

Universidad Nacional Autónoma de México
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

PLANTA PARA LA OBTENCION
DE ACEITE CRUDO DE GIRASOL



TESIS
que para su examen profesional de
INGENIERO QUIMICO
presenta
JORGE SPAMER GARCIA CONDE



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre.

A la memoria de mi padre.

(q. e. p. d.)

A mis hermanos.

S U M A R I O

Introducción.

Capítulo I.—Generalidades.

Capítulo II.—Equipo necesario.

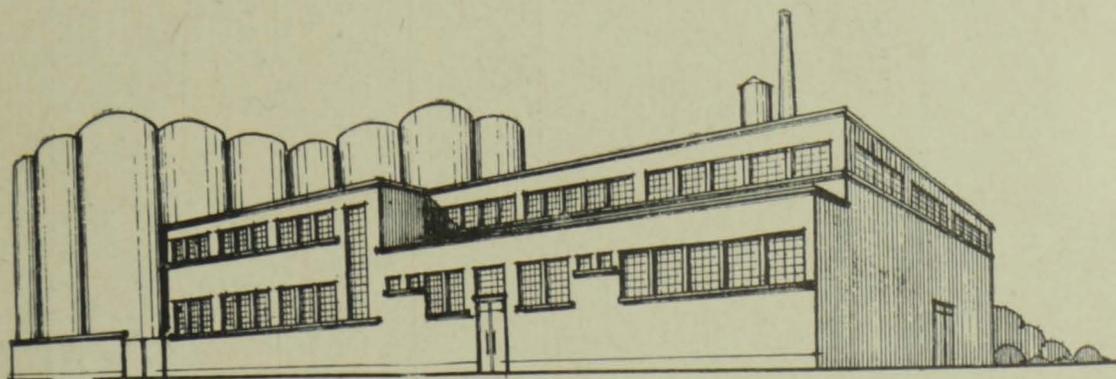
Capítulo III.—Estudio económico.

Bibliografía.

INTRODUCCION

Habiendo alcanzado el beneficio del girasol una gran importancia en países extranjeros, no así en México de donde es originario, creí pertinente elaborar un estudio sobre el proyecto de una planta para el beneficio de la semilla. Durante el desarrollo de la tesis noté que la importancia que se da al cultivo del girasol para el aprovechamiento de la semilla, no corresponde al cuidado que debía tenerse para su beneficio total.

Aprovecho la oportunidad para hacer patente mi agradecimiento a todas aquellas personas que con sus consejos y estímulo, hicieron posible el desarrollo de la tesis que pongo a consideración del H. Jurado.



CAPITULO I

GENERALIDADES

- a. El girasol.
- b. Métodos industriales de extracción de aceite de semillas oleaginosas.

a). *El Girasol*

En esta parte se hará una breve reseña de la aceptación mundial que ha recibido el girasol, así como su empleo y desarrollo a que está sujeto en México y las diversas formas en que puede aprovecharse la planta. Del aceite extraído de la semilla se anotarán sus principales constantes físicas y químicas y las diversas aplicaciones que se le dan.

El nombre científico del girasol es *Helianthus Annuus L.* Vulgarmente se le conoce al girasol bajo los siguientes nombres: maíz de texas, acahual, gigantón, flor de sol y sol de indias. El nombre girasol se debe a la propiedad que tiene la flor de moverse en sus primeros días de floración siguiendo el curso del sol.

Se considera originaria de México, en donde se usa como planta ornamental. Fué llevada a España y esparcida en Europa con el mismo fin. Se tienen datos de que en Rusia, desde 1820 ya se cultivaba para fines industriales. Ha sido en este país donde esta planta ha alcanzado mayor desarrollo dentro de la industria. Su beneficio les proporciona aceite de la semilla, celulosa de la cascarilla y sales de potasio del tallo.

En algunos países europeos, tales como Rumanía, Hungría y Bulgaria únicamente se aprovecha su contenido en aceite. En China, Africa y Australia se emplea en la misma forma.

En Alemania, aunque no se le dió importancia al girasol por su contenido en aceite, se cultivaba en grandes extensiones y se importaba de Rusia la pasta residual en la extracción del aceite; por su valor como forraje.

En Estados Unidos, la importancia dada al contenido de aceite es poca, aprovechándose la semilla para alimentar aves. Principalmente se emplea la planta para la obtención de alcohol y ácido láctico en procesos de fermentación aprovechando para ello los tubérculos.

En Argentina, el aceite de girasol ocupa el segundo lugar en importancia. En Cuba, el cultivo de la semilla se ha incrementado notablemente, aprovechando su contenido en aceite.

En México, la planta no tenía ninguna importancia industrial, ya que exclusivamente se empleaba en poca proporción como planta de ornato. Actualmente se está cultivando para aprovecharla industrialmente. Las condiciones climáticas de México, para el desarrollo del girasol, como se ha venido comprobando, son mejores aún que las del maíz, cultivándose en climas templados y templados fríos. Entre los estados en que se cultiva el girasol en grandes proporciones se cuentan: Jalisco, Michoacán, Querétaro, Estado de México, San Luis Potosí y Puebla.

Según B. E. Rosenberg la producción mundial en 1935 de la semilla de girasol, fué de 2.2 millones de toneladas, distribuyéndose la producción en la siguiente forma: Rusia 83.5%, Rumanía 7.3%, Bulgaria 5.3%, Argentina 2.8%, Hungría 0.8% y demás países 0.3%.

Las aplicaciones que se le pueden dar al girasol son numerosas; usándose desde las raíces hasta la semilla. De los tubérculos por fermentación se obtiene alcohol. El exuberante desarrollo de los tallos permite se le emplee como forraje para ganado. Los tallos cuando son muy leñosos se emplean como combustible, sino se les prepara para que sirvan como abono para el siguiente cultivo. El principal objeto a que se destina la semilla es el aprovechamiento de su aceite. La cascarilla de la semilla se puede separar antes de la molienda para aprovechar la fibra celulósica para hacer papel cartón. Se puede emplear la semilla como alimento para aves. De las semillas revueltas con nixtamal se obtienen tortillas de buen sabor y más nutritivas que las de maíz solo.

Se encuentran tres diferentes clases de semillas: blancas, jaspeadas y negras. Las semillas blancas dan el aceite de mejor calidad, pero éstas, contienen muy bajo por ciento de aceite. Las jaspeadas y negras más ricas en aceite, dificultan la refinación del aceite, pero se obtiene de buena calidad. En el comercio, se encuentra generalmente la semilla jaspeada o rayada, es ovalada algo aplanada, siendo sus dimensiones aproximadas de 1 a 1.5 cm. de longitud, de 4 a 8 mm. de ancho y de 3 a 4 mm. de espesor. La relación de peso existente entre la semilla y su cascarilla es aproximadamente 53 a 47, base seca.

En climas como el de México, se pueden lograr dos cosechas anuales, ya que el período vegetativo es de 120 a 140 días. Cuando se cul-

tiva el girasol para aprovechar su aceite, hay que procurar que las plantas sean de una sola flor, para obtener semilla grande y con alto porcentaje de aceite. El porcentaje de aceite de la semilla varía también con el clima de los lugares de cultivo, habiéndose notado, que si la planta recibe mucho calor principalmente en los días de maduración, el contenido de aceite en la semilla será mayor. Se necesitan de 5 a 6 kilogramos de semilla por hectárea para sembrarla, cuando se cultiva para tener alto rendimiento en aceite. Si la siembra se hace para obtener forraje de ganado, hay que utilizar de 20 a 26 kilogramos; además, en este caso se prefieren las plantas con varias flores.

La siembra se hace en los meses calurosos y se emplean los mismos instrumentos que para el trigo. Cuando se notan manchas oscuras en la flor y el tallo se comienza a poner amarillo se inicia la cosecha, durando ésta de 30 a 45 días. Se cortan las cabezuelas y se desgranán en máquinas trilladoras. Para esta época los tallos están muy fibrosos y duros, pero si se trituran y rocían con agua de sal o melaza se pueden utilizar como forraje. Las siembras de temporal dan rendimientos de 1000 a 1800 kgs. de semilla por hectárea. Se han logrado bajo buenas condiciones de riego y climatéricas hasta 2000 kgs. de semilla por hectárea.

El porcentaje de aceite contenido, varía del 27-32% en la semilla completa. La siguiente tabla nos indica la composición de la semilla con cáscara y sin ella: (1)

	Humedad	Aceite	Proteínas	Fibra	Ceniza	Hidratos de C
Semilla con cáscara:	6.9	29.3	16.1	23.3	3.1	21.3
Grano limpio:	4.5	41.4	27.7	6.3	3.8	16.3

El aceite extraído de la semilla de girasol, posee las propiedades de los aceites semisecantes. Algunos autores lo clasifican entre los secantes por su gran contenido de ester glicérico del ácido linoléico.

Los principales glicéridos contenidos en el aceite de girasol, son los de los ácidos oléico y linoléico. Se encontró que el aceite de girasol tiene la siguiente composición de ácidos como glicéridos: (2) oléico 33.4%, linoléico 57.5%, palmítico 3.5%, esteárico 2.9%, aráquico 0.6% y lignocérico 0.4%, no habiéndose notado la presencia del ácido linolénico que es característico en los aceites secantes.

(1) A. Landaverde. Las plantas oleaginosas. B. Trucco. (1942). Méx.

(2) Jamieson & Baughman. Jour. Am. Chem. Soc. 44-2952 (1922).

El aceite es de un color amarillo pálido, de sabor y olor agradables. Las características del aceite de girasol son las siguientes:

Gravedad específica a 25° C	0.9193
Índice de refracción $N_D^{20^\circ C}$	1.4736
Acidez (oléico)	2.3
Índice de yodo	130.8
Índice de saponificación	188.0
Índice acético	14.5
Número de Reichert Meissl	0.27
Número de Polenske	0.25
Materia no saponificable	1.2%
Ácidos grasos saturados	7.1%
Ácidos grasos no saturados	86.5%

Los datos anteriores son promedios de determinaciones hechas por Jamieson y Baughman.

Al aceite obtenido de semilla procedente del Estado de Querétaro, se le determinaron los siguientes valores:

Gravedad específica a 20° C.	0.9201
Índice de refracción $N_D^{25^\circ C}$	1.4730
Acidez (oléico)	3.2
Índice de yodo	128.1
Índice de saponificación	1.6
Materia saponificable	185.7

El porcentaje promedio de la semilla en contenido de aceite era de 27.2% y su humedad de 4.5%.

El aceite de girasol es de buena calidad como comestible, estando a la altura del aceite de olivo. En la industria se le emplea en la manufactura de jabones; ocupando también un lugar de importancia en la industria de las pinturas y barnices. Poco se le utiliza para el alumbrado y en farmacia.

Las pastas o residuos que quedan en la elaboración del aceite son de gran valor en la alimentación del ganado por su contenido en materias grasas e hidratos de carbono digeribles. Una composición promedio de las tortas residuales es la siguiente: (3) humedad 7.1%, albuminoides 19.01%, hidratos de carbono digeribles 28.83%, grasa 7.43%, fibra cruda 30.03% y cenizas 7.5%.

(3) Louis E. Andrés. Vegetable Fats and Oils. Scott Greenwood & S. Third English Edition. (1917). London.

b). *Métodos industriales de extracción de aceite de semillas oleaginosas*

En esta parte se hará un estudio de los componentes de los aceites, así como una descripción de los dos principales métodos existentes en la obtención de aceites de las semillas, indicando el objeto de los tratamientos preliminares a que se sujeta dicha semilla.

Los componentes de los aceites son en su mayoría ésteres glicéricos de ácidos grasos saturados o no saturados. Se encuentran también entre los componentes de los aceites ácidos grasos libres en mayor o menor cantidad. Las otras sustancias se pueden considerar como impurezas por la insignificante cantidad en que están presentes. Entre ellas se encuentran proteínas, resinas y la fitosterina. Se cree que la presencia del aceite en las semillas vegetales se deba a los hidratos de carbono.

Se cita el uso del aceite de olivo desde 900 años a. de Cr. El procedimiento primitivo para su obtención consistía en un cocimiento de la aceituna. Posteriormente la extracción del aceite se hizo por prensado, utilizándose en la alimentación y en la medicina. La obtención del aceite de las semillas oleaginosas fué algo más tardía por las dificultades en su preparación. Fué hasta 1795 cuando se emplearon las prensas hidráulicas y en 1903 Anderson introdujo las prensas de gusano para una elaboración continua del aceite.

La extracción con solventes fué puesta en práctica por Deiss en 1855, empleando el método propuesto por Fisher en 1843, usando como solvente sulfuro de carbono.

Tanto el método de obtención de aceite por medio de prensado, así como el método de extracción con solventes, necesitan de un tratamiento preliminar de la semilla, dependiendo de éste la calidad del aceite y la eficiencia de la operación, razón por la cual el tratamiento preliminar de la semilla debe hacerse cuidadosamente.

El almacenamiento de la semilla puede hacerse en bodegas o silos

y debe vigilarse perfectamente para evitar deterioros en ella, que disminuyen la calidad del aceite. En las bodegas se tiene la ventaja de poder vigilar toda la semilla y en el caso de notar parte de ella dañada, se puede apartar de la buena. Como la semilla debe airearse para su conservación, las bodegas deben estar construídas de tal manera que se facilite la entrada de aire. Presentan la desventaja de ocupar mucho terreno y en partes en donde la superficie de terreno es costosa, habrá que almacenar la semilla en silos que ocupan menor terreno.

Antes de almacenar la semilla en los silos, la humedad no debe pasar del 5% para evitar que germine. En caso de que esto suceda su temperatura aumenta, por lo que debe llevarse un control de ella.

El primer tratamiento a que se sujeta la semilla es de limpieza. Nunca será demasiada la atención que se preste en esta operación, debido a que las impurezas deterioran y demeritan el aceite y además causan perjuicios en las maquinarias disminuyendo su duración.

La semilla se hace pasar por cribas rotatorias o planas, separándose las impurezas de mayor y menor magnitud que la semilla. Para eliminar impurezas metálicas, tales como clavos, se pasa la semilla por un rodillo magnético.

Si la semilla va a ser molida con todo y cáscara se pasa a corrientes de aire donde se separan, por diferencia de densidades, las últimas impurezas, como la semilla vana y el resto de arena.

Cuando la semilla tiene una cascarilla muy fibrosa, se hace pasar por un molino de rodillos donde se descortezan, separándose la cascarilla, al ser aplicada la corriente de aire. En el caso del girasol el descortezado se dificulta por la variación de tamaños que se presentan. Si es necesario separar la cascarilla se pasa primero por molinos que descortecen la semilla grande, se eliminan las cascarillas y se vuelve a pasar por molinos que descortecen la semilla de menor tamaño y así sucesivamente, siendo a veces necesario darle hasta cuatro tratamientos sucesivos.

Ya teniendo la semilla limpia con o sin cáscara se sujeta a una trituración. Tiene ésta el objeto de romper y desgarrar la semilla dejando con ello libre el camino al aceite cuando se le aplica la presión. En el caso del tratamiento con solventes orgánicos, se facilitará el contacto del solvente con el aceite. En el caso de solventes la trituración no debe ser tan fina como para la extracción por presión. Cuando la semilla contiene mucho aceite, cuidado se tendrá de no hacerlo

escurrir, porque se dificultaría el tratamiento subsecuente de extracción. La trituración previa presenta además la facilidad de poder calentar y eliminar la humedad de la semilla.

Ya limpia y triturada la semilla, queda lista para su tratamiento de extracción por aplicación de presión o por el uso de solventes orgánicos.

En la extracción por presión del aceite hay necesidad de llevar un control exacto de la temperatura y de la humedad.

Si la extracción se efectúa sin calentar previamente se obtiene un aceite de alta calidad casi incoloro e inodoro, pero el rendimiento es bajo. Calentando la semilla disminuye la viscosidad del aceite y el rendimiento será mayor. Si la temperatura de la semilla es demasiado elevada se impurifica el aceite, dificultando grandemente la refinación. Habrá una temperatura óptima de trabajo, fluctuando ésta entre 60 y 85° C. para el girasol.

Al igual que la temperatura, también hay una humedad óptima de trabajo. Si la semilla por prensar se encuentra seca, la eficiencia del prensado baja, porque las pastas residuales absorberán aceite. La humedad de la semilla reblandece el tejido celulósico facilitando la ruptura de él al aplicar la presión. Es perjudicial tener mucha humedad, porque se obtendría una masa pastosa y a la hora de aplicar la presión resbalaría la masa siendo imposible la aplicación eficiente de la presión. La humedad conveniente de la semilla fluctúa entre 7 y 9% cuando se usan prensas hidráulicas; si se emplean prensas continuas Anderson, la humedad óptima recomendada para el trabajo es de 3 a 4%.

El control de la temperatura y humedad óptimas se efectúa en aparatos calefactores, en los cuales el calentamiento se puede efectuar directamente o indirectamente. Los aparatos calefactores deberán llenar las siguientes condiciones: a.—estarán provistos de un sistema de transportación que facilite su carga y descarga, b.—tendrán un dispositivo de agitación que homogeneice la temperatura y humedad de la masa por prensar, c.—que la aplicación de vapor se pueda hacer indirectamente o directamente y d.—que los rociadores de agua estén distribuídos para mojar uniformemente a la masa por prensar.

Cuando la expresión del aceite se hace en prensas hidráulicas, se pueden emplear las de cajas cerradas o abiertas. Los principales factores que influyen la eficiencia de prensado son: la temperatura y humedad de la masa, la intensidad y forma de aplicar la presión y el tiempo de prensado. Por lo general se sigue el siguiente sistema de tra-

bajo: se empieza por aplicar la presión paulatinamente dejando que el aceite fluya por sí solo, hasta tener en la torta aproximadamente del 12 a 20% de aceite. Se incrementa la presión hasta 3 y 4 ton/pulgada cuadrada, cuando se trabajan las prensas cerradas y de 1½ a 2 toneladas por pulgada cuadrada en las de caja abierta, manteniendo la presión hasta que cese el escurrimiento. El contenido de aceite de la torta residual varía del 9 al 10%.

Las prensas de gusano para la extracción continua de aceite, llamadas "expellers", han tenido gran aceptación desde que fueron introducidas en la industria por V. D. Anderson en 1903. Consiste el trabajo de estas prensas en forzar a la masa por prensar, por un espacio formado por un cilindro colador y la flecha del gusano, estrechándose el espacio libre a medida que se va aproximando al extremo de salida. Las prensas continuas están dotadas de un cambiador de calor para calentar previamente la semilla. El cambiador está dotado de un rociador. Frecuentemente no se alcanzan las condiciones óptimas de trabajo con este cambiador, por lo que se instala un aparato calefactor adicional. Los últimos modelos de las prensas traen un cilindro regulador de temperatura y humedad en lugar del simple cambiador de calor.

Como son prensas que trabajan continuamente, el control sobre la temperatura y humedad debe ser perfecto, para no variar las condiciones de trabajo y así estar operando siempre en condiciones óptimas. Cuando se trabajan semillas con alto contenido de aceite, se les pasa dos veces por las prensas continuas, haciéndose un prensado preliminar y moliendo después las tortas para pasarlas nuevamente por la prensa extrayéndoles al aceite residual. Cuando se trata semilla como la del girasol, se efectúa la operación en un paso cuando las prensas se encuentran en buen estado. La pasta residual varía su contenido de aceite de 6 a 7%.

En la extracción por solventes orgánicos tiene también gran importancia la preparación de la semilla. Para que la extracción sea eficiente hay necesidad de tener en consideración la condición física de la masa. Si ésta es de semilla fibrosa, se le podrá moler más finamente que aquellas que forman masas compactas. Una gran finura de la masa por tratar disminuye la eficiencia de la extracción, pues retarda el paso del solvente a través de la masa y dificulta la separación completa del solvente de las pastas residuales. Se tendrá cuidado que la masa quede

uniformemente molida, para así evitar canalizaciones que darían como resultado una extracción heterogénea de la masa.

Hay gran número de solventes orgánicos de grasas, entre ellos se pueden enumerar la gasolina, el éter de petróleo, sulfuro de carbono, benzol, tetracloruro de carbono, cloroformo, tricloroetileno y otros más.

Los de uso más común en la práctica son: la bencina y el tricloroetileno. El éter de petróleo con punto de ebullición de 60 a 80° C, es probablemente el de mayor uso. Tiene la ventaja de ser barato y de ser fácil su eliminación en el aceite y pastas residuales; además la solubilidad de materias colorantes y sustancias extrañas es menor en la bencina que en los demás solventes. La enorme desventaja que presenta es su gran inflamabilidad.

El tricloroetileno no es inflamable y se le separa con bastante facilidad del aceite extraído, ya que destila a 87° C. No se le debe calentar en presencia de álcalis libres, ya que se pueden originar explosiones, las cuales se producen por la formación de cloroacetileno por la acción del cáustico en la destilación del solvente.

La extracción se lleva a cabo en diversos equipos, siendo éstos continuos o intermitentes. Entre los procedimientos continuos se puede citar el siguiente: se tiene una serie de recipientes en los que se aplica el sistema de contracorriente. Primeramente se aplicará a la semilla, solvente ya con aceite disuelto en pasos anteriores, en el último recipiente se tratará la semilla que contiene aceite residual con solvente fresco. Ha biéndose comprobado que siguiendo éste sistema se consume el mínimo de solvente por unidad de soluto extraído. El solvente se puede aplicar primeramente frío y calentar subsecuentemente.

Como aparato intermitente citaremos el conocido extractor "Soxhlet".

La recuperación del solvente que contiene al aceite se efectúa por un sistema de destilación. En la primera fase de la destilación se separa el solvente del aceite extraído por evaporación, siendo el calentamiento indirecto; los vapores del solvente se condensan y recuperan para emplearlos en extracciones posteriores. En la segunda fase, la destilación se efectúa con vapor de agua en columnas de platos; con el objeto de eliminar las últimas trazas de solvente.

El aceite final es sometido igualmente que el extraído por presión, a un proceso de purificación. En la extracción por solventes, las pastas

residuales llevan sólo de 1 a 2% de aceite. Se tiene un mayor rendimiento de aceite por éste método que por el de prensado.

El aceite extraído por cualesquiera de estos métodos, se recibe en tanques de sedimentación, donde se le separan los lodos que arrastran consigo. Hay que evitar que el aceite esté mucho tiempo en contacto con estas impurezas para que no se altere. Para obtener aceite crudo, o sea aceite útil para la industria; basta con filtrarlo para eliminar las impurezas que lleva en suspensión. Ya filtrado se le atribuyen al aceite diversos usos industriales. Si se requiere aceite comestible, es necesario refinarlo, blanquearlo y desodorizarlo. La refinación, consiste en la eliminación de los ácidos grasos libres que lleva consigo el aceite, para obtenerlo en forma neutra; el modo más general de efectuarla es con sosa cáustica. El blanqueo del aceite se efectúa con carbón activo o tierra "fuller", aprovechando el poder de adsorción. La desodorización se efectúa con arrastre de vapor a altas temperaturas y al vacío, eliminándose así las impurezas semivolátiles que le dan olor desagradable. Se obtiene finalmente un aceite claro, transparente y casi sin olor ni sabor.

Gran importancia tiene las tortas residuales obtenidas en la extracción. Empleándose con gran éxito como pastura para ganado, menos importancia se le da al uso de las pastas para la preparación de abonos.

Del procedimiento de extracción de aceite usando solventes orgánicos es del que se obtiene mayor porcentaje de aceite; las pastas contienen de 1 a 2%, mientras que las obtenidas con el uso de las prensas continuas de gusano de 7 a 8%, siendo por este motivo que las pastas de prensas tengan mayor demanda para su empleo como forraje para ganado. Según T. P. Hilditch uno de los factores determinantes en la elección del método de operación, es el uso que se le designe a las pastas residuales. Como la pasta de girasol es nutritiva, se empleará como pastura para ganado, por lo que los cálculos de la planta proyectada serán para una planta de prensado de la semilla usando prensas continuas de gusano.

CAPITULO II

EQUIPO NECESARIO

- a. Proceso de obtención.
- b. Elección y cálculo del equipo.
- c. Distribución de la planta.

a.—Proceso de obtención.

La planta por proyectar es de una capacidad de 50 toneladas por día de semilla de girasol. Como el período vegetativo del girasol dura de 125 a 140 días, durante el cual no es posible adquirir la semilla, pues ésta se obtiene durante el período de cosecha, que tiene una duración de 30 a 45 días, será necesario almacenar materia prima en cantidad suficiente para suministrarla a la planta durante 5 meses.

La capacidad de los silos será de 7500 toneladas. La carga y descarga de ellos, así como el transporte en general de la semilla, se hará por medio de transportadores de gusano y elevadores de canasta.

Para llevar un control exacto de la semilla que se trabaja por día, además de la báscula de camiones que habrá en la fábrica, la cual controla la cantidad de material que entra y sale, se necesita otra báscula que controle la cantidad de semilla consumida por día.

Después de pesada la semilla, es limpiada, eliminándose hasta donde sea posible toda clase de impureza. Se aprovechan corrientes de aire producidas por ventiladores para separar polvo y semillas vanas. En un cernidor con orificios de $\frac{3}{4}$ de pulgada se retienen las impurezas grandes y en otro tamiz con orificios de $\frac{1}{4}$ de pulgada se separa la arena de la semilla.

Ya limpia la semilla, se tritura para ser transportada a las prensas continuas de gusano. En los cilindros acondicionadores, se humedece y calienta la semilla según lo requiera. Las condiciones óptimas son: 3-4% de humedad y 60-85° C de temperatura. Se alimenta automáticamente el gusano que fuerza la semilla a través de un espacio reducido, expulsando al aceite y dejando pastas residuales con 6 a 8% de aceite y 3 a 4% de humedad.

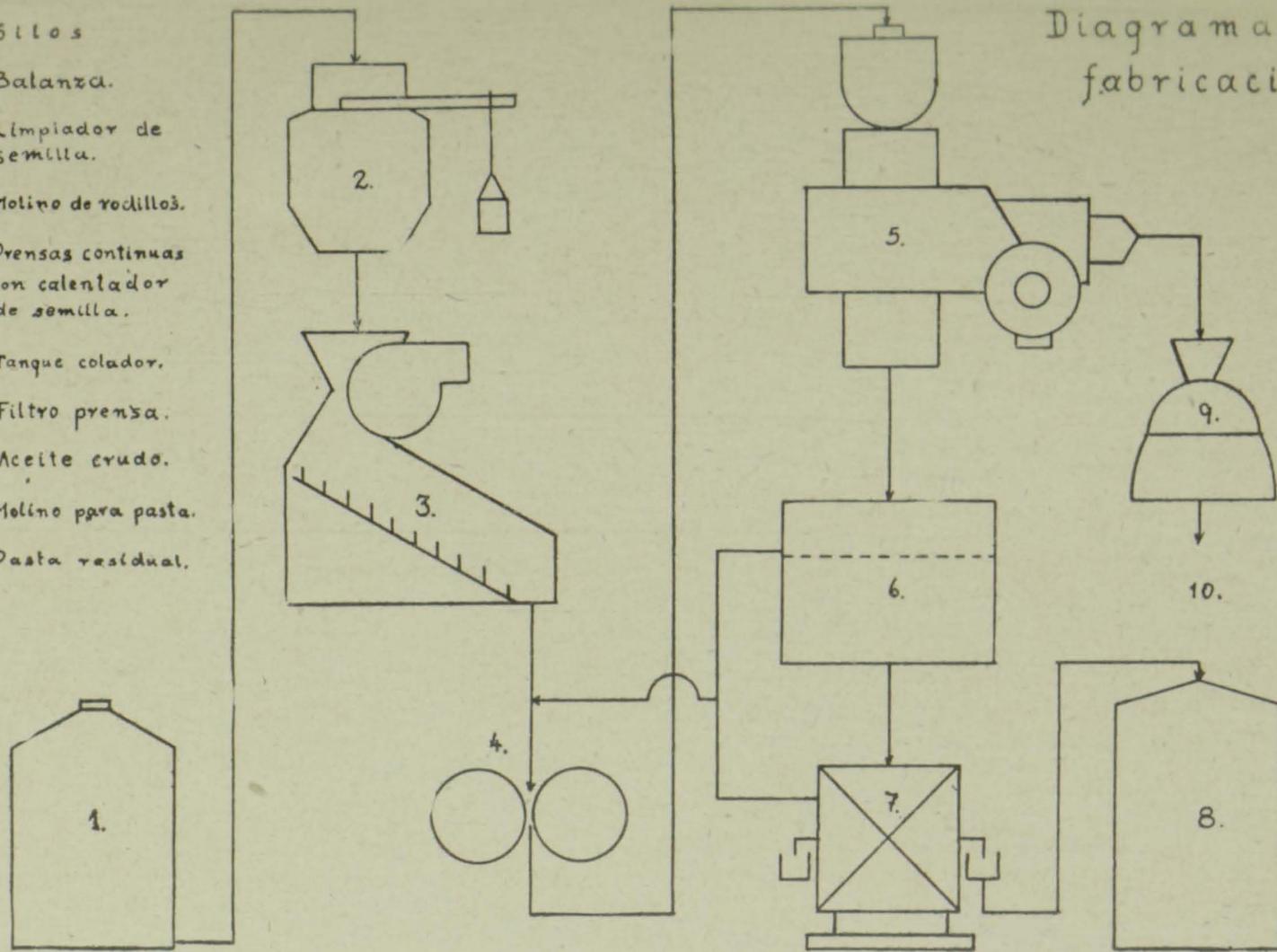
El aceite se cuela al recibirse en los tanques de sedimentación; de éstos se pasa a otros tanques en donde se calienta, para poder filtrar

eficientemente. Del filtro prensa se obtiene el aceite crudo ya listo para su aplicación industrial, recibiendo en tanques de almacenamiento.

La pasta residual se somete a una molienda antes de envasarse.

Los lodos o impurezas separados del aceite en el tanque de sedimentación y en el filtro prensa, se regresan a las prensas de extracción para aprovechar el aceite remanente.

1. Silos
2. Balanza.
3. Limpiador de semilla.
4. Molino de rodillos.
5. Prensas continuas con calentador de semilla.
6. Tanque colador.
7. Filtro prensa.
8. Aceite crudo.
9. Molino para pasta.
10. Pasta residual.



b.—Elección y cálculo del equipo.

1. Cálculo de las dimensiones de los silos.

El volumen ocupado por las 7500 toneladas de semilla, se deduce del dato experimental:

$$\begin{aligned} \text{P.E.} &= 311.37 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volumen} &= \frac{7500000}{311.37} = 2411.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Suponiendo los silos de base cónica y considerando 19 el número de ellos, las dimensiones de éstos serán: diámetro 8 m, altura total 26 m, altura del cono 1 m. y tienen un volumen de 1276 m³ cada uno. Ocupan los silos 954 m² de terreno.

2. Selección de la balanza.

La balanza recomendada por la casa "Richardson Scale Co.", para pesar semilla del tipo No. 74, tiene una capacidad de 3 toneladas por hora.

3. Aparato limpiador.

El aparato tipo Eureka de la casa constructora "S. Howes Co.", con una capacidad de 3 toneladas por hora, necesita un motor de 3 H.P.

4. Molino de semilla.

El molino tipo Code de la casa constructora "Sturtevant Mill Co." es el indicado para esta clase de trabajo. Tiene una capacidad de 3.86 toneladas por hora, cuando la separación entre los rodillos es de 1/16 de pulgada y la velocidad de 270 r.p.m. Se necesita un motor de 5 H.P. para trabajarlo.

5. Cálculo del número de prensas continuas Anderson.

La capacidad de las prensas de gusano "Duo" de la "V. D. An-

derson Co.” es de 9256.4 - 13608 kg/día, trabajando en condiciones óptimas que es cuando la semilla de girasol entra a las máquinas descortezada, triturada, con humedad de 3 a 4% y a una temperatura de 60 a 85° C. La cantidad dada se refiere a kgs. de semilla de materia prima, moliéndose únicamente la semilla limpia y descortezada. Guardando la semilla una relación de 53 - 47 con la cascarilla, se conocerán los kgs. realmente molidos de semilla descortezada, los cuales son de 4905.89 - 7212.24 kg/día. Considerando el dato anterior se requerirán 10 prensas Duo Anderson para moler las 50 toneladas por día. Para el trabajo de las prensas continuas se necesitan motores de 30 H.P. La pasta residual tiene de 2 a 4% de humedad y de 5 a 7% de aceite.

Haciendo un balance de material del trabajo de las prensas en 24 horas, resulta :

Semilla alimentada	50000	kg
Contenido medio de aceite	27	%
Humedad promedio	3.5	%
Aceite extraído	10869.6	kg
Contenido medio de impurezas	1	%
Pasta residual	39130.4	kg

La composición promedio de la pasta residual es de 7% de aceite y de 4% de humedad.

Cada prensa irá provista de una tolva con alimentador automático. El objeto de éstas tolvas es tener lista siempre la carga de la prensa para que una avería en alguno de los equipos, no obligue a interrumpir el prensado. Se les da la capacidad de 1 m³ ó sean 311.76 kg. para que tengan carga para 1½ horas de trabajo. Se instalarán dos prensas más, las cuales estarán listas a suplir a cualquiera que se descomponga.

6. Molino de pasta.

El molino recomendado por la “Sturtevant Mill Co.” es del tipo “I Swing Sledge” que tiene una capacidad de 4 - 7 toneladas por hora y reduce la pasta a partículas menores de 1/16 de pulgada. Necesita un motor de 30 H.P.

7. Dimensiones de los tanques.

Tanques de sedimentación.

Estos van sumergidos en el piso y son dos con capacidad para 6

toneladas de aceite cada uno. Las dimensiones de estos tanques serán: 1.50 m de profundidad, 1.80 m de ancho por 2.45 m de largo.

Tanque para el calentamiento del aceite.

La capacidad de estos tanques será mayor de 11 toneladas de aceite. Son cilíndricos con base cónica, de 60 grados. Sus dimensiones son: diámetro 2.20 m, altura total 5.50 m y altura del cono 1.90 m.

Tanque para el filtrado.

Del filtro se recibe el aceite en un tanque rectangular sumergido en el piso de 3.60 m de largo, 2.00 m de ancho y 1.80 m de profundidad.

Tanques de almacenamiento.

Son dos con capacidad total de 30 toneladas, con dimensiones de: 2.60 m de diámetro, 5.20 m de altura y 2.25 m. altura del cono.

8. Cálculo del cambiador de calor.

Es un serpentín colocado en los tanques del aceite crudo sin filtrar. Deberá calentar los 10869 kg. de aceite a 100° C en 180 minutos. La temperatura inicial del aceite varía, debido a que sale de las prensas a 60° ó más y en el trayecto se enfría dependiendo del tiempo que tome para empezar el calentamiento. Se considera una temperatura inicial de 35° C.

Se dispone para efectuar el calentamiento de vapor a 150 lb/sq.in.

Para el cálculo del área de calentamiento se emplean las siguientes fórmulas:

$$Q = m C_p \Delta t \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{Q}{\theta} = H A \Delta T \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$m = 24100 \text{ lb de aceite}$$

$$C_p = 0.5 \frac{\text{B.T.U.}}{\text{lb } ^\circ\text{F}} \quad (4)$$

$$\Delta t = 65^\circ \text{ C} = 117^\circ \text{ F}$$

Usando la ecuación (1) $Q = 1420000$ B.T.U. necesarios para calentar el aceite.

(4) J. H. Perry. Chem. Engineers' Handbook. McGraw Hill. N. Y. 544. (1941).

$$\theta = 3 \text{ horas}$$

$$H = 30 \frac{\text{B.T.U.}}{\text{hr sq. ft } ^\circ\text{F}} \quad (5)$$

$$\Delta T = \frac{(T_0 - t_1) - (T_0 - t_2)}{2.3 \log \frac{(T_0 - t_1)}{(T_0 - t_2)}} = 200$$

$$T_0 = 358.42 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_1 = 95 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_2 = 212 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Empleando la ecuación (2) resulta un área de calentamiento $A = 78.8$ pies cuadrados. Si se emplea tubo de 2 pulgadas se necesitarán 54 m de tubo en cada tanque.

9. Cálculo del filtro prensa.

Para filtrar los 10869.6 kg de aceite se usa un filtro prensa. Para poder fijar las condiciones de filtrado, se hicieron pruebas en el laboratorio. Consistentes en filtrar a diferentes presiones en un filtro experimental, para determinar las constantes de operación de la siguiente ecuación de filtrado:

$$\frac{P \theta}{V/A} = \frac{r'' v \mu}{2} P^s (V/A) + \rho' \mu P^m \quad (3) \quad (6)$$

En donde:

P = presión en lb/sq.in

θ = tiempo en minutos

V = peso del filtrado en lb

A = área en sq.in

$$\frac{r'' v \mu}{2} P^s = \text{constante de filtración}$$

$$\rho' \mu P^m = \text{resistencia del medio filtrante}$$

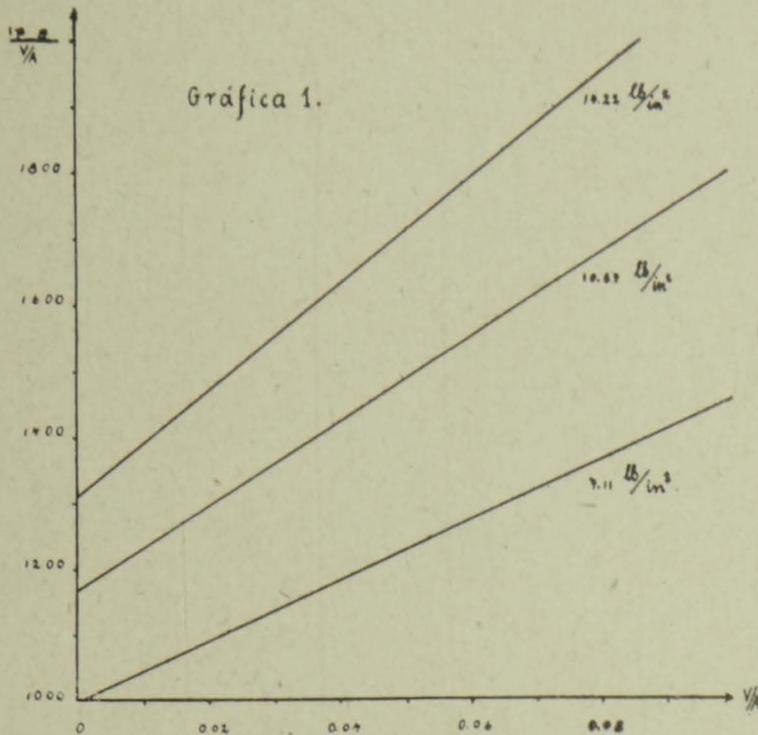
(5) J. H. Perry. Chem. Engineer's Handbook. McGraw Hill. N. Y. 1000. (1941).

(6) Walker. Principles of Chem. Eng. Mc. Graw Hill N. Y. (1937).

La ecuación anterior se emplea cuando la filtración se hace a presión constante y cuando las tortas son homogéneas y compresibles. Siguiendo las recomendaciones de E. W. Comings se obtuvieron los resultados siguientes:

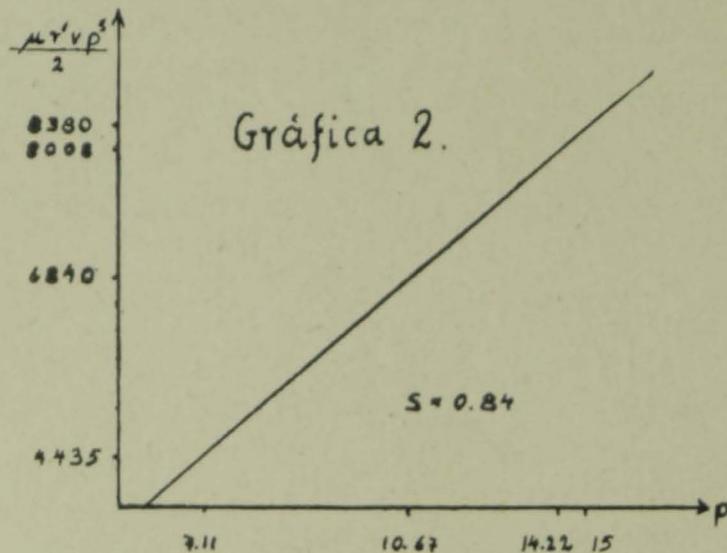
V ltr	V lb	A sq.in.	$\frac{V}{A}$	P = $\frac{1}{2}$ kilo		P = $\frac{3}{4}$ kilo		P = 1 kilo	
				θ	$\frac{P \theta}{V/A}$	θ	$\frac{P \theta}{V/A}$	θ	$\frac{P \theta}{V/A}$
1	1.91	220	0.0087	1'10"	1039	1'	1222	51"	1380
2	3.82	220	0.0174	2'39"	1080	2'5"	1280	1'47"	1450
3	5.73	220	0.0261	4'6"	1117	3'16"	1335	2'47"	1518
4	7.64	220	0.0347	5'38"	1158	4'31"	1380	3'53"	1588
5	9.55	220	0.0434	7'17"	1195	5'51"	1440	5'3"	1660
6	11.64	220	0.0522	9'3"	1235	7'19"	1500	6'20"	1725
7	13.37	220	0.0608	10'48"	1270	8'48"	1550	7'39"	1790
8	15.28	220	0.0696	12'97"	1311	10'26"	1608	9'5"	1860
9	17.19	220	0.0781	14'48"	1350	12'7"	1660	10'36"	1930
10	19.10	220	0.0865	16'49"	1384	13'54"	1715	12'7"	2000

Si se trazan los valores de V/A como abscisas y los de $\frac{P \theta}{V/A}$ como ordenadas, se obtendrán rectas, una para cada presión, cuya pendiente será $\frac{r'' \mu v}{2} p^s$ y el término independiente $\rho' \mu P^m$ (Graf. 1).



Para conocer los exponentes "s" y "m" de la presión en los valores de la pendiente y del término independiente se trazan gráficas logarítmicas de los valores de "P" como abscisas y los valores del término independiente o de la pendiente como ordenadas. El valor de la pendiente en estas gráficas 2 y 3 darán los valores respectivos de s y m.

Como se van a filtrar las 10.86g toneladas de aceite en 90 minutos y a 15 lb/sq.in., aplicando la ecuación (3) y haciendo uso de las gráficas, encontramos el área necesaria de filtración. El aceite se filtra a una temperatura de 90 a 100° C. y con una densidad de 0.868 - 0.862. Estas son las condiciones de las pruebas de filtrado efectuadas.



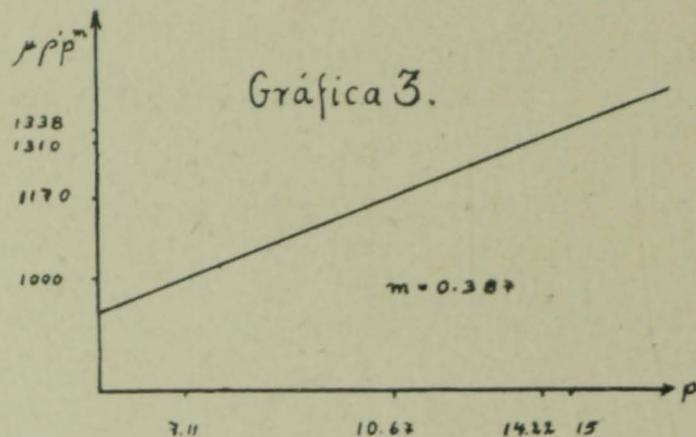
$$V = 10.869 \text{ toneladas} = 24100 \text{ lb}$$

$$P = 15 \text{ lb/sq.in.}$$

$$\theta = 90 \text{ minutos}$$

$$\text{de la gráfica 2: } \frac{r'' v \mu}{2} P^s = 8380$$

$$\text{de la gráfica 3: } \rho' \mu P^m = 1338$$



El área de filtración necesaria es de 73750 sq.in. = 511 pies cuadrados.

El catálogo de la casa D. R. Sperry & Co. aconseja el filtro de 36" usando 35 placas, a las que corresponde un área de filtrado de 561 pies cuadrados.

La potencia necesaria de la bomba para el filtro es:

$$\text{HP} = \frac{Q P}{550 \text{ Ef}}$$

$$Q = 0.0825 \text{ pies cúbicos/segundo}$$

$$P = 15 \text{ lb/sq.in.}$$

$$\text{Ef} = 50\%$$

$$\text{HP} = 0.45$$

Se necesita una bomba de $\frac{1}{2}$ H.P.

10. Determinación de la capacidad de la caldera.

La capacidad de la caldera se mide en caballos de caldera. Esta unidad es la capacidad que tiene una caldera que evapora 34.5 lb de agua por hora a 212 grados F. Como el calor latente del agua a esa temperatura es de 970.3 B.T.U., a un caballo corresponden 33500 B.T.U.

Las prensas continuas necesitan vapor de 150 lb/sq.in., consumiendo 120 lb/hr por prensa ó sean 1200 lb/hr.

En el calentamiento del aceite se necesitan 1190 lb/3 hr de vapor; el consumo por hora es de 393.3 lb/hr.

El consumo máximo de vapor por hora es de 1593.9 lb. El calor latente del vapor a 150 lb/sq.in. es de 863.6 B.T.U./lb, el calor necesario será:

$$1593.3 \times 863.6 = 1374000 \text{ B.T.U./hora.}$$

$$\text{Los caballos necesarios de la caldera son: } \frac{1374000}{33500} = 41 \text{ B.H.P.,}$$

que corresponden a una caldera de 50 B.H.P.

11. Libras de vapor consumidas durante el día.

Por las prensas continuas 28800 lb de vapor
en el calentamiento del aceite 1190 lb de vapor

El consumo total de vapor es de 29990 libras por día ó 13550 kg/día.

12. Kilo-watt-hora consumidos durante 24 horas.

1 motor de 3 H.P.	3
2 motores de 5 H.P.	10
11 motores de 30 H.P.	330
1 motor de 10 H.P.	10
2 motores de 7.5 H.P.	15
1 motor de 2 H.P.	2
2 motores de 0.25 H.P.	0.5
1 motor de 1.5 H.P.	1.5
	<hr/>

La potencia total es de:

372 H.P.

Los kilo-watt-hora consumidos por día son:

$$372 \times 0.7457 \times 24 = 6670 \text{ kwh/día.}$$

c.—Distribución de la planta.

Como se dispone de 110 m x 42.5 m ó sean 4675 m² de superficie, se hizo la distribución de la manera siguiente:

- 1 — 19 silos para almacenar semilla.
 - 2 — Lugar de descarga.
 - 3 — Bodega.
 - 4 — Cuarto de balanza, control diario de semilla.
 - 5 — Oficinas y archivos.
 - 6 — Laboratorio.
 - 7 — Molienda de pastas.
 - 8 — Estación de electricidad.
 - 9 — Bodega.
 - 10 — Cuarto de prensado.
 - 11 — Cuarto para caldera.
 - 12 — Cuarto de filtración.
 - 13 — Lugar para ampliar la fábrica, para elaborar aceite comestible.
- A — Báscula para camiones.
B — Balanza automática para el control del consumo de semilla por día.
C — Tanques de sedimentación.
D — Tanques de calentamiento del aceite.
E — 12 prensas continuas de gusano.
F — Filtro prensa.
G — Tanques para aceite crudo terminado.
H — Tanque para el filtrado.

Conocida la localización del equipo en la planta, se procede al cálculo de los transportadores de gusano y elevadores de canasta para la semilla y pasta residual.

Cálculo de los transportadores mecánicos.

Para el cálculo y selección de los transportadores y elevadores mecánicos, se consultó el catálogo N° 444 de la "Chain Belt Company of Milwaukee" (1939 - U.S.A.). Para el transporte horizontal de la semilla se va hacer uso de transportadores de gusano y para subir semilla de un piso a otro se emplearán los elevadores de canasta.

Para el cálculo de la potencia que necesita un motor para trabajar los transportadores de gusano, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$H = \frac{L(D S + Q W F)}{1000000} \dots\dots\dots (4)$$

- H = Caballos de fuerza requeridos en la flecha del transportador.
- L = Longitud del transportador en pies.
- D = Factor, función de las dimensiones del transportador.
- S = Velocidad del transportador en r.p.m.
- Q = Cantidad de material por transportar en pies³/hora.
- W = Peso del material por transportar en lb/pie³.
- F = Factor, función del tamaño del material por transportar.

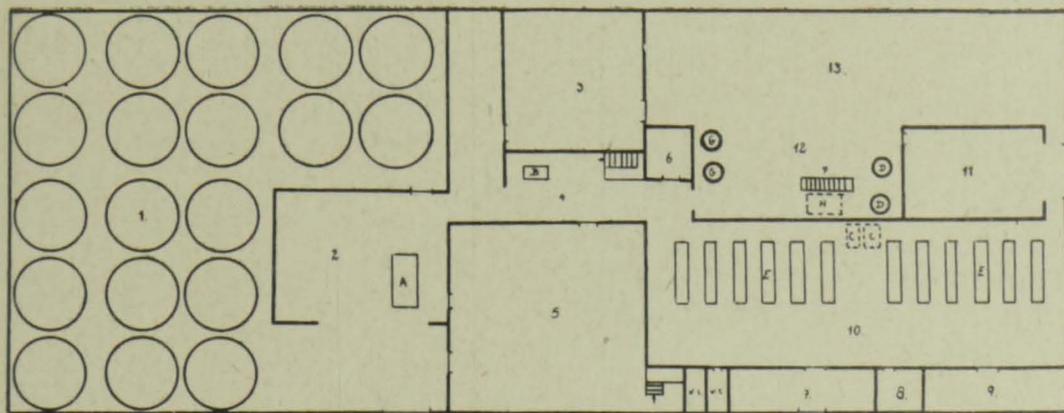
$$H.P. = \frac{H G}{E} \dots\dots\dots (5)$$

- H.P. = caballos de fuerza del motor.
- E = Eficiencia del equipo de impulsión.
- G = Factor, función de H.

Para la elección del tipo de canastas y cadenas usadas en los elevadores se utiliza la siguiente fórmula:

$$B = L \left(\frac{33.3 T}{S} + P \right) \dots\dots\dots (6)$$

- B = Peso soportado por las cadenas en libras.
- L = Altura del elevador en pies.
- T = Capacidad en toneladas/hora. (Tonelada de 2000 lb).
- S = Velocidad del transportador en pies/min.
- P = Peso/pie, de todos los accesorios en el elevador.



Distribución de la planta.

La potencia necesaria para elevar la semilla se calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{H.P.} = \frac{1.15 (33.3 T L)}{33000} \dots\dots\dots (7)$$

Transportadores para la carga de los silos.

Por la localización de los silos, hay necesidad de instalar tres sistemas de carga.

1. El primero constará de un elevador de canastas de 27 m de altura, con un transportador de gusano de 43 m de longitud y tendrá que transportar 174 kg/min. de semilla. Las dimensiones del transportador de gusano más apropiado son: 10 pulgadas de ancho y trabajando a 150 r.p.m. Al aplicar las ecuaciones (4) y (5) le corresponde un motor de 5.9 H.P. Las canastas más apropiadas para el elevador son del tipo A de 10 pulgadas, colgadas a un pie una de otra. Con la ecuación (6) se determina el peso del elevador soportado por las cadenas; comparando la resistencia de la cadena seleccionada, en este caso la N^o 77, con la carga, se ratifica su elección. La potencia requerida para elevar la semilla es de 0.98 según la (7). El motor necesario para este trabajo es de 10 H.P.

2. 3. El segundo y tercer sistema para la carga de los silos serán iguales entre sí, están formados de un elevador de 27 m de altura y un transportador de gusano de 23 m de largo, transportarán 174 kg/min. Teniendo la misma capacidad del transportador anterior, las dimensiones de éstos serán las mismas que las de aquél. Calculando la potencia del motor para el transportador horizontal con la (4) y (5); y sumando la del elevador, el motor necesario para estos equipos es de 7.5 H.P.

4. Transportador de descarga de los silos.

Tiene este transportador una longitud de 48 m y un elevador de 6 m de altura, que descarga la semilla en la balanza automática. Por la localización de los silos, se deben poder acoplar otros transportadores de gusano; dos de 21 m y otros dos de 12 m de longitud. El sistema trabaja a su carga máxima cuando transporta 3 toneladas de semilla por hora y tiene acoplado uno de los transportadores de 21 m. De acuerdo con la capacidad, las dimensiones del transportador de gusano más eficiente son: 6 pulgadas de ancho, trabajando a 160 r.p.m.

La potencia necesaria para el transportador horizontal considerando su trabajo máximo, es según la (4) y (5) de 2.87 H.P. Las canastillas apropiadas para el elevador son: del tipo A, de 6 pulgadas y colocadas dos de ellas en 3 pies de cadena del N° 55. Con la (6) se ratifica la medida de la cadena y según la (7) son 0.82 H.P., los necesarios para elevar la semilla. El motor instalado al sistema será de 5 H.P.

5. Elevador de semilla.

Para alimentar el limpiador de semilla, colocado en un piso superior, se transporta la semilla con un elevador de 13 m de altura. Las canastillas son del modelo A y de 10 pulgadas, van colocadas a un pie separadas una de la otra. La cadena es del N° 77. Considerando la ecuación (7) basta con un motor de 2 H.P. para el elevador.

6. Transportador para alimentar las tolvas de las prensas.

El transportador tiene una longitud de 40 m y transporta 2.08 toneladas por hora. La semilla molida cae al transportador por gravedad. Sus dimensiones apropiadas son: 6 pulgadas de ancho trabajando a 110 r.p.m. Según la (4) y (5) se necesita un motor de 1½ H.P.

7. Transportador de pastas.

El sistema está formado por tres gusanos horizontales y un elevador. Dos de los transportadores horizontales con capacidad de 980 kg/hr tienen una longitud de 17.5 m y de 19.5 m. Con dimensiones de 6 pulgadas de ancho trabajando a 45 r.p.m. necesitan una potencia de 0.78 H.P. El otro transportador de gusano con 10 m de longitud, teniendo una capacidad de 1638 kg/hr, necesita 0.15 H.P., siendo sus dimensiones de 6 pulgadas y trabajando a 70 r.p.m. Para el elevador se emplean canastillas de 10 pulgadas tipo A, con cadena N° 77 y van colgadas a un pie de separación. La potencia para el elevador es de 1.1 H.P. El motor necesario para operar el sistema es de 3 H.P.

CAPITULO III

ESTUDIO ECONOMICO

- a. Inversiones fijas.
- b. Costos de materia prima.
- c. Gastos de energía.
- d. Gastos de operación.
- e. Gastos fijos.
- f. Gastos generales e imprevistos.
- g. Presupuesto de costos.

a.—Inversiones fijas.

Comprende el costo de equipo y edificios.

Equipo:

1 Balanza automática N ^o 74	\$	1,800.00
1 Limpiador de semilla tipo Eureka		2,300.00
1 Molino de rodillos tipo Code		4,125.00
12 Prensas continuas Duo Anderson		690,000.00
1 Molino tipo I Swing Slegde		5,350.00
1 Filtro prensa de 36"		10,650.00
1 Caldera de 50 B.H.P. con equipo		30,000.00
1 Báscula pesar camiones Toledo Scale Co.		1,700.00
218 m. Transportadores mecánicos a \$ 11.50 pie		8,200.00
76 m Elevadores mecánicos a \$ 10.75 pie		2,650.00
2 Bombas $\frac{1}{4}$ H.P.		950.00
1 Bomba $\frac{1}{2}$ H.P.		490.00
2 Motores $\frac{1}{4}$ H.P.		600.00
1 Motor $1\frac{1}{2}$ H.P.		275.00
1 Motor 2 H.P.		315.00
1 Motor 3 H.P.		350.00
2 Motores 5 H.P.		860.00
2 Motores $7\frac{1}{2}$ H.P.		1,160.00
1 Motor 10 H.P.		740.00
13 Motores 30 H.P.		22,750.00
2 Tanques de 7000 ltr.		1,200.00
4 Tanques de 11000 ltr.		3,600.00
2 Tanques de 30000 ltr.		2,400.00
1 Bomba centrífuga con motor		3,500.00
Equipo de laboratorio		2,000.00
Costo del equipo	\$	797,965.00
10% del costo del equipo por concepto de instalación	\$	79,796.50
4675 m ² de terreno a \$ 10.00 m ²		46,750.00

2410 m ² de construcción	80,000.00
19 Silos para almacenar semilla	279,250.00
Total:	\$ 1,283,761.50

b.—Materia prima.

50 toneladas de semilla de girasol	\$ 19,000.00
Gasto total por día:	\$ 19,000.00

c.—Gastos de energía.

13550 kg de vapor a \$ 0.008 por kg.	\$ 108.40
6670 kwh a \$ 0.036 por kwh.	240.00
15 m ³ de agua a \$ 0.04 por m ³	0.60
Costo total por día:	\$ 349.00

d.—Gastos de operación.

1 Jefe de fabricación (\$ 1,500.00 al mes)	\$ 18,000.00
1 Químico (\$ 750.00 al mes)	9,000.00
1 Mecánico (\$ 500.00 al mes)	6,000.00
3 Ayudantes (\$ 450.00 mensuales)	16,200.00
10 obreros (\$ 150.00 al mes c. u.)	18,000.00
10 peones (\$ 120.00 al mes c. u.)	14,400.00
Total:	\$ 81,600.00

Costo total de operación por día suponiendo 300 días de trabajo al año

Capital total = capital invertido + capital fluctuante.

Capital invertido

Capital fluctuante:

Materia prima de reserva para 5 meses

Capital de reserva para cubrir durante 3 meses los gastos de operación y de energía

Capital total: \$ 4,189,591.20

e.—Gastos fijos.

Seguros el 0.5% del capital total

Impuestos 2.5% del capital invertido

Mantenimiento y reparación el 5% del capital invertido...

Amortización:

$$a = c \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

c — capital invertido.

i — interés del capital (10%)

n — tiempo de amortización (10 años)

a \$ 209,000.00

Gastos fijos por año: \$ 326,230.03

Gastos fijos por día: \$ 1,087.43

f.—Gastos generales e imprevistos.

Administración \$ 20,000.00

Ventas 22,800.00

Imprevistos 20,000.00

Total por año: \$ 62,800.00

Gastos generales por día: 209.33

g.—Presupuesto de costos.

La capacidad de la planta es de 10.8 toneladas de aceite como producto principal y de 39 toneladas de pasta como subproducto.

El costo total por día es:

Materia prima \$ 19,000.00

Gastos de operación 272.00

Gastos de energía 349.00

Gastos fijos 1,087.43

Gastos generales 209.33

Total por día: \$ 20,917.76

Ventas por día:

10.8 toneladas de aceite de girasol \$ 16,200.00

39 toneladas de pasta 5,460.00

Total por día: \$ 21,660.00

Ganancia diaria:

Total de ventas — total de gastos \$ 742.24

Ganancia anual \$ 222,672.00

que es el 17.3% del capital invertido.

En industrias como la de aceites, en las que el costo de la materia prima está sujeto a variaciones imprevistas, es de interés considerar el costo de maquila por tonelada de semilla.

Los siguientes costos están dados por tonelada de semilla:

Gastos de energía	\$ 6.98
Costo de operación	5.44
Gastos de amortización	11.40
Gastos de reparación	4.28
Seguros más impuestos	2.57
	<hr/>
Costo de maquila	\$ 30.67

El costo de maquila de \$ 30.67 por tonelada de semilla está dentro de los límites aceptables.

BIBLIOGRAFIA

- H. WALKER.—*Principles of Chemical Engineering.* Mc Graw Hill, N. Y. (1937).
- J. H. PERRY.—*Chemical Engineer's Handbook.* Mc Graw Hill, N. Y. (1941).
- H. Mc. CORMACK.—*The Applications of Chemical Engineering.* Van Nostrand, N. Y. (1940).
- G. S. JAMIESON.—*Vegetable Fats and Oils.* Reinhold Publishing Corporation, N. Y. (1943).
- T. P. HILDITCH.—*The Industrial Chemistry of Fats and Waxes.* Van Nostrand, N. Y. (1941).
- ULLMANN.—*Enciclopedia de Química Industrial.* Gili, 1931).
- A. LANDAVERDE.—*Las plantas oleaginosas.* B. Trucco, México, D. F. (1942).
- E. R. RIEGEL.—*Chemical Machinery.* Reinhold Publishing Corporation, (1944), N. Y.
- L. E. ANDES.—*Vegetable Fats and Oils.* Scott Greenwood & Son, Third English Edition. (1917).
- W. W. MOSS.—*Mechanical Processing of Vegetable Oils.* Trans. Am. Soc. Mech. Engrs, pros., V-59, p-715 (1937).
- H. TAUBER.—*Enzyme Tecnology.* V. Wiley and Sons. Inc., N. Y. (1943).
- H. P. KEANEY.—*Expeller Milling Methods.* The Oil Miller and Cotton Ginner. V-32, N-6, p-21 (1928).
- W. L. SKEES.—*Visions of Ideal Oil Mill.* Cotton Oil Press, V-12, N-2, p-71 (1928).
- W. L. SKEES.—*Pointing the Way to Profits.* Cotton Oil Press, V-12, N-6, p-29 (1928).
- A. FISCHER.—*Die Sonnenblume als Oelpflanze.* Fette and Seifen, V-46, p-88 (1939).
- Sunflower Oil Industry in Cuba.* The Oil Miller and Cotton Ginner, V-29, p-15 (1932).
- JAMIESON & BAUGHAM. J. Am. Chem. Soc. V-44, p-2952 (1922).
- V. D. ANDERSON Co. *The Anderson Duo Expeller* Catálogo Ohio.
- CHAIN BELT Co. *Catalogue No. 444.* Milwaukee, (1939).
- STURTEVANT MILL Co. *A Miniature Bulletin No. 60.* Mass

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY