



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**DESCRIPTIVA DE UNA UNIDAD DE SILOS VERTICALES
PARA EL ALMACENAMIENTO DE GRANOS**

LAS PARTES QUE LA COMPONEN Y SUS OPERACIONES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

RICARDO ALEJANDRO JUAREZ OLVERA

DIRECTOR DE TESIS; ING. ARTURO ORTIZ CORNEJO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE.	pag
1. INTRODUCCION.	1
2. OBJETIVOS.	5
3. PLANTEAMIENTO Y MARCO DE REFERENCIA.	6
4. JUSTIFICACION.	7
5. DESARROLLO.	8
6. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DE SILOS VERTICALES DE ANDSA TLAXCALA.	9
6.1. OBRA CIVIL DE SILOS.	11
6.1.1. CELULAS DE ALMACENAMIENTO. SILOS E INTERSILOS.	11
6.1.2. TORRE DE ELEVADORES.	13
6.1.3. CUARTO DE MAQUINAS. LINTERNILLA.	15
6.2. OBRAS COMPLEMENTARIAS.	16
6.2.1. LABORATORIO DE ANALISIS FISICO DE GRANOS.	16
6.2.2. BODEGAS PLANAS.	18
6.2.3. RED FERROVIARIA.	18
6.2.4. TALLER DE MANTENIMIENTO.	19

6.2.5. PAÑO DE MANIOBRAS. CIRCUITO DE TRANSITO.	20
6.2.6. CUARTO DE CONTROL MECANICO (C.C.M.).	20
6.2.7. ELEVADOR DEL PERSONAL EN SILOS.	21
6.2.8. OFICINAS.	22
6.3. EQUIPO PARA LA MOVILIZACION DE GRANOS.	22
6.3.1. ELEVADORES DE CANGILONES.	23
6.3.2. BANDAS TRANSPORTADORAS.	27
6.3.3. DESVIADORES DE GRANO EN BANDAS TRANSPORTADORAS.	33
6.3.4. VOLCADORES DE CAMIONES. ZONA DE DESCARGA DE CAMIONES.	35
6.3.5. PALAS ELECTROMECANICAS PARA LA DESCARGA DE FURGONES.	37
6.4. EQUIPO PARA EL REGISTRO DE PESOS.	39
6.4.1. BASCULAS CAMIONERAS.	41
6.4.2. BASCULAS DE PASO.	42
6.4.3. BASCULA FERROCARILERA.	42
6.5. EQUIPO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DEL GRANO.	44
6.5.1. EQUIPO PARA LA AIREACION EN CELULAS DE ALMACENAMIENTO.	44
6.5.2. EQUIPO PARA EL SECADO DE GRANOS.	47
6.5.3. EQUIPO PARA LA LIMPIEZA DE GRANOS.	48
6.5.4. EQUIPO PARA EL TRATAMIENTO DE GRANOS.	48
6.6. SISTEMAS DE TERMOMETRIA Y MEDICION DE NIVELES	

6.6. SISTEMAS DE TERMOMETRIA Y MEDICION DE NIVELES DE VACIO.	49
6.6.1. SISTEMA DE TERMOMETRIA.	49
6.6.2. SISTEMA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.	53
6.7. SISTEMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.	53
6.7.1. SISTEMA DE EXTRACCION DE TAMO Y POLVO.	55
6.7.2. SISTEMAS CONTRA INCENDIO O EXPLOSION.	58
6.7.3. SISTEMA DE ILUMINACION INTERNA.	58
7. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y OPERACIONES EN EL MANEJO DEL GRANO.	59
7.1. PLANIFICACION.	59
7.1.1. PLANIFICACION DEL MANEJO DEL PRODUCTO.	59
7.1.2. PLANIFICACION DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIALES.	60
7.1.3. PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS.	60
7.1.4. PLANIFICACION DE CUPOS. EXISTENCIAS DE ESPACIOS PARA EL ALMACENAMIENTO.	64
7.1.5. PLANIFICACION DE CAPACITACION DE PERSONAL.	64
7.2. PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA INSTALACION.	65
7.2.1. LIMPIEZA DE LAS CELULAS DE ALMACENAMIENTO.	65
7.2.2. CORDONES SANITARIOS.	66
7.3. RECEPCION DEL PRODUCTO.	67

7.3.1. REGISTRO DEL PESO DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE GRANOS.	68
7.3.2. MUESTREO DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE GRANOS.	69
7.3.3. ANALISIS Y EVALUACION DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.	76
7.3.4. ELABORACION DE DOCUMENTOS.	77
7.4. DESCARGA DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANO.	79
7.4.1. DESCARGA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.	79
7.4.2. DESCARGA DE EMBARQUES POR FERROCARRIL	79
7.5. CARGA DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO. LLENADO DE SILOS E INTERSILOS.	80
7.5.1. SELECCION DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO E IDENTIFICACION DE MAQUINARIA	80
7.5.2. VERIFICACION DE NIVELES DE VACIO	81
7.5.3. EXTRACCION Y RECUPERACION DE POLVO Y TAMO.	82
7.6. PRACTICAS DE CONTROL DE PLAGAS Y CONSERVACION DE CALIDAD.	83
7.6.1. MONITOREO DEL PRODUCTO MEDIANTE SISTEMAS DE TERMOMETRIA.	84
7.6.2. AIREACION DE GRANOS.	85
7.6.3. FUMIGACION DEL GRANO.	86
7.6.4. TRASPALCO DEL GRANO.	87
7.7. SALIDA DEL PRODUCTO ALMACENADO. ENTREGA.	88
7.7.1. SELECCION DE LOTES PARA LA ENTREGA.	88
7.7.2. MEZCLA DE LOTES DE GRANOS.	89

7.7.3. CARGA DE CAMIONES.	89
7.7.4. CARGA DE FURGONES.	90
7.7.5. ENVASADO DEL PRODUCTO.	91
7.7.6. SUPERVISION DE LA CALIDAD DEL GRANO A LA ENTREGA.	92
7.7.7. REGISTRO DE PESOS DE SALIDA.	92
8. CONCLUSIONES Y DIAGNOSTICO.	93
8.1. DIAGNOSTICO PARA LOS COMPONENTES QUE INTEGRAN LA UNIDAD.	93
8.1.1. DIAGNOSTICO SOBRE EQUIPOS PARA REGISTRO DE PESO.	93
8.1.2. DIAGNOSTICO SOBRE VOLCADORES DE CAMIONES PARA DESCARGA DEL PRODUCTO.	95
8.1.3. DIAGNOSTICO SOBRE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS.	96
8.1.4. DIAGNOSTICO SOBRE LOS ELEVADORES DE CANGILONES.	96
8.1.5. DIAGNOSTICO SOBRE EL EQUIPO PARA LA DESCARGA DE FURGONES.	96
8.1.6. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA DE SALIDA DE GRANOS.	96
8.1.7. DIAGNOSTICO SOBRE EL EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE POLVOS.	98
8.1.8. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA DE AIREACION.	100
8.1.9. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.	101
8.1.10. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y EXPLOSION.	102
8.2. DIAGNOSTICO REFERENTE A OPERACIONES Y ACTIVIDADES.	103
8.2.1. DIAGNOSTICO SOBRE PLANIFICACION DE ACTIVIDADES.	103
8.2.2. DIAGNOSTICO SOBRE LA PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	105
8.2.3. DIAGNOSTICO SOBRE RECEPCION DEL PRODUCTO.	107

8.2.4. DIAGNOSTICO SOBRE DESCARGA DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANOS.	108
8.2.5. DIAGNOSTICO SOBRE LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO.	109
8.2.6. DIAGNOSTICO SOBRE LAS PRACTICAS DE CONTROL DE PLAGAS Y CONSERVACION DE CALIDAD.	110
8.2.7. DIAGNOSTICO SOBRE LA ENTREGA DEL PRODUCTO ALMACENADO.	112
8.3. DIAGNOSTICO SOBRE OBSERVACIONES A OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO DE LA UNIDAD.	114
8.3.1. DIAGNOSTICO SOBRE ASPECTOS DEL DISEÑO DE LA UNIDAD.	114
8.3.2. DIAGNOSTICO SOBRE OTRAS OBSERVACIONES.	114
9. RECOMENDACIONES.	116
9.1. RECOMENDACIONES SOBRE LOS COMPONENTES QUE INTEGRAN LA UNIDAD.	116
9.1.1. RECOMENDACIONES SOBRE EQUIPOS DE REGISTRO DE PESO.	116
9.1.2. RECOMENDACIONES SOBRE VOLCADORES DE CAMIONES PARA LA DESCARGA DEL PRODUCTO.	117
9.1.3. RECOMENDACIONES SOBRE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS.	118
9.1.4. RECOMENDACIONES SOBRE EQUIPO PARA LA DESCARGA DE FURGONES.	118
9.1.5. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA DE SALIDA DE GRANOS.	118
9.1.6. RECOMENDACIONES SOBRE EL EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE TAMO Y POLVO.	119
9.1.7. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA DE AIREACION.	119
9.1.8. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.	119
9.1.9. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y EXPLOSION.	120

9.2. RECOMENDACIONES SOBRE LAS OPERACIONES Y ACTIVIDADES.	120
9.2.1. RECOMENDACIONES SOBRE PLANIFICACION DE ACTIVIDADES.	120
9.2.2. RECOMENDACIONES SOBRE PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	121
9.2.3. RECOMENDACIONES SOBRE LA RECEPCION DEL PRODUCTO.	122
9.2.4. RECOMENDACIONES SOBRE EL LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO.	122
9.2.5. RECOMENDACIONES SOBRE PRACTICAS DE CONTROL DE PLAGAS Y CONSERVACION DE LA CALIDAD.	123
9.2.6. RECOMENDACIONES SOBRE LA ENTREGA DEL PRODUCTO ALMACENADO.	123
9.3. RECOMENDACIONES SOBRE OBSERVACIONES A OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO DE LA UNIDA.	124
9.3.1. RECOMENDACIONES SOBRE ASPECTOS DE CONSTRUCCION DE LA UNIDAD.	124
9.3.2. RECOMENDACIONES SOBRE OTRAS OBSERVACIONES.	125
10. BIBLIOGRAFIA.	126
11. INDICE DE CUADROS.	129
12. INDICE DE FIGURAS.	130

NOTA ACLARATORIA:

Todos los dibujos fueron elaborados con ayuda del programa de dibujo DR HALO III, son inéditos, corresponden fielmente a la instalación de que se trata y son originales preparados por el autor.

I. INTRODUCCION.

La alimentación es una necesidad vital para todos los seres vivos, al grado de convertirse en un factor determinante para el desarrollo de cualquier especie. Es frecuente que para cubrir sus necesidades de alimentación distintas especies enfrenten una lucha tenaz y constante que adquiere las características de una abierta competencia. El hombre, por su condición natural, no se excluye de la necesidad de alimentación, por lo que ha tenido que crear y desarrollar técnicas para proveerse de los alimentos necesarios, procurándose así una nutrición que le ha permitido desarrollar todas sus actividades.

El ser humano obtiene de distintos productos los nutrientes necesarios para su alimentación, y de entre esos productos destacan las semillas de algunas plantas. Aunque técnicamente las semillas son material de propagación de las especies vegetales, es también normal que se les designe con el nombre de granos cuando se les utiliza con el fin de ser alimento para el hombre, ya sea en consumo directo o en forma indirecta, mediante la industrialización o el uso como forraje.

La mayoría de los granos pertenecen a la familia de las Gramíneas y generalmente se denomina a ese grupo con el nombre de cereales (5). Su producción se realiza en razón de su característica amilácea que tienen y que los constituye como una fuente de energía. Entre los cereales se incluyen al trigo, arroz, maíz, cebada, avena, centeno, sorgo y algunos mijos (5).

Otro tipo de granos pertenecen a la familia de las leguminosas comestibles, también denominadas legumbres, y en las que se incluye al frijol común (*Phaseolus vulgaris*), al chícharo (*Pisum sativum*), al garbanzo (*Cicer arietinum L.*), a la haba (*Vicia faba L.*) y a la lenteja (*Lens culinaris Medic.*). Algunos autores, clasifican por separado a las leguminosas-oleaginosas, que incluyen a la soya (*Glycine max*) y al cacahuete (*Arachis hypogaea*). Algunas oleaginosas que no son leguminosas pero que también son consideradas con el nombre genérico de granos, son la semilla de algodón (*Gossypium spp.*), el girasol (*Helianthus annuus L.*), el lino (*Linum Usitatissimum L.*), y las colzas y mostazas (*Brassica spp.*) (5)

Los granos son una fuente importante de alimentos para la dieta humana, a nivel mundial el 50% del consumo per cápita de energía proviene de los cereales; en los países económicamente desarrollados ésta cifra descende alrededor del 25%, pero en los países no desarrollados la proporción se eleva hasta el 65%. (5, 31)

En los países económicamente desarrollados, los productos de origen pecuario han ido sustituyendo a los productos de origen vegetal como fuente principal de proteínas, aunque en la dieta de alimentación de los animales domésticos usados para este fin, se encuentran cantidades variables de gramíneas, que junto con derivados de oleaginosas, forman parte principal de su composición. Lo anterior hace que el porcentaje mencionado de 65% pueda

elevarse todavía más. En varios países se consumen granos de algunas leguminosas, nueces y oleaginosas, formando parte de su fuente principal de proteínas (5, 31).

En las últimas décadas, el crecimiento de la población ha tenido un ritmo muy acelerado. En el año de 1900, a nivel mundial existían alrededor de 1,500 millones de habitantes; al cabo de 65 años la población se incrementó en otros 1,500 millones; actualmente esa cifra se ha incrementado en otros 3,000 millones (38). A nivel nacional la población existente en 1900 era de 13.6 millones de habitantes, actualmente la cifra se ha elevado a 82.1 millones (23).

El rápido crecimiento de la población ha provocado que cada día se presente una enorme demanda de alimentos, requiriendo para solventarla que se realicen grandes esfuerzos para aumentar el volumen de la producción agrícola. A la par del aumento de la producción de alimentos, se ha hecho necesario también el desarrollo de los medios de distribución para esos productos, mejorándose ésta en tiempo y forma.

En el año de 1991 se cosecharon alrededor de 13.8 millones de toneladas de maíz, 1.25 millones de frijol, 4.11 millones de trigo y 520 mil toneladas de arroz, en total, más de 20 millones de toneladas de granos (39).

Debido a que la producción de granos es periódica, mientras que la necesidad de alimentos y la demanda de las agroindustrias son ininterrumpidas, al término de cada cosecha y ante la imposibilidad de que se consuma o se transforme inmediatamente todo el volumen captado, se ha convertido en una necesidad almacenar grandes volúmenes de producto durante el tiempo que haga falta para satisfacer las exigencias de la población y de las industrias de transformación (36).

Por otro lado, generalmente todas las regiones altamente productivas de granos se encuentran alejadas de los centros masivos de consumo, haciéndose necesario transportarlos a lugares estratégicos donde sea sencilla su distribución con el apoyo de instalaciones de gran capacidad, en las que independientemente de que su permanencia sea corta o prolongada, deberán reducirse los riesgos de pérdidas de la calidad del grano al finalizar el período de almacenamiento.

Los sistemas de almacenamiento tienen como objetivos principales recibir la producción de granos, conservarlos en perfectas condiciones técnicas y distribuirlos posteriormente. En la agricultura estos sistemas juegan un papel indispensable, al recibir la producción que no tiene consumo inmediato, formando la reserva que permite la distribución cronológica, e impidiendo las fluctuaciones en los precios que resultan entre cosecha y cosecha. (36)

El grano aunque tiene características propias de cualquier ser viviente, su situación de latencia permite que dichas características se encuentren modificadas en forma muy especial. A través del proceso respiratorio el grano se encuentra sujeto a pequeños pero trascendentales cambios bioquímicos. La respiración del grano da resultados diferentes, dependiendo de la presencia o ausencia de oxígeno. En condiciones aeróbicas las células vivas del grano, oxidan los carbohidratos y grasas, obteniendo anhídrido carbónico (CO₂), agua (H₂O) y liberando

energía y calor. En condiciones anaeróbicas los carbohidratos son oxidados mediante el oxígeno que compone a los mismos nutrientes del grano, resultando algunos compuestos sencillos como el alcohol etílico.(36)

La presencia de algunos hongos y levaduras en los granos aceleran los procesos de descomposición de los carbohidratos.

Las formas de oxidación citadas tienen gran importancia en el proceso de almacenamiento, ya que algunos factores como el contenido de humedad del grano, la presencia de microorganismos y las variaciones de temperatura, afectan su tasa de respiración. Otras características físico-químicas del grano, que también le imprimen un sesgo particular a su comportamiento son: la baja conductividad térmica de la masa del grano; el equilibrio higroscópico del grano con el medio ambiente que lo rodea; y la peculiaridad de formar una masa porosa en conjunto con los demás granos.(37)

El almacenamiento y manejo de los granos generalmente se presenta de dos formas: envasada o a granel. En la primera forma, el grano se almacena y maneja mediante recipientes, que pueden ser costales o bolsas de distintos materiales y tamaños; entre esos materiales podemos encontrar al yute, henequén, polipropileno, polietileno, etc. La capacidad de los envases varía desde los 40 a los 100 kilogramos. Los bultos que se forman, son acomodados de tal manera que configuran apilamientos uniformes. El manejo y almacenamiento de granos envasados, presenta grandes ventajas como la de requerir poca infraestructura en las bodegas para el manejo de los productos almacenados; también es conveniente su utilización, por la facilidad de manipulación de cantidades y tipos variables de productos, formando lotes (que pueden pertenecer al mismo dueño), y que al presentar problemas de putrefacciones en uno o varios bultos, pueden separarse sin tener que remover todo el lote apilado. Las inconveniencias de esta manera de almacenar y manejar los granos son: el elevado precio de los recipientes, que al ser perecederos, requieren una sustitución periódica; además el movimiento de los lotes en su embarque o desembarque, resulta muy caro, por requerir mucha mano de obra. Las instalaciones que se utilizan para manejar al grano en forma envasada generalmente se les conoce con el nombre de bodega o almacén (18, 19).

La forma de operar a granel ofrece una mayor rapidez en el manejo de grandes volúmenes de grano (34); esto debido a la utilización de equipo especial para tal fin. El manejo al granel ofrece además un menor costo por tonelada movilizada de grano como consecuencia del desuso de envases, así como por la reducida utilización de mano de obra en el proceso de manipulación. Las inconveniencias responden a la magnitud de la inversión económica inicial, así como también a la necesidad de aplicar conocimientos técnicos especializados durante todo el proceso de almacenamiento.

En nuestro país la mayoría de las instalaciones para almacenar granos, solo pueden manejarlos de manera envasada (21); aunque cada día cobra mayor auge el establecimiento de unidades adecuadas para manejar graneles, siendo ésta una tendencia generalizada a nivel mundial.

A los recintos o depósitos que almacenan y manejan granos en forma envasada, se les conoce simplemente con el nombre de bodegas planas. Los recintos que manejan a granel se

les conoce con el nombre de silos, presentando dos variantes: los silos horizontales y los silos verticales. Los silos horizontales (o bodegas graneleras), que son los de mayor difusión en nuestro país, se caracterizan por ser cualquier depósito capaz de manejar graneles; se distinguen de los verticales por tener el diámetro de su base de mayor dimensión que su altura (36).

Los silos verticales (o elevados) pueden ser construidos de metal o concreto, generalmente son de una gran capacidad, tanto estática (almacenamiento), como dinámica (descarga y carga). Su funcionamiento se realiza mediante equipos de transporte de granos, con capacidades superiores a las 40 toneladas por hora, controlados a través de un panel de mandos. Una reducida cantidad de personas pueden controlar toda la operación y fácilmente movilizar un gran volumen de grano en un mínimo de tiempo (36). Lamentablemente en México la instalación de éste tipo de unidades de almacenamiento es muy lenta, quizás debido a factores como la inversión económica que se requiere para su construcción, o a la falta de información que se presenta en su concepción y su funcionamiento.

Existe otra manera de almacenar el grano, que tiene características muy peculiares. El almacenamiento de granos a la intemperie, que como su nombre lo dice consiste en almacenar al grano en la intemperie y sin utilizar estructuras fijas como son las bodegas o silos. En esta manera de almacenamiento, se puede manejar el grano de forma envasada o a granel. Pocos son los recursos que se utilizan en esta manera de almacenar, aunque destacan ciertos materiales para cubrirlos y protegerlos del intemperismo como son las lonas de cobertura, las tarimas o parrillas de madera (19).

En la formación de los almacenamientos a intemperie, se trata de reproducir las características que brinda una bodega, para mantener al grano en óptimas condiciones. Se tiene una estrecha vigilancia del comportamiento del grano almacenado, por lo que normalmente, no se tienen problemas serios de alteración de la calidad del grano al finalizar su almacenamiento. Los costos de manutención son mínimos, por la razón obvia de no haber estructuras, reduciéndose solamente a los gastos ocasionados por los equipos y materiales de protección utilizados (19).

2. OBJETIVOS.

El presente trabajo se propone cumplir los siguientes objetivos:

1.- Describir las características de una instalación de silos verticales en términos de:

- Obra civil.
- Construcciones complementarias.
- Equipos para la movilización de granos.
- Equipos para el registro del peso.
- Equipos para el acondicionamiento del grano.
- Sistema de termometría.
- Sistema de medición de espacio vacío en silos.
- Sistemas de seguridad industrial.

2.- Describir las actividades que se realizan para la recepción, almacenaje, conservación y entrega de los granos que se manejan en la unidad de silos.

3.- Formular un diagnóstico sobre las características de la instalación y sobre las actividades que se realizan en ella en base a las observaciones practicadas.

4.- Proponer en forma de recomendaciones distintas acciones que ayuden a resolver problemas prácticos que pudieran presentarse en la unidad de silos verticales durante su operación.

3. PLANTEAMIENTO Y MARCO DE REFERENCIA.

El presente trabajo de tesis se ha proyectado para describir una unidad mecanizada tipo para el manejo y almacenamiento de granos a gran escala en estructuras verticales con gran capacidad de movilización de productos.

Tanto en el sector gubernamental como en el privado, las unidades de silos verticales para el almacenamiento de granos son relativamente pocas, comparadas con las bodegas operadas en forma tradicional (granos envasados) y con los silos horizontales (bodegas graneleras). Considerando lo anterior se contempla de interés primordial, conocer los elementos que constituyen una instalación de esta naturaleza, así como también su forma de operación y las actividades que se realizan en cada etapa del almacenamiento.

El presente trabajo plantea realizar una descripción detallada de una unidad moderna de silos verticales, involucrando todos los componentes estructurales y la función que realiza cada uno de ellos; también se describirán los pasos que se llevan a cabo durante la recepción, almacenamiento, conservación y entrega de los granos que ahí se depositan.

Para el estudio se eligió la Unidad de Silos Verticales propiedad de Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. A.N.D. S.A., ubicada en la Ciudad de Apizaco, Tlax., por ser una construcción reciente que cuenta con los equipos de movilización de grano más actualizados y por contar con un importante volumen de almacenamiento y revolvencia de productos.

4. JUSTIFICACION.

La escasa literatura que existe en el medio nacional respecto a cuales son los componentes y la operación de una unidad moderna para el manejo de granos, ha originado el interés por reunir en un documento una descripción de una unidad de silos verticales, abarcando aspectos de características físicas, de construcción, de equipamiento y sobre todo de las distintas operaciones que confluyen para manejar productos agrícolas no procesados bajo el enfoque de mantener inalterable su calidad.

5. DESARROLLO.

Para efectos del presente trabajo se describirá en una primera parte todo lo referente a la instalación, sus obras complementarias y el equipo que se requiere para la operación de la unidad. Posteriormente, en una segunda parte se describirán las operaciones que se realizan desde que el producto ingresa a la unidad para su manejo, almacenamiento y conservación.

La información plasmada en el presente trabajo se obtuvo mediante la observación directa en la Unidad y recabando datos técnicos y de operación en las distintas instalaciones que la conforman.

6. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD DE SILOS VERTICALES DE ANDSA EN APIZACO, TLAXCALA.

La Unidad de Silos de Apizaco, Tlax., fue construida en el año de 1988, consta de 16 silos y 9 intersilos. la capacidad total de almacenamiento es para 25,000 toneladas de grano al granel. En el año de 1991 recibió alrededor de 55,000 toneladas, mismas que representaron más del doble de su capacidad estática de almacenamiento. En la Unidad se tienen 6 bodegas planas con capacidad para 5,000 toneladas cada una, mismas que también se usan para almacenar grano, pero en forma envasada.

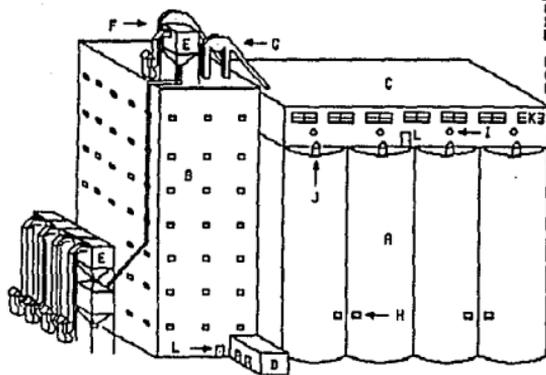
En una primera etapa de desarrollo se construyeron 16 silos y 9 intersilos. La obra civil propiamente dicha comprendió las células de almacenamiento, la torre de elevadores y el cuarto de máquinas (también conocido con el nombre de linternilla).

En esa etapa de construcción se edificaron otras instalaciones auxiliares como son las siguientes:

- El cuarto de control mecánico (C.C.M.).
- Las tolvas de descarga de camiones.
- Las tolvas de descarga de furgones.
- Las tolvas de carga de camiones.
- Las básculas electrónicas para camiones.
- El circuito de operación.
- Las casetas de vigilancia.

Otras instalaciones construidas para la operación de la Unidad fueron:

- La báscula ferrocarrilera.
- El laboratorio de análisis físico de granos.
- El taller de mantenimiento.
- La proveeduría.
- Las oficinas.



A CELULAS DE ALMACENAMIENTO
 B TORRE DE ELEVADORES
 C L'INTERNILLA
 D C.C.M.
 E UNIDAD DE EXTRACCION
 DE TRAPO Y POLVO
 F ELEVADOR No 10
 G ELEVADOR No 11
 H ENTRADA HOMBRE

I BOMBUILLA DE ENTRADA
 DE AIRE (FIG. No 13)
 J BOMBUILLA DE SALIDA
 DE AIRE (FIG. No 13)
 K VENTANA
 L PUERTA DE ACCESO

FIGURA I
 UNIDAD DE SILOS VERTICALES

Como se puede observar la unidad de silos verticales se compone de una serie de instalaciones en donde cada una de ellas realiza actividades específicas encaminadas a la recepción, almacenamiento y conservación de los granos manejados en la Unidad.

A continuación se describen cada uno de los componentes que forman parte de la instalación.

6.1. OBRA CIVIL DE SILOS.

Las instalaciones que forman parte de la obra civil de la batería de silos son: las células de almacenamiento (silos e intersilos), el cuarto de máquinas (linternilla) y latorre de elevadores. Aunque el cuarto de control mecánico (C.C.M.) es parte de la obra civil, en el presente trabajo se describirá entre las obras complementarias. (Fig. N° 1)

6.1.1. CELULAS DE ALMACENAMIENTO. SILOS E INTERSILOS.

Los silos de almacenamiento son los recintos donde se deposita el grano, tienen forma cilíndrica y terminan en un cono invertido su parte inferior. Cada cilindro presenta un diámetro interior de 8 metros, su altura (sin considerar el cono) es de 32.00 metros; la profundidad del cono es de 4.57 metros y tiene el mismo diámetro que el cilindro.

El acomodo de los 16 silos cilíndricos es de cuatro de largo por cuatro de ancho, lo que da como resultado que entre cada cuatro cilindros se forme un espacio que también es aprovechado para almacenar grano; a estos espacios se les conoce con el nombre de intersilos (Fig. N° 2). Existen por lo tanto en la zona de almacenamiento de la Unidad 9 intersilos formados con las paredes de los silos, sus dimensiones son de 31.00 metros de altura y cuentan en su parte inferior con un cono invertido de 2.03 metros de profundidad.

La capacidad total de la batería de silos se calcula para 25 mil toneladas. La capacidad teórica de descarga de vehículos (camiones y furgones), es de 240 toneladas por hora; la capacidad teórica para cargarlos es de 200 toneladas por hora

Los cilindros de los silos alcanzan una altura total de 40.74 metros, de los cuales 32 metros corresponden al espacio para el almacenamiento del grano, el resto está ocupado por el cono de descarga y por los sótanos donde se ubican las bandas transportadoras inferiores de los silos, instaladas precisamente para extraer el grano de las células de almacenamiento. (Fig. N° 2)

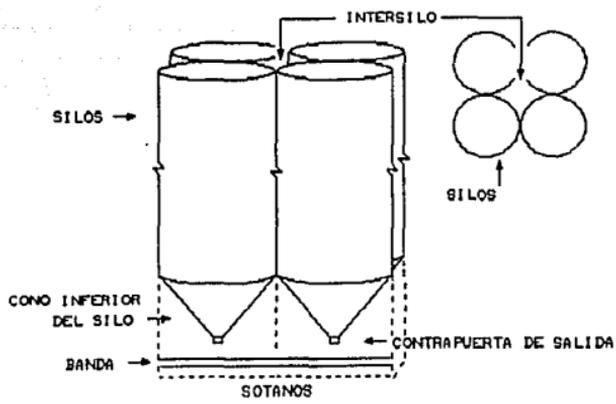


FIGURA 2
 CELULAS DE ALMACENAMIENTO (SILOS E INTERSILOS)

El material de construcción del edificio es concreto armado, el espesor (o grosor) de las paredes es de 20 centímetros; en el diseño para la construcción se consideró la presión que ejercería el grano a las paredes por la altura a la que se almacena, y se colocó una estructura interna de varillas de acero de 1 pulgada de diámetro, que los hace sumamente resistentes. Cabe hacer mención que todas las paredes fueron construidas de una sola pieza, lo cual requirió aplicar técnicas especiales para ir elevando la cimbra conforme se iba "colando" el concreto.

La misma losa que forma la tapa de las células de almacenamiento sirve como piso de la linternilla; tiene una serie de orificios que sirven para introducir los ductos de transporte de grano y los ductos de aireación.

Se denomina como células de almacenamiento tanto a los silos como a los intersilos, y como se menciona arriba, ambos recintos están adaptados para almacenar grano al granel.

El volumen interior de los silos es de 1.685.1 metros cúbicos y el de los intersilos es de 431.5 metros cúbicos.

6.1.2. TORRE DE ELEVADORES.

La torre de elevadores se encuentra junto a la batería de silos en su costado poniente, tiene la forma de un prisma rectangular. El ancho de su base es de 16.05 metros y el largo de 25.50 metros, la altura sobre el nivel del piso llega a 47.00 metros y del nivel del piso hacia abajo todavía tiene 9.50 metros, siendo su altura total de 56.50 metros.(Fig. N° 1)

Es una estructura de concreto armado con paredes de 34 centímetros de espesor y presenta al igual que la batería de silos una estructura interna compuesta con varillas de acero.

La construcción de la paredes también fue de una sola pieza, a excepción de las losas intermedias y de la azotea, que fueron construidas al término de las paredes. En este edificio se ubican internamente 2 elevadores de cangilones, que suben el grano a las células de almacenamiento. Las características de los elevadores se anotan en el cuadro N° 1.

En la azotea de la torre de elevadores está instalada una unidad del sistema de extracción de tamo y el compresor de aire N° 3, también se encuentra ubicado el cuarto de máquinas del elevador de personal y un malacate eléctrico con capacidad para 500 kilogramos.

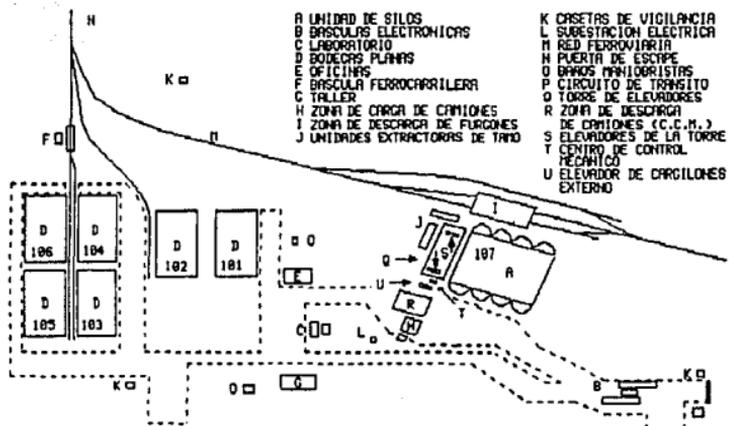


FIGURA 3
UBICACION GENERAL DE LAS INSTALACIONES

En la parte inferior de la torre de elevadores y por debajo del nivel del piso, se encuentra un sótano y en él se encuentran las bandas intermedias transportadoras de grano que lo dirigen hacia adentro o hacia afuera de la batería, según sea el caso.

En el sótano de la torre también se encuentran las partes terminales inferiores de los elevadores de cangilones de la torre, que son las partes más profundas de todo el sistema. Cabe señalar que en ésta parte se producen brotes de agua provenientes del manto freático, ocasionando problemas para el manejo de los granos, en especial durante la época de lluvias. Recomendaciones sobre este aspecto se plantean posteriormente en el apartado correspondiente.

La torre de elevadores se encuentra dividida en 7 pisos o niveles (sin considerar el sótano) y en cada uno de ellos se tiene acceso a través del elevador de personal.

La torre tiene como finalidad la de sostener a todos los equipos mencionados, pero principalmente a los elevadores de cangilones y de servir para el acceso a la linternilla.

6.1.3. CUARTO DE MAQUINAS (LINTERNILLA).

La linternilla o cuarto de máquinas, (Fig. N° 1) se ubica arriba de la batería de silos, es una construcción de concreto armado y su forma es la de un prisma rectangular; sus dimensiones son 32.95 metros de ancho, 33.60 metros de largo y 9.0 metros de altura.

Como se mencionó arriba, la losa superior de los silos sirve como piso para la linternilla. El grosor de las paredes es de 34 centímetros y el de sus losas superior e inferior es de 22 centímetros.

Presenta una serie de ventanas en la parte superior de sus paredes laterales, así como también una puerta por medio de la cual se tiene acceso a la parte superior y externa de cada silo en donde se ubican partes del equipo de aireación. Esta puerta permite realizar trabajos de mantenimiento de los ductos de aireación. (Fig. N° 1)

Esta estructura se construyó con la finalidad de albergar todos los equipos que intervienen en el manejo de los granos y que son:

- Las bandas transportadoras de grano N° 15 y 16.
- Los electroneveles de los silos
- Los 2 desviadores de banda fijos.

- Una parte del sistema de tubería para la extracción de tamo.
- La tubería para la entrada y salida del aire de los silos junto con sus motoventiladores.

En un extremo de la linternilla existen dos puertas que permiten el acceso de personal a la torre: cada acceso se compone de un andamio de acero, de un largo de 1.44 metros y dos escaleras. También pasan a través de ésta pared dos tubos de succión de polvo, dos tubos que sirven como respiraderos para los silos N° 5, 6, 9 y 10. Por encima de cada una de las bandas transportadoras y a través de la losa penetran 2 tubos de caída de grano de los elevadores de la torre.

6.2. OBRAS COMPLEMENTARIAS.

Las obras complementarias de la Unidad de silos son instalaciones con funciones muy específicas y esenciales para la operación normal de la Unidad. En cada una de las obras complementarias que se describen a continuación se realizan actividades como las siguientes:

- Laboratorio de análisis de grano.- determinación de la calidad.
- Bodegas planas.- almacenamiento de productos envasados.
- Básculas.- el registro de peso del grano que entra o sale.
- Oficinas.- el control administrativo de las instalaciones.

A continuación se describirá con detalle cada una de ellas.

6.2.1. LABORATORIO DE ANALISIS FISICO DE GRANOS.

El laboratorio de análisis físico de grano se ubica frente a las oficinas en la parte central del predio que ocupa la Unidad (C, Fig. N° 3), tiene como objetivo principal realizar todas las actividades encaminadas a determinar la calidad del grano, tanto en la entrada como en la salida y también en el transcurso del almacenamiento.

El laboratorio cuenta con todos los equipos, instrumentos y aparatos necesarios para realizar el muestreo y análisis físico de granos; también cuenta con el equipo necesario para realizar y apoyar los trabajos de conservación del grano que ya se encuentra almacenado. Los principales equipos y aparatos con que cuenta son los siguientes:

ARTICULO	CARACTERISTICAS	CANTIDAD
Determinador de humedad Motomco modelo 919	Electrónico	2
Determinador de humedad Dickey-John	Electrónico	1
Báscula granataria Ohaus	Capacidad 610 gramos	3
Homogeneizador-divisor de muestras	Tipo Boerner	1
Juego de cribas de aluminio	Perforación circular con 12/64" de diámetro	5
Juego de cribas de aluminio	Perforación circular con 8/64" de diámetro	2
Juego de cribas de aluminio	Perforación circular con 2.5/64" de diámetro	3
Juego de cribas de aluminio	Perforación Triangular con 5/64" de diámetro (circulo inscrito)	4
Calador de mano para producto encostalado	45 cm. de longitud y 3 cm. de diámetro	2
Calador de mano para producto encostalado	31 cm. de longitud y 2.5 cm. de diámetro	3
Sondas de alveolos sin perforaciones	16 alveolos y 2.00 m de largo	3
Sondas de alveolos sin perforaciones	11 alveolos y 1.60 m de largo	3
Sonda de profundidad	Con 6 extensiones de 1 m y capsula para muestra	3
Potenciómetro	Electrónico con 4 extensiones de 1 m	1
Báscula portátil	Capacidad 1 tonelada	2
Película de polietileno	Lonas y rollos	10

Película de cloruro de polivinilo	Lonas y rollos	6
Termómetro	De vidrio con graduación en °C	2

* Las dimensiones de las cribas se han escrito en el sistema inglés y de acuerdo con los datos de especificación del fabricante debido a que de esta forma se les conoce en el campo de la especialidad del tema.

El laboratorio está instalado en el local de la caseta de la báscula camionera mecánica. Sus dimensiones son de 5 metros de largo por 3.5 metros de ancho. El edificio cuenta con varias ventanas que proporcionan la iluminación natural necesaria para realizar los análisis físicos del grano que darán la información necesaria sobre su calidad y comportamiento en el almacén.

6.2.2. BODEGAS PLANAS.

Existen dentro de la unidad 6 bodegas planas (D, Fig. N° 3), construidas de mampostería y techo a dos aguas de lámina de zinc; son de las que se conocen con el nombre de "Tipo Pantaco". Todas las bodegas tienen las mismas dimensiones, 60 metros de largo por 30 metros de ancho; la altura de las paredes laterales es de 5 metros, las cabeceras en su centro tienen el tiro máximo con 9 metros; presentan a los costados un alerón con un ancho de 3 metros.

Una de éstas bodegas se utiliza para almacenar todo el tamo y polvo recolectado en la batería de silos; el tamo y polvo una vez envasado es depositado en éstas bodegas por considerarse menos riesgoso que si se le guardara en los silos. Estos materiales son de utilidad como subproductos y son susceptibles de comercialización para la elaboración de balanceados para ganado.

6.2.3. RED FERROVIARIA.

El transporte ferroviario es el medio que mayor volumen de granos moviliza, en el año de 1991 se manejaron en la Unidad aproximadamente 55 mil toneladas de producto que ingresó por esta vía. La cifra anterior corresponde en ese monto solo al concepto de entrada.

Para realizar la descarga y carga de vehículos es necesario ubicarlos dentro de las áreas diseñadas para este fin. La unidad cuenta con una red de vías para el traslado de equipo ferroviario. (M, Fig. N° 3)

La red se compone de una línea de apoyo exterior y un ramal interior que se bifurca a los 50 metros de la puerta de escape, dirigiéndose una línea hacia las bodegas planas y otra a la batería de silos. En la batería de silos, la línea se divide en tres ramas, ubicándose dos de ellas en las tolvas de descarga para ferrocarril y sirviendo la restante como línea de apoyo. Al final del ramal, todas las líneas se unen en una sola, que desemboca en un punto terminal.

Debido al desnivel que presenta el terreno donde se asienta la Unidad, ha sido necesario que en algunos tramos de las vías, el terreno se rellene con tierra; una clara muestra de esta situación se puede observar en el tramo final de la vía de la batería de silos, ya que para nivelar el terreno se construyó un talud de tierra que tiene un ancho de 12 metros y una altura de 6 metros.

6.2.4. TALLER DE MANTENIMIENTO.

La necesidad de realizar en la Unidad todos los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, originaron el establecimiento de un taller específico para estos fines.

Dentro del taller se localiza un cubículo donde se depositan herramientas, contando con el mínimo necesario para realizar trabajos de mantenimiento. Algunos de los equipos existentes son los siguientes:

- Equipo de soldadura autógena.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Esmeril de banco.
- Taladros de mano (de 1/2" y 1/4").
- Juegos de llaves.

No obstante, sería conveniente que dispusiera de herramientas complementarias y características para las especificaciones de equipo y maquinaria de la Unidad.

El taller de mantenimiento se ubica en la parte sur de la Unidad (G, Fig.N° 3) ocupando una instalación construida de ladrillo y concreto, de aproximadamente 6 metros de ancho por 6.5 metros de largo y 5 metros de altura.

6.2.5. PATIO DE MANIOBRAS (CIRCUITO DE TRANSITO).

En sí el patio de maniobras se reduce a un circuito por donde pueden transitar los camiones y dirigirse al lugar donde se realizará su carga o descarga. Este circuito fué construido de material asfáltico y con un grosor de la carpeta de cinco centímetros.

El circuito de tránsito para vehículos automotores, se inicia desde la puerta principal, se compone de dos calles paralelas, una para transitar hacia la batería de silos y otra para salir de la unidad; al principio de la Unidad se encuentran unidas estas dos vías, pero al rebasar el sitio de las básculas camioneras electrónicas, se separan describiendo una serie de curvas, que llegan a la altura de las tolvas de carga de camiones para facilitar esta actividad.

6.2.6. CUARTO DE CONTROL MECANICO (C.C.M.).

En el cuarto de control mecánico se encuentran los interruptores que controlan el flujo de energía eléctrica, permitiendo la rotación de todos los motores y de todos los accesorios eléctricos con que cuenta la unidad de silos.

Es importante remarcar que todos los conductores de corriente eléctrica se encuentran enfundados dentro de tubos herméticos que no permiten la salida de chispas o flamas al exterior, en el caso de que ocurra algún corto circuito. Igualmente todos los motores presentan la característica de no dejar pasar las chispas o flamas al exterior. Esta característica tanto de los conductores como de los motores eléctricos representan una medida de seguridad debido al alto riesgo de explosión, que la existencia de tamo puede producir en todas las áreas de silos.

Mediante los interruptores y accesorios de arranque, todos los motores de los equipos de movilización de granos se encuentran interconectados unos con otros, formando secuencias por cada sistema. Para iniciar el funcionamiento de un sistema de movilización de granos, es necesario seguir una secuencia de encendido de motores, esto permite que en caso de fallar uno de ellos en un punto intermedio o final, no se tengan problemas de taponamiento o derrames de grano en otros puntos del sistema.

Existen por lo tanto secuencias para realizar las siguientes operaciones:

- a.- Descarga de camiones para el llenado de los silos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, e intersilos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

- b.- Descarga de camiones para el llenado de los silos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, e intersilos 5, 6, 7, 8 y 9.
- c.- Descarga de embarques por ferrocarril para el llenado de silos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, e intersilos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- d.- Descarga de embarques por ferrocarril para el llenado de silos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, e intersilos 5, 6, 7, 8, y 9.
- e.- Carga de camiones de los silos 1, 2, 3 y 4, e intersilos 1, 2 y 3.
- f.- Carga de camiones de los silos 5, 6, 7 y 8, e intersilos 4, 5 y 6.
- g.- Carga de camiones de los silos 9, 10, 11, 12.
- h.- Carga de camiones de silos 13, 14, 15, 16, e intersilos 7, 8 y 9.
- i.- Recirculación de los silos 1, 2, 3 y 4 e intersilos 1, 2 y 3.
- j.- Recirculación de los silos 5, 6, 7 y 8 e intersilos 4, 5 y 6.
- k.- Recirculación de los silos 9, 10, 11 y 12.
- l.- Recirculación de los silos 13, 14, 15 y 16 o intersilos 7, 8 y 9.

Las anteriores secuencias pueden ser alteradas para diversificar o ajustar los movimientos de granos entre silos e intersilos; son realizados por personal perfectamente capacitado, ya que se requiere instalar conexiones eléctricas momentáneas, y considerando que la fuerza de la energía eléctrica que se utiliza en la batería de silos es de 440 Kilovoltios, resultan sumamente peligrosas si no son realizadas con el debido cuidado.

Como se puede observar la carga de furgones no se incluye en las secuencias existentes, esto se debe a que en la construcción no se contempló esta actividad.

Existe actualmente un proyecto para cargar furgones, que utiliza los elevadores de cangilones de la torre, a los que se les adaptó un tubo de 15 pulgadas de diámetro y que desciende hasta las tolvas de descarga de furgones. Esta actividad aunque solucionaría algunos problemas de carga de furgones, todavía no es viable de utilización por algunas defectos como los ángulos de inclinación de los tubos.

6.2.7. ELEVADOR DE PERSONAL EN SILOS.

Existen escaleras que permiten el ascenso y descenso a todos los niveles de la torre de elevadores, incluyendo el sótano y su azotea.

Debido a que en todas las actividades de llenado de silos es necesario revisar periódicamente los motores de los equipos de movilización, esta supervisión resultaría exhaustiva y lenta al utilizar las escaleras para el ascenso y descenso, siendo de gran ayuda el contar con un elevador electromecánico personal.

Este elevador tiene capacidad para 8 personas y su cuarto de motores se ubica en la azotea de la torre de elevadores de los silos.

6.2.8. OFICINAS.

Como es natural, todo el control administrativo de la unidad de silos y de las bodegas, hacen necesaria la existencia de una área destinada para tal efecto.

Las oficinas se ubican en el lado poniente de la batarfá, a escasos 50 metros, ocupan un edificio construido de ladrillo y cemento (E, Fig. N° 3); se compone de cuatro habitaciones de 3.5 metros por cada lado y una sala de espera a la entrada.

En las oficinas se encuentran todos los inventarios y controles de las existencias de los granos, los controles administrativos del personal y la caja de pagos y cobranzas.

6.3. EQUIPO PARA LA MOVILIZACION DE GRANOS.

Para movilizar graneles es requisito indispensable contar con la infraestructura adecuada para este fin.

La unidad de silos que se describe, cuenta con equipos para movilizar el grano a una velocidad rápida. Estos equipos son los elevadores de cangilones y las bandas transportadoras.

A todos los equipos de movilización de granos que existen en la unidad, se les puede agrupar en dos grandes sistemas:

A).- Sistema para la introducción de grano.

El sistema para la introducción de grano a la batería de silos, consta de los 2 elevadores de cangilones que se encuentran en la torre y de 7 bandas transportadoras, mismas que se ubican en los distintos sótanos y la linternilla. Los elevadores se designan con el número 10 y 11 y las bandas con los números 1, 2, 9, 10, 11, 15 y 16. También se integran 3 desviadores de banda para grano.

Además del anterior equipo se cuenta con dos volcadores electromecánicos para camiones y cuatro palas electromecánicas de arrastre para la descarga de furgones.

B).- Sistema para la extracción de grano.

El sistema para la extracción de grano de los silos consta del elevador de cangilones externo, de 5 bandas transportadoras ubicadas en los sótanos de los silos, de cuatro desviadores tubulares para grano y de un tubo de acero que conecta el flujo del grano desde la terminación superior del elevador hasta las tolvas de carga de camiones. El elevador se designa con el número 29 y las bandas con los números 18, 19, 20, 21 y 26.

6.3.1. ELEVADORES DE CANGILONES.

Como ya se mencionó, existen 3 elevadores de cangilones en la batería de silos.

Dos elevadores se encuentran dentro de la torre (Nº 10 y 11) y sirven para subir el grano hacia la linternilla (A y B, Fig. N° 4), se usan, ya sea para llenar las células de almacenamiento o para recircular el grano que ya se encuentra almacenado, estos elevadores de cangilones están designados arbitrariamente como N° 10 y 11.

El elevador restante, denominado también en forma arbitraria como 29, se encuentra en la parte exterior junto a la misma torre (C, Fig. N° 4) y sirve solamente para sacar el grano ya almacenado, en la operación de vaciado de las células de almacenamiento.

Los elevadores presentan las siguientes características:

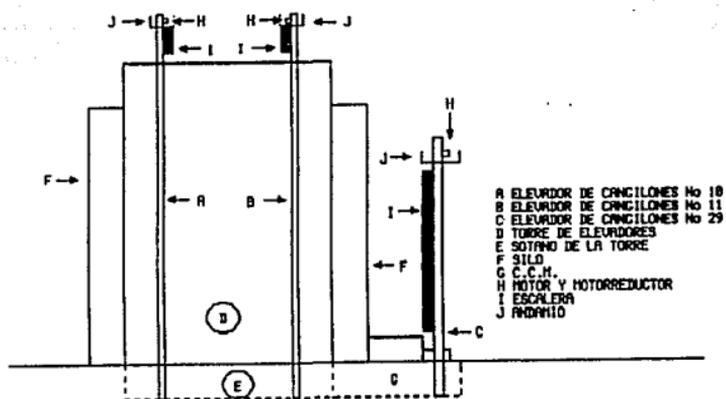


FIGURA 4
ELEVADORES DE CANGILONES

CUADRO I.
ESPECIFICACIONES DE ELEVADORES

CARACTERISTICA	ELEVADOR Nº 10	ELEVADOR Nº 11 0	ELEVADOR Nº 29
Localización en la torre.	Interior	Interior	Exterior
Altura total (m).	69	69	42
Capacidad teórica (Ton/hr).	150	150	200
Ancho de la banda (cm).	38	38	42
Potencia del motor (HP).	60	60	50
R.P.M. del motor.	1,775	1,775	1,850
Relación del reductor.	24:30	24:30	25:66
Ancho del cangilón (cm) .	18	18	18
Largo del cangilón (cm).	30	30	34
Volumen del cangilón (l) .	8.1	8.1	9.2
Cangilones por elevador.	476	476	335
Puntos de anclaje del cangilón a la banda.	5	5	4

La anchura de los elevadores es igual a la distancia que existe entre las paredes de la estructura metálica que contiene las bandas de cangilones.

Los cangilones son las piezas encargadas de captar el grano y subirlo, se sujetan a las bandas mediante tornillos con cabezas especiales. Cada cangilón esta constituido en lámina de acero.

El motor y el reductor de revoluciones están conectados y transfieren la fuerza motriz mediante un juego de poleas y 4 bandas vulcanizadas. Todos los motorreductores requieren para su buen funcionamiento de lubricarse interiormente con aceite del tipo SAE-90.

Cuentan los tres elevadores con un andamio en su parte superior, con el cual se pueden realizar los trabajos de mantenimiento (J, Fig. N° 4); el elevador exterior presenta además una escalera que permite llegar a su parte superior. Algunas especificaciones de los elevadores están resumidas en el cuadro N° 1.

La capacidad teórica de los elevadores de cangilones se reduce normalmente entre el 15% y 20% debido a varios factores que inciden en su funcionamiento. Algunos de los factores identificados son:

- Ajuste en la tensión de las bandas motrices.
- Presencia de roces de la banda de cangilones.
- Estado físico de los cangilones.
- Desprendimiento de cangilones.
- Mala lubricación en los cojinetes de los rodillos de la banda.

Debido a que originalmente en la Unidad no se construyó un sistema para cargar directamente furgones con grano proveniente de la batería de silos, y considerando la necesidad imperiosa que existe para realizar esta operación, los dos elevadores de la torre han sido utilizados para adaptar un sistema que permita la carga de vehículos ferroviarios. La adaptación se realizó al unir la descarga de los dos elevadores mediante un tubo bifurcado, mismo que desciende hasta la zona de tolvas para descarga de furgones. El tubo es de 12 pulgadas de diámetro y está fabricado con lámina de calibre 14.

En el trayecto hacia abajo, el tubo bifurcado presenta una serie de quiebres, con ángulos mayores de 45 grados formados respecto al plano vertical. Este tubo se encuentra sujeto a las paredes de la torre y a las de los silos mediante anclajes con tornillos.

En su parte inicial, cada uno de los extremos del tubo presenta dos compuertas que permiten elegir el paso del grano hacia las células de almacenamiento, o hacia la zona de descarga de furgones.

Actualmente este sistema así adaptado está limitado por los ángulos que se le dió en el trayecto descendente y por lo tanto no se utiliza debido a que el grano, por falta de inclinación, no fluye libremente hasta la terminación del mismo, sin embargo sería factible que funcionara si se considera lo anterior y se corrigen los ángulos que actualmente tienen los quiebres del ducto.

Actualmente la carga de furgones se realiza empleando camiones de transporte local, mismos que se llenan usando las tolvas de los silos, son pesados y posteriormente descargados con transportadores helicoidales portátiles que se usan para trasvasar el grano a los furgones, ocasionándose una operación lenta y económicamente inconveniente.

6.3.2. BANDAS TRANSPORTADORAS.

Para el movimiento de granos en la unidad de silos se cuenta con 7 bandas para recibir producto y 5 para la entrega del mismo.

Las 7 bandas destinadas a movilizar el grano que recibe la Unidad, están distribuidas en la forma siguiente:

- 4 ubicadas en la zona de descarga de furgones y denominadas como 1, 2, 10 y 11.
- 1 localizada en la zona de descarga de camiones y denominada con el número 9.
- 2 ubicadas en la linternilla y que se utilizan para el llenado de silos e intersilos, denominadas como 15 y 16.

Las 5 bandas que se emplean para la entrega del grano, una vez terminado su almacenamiento, se distribuyen de la manera siguiente:

- 4 localizadas en la galería subterránea o sótano de los silos y que se emplean para extraer el grano de las células de almacenamiento, se denominan como 18, 19, 20 y 21.
- 1 ubicada en el sótano de la torre y en la cual confluyen las 4 bandas anteriores. Esta banda actúa como alimentadora del elevador externo de cangilones y se denomina como 26.

En resumen las bandas 1, 2, 9, 10, 11, 15 y 16 son empleadas para mover grano que recibe la Unidad, mientras que las bandas 18, 19, 20, 21 y 26 son usadas para la salida de producto.

El cuadro N° 2 resume datos de las especificaciones de las bandas transportadoras.

CUADRO 2

ESPECIFICACIONES DE BANDAS TRANSPORTADORAS.

BANDA Nº	UBICACION DE LA BANDA	LARGO (m)	ANCHO (cm)	POTENCIA DEL MOTOR (HP)	RELACION DEL REDUCTOR
15	Linternilla lado derecho	31.75	76.2	15	15:1
16	Linternilla lado izquierdo	31.80	76.2	15	15:1
18	Sótano de silos lado derecho	38.80	76.2	15	15:1
19	Sótano de silos central izquierda	38.80	76.2	15	15:1
20	Sótano de silos central derecho	38.80	76.2	15	15:1
21	Sótano de silos lado izquierdo	38.80	76.2	15	15:1
9	Tolva de camiones	38.80	76.2	10	15:1
1	Tolvas de furgones lado derecho	17.60	76.2	10	15:1
2	Tolvas de furgones lado derecho	17.60	76.2	10	15:1
10	Sótano de torre banda superior	37.10	76.2	15	15:1
11	Sótano de torre banda inferior	20.20	76.2	15	15:1
26 principal	Sótano de torre	31.70	76.2	10	15:1

6.3.2.1 FUNCION DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS.

A).- Bandas de descarga de furgones.

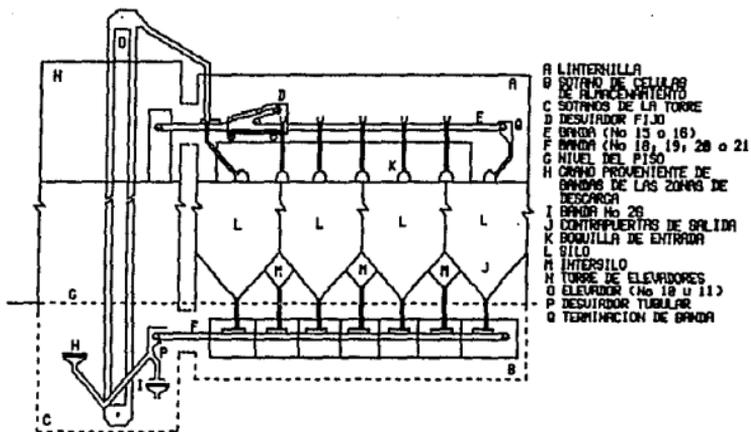


FIGURA 6

BANDAS DE LOS SISTEMAS DE INTRODUCCION Y EXTRACCION DE GRANO

Las bandas 1 y 2 empleadas para la descarga de furgones están ubicadas exactamente por abajo de las tolvas de descarga (C y D, Fig. N° 5); se encuentran dispuestas paralelamente una junto a la otra, reciben el grano de 4 compuertas que tiene cada una de las tolvas receptoras del grano que proviene de los furgones que están descargándose. Estas dos bandas transportan el grano hasta un desviador que permite elegir la caída del grano a las bandas N° 10 ó N° 11 (I, Fig. N° 5), mismas que se encuentran colocadas paralelamente y dispuestas de forma tal que la 10 queda 60 cm. arriba de la 11. La banda superior (N° 10) acarrea el grano hasta el elevador N° 11 de la torre, la banda inferior (N° 11) acarrea el grano al elevador N° 10 de la torre.

B).- Bandas para la descarga de camiones.

La banda de descarga de camiones (N° 9) comienza exactamente debajo de la tolva izquierda de descarga de camiones (G, Fig. N° 5); puede transportar el grano hasta el elevador izquierdo (N° 10) o dejarlo en el elevador derecho de la torre (N° 11); se utiliza un equipo de desvío para elegir el elevador donde se desea dejar el grano (H, Fig. N° 5).

C).- Bandas para llenado de células de almacenamiento.

Las 2 bandas que se encuentran en la linternilla (N° 15 y N° 16), reciben el grano que proviene de los elevadores de cangilones de la torre y lo transportan mediante un desviador móvil (D, Fig. N° 6) hasta las boquillas tubulares para el llenado de cada una de las células de almacenamiento.

La banda N° 15 provee grano a los silos N° 2, 3, 4, 6, 7 y 8, e intersilos N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6; en tanto que la banda N° 16 alimenta a los silos N° 10, 11, 12, 14, 15 y 16, e intersilos N° 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Los silos N° 1 y 5 reciben el grano directamente del elevador N° 15 y los silos N° 9 y N° 13 del elevador N° 16 debido a la proximidad que existe entre los elevadores y estos silos. De igual forma los silos N° 4, 8, 12 y 16 no utilizan el desviador de grano, ya que las bandas transportadoras desembocan directamente a sus boquillas.

D).- Bandas para la salida del grano.

El sistema de movilización de granos para extraerlos de la batería de silos, cuenta con 5 bandas, 4 de las cuales se encuentran en el sótano de los silos por debajo de las células de almacenamiento (F, Fig. N° 6); corren paralelamente entre sí y en dirección a la torre de elevadores; dos de las bandas (20 y 21) están colocadas en el lado derecho de la galería

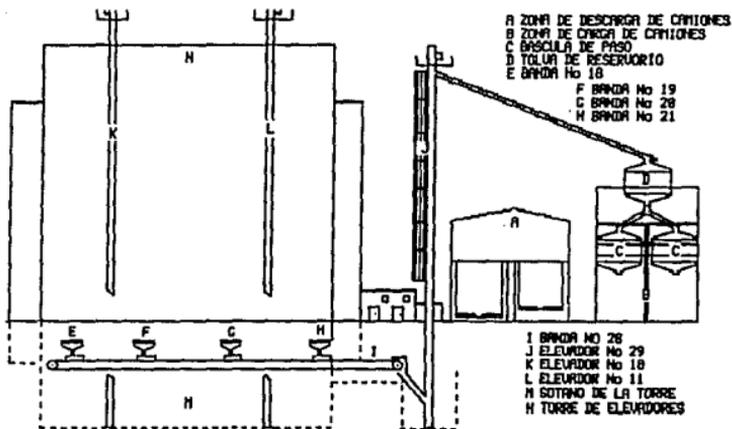


FIGURA 7
SISTEMA DE BANDAS PARA LA EXTRACCION DE GRANO

subterránea, están separadas entre sí una distancia de 3.9 metros y la más próxima a la pared de la galería permite un espacio de 6.1 metros; las bandas restantes (Nº 18 y 19) están colocadas en el lado izquierdo de la galería y mantienen las mismas distancias que las 20 y 21.

Estas cuatro bandas para la salida del grano son alimentadas por las células de almacenamiento en la forma siguiente:

- Banda Nº 18 alimentada de los silos 1, 2, 3 y 4 e intersilos 1, 2 y 3.
- Banda Nº 19 alimentada de los silos 5, 6, 7 y 8 e intersilos 4, 5 y 6.
- Banda Nº 20 alimentada de los silos 9, 10, 11 y 12.
- Banda Nº 21 alimentada de los silos 13, 14, 15 y 16 e intersilos 7, 8 y 9.

Cada una de estas bandas descargan el grano a un desviador tubular (P, fig. Nº 6), que puede dirigir el producto nuevamente al elevador de cangilones o a la banda Nº 26 (I, Fig. Nº 7) que corre en forma perpendicular a las mismas.

Esta banda denominada "banda principal" (Nº 26) comienza a la altura de la banda Nº 18 y termina al dejar caer el grano en el elevador de cangilones externo (Nº 29). (J, Fig. Nº 7)

6.3.3 DESVIADORES DE GRANOS.

La Unidad cuenta con 3 tipos de desviadores de grano que son alimentados por bandas transportadoras. Estos tipos son los siguientes:

- A).- Desviador móvil.
- B).- Desviador fijo.
- C).- Desviador tubular.

- A).- Desviador móvil.

Existen dos ubicados en la linternilla y son alimentados por las bandas Nº 15 y 16. Su desplazamiento se realiza con cuatro ruedas de acero que viajan sobre dos rieles colocados en la misma estructura que soporta a las bandas transportadoras. (Fig. Nº 8)

- A ENTRADA DEL GRANNO
- B SALIDA DEL GRANNO
- C RODILLO SUPERIOR
- D RUEDAS DE ACERO
- E RIEL
- F CONTRAPUERTAS DE LA TOLVA PARA DESVIAR EL FLUJO DE GRANNO
- G SUCCION DE TIPO
- H BANDA TRANSPORTADORA
- I RODILLO INFERIOR
- J BOUTILHA DE LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO

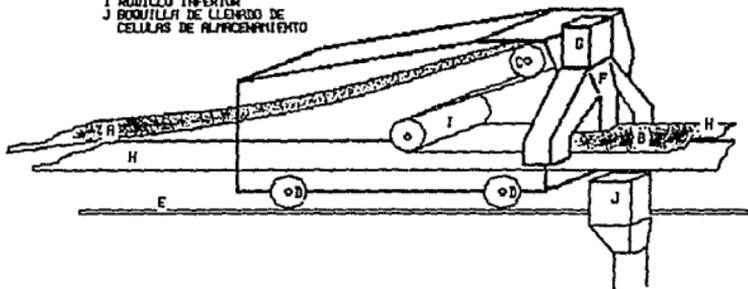


FIGURA 8
DESVIADOR DE BANDA

B).- Desviador fijo.

Existe un desviador fijo localizado en el sótano de la torre de elevadores (H, Fig. N° 5), es alimentado por la banda transportadora N° 9 que conduce grano proveniente de la descarga de camiones.

Este desviador fijo puede alimentar alternativamente a los elevadores de cangilones 10 ú 11 empleados para el llenado de las células de almacenamiento.

El principio del funcionamiento de los desviadores móvil y fijo es a través de la elevación de la banda transportadora a una altura de 1.8 metros mediante un rodillo superior (C, Fig. N° 8), con otro rodillo inferior (I) se provoca que la banda regrese a una altura de 2.0 metros sobre su mismo plano; esto ocasiona que se produzca una terminación aparente de la banda en la parte que se eleva.

El grano es proyectado hacia arriba en esta sección y enseguida cae por gravedad hacia la misma banda. Después de esta caída, el grano es recuperado por una pequeña tolva (F) que tiene una desviación hacia la izquierda y otra hacia la derecha.

Esta tolva cuenta con dos compuertas con las cuales se puede elegir el lado para donde se desea caiga el grano; dependiendo de la célula de destino que tenga el producto, se puede elegir la salida hacia el lado derecho, o hacia el lado izquierdo. Si ambas compuertas se mantienen cerradas el producto será transportado hacia adelante según el recorrido de la banda, con lo cual el grano puede llevarse hasta los silos más alejados de la torre de elevadores (silos N° 4, 8, 12, 16).

C).- Desviador tubular.

Los desviadores tubulares son ductos de sección cuadrangular o circular, que presentan una bifurcación y una compuerta central que permite dirigir el grano hacia el punto que se desee. (P, Fig. N° 6)

6.3.4. VOLCADORES DE CAMIONES. ZONA DE DESCARGA DE CAMIONES.

Este equipo se encuentra ubicado dentro de un tejamanillo construido expresamente para resguardar del intemperismo la operación de los volcadores. La batería de silos cuenta con dos unidades de volcadores que están constituidas cada una de ellas por los siguientes elementos:

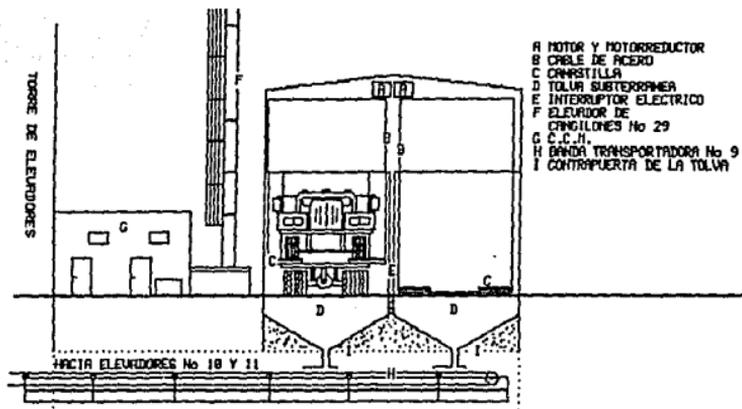


FIGURA 9
 ZONA DE DESCARGA DE CAMIONES

- A).- 1 motor de 20 H.P. con 1,870 R.P.M. (A, Fig. N° 9)
- B).- 1 motorreductor con relación de 44:1. (A Fig. N° 9)
- C).- 1 tramos de 25 metros de cable de acero del N° 4 de 3/4 de pulgada de diámetro. (B Fig. N° 9)
- D).- 1 canastilla para sujeción de las ruedas delanteras de los camiones. (C Fig. N° 9)
- E).- 1 tolva subterránea de concreto con capacidad de 20 toneladas para la captación y conducción del grano hacia la banda transportadora N° 9. (D Fig. N° 9)
- F).- 1 interruptor eléctrico.

Las canastillas son levantadas por el sistema de motor y reductor mediante el cable de acero; el cable es enrollado, a su vez, en un tambor de acero. El tambor es accionado por una cadena que recibe el impulso del reductor.

Quando se colocan las ruedas delanteras de un camión sobre la canastilla y se hace funcionar el volcador, la parte frontal del vehículo es levantada hacia arriba, permaneciendo las ruedas traseras sobre el piso. Con esta operación se consigue que la caída del grano de la caja del vehículo sea recibida en las tolvas subterráneas. Terminada la operación y cuando el producto se descargó, con el interruptor del volcador, se hace funcionar el motor en sentido inverso para que el vehículo descansa sobre sus cuatro ruedas sobre el piso y sea retirado.

6.3.5. PALAS ELECTROMECHANICAS PARA LA DESCARGA DE FURGONES.

Fueron establecidas después de la terminación de la batería de silos, se encuentran en cantidad de cuatro, se ubican en la zona de descarga de furgones y cada una cuenta con los siguientes elementos:

- a).- 1 motor de 5 HP. con 1,870 R.P.M. (D, Fig. N° 10)
- b).- 1 pala de aluminio de 60 por 70 centímetros. (H, Fig. N° 10)
- c).- 1 reductor con relación 20:1. (C, Fig. N° 10)
- d).- 1 tramo de 12 metros de cable de acero de 1/2 pulgada de diámetro. (I, Fig. N° 10)
- e).- 1 interruptor eléctrico.

Estos equipos están instalados en un tejavan a fin de protegerlo de la intemperie y permitir operar sin interrupciones de lluvia, sol o viento.

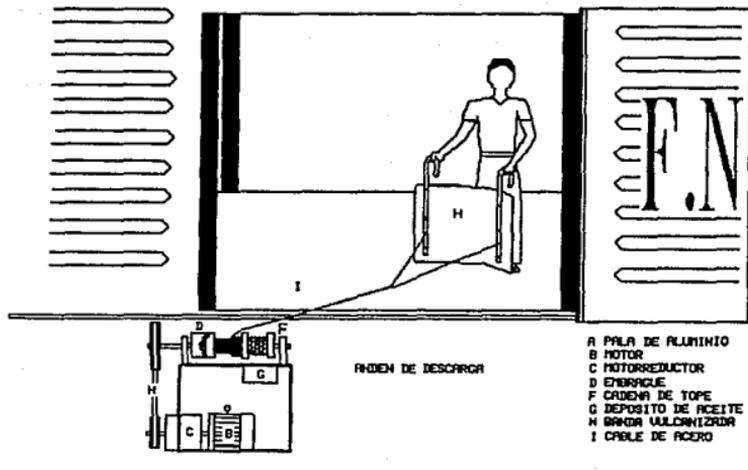


FIGURA 10
PALAS DE ARRASTRE ELECTROMECHANICO

Entre las dos vías de ferrocarril que se introducen al área de descarga de furgones se encuentra construido un andén. En este están ubicadas las cuatro palas electromecánicas. Dos de ellas se establecen para el lado derecho y las dos restantes para el lado izquierdo, con lo que se pueden descargar dos furgones en forma simultánea.

La pala de aluminio se encuentra sujeta al sistema mediante el cable de acero. El cable es enrollado en un tambor de acero. Cada vez que la pala se empuja manualmente y llega al fondo del furgón, mediante un mecanismo de embrague (D, Fig. N° 10) y una cadena de tope (F, Fig. N° 10), el tambor empieza a enrollar nuevamente el cable. Al llegar la pala a la puerta del furgón, el tambor deja de enrollar al cable, permitiendo nuevamente jalar el cable al interior del carro.

6.4. EQUIPO PARA EL REGISTRO DE PESOS.

La determinación del peso es una actividad de gran importancia en la operación de la Unidad, con esta operación se define la cantidad de grano que se transporta y consecuentemente su valor económico.

La determinación del peso del producto junto con la de su calidad permiten establecer su valor monetario. Es así que este registro de peso debe ser realizado con un equipo que ofrezca la mayor precisión posible y que pueda realizarse de manera imparcial a cualquier interés que se relacione con ello.

La Unidad de silos descrita cuenta con básculas electrónicas y mecánicas que por su operación pueden clasificarse de la manera siguiente:

- Básculas camioneras.
- Básculas de paso.
- Básculas ferrocarrileras

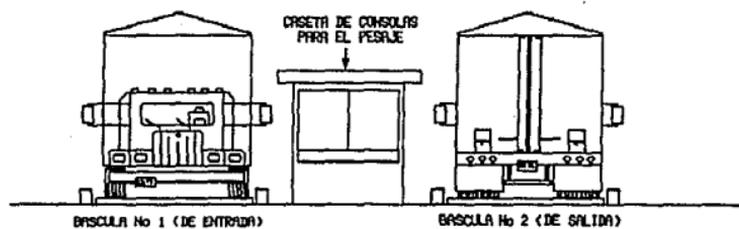


FIGURA II
BÁSCULAS ELECTRONICAS DE PLATAFORMA PARA CAMIONES.

6.4.1. BASCULAS CAMIONERAS.

La Unidad cuenta con dos tipos de básculas para la determinación del peso del grano contenido en vehículos de autotransporte. Estos tipos por su forma de operación pueden ser electrónicas o mecánicas.

A).- Básculas electrónicas.

Existen instaladas en la Unidad dos básculas de este tipo, se les puede considerar como electrónicas de plataforma, se encuentran ubicadas muy cerca de la puerta principal (B Fig. N° 3). Teóricamente una báscula debe pesar los camiones a su entrada y la otra a la salida; normalmente no se utilizan conforme a este diseño debido a que se observan algunas diferencias de peso entre una y otra.

Su funcionamiento se basa en un cerebro de circuitos electrónicos que reciben impulsos de 8 celdas electrónicas al momento de ser presionadas; las celdas se encuentran distribuidas por debajo de cada punto de apoyo de la plataforma.

El cerebro electrónico transforma los impulsos en lectura numérica visible y también puede imprimir ésta lectura en papel.

Las plataformas de las básculas tienen un ancho de 3,5 metros y 21,3 metros de largo (Fig. N° 11). Las básculas son de la marca TOLEDO y están diseñadas para recibir un peso máximo de 75.000 kilogramos, con una exactitud de registro de 10 kilogramos.

Cada báscula cuenta con un cerebro maestro, protegidos contra la intemperie mediante una caseta construida de material de cemento y tabique. Los vidrios de las ventanas de esta caseta están recubiertos de una película de plástico obscuro (polarizado) para proteger aún más a los cerebros de la acción de los rayos solares. (Fig. N° 11)

B).- Básculas mecánicas.

Existe una báscula de tipo mecánico de marca HOWE SCALE, ubicada frente a las oficinas de la Unidad, su capacidad es para 49,995 kilogramos y con una exactitud de registro de 5 kilogramos.

Esta báscula no se utiliza actualmente porque los pesos actuales de los camiones rebasan fácilmente su capacidad. Su funcionamiento se basa en principios físicos de palancas momentos. La plataforma de la báscula tiene un ancho de 3.06 metros y el largo es de 13.68 metros.

La caseta de la báscula actualmente se utiliza como recinto del laboratorio (C, Fig. N° 3), resultando muy reducido el espacio para las actividades que se realizan en éste último. Sus dimensiones son 3.07 metros de largo por 2.43 de ancho.

6.4.2. BASCULAS DE PASO.

Se encuentran ubicadas en un costado de la torre de los elevadores después de la zona de descarga de camiones. El sistema se compone de un total de 3 tolvas. Una tolva superior y central que funciona como reservorio (A, Fig. N° 12) para alimentar 2 tolvas colocadas debajo, a estas se les denomina como báscula tolva N° 1 (B, Fig. N° 12) y báscula tolva N° 2 (C, Fig. N° 12). Estas dos tolvas cuentan con celdas de pesaje. La capacidad de las dos tolvas de pesaje es para 38 toneladas aproximadamente para cada una y la del reservorio es de 45 toneladas.

A la tolva de reserva le llega el grano a través del tubo de descarga del elevador de cangilones externo (N° 29) y mediante dos compuertas que se encuentran en la parte inferior (D y E, Fig. N° 12), se puede detener el grano y definir la tolva de pesaje a donde irá el producto.

El accionamiento de las compuertas es neumático y el aire necesario para su funcionamiento lo proporciona uno de los compresores de la Unidad.

Igual que las básculas camioneras el sistema cuenta con un cerebro electrónico y un impresor para cada tolva. Cuenta además con una consola que controla las compuertas neumáticas del paso de grano.

6.4.3. BASCULA FERROCARRILERA.

La única báscula instalada para pesar equipo ferrocarrilero se encuentra ubicada en la línea de vías que se dirige a las bodegas planas. (F, Fig. N° 3)

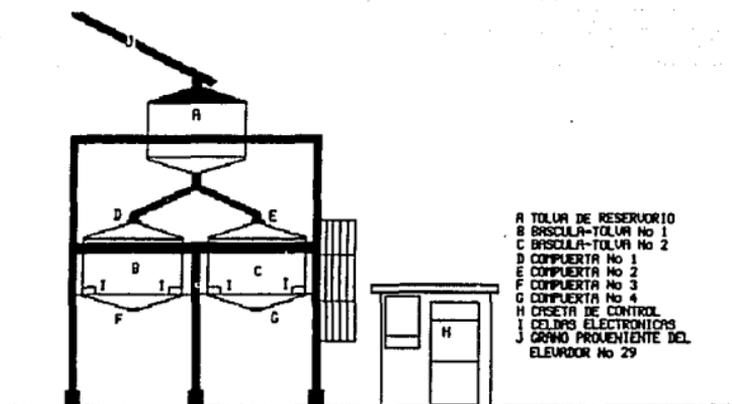


FIGURA 12
 ZONA DE CARGA DE CAMIONES. BASCULAS DE PASO.

Para pesar un furgón que llegue o salga de la unidad de silos, es necesario desviarlo a las vías mencionadas. La marca de la báscula es STANDARD y cuenta con capacidad para 149,990 kilogramos y una exactitud de aproximación de 5 kilogramos; su plataforma tiene un largo de 22.1 metros y un ancho de 2.5 metros estableciéndose sobre ella los rieles para el paso de furgones.

Cuenta también con una caseta construida con ladrillo y cemento de 4.2 metros de largo por 3.2 metros de ancho, donde se localiza la vvara de medición de la báscula.

Por la capacidad de la báscula pueden obtenerse los pesos de tolvas ferrocarrileras, las cuales fácilmente llegan a sobrepasar pesos brutos de 120 toneladas.

6.5. EQUIPO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE GRANOS.

A menudo las partidas de granos presentan condiciones de calidad que no son favorables para almacenarlos con seguridad durante largos períodos.

Los granos con altos porcentajes de humedad e impurezas, con presencia de plagas de insectos, altas temperaturas, olores extraños al grano, etc., requieren un tratamiento especial para no afectar a las demás partidas que no presentan éstos problemas.

Los tratamientos aludidos se aplican mediante la utilización de equipos especiales con que cuenta la Unidad descrita.

6.5.1. EQUIPOS PARA LA AIREACION EN CELULAS DE ALMACENAMIENTO.

La actividad de aireación sirve para mantener la temperatura del grano a niveles adecuados para su almacenamiento, aunque muy frecuentemente también es utilizada para reducir o controlar el contenido de humedad del grano.

En la batería de silos para realizar ésta práctica se cuenta con un sistema de aireación. El sistema de aireación está integrado por lo siguientes elementos:

- 8 motoventiladores de tipo axial con motor de 5 HP.
(D, Fig. N° 13)

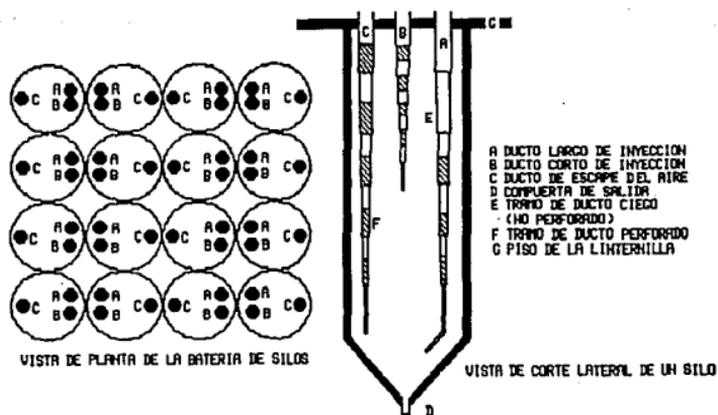


FIGURA 14
 DUCTOS DE DEL SISTEMA DE AIREACION

- 48 ductos de sección circular con tramos perforados y tramos sin perforaciones. (A, B y C, Fig. N° 13)

El sistema está diseñado para que cada motoventilador inyecte aire a dos silos de manera simultánea; es importante señalar que las células de almacenamiento intermedias (o intersilos) carecen de la instalación de ductos y de motoventiladores del sistema de aireación.

Cada célula de almacenamiento cuenta con tres ductos de aireación, dos ductos son utilizados para la inyección de aire y el otro para el escape del mismo. Cada ducto se compone de tramos de tubo perforado y tramos de tubo no perforado (ciego). Los ductos para la inyección de aire se conforman de uno largo y uno corto (A y B, Fig. N° 14); el ducto largo llega hasta el cono de la parte inferior del silo, en donde se continúa 2.45 metros sobre la pared inclinada y la lámina en este tramo presenta perforaciones. Este ducto largo comienza a tener tramos de tubo perforado después de 14.9 metros en su longitud y en dirección descendente. El ducto corto solo alcanza a llegar a una profundidad de 17.0 metros del silo y a partir de los 6.7 metros de su inicio presenta lámina perforada.

El ducto de escape de aire llega hasta el borde inferior del cilindro del silo (C, Fig. N° 14) y presenta lámina perforada en toda su longitud.

Los dos ductos de inyección de aire del tipo largo y el tipo corto, inician con un diámetro de 21 y 16 pulgadas respectivamente, y su diámetro se vá reduciendo paulatinamente hasta alcanzar a medir 4 pulgadas en su extremo inferior.

Los ductos se encuentran sostenidos a la pared mediante una estructura de perfiles tubulares, que se fija a la pared de los silos mediante anclajes de tornillos distribuidos a distancias de 3 metros.

Todos los ductos instalados en el interior de los silos son de lámina calibre N° 16. Los ductos que integran al sistema de aireación y que conectan con los motoventiladores son de lámina de calibre 12 y están instalados dentro de la linternilla. Todos los orificios de las láminas perforadas tienen un diámetro de 3 milímetros y la distancia entre sus centros son de 5 milímetros.

6.5.2. EQUIPO PARA EL SECADO DE GRANOS.

La Unidad no cuenta con equipo para el secado de granos por considerarse innecesaria, al encontrarse ubicada en una región de clima relativamente frío y seco y por no estar programada para recibir granos húmedos provenientes de otras regiones.

Cuando se presentan partidas que contienen altos contenidos de humedad, se opta por aplicar otras alternativas que ofrezcan la reducción de humedades como lo es el almacenamiento a la intemperie de graneles o de producto envasado.

Otra alternativa para el manejo de granos húmedos es la de embarcar inmediatamente el grano a otro destino, con el objetivo de no introducirlo a algún silo de la Unidad.

6.5.3. EQUIPO PARA LA LIMPIEZA DE GRANOS.

Al igual que en cuanto al equipo de secado, la Unidad no cuenta con equipo para la limpieza del grano, por lo que posterior al pesaje de recepción, las partidas son introducidas indistintamente a las células de almacenamiento no obstante los resultados del análisis físico del producto.

Aunque existe una normatividad, por parte de la Empresa, que prohíbe la introducción de grano con contenidos de impurezas que rebasen el 6%, existen situaciones que la regla no contempla, provocando algunas veces que se presenten complicaciones tanto en el momento como después de la recepción del grano. Una de las complicaciones más comunes es la dificultad operativa que se presenta para desviar y descargar las partidas en que se detectan altos contenidos de impurezas, cuando la Unidad se encuentra en plena recepción. Una segunda situación es la proporción tan grande de partidas que se reciben con porcentajes de impurezas que rebasan el límite para la entrada de grano a los silos. Otra situación es de no considerar, que aunque se determine un límite en el porcentaje de impurezas, es muy probable que éstas se acumulen en algunos puntos de las células, provocando problemas de calentamiento al no permitir la libre circulación del aire a través de los graneles.

6.5.4. EQUIPO PARA EL TRATAMIENTO DE GRANOS.

El único tratamiento que se realiza al grano en la batería de silos es la fumigación.

Para realizar las fumigaciones solo se utilizan los sistemas de movilización de grano en sus secuencias de llenado o recirculación de células.

No se cuenta con dosificadores automáticos de tabletas de fosforo de aluminio como fumigante, por lo que en forma manual son depositadas a razón de 3 tabletas por tonelada sobre las bandas transportadoras en la linternilla. Es conveniente hacer notar que la relación de dosificación del fumigante que se menciona, tiene como antecedente estudios de investigación

que determinaron dosis y efectividad de control. Tampoco se cuenta con aspersoras de insecticidas adaptadas en los flujos de grano para el tratamiento directo con insecticidas.

6.6. SISTEMAS DE TERMOMETRIA Y MEDICION DE NIVELES DE VACIO.

Por la dificultad que ofrecen las características de un silo vertical al estar completamente cerrado, es de gran ayuda contar con sistemas que definan tanto el espacio que se encuentra disponible para ser llenado en cada célula, como el comportamiento de la temperatura del grano almacenado.

La Unidad cuenta con un sistema de termometría instalado, por el cual se puede medir la temperatura del grano en cada silo o intersilo; también cuenta la batería con un sistema de medición de los niveles de vacío en los silos.

6.6.1. SISTEMA DE TERMOMETRIA.

El sistema se compone de dos partes, una integrada por una serie de cables donde se ubican los sensores de temperatura o termopares y otra que es una consola de lectura donde se pueden observar las temperaturas ya traducidas a números.

Los cables que contienen los termopares se encuentran distribuidos en cada una de las células de almacenamiento. Cada silo cuenta con 3 cables de termopares, mismos que están separados de la pared por una distancia de 1 metro. Los intersilos solo presentan un cable ubicado al centro. (Fig. N° 15)

Los cables se anclan al fondo del silo (paredes del cono) y se encuentran sostenidos a la tapa superior del mismo (piso de la linternilla).

Los termopares se distribuyen a una distancia de dos metros a lo largo de cada cable, se cuenta con un total de 16 termopares por cable y se establece desde la parte superior del silo el inicio de la numeración que los designa.

El conjunto de cables se agrupa en 3 secciones designadas con las letras A, B y C. La distribución de cables por sección y silo es como se indica en el cuadro 3.

CUADRO 3.

DISTRIBUCION DE CABLES DE TERMOPARES EN CELULAS DE ALMACENAMIENTO.

SECCION	Nº SILO	Nº CABLE.	Nº INTERSILO	Nº DE CABLE
A	1	1, 2 y 3.	1	4.
	2	5, 6 y 7.	2	8.
	3	9, 10 y 11.	3	12.
	4	13, 14 y 15.		
	8	16, 17 y 18.		
	7	19, 20 y 21.		
	B	9	1, 2 y 3.	4
10		5, 6 y 7.	5	8.
11		9, 10 y 11.	6	12.
12		13, 14 y 15.		
5		16, 17 y 18.		
6		19, 20 y 21.		
C	13	1, 2 y 3.	7	4
	14	5, 6 y 7.	8	8
	15	9, 10 y 11.	9	12
	16	13, 14 y 15.		

Las secciones A y B cuentan con 21 cables cada una, la sección C solo tiene 15. Todos los cables presentan 16 termopares a excepción del cable 14 de la sección C que tiene 15 termopares.

La consola de lectura se encuentra ubicada dentro de una caseta ubicada en el séptimo nivel de la torre de elevadores.

Mediante una perilla de la consola se elige la sección de cables, a través de un botón se selecciona el número del cable y con una segunda perilla se ubica el nivel del termopar donde se desea conocer la lectura. (Fig. N° 16)

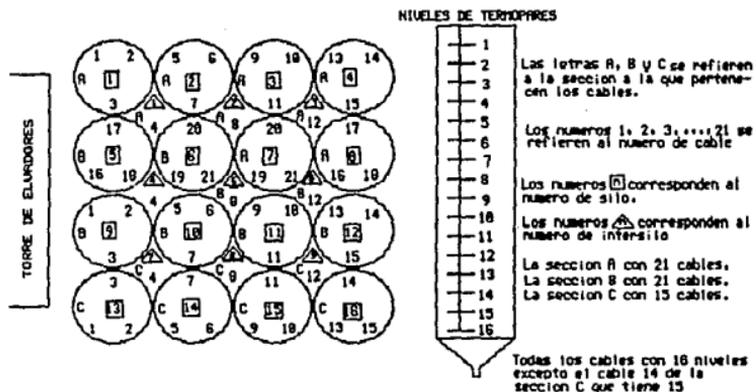


FIGURA 15
UBICACION DE TERMOPARES EN CELULAS DE ALMACENAMIENTO

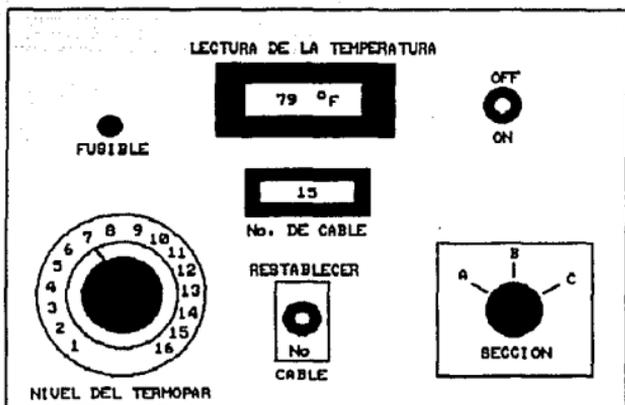


FIGURA 16
 CONSOLA DE LECTURA DE TEMPERATURAS

La temperatura en forma digital se observa en una pantalla de cristales líquidos y es presentada en escala de grados fahrenheit.

6.6.2. SISTEMAS DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.

Las células de almacenamiento están construidas de tal manera que resultan recintos cerrados que no permiten derrames de grano.

Debido a que no existen mirillas para tal efecto, resulta difícil poder apreciar visualmente el momento en que las células de almacenamiento se encuentran próximas a llenarse con grano. Aún cuando pudiera mirarse hacia el interior de las células, resultaría imposible distinguir la altura que va adquiriendo el granel, ya que el propio grano desprende tal cantidad de polvo que la visibilidad resulta nula.

Para medir la distancia que hay entre su tapa superior y la superficie del grano depositado dentro de las células de almacenamiento, cada una de éstas cuenta con un dispositivo que permite con facilidad determinar la profundidad del espacio vacío. Estos dispositivos se conocen con el nombre de "electroneveles", que se controlan mediante una consola ubicada en la caseta del séptimo nivel, en la torre de elevadores. (Fig. N° 17)

Su principio de funcionamiento se basa en una plomada sostenida con una cuerda que mediante circuitos electrónicos, al ser soltada al vacío, por gravedad cae hasta tocar la superficie del grano. En este momento la plomada retorna de manera inmediata a su origen; el dispositivo muestra en una pantalla digital la distancia que recorrió.

Los intersilos no cuentan con éste tipo de dispositivos por lo que su medición se realiza mediante una plomada manejada de manera manual. La plomada tiene atada una cuerda que ya tiene marcas cada metro de longitud y son introducidas a través del orificio donde debería estar el electronevel.

6.7. SISTEMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

La fuerte inversión económica que se realiza al establecer una planta industrial o cualquier otra edificación, requiere que todas sus partes se alejen del peligro latente de incendio ó explosión.

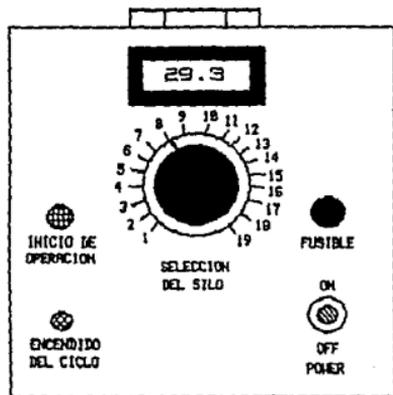


FIGURA 17
CONSOLA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO

Por una parte el valor que representan los productos manejados, por otra el valor de la misma instalación y por otra la vida de las personas que laboran dentro de las instalaciones, hacen que toda la planta sea valiosa.

En el caso de una unidad almacenadora los riesgos por explosión o incendio son muy grandes, debido a que los productos almacenados ahí muchas veces tienen la característica de ser inflamables o altamente explosivos como lo es el tamo.

Cabe hacer mención que el tamo en sí no es explosivo, pero sí lo puede ser cuando queda suspendido en el aire de determinada humedad relativa, en una concentración muy alta y en presencia de altas temperaturas, chispas o flamas. Los sistemas de seguridad con que cuenta la Unidad pueden clasificarse como:

- Sistema de extracción de tamo y polvo.
- Sistema contra incendio y explosión.
- Sistema de iluminación.

6.7.1. SISTEMA DE EXTRACCION DE TAMOS Y POLVO.

Como se ha mencionado la mezcla de aire y tamo puede ser altamente explosiva y ésta situación se presenta de manera cotidiana en una planta granelera.

La batería de silos maneja el grano a una gran velocidad, haciéndolo pasar por varias caídas en todo su recorrido; en cada una de ellas el grano desprende parte de sus impurezas, mismas que van quedando suspendidas en el aire. Todos los lugares donde se ubican las bandas transportadoras, son recintos muy limitados en espacio, por lo que permiten que se llegue a alcanzar concentraciones muy peligrosas. Por esta razón, la batería de silos cuenta con un sistema de unidades extractoras de tamo y polvo.

Existen en total 9 unidades de extracción de tamo y polvo, una de ellas se encuentra en la azotea de la torre de silos y las restantes abajo, junto a la misma torre. (Fig. N° 1)

En un costado de la torre de elevadores se ubican 4 unidades que extraen el tamo que se genera en las bandas transportadoras de los sótanos de silos, del sótano de la torre y del sótano de las tolvas de descarga de camiones. Las otras 4 se ubican en otro lado de la torre, utilizando 2 para extraer el polvo de la zona de descarga de furgones de ferrocarril y el sótano de las mismas; las 2 restantes no tienen uso actualmente.

Cada unidad extractora de tamo consta de las siguientes partes:

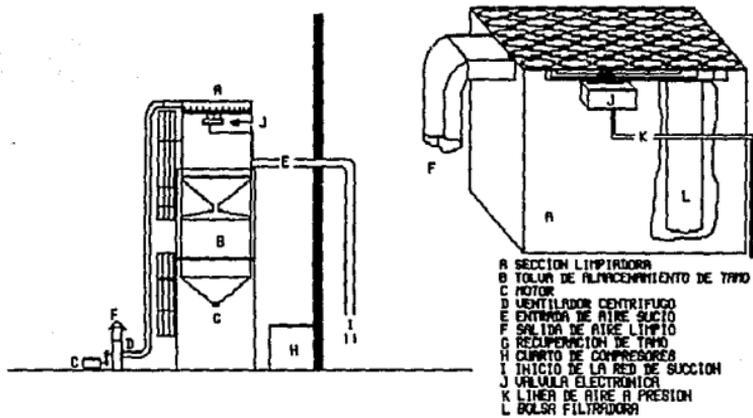


FIGURA 18
 UNIDAD DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE POLVO Y TAMO

6.7.2. SISTEMAS CONTRA INCENDIO Y EXPLOSION.

La unidad de silos cuenta con 39 extinguidores de polvo, distribuidos en todas las áreas; principalmente se ubican en todos los sótanos y en la linternilla de los silos.

6.7.3. SISTEMAS DE ILUMINACION.

Por la dimensión de las estructuras de la batería de silos, es necesario la iluminación artificial aún en horas del día. Se encuentran lámparas en el área de la linternilla, en los niveles séptimo, primero y en los sótanos de la torre de elevadores, en los sótanos de silos, en las zonas de descarga ferrocarrilera y camionera, así como también en todas las áreas de las obras complementarias.

Las lámparas están compuestas de un foco de 140 Watts por 100 voltios, una cubierta de vidrio y una rejilla de metal para protección. La cubierta de vidrio tiene la característica de ser resistente a las explosiones, chispas o golpes ligeramente fuertes; lo anterior con el fin de prevenir que salgan chispas o llamas del interior de las lámparas en caso de corto circuito.

A).- Un ventilador centrífugo con un motor de 50 H.P.

B).- Una sección de limpieza de aire con 180 bolsas tubulares de tela (fieltro) y 1 válvula electrónica de inyección de aire.

C).- Una red de succión de tamo conformada por tubería de distintos diámetros, que va desde la sección limpiadora hasta las bandas transportadoras y caídas de grano.

D).- Una tolva de almacenamiento de tamo (a excepción de la unidad ubicada en la azotea de la torre, la cual descarga el tamo en una de las tolvas del lado poniente, a través de un tubo de 4 pulgadas de diámetro).

E).- Existen tres compresores con un motor de 50 HP cada uno, los cuales proporcionan el aire a presión a las 9 unidades. (Fig. N° 18)

Cada ventilador se conecta a la sección de limpieza del aire mediante un tubo de 20 pulgadas de diámetro, así mismo, de ésta sale un tubo que más adelante, mediante varias bifurcaciones, forman la red de succión de tamo. Esta red llega a tener un diámetro de 14 pulgadas en sus terminaciones.

El ventilador centrífugo realiza un trabajo de succión, forzando el aire para que pase por la parte interna de las bolsas de tela de la sección limpiadora. Esto hace que el aire con tamo que se encuentre alrededor de las bolsas, se introduzca, quedando retenido el polvo sobre la tela y dejando pasar aire limpio. Un chorro de aire comprimido, que proviene de las válvulas inyectoras, sacude al polvo de las bolsas ocasionando su caída y depositándolo en el fondo de la tolva. El aire a presión es proporcionado por los tres compresores mencionados en el inciso (E) anterior.

El vacío que se provoca en toda la red de tubería hace que el aire y tamo se introduzcan por las campanas de extracción de polvo de las bandas transportadoras.

Las redes de succión de cada unidad extractora de tamo se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

a).- La unidad de la azotea cubre con una sola red la zona de la linternilla.

b).- Una de las cuatro unidades del lado de la descarga de furgones, cubre la succión de tamo generado en esta zona de descarga, la otra succiona debajo de las tolvas y parte de la zona de las bandas N° 10 Y N° 11. Las otras dos unidades extractoras no están en uso actualmente.

c).- Dos de las unidades de uno de los lados de la torre, succionan en la parte izquierda de los sótanos de los silos y en la parte izquierda de la torre de elevadores.

d).- Las dos unidades restantes del otro lado de la torre, succionan en el lado derecho de los sótanos de los silos y en el área restante de los sótanos de la torre de elevadores.

7. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y OPERACIONES EN EL MANEJO DEL GRANO.

En la primera parte del presente trabajo se describieron los elementos que integran una unidad de silos verticales. En los capítulos siguientes se describirán las distintas operaciones que se realizan para recibir, almacenar, conservar y entregar el grano con la calidad que originalmente se recibió.

Con este propósito se han reconocido 7 distintas operaciones básicas que a su vez comprenden diversas actividades. Estas operaciones básicas para el funcionamiento de la Unidad de Silos verticales de Apizaco, Tlax., son las siguientes:

7.1. PLANIFICACION.

Para conseguir el correcto y armónico funcionamiento de la unidad de silos, se planifican aspectos del manejo del producto, de disponibilidad de materiales, de mantenimiento de maquinaria y equipos, de la existencia de espacios para el almacenamiento (cupos), y de capacitación del personal que interviene en las operaciones.

7.1.1 PLANIFICACION DEL MANEJO DEL PRODUCTO.

Es importante mencionar que con propósitos de planificar las operaciones la Unidad descrita es sujeta de una programación mensual por parte de la Administración Regional, ya que ésta frente a sus clientes, determinan y establecen los siguientes aspectos :

- a).- Los volúmenes y las clases de grano a recibirse.
- b).- Las condiciones de la recepción del producto, como son las normas de calidad que debe de presentar el grano.
- c).- La forma de presentación del producto que puede ser al granel o encostalado.
- d).- El tiempo que el producto va a ser almacenado dentro de la Unidad.

e).- El tipo de unidades de transporte de granos y el ritmo a que van a ser recibidas éstas.

f).- La cantidad total de producto a recepcionar.

Con la información anterior el encargado de la coordinación de la Unidad puede establecer una planificación de las actividades necesarias para que el o los productos programados puedan recibirse con la menor cantidad de problemas.

Se planifican todas las actividades que se van a realizar durante la recepción del producto y se definen las células de almacenamiento donde será colocado el grano.

7.1.2. PLANIFICACION DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIALES.

Con objeto de estar en óptimas condiciones para recibir los granos programados para almacenarse en la Unidad, se prevee con anterioridad la disponibilidad de materiales que van a ser utilizados.

Los materiales e insumos requeridos en la operación de la Unidad son previstos en las cantidades adecuadas para no sufrir carencias en momentos inesperados, y así evitar que se comprometa la realización de cualquier trabajo. Dentro de los materiales que se programa su disponibilidad destacan los siguientes:

A).- Las refacciones que son necesarias para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.

B).- Los equipos necesarios para aplicación de productos químicos.

C).- Los productos químicos para el control de plagas en las cantidades adecuadas de acuerdo al volumen programado a recibir.

D).- El equipo de oficina y la papelería para realizar las actividades administrativas necesarias.

E).- Los artículos necesarios como mecabilo y herramientas para el taller de mantenimiento.

7.1.3. PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS.

Debido a la naturaleza del funcionamiento de la unidad de silos que opera con un sistema continuo durante todo el año, se ha planificado que exista un programa preventivo y uno de tipo correctivo para garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas y equipos que trabajan en distintas actividades para el manejo de los productos.

A).- Mantenimiento preventivo.

Los equipos y máquinas a emplearse, son sometidos antes de recibir el producto, a los trabajos de mantenimiento preventivo para no correr el riesgo de tropezar con una falla de graves consecuencias durante la operación que pueda detener la recepción del grano. Como actividades de mantenimiento preventivo que se realizan antes de la recepción del producto, se ha identificado a las siguientes:

I.- Verificación de la correcta condición de funcionamiento de todos los equipos y sistemas a utilizar en la operación de recepción del producto.

a).- El funcionamiento correcto de las básculas camioneras y de ferrocarril, para registrar el peso de las unidades de transporte de granos.

b).- El funcionamiento óptimo de los sistemas de volteo de camiones.

c).- Verificación en los elevadores de grano a fin de que cuenten con la cantidad precisa de cangilones.

d).- Verificación en las bandas transportadoras a fin de que sus cojinetes se encuentren debidamente lubricados y no emitan ruidos extraños que son indicativos de fallas.

e).- Verificar que en las palas de arrastre electromecánicas los tramos de cable se encuentren en perfectas condiciones, así como que sus motorreductores no presenten engranes en mal estado.

f).- Verificar en los compresores de aire el nivel de aceite, así como comprobar si el mismo requiere ser sustituido.

g).- Verificar que las contrapuertas de los desviadores tubulares de grano asienten sus bordes en forma correcta.

h).- Observar que las contrapuertas neumáticas de las tolvas de carga de camiones, se deslicen con facilidad.

II.- Realización de los trabajos de mantenimiento a todos los sistemas y equipos que así lo requieren.

Algunos de ellos son los siguientes:

a).- El engrasado de todos los cojinetes los de motores eléctricos, elevadores de cangilones, bandas transportadoras y ventiladores.

b).- Cambio de aceite lubricante a los motorreductores y compresores de aire.

c).- Sustitución de los cangilones que se encuentren en mal estado en los elevadores de grano, colocando los que hagan falta y ajustando todos los demás.

d).- Limpieza de los recipientes de los purificadores del aire, mismo que se utiliza para el accionamiento de las contrapuertas de las tolvas de carga de camiones.

e).- Cambio de los fusibles que fueron dañados en el transcurso de las anteriores actividades.

f).- Limpieza de las bolsas filtradoras de las unidades de extracción de tamo y polvos, desalojando el polvo que se almacena en sus tolvas.

B).- Verificación periódica y mantenimiento correctivo.

Debido a que los equipos y la maquinaria de los sistemas con que opera la Unidad están en un constante uso y son compuestos por piezas con una vida útil determinada, es necesario que en forma periódica sean revisados en sus partes para substituir oportunamente los componentes que así lo requieren.

I.- Revisión periódica durante la operación.

Un elemento de revisión se realiza en los trabajos periódicos de mantenimiento, que son los de mayor importancia para la Unidad, ya que se reemplazan las piezas que a simple vista o por especificaciones técnicas del fabricante, no pueden seguir en operación. Solamente son engrasadas, aceitadas o ajustadas, las partes que así lo permiten y que lo requieren.

Existen empero, situaciones en los equipos utilizados, que necesariamente requieren una revisión periódica en el transcurso de la operación. Esto se realiza como medida preventiva a problemas de mayor envergadura, que pueden trastornar y quizás parar totalmente la operación de la unidad de silos.

Normalmente los operarios del sistema son personal que se encarga de la revisión de los equipos utilizados. Las partes que se revisan son las que presentan rodamientos, posibles fricciones, ajustes momentáneos, desprendimiento de partes, mecanismos de flujo de grano, mecanismos para succión de aire o elementos que requieren presión de aire o de aceite.

Algunos aspectos que se verifican son los siguientes:

a).- Detección de calentamientos en los motores de cada uno de los equipos utilizados para prevenir daños mayores en sus componentes.

b).- Tensión correcta de las bandas que conectan la fuerza motriz de los motores con los reductores de velocidad, para evitar patinamientos y desgaste prematuro de las bandas.

c).- Presencia de calentamientos en los extremos de los elevadores de cangilones provocados por rozamientos de la banda de cangilones con las paredes del ducto que los contiene. Lo anterior para denotar desajustes en la tensión de la banda.

d).- Desajustes de la altura correcta en los dos sellos de hule colocados en cada caída de grano en las bandas. Esto permite evitar la caída de grano al suelo.

e).- Flujo correcto en los extractores de aire en cada uno de las boquillas recolectoras de tamo para prevenir que se acumule tamo en el ambiente.

f).- Libre flujo en cada uno de los desviadores de grano que se utilizan, para prevenir taponamientos y sobrecarga en las bandas y en los elevadores de cangilones utilizados.

g).- Abertura correcta de las contrapuertas inferiores de las células de almacenamiento que permiten el paso del grano hacia las bandas transportadoras N° 18, 19, 20 y 21, a fin de prevenir la sobrecarga en esos equipos.

h).- Libre flujo en el tubo de caída de grano que conecta el elevador externo con las tolvas de carga de camiones. Esto permite determinar si existe algún cangilón desprendido u otro objeto que pueda impedir el paso del grano.

i).- Presión en los tanques de aire de reserva de los compresores. El aire a presión contenido en los tanques de reserva sirve para sacudir el polvo de las bolsas filtradoras en las unidades extractoras de tamo. El aire comprimido que contienen estos tanques es empleado también para accionar las compuertas de las tolvas de carga de camiones y en las de descarga de furgones.

La periodicidad con que se realiza la verificación depende del equipo utilizado, aunque casi todos son inspeccionados cada 15 a 20 minutos, lapso en el que se ha calculado poder detener el funcionamiento de los equipos y remediar el desperfecto antes de que pase a ser un problema de mayor importancia.

II.- Mantenimiento correctivo.

Las actividades de mantenimiento correctivo son aquellas que se encaminan a rectificar todas las fallas, rupturas o daños que se presentan en los equipos y maquinaria. Las razones por las cuales se presentan este tipo de problemas son el descuido en la vigilancia de la operación, omisión de los procedimientos correctos de trabajo y mal uso de los mismos equipos y maquinaria. También son originados por causas relacionadas al diseño o

construcción de los equipos y maquinaria. Algunos de los trabajos de mantenimiento que se han observado son los siguientes:

a).- Aplicación de soldadura en los rodillos de algunas bandas transportadoras por presentar ruptura en las bases del cilindro.

b).- Colocación de tramos de lámina en algunos ductos de conducción de grano, debido a la acción abrasiva que tiene el grano al rozar en los ductos.

c).- Reparación de los ductos de aireación internos de los silos cuando han presentado algún desperfecto o al desprenderse de los anclajes de las paredes.

d).- Reparación de las canastillas de los volcadores de camiones debido a los daños causados por éstos vehículos.

7.1.4. PLANIFICACION DE CUPOS, EXISTENCIAS DE ESPACIOS PARA EL ALMACENAMIENTO.

Esta actividad se encuentra relacionada de manera muy estrecha con la de planificación del manejo del producto. De ésta obtiene la Administración Regional de la empresa los datos necesarios para ofertar el servicio de almacenamiento. El encargado de coordinar las actividades dentro de la Unidad, en forma conjunta con los almacenistas, planean los movimientos internos de las diferentes partidas de grano a fin de establecer un acomodo que permita aprovechar al máximo los espacios disponibles dentro de la Unidad de silos. Cuando es posible mezclar las partidas, por que se trata del mismo tipo de granos y pertenecen al mismo cliente, se llenan las células de almacenamiento; o si el volumen de la partida es pequeña y ocupa un silo puede cambiarse a un intersilo. También los movimientos de embarques de salida del grano de la Unidad, pueden ser aprovechados para desalojar las células de almacenamiento que convengan a éste fin. Es importante mencionar que todos los movimientos se realizar en coordinación y con el conocimiento de la Administración Regional. Aunque es una actividad que puede considerarse como sencilla, la habilidad y experiencia del coordinador de la Unidad así como la de los almacenistas, repercute en gran medida para poder llegar a un resultado satisfactorio.

La verificación de las existencias en las células de almacenamiento es el punto de partida para realizar la programación de movimientos y definir el espacio vacío que puede ser ocupado con producto de nuevo ingreso.

7.1.5. PLANIFICACION DE CAPACITACION DE PERSONAL.

Un aspecto muy importante, que no debe ser menospreciado en ningún momento, es el determinar con detalle el nivel de capacidad técnica con que cuenta el personal que va a intervenir directamente en los trabajos de recepción y entrega del producto para que en caso necesario se subsanen deficiencias de este orden a través de programas de capacitación y adiestramiento. El grado de profundidad de los cursos que se impartan, ira en relación directa a las necesidades de capacitación, y estará acorde con los programa de operación de la Unidad.

7.2. PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA INSTALACION.

El acondicionamiento de la instalación es el conjunto de actividades de carácter preventivo, que ayudan a que el grano de nuevo ingreso no presente problemas originados por los residuos que quedan dentro de las células de almacenamiento, después de retirar el grano anteriormente almacenado. Dentro de estas actividades de preparación y acondicionamiento se encuentran la limpieza de las instalaciones y el tratamiento de las paredes interiores de las células de almacenamiento con algún insecticida de residualidad moderada.

7.2.1. LIMPIEZA DE LAS CELULAS DE ALMACENAMIENTO.

La limpieza escrupulosa de las instalaciones antes de colocar grano dentro de éstas, es un aspecto muy importante ya que permite que transcurra el almacenamiento sin que se presenten problemas causados por plagas o contaminaciones con otros tipos de granos y basura, sin olvidar la grata impresión que los recintos causan por la limpieza y el orden que presentan.

La limpieza se realiza cuando las células de almacenamiento se encuentran vacías. Generalmente se introduce personal por el acceso de entrada intermedia ("entrada hombre"), para barrer los residuos de grano y polvo hacia la compuerta inferior del cono de descarga. Mediante una espátula se desprenden los residuos de grano adheridos a la pared y que oponen mayor resistencia y que presentan el aspecto de placas.

Las causas por las que algunas porciones de grano se quedan pegadas a las paredes, son debidas a la compactación realizada por el peso del grano, o también puede deberse a los procesos de descomposición que sufre el producto durante su almacenamiento.

La limpieza de las células de almacenamiento pudiera parecer una labor sencilla consistente solo en barrer, pero en realidad no es así, ya que para poder desprender la totalidad de las placas de grano, es necesario ir desplazándose por el interior de la célula. Esta labor es posible realizarla hasta una altura no mayor de 2 metros arriba de la entrada hombre, por lo que el resto del interior de la célula no es aseada en su totalidad, limpiándose solamente el

cono de descarga de la base de la célula. Debido a la dificultad que presenta escalar la pared de las células de almacenamiento por su pronunciada altura que es de 32 metros, es común que sobre las paredes interiores de los silos e intersilos permanezcan placas de producto dañado que no puede ser retirado y que representa riesgos para el almacenamiento del producto nuevo.

7.2.2. CORDONES SANITARIOS.

El cordón sanitario es la aplicación de algún insecticida residual con la finalidad de controlar o erradicar la existencia de insectos. Se aplica mediante la aspersión o la nebulización de concentrados emulsionables. Se aplica tanto a las paredes interiores o exteriores de las instalaciones, como a las paredes de las estibas de granos envasados.

En la unidad de almacenamiento descrita se usan dos términos para referirse a la aplicación de cordones sanitarios:

A).- Cordón sanitario es el uso de insecticidas del tipo de residualidad moderada (organofosforados u otros), en aplicaciones directas a la superficie de ganeles o estibas.

B).- El término "acondicionamiento de local" se refiere, al uso de insecticidas residuales (organoclorados), que se aplican solamente a superficies inertes como son paredes, pisos o techos.

Dentro de los insecticidas empleados para cordones sanitarios, es frecuente encontrar al Malathión. Son manejadas las presentaciones en concentrado emulsionable 50-E y 1000-E. Se aplica mediante dilución en agua a razón de 2 gramos de ingrediente activo por metro cuadrado de superficie tratada. Se utiliza una motoaspersora, calibrada con anterioridad, para efectuar la impregnación correcta del insecticida a las superficies. El malathión se aplica también directamente en las superficies de ganeles. La técnica de impregnación mediante la incorporación de insecticida en el grano, aunque en otros lugares es frecuente, en la unidad de silos estudiada no se realiza.

También es de uso frecuente el insecticida Actellic, en presentación de concentrado emulsionable 50-E. Su aplicación se realiza también mediante aspersiones o nebulizaciones.

Las nebulizaciones se realizan mediante una máquina nebulizadora del tipo de accionamiento por combustión incompleta. El insecticida se diluye en diesel en proporción de 1:1 y se aplica a razón de 0.2 mililitros de insecticida por cada metro cúbico de espacio vacío. Esta máquina pulveriza el insecticida en diminutas gotas, a la vez que lo mezcla con el humo proveniente de la combustión incompleta del diesel, con lo que el insecticida flota en el aire y se deposita después uniformemente sobre las superficies.

El método de aplicación de Actellic por nebulización es muy conveniente, las pequeñas gotas de insecticida al estar suspendidas en el aire, pueden introducirse en las grietas más pequeñas y logran viajar a los lugares, que por el método de aspersión serían inaccesibles.

La máquina nebulizadora, ya en funcionamiento, es introducida por la puerta de entrada hombre y es elevada mediante una cuerda que pasa a través de la entrada superior del silo. De esta forma se pretende que el insecticida se distribuya en todo el espacio de la célula de almacenamiento.

Aunque este insecticida no es de alta residualidad y pudiera considerarse que no es propio para la aplicación en paredes de concreto, la facilidad de su aplicación mediante la nebulización resulta de gran ayuda para la desinfección en este tipo de instalaciones.

Otro insecticida de uso frecuente en la aplicación de cordones sanitarios es el Lindano al 20-E, que por su característica de alta residualidad es considerado como apto para ser aplicado en superficies inertes como lo son las paredes de concreto, paredes de ladrillo, pisos, etc.

La dosis de aplicación recomendada es a razón de 6 mililitros de insecticida por cada metro cuadrado de superficie a impregnar. Se diluye en agua y se aplica utilizando una motoaspersora. Normalmente el Lindano se asperja en las paredes de la linternilla, sótanos de la torre de elevadores y en los sótanos de las células de almacenamiento.

Aunque el Lindano se consideraría idóneo, debido a su alta residualidad, para ser aplicado en las paredes interiores de las células de almacenamiento, la dificultad para introducir la motoaspersora y para dar la dirección al flujo del aparato en el desplazamiento a lo largo de la célula, hacen esta práctica difícil de realizar.

7.3. RECEPCION DEL PRODUCTO.

El conjunto de actividades que se realizan en el desembarque o descarga del producto, marcan el inicio del almacenamiento y manejo de granos en una unidad de silos verticales; en contraparte, las actividades realizadas para cargar o embarcar el producto para su entrega representan el final del almacenamiento del grano.

El proceso de recepción de granos implica una serie de actividades que comprenden todas las acciones que deberán realizarse para recibir el grano en una unidad de la naturaleza de la estudiada.

No solamente se trata de las actividades que se dan en el momento específico de la recepción del grano, sino que también se incluye a otras que son esenciales para una correcta operación como son:

- Registro del peso.
- Muestreo del producto.
- Análisis del producto.

Todas las acciones anteriores, en conjunto con la específica del momento de recibir el producto, van encaminadas a que el manejo y operación del mismo tenga un desarrollo armónico y eficaz.

7.3.1. REGISTRO DEL PESO DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE GRANOS.

La verificación del peso así como de la calidad del grano que es recibido en la unidad de silos es muy importante, debido a que los dos aspectos forman parte del valor comercial del producto. Una alteración de más o de menos repercute en su valor comercial y en la imagen de honradez de la empresa.

Como norma y como parte de los servicios ofertados a sus clientes la Empresa tiene establecida la verificación del peso de todos los vehículos que entran a depositar grano a la Unidad. La recepción del grano puede ser en vehículos automotores (camiones) o en embarques por ferrocarril (furgones o carros-tolva). Normalmente todos los embarques recibidos por ferrocarril son en furgón, aunque algunas veces son recibidos mediante el uso de carro-tolvas. Las actividades que se realizan en esta actividad son las siguientes:

A).- Registro de pesos de camiones.

Las unidades de autotransporte se reportan a su llegada con los vigilantes que se encuentran en la puerta de acceso, estos últimos al revisar la documentación y registrar los datos necesarios en su libro de control de puerta, franquean la entrada y los camiones se dirigen a la báscula electrónica.

Ya posados sobre la plataforma de la báscula electrónica y después de verificar que no existan roces de cualquiera de sus ruedas con el exterior de la misma plataforma, se procede a obtener el peso en bruto del camión. Se imprime la lectura observada y ésta es verificada por

el chofer en una boleta diseñada para ese propósito. Esta boleta servirá para complementar la documentación de entrega de la mercancía.

B).- Registro de pesos de furgones.

El registro del peso de las unidades de embarque por ferrocarril requiere un mayor esfuerzo físico y una mayor habilidad para realizarla. Al dar aviso la oficina de carga de la empresa del ferrocarril que se tienen consignados furgones para la Unidad, se solicita sean ubicados conforme al ritmo de descarga de la batería de silos. Algunas veces la cantidad de furgones que se sitúan en la estación del ferrocarril obligan a ésta empresa a enviar todos los furgones que se encuentran en las vías de sus patios, provocando que se bloqueen las de la unidad estudiada. La Unidad cuenta con un tractor de arrastre ferroviario propio con capacidad para 1,000 toneladas en terreno plano, y que se utiliza para obtener el registro del peso y ubicar los furgones en el lugar donde serán descargados.

También se puede solicitar la renta de la locomotora de la empresa transportista (Ferrocarriles Nacionales de México) con el mismo fin, si es que el tractor de arrastre propio de la Unidad no se encuentra en posibilidad de funcionar por alguna razón.

Los furgones o carros-tolva se colocan sobre la plataforma de la báscula para estos vehículos, cuidando al igual que con los camiones, que todas las ruedas queden dentro de la plataforma. Como la báscula es de accionamiento físico, se debe tener cuidado de nivelar la vara de la báscula antes de introducir las unidades dentro de la plataforma. Se deja libre al furgón que se va a pesar desenganchándolo de los furgones que vengan en los extremos y se procede a registrar el peso. El peso en bruto se registra en una boleta ya diseñada para tal fin. Puede obtenerse el peso neto mediante el peso tara del furgón el cual viene impreso en los costados del mismo o también se puede destazar al furgón y obtener su peso neto.

7.3.2. MUESTREO DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE GRANOS.

El muestreo es una de las primeras acciones que se realizan en el proceso de verificación de calidad del producto que ingresa a la Unidad. La toma de muestras se lleva a cabo tanto en unidades de autotransporte como en embarques por ferrocarril.

Aún cuando existe un dato de referencia en el origen, la calidad del grano es prácticamente desconocida a la llegada de los vehículos a la Unidad, por lo que es necesario determinarla.

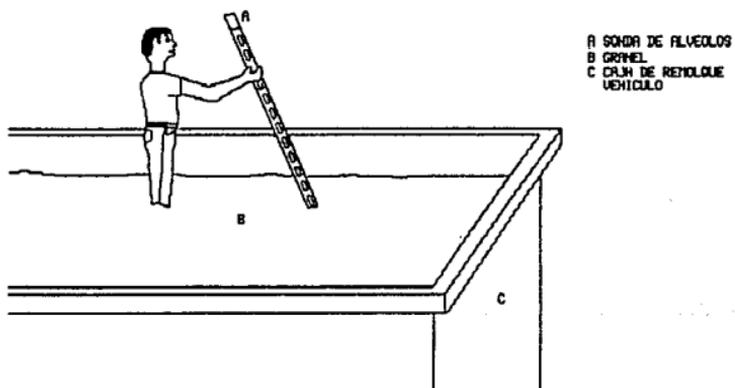


FIGURA 19
MUESTREO DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANO AL GRANEL

Aunque para cada vehículo la calidad con la que fué embarcado el producto está consignada en la documentación de origen, siempre es verificada por razones de seguridad; además el conocimiento exacto de los valores de cada uno de los conceptos de calidad, ayudarán a definir y programar las actividades futuras que requerirá el grano para su almacenamiento.

Aunque el muestreo no es en sí una técnica analítica, la manera como se realice influirá en la representatividad de una muestra frente al lote de donde se obtuvo y afectará los resultados del análisis del grano. El personal que lo realice deberá ser conciente de la importancia de su labor, requiriendo estar capacitado debidamente.

Los pasos para conocer la calidad del grano son el muestreo y posteriormente el análisis del producto.

El procedimiento de muestreo del producto que se recibe en unidades de transporte de granos es el siguiente:

A).- Muestreo de camiones.

Los camiones conforme van introduciéndose a la Unidad y enseguida de obtener su peso bruto, se estacionan frente al laboratorio formando una fila para ser muestreados.

Para realizar el muestreo de granos se usan dos tipos de utensilios; los conocidos con el nombre de caladores de mano que se utilizan para los granos envasados y las sondas de alveolos para productos a granel.

Los caladores de mano son un tipo de tubo hueco de metal con forma puntiaguda, que presenta una ventana a todo lo largo del tubo, por la cual al insertarse el calador entre la trama del saco, permite el paso del grano al interior del tubo y resbalar a todo lo largo; el grano se recupera en una bolsa (que por lo general es de plástico), colocada en la base del calador. La longitud de los caladores de mano es variada y su selección depende del uso al que se vaya a destinar; para maíz tienen una longitud de 31 a 50 centímetros y un diámetro de 3 centímetros, para trigo y sorgo son de 31 centímetros de largo y un diámetro de 2.5 centímetros. Los utilizados para arroz y otros granos pequeños, tienen una longitud de entre 22.5 y 25 centímetros con un diámetro de 2 centímetros. Para realizar el muestreo de granos envasados se obtienen pequeñas porciones de grano de todos las caras de los bultos que son visibles, aunque algunas veces por alguna duda, son removidos los bultos de las capas interiores.

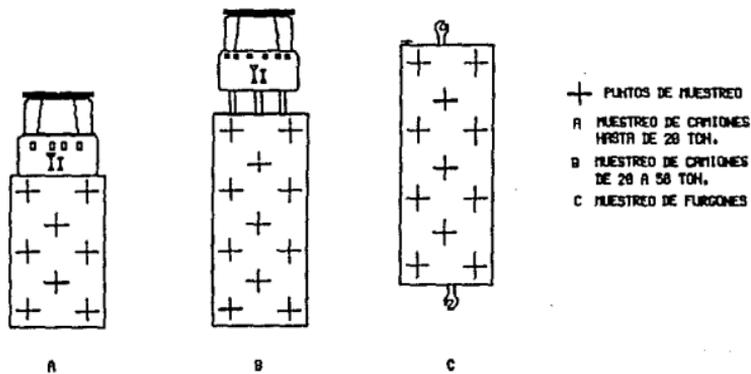


FIGURA 20
ESQUEMA DE MUESTREO DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANOS.

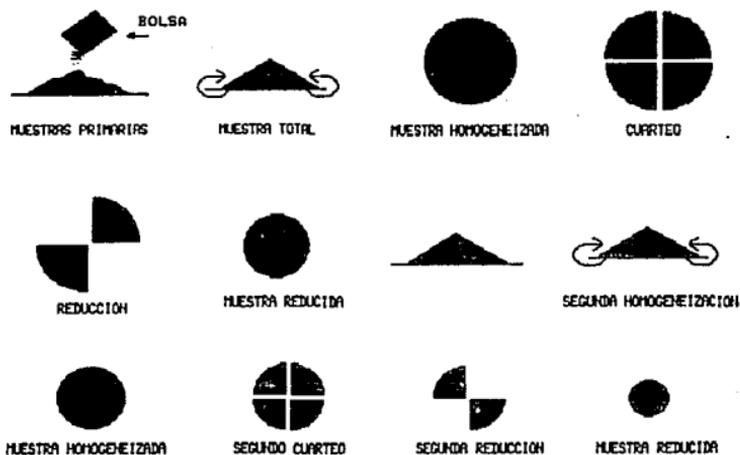


FIGURA 21
 ESQUEMA DE HOMOGENEIZACION Y REDUCCION POR CUARTEO

Las sondas de alveolos están construidas por dos tubos de metal, insertado uno dentro del otro, tienen aberturas espaciadas (alveolos) a lo largo de los mismos. Estas aberturas, por rotación de los tubos se pueden hacer coincidir las de uno con respecto al otro; lo que permite que el grano pase al interior de los tubos y al girarse nuevamente éstos, el producto quede atrapado. A lo largo del tubo interior puede haber divisiones (septos), de modo que cada abertura dé acceso a un compartimiento distinto, proporcionando así una serie de pequeñas muestras obtenidas de distintas profundidades.

En el muestreo de productos a granel se emplean distintos esquemas que dependen del tipo de vehículo, sea éste un camión, un trailer, un furgón o un carro-toiwa. Se sigue el esquema adecuado para el vehículo a muestrear el cual define los puntos de muestreo. (Figs. N° 19 y 20)

B).- Muestreo de furgones.

En el caso de los embarques por furgones de ferrocarril, éstos son muestreados posteriormente a la confrontación del peso bruto y después de la verificación de los sellos de origen, mismos que están consignados en el conocimiento de embarque que proporciona la empresa Ferrocarriles Nacionales de México. El caso de muestreo de furgones es muy especial, ya que no deben abrirse éstos para ese fin cuando se detecta una anomalía en el peso del embarque, cuando hay violaciones o falta de sellos de las puertas o cuando el estado físico del furgón presenta cualquier irregularidad. Ante cualquier deficiencia como las señaladas, se realiza una verificación en presencia de un representante de la empresa transportista. Cuando no existe ningún inconveniente, los furgones son muestreados de acuerdo con el esquema de la figura N° 20.

C).- Manejo de las muestras.

Posterior a la obtención de muestras primarias (tanto en el muestreo de granos envasados como a granel) se procede a reducirlas a un peso aproximado de 2 kilogramos que significa una muestra representativa, utilizando el método de "reducción por cuarteo". Para realizarlo el grano de las muestras primarias se deposita sobre una película de polietileno o sobre una lona limpia y seca de forma cuadrada con 2 metros por lado; se revuelve tomando una de las cuatro puntas de la lona levantándola y dirigiéndola hacia el centro de la misma, el procedimiento se repite en las cuatro esquinas de la lona hasta que se considera que ya está perfectamente mezclada la masa del grano. Se deja la masa de grano en el centro de la lona y con una regla o con la mano, se divide en cuatro partes iguales. Cada parte de la masa del grano se separa y dos de las cuatro partes, que se eligen al azar, son retiradas. Con el grano restante se repite la operación de mezclar y de cuarteo hasta que solo queda la porción de grano que se destinará para el análisis. (Fig. N° 21) Los procedimientos de muestreo y análisis que se practican, concuerdan con lo establecido por las normas técnicas de la institución.

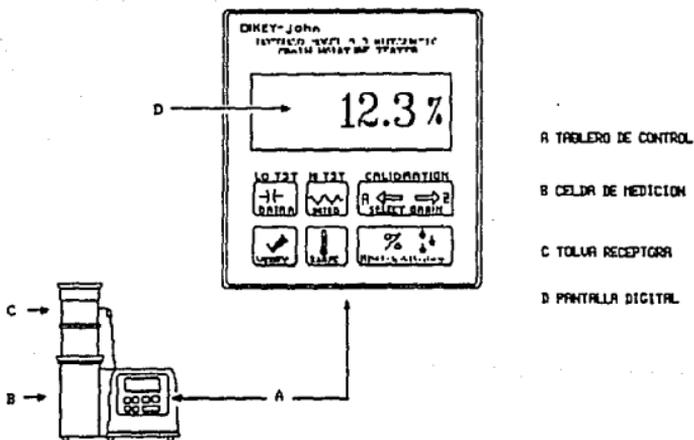


FIGURA 22
 MEDIDOR DE HUMEDAD DICKEY-JOHN (MOTOMCO MODELO 919
 AUTOMATICO)

7.3.3. ANALISIS Y EVALUACION DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.

La evaluación de la calidad se realiza a partir de la muestra ya reducida e identificada y que es conocida como muestra representativa. En el análisis de la calidad del grano, se requiere que el personal esté perfectamente capacitado y adiestrado para realizarlo, ya que los resultados que se obtengan serán determinantes en el destino y orientación de las actividades que requiera el grano para su correcta conservación.

Dependiendo del tipo de grano que se analice serán los parámetros de calidad que se deberán de obtener, aunque algunos de ellos son comunes para todos los tipos de granos. Los parámetros de calidad comunes que se determinan son los siguientes: contenido de humedad, contenido de impurezas, contenido de granos dañados y presencia de insectos de almacén o infestación.

El análisis de calidad del grano se realiza mediante una secuencia que se inicia con la mezcla y división final de la muestra representativa en un aparato mezclador tipo Boerner y del cual se obtienen dos submuestras de aproximadamente 1 kilogramo.

Posterior a la mezcla, se procede con una de las submuestras a pesar la cantidad requerida por el aparato determinador de humedad; misma que podrá ser distinta según el tipo de aparato utilizado y del producto analizado, aunque por lo general dicha cantidad es de 250 gramos.

La porción de grano pesado se coloca en la celdilla destinada para obtener la temperatura mediante el uso de un termómetro. Posterior al registro de la temperatura, la muestra de grano se deja caer a la celda de medición del determinador de humedad. El aparato envía un impulso eléctrico que es medido por un galvanómetro; la lectura registrada se transforma a porcentajes de humedad mediante unas tablas de conversión ya establecidas. La lectura de humedad obtenida se corrige por el error causado por la temperatura, si las determinaciones tienen lugar a temperatura distinta a la de referencia de la tabla de conversión de lecturas.

La Unidad de Silos de Tlaxcala cuenta con un aparato electrónico para medir la humedad en el que ya no requiere medir la temperatura ni transformar la lectura eléctrica en tablas de conversión, ya que ofrece el contenido de humedad en unidades de porcentaje directamente al colocar el grano en su celdilla. (Fig. N° 22)

Con la otra submuestra, proveniente del Boerner se obtiene una porción de exactamente 1 kilogramo que se pesa en una balanza granataria con sensibilidad de 0.1 gramos. Esta porción de 1 kilogramo se deposita sobre una criba para la determinación de impurezas; se zaranda hasta que todas las partes que pueden pasar por entre los orificios de la criba lo hagan. Las materias extrañas al grano, como hojas y tallos que no pasan a través de la criba, se separan manualmente para ser depositados en la charola de fondo de la criba. Las materias extrañas junto con las partículas de grano que se depositaron en la charola de fondo, deberán observarse con detenimiento, para notar la existencia de insectos que puedan

considerarse como plagas; los insectos presentes se cuantifican y se clasifican según el tipo de daño que causen al grano. Pesando los materiales que pasan por la criba y los que permanecen sobre ella, pero que no son el grano que se analiza, se obtiene el porcentaje de impurezas de la muestra analizada.

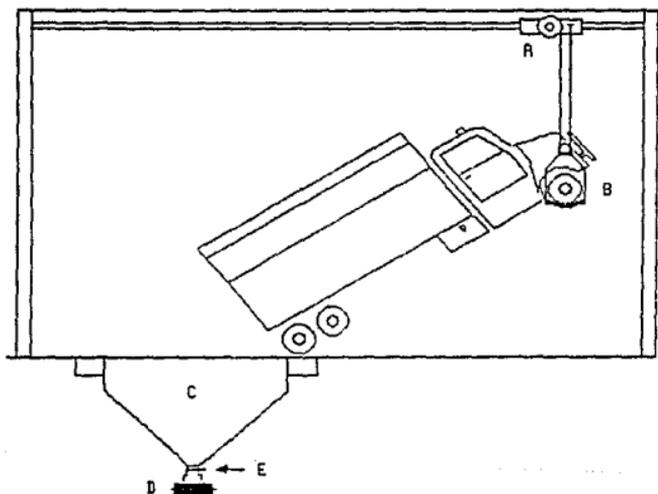
El paso siguiente en el análisis consiste en pesar una porción de grano que se utilizará para determinar el porcentaje de daños que presente el lote analizado; el peso se definirá según el tipo de grano, por ejemplo, en maíz son 100 gramos, en sorgo y trigo son 25 gramos. Los granos que presenten algún aspecto considerado como daño o defecto en el análisis, se separan manualmente y se pesan en forma individual por cada concepto; registrando su presencia en unidades de porcentaje. Los conceptos considerados como daño en los granos que se analicen son los producidos por insectos, roedores, germinación, heladas, hongos, calentamiento del grano debido a descomposiciones, manchas, deformaciones, colores extraños, etc.

Entre los parámetros de calidad que se determinan en el análisis de granos existen algunos comunes para todos y otros que son específicos para el tipo de producto de que se trate.

Con los datos de calidad se determina el destino del grano, enviándose a los silos de almacenamiento o si fuera necesario a un trabajo de acondicionamiento para posteriormente incorporarlo a la remesa de origen.

7.3.4. ELABORACION DE DOCUMENTOS.

Los inventarios de los productos que ingresan a la Unidad, así como los que salen y los que permanecen en ella, son controlados mediante los documentos que se realizan a la entrada y salida de los vehículos. Normalmente los clientes de la Empresa son los que definen a quien entregar sus productos. También en base a los inventarios, se cobran los servicios proporcionados al cliente, siendo necesario elaborar un documento a la entrada de cada uno de los vehículos de transporte de grano y un documento a la salida de los mismos. La Empresa tiene distintas formas ya diseñadas para registrar las entradas y salidas y su uso depende de la clasificación que se le asigne al cliente según sus normas internas. En los documentos se consignan los datos de calidad, el registro del peso recibido, los datos del vehículo que lo entregó, la fecha, así como también se señalan las anomalías cuando éstas se presentan. También se llevan controles de las existencias diarias de los productos almacenados. Los datos que se obtienen en el laboratorio y en las básculas son fuente de la información requerida para elaborar los documentos de control administrativo.



- A MOTOR Y REDUCTOR
- B CRANSTILLA
- C TOLVA SUBTERRANEA
- D BANDA No 9
- E CONTRAPUERTA

FIGURA 23
ZONA DE DESCARGA DE CAMIONES

7.4. DESCARGA DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANO.

Como se comentó en la primera parte del presente trabajo, la Unidad cuenta con dos sistemas para la movilización de granos: el sistema para introducir grano vía descarga de vehículo y el sistema de extracción de grano teniendo como fin cargar vehículos. Enseguida se describirá la forma de realizar la operación para la descarga de vehículos.

El paso siguiente posterior al pesaje, muestreo y análisis del grano, es el de determinar si se descargará o no el vehículo en cuestión dentro de las células de almacenamiento. La decisión depende de la calidad que presente el grano y de la posibilidad de corregir algunos inconvenientes que existan en el producto. La descarga de vehículos se subdividirá en la descarga de automotores y la descarga de embarques por ferrocarril.

7.4.1. DESCARGA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.

Una vez que se define la descarga del camión para introducir el grano que transporta a las células de almacenamiento, se ubica al camión dentro de las tolvas de descarga de camiones. Las ruedas delanteras del camión son colocada en la canastilla del sistema de descarga y en seguida el vehículo es elevado un poco para acomodarlo al ras de las rejillas de la tolva. Ahí se observa si es necesario colocar polines al filo de su defensa trasera, para que su plataforma no pegue en el suelo y así se permita elevarlo correctamente. Posteriormente es elevado y sus compuertas traseras son abiertas para que el grano caiga por gravedad dentro de la tolva. (Fig. N° 23)

El tiempo que tarda en descargarse un camión que contenga 25 toneladas, es de alrededor de 20 minutos. En estos, se incluye el vaciado de la misma tolva hacia el interior de la Unidad. El grano resbala por la tolva y cae a la banda transportadora N° 9. Esta última lo llevará hasta el elevador de cangilones para subirlo a la banda de la lintemilla y dejarlo caer enseguida en la célula de almacenamiento seleccionada para contener el producto.

Es importante cuidar que las compuertas de las tolvas sean abiertas en la proporción adecuada, lo anterior con el fin de prevenir que el grano caiga al suelo o que un exceso del mismo detenga algún equipo por rebasar su capacidad.

7.4.2. DESCARGA DE EMBARQUES POR FERROCARRIL.

En la descarga de furgones se requiere que éstos sean ubicados encima de las rejillas de las tolvas de descarga con que cuenta la Unidad para ese tipo de vehículos. Ahí el personal maniobrista afina el acomodo, lo anterior para que las palas de arrastre electromecánicas puedan entrar a operar en forma conveniente. Se abre la puerta del furgón totalmente y el grano fluye al exterior y cae. Cuando el grano deja de caer libremente se introducen las palas electromecánicas, terminando de vaciar el furgón.

Cuando los embarques por ferrocarril son carros-tolva, el personal maniobrista abre las compuertas inferiores de la tolva con ayuda de barretas. Las compuertas de los carros-tolva, tienen un sistema de cremallera que sirve para abrirlas sin grandes esfuerzos.

Un furgón con unas 70 toneladas tarda en vaciarse alrededor de una hora, un carro-tolva con 100 toneladas consume 30 minutos. En el carro-tolva no se usan las palas electromecánicas y esto reduce el tiempo de descarga.

El grano descargado de los vehículos resbala en las tolvas subterráneas de la zona de descarga de ferrocarril y cae sobre las bandas transportadoras N° 1 y 2, que lo conducen al elevador adecuado mediante las bandas N° 10 y 11. De igual manera que en la descarga de camiones, el ajuste en la abertura de las compuertas de las tolvas subterráneas, ayuda a prevenir la caída del grano de las bandas transportadoras o el atascamiento de los elevadores de cangilones.

7.5. CARGA DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO. LLENADO DE SILOS E INTERSILOS.

El grano que es depositado dentro de las tolvas de descarga de furgones y de camiones, es conducido por una trayectoria que lo lleva hasta las células de almacenamiento donde permanecerá almacenado. En esa trayectoria, como se ha mencionado en la parte descriptiva, son utilizados varios equipos del sistema de introducción de grano. Las operaciones involucradas en la carga de las células de almacenamiento son las siguientes:

7.5.1. SELECCION DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO E IDENTIFICACION DE MAQUINARIA.

Cuando se ha definido en que célula de almacenamiento será depositado el producto, es necesario verificar el funcionamiento y acomodar el equipo desviador de grano, asimismo es indispensable ajustar los sellos de las bandas transportadoras en los lugares de caída de las contrapuertas de las tolvas. Esta operación se realiza antes de iniciar la descarga de camiones o furgones.

Primeramente, los desviadores de las bandas transportadoras de la linternilla, son ubicados en el lugar correspondiente de la boquilla de la célula de almacenamiento elegida. Los desviadores de las bandas N° 15 y N° 16 de la linternilla pueden hacer descender el grano según el cuadro N° 4.

CUADRO 4.

BANDAS TRANSPORTADORAS PARA EL LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO.

Nº BANDA	Nº S I L O	Nº INTERSILO
15	2, 3, 6 Y 7	1, 2, 3, 4, 5 Y 6
16	10, 11, 14 Y 15	4, 5, 6, 7, 8 Y 9

Los silos N° 1 y 5, y 9 y 13 reciben el grano directamente de los elevadores N° 10 y N° 11 respectivamente; los silos N° 4 y 8, y 12 y 16 no reciben el grano de los desviadores porque las bandas respectivas tienen al final una tolva y un compuerta que conduce el grano al silo elegido. En el desviador móvil hay que dejar la compuerta izquierda o derecha abierta o cerrada según corresponda enviar grano a una célula de almacenamiento en particular.

Otro desviador que requiere acomodar sus compuertas es el de la banda N° 9, que introduce el grano que proviene de las tolvas de descarga camionera y lo lleva hacia el elevador N° 10 o al N° 11, dependiendo de la célula de destino.

Por último, se requiere acomodar las compuertas de los desviadores de grano que se encuentran al final de las bandas N° 1 y N° 2 de las tolvas de descarga de ferrocarril, para que el grano caiga a la banda N° 10 ó la N° 11 que lo conducirá al elevador de cangilones correcto.

Verificada la posición de las compuertas en los respectivos desviadores, se puede iniciar el encendido de los motores de los equipos involucrados para llenar las células de almacenamiento seleccionadas.

7.5.2. VERIFICACION DE NIVELES DE VACIO.

Como se mencionó antes, resulta difícil apreciar visualmente el nivel que va alcanzando el grano al ir llenándose la célula de almacenamiento. Para determinar el espacio vacío que sobra en el silo se utiliza el electronivel.

Conforme se vá alcanzando el límite de capacidad total de la célula, se va teniendo mayor cuidado de no sobrepasarla. Si se omite la verificación del nivel de vacío de una célula que se esté llenando, se corre el riesgo de derramar el grano sobre el piso de la linternilla. Considerando que la capacidad de movilización de grano es de 160 toneladas por hora, el volumen que caería en unos cuantos minutos sería muy grande. Además el acumulamiento de grano sobre las bandas y dentro de los elevadores entorpecerían su movimiento de tal modo que llegarían a suspenderlo totalmente. La sobrecarga de silos es evitada mediante la verificación de niveles de vacío.

Esta actividad de verificación de niveles de vacío es realizada por los operarios de la maquinaria y es también supervisada por el personal almacenista. En el caso de los intersilos la verificación se realiza con la plomada manual, que tiene el mismo resultado, aunque su realización es un poco más laboriosa.

7.5.3. EXTRACCION Y RECUPERACION DE POLVOS Y TAMO.

Como ya se ha mencionado la mezcla de aire y tamo es sumamente peligrosa, al grado de ser explosiva. Por esta razón la batería de silos cuenta con un sistema de extracción de tamo y polvo.

El sistema inicia su actividad en el mismo momento de ser encendido cualquier sistema de movilización de grano. Se encuentran en secuencia de encendido, el sistema de extracción de tamo y los sistemas de movilización de granos. Dependiendo del sistema de movilización, una de las siete unidades extractoras de polvo que existen se pone en funcionamiento.

Las redes de extracción del tamo cuentan en algunas partes, como en la linternilla y en los sótanos, con contrapuestas que permiten la succión del tamo en las partes convenientes.

Ya en el proceso de movilización de grano se puede apreciar que las unidades de extracción de polvo van succionando el aire con tamo de los lugares donde se genera éste. El tamo y el polvo captado por las redes de extracción es enviado a las unidades de limpieza, mismas que lo depositan en sus tolvas de almacenamiento. El tamo recuperado permanece ahí hasta que es desalojado y es enviado a la bodega para su almacenamiento.

Como se mencionó en la parte de descripción de la Unidad, una de las bodegas planas se utiliza para almacenar todo el tamo y polvo recolectado en la batería de silos por razones de espacio y seguridad; el tamo y el polvo es envasado directamente de los depósitos que se encuentran debajo de los mismos sistemas de succión.

Los envases que se utilizan son costales de henequén, de los mismos que se emplean para maíz, y que tienen una capacidad de 70 a 75 kilogramos; por su composición y constitución el tamo es sumamente ligero, por lo que al llenar los costales éstos tendrán un peso promedio que no rebasa los 40 kilogramos.

Para llenar los costales se coloca un tubo de lámina en la parte inferior de la tolva almacenadora de tamo; el tubo tiene adaptado un implemento para fijarlo a la tolva y cuenta con una tapa deslizable en su parte inferior para permitir o impedir la salida del producto.

Los costales son llenados uno por uno y cerrados mediante un cordón de henequén en forma manual por el personal maniobrista. Todos los bultos son apilados conformando una pequeña estiba, hasta que son trasladados mediante un camión a la bodega plana. Solamente hasta que están reunidos unos 100 bultos de tamo, son trasladados a la bodega por lo que la pequeña estiba es cubierta mientras tanto con una lona de polietileno, para protegerla de la lluvia y el viento.

El personal maniobrista que realiza esta actividad, se cubre los ojos, nariz y boca con mascarillas y anteojos, además de proteger la cabeza y el cuello con mantas. Todas estas precauciones son tomadas para cuidar la salud de los individuos que laboran en esta actividad.

La frecuencia de extracción de tamo y de polvo depende del ritmo de recepción o embarque del grano y de las calidades del grano que se manejen. No todo el porcentaje de impurezas que contiene el grano puede formar parte del tamo que succionan los sistemas.

7.6. PRACTICAS DE CONTROL DE PLAGAS Y CONSERVACION DE CALIDAD.

El grano por ser un producto de alto valor nutricional, fácilmente puede estar sujeto a una serie de cambios fisiológicos intrínsecos, igualmente es susceptible del ataque de varios tipos de plagas que alterarán su composición y su aspecto, demeritando su valor nutricional y también su valor económico.

Por lo tanto, un aspecto de relevante importancia es la conservación de la calidad del grano que se almacena en la Unidad. Esto se logra mediante una serie de actividades que tienen como principal objetivo mantener las condiciones en que fué recibido el producto.

La responsabilidad de aplicar las actividades de conservación, es depositada en el área del laboratorio. Este se encarga de coordinar, realizar y supervisar cada una de las actividades.

Entre esas actividades tenemos las siguientes:

A).- Realización del muestreo, para que sea realizado en forma correcta, en todas los vehículos que ingresan o salen con grano de la Unidad.

B).- Realización del muestreo periódico de las partidas o lotes que se encuentran ya almacenadas en la Unidad.

C).- Realización de todos los análisis de calidad física del grano en los vehículos que lo internan o extraen de la unidad.

D).- Realización periódica de los análisis de calidad física del grano que ya se encuentra almacenado.

E).- Realización del monitoreo de las temperaturas de los granos que se encuentran almacenados a granel, dentro de los períodos establecidos.

F).- Coordinación y ejecución de las actividades de fumigación de los lotes plagados.

G).- Coordinación y ejecución de las actividades de aplicación de insecticidas (cordones sanitarios) de carácter preventivo.

Se describirán a continuación algunas actividades específicas que se realizan como práctica de control de plagas para mantener la calidad de los productos almacenados:

7.6.1. MONITOREO DEL PRODUCTO MEDIANTE SISTEMAS DE TERMOMETRÍA.

La característica que tiene el grano de ser mal conductor del calor, hacen necesario realizar una supervisión constante del comportamiento de este factor.

Como se mencionó anteriormente, la Unidad cuenta con un sistema de termometría, mismo que permite conocer las temperaturas que se presentan en cada uno de los niveles de las cédulas de almacenamiento.

La periodicidad con que se realiza el monitoreo es semanal, tomando las lecturas el primer día de cada semana. El encargado de realizar ésta actividad es el responsable del laboratorio, para esto es necesario que su personal se traslade a la caseta que se encuentra en el séptimo nivel de la torre de elevadores.

Mediante la consola de lecturas del sistema, se pueden obtener los datos de las temperaturas, efectuando el siguiente procedimiento:

A).- Se enciende el sistema oprimiendo el interruptor que se encuentra en la parte superior de la consola (botón negro).

B).- La perilla que se encuentra en el lado derecho debe girarse para elegir la sección donde se encuentra el cable a seleccionar.

C).- Empujando hacia arriba el botón que se encuentra en la parte central, se restaura la selección, colocándola en el cable número 1.

D).- Empujando el mismo botón anterior hacia abajo, se puede seleccionar el número del cable de la sección ya elegida.

E).- La perilla que se encuentra del lado derecho, se debe girar para seleccionar el nivel donde se encuentra el termopar a inspeccionar.

F).- Girando la perilla anterior, se pasará de nivel a nivel y en la pantalla de cristal líquido que se encuentra al centro de la consola, se van observando las temperaturas registradas por el termopar. Estas lecturas están en escala de grados fahrenheit.

Todas las lecturas observadas son transformadas por el operario a la escala centígrada y son registradas en un formato ya establecido.

Con el reporte de temperaturas se efectúa un análisis del comportamiento que ha tenido en grano en el transcurso de las anteriores semanas, teniendo cuidado de relacionar todas las actividades que se le realizaron a la célula de almacenamiento antes de monitorear las temperaturas. Dependiendo del comportamiento de las temperaturas, se decide si debe continuar el grano dentro de la célula sin ninguna actividad de conservación, si es necesario recircular, si requiere de la aplicación de aireación o si es necesario embarcar la totalidad del producto de la célula de almacenamiento a algún destino fuera de la unidad de silos.

7.6.2. AIREACION DE GRANOS.

La aireación es la actividad que permite mantener una temperatura uniforme en todo el grano almacenado. Un grano que presenta diferencias de temperaturas en su masa, se encuentra propenso a tener migraciones de aire y por lo tanto cambios de humedad.

Estos movimientos del aire van desde las partes calientes de la masa de grano hacia las partes frías, simultáneamente el aire caliente al ir enfriándose vá cediendo parte de su humedad al grano.

Este fenómeno se produce hasta que los granos de las regiones frías se tornan más húmedos y los de las zonas más calientes, más secos. Así se forman en la masa de granos desniveles de humedad, a pesar de que inicialmente el producto tenía el mismo contenido de este factor. Este fenómeno denominado "Migración de Humedad", constituye uno de los principales problemas para el almacenamiento de granos al granel.

Inmediatamente después de detectar un aumento de temperatura en cualquier región de una célula de almacenamiento, debe tratarse con cuidado procurando resolver el problema mediante la aireación.

El enfriamiento de la masa de granos puede impedir la proliferación de hongos que contaminan el grano con sus micelios, esporas y toxinas.

La aireación también hace más eficiente la actividad de fumigación, ya que mantiene uniforme la distribución del fumigante en toda la masa de granos; puede aplicarse un método de fumigación por circulación forzada, que al distribuir mejor el fumigante reduce las dosis aplicación y aumenta la eficiencia del proceso.

Otra aplicación de la aireación es la de quitar olores extraños al grano, aunque algunos no son fáciles de eliminar por completo.

El equipo utilizado para la aplicación de aire es el sistema descrito en el apartado 6.5.1. Posterior al monitoreo de temperaturas, principal indicador del comportamiento del grano, se procede a programar las células que requieren de aireación.

Es necesario para aplicar aire en una célula de almacenamiento en particular, cerrar las contrapuestas que permiten el paso del aire a otra célula. Al ponerse en marcha el motor del ventilador que introduce el aire a la célula, es registrada la hora de inicio de la aireación.

Generalmente a la mayoría de los lotes almacenados en las células no se les aplica aire durante su permanencia en los silos. Lo anterior es debido a que los ventiladores instalados en el sistema tienen una capacidad muy pequeña, provocando que el volumen de aire y la velocidad con que se desplaza a través de la célula de almacenamiento, no alcance a vencer la presión estática que produce el grano.

7.6.3. FUMIGACION DEL GRANO.

Para la eliminación de insectos de almacén se utilizan productos químicos conocidos con el nombre de fumigantes. Estos productos químicos tienen la característica de ser gases a la temperatura ambiente, con lo cual pueden distribuirse a través de toda la masa de granos, permitiendo eliminar a toda la población de insectos que se encuentre dentro de un lote al que se le aplique el fumigante. Existen varios productos fumigantes pero en la unidad de silos solamente se usan dos: el bromuro de metilo y el fosforo de hidrógeno. El bromuro de metilo se comercializa en forma de gas licuado a presión y envasado en cilindros de acero conteniendo 90.720 kilogramos. El fosforo de hidrógeno tiene dos modalidades: el fosforo de aluminio y el fosforo de magnesio. Las dos modalidades se presentan en tabletas de 3 gramos o en pellets de 0.6 gramos, que liberan 1 gramo de fosforo de hidrógeno o 0.2 gramos

respectivamente. Al contacto con la humedad del ambiente las tabletas (o pellets) reaccionan químicamente y producen el fosforo de hidrógeno. En la unidad de silos descrita el producto que mayor uso tiene es el fosforo de aluminio en sus presentaciones de pellets y tabletas.

En la batería de silos se presentan dos formas de aplicar fumigantes al grano. La primera se realiza en forma manual cuando el grano se está introduciendo en las células de almacenamiento, conforme se vá llenando ésta, en forma simultanea se aplica el fumigante.

En esta forma de aplicar el fumigante se aprovecha la operación de llenado de las células de almacenamiento y se ahorra energía eléctrica, dejando el producto fumigado al inicio del periodo de almacenamiento. Presenta el inconveniente de que el llenado de una célula puede tardar varios días, debido al ritmo de llegada de las unidades de transporte del grano y esto ocasiona que las dosificaciones y por tanto los resultados no sean del todo satisfactorios.

La segunda forma de aplicar fumigantes tiene lugar cuando ya fue llenada la célula de almacenamiento en su totalidad. Puede ser que el grano estuviera plagado desde que se recibió o que la plaga se haya presentado en el transcurso del almacenamiento. Para aplicar el fumigante se utiliza la secuencia de recirculación de grano a través de los sistemas de movilización de una célula a otra.

Una conveniencia de ésta forma de aplicación radica en que el tiempo que transcurre para recircular la totalidad de un silo es de aproximadamente 12 horas, con lo que puede programar la aplicación, y así evitar acumulación de actividades en los sistemas de movilización de grano. Sin embargo el procedimiento presenta el inconveniente de que consume mayor cantidad de energía eléctrica y porque en el tiempo transcurrido se puede dañar el grano en algún grado.

La aplicación del fumigante se realiza manualmente en las dos formas de fumigar. El personal encargado de la aplicación se cubre la cara con una mascarilla antigás, dejando caer una cantidad exacta de tabletas de fosforo de aluminio en un lapso ya establecido. La actividad es supervisada por el personal del laboratorio y apoyada por los operarios de los equipos de la batería de silos.

7.6.4. TRASPALO DEL GRANO.

El traspalo es una operación que se realiza en la Unidad y que consiste en un traslaje o resilaje, comprendiendo por estos términos, el cambio del grano de una célula de almacenamiento a otra distinta. Igualmente el término se aplica a la actividad de sacar el grano y depositarlo en la misma célula.

La razón para realizar estas actividades son la elevación de la temperatura en el grano. Como en el caso de la Unidad descrita los sistemas de aireación no son eficientes, es necesario practicar el traspaleo para que el grano tenga contacto con el aire exterior y así se enfríe.

La práctica además de ser costosa, por el uso de energía eléctrica en los sistemas de movilización de grano, no siempre tiene los resultados esperados en la reducción de la temperatura del producto.

Al monitorear las temperaturas de las células y analizar el comportamiento de la misma, se determina en que células debe de ser recirculado el grano o cambiado de lugar.

Como en uno de los casos de fumigación descritos, se utilizan las secuencias de recirculación de los sistemas de movilización del grano. El personal que se encarga de realizarlo son los operarios de los equipos y son supervisados por el personal del laboratorio y por los almacenistas.

7.7. SALIDA DE PRODUCTO ALMACENADO. ENTREGA.

La última etapa del manejo del producto en la Unidad es la entrega de las mercancías con lo que finaliza el periodo de su almacenamiento. Como en la recepción, se realizan actividades que resultan ser semejantes en contenido e importancia, pero que tienen un ordenamiento inverso. Se requiere cargar los camiones, muestrear su contenido, analizar su calidad, pesar el producto embarcado, etc. Para la entrega del producto se ejecutan las actividades siguientes:

7.7.1. SELECCION DE LOTES PARA LA ENTREGA.

La selección de los lotes almacenados para la entrega, es consecuencia de varios aspectos. Uno de ellos es la calidad que en algunos casos se debe de embarcar, y que no todos los lotes almacenados reúnen en ese momento. Otro es las condiciones y expectativas que puedan tener los lotes almacenados; algunos lotes pueden mantenerse sin riesgo por más tiempo, otros pueden presentar ya problemas en un corto tiempo por lo que no deben permanecer en la Unidad.

La selección de los lotes se determina analizando todos los factores involucrados, como son la calidad de entrada, la calidad en el momento de la selección, el comportamiento de su temperatura y el tiempo de almacenamiento, entre otros. El personal que se involucra en la selección de los lotes a entregar son el laboratorista, el almacenista y el coordinador de la

Unidad; también participan junto con ellos, el personal de la Empresa relacionado con las áreas técnicas que se encuentra en sus oficinas regionales.

7.7.2. MEZCLA DE LOTES DE GRANOS.

Como consecuencia del punto anterior algunas veces es necesario realizar algunas mezclas de lotes de granos, por así convenir a los resultados de las calidades buscadas. Con el conocimiento de las calidades de las células que tienen el mismo tipo de grano, se procede a mezclar los flujos de grano en las bandas transportadoras.

La mezcla se calcula por simple proporcionalidad y se realiza abriendo las compuertas de las células involucradas, en esa proporción. Al llegar a las tolvas de carga camionera, el grano ya mezclado se muestrea y se analiza para verificar si las proporciones fueron las correctas.

7.7.3. CARGA DE CAMIONES.

En la actualidad, todo el volumen de grano que ingresa en los silos, ya sea proveniente de la zona de las tolvas de descarga ferroviaria o de la zona de las tolvas de descarga de camiones, sale para su entrega por las tolvas de carga de camiones.

La operación se inicia cuando se define el número de célula de almacenamiento de donde va a ser extraído el grano; posteriormente se procede a verificar que las contrapuertas que desvían el grano a los elevadores de cangilones de la torre se encuentren cerradas. Estas contrapuertas se ubican al final de las bandas de descarga de silos, en los sótanos de la torre, y entre los elevadores y la banda principal de salida.

También es importante verificar que en el fondo de la fosa del elevador de cangilones exterior no se encuentren restos de grano del anterior movimiento, esto último para prevenir que el grano que se va a cargar se mezcle con otro tipo de grano o con grano de la misma naturaleza pero diferente calidad. También se abren las contrapuertas neumáticas de las tolvas de pesaje para verificar que se encuentren libres de producto.

Posterior a la revisión de los desviadores, son encendidas las secuencia de arranque de los motores de los equipos que se van a utilizar. Son ajustados los retenes de hule que tiene cada caída de grano en las bandas transportadoras de forma que apenas rocen la banda, con esta medida se previene que el grano caiga al suelo. Finalmente se abre la o las compuertas inferiores de las células de almacenamiento para que fluya el producto.

En la operación se cuida que las contrapuertas de salida de las células de almacenamiento se abran un espacio de entre 2 y 5 centímetros, ya que abrirlas demasiado sobrecarga la capacidad de los motores, ocasionando el paro total del sistema o que el exceso de grano provoque que éste se derrame en todo su trayecto.

El grano que está saliendo de las células de almacenamiento es transportado por las bandas N° 18, 19, 20 ó 21 y cae en los desviadores de grano que lo envían a la banda principal (N° 26). La banda principal transporta el grano al elevador externo (N° 29) y este último lo sube para dejarlo resbalar por el tubo que lo conduce a la tolva que alimenta a las básculas de paso. Posteriormente, el grano cae en cualquiera de las dos tolva-báscula dependiendo de la contrapuerta neumática que se abra para ser pesado. Por último, se abre la compuerta neumática para dejar caer el grano ya pesado al remolque del camión.

Aproximadamente para un camión que carga 50 toneladas se requieren 25 minutos desde que se abre la compuerta del silo hasta que el camión sale completamente cargado.

Si el cerrado de la compuerta de la célula de almacenamiento no es realizado en forma óptima, en el sistema pueden quedar en circulación entre 1.5 y 2 toneladas de grano por lo que será necesario cuidar este aspecto o en su defecto regresar el producto a la célula de donde proviene.

7.7.4. CARGA DE FURGONES.

Actualmente la carga de furgones con grano procedente de las células de almacenamiento se realiza mediante la utilización del sistema de carga de camiones, ya que en la construcción de la Unidad no se consideró un sistema para la carga de estos vehículos.

Para cargar furgones se contratan los servicios de camiones de transporte local con capacidad para 10 toneladas. Los furgones que van a ser cargados se estacionan en la vía que se dirige a la zona de descarga de embarques de ferrocarril o en otra vía donde puedan transitar y acercarse los camiones.

Después de llenar los camiones en las tolvas de carga con que se cuenta para estos vehículos, se pesan y se dirigen al lugar donde fueron estacionados los furgones, ahí descargan el grano y simultáneamente, mediante la ayuda de transportadores helicoidales portátiles, es subido el producto al furgón. La vía donde se ubican los furgones cuenta con tomacorrientes de energía eléctrica para los transportadores helicoidales y presenta una superficie regularmente plana.

El volumen de carga total del furgón se constituye con un número exacto de camiones y aunque las tolvas de carga de camiones tienen básculas de paso y equipo de impresión para el peso, éste no se toma en cuenta, por lo que los camiones se desplazan a las básculas electrónicas donde se controlan los pesos en forma oficial por destare.

Esta operación resulta demasiado lenta y complicada además de costosa, por lo que desde el inicio de las operaciones de la batería de silos, se han hecho intentos por adaptar un sistema que permita reducir tiempo, esfuerzos y costos.

De los más recientes y quizás el más idóneo fue la adaptación de un ducto en forma de "Y", que une a los dos tubos de descarga de la parte superior de los elevadores de cangilones de la torre. Este se prolonga hacia abajo y conduce el grano hasta las tolvas de descarga de furgones. En la terminación del ducto se colocó una tolva de almacenamiento con capacidad para 5 toneladas y posterior a ésta se dispuso un tramo de tubo flexible. El tubo flexible sirve para dirigir el flujo del grano y distribuirlo dentro del furgón.

Este sistema como se mencionó en la primera parte del presente trabajo no resultó funcional, ya que el grano que llegó hasta la parte final del ducto fue muy poco y a una velocidad muy reducida; se observó también que el grano se quedó atorado en los brazos del acople de los elevadores y en cada uno de los quiebres del ducto, del mismo modo que en la tolva de almacenamiento final.

Esta tolva final, en las pruebas de operación fue clausurada colocando en el interior un tramo de tubo, por lo que el grano ya no reposa en la tolva, sino que pasa directamente al tubo flexible.

En resumen éste sistema para la carga de furgones no funcionó, quizás la causa se deba a la cantidad de quiebres que tiene el ducto y a los ángulos tan cerrados que se le hicieron.

7.7.5. ENVASADO DEL PRODUCTO.

En algunas ocasiones el producto debe ser envasado por así convenir a los intereses del cliente. Normalmente el grano manejado dentro de la batería de silos se envasa en costales de henequén con capacidad para 75 kilogramos; este envase es proporcionado por el dueño del producto.

El lugar donde se realiza el envasado es en las tolvas de carga de camiones empleando el tubo usado para vaciar las tolvas de tamo. Este tubo se conecta a la boquilla inferior de la tolva de carga de camiones y debajo de él se coloca el costal que va a llenarse cuando se abre la contrapuerta neumática de la tolva. Con la contrapuerta de accionamiento manual del tubo, se detiene el flujo del grano cuando el costal se ha llenado.

Esta actividad de envasado es lenta, ya que para llenar un camión con 50 toneladas de grano encostalado, se necesitan alrededor de 3 a 5 horas, dependiendo de la cantidad de personal maniobrista que labore en esa actividad. Los bultos son llenados y sobre el piso es cerrada su boca con un cordel de mecánilo. Posteriormente son cargados sobre la espalda del maniobrista y mediante un tablón subidos para ser estibados en el vehículo. Después de llenado el camión con grano encostalado es pesado para registro del peso de entrega.

7.7.6. SUPERVISION DE LA CALIDAD DEL GRANO A LA ENTREGA.

Igual que en la recepción, el grano a su salida es muestreado y analizado con el objeto de dar a conocer al destinatario la calidad del producto embarcado. Esta verificación de calidad también se realiza para efecto de finiquitos documentales de cada lote recibido.

Después de ser cargados los vehículos (furgones o camiones), se procede a su muestreo y a la determinación de la calidad del producto. También es posible que al momento del embarque el producto no cumpla con las normas de calidad, por lo que se procede a realizar el análisis del grano y en su caso se regresa el vehículo para ser nuevamente cargado.

7.7.7. REGISTRO DE PESOS DE SALIDA.

Como última actividad de la entrega del grano, se procede a obtener el peso del producto cargado en los vehículos. De igual manera que en la recepción, los furgones se pesan en la báscula destinada para ese fin; los camiones se pesan en las básculas electrónicas camioneras.

Los pesos de las básculas de paso, que se ubican en las tolvas de carga camionera, no son tomados como oficiales. Todos los camiones que se cargan en la Unidad son pesados en las básculas electrónicas de plataforma. Antes de ser cargado el vehículo con grano, se procede a obtener su peso de tara con lo cual se definirá después el peso neto del producto cargado.

8. CONCLUSIONES Y DIAGNOSTICO.

En base a las observaciones practicadas en cuanto a los componentes que integran físicamente la Unidad de Silos de Tlaxcala y en cuanto a las actividades que ahí se realizan para el manejo de granos, como conclusión del presente trabajo se ha formulado un diagnóstico que ha continuación se escribe en términos de equipo y operaciones.

8.1. DIAGNOSTICO PARA LOS COMPONENTES QUE INTEGRAN LA UNIDAD.

Para esta parte de la investigación se ha considerado para fines de diagnóstico a los componentes relacionados a continuación:

- Equipos para registro de pesos.
- Volcadores de camiones para la descarga del producto.
- Bandas transportadoras.
- Elevadores de cangilones.
- Equipo para la descarga de furgones.
- Sistema de salida de grano.
- Equipo para la extracción de polvos.
- Sistema de aireación.
- Sistema de medición de niveles de vacío.
- Sistema contra incendio y explosión.

8.1.1. DIAGNOSTICO SOBRE EQUIPOS PARA REGISTRO DE PESO.

La Unidad de Silos estudiada cuenta con equipo de registro de peso o básculas, que funcionan algunas, con principios mecánicos y otras con principios de operación electrónica.

Básculas mecánicas.

Las básculas mecánicas, es decir aquellas que funcionan con principios mecánicos, existen en la Unidad en número de dos, una de ellas para pesar camiones y otra para pesar furgones de ferrocarril. La báscula mecánica para pesado de camiones en estos momentos esta viendo reducida su operación debido a su baja capacidad de medición del orden de 50 T.M., misma que no es suficiente en la actualidad, ya que los automotores que ingresan tienen un peso bruto promedio de 55 toneladas. No obstante, este equipo sigue conservándose en condiciones de operar debido al mantenimiento que se le dá.

La báscula ferrocarrilera es adecuada en cuanto a su capacidad de 150 T.M. y permite pesar furgones y tolvas con pesos brutos de hasta 105 toneladas. La precisión de medida de hasta 10 kilogramos de este equipo, también resulta conveniente para un correcto inventario del producto que se maneja.

No obstante que el equipo opera en buenas condiciones es conveniente hacer notar que frecuentemente esta expuesto a desajustes que afectan la precisión, esto como resultado de un desnivel que se produce entre la plataforma de la báscula y el piso próximo a la entrada a ella. El desnivel es ocasionado por el compactamiento del terreno bajo el peso de los furgones cargados, ocasionando que los vehículos brinquen y el golpe sobre la plataforma desajuste la báscula.

Debido a que ambas básculas mecánicas fueron instaladas antes de proyectarse los silos, su ubicación no es del todo conveniente para la carga o descarga de vehículos, sobre todo cuando se trata de furgones de ferrocarril, mismos que para la operación de pesaje deben pasar dos veces sobre la plataforma de la báscula, una para ser pesado y otra de regreso para ir a la zona de descarga. Estos dos pasos sobre la plataforma contribuyen también a desajustar el equipo.

Básculas electrónicas.

En cuanto a las básculas electrónicas, estas existen en número de cuatro, dos para pesado de camiones y las dos restantes que son básculas de paso.

Las básculas electrónicas para pesado de camiones son adecuadas en capacidad y precisión, ya que permiten registrar pesos de hasta 70 toneladas con una precisión de 10 kilogramos. El mecanismo electrónico de estos equipos solo permite que se impriman las lecturas de peso cuando estas se han estabilizado en la pantalla digital con que cuenta, esto es conveniente ya que reduce errores de medida, sean estos voluntarios o involuntarios.

Adicionalmente el cerebro electrónico de estos aparatos efectúa la operación de destare y al restar al peso bruto obtenido, la tara del vehículo, se imprime el peso neto del producto.

Las básculas electrónicas que existen en la Unidad tienen la ventaja de que cuentan con un sistema que a través de una sola tecla las ajusta a ceros y por lo tanto no requieren de ningún ajuste mecánico extra.

En términos generales las básculas electrónicas resultan de una más fácil instalación que las mecánicas, ya que no requieren de una fosa profunda para su colocación.

Las básculas electrónicas de paso, ubicadas sobre las tolvas de llenado de camiones son actualmente subutilizadas no obstante su capacidad y su precisión de medida, ya que el peso que registran no es aceptado como válido para la carga de granos en vehículos. Su uso más formal podría ahorrar la maniobra extra de pesado de vehículos en báscula de plataforma.

También se puede afirmar que la colocación de las básculas de paso no es del todo conveniente debido a que se ubican a una altura sobre el nivel del piso que es limitada para vehículos de gran capacidad.

8.1.2. DIAGNOSTICO SOBRE VOLCADORES DE CAMIONES PARA DESCARGA DEL PRODUCTO.

La Unidad cuenta con dos volcadores para la descarga de camiones y ambos están diseñados para levantar de la parte delantera a camiones tipo torton y rabón.

Los volcadores cuentan con una canastilla para levantar camiones de hasta 20 toneladas, misma que es sustituida por una barra para izar remolques de vehículos más pesados.

La capacidad de carga de los volcadores es adecuada pero su operación se ve afectada cuando se trata de vehículos con remolque por ser necesario que estos últimos sean separados de la unidad motriz. El reenganche del remolque descargado con su unidad motriz para que lo retire de la zona de descarga, consume tiempo que retrasa la descarga de otros camiones.

También se pudo notar que para descargar vehículos de hasta 20 toneladas de capacidad el equipo es adecuado, sin embargo, cuando se trata de transportes mayores la capacidad de la tolva que recibe el producto es insuficiente y exige que se dosifique adecuadamente la velocidad con que el grano cae de la caja por gravedad, levantando gradualmente el camión.

8.1.3. DIAGNOSTICO SOBRE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS.

La Unidad cuenta con un total de 12 bandas transportadoras de grano, éstas se encuentran distribuidas de tal manera que pueden realizarse todos los movimientos de grano que la Unidad requiere para el manejo de los productos en ella se almacenan. Se distinguen 7 bandas transportadoras en el sistema de introducción de producto a la batería de silos y 5 bandas transportadoras en el sistema de salida del grano.

Todas las bandas transportadoras presentan una capacidad teórica de movilización de grano de hasta 120 toneladas por hora.

Debido al ritmo de trabajo de la Unidad, algunos rodillos de las bandas transportadoras han presentado rupturas en sus bases, lo que ha requerido que sean reparadas para poder continuar con su operación normal.

8.1.4. DIAGNOSTICO SOBRE LOS ELEVADORES DE CANGILONES.

La Unidad cuenta con dos elevadores internos y uno externo. Los elevadores tienen una capacidad para elevar grano que varía entre 150 y 200 toneladas por hora. Sin embargo, su gran capacidad de movilización de producto se ve subutilizada para el caso de camiones, ya que ni las tolvas de descarga de estos vehículos, ni los volcadores instalados, permiten una capacidad de maniobra que sea de acuerdo con lo que pueden movilizar los elevadores.

Para el caso de descarga de furgones o cuando se les emplea en la descarga de células de almacenamiento con bandas transportadoras, los elevadores si se aprovechan debidamente en su capacidad. En este caso particular siempre resulta conveniente el que se ajuste debidamente la salida de grano por las compuertas de descarga de bandas transportadoras para evitar que se saturen los elevadores y se atasquen.

8.1.5. DIAGNOSTICO SOBRE EL EQUIPO PARA LA DESCARGA DE FURGONES.

El equipo para la descarga de furgones con que cuenta la unidad de silos estudiada se compone de 2 fosas para la recepción del producto descargado y de cuatro palas

electromecánicas de arrastre mismas que resultan suficientes para el ritmo de manejo que existía en el momento de la investigación.

Fosas receptoras.

Las fosas de recepción del producto que se está descargando presentan una capacidad aproximada para 50 toneladas cada una de ellas y se encuentran ubicadas por debajo del nivel del piso a fin de recibir con facilidad el grano que sale de los furgones. Cada fosa se compone de 4 secciones y cada una de estas tiene una capacidad para 12.5 toneladas. En la descarga de carros-tolva es factible abrir todas las compuertas del carro al mismo tiempo distribuyéndose el producto en todas las secciones de la tolva de recepción, situación que evita se llegue a concentrar el producto en una sola sección. Esto permite vaciar el vehículo con mayor rapidez. Un carro-tolva que contiene 80 toneladas de granos se puede descargar en un lapso de 30 a 35 minutos.

En el caso de furgones, la descarga del grano se realiza por una de sus dos puertas centrales y por consecuencia el grano se concentra en la sección de la tolva de recepción donde cae el producto ocasionado una descarga lenta si se compara con la de los carros-tolva. Un furgón conteniendo 70 toneladas de grano consume para su descarga total alrededor de 60 minutos.

Palas electromecánicas.

Las palas electromecánicas de arrastre utilizadas para la descarga del grano contenido en los furgones que arriban a la Unidad, se compone de una pala de aluminio, de un motor de 5 HP., un motorreductor, un tramo de cable y un interruptor eléctrico.

Las palas electromecánicas de arrastre son de gran ayuda en la descarga de furgones de ferrocarril empujando alrededor de 350 kilogramos en cada pasada. No obstante los motorreductores han presentado rupturas en sus engranes debido a la sobrecarga a que son sometidos por los operadores.

8.1.6. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA DE SALIDA DE GRANOS.

Actualmente el sistema de salida de granos de la Unidad estudiada es integrada por las 5 bandas transportadoras ubicadas en el sótano de las células de almacenamiento y en el sótano de la torre de elevadores. También forman parte del sistema el elevador de cangilones externo, el tubo de lámina de acero que conecta al elevador externo con la tolva de reservorio de grano que está en la zona de carga de camiones.

Tubo de descarga.

El tubo que conecta el flujo del grano del elevador externo a la tolva de reservorio de la zona de carga de camiones esta construido de lámina de acero; el grosor de la lámina de acero resulta apropiada para soportar el peso del grano que conduce en su interior, aunque debido a la característica abrasiva que presenta el producto y a los grandes volúmenes que pasan a través del tubo, la lámina es desgastada a tal grado que pueden presentarse orificios a lo largo de su parte inferior, provocando que el grano salga a través de ellos produciéndose derramas del producto.

La presencia de los orificios en el tubo depende del ritmo al que se trabaje en la carga de camiones, siendo necesario que se obturen inmediatamente al ser detectados, con el fin de evitar que se pierda el grano. La actividad de obturación de los orificios es altamente laboriosa y riesgosa para el personal que lo realiza, además de que por precaución es necesario apagar el sistema de salida de grano por varias horas ocasionándose retrasos en la carga de vehículos y originándose grandes desajustes en los ritmos de embarque programados para la Unidad.

Zona de carga de camiones.

La zona de carga de camiones se compone de la tolva de reservorio, de las dos tolvas-básculas (básculas de paso) y de la caseta de control. Mediante el uso de la tolva de reservorio y las básculas-tolva (básculas de paso) es posible cargar vehículos automotores con grano procedente de las células de almacenamiento. La capacidad de la tolva de reservorio es para 45 toneladas y la de las básculas-tolva es para 38 toneladas cada una, cantidad de grano suficiente para llenar de una sola descarga de las tolvas a camiones de alta capacidad. Un vehículo con capacidad para 45 toneladas puede ser cargado en un lapso de 18 minutos.

Las dos básculas-tolva presentan en su parte inferior una contrapuerta que permite la caída del grano a la caja de carga del vehículo, estas contrapuestas son accionadas mediante mecanismos neumáticos y controladas desde la caseta de control resultando cómoda la operación de carga de camiones.

La colocación de la caseta de control que se encuentra al nivel del piso hace necesario que el operador de las contrapuestas sea auxiliado por otra persona que observe la altura que va adquiriendo el granel dentro de la caja del vehículo para impedir que el producto rebase sus paredes y se derrame en el piso. Para poder observar la altura del granel la persona que auxilia en la operación de carga de vehículos necesita subirse a la estructura de las tolvas y sostenerse entre ellas mientras realiza su actividad careciendo el lugar de una plataforma para tal fin.

8.1.7. DIAGNOSTICO SOBRE EL EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE POLVOS.

La unidad de silos cuenta con un sistema de extracción de polvos integrado por nueve unidades extractoras de polvo y tres compresores de aire. De las 9 unidades extractoras una de ellas se ubica en la azotea de la torre de elevadores y las ocho restantes se encuentran al nivel del piso junto a la misma torre. De éstas últimas, solo 6 se encuentran instaladas y en funcionamiento.

Cada unidad de extracción de polvo y filtrado de aire, se integra por una sección de limpieza de aire, una tolva de recuperación y almacenaje de polvo (a excepción de la que se ubica en la azotea la cual carece de tolva de almacenaje por lo que el polvo es descargado a una de las tolvas de las unidades inferiores mediante el uso de un tubo), un motoventilador del tipo centrifugo de 100 HP, una válvula electrónica de inyección de aire y una red de succión de polvo.

Las secciones filtradoras de aire contienen 180 bolsas de fieltro ubicadas en su parte interior, las cuales realizan la función de retener el polvo del aire succionado permitiendo el paso al medio ambiente solamente al aire limpio.

Las unidades de extracción de polvo y tamo realizan su actividad de manera eficiente succionando todos los finos generados en las operaciones de movimiento del grano después de que son sometidas al mantenimiento preventivo, sin embargo en un lapso relativamente corto su eficiencia se ve reducida por lo que deben ser limpiadas con mayor frecuencia para mantener la eficiencia de extracción del polvo.

Asimismo se nota una distancia considerablemente grande entre las áreas de acción de los extractores y los puntos donde están ubicados.

Se observó que en los puntos en donde el flujo de grano provoca caídas muy pronunciadas del producto la capacidad de las terminales de succión en esos lugares es rebasada por la generación de finos presentándose una actividad muy reducida para extraer el polvo liberado de la masa del grano, esto ocasiona que tal material se disperse provocando que se presenten acumulaciones peligrosas de ese material. Los puntos donde se observó que se genera gran cantidad de polvo son los siguientes:

1.- En el punto donde cae el grano a las bandas transportadoras de la linternilla y que proviene de los elevadores de grano N^o 10 y 11. En este lugar al estar colocado el tubo en forma vertical el grano presenta una caída libre de una altura aproximada de 4 metros.

2.- En el punto donde el elevador externo recibe el grano proveniente de la banda N^o 26 ("Banda Principal"). En este lugar el tubo que conduce el grano se encuentra muy inclinado lo que provoca que el producto prácticamente se desplace en caída libre. Además el choque del grano sobre los cangilones del elevador, que se desplazan en sentido contrario, produce un impacto muy brusco que también ocasiona se desprenda gran cantidad de polvo.

3.- En los puntos donde el grano cae a las bandas N° 10 y 11 y que proviene de las bandas N° 1 y 2 todas ubicadas en la zona de descarga de carros de ferrocarril. También aquí se observó que la altura desde donde cae el grano es la que provoca el desprendimiento de gran cantidad de polvo, siendo tal distancia de alrededor de 4 metros.

8.1.8. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA DE AIREACION.

La unidad de silos estudiada cuenta con un sistema de aireación que tiene como objetivo principal el de ser una herramienta auxiliar para la conservación de la calidad de recepción de los productos manejados en ella. La aireación se emplea para mantener la temperatura del grano almacenado dentro de un rango que ofrezca seguridad en el mantenimiento de la calidad del producto. También se utiliza la aireación para mantener una homogeneidad en el contenido de humedad del grano.

El sistema de aireación se integra por 8 motoventiladores de tipo axial, motores eléctricos de 5 HP, y 48 ductos ubicados en el interior de los silos.

Motoventiladores.

Los motoventiladores con que cuenta el sistema de aireación presentan una baja capacidad para inyectar aire al grano que se encuentre depositado dentro de las células de almacenamiento, esto es debido a que la presión estática que ofrece el grano almacenado es mayor que la velocidad con que el ventilador puede inyectar aire al interior.

Por otro lado, la velocidad de inyección del aire que puede introducir el motoventilador al interior de la célula de almacenamiento se ve afectada por una serie de curvas que describen los ductos que conducen el aire y que se encuentran en la parte externa de los silos. Aunado a lo anterior también se presentan en esa parte una serie de ensanchamientos y reducciones en los diámetros de los ductos de aireación y varias bifurcaciones de los mismos, lo que reduce notablemente la velocidad y la presión del aire inyectado.

El diseño del sistema de aireación, plantea en principio la posibilidad de proporcionar aire a dos silos de manera simultánea mediante el uso de un solo motoventilador. Sin embargo pruebas realizadas en ese sentido desviando la totalidad del caudal de aire a un solo silo y usando como referencia la temperatura demostraron que un motoventilador de los instalados no tiene la capacidad suficiente para introducir aire en volúmenes que venzan la presión estática que presenta el grano, no obstante que el silo estaba ocupado tan solo a la mitad de su capacidad, lo cual indicativo de que sería conveniente incrementar la capacidad del equipo para asegurar la eficiencia del sistema.

Ductos de aireación.

Los ductos de distribución del aire solamente se encuentran instalados en los silos, careciendo los intersilos de tales piezas, por lo que a estos últimos no se les puede aplicar aire mediante este sistema.

Los silos cuentan con tres ductos de aireación, dos para inyectar el aire y uno que sirve para desalojarlo y permitir la circulación del mismo.

Los ductos de aireación se encuentran sostenidos a las paredes interiores de los silos mediante unas estructuras de acero que a su vez se encuentran ancladas a las paredes. Se ha observado que en varios silos los ductos de aireación junto con la estructura de acero se han desprendido de la pared provocando que estos caigan hacia el fondo de los silos quedando inservibles.

Alternativas para el control de la temperatura del grano

Desde el principio de la instalación del sistema de aireación no se obtuvieron los resultados esperados, por lo que para mantener la calidad del grano almacenado dentro de las células, se han tenido que recurrir a actividades alternativas para sustituir a la aireación. Entre esas alternativas se encuentra la recirculación del grano dentro de una misma célula de almacenamiento o a otra que se encuentre vacía en esos momentos y para lo cual se utilizan los elevadores en sus secuencias de recirculación.

Esta actividad de recirculación del grano además de costosa por el consumo de energía eléctrica, no siempre produce los resultados esperados en el control de las temperaturas del producto almacenado. Por otro lado, en algunas ocasiones no es posible realizar la recirculación debido a que la Unidad se encuentra en pleno proceso de recepción o de embarque y ocupa todos los elevadores y bandas transportadoras para esas actividades.

Otra actividad alternativa para el control de la temperatura del grano almacenado en los silos es el desalojo de los productos que pueden presentar a futuro posibles problemas, pero tal alternativa depende siempre de la anuencia de su propietario y por lo tanto de la disponibilidad de las ordenes de movilización del producto en riesgo.

8.1.9. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.

La unidad de silos estudiada cuenta con un sistema electromecánico de verificación de los niveles de vacío (o espacios vacíos) que presentan los silos para ser ocupados con producto y mediante el cual tal actividad puede ser realizada de manera muy sencilla y rápida.

En las células de almacenamiento llamadas silos se cuenta con el empleo de este sistema de verificación, pero en las células de almacenamiento llamadas intersilos no se cuenta con este tipo de verificación automática por lo que tal actividad en estos intersilos se realiza en forma manual.

La verificación de los niveles de vacío de los silos se realiza a través de un panel de control que se ubica en la caseta del séptimo nivel de la torre de elevadores. En el panel mediante una perilla se selecciona el silo en que se desea conocer el espacio de vacío y con solo oprimir un botón se puede observar en una pantalla digital la distancia que la plomada tuvo que recorrer para encontrar la superficie del granel. Para obtener la distancia de otro silo solo se necesita esperar a que el panel indique con una señal intermitente que puede ser reiniciado el proceso de verificación de espacios.

Para realizar la medición del espacio vacío en los intersilos es necesario retirar la tapa superior de las boquillas de entrada del grano e introducir a través de ellas una plomada a la que con anterioridad en su cuerda fueron hechas marcas a distancias de un metro.

8.1.10. DIAGNOSTICO SOBRE EL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y EXPLOSION.

En la unidad de silos estudiada se observó que el sistema de prevención y control de incendios o explosiones se integra por 39 unidades de extinguidores de flama que actúan accionados mediante un polvo químico incombustible.

Estas unidades de extinguidores presentan una capacidad de polvo químico de 9 kilogramos y se encuentran distribuidas dentro y fuera de las instalaciones de la batería de silos, así como en sus instalaciones auxiliares.

Considerando los grandes riesgos inherentes de explosión e incendio que se pueda presentar cotidianamente dentro de cualquier unidad de silos, los 39 extinguidores que existen en la Unidad estudiada podrían resultar de utilidad reducida cuando por alguna causa se presentara un incendio. Lo anterior debe tomarse en cuenta dadas las dimensiones de la Unidad y la misma dificultad que se presentaría para el acceso a todas las áreas en esos posibles momentos de contingencia.

8.2. DIAGNOSTICO REFERENTE A OPERACIONES Y ACTIVIDADES.

En la siguiente parte de la investigación se han considerado para los fines de diagnóstico las actividades relacionadas a continuación:

- Planificación de actividades
- Preparación y acondicionamiento de instalaciones.
- Recepción del producto.
- Descarga de vehículos de transporte de granos.
- Llenado de células de almacenamiento.
- Prácticas de control de plagas y conservación de la calidad del producto.
- Entrega del producto almacenado.

8.2.1. DIAGNOSTICO SOBRE PLANIFICACION DE ACTIVIDADES.

En la Unidad estudiada se elabora una planificación de todas las actividades que se realizan a fin de conseguir un correcto y armónico funcionamiento de la misma. Todos los aspectos que se relacionan con la recepción, conservación, almacenamiento y entrega de los productos manejados en la Unidad deben ser considerados en la planificación para así alcanzar los objetivos planteados como empresa almacenadora.

La planificación realizada en la Unidad se refiere al manejo del producto, a la disponibilidad de materiales, al mantenimiento de maquinaria y equipos, a la existencia de cupos para el almacenamiento y a la capacitación del personal que realiza todas las actividades en el manejo de los productos resguardados en ella.

Planificación del manejo del producto.

La planificación del manejo del producto es el resultado de una serie de consultas recíprocas hechas entre el coordinador de la Unidad de Silos y la Administración Regional de

la Empresa con el objeto de definir las condiciones en las que pueden ofertarse los servicios a sus clientes y de la capacidad de volúmenes a manejarse en operaciones de recepción o embarque y por las que se puede celebrar un contrato de servicios. La planificación también contempla una serie de instrucciones que la Administración Regional envía a la Unidad y de donde ésta obtiene los datos necesarios para organizar el total de sus actividades y así operar en forma correcta y eficiente.

Planificación de la disponibilidad de materiales.

La planificación de la disponibilidad de los materiales e insumos necesarios en la operación de la Unidad previene la carencia de estos en los momentos cuando su falta pudiera representar graves problemas al no poder sostener la continuidad de sus operaciones llegando a detenerlas, con las consecuencias de responsabilidad que esto acarrearía en las obligaciones contraídas frente a sus clientes.

Planificación del mantenimiento.

La planificación del mantenimiento de las máquinas y equipos para el manejo de los productos almacenados es una actividad de mucha importancia debido al continuo funcionamiento que tienen estos, pero en la Unidad estudiada no se realiza con la debida atención.

Es importante remarcar que la unidad de silos basa su operación en el trabajo que realizan todos los equipos y máquinas que ahí se establecen y debido a que esos equipos y máquinas se componen con piezas móviles y de una vida útil determinada, es necesario aplicarles a cada uno de ellas un programa periódico que verifique su buen funcionamiento realizando los ajustes específicos que requieran y se sustituyan las piezas que por diseño han cumplido su vida útil.

Todos los trabajos de mantenimiento que son realizados a los equipos y máquinas con que cuenta la Unidad son llevados a cabo en períodos irregulares y dependen de la disponibilidad de tiempo que tenga el personal encargado de esa área.

Existe en la unidad de silos un manual de programación para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos y máquinas que la integran, aunque debido a varios factores como son la poca disponibilidad de recursos materiales y de refacciones, a la carencia de las herramientas y equipos apropiados para realizarlos y a la reducida cantidad de personal capacitado para realizar esas actividades no siempre son son aplicados conforme lo establece el manual.

Planificación de espacios disponibles.

La planificación de los espacios disponibles para ser ocupados con productos de nuevo ingreso en la unidad de silos es realizada por el coordinador y los almacenistas de la misma. Aunque todas las actividades que se realizan para obtener los espacios disponibles y así estar en condiciones de recibir la mayor cantidad posible de producto son coordinadas por la Administración Regional de la Empresa, la experiencia y habilidad del personal encargado de realizarlas repercute en gran medida para obtener los resultados satisfactorios esperados.

Planificación de la capacitación.

Aunque la planeación de la capacitación del personal que interviene directamente en los trabajos de recepción y embarque de los productos manejados es una preocupación constante, la aplicación de la propia capacitación tiene algunas limitantes como son la disponibilidad de tiempo para recibirla, ya que normalmente la Unidad se encuentra en constantes programas de recepción o embarque. La coordinación de los programas de capacitación se encuentra dirigida por la Administración de la Empresa, misma que la realiza de acuerdo con las necesidades que se presentan o se detectan.

8.2.2. DIAGNOSTICO SOBRE LA PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

La preparación y acondicionamiento de las instalaciones es el conjunto de actividades realizadas con carácter preventivo y que sirven para ayudar a que el grano que recién ingresa a la Unidad no presente problemas originados por residuos de productos almacenados con anterioridad.

Limpieza de células de almacenamiento.

Una parte de la preparación y acondicionamiento de las instalaciones comprende todas las actividades de limpieza que son necesarias de realizar, tanto para que las células de almacenamiento, así como toda la Unidad en general se mantengan libres de basura y restos de grano de anteriores almacenamientos. La otra parte de la preparación y acondicionamiento de las instalaciones la comprenden las actividades de aplicación de insecticidas con la finalidad de controlar o erradicar la existencia de insectos de almacén que pudieran permanecer dentro de las instalaciones de la Unidad de Silos.

En las células de almacenamiento la limpieza se aplica cuando éstas se encuentran totalmente vacías introduciéndose personal por sus partes inferiores a través de las compuertas conocidas con el nombre de "Entradas Hombre", y barriendo el grano incrustado de las paredes. La actividad de limpieza sobre las paredes interiores de las células de almacenamiento solamente se realiza hasta dos metros arriba de las compuertas (Entradas Hombre) omitiéndose el resto de la célula.

La parte de las paredes de las células de almacenamiento a las que se les aplica la limpieza es mínima si se compara con el resto de las paredes que no son aseadas permaneciendo en ocasiones gran cantidad de grano compactado pegado a las paredes formado una serie de placas.

Por otro lado para que a una célula de almacenamiento de las ubicadas en la parte interior de la batería de silos sea aseada además de estar vacía también lo deberán estar las células aledañas para que através de las "Entradas Hombre" de las mismas el personal pueda penetrar hasta ella y realizar la limpieza.

Dentro de la Unidad de silos se usan dos términos para referirse a la aplicación de insecticidas líquidos para el control y erradicación de insectos

- Cordones sanitarios que se refiere al uso de insecticidas de residualidad moderada y que pueden aplicarse directamente a las superficies de graneles o estibas.
- Acondicionamiento de local se refiere al uso de insecticidas residuales y que se aplican solamente a superficies inertes como son las paredes, pisos y techos.

Cordones sanitarios.

Para la aplicación de los insecticidas líquidos en la Unidad se utiliza una aspersora de motor de combustión interna de dos tiempos, la cual realiza su labor de distribución del insecticida de manera apropiada.

No obstante a la buena labor que realiza la aspersora, el calor desprendido por su motor y las posibles explosiones de combustión fuera de las propias recamaras del motor, deben tomarse en cuenta para no poner en peligro de explosión a la Unidad debido al riesgo que representan el tamo y el polvo dispersos en el aire.

Otro equipo que se utiliza para la aplicación de insecticidas líquidos es una nebulizadora de tipo combustión incompleta, la cual pulveriza al insecticida en pequeñas gotas y lo mezcla con humo proveniente de la combustión incompleta de diesel, permitiendo que las gotas del insecticida se distribuyan en el ambiente viajando a los lugares mas remotos.

Aunque el método de nebulización es de gran conveniencia por la distribución uniforme que realiza de insecticidas, también su uso dentro de la Unidad representa un riesgo debido al calor desprendido por la máquina.

8.2.3. DIAGNOSTICO SOBRE RECEPCION DEL PRODUCTO.

El proceso de recepción de la Unidad estudiada comprende una serie de actividades que se realizan para recibir el grano. Tales actividades son el registro del peso de los vehículos de transporte de granos y el muestreo y análisis físico de los productos.

Registro del peso.

El registro del peso que se realiza en la Unidad comprende la verificación de vehículos de autotransporte y la verificación de vehículos ferroviarios.

Para registrar el peso de los vehículos automotores se utiliza las básculas electrónicas de plataforma y para el registro de los furgones y los carros-tolva la báscula ferrocarrilera.

Las básculas electrónicas de plataforma instaladas dentro de la Unidad se cuentan en número de dos, establecida una de ellas para obtener el peso de los camiones que entran y otra para los camiones que salen. No obstante lo anterior este esquema no se sigue siempre debido a algunas diferencias de peso que se presentan entre las dos básculas.

En relación al registro del peso de furgones de ferrocarril y carros-tolva es necesario que estos vehículos sean ubicados sobre la plataforma de la báscula ferrocarrilera y para lo que se requiere un equipo de arrastre de carros. En la Unidad estudiada el movimiento de vehículos ferroviarios se realiza mediante un tractor propio de arrastre con capacidad para 1,000 toneladas o mediante la renta por algunas horas de una locomotora propiedad de Ferrocarriles Nacionales de México.

El registro del peso neto del producto contenido en los vehículos ferroviarios puede obtenerse mediante la verificación física de su peso tara o mediante la utilización del peso tara que viene impreso en los costados de cada uno de ellos. Aunque la utilización de los pesos tara impresos en los vehículos ferroviarios ahorra tiempo, su uso no es muy recomendable debido a que normalmente este peso ha sido modificado en los acondicionamientos y reparaciones de los carros.

Evaluación de la calidad del grano.

En la Unidad estudiada la calidad del grano es verificada en todos los vehículos que los introducen a ella con el fin de estar en condiciones de evaluar sus características y poder definir la necesidad de aplicarles algún acondicionamiento antes de ser depositados dentro de las células de almacenamiento.

El muestreo de las unidades de transporte de granos es una actividad que en la unidad de silos se aplica con la debida atención ya que el personal encargado de realizarlo es conciente de que la representatividad de la muestra influye directamente en los resultados que se obtengan al momento de su análisis físico.

La responsabilidad de la obtención de muestras en los vehículos automotores es depositada en una sola persona, la cual puede realizar su actividad sin retraso aún cuando se trabaja al máximo ritmo posible. En el caso de los embarques por ferrocarril es necesario que la actividad de muestreo sea realizada con un mínimo de dos personas debido a la dificultad que tienen para abrirse o cerrarse las puertas de estos vehículos.

El personal con que cuenta la Unidad encargado de realizar los análisis de calidad del grano se encuentra en este renglón debidamente capacitado.

El laboratorio de la Unidad cuenta con un determinador de humedad electrónico semiautomático que permite economizar tiempo en la medición de este elemento de la calidad.

Control de existencias de producto.

Los registros de entrada y salida, así como los inventarios de los productos manejados en la Unidad, se realiza mediante la elaboración de documentos en forma mecanográfica y los archivos generados por tal documentación son manejados en forma simultanea también por la Administración Regional.

8.2.4. DIAGNOSTICO SOBRE DESCARGA DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANOS.

Descarga de camiones.

La descarga de vehículos tipo automotores que transportan grano a la Unidad se realiza en la zona de descarga de camiones y la de los vehículos ferroviarios en la zona de descarga de embarques por ferrocarril.

Descarga de furgones.

En el caso de la descarga de vehículos ferroviarios la disponibilidad del tractor de arrastre garantiza una operación continua y rápida debido a que tal equipo realiza las

actividades de traslado, acomodo y desalojo de los vehículos de una manera muy sencilla. Cuando se carece del tractor de arrastre la operación además de realizarse con lentitud requiere de aplicar un gran esfuerzo para movilizar los furgones al lugar adecuado para su carga o descarga.

8.2.5. DIAGNOSTICO SOBRE LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO.

La Unidad cuenta con el equipo de bandas transportadoras, elevadores y desviadores de grano que permiten conducir el producto a cualquier célula de almacenamiento que haya sido determinada con anterioridad.

Eficiencia de los equipos utilizados.

Para conducir el grano a cualquier célula de almacenamiento es indispensable seleccionar los equipos que se van a utilizar y ajustar sus compuertas para que el grano llegue a su destino sin contratiempos.

La capacidad teórica de movilización de las bandas transportadoras así como de los elevadores internos de la torre es de 120 y 150 toneladas por hora respectivamente cifra que en la práctica no es alcanzada, debido a varios factores que se presentan como son: los patinamientos en las bandas de la transmisión motriz, los rozamientos de las bandas de los elevadores de grano con las paredes de la estructura que los contiene, la ausencia de cangilones en los elevadores de grano. La capacidad real en la movilización del grano es de alrededor de 90 toneladas por hora.

Verificación de los espacios vacíos.

La verificación de los niveles de vacío que se realiza en la Unidad tiene el objetivo de cuidar que la cantidad de grano que es enviada a una célula de almacenamiento determinada no rebase su capacidad real. La actividad de verificación se realiza periódicamente desde el inicio del llenado de una célula de almacenamiento y termina cuando ésta se encuentra totalmente llena.

Manejo del tamo recuperado.

El tamo y polvo que se genera en la Unidad es retirado por las 9 unidades de extracción de tamo y polvo que existen en ella. El tamo y polvo luego de ser depositado en las

tolvas de almacenamiento de las unidades extractoras debe de ser retirado periódicamente para que no ocasionen problemas de congestión. El momento de realizar el retiro del tamo de las tolvas es determinado mediante inspecciones oculares al interior de las mismas. El producto se retira en forma envasada mediante el uso de costales y enviado a alguna bodega plana que presente espacio disponible.

Debido a que el polvo y tamo pueden ser de distintos productos y a que cada uno de ellos se maneja física y documentalmente por separado, en la recuperación de los finos ya envasados es necesario hacer una separación de cada uno de los lotes formados. No obstante debido a que son partidas con volúmenes muy pequeños además de que al ser numerosas ocupan un gran espacio necesario para almacenar otros productos, se ha tratado de separar exclusivamente considerando solo la propiedad del producto, lo cual es apropiado para un buen manejo y control de este subproducto.

8.2.6. DIAGNOSTICO SOBRE LAS PRACTICAS DE CONTROL DE PLAGAS Y CONSERVACION DE CALIDAD.

En la unidad de silos estudiada se aplican varias actividades para el control de plagas y la conservación de la calidad del grano entre las que se cuenta el monitoreo de las temperaturas del grano almacenado dentro de las células de almacenamiento, la aireación del grano, las fumigaciones y el traspaleo.

Monitoreo de temperaturas.

Con el monitoreo del grano se pueden detectar los aumentos de temperatura que va registrando el producto durante su almacenamiento, permitiendo prevenir que se produzcan daños.

Aireación del grano.

La práctica de aireación sirve para mantener al grano almacenado dentro de las células de almacenamiento en rangos de temperatura que permitan ofrecer seguridad en la conservación de la calidad original. También sirve para distribuir la humedad en forma homogénea impidiendo la proliferación de microorganismos que alteren la calidad del grano. No obstante las conveniencias mencionadas anteriormente el sistema de aireación en la unidad de silos presenta deficiencias en algunos aspectos como son la capacidad y tipo de sus motoventiladores y la instalación de sus ductos de aireación que lo hacen actualmente ineficiente.

Fumigación del grano.

En la unidad de silos estudiada la eliminación de los insectos de almacén que infestan los granos que se encuentran ya sea en proceso de recepción o ya sea dentro de las células de almacenamiento se realiza mediante la aplicación de insecticidas químicos conocidos con el nombre de fumigantes.

En la Unidad descrita el fumigante de uso común es el fosforo de aluminio en sus presentaciones de tabletas y pellets el cual es aplicado en forma manual al grano que viaja sobre las bandas transportadoras que se encuentran en la linternilla.

En la Unidad se presentan dos modalidades en la práctica de aplicación del fosforo de aluminio al grano. La primera se realiza cuando el grano se está introduciendo en las células de almacenamiento, aplicando el fumigante en forma simultanea a llenado de ellas. No obstante que se aprovecha el tiempo de operación y el uso del equipo, es importante mencionar que la acción del fumigante puede tener deficiencias al tardar varios días para llenar una célula de almacenamiento debido al ritmo de llegada de las unidades de transporte de grano.

La otra modalidad de aplicación del fumigante al grano se presenta cuando el producto ya se encuentra dentro de la célula de almacenamiento y para lo cual se utiliza las secuencias de recirculación de los sistemas de movilización del grano. La conveniencia de aplicar el fumigante mediante esta modalidad es que al tardarse menos tiempo (alrededor de 12 horas) puede programarse la aplicación de acuerdo a la operación que tenga la Unidad. La inconveniencia de aplicar esta modalidad radica en que su uso causa un consumo extra de energía eléctrica.

El fumigante se aplica manualmente y aunque el personal que realiza la actividad se protege la cara mediante una mascarilla antigas y las manos con guantes, siempre se corre el riesgo de que se produzcan una intoxicación o de que por alguna causa humana se presenten errores en la distribución del fumigante.

Traspaleo del grano.

En la unidad de silos debido a que el sistema de aireación no es eficiente, una actividad alternativa para el control de la temperatura y homogeneización de la humedad del grano es el traspaleo.

La operación del traspaleo comprende la movilización del grano que se encuentra dentro de una célula de almacenamiento a la misma célula o a otra célula que se encuentre vacía en esos momentos. Son utilizadas las secuencias de recirculación de los sistemas de movilización de granos.

Mediante el análisis de los registros del comportamiento de las temperaturas obtenidas a través del sistema de monitoreo de la Unidad, puede determinarse que células de almacenamiento requieren ser traspalearadas.

8.2.7. DIAGNOSTICO SOBRE LA ENTREGA DEL PRODUCTO ALMACENADO.

Selección de lotes a entregar.

Los lotes almacenados dentro de la Unidad que van a ser entregados se seleccionan en base a varios aspectos como son: la calidad con que debe embarcarse el producto, las condiciones en que se encuentra el producto almacenado, el tiempo que tiene de almacenamiento dentro de la Unidad, el comportamiento de su temperatura, la antigüedad de la cosecha, entre otros. Al considerarse todos los aspectos que se relacionan con el grano almacenado se trata de prevenir que todos los lotes almacenados sean entregados sin presentar daños o defectos que demeriten su calidad.

Los encargados de analizar las condiciones y características de los lotes a entregar son: el coordinador de la Unidad, los almacenistas y el encargado del laboratorio.

Mezcla de lotes a entregar.

La mezcla de lotes es necesaria debido a que la calidad a la cual debe ser entregado el grano, no siempre es reunida por algunos de los lotes del producto almacenado, por lo que al mezclarlos se pueden obtener los rangos requeridos.

Carga de camiones.

Los camiones que deben ser embarcados con producto almacenado dentro de la Unidad, son cargados en la zona de carga destinada para esos vehículos, teniendo una capacidad teórica de embarque de 120 toneladas por hora.

Carga de furgones.

Actualmente en la Unidad la carga de furgones se realiza a través de la utilización de camiones y para esto los primeros son ubicados en vías de fácil acceso y los segundos son llenados en la zona propia para esta clase de vehículos para que posteriormente sea trasbordado el grano a los furgones.

Al no existir a la fecha una zona específica para la carga de furgones en la Unidad se ha intentado establecer un sistema que lo realice en forma mecánica, instalando un tubo en la parte superior de los elevadores internos de la torre, el cual desciende hasta la zona de descarga de furgones en donde podrían llenarse los carros. No obstante que el sistema no ha funcionado como se esperaba, es posible que lo haga si se realizan algunos ajustes en sus partes.

Envasado del producto.

Algunas veces el grano es envasado de acuerdo a instrucciones del cliente por así convenir a sus intereses y aunque en la Unidad no existe un equipo de envasado de grano, esta actividad se realiza manualmente utilizando un aditamento tubular que se coloca bajo las tolvas de la zona de carga de camiones. Los costales que se llenan con grano son depositados sobre el piso para ser cerrados con un cordón de mechilo y subidos al camión.

Verificación de la calidad del grano entregado.

La calidad que presentan los granos que se entregan es verificada en la Unidad como un requisito indispensable debido a que los datos obtenidos tienen dos objetivos que cumplir. Por un lado sirve para dar a conocer al destinatario la calidad con que se embarca el producto y por otro lado los datos obtenidos son utilizados para efecto de finiquitos documentales de los lotes almacenados.

8.3. DIAGNOSTICO SOBRE OBSERVACIONES A OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO DE LA UNIDAD.

Para esta parte de la investigación se ha considerado para fines de diagnóstico algunos aspectos del diseño de la Unidad.

8.3.1. DIAGNOSTICO SOBRE ASPECTOS DEL DISEÑO DE LA UNIDAD.

La altura que presentan las bandas transportadoras N° 15 y 16 con respecto al piso de la linternilla es de 4 metros, requiriendo cada banda para su instalación una estructura de acero que las soporte. Por otro lado se ha comentado en el punto 8.1.7. la colocación vertical del tubo de descarga del grano de los elevadores N° 10 y 11, lo que ocasiona que el grano tenga innecesariamente una caída libre de aproximadamente 4 metros. Estas observaciones nos conducen a una reflexión referente a la relación que presenta la altura de las estructuras que conforman la Unidad estudiada.

La altura a la que se encuentran elevadas las bandas transportadoras que están en la linternilla, hacen pensar que pudo aumentarse la dimensión y la capacidad de las células de almacenamiento en esa misma proporción y así ahorrar la instalación de las estructuras que sostienen a las bandas transportadoras y el monto de sus costos de construcción.

La instalación elevada de las bandas transportadoras exigió paredes más altas en la linternilla. Si las bandas se hubieran ubicado sobre el piso de la linternilla no se hubieran requerido paredes altas, con el consiguiente ahorro de construcción. De la misma manera tampoco hubiera sido necesario elevar excesivamente la torre de elevadores.

También pudo evitarse la altura de elevación de las bandas transportadoras y así ahorrar los costos de las estructuras que las sostienen al haber reducido la altura de los elevadores de grano y de la misma torre que los contiene. Todo lo anterior hubiera resultado en un ahorro de los costos de construcción de la Unidad de Silos y evitar la caída libre del grano mencionada.

8.3.2. DIAGNOSTICO SOBRE OTRAS OBSERVACIONES.

En la áreas del sótano de la torre de elevadores y del sótano de los silos se observan una serie de brotes de agua debido a filtraciones que ocurren del subsuelo hacia el interior de las instalaciones, situación que provoca el daño irremediable al grano que por alguna causa se deposita en el piso de esas áreas. Lo anterior se debe a que en el momento de construcción de la estructura no fué incorporado un aditivo impermeabilizante al concreto.

En el techo de la linternilla de la Unidad se pueden observar filtraciones de agua, la cual escurre a hacia el interior de las células de almacenamiento, provocando el daño al grano que se encuentra dentro de ellas.

Debido a que el edificio que ocupa actualmente el laboratorio fué construido antes de ser diseñada la Unidad de Silos este no se encuentra adaptado a las necesidades específicas de espacio e iluminación que requieren las actividades que realiza el laboratorio.

9. RECOMENDACIONES.

Con base al diagnóstico que se ha formulado respecto a equipos y operaciones, se pueden plantear algunas recomendaciones con el propósito de agilizar las actividades o hacer más eficientes las operaciones o en su caso para reducir los costos de las mismas.

9.1. RECOMENDACIONES SOBRE LOS COMPONENTES QUE INTEGRAN LA UNIDAD.

Como resultado del diagnóstico efectuado a los componentes de la Unidad se han realizado algunas recomendaciones en los componentes relacionados a continuación:

- Equipos para el registro de peso.
- Volcadores de camiones para la descarga del producto.
- Bandas transportadoras.
- Equipo para la descarga de furgones.
- Sistema de salida de granos.
- Equipo para la extracción de tamo y polvo.
- Sistema de aireación.
- Sistema de medición de niveles de vacío.
- Sistema contra incendio y explosión.

9.1.1. RECOMENDACIONES SOBRE EQUIPOS DE REGISTRO DE PESO.

Básculas mecánicas.

Debido a que el diagnóstico reveló que la precisión de la báscula ferrocarrilera mecánica, se ve afectada negativamente por el desnivel que se produce por la compactación del terreno antes de que el furgón suba a la plataforma, es recomendable que en esta parte el terreno sea reforzado con concreto armado o con un material amortiguante adecuado que evite saltos o brincos que desajusten el equipo.

Adicionalmente, para prevenir que esta báscula sufra desajustes por paso excesivo de furgones sobre la plataforma, sería recomendable que en las vías se construya un escape o ramal alternativo que desviaría los furgones ya pesados hacia la zona de descarga sin que tuvieran que pasar nuevamente sobre la plataforma de la báscula.

Debido a que se ha comprobado que las básculas electrónicas de paso son precisas y no están expuestas a factores que las desajusten frecuentemente, sería recomendable para agilizar la operación sobre, todo en la carga y despacho de furgones, que se corroborara su exactitud y se les ubicara en la zona donde se cargan éstos vehículos para ahorrar pesadas en la báscula mecánica ferrocarrilera.

Todo esto conduciría a que con más agilidad se carguen los furgones con pesos conocidos con exactitud y se le de salida rápidamente de la Unidad.

Básculas electrónicas.

Si se va a continuar empleando las básculas de paso para el llenado de camiones, sería conveniente que fueran construidos unos desniveles en el piso por donde puedan transitar los vehículos con caja más grande lo que permitiría que éstos últimos pasen por debajo de las tolvas para ser cargados con producto sin maltratar las partes inferiores de las tolvas. Además es conveniente que los registros que se emiten fueran tomados como oficiales para la elaboración de los documentos de control administrativo, lo que agilizaría la operación de carga de camiones.

9.1.2. RECOMENDACIONES SOBRE VOLCADORES DE CAMIONES PARA LA DESCARGA DEL PRODUCTO.

Debido a que el diagnóstico reveló que los volcadores presentan una capacidad reducida para elevar camiones de tonelajes superiores a las 20 toneladas, haciendo lenta la operación de descarga de camiones con remolque. Es recomendable que sea instalado un volcador hidráulico de plataforma para camiones de gran capacidad. Esto estaría acorde con la tendencia actual de utilizar vehículos con grandes capacidades de carga.

Adicionalmente, para evitar que la tolva de descarga de camiones sea insuficiente para captar el volumen del grano descargado, requiriendo que se eleven gradualmente los camiones,

sería conveniente hacer más grande la tolva de recepción o en su caso construir una tolva anexa. Esto aumentaría la velocidad de descarga de este tipo de vehículos en la Unidad.

9.1.3. RECOMENDACIONES SOBRE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS.

De acuerdo a que el diagnóstico relevó que se han presentado rupturas en las tapas extremas de los rodillos de las bandas transportadoras, es conveniente que todos aquellos que presenten algún desperfecto sean substituidos o cuando menos reparados para evitar complicaciones en la operación normal de la Unidad.

9.1.4. RECOMENDACIONES SOBRE EL EQUIPO PARA LA DESCARGA DE FURGONES.

Debido a que el diagnóstico reveló que los engranes de los motorreductores de las palas electromecánicas, utilizadas para la descarga de furgones, se rompen al someter el equipo a un mayor esfuerzo, sería conveniente considerar el cambio de los motorreductores actualmente instalados por otros que ofrezcan mayor potencia o en su caso instalar engranes con mayor resistencia.

9.1.5. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA DE SALIDA DE GRANOS.

Tubo de descarga.

Debido a que en el diagnóstico se detectó que en el tubo de descarga de grano del elevador externo que conecta con la zona de carga de camiones, se presentan orificios provocados por el desgaste normal efectuado por la acción del grano, sería conveniente que en el siguiente cambio de tubo se adaptaran las partes de unión de los extremos para que cuando se observen las perforaciones en el tubo éste sea girado sin grandes dificultades y así aprovecharlo al máximo. Esto incrementaría al doble o más el tiempo de vida útil del tubo.

Zona de carga de camiones.

Debido a que en la carga de camiones es necesario que una persona auxilie al operador de las compuertas de las b culas de paso, es conveniente construir una pequeña plataforma para que sea realizada la operación con el menor riesgo posible de caidas para el personal.

9.1.6. RECONENDACIONES SOBRE EL EQUIPO PARA LA EXTRACCION DE TAMO.

Debido a que el diagnóstico reveló que las unidades de extracción de tamo y polvo funcionan correctamente después de ser sometidas al mantenimiento preventivo de limpieza, es conveniente que para que no se reduzca su eficiencia sea aplicado el programa de mantenimiento en forma más frecuente. Esto proporcionará siempre una buena operación de extracción de tamo y polvo .

Debido a que se ha comprobado que en algunos puntos del flujo de producto, donde se provocan saltos al grano; éste desprende gran cantidad de polvo que las terminales de extracción no succionan, es conveniente adaptar otras boquillas adicionales a las que ya existen para reforzar en esos puntos la actividad de extracción de los finos producidos.

9.1.7. RECOMENDACION SOBRE EL SISTEMA DE AIREACION.

Debido a que el diagnóstico reveló que el sistema de aireación presenta deficiencia en su capacidad de inyección de aire al grano que se encuentra depositado en las células de almacenamiento, es conveniente que el sistema sea corregido para que suministre la cantidad suficiente de aire (1/10 pies cúbicos por minuto / bushel de grano) necesario para que se mantenga el grano almacenado en la Unidad en perfectas condiciones.

Adicionalmente es importante que los anclajes de los ductos de aireación sean revisados y si fuera necesario reforzar su fijación a las paredes de los silos para evitar su desprendimiento.

9.1.8. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.

Debido que se ha comprobado que al utilizar el sistema de medición de niveles de vacío, esta actividad se realiza de manera sencilla y rápida, es conveniente que los intersilos sean dotados del mismo sistema para eficientar la operación de llenado de todas las células de almacenamiento.

9.1.9. RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y EXPLOSION.

Debido que el diagnóstico reveló que la integridad física de la Unidad y del personal que labora dentro de ella es de lo más importante y podría verse afectada si no se cuenta con sistemas de seguridad apropiados a las condiciones de trabajo, es del todo conveniente que se adapten sistemas contra incendio y explosión más modernos, de mayor capacidad y que ofrezcan una mayor seguridad. En beneficio de la Unidad, del personal y de la operación tan importante que se realiza para el abastecimiento de alimentos básicos, también sería recomendable que se capacitara más a los operarios sobre aspectos de seguridad industrial y que con cierta regularidad se efectuaran simulacros de riesgo para valorar tanto a las técnicas, como a los equipos instalados para seguridad.

9.2. RECOMENDACIONES SOBRE LAS OPERACIONES Y ACTIVIDADES.

Como resultado del diagnóstico efectuado sobre las operaciones de la Unidad, se han realizado algunas recomendaciones en las actividades relacionadas a continuación:

- Planificación de actividades.
- Preparación y acondicionamiento de las instalaciones.
- Recepción del producto.
- Llenado de células de almacenamiento.
- Prácticas de control de plagas y conservación de la calidad.
- Entrega del producto almacenado.

9.2.1. RECOMENDACIONES SOBRE PLANIFICACION DE ACTIVIDADES.

Planificación del mantenimiento.

Debido a que el diagnóstico reveló que los trabajos de mantenimiento de máquinas, equipos e instalaciones no siempre siguen un calendario de aplicación regular, es conveniente que el programa de mantenimiento que existe en la Unidad sea reorganizado, adecuando las partes necesarias para que éste sirva correctamente a los requerimientos prácticos de la Unidad estudiada.

Por otro lado, para que tal programa funcione correctamente es necesario que el taller de mantenimiento sea refaccionado de todos los equipos, herramientas y materiales específicos para realizar su labor. Además deberá contar con la cantidad suficiente de personal capacitado para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que la Unidad requiere.

Planificación de la capacitación del personal.

Debido a la repercusión que tiene la capacitación sobre las actividades que el personal realiza cotidianamente, es conveniente que la Administración Regional promueva y coordine más programas de capacitación sobre temas relacionados con las actividades que en la Unidad se desarrollan. Esta medida contribuirá a hacer más eficiente el trabajo y de acuerdo con las políticas actuales de administración que se han adoptado elevará el nivel de autoestima del personal operativo.

9.2.2. RECOMENDACIONES SOBRE LA PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

Limpieza de células de almacenamiento.

Debido a que el diagnóstico reveló que las actividades de limpieza de las células de almacenamiento se realizan de manera no tan satisfactoria debido a la imposibilidad de desplazar personal a lo largo de las paredes de las células de almacenamiento, es conveniente que se contemple la posibilidad de instalar un malacate eléctrico provisto de una plataforma o canastilla para el personal, con lo que podrá realizarse la limpieza de las paredes interiores de las células de almacenamiento en toda su longitud y con seguridad para el personal que se encargue de realizarla.

Cordones sanitarios.

Debido a que es posible comprobado que el uso de los equipos de aspersión y nebulización utilizados actualmente, eventualmente pueden representar algún riesgo por el peligro de explosión que resulta de sus principios de funcionamiento dentro de la unidad de silos, sería conveniente se considerara la posibilidad de substituirlos por equipos de funcionamiento eléctrico para la aplicación de insecticidas en los cordones sanitarios.

9.2.3. RECOMENDACIONES SOBRE LA RECEPCION DEL PRODUCTO.

Registro del peso.

En el diagnóstico se detectó que actualmente las básculas de plataforma no se estan usando conforme al beneficio que pueden aportar ya que se esta utilizando solo una de ellas para registrar todos los pesos de entrada y salida debido a que con respecto a la otra existente se han registrado diferencias de lectura considerables, por lo que es conveniente que se verifique o corrija su funcionamiento para que realicen su labor correctamente y sean utilizadas ambas conforme al propósito con que fueron instaladas.

En el diagnóstico se reveló que las unidades ferroviarias de transporte de grano son destaradas para calcular el peso neto transportado, mediante el uso del dato de peso anotado en sus costados, situación que no siempre es del todo adecuada debido a que el peso escrito no siempre concuerda con el peso real y su uso podría conducir a errores al obtener el peso neto exacto. Sería recomendable que todos los furgones y carros-tolva que ingresan o lleven grano de la Unidad sean destarados en la báscula destinada para tal actividad para asegurar un registro más fidedigno de las existencias.

Control de existencias.

En el diagnóstico se reveló que la elaboración de los documentos de entrada y salida de productos se realiza mecanográficamente y que el control de esta información se efectúa manualmente, sería conveniente se introdujeran sistemas computarizados que ofrecen un control más exacto y rápido de los inventarios de los productos.

9.2.4. RECOMENDACIONES SOBRE EL LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO.

Eficiencia de los equipos.

Debido a que el diagnóstico reveló que la eficiencia de los equipos instalados para el manejo del grano en la operación de llenado de células de almacenamiento, presenta una reducción en su eficiencia, que es ocasionada por factores que pueden ser controlados, es conveniente que las actividades de supervisión y los trabajos de mantenimiento a esos equipos se realicen conforme al programa de mantenimiento.

Manejo del tamo recuperado.

Debido a que en el proceso de extracción de tamo este es recuperado en una cantidad importante, que posteriormente debe ser desalojada de las tolvas de las unidades de extracción ocasionando que se realicen una serie de actividades para ubicarlo dentro de alguna bodega plana de la misma Unidad, sería conveniente que se establezca con el cliente el desalojo del polvo para evitar que se acumule, en cantidades considerables.

9.2.5. RECOMENDACIONES SOBRE LAS PRACTICAS DE CONTROL DE PLAGAS Y CONSERVACION DE CALIDAD.

Debido a que el diagnóstico reveló que fumigantes sólidos como el fosforo de aluminio se dosifican en forma manual con el consiguiente riesgo de intoxicación que puede sufrir el personal que lo aplica, y ante la posibilidad de que se presenten errores en la distribución atribuibles al factor humano, es conveniente que se adquiera e instale un equipo automático de aplicación de tabletas y pellets de fosforo de hidrógeno, como los que ya existen y que han sido diseñados para funcionar en corrientes de grano trasportado por bandas.

9.2.6. RECOMENDACIONES SOBRE LA ENTREGA DEL PRODUCTO ALMACENADO.

Carga de furgones.

Debido a que el diagnóstico reveló la dificultad y el alto costo que se genera por cargar vehículos de ferrocarril mediante el uso de camiones auxiliares que son llenados en la zona de carga vehículos automotores para luego ser descargados en los furgones, es conveniente que se considerara la posibilidad de construir el sistema de carga de furgones en donde sería provechoso contar con básculas de paso que registren el peso del producto embarcado sin requerir que los furgones sean trasladados a la báscula ferrocarrilera.

Envasado del producto.

Debido a que se ha comprobado que se realizan actividades de envasado de grano en la entrega del producto almacenado, es conveniente considerar que si va a aumentar la solicitud de este servicio, será necesario que se instale una zona de envasado automática en la que se cuente con el equipo adecuado para realizar tal operación de manera económica y rápida.

9.3. RECOMENDACIONES SOBRE OBSERVACIONES A OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO DE LA UNIDAD

Como resultado del diagnóstico efectuado respecto al diseño de la Unidad, es posible plantear algunas recomendaciones sobre los puntos relacionados a continuación:

- Aspectos de construcción de la Unidad.
- Otras observaciones.

9.3.1. RECOMENDACIONES SOBRE ASPECTOS DE CONSTRUCCION DE LA UNIDAD.

Debido a que el diagnóstico denotó que en los sótanos de la torre de elevadores y en los sótanos de los silos se presentan filtraciones humedad que provienen del subsuelo y producen putrefacción en el grano que se derrama en esos lugares, sería conveniente que para evitar esa situación se adoptaran algunas medidas como las siguientes:

- 1.- Que en las áreas mencionadas se canalice el agua hacia un cárcamo que reciba el agua infiltrada y la desaloje al exterior mediante una bomba.
- 2.- Que en los puntos donde ocurre derrama normal de producto se coloque una plataforma que evite que el grano se ponga en contacto con el piso húmedo. Esto evitará daños al grano y facilitará su recuperación.

9.3.2. RECOMENDACIONES SOBRE OTRAS OBSERVACIONES.

Debido a que el diagnóstico reveló que cuando llueve en la linternilla se presentan filtraciones de agua, que escurre a las células de almacenamiento provocando daño al grano que se encuentra ahí, es conveniente que se impermeabilice el techo de la linternilla y así se evite que el agua penetre por esa área.

Debido a que el diagnóstico pudo denotar que el laboratorio no se encuentra ubicado en un edificio que reúna las características necesarias para las funciones que realiza, sería conveniente que se adapte el actual o en su defecto sea construido uno que reúna condiciones de espacio e iluminación.

10. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Anónimo: Medidor de humedad de granos DICKEY-john/ MOTOMCO modelo 919 automático. Manual de operación, versión en español. Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990.
- 2.- Arias, V.C.: Manual de procedimientos para el análisis de granos. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Industrias Agrícolas, México, 1981.
- 3.- Christensen, C.M.: Contaminación por hongos en granos almacenados, Trad. por Ernesto Moreno M., 1ª ed., México, Pax-México, 1976.
- 4.- Cough, M.C.: Temperature ints mesurement in grain silos. Bull of Tropical Products, Centre United Kingdom, 1974.
- 5.- Duffus, C. y Slaughter, C.: Las semillas y sus usos, trad. por Fidel Márquez S., 1ª ed., México, A.G.T. Editor, 1985.
- 6.- Folleto Técnico. Degesch. Manual de información técnica. Phostoxin-Degesch.
- 7.- Folleto Técnico. Drago Granel. Industria de Máquinas LTDA. Tractor cargador. Drago Granel. Industria de Máquinas LTDA, Brasil, 1989.
- 8.- Folleto Técnico. Industrias Gafer, S.A., Báscula de bajo perfil (sin fosa) para camión y trailer. Industrias Gafer, S.A.
- 9.- Folleto Técnico. Kepler Weber Industrial, S.A., Cereal Clening Machine. LC, LC/SP. Grupo Kepler Weber. Brasil, 1988.
- 10.- Folleto Técnico. Kepler Weber Industrial, S.A., Crop dryer. KW 15/25/40/65. Grupo Kepler Weber. Brasil, 1987.
- 11.- Folleto Técnico. Kepler Weber Industrial, S.A., Granifrigor. KWengenharia LTDA., Brasil, 1990.
- 12.- Folleto Técnico. Kepler Weber Industrial, S.A., a Nível de Lavoura. Grupo Kepler Weber. Brasil, 1989.
- 13.- Folleto Técnico. Sansuy S.A., Silos Rurais Sansuy. Sansuy S.A., Industria de plásticos, Brasil, 1990.
- 14.- Folleto Técnico. Sansuy S.A., Vinimazem. Sansuy S.A., Industria de plásticos, Brasil, 1988.
- 15.- Flores, E.: Tratado de economía agrícola, 1ª ed., México, F.C.E., 1976.
- 16.- Gil, G.M.: Manual de secado y aireación para capacitación de técnicos en conservación de granos. Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990.

17.- Gil, G.M.: Sistemas de conservación de granos en ANDSA. Memoria del encuentro latinoamericano sobre almacenamiento y conservación de granos básicos, FAO-CONASUPO-ANDSA. México, 1987.

18.- Gil, G.M.: Trabajos de investigación aplicada, Memoria de trabajos del CENICCANDSA, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990.

19.- Godínez, C.J.: Almacenamiento de granos a la intemperie. Memoria del encuentro latinoamericano sobre almacenamiento y conservación de granos básicos, FAO-CONASUPO-ANDSA. México, 1987.

20.- Godínez, C.J.: Aplicación de insecticidas piretroides por incorporación al grano. Folleto técnico en conservación de granos, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990, año N° 1.

21.- González, A.L.: Estrategia para la prevención de pérdidas en ANDSA. Memoria del encuentro latinoamericano sobre almacenamiento y conservación de granos básicos, FAO-CONASUPO-ANDSA. México, 1987.

22.- Gremlym, R.: Plaguicidas modernos y su acción bioquímica, trad. por Esther Baradón D., 2ª ed., México, LIMUSA, 1986.

23.- I.N.E.G.I.: Estados Unidos Mexicanos. XI Censo general de población y vivienda 1990. Perfil socioeconómico. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 1992.

24.- Jamieson, M. y Jobber, P.: Manejo de los alimentos, trad. por Ramón Palazón B., 1ª ed., México, Pax-México, 1987, I, II y III t.

25.- Kent, N.L.: Tecnología de cereales. Ed., Acribia Zaragoza, España, 1971.

26.- Lindblan, C. y Druben, L.: Almacenamiento del grano, trad. por Javier Jiménez O., 1ª ed., México, Pax-México, 1986.

27.- López, R.D.: Problemas económicos de México, 6ª ed., México, UNAM, 1984.

28.- Metcalf, C. y Flint, W.: Insectos destructivos e insectos útiles, trad. por Alonso Blackaller V., 1ª ed., México, CECSA, 1979.

29.- Moreno, M.E.: El endurecimiento del frijol, Folleto técnico en conservación de granos, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1991, año N° 2.

30.- Moreno, M.E.: Formación de variedades resistentes: Una alternativa para reducir la producción de micotoxinas. Folleto técnico en conservación de granos, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990, año N° 1.

31.- Moreno, M.E.: La problemática y la investigación sobre la conservación de granos: El papel de los hongos de almacén en la conservación de granos y semillas. Memoria del encuentro latinoamericano sobre almacenamiento y conservación de granos básicos, FAO-CONASUPO-ANDSA. México, 1987.

32.- Ortiz, C.A.: Manual de fumigación. Fascículo primero. Uso de bromuro de metilo, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990,

- 33.- Ortíz, C.A.: Manual de procedimientos para el muestreo de granos, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1991.
- 34.- Ortíz, C.A.: Utilización de metil-pirimifos en la conservación de granos almacenados, Memoria de trabajos del CENICCANDSA, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990.
- 35.- Piña, V.G.; Luna, C.P.; Valdovinos, A.M.; y Reyes, L.J.: Irradiación de granos para desinfestación. Folleto técnico en conservación de granos, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1991, año N° 2.
- 36.- Puzzi, D.: Manual de almacenamiento de granos. Depósitos y silos, trad. por Susana N. Alonso y Silvia E. Lerner, 1ª ed. Argentina, Hemisferio Sur, S.A., 1984.
- 37.- Ramayo, R.L.: Tecnología de granos, Universidad Autónoma de Chapingo. Industrias agrícolas.
- 38.- Ramírez, G.M.: Almacenamiento y conservación de granos y semillas, 11ª ed., México, CECSA, 1987.
- 39.- S.A.R.H.: Boletín mensual de información básica del sector agropecuario y forestal. Avance a febrero de 1992. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, 1992.
- 40.- Venegas, C.M.: Causas bioquímicas del endurecimiento del frijol. Folleto técnico en conservación de granos, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1991, año N° 2.
- 41.- Venegas, C.M.: Pruebas microbiológicas y de germinación en sorgo y maíz. Memoria de trabajos del CENICCANDSA, Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. México, 1990.

11. INDICE DE CUADROS.

CUADRO 1.

ESPECIFICACIONES DE ELEVADORES. 25

CUADRO 2.

ESPECIFICACIONES DE BANDAS TRANSPORTADORAS. 28

CUADRO 3.

DISTRIBUCION DE CABLES DE TERMOPARES EN CELULAS DE ALMACENAMIENTO. 50

CUADRO 4.

BANDAS TRANSPORTADORAS PARA EL LLENADO DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO. 81

12. INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1.	
UNIDAD DE SILOS VERTICALES.	10
FIGURA 2.	
CELULAS DE ALMACENAMIENTO (SILOS E INTERSILOS).	12
FIGURA 3.	
UBICACION GENERAL DE LAS INSTALACIONES.	14
FIGURA 4.	
ELEVADORES DE CANGILONES.	24
FIGURA 5.	
SISTEMA DE BANDAS PARA LA ENTRADA DE GRANO.	29
FIGURA 6.	
BANDAS DE LOS SISTEMAS DE INTRODUCCION Y EXTRACCION DE GRANO.	30
FIGURA 7.	
SISTEMA DE BANDAS PARA LA EXTRACCION DE GRANO.	32
FIGURA 8.	
DESVIADOR DE BANDA.	34
FIGURA 9.	
ZONA DE DESCARGA DE CAMIONES.	36

FIGURA 10.	
PALAS DE ARRASTRE ELECTROMECHANICO.	38
FIGURA 11.	
BASCULAS ELECTRONICAS DE PLATAFORMA PARA CAMIONES.	40
FIGURA 12.	
ZONA DE CARGA DE CAMIONES. BASCULAS DE PASO.	43
FIGURA 13.	
SISTEMA DE AIREACION DE CELULAS DE ALMACENAMIENTO.	45
FIGURA 14.	
DUCTOS DEL SISTEMA DE AIREACION.	46
FIGURA 15.	
UBICACION DE TERMOPARES EN CELULAS DE ALMACENAMIENTO.	51
FIGURA 16.	
CONSOLA DE LECTURA DE TEMPERATURAS.	52
FIGURA 17.	
CONSOLA DE MEDICION DE NIVELES DE VACIO.	54
FIGURA 18.	
UNIDAD DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE POLVO Y TAMO.	56
FIGURA 19.	
MUESTREO DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANO AL GRANEL.	70
FIGURA 20.	

ESQUEMA DE MUESTREO DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE GRANOS.	72
FIGURA 21.	
ESQUEMA DE HOMOGENEIZACION Y REDUCCION POR CUARTEO.	73
FIGURA 22.	
MEDIDOR DE HUMEDAD DICKEY-JOHN (MOTOMCO MODELO 919 AUTOMATICO).	75
FIGURA 23.	
ZONA DE DESCARGA DE CAMIONES.	78