

PATENTE DE INVENCION

“SILO HORIZONTAL MODULAR, DESMONTABLE Y MULTIPROPÓSITO CON 5 GRAN CAPACIDAD VOLUMÉTRICA PARA ALMACENAMIENTO DE MATERIALES SÓLIDOS DE FLUJO LIBRE O NO LIBRE”

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al área de la ingeniería de almacenamiento e
10 ingeniería civil, en especial al diseño de silos horizontales como mega construcciones
para almacenamiento de materiales a granel con dificultad de flujo de masas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 El almacenamiento de materiales a granel es una operación indispensable en el sector
industrial donde se necesita el manejo optimizado de materias primas, productos
intermedios o productos finales en estado sólido granulado o semillas.

Las tecnologías convencionales para el almacenamiento de sólidos varían desde el
20 almacenamiento en pila o montón hasta depósitos, tolvas y silos de almacenamiento.

Durante el proceso de ingeniería de almacenamiento, es necesario identificar las
características físicas del material a granel, de las cuales unas de las más importantes
son el tamaño de partícula y el contenido de humedad. Además de lo anterior, es
25 necesario identificar el tipo de flujo que posee y con base en esto elegir la tecnología
para obtener la mejor forma de descarga de la unidad de almacenamiento.

Los depósitos con flujo de masa presentan características muy deseables para los
recipientes de almacenamiento pues, siempre que se abre la compuerta de fondo de
30 los tales es posible obtener un flujo natural por gravedad. En contraste, un depósito con
flujo de embudo puede tener o no flujo natural lo cual complica el retiro del producto a
granel cuando se requiere.

En el caso de diseño de tolvas de flujo de masa, las características principales
35 identificadas normalmente son: las partículas se segregan pero se reúnen en la
descarga; los polvos se desairean y no fluyen cuando se descarga el sistema; el flujo
es uniforme, la densidad del flujo es constante, los indicadores de nivel funcionan
adecuadamente; ausencia de productos en zonas muertas donde pudieran degradarse;
se puede diseñar la tolva para contar con un almacenamiento no segregado o para
40 funcionar como mezcladora.

En el caso de diseño de tolvas de flujo de embudo, las partículas se segregan y permanecen segregadas; la primera porción que entra es la última en salir; pueden permanecer productos en puntos muertos hasta que se realiza la limpieza completa del sistema; los productos tienden a formar puentes o arcos y, luego, a que se formen

5 agujeros de rata durante la descarga; el flujo es errático, la densidad puede variar; los indicadores de nivel se deben situar en puntos clave para que puedan funcionar adecuadamente y las tolvas funcionan bien con sólidos de partículas grandes y flujo libre.

10 Los silos verticales son equipos muy utilizados en caso de poseer materiales sólidos a granel en los cuales se facilita el flujo de masas. Sin embargo, cuando el material de almacenamiento no fluye verticalmente de manera natural y resulta no viable desde el punto de vista económico, es necesario recurrir a otras alternativas.

15 En el estado de la técnica se encuentran propuestas de bodegas horizontales tradicionales para almacenamiento de granos pero normalmente poseen baja capacidad de almacenamiento debido a sus características estructurales, pues suelen colapsar lateralmente por el empuje normal del material a granel cuando se almacena una cantidad considerable de producto. Otras permiten el almacenamiento en bodegas

20 sin paredes pero dejando expuesto el material almacenado a los factores ambientales externos.

Por todo lo anterior, persiste la necesidad de contar con una tecnología para almacenamiento de materiales a granel, que resuelva todos los problemas previamente

25 descritos y se constituya como una alternativa tecnológica de avanzada y de interés para cualquier sector industrial en donde se requiera el almacenamiento de considerables cantidades de materiales sólidos con dificultades de flujo.

OBJETO DE LA INVENCION

30 La presente invención se relaciona con un silo horizontal desmontable, aplicable para almacenamiento de carga general proporcionando un carácter multipropósito, con una capacidad volumétrica considerable para el almacenamiento de sólidos a granel con dificultades de flujo.

35 Las paredes del silo horizontal funcionan como muros de contención que optimizan los sistemas de llenado y descargue del producto garantizando la gran capacidad de almacenamiento y manteniendo la integridad estructural del silo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En las Figuras que acompañan este documento se ilustra, a modo de ejemplo, unas de las realizaciones de la presente invención pero sin limitar el alcance definido en las reivindicaciones. En dichas Figuras, los códigos de referencia indican elementos idénticos o similares sin ser limitativos.

La Figura 1 ilustra la vista general isométrica de un silo horizontal multipropósito (S) de la presente invención.

La Figura 2 presenta la vista isométrica posterior del silo horizontal multipropósito (S) de la presente invención.

