado.

Los orificios dejados en el cuerpo del silo por las canutos de hoja de lata son los que se utilizan después para introducir en ellos los tornillos que sostienen las palomillas del andamio.

Se proyecta la cúpula cónica de coronación del silo, de rasilla, empleando mortero de cemento y construyendo por roscas sucesivas. La tronera terminal se hace también de rasilla.

Con lo dicho creemos quedan claramente expuestas las características constructivas del silo que tenemos el honor de proponer como más conveniente y económico para el pequeño ganadero que no dispone de grandes recursos, y en el que, a pesar de su bajo coste, se tienen en cuenta todos los detalles que la técnica moderna del ensilado exige y todas las consideraciones de orden biológico en que se basa esta práctica de conservación de forrajes.

La disminución en la cantidad de hierro empleada se obtiene al aplicar las fórmulas que tiene en cuenta *el talud del maíz, que, después de prensado* y determinado experimentalmente, resultó oscilar entre 40 y 45°. Esta consideración sola hace que el empuje sobre las paredes sea casi la mitad del que se obtiene por el cálculo, no teniendo en cuenta dicho talud.

Los demás detalles prácticos, cierres de ventanas, cúpulas, escalera y sifón exterior, así como los de andamiaje y cimbras que hemos descrito y pueden verse en las fotografías que como anejo acompañan a este trabajo, representan la mayor y principal economía de este silo y han sido deducidas de la práctica, al adaptar a la realidad económica del campo la necesidad perentoria de la construcción de silos.

Si con nuestro modesto trabajo hemos logrado poner al alcance del pequeño agricultor esta clase de construcciones, hasta ahora para él inaccesibles, habremos conseguido el fin principal que nos decidió a presentar este proyecto.

GUILLERMO CASTAÑON

DIONISIO MARTIN

Valladolid, octubre de 1934.

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo núm. 1

CALCULO DEL SILO

DIMENSIONES:

Diámetro interior: 3,30 metros.

Superficie: 8,55 m.²

Volumen del cono de la base: $\frac{1}{3} \times 8,552 \times 0,30 = 0,85$ m.³

Altura del cilindro: 6,50 metros.

Volumen del cilindro: $8,55 \times 6,50 = 55,57$ m.³; volumen del cono terminal: $\frac{1}{3} \times 8,55 \times 1,15 = 4,27$ m.³

Volumen total: 60,69 m.³

(Puede utilizarse totalmente llenando por la tronera.)

CALCULO DEL ESPESOR DE MUROS

Espesor d: la fórmula $e = 3(D + 0,7)C = 12$ centímetros; peso del metro cúbico: 715 kilogramos.

El coeficiente de trabajo para el hierro que empleamos es de 800 kilogramos por centímetro cuadrado, aunque podría hacerse el cálculo a base de 1.200 kilogramos por centímetro cuadrado, que es el trabajo admitido por el Reglamento español para cargas estáticas.

Para el cálculo de los hierros horizontales dividimos al cilindro en 7 tramos, el último la mitad de los demás.

$$1.^\circ \text{ tramo: } p = d h \operatorname{tag}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) F = \frac{1}{2} p D.$$

$$p = \infty h \quad \varphi = 40' = \frac{F}{800} = \Omega.$$

$$p = 155,44 \times 6,5 = 1.010,38.$$

$$F = \frac{1}{2} 1.010,38 \times 3,54 = 1.788,3$$

$$\Omega = \frac{1.788,3}{800} = 2,23 \text{ cm.}^2$$

8 barras de 6 mm. dan 2,26 cm.²

Separación entre barras: 12,5 cm.

- 2.º tramo: $p = 155,44 \times 5,5 = 854,92$.
 $F = 1/2 \frac{854,92}{1,512,6} \times 3,54 = 1.512,6$.
 $\Omega = \frac{800}{800} = 1,89 \text{ cm.}^2$
 7 barras de 6 m. dan 1,93 cm.²
 Separación entre barras: 14,3 cm.
- 3.º tramo: $p = 155,44 \times 4,5 = 699,48$.
 $F = 1/2 \frac{699,48}{1,238} \times 3,54 = 1.238$.
 $\Omega = \frac{800}{800} = 1,54 \text{ cm.}^2$
 6 barras de 6 m. dan 1,70 cm.²
 Separación entre barras: 0,166 m.
- 4.º tramo: $p = 155,44 \times 3,5 = 544$.
 $F = 1/2 \frac{544}{982} \times 3,54 = 982$.
 $\Omega = \frac{800}{800} = 1,2 \text{ cm.}^2$
 6 barras de 5 m. dan 1,18 cm.²
 Separación entre barras: 16,6 cm.
- 5.º tramo: $p = 155,44 \times 25 = 388,6$.
 $F = 1/2 \frac{388,6}{637,8} \times 3,54 = 637,8$.
 $\Omega = \frac{800}{800} = 0,79 \text{ cm.}^2$
 4 barras de 5 m. dan 0,78 cm.²
 Separación entre barras: 25 cm.
- 6.º tramo: $p = 155,44 \times 1,5 = 233,16$.
 $F = 1/2 \frac{233,16}{407,6} \times 3,54 = 407,6$.
 $\Omega = \frac{800}{800} = 0,50 \text{ cm.}^2$
 3 barras de 5 m. dan 0,59 cm.²
 Separación entre barras: 33,3 cm.
- 7.º tramo: $p = 155,44 \times 0,5 = 77,7$.
 $F = 1/2 \frac{77,7}{137} \times 3,54 = 137$.
 $\Omega = \frac{800}{800} = 0,17 \text{ cm.}^2$
 1 barra de 6 m. da 0,22 cm.²

VARILLAS VERTICALES

- 1.º tramo: $\Omega' = 1/2 \frac{2,23}{47} \times 8,55 = 8,98 \text{ cm.}^2$
 47 varillas de 5 m. dan 9,12 cm.²
 Separación: 18,2 cm.
- 2.º tramo: $\Omega' = 1/2 \frac{1,54}{10} \times 8,55 = 6,58 \text{ cm.}^2$
 10 varillas de 5 m. y 37 de 4 m. dan 6,62 cm.²
 Separación: 18,2 cm.

3.º tramo: $\Omega' = 1/2 \ 0,79 \times 8,55 = 3,37$.
 5 varillas de 5 m. y 19 de 4 m. dan 3,37 cm.²
 Separación: 35 cm.

No hay peligro de desgarramiento en ninguno de los rectángulos de hormigón, comprendido entre cuatro varillas.

En el primer tramo, aplicando la fórmula $2(a + b) e R e = p. a. b.$, en que a y b son los lados del rectángulo, e el espesor del silo y Re coeficiente del hormigón, resulta:

CALCULO DEL DESGARRAMIENTO

$2(a + b) e R e = 2(12,5 + 18,2) 12 \times 5,6 = 4.126$.
 $p. a. b. = 12,5 \times 18,2 \times 0,10 = 22,96$.

VENTANAS

Distancia mínima del taladro del ángulo de hierro donde se amarra.

VENTANA INFERIOR

El esfuerzo cortante que produce en el taladro del marco es para cada barra de
 $\frac{1233}{4} = 206,3$ kilogramos, luego la sección necesaria = $\frac{206,3}{250} = 0,82 \text{ cm.}^2$

Siendo las dimensiones del marco 6 cm. $\times$ 6 cm. o o, 8 dando taladros de 1 cm. a distancia de 1 cm. del borde tiene una sección útil de 1,76 cm.²

CIMIENTOS

Peso del silo cargado:

60 m.³ a 715 kilogramos son 42.900.

Peso del hormigón armado: 6,50 m. de altura por 8,55 de desarrollo de la circunferencia.

0,12 m. de espesor = 6,668 m.³ a 2.000 kilos hacen 13.336 kilos.

Peso del cono terminal de rasilla: $1/2 \times 8,55 \times 2,10 \times 0,07 = 0,628 \text{ m.}^3$ a 1.700 son 1.067,6 kilogramos.

PESO DEL HORMIGON EN MASA

Volumen total del anillo del cimiento:

Diámetro: 3,80.

Superficie: 11,34 m.²

Altura: 0,5 m.

VOLUMEN: 5,67 m.³

A deducir:

Volumen del cono de la rampa = $1/3 \ 8,55 \times 0,30 = 0,85 \text{ m.}^3$

Volumen del anillo de tierra:

$\frac{d^2}{4} - \frac{d^2}{4} \times h = (7,06 - 1,22) 0,2 = 1,168 \text{ m.}^3$

Volumen del hormigón en masa: 3,66 m.³

Peso: 7.320 kilogramos.

Sobre cargas peso nieve, viento, etc.: 100 kilogramos m.³

855 kilogramos.

Peso total sobre el terreno: 85.478 superficie sobre la que trabaja
11,34 m.²

Carga por cm.² = 0,57 kilogramos.

Presión que aguanta el terreno.

CUADRO NUM. 1

Precios que se asignan a las unidades de obra en los diferentes trozos en que se ha dividido el proyecto

TROZO

Núm. de orden		PRECIOS EN LETRA	Precios en cifra — Pesetas
1	Metro cúbico de excavación	Tres pesetas, diez céntimos...	3,10
2	Metro cúbico de hormigón en masa...	Cuarenta y cinco pesetas, cuarenta céntimos	45,40
3	Metro cúbico de hormigón armado...	Ochenta y siete pesetas y quince céntimos	87,15
4	Metro cuadrado de enlucido de cemento	Dos pesetas, cincuenta y cinco céntimos	2,55
5	Metro cuadrado de panderete de rasilla	Cinco pesetas y sesenta céntimos	5,60
6	Metro cúbico de fábrica de ladrillo...	Sesenta y cinco pesetas, noventa y siete céntimos	65,97
7	Metro lineal de tubería de gras.....	Cuatro pesetas con diez céntimos	4,10
8	Ventana de madera con ángulo de hierro y tira de goma	Cincuenta y dos pesetas	52,00
9	Rejilla y sumidero de desagüe	Veintiuna pesetas, ochenta céntimos	21,80
10	Metro lineal de escalera de hierro...	Cinco pesetas ochenta y seis céntimos	5,86
11	Tapa de madera del pocillo	Once pesetas, setenta céntimos	11,70
12	Palomillas sostén plataforma tronera	Sesenta pesetas	60,00
13	Kilogramo varilla hierro	Sesenta y siete céntimos	0,67

CUADRO NUM. 2

DETALLES DE LOS PRECIOS

TROZO

	Pesetas
1) METRO CUBICO DE EXCAVACION:	
Picado	1,90
Extracción	0,80
Afinado	0,30
Medios auxiliares	0,10
	3,10
2) METRO CUBICO DE HORMIGON EN MASA:	
Cemento: 250 kilogramos	30,00
Arena: 0,400 m. ³	1,80
Gravilla: 0,800 m. ³	5,60
Manipulación y asiento	8,00
	45,40
3) METRO CUBICO DE HORMIGON ARMADO (1):	
Cemento: 350 kilogramos	42,00
Arena: 0,400 m. ³	1,80
Gravilla: 0,800 m. ³	5,60
Manipulación y asiento	10,00
Cortado, colocación y atado de varillas	12,00
Madera para encofrado y palomillas	15,00
Medios auxiliares	0,75
	87,15
4) METRO CUADRADO DE ENLUCIDO DE CEMENTO:	
Mortero de cemento: 0,01 m. ³	0,95
Mano de obra	1,40
Medios auxiliares	0,20
	2,55
5) METRO CUADRADO DE PANDERETE DE RASILLA:	
23 rasillas	1,96
Mortero de cemento: 0,015 m. ³	1,44
Medios auxiliares	0,20
Mano de obra	2,00
	5,60

(1) En hierro se incluye aparte.

	Pesetas
6) METRO CUBICO DE FABRICA DE LADRILLO:	
580 ladrillos al pie de obra	40,80
0,24 m. ² de mortero hidráulico	14,37
Mano de obra	10,00
Medios auxiliares	1,00
	<u>55,97</u>
7) METRO LINEAL DE TUBERIA DE GRES:	
Tubo de 10 centímetros	2,50
Mano de obra	1,40
Medios auxiliares	0,20
	<u>4,10</u>
8) VENTANA DE MADERA CON ANGULOS DE HIERRO Y TIRA DE GOMA:	
0,55 × 0,65 m. de luz. (Sin descomposición.)	52,00
9) REJILLA Y SUMIDERO DE DESAGÜE:	
0,30 m. de diámetro. (Sin descomposición.)	21,80
10) METRO LINEAL DE ESCALERA DE HIERRO:	
2,70 m. varilla de 22 mm., peso 8,10 kg.	4,86
Mano de obra	3,00
	<u>7,83</u>
11) TAPA DE MADERA DEL POCILLO:	
0,78 m. ² , a 15 pesetas metro cuadrado	11,70
12) PALOMILLAS SOSTEN PLATAFORMA TRONERA:	
3 palomillas, a 20 pesetas	60,00
13) KILOGRAMO VARILLA HIERRO:	
Precio medio	0,87

CUBICACION DE LAS OBRAS DE FABRICA

Designación de cada obra	INDICACION de sus partes y de la clase de fabrica	Número de partes iguales	DIMENSIONES							PESO — Kilo- gramos
			LINEALES		SUPERFICIALES		CUBICAS			
			Longi- tud	Latitud	Altura, grueso o espesor	Partidas o anillares definitivos	Partidas o anillares auxiliares	Totales o definitivos		
			Metros	Metros	Metros	Metros cuadros	Metros cuadros	Metros cúbicos		
Excavación	Del silo	1	1.90		3.00			34.023		
	Tubería en la parte inferior al silo	1	2.00	0.25	0.20			0.100		
	Tubería hasta el pocillo	1	4.80	0.80	2.30			6.348		
	Pocillo	1	0.62		2.10			2.535	43.003	
Hormigón en masa.	Cimientos del silo	1	1.90		0.50			5.670	5.670	
A deducir	Cono inferior del silo	1	1.55		0.30			0.855		
	Anillo de la base	1						1.188		
								2.023		
								Total definitivo.....	3.647	
Hormigón armado...	Cilindro	1			6.50				7.382	
A deducir	Por ventana	2	0.55	0.65	0.10			0.714		
								Total definitivo.....	6.668	
Rasilla	Cono superior del silo	1								13.83

Rasilla	Cono superior del silo	1			13,92	
	Lados de la tronera	2	0,95	0,70	0,65	
	Cubiertas de la tronera	2			1,53	16,11
A dedaer	Parte del cono ocupado por la tronera	1			1,85	
	Ventana de la tronera	1	0,5	0,6	0,30	
					1,65	
	Total definitivo.....					14,43
Ladrillo	Base del pocillo	1	0,825	0,15		0,183
	Paredes del pocillo	1		2,00		0,890
	Ventanas	3				1,063
Accesorios	Tubería de desagüe del silo al pocillo	1	8,50			
	Codo de la misma	1				
	Tapadera del pocillo	1			0,78	0,78
	Interior del cilindro	1			67,33	
	Idem del cono				11,92	79,30
Armadura de hierro.	Varillas de 6 mm.		206,90			45,910
	Idem de 5 mm.		264,80			40,479
	Idem de 4 mm.		128,80			12,822
Accesorios	Escalera	1	3,00			99,311
	Plataforma de la tronera	1				
	Tapa de madera para el pocillo.	1				
	Rejilla y sumidero	1				

III

PRESUPUESTOS PARCIALES

Número de unidades	DESIGNACION DE LAS OBRAS Y CLASE DE FABRICA	Precio de la unidad	Importe
		Pesetas	Pesetas
43,006	Excavación	3,10	133,36
3,647	Hormigón en masa	45,40	166,57
6,668	Hormigón armado	87,15	181,11
14,16	Fábrica de rasilla	5,60	79,29
1,063	Fábrica de ladrillo	65,97	70,12
79,30	Enlucido de cemento	2,55	202,21
99,311	Varillas de hierro	0,67	66,55
6,50	Tubería de gres con codo	4,10	26,65
3,00	Ventana de cierre hermético	52,00	156,00
1,00	Rejilla y sumidero	27,80	27,80
3,00	Escalera de hierro	5,88	17,58
1,00	Plataforma tronera	60,00	60,00
1,00	Tapa madera poçillo	11,70	11,70
TOTAL COSTE DEL SILO			1.591,91

IV

PRESUPUESTO GENERAL

	Pesetas
Ejecución material del silo	1.591,91
Imprevistos: 5 por 100	79,59
Dirección y administración: 5 por 100	79,59
TOTAL	1.751,09

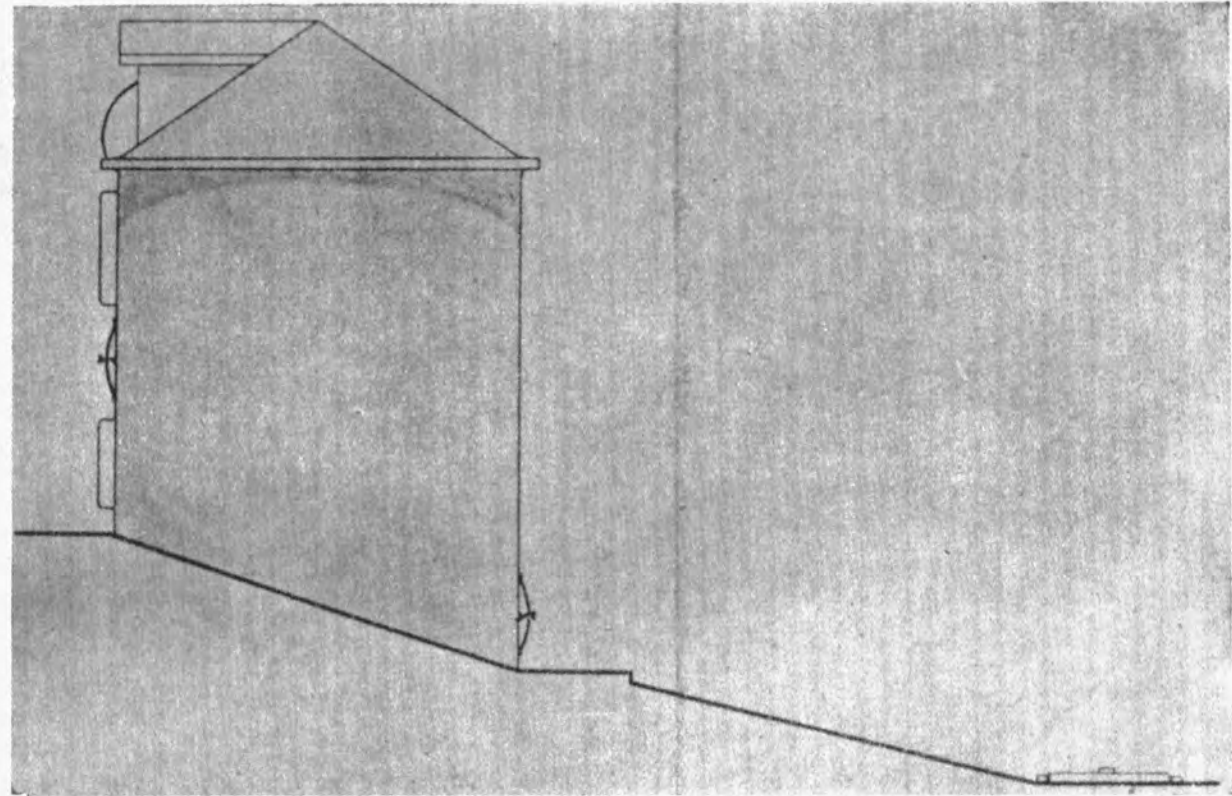
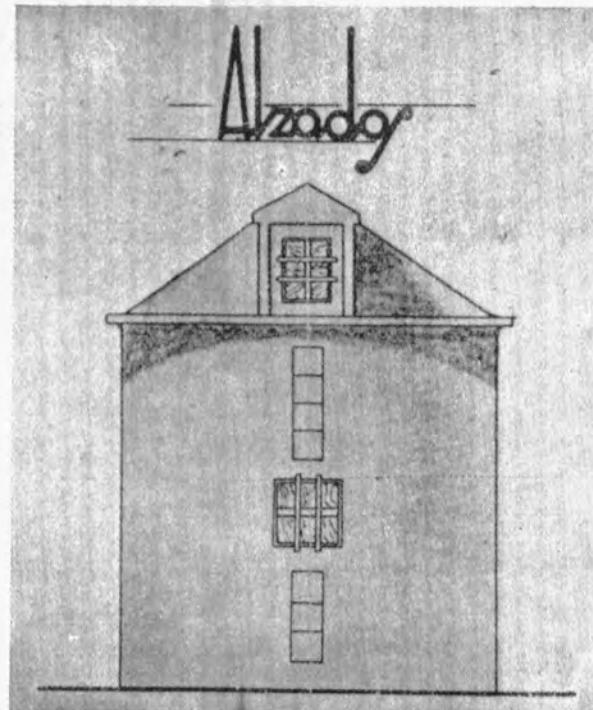
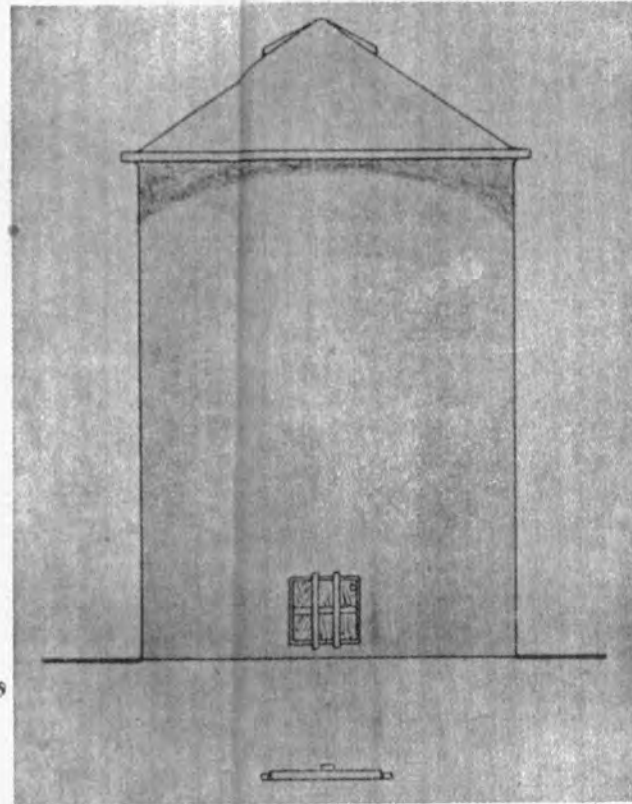
Asciende el presente presupuesto de ejecución a la cantidad de mil se-
tecientas cincuenta y una pesetas y nueve céntimos.

Valladolid, octubre de 1934.

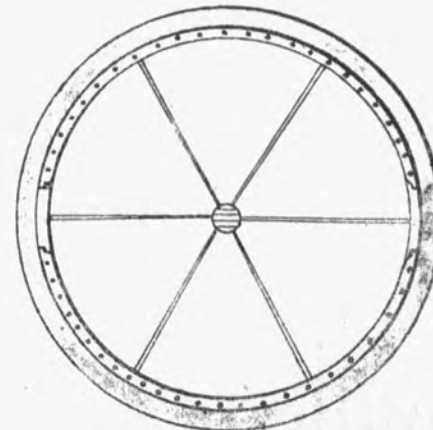
LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS,
GUILLERMO CASTAÑON, DIONISIO MARTIN



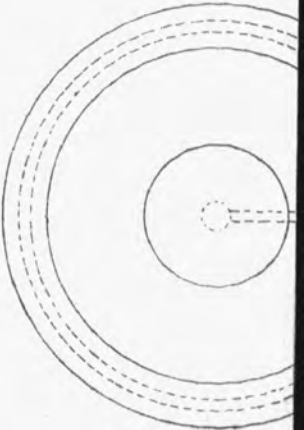
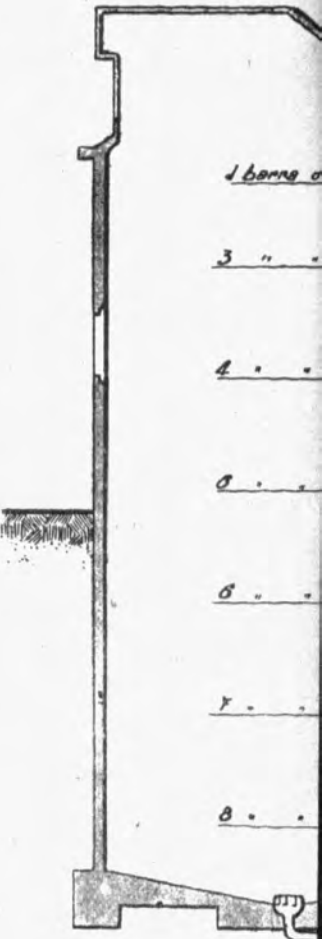
Perspectiva del proyecto de construcción de silo para 60 m^3

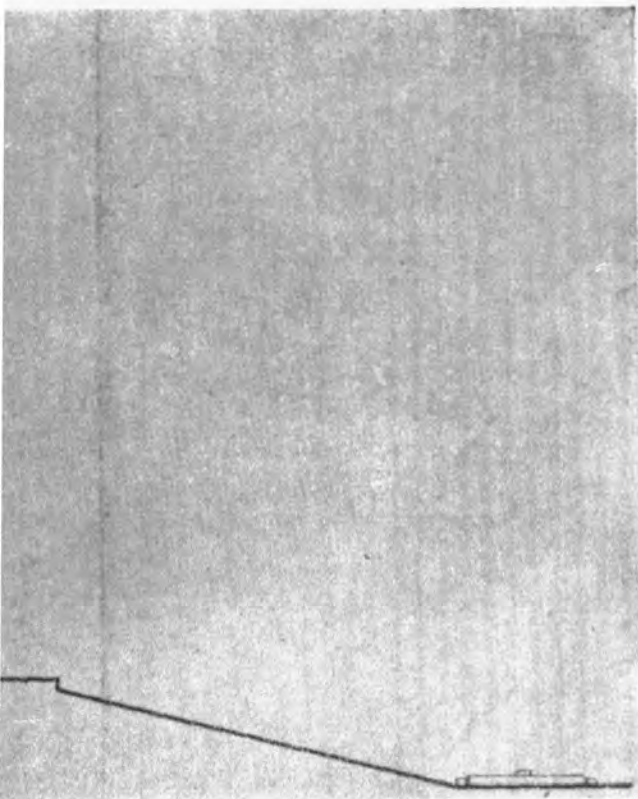


Planta sección

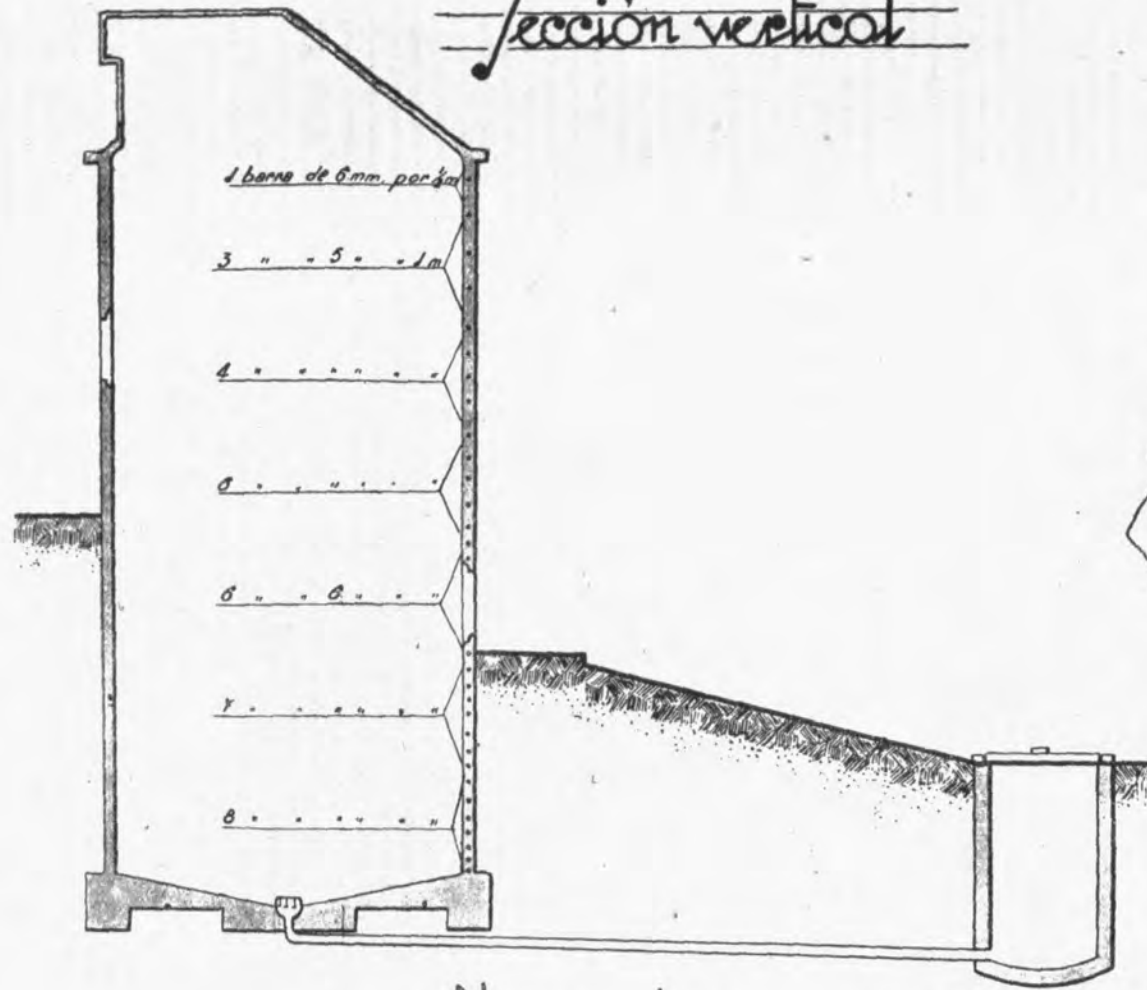


1^{er} tramo 47 barras de 5 mm
2^o " " " 5 y 4 mm
3^o " 24 " " " " "

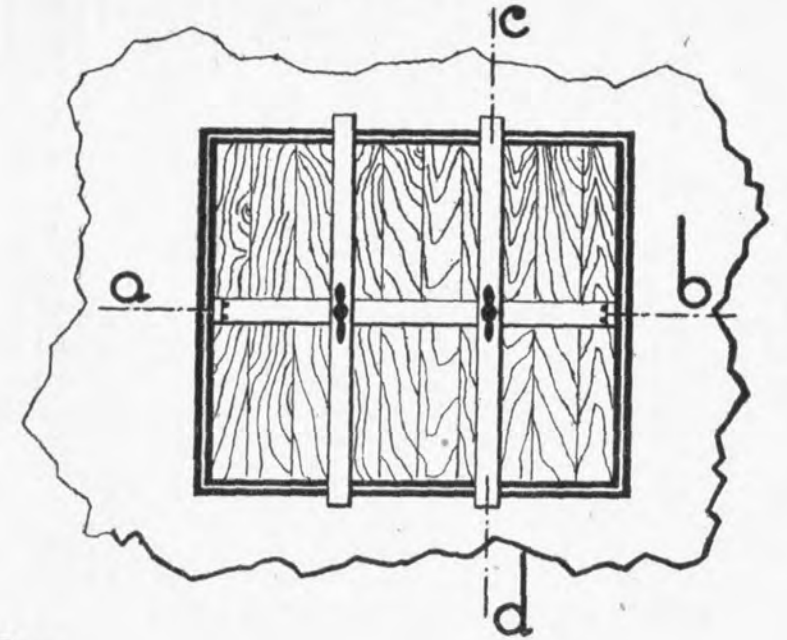




Sección vertical



Detalle de ventana
Escala 1:10



Planta sección

1^{er} tramo 47 barras de 5mm
2^o " " " 5 y 4mm
3^o " 24 " " " "



Planta de cimientos



Sección a b Sección c d