La Figura 3 presenta una vista isométrica frontal del silo horizontal multipropósito (S).

La Figura 4 presenta una vista isométrica frontal de la invención sin la cubierta frontal para facilitar la visualización de la conformación interna del silo.

La Figura 5 presenta una vista isométrica lateral de la invención.

La Figura 6 presenta la vista superior de la invención sin la cubierta total para facilitar la visualización de la estructura interna.

La Figura 7 presenta una vista isométrica del invento sin cubierta para identificación de la disposición de las paredes, las puertas y los muros de contención, además se muestra un tramo de muro sin paneles de contención para visualizar la disposición de los paneles de contrafuerte.

La Figura 8 ilustra una vista lateral de un muro de contención que forma parte de la invención.

Las Figuras 9 y 9A presentan detalles de la forma de un panel de contrafuerte que forma parte de la invención.

Las Figuras 10 y 10A presentan detalles de la forma de un panel de contención que forma parte de la invención.

La Figura 11 ilustra la forma y disposición de los dados de amarre que pertenecen a un panel de contrafuerte.

La Figura 12 ilustra la forma de la losa de fundación requerida en la invención.

La Figuras 13 ilustra la apariencia del piso postensado requerido en la invención.

Las Figuras 14 y 14A ilustran vistas en perspectivas de toda la estructura de la losa de fundación postensada incluida la losa de fundación perimetral (4) y el piso de fundación (5), con indicación de los cables inmersos en el material.

La Figura 15 ilustra la configuración de la estructura metálica que sostiene la cubierta de la invención.

La Figura 16 ilustra la configuración de la cubierta de la invención.

La Figura 17 presenta el mecanismo de puertas que forma parte de la invención.

LISTADO DE ELEMENTOS DEL INVENTO

El siguiente listado corresponde al conjunto de elementos que hacen parte de la presente invención. Al frente de cada elemento se indica el código de referencia incluido en el juego de figuras para su fácil identificación.

20	Silo horizontal	(S)
	Panel de contrafuerte	(1)
	Panel de contención	(2)
	Dados de amarre	(3)
	Losa de fundación perimetral	(4)
25	Piso postensado	(5)
	Estructura metálica	(6)
	Cubierta	(7)
	Mecanismo de puertas	(8)
	Puerta exterior corrediza	(8a)
30	Puerta interior elevadiza	(8b)

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención corresponde a un silo horizontal (S), el cual es una mega-construcción civil predominantemente elaborada en concreto, de instalación modular en sitio pero a la vez fácilmente desmontable y con posibilidad de ser instalada en otro lugar.

El silo horizontal (S) está conformado por un conjunto de paneles de contrafuerte (1) dispuestos paralelos entre sí y erguidos alrededor de unos paneles de contención (2) que conforman las paredes principales del cuerpo del silo horizontal (S). Los paneles de contrafuerte (1) y los paneles de contención (2) están dispuestos

perpendicularmente entre sí. En su sección inferior, los paneles de contrafuerte (1) están vinculados a dados de amarre (3) y todo este conjunto hasta ahora mencionado se encuentra sustentado sobre una losa de fundación perimetral (4).

5 Al interior del silo horizontal (S) justo en la losa de fundación perimetral (4) se encuentra el piso postensado (5) y sobre el conjunto de paneles contrafuerte (1) y paneles de contención (2) se dispone una estructura metálica (6) para soporte de la cubierta (7). En la parte frontal y posterior del silo horizontal (S) se dispone un mecanismo de puertas (8) para ingreso y salida de materiales almacenados incluso de
10 la maquinaria que los transporta.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Esta divulgación corresponde a la explicación detallada de una de las modalidades de
15 la invención y no implica la limitación del alcance de la invención definida en las reivindicaciones.

A continuación se hace referencia a la siguiente descripción de un modo ilustrativo y no limitativo de la misma, tomada en conjunto con los dibujos acompañantes en los cuales
20 los números de referencia indican elementos idénticos o semejantes en los dibujos correspondientes.

Para propósitos de la comprensión de la invención, el término “*desmontable*” hace referencia a la posibilidad sorprendente de separar todas las partes que conforman
25 esta mega-construcción cuando se desea trasladar de una zona geográfica a otra después de haberse construido, siempre y cuando esto se defina desde la concepción del proyecto.

El término “*multipropósito*” hace referencia a la posibilidad casi ilimitada de
30 almacenamiento a granel de cualquier material en estado sólido sea este de flujo libre o no, o cualquier otro producto de carga general, convirtiéndose en una bodega o centro de distribución.

La expresión “*horizontal*” cuando acompaña como adjetivo al silo, hace referencia a
35 que el eje longitudinal del silo es paralelo al terreno sobre el cual se asienta.

El silo horizontal (S)

En términos generales y de acuerdo con las figuras 1 a 4, el silo horizontal (S) está
40 conformado por dos cuerpos principales que son: el cuerpo principal del silo y el cuerpo de la cubierta.

El cuerpo principal del silo horizontal (S) es un volumen hueco con forma de prisma trapezoidal, cuya cara inferior o base posee un área superficial menor que la cara superior abierta. De esta manera, las paredes laterales, frontal y posterior del silo horizontal (S) poseen un ángulo de inclinación exterior moderadamente agudo con respecto al eje imaginario "x" coincidente con el suelo.

El cuerpo de cubierta del silo horizontal (S) está dispuesto en la parte superior, justo sobre el cuerpo principal antes mencionado. Es un volumen hueco con forma de prisma triangular de base inferior abierta.

Estos dos cuerpos que forman el silo horizontal (S) encajan entre sí por la cara superior abierta del prisma trapezoidal y por la base inferior abierta del prisma triangular conformando un volumen cerrado.

En el caso del cuerpo principal del silo horizontal (S), las caras laterales, frontal y posterior del prisma trapezoidal están formadas por múltiples paneles de contención (2) puestos uno a uno y apoyados sobre la cara inclinada del panel de contrafuerte (1) (ver figura 5 y 7). Tales paneles de contención (2) se encuentran soportados por un conjunto de paneles de contrafuerte (1) estos últimos erguidos externa y perpendicularmente a los paneles de contención (2) en secciones uniformes alrededor de todo el prisma trapezoidal.

Tal como puede observarse en la figura 8, los paneles de contrafuerte (1) poseen en su porción inferior un vínculo a dados de amarre (3) para proporcionarles mayor estabilidad. Todo este conjunto anteriormente mencionado está soportado sobre una losa de fundación perimetral (4) unida al piso (5) por un sistema de cables postensados (Figuras 14 y 14A). Tanto en la cara frontal como en la posterior del cuerpo principal del silo horizontal (S) se encuentra un mecanismo de puertas (8) para ingreso y salida del material almacenado y equipos (ver figuras 4 y 17).

En el caso del cuerpo de cubierta del silo horizontal (S), las caras frontal, posterior y superiores del prisma triangular conforman la cubierta (7) del silo horizontal (S) soportada por una estructura metálica (6) que se encuentra apoyada al cuerpo principal del silo horizontal (S) (ver figuras 15 y 16).

En una modalidad de la presente invención, sin ser una limitante en la definición de otras dimensiones, el silo horizontal (S) puede presentar un área total de piso de 1238 m² con 55 m de largo y 22,5 m de ancho. Otras modalidades pueden tener hasta 135 m de largo para un área superficial total de piso de 3037,5 m². El silo horizontal (S) puede poseer hasta 99 unidades de paneles con un área de paneles de 1199 m² y una sorprendente capacidad total de almacenamiento sin presentar ningún tipo de colapso de paredes ni salida indeseable de producto almacenado.

A continuación se analiza en detalle cada uno de los elementos esenciales que forman parte de la invención.

5 *Paneles de contrafuerte*

La función principal de los paneles de contrafuerte (1) es sostener los paneles de contención (2) sobre los cuales se recuesta el producto almacenado dentro del silo horizontal (S) y además servir de apoyo para la estructura metálica (6) de la cubierta (7).

Los paneles de contrafuerte (1) transmiten las cargas del empuje activo del producto almacenado y las cargas de la estructura metálica (6) de la cubierta (7) al piso de fundación (5) del silo horizontal (S).

Tal como puede apreciarse en las figuras 8, 9 y 9A, los paneles de contrafuerte (1) presentan forma trapezoidal cuya base mayor o principal se encuentra en contacto con la losa de fundación perimetral (4).

Los paneles de contrafuerte (1) están compuestos principalmente de concreto reforzado con acero, cumpliendo con los requisitos estructurales para elementos de concreto reforzado de la norma sismo resistente vigente en Colombia NSR-10. Debido a su forma trapezoidal son elementos con una alta inercia y cuando son dispuestos de forma perpendicular a los paneles de contención (2) aportan una gran rigidez al conjunto. Además, los paneles de contrafuerte (1) contienen elementos embebidos en el concreto como lo son los pernos para anclar la estructura metálica (6), los insertos para el posterior izaje y apuntalamiento provisional y los pasadores para anclar los dados de amarre (3) y lograr así la conexión con la losa de fundación.

30 *Paneles de contención*

La función principal de los paneles de contención (2) es contener el producto almacenado dentro del silo horizontal (S), y repartir los esfuerzos equitativamente a los paneles de contrafuerte (1) inmediatamente adyacentes a cada panel de contención (2).

Tal como puede observarse en las figuras 4, 10 y 10A, los paneles de contención (2) presentan forma cuadrilátera excepto los dispuestos en las esquinas del cuerpo principal del silo horizontal (S), los cuales son de forma trapezoidal.

Los paneles de contención (2) están compuestos principalmente de concreto reforzado con acero en todas las direcciones, cumpliendo con los requisitos estructurales para

elementos de concreto reforzado de la norma sismo resistente vigente en Colombia NSR-10. Son elementos con alta resistencia a la flexión y a la deformabilidad, ya que son los elementos que reciben directamente la carga del material sólido almacenado, y que debido a la distancia entre paneles contrafuertes (1) son elementos que tienen una

5 alta demanda de esfuerzos a flexión los cuales son completamente soportados y transferidos a los paneles de contrafuerte (1). Los paneles de contención (2) contienen embebidos en el concreto los insertos de izaje y otro tipo de anclaje para asegurarlos en su parte inferior a los dados de amarre y en su parte superior a los paneles de contrafuerte.

10

Dados de amarre

La función principal de los dados de amarre (3) es anclar cada uno de los paneles de contrafuerte (1) a la losa de fundación perimetral (4) para restringir el momento

15 volcador que produce el empuje del grano, restringir el desplazamiento de este elemento en cualquier dirección y brindarle la rigidez necesaria.

Cada uno de los paneles de contrafuerte (1) posee por lo menos cuatro dados de amarre, tal como puede observarse en las figuras 1 y 11.

20

Los dados de amarre (3) son elementos de concreto altamente reforzados, considerados estructuralmente como empotrados a la losa de fundación (4), diseñados para resistir el momento volcador y la fuerza horizontal transmitida desde los paneles de contrafuerte (1) por el empuje del material almacenado y así evitar el volcamiento

25 del sistema.

Cada par de dados de amarre contiene unos pasadores cilíndricos de acero de gran diámetro que atraviesan los paneles de contrafuerte (1) y son los que aseguran la rigidez y estabilidad del amarre de los dos elementos.

30

Losa de fundación

La función principal de la losa de fundación perimetral (4) es recibir las fuerzas que viajan por el sistema de transmisión de cargas del silo horizontal (S) y distribuirlas hacia

35 el suelo sin sobrepasar las fuerzas de diseño estimadas.

De acuerdo con las figuras 5, 6 y 12, la losa de fundación perimetral (4) que forma parte del silo horizontal (S) posee un área superficial total superior al área del cuerpo principal del silo y es una placa de área superficial en forma de marco cuadrilátero,

40 preferiblemente rectangular.

La losa de fundación perimetral (4) está compuesta principalmente por concreto reforzado con acero en todas las direcciones cumpliendo con los requisitos para concreto reforzado de la NSR-10. Posee un espesor de placa mayor al piso postensado (5). Esta losa está diseñada para soportar todas las fuerzas puntuales que ejercen los paneles de contrafuerte (1) y distribuirlas sobre el suelo, por lo cual en algunas zonas es altamente reforzada.

Piso postensado

- 10 La función principal del piso postensado (5) en el interior del silo horizontal (S) es generar una superficie de apoyo lo más limpia, plana y uniforme para almacenar los productos requeridos, sobre el cual también se pueden movilizar montacargas, grúas, tracto camiones, etc.
- 15 Su sistema de postensado asegura que todas las grietas sufridas en el piso por fatiga, contracción y retracción del concreto, o sobre esfuerzo permanecerán cerradas.

En términos generales, el piso postensado (5) está conformado por losas cuyo refuerzo es reemplazado por cables internos no adheridos de alta resistencia que cumplen con unas características importantes durante el diseño (ver figuras 13, 14 y 14A).

Las losas postensadas garantizan mayor control del alabeo, reducción de juntas, mejor repartición de las cargas, rapidez de ejecución y una garantía en la postura adecuada del refuerzo estructural. Además, permiten diversas posibilidades de construcción sobre terreno o losa de contrapiso, sobre terreno arcilloso, pisos de concreto o losas de cimentación de tipo no ligadas.

Las placas postensadas generan menos juntas lo cual es posible debido al sistema de postensado en el que los cables de acero comprimen la placa de modo que evita la fisuración debido a la retracción del concreto por fraguado inicial.

Estructura metálica

La función principal de la estructura metálica en el silo horizontal (S) es generar una estructura de soporte para la cubierta (7), y transmitir a los paneles de contrafuerte las fuerzas laterales provocadas por factores externos tales como como viento y/o sismo. También sirve como estructura de soporte para los equipos de mecanización automatizada, los cuales abastecen el silo horizontal (S) del producto a almacenar.

40 En las figuras 4, 6 y 15 se aprecia la configuración de la estructura metálica (6) y su modo de ensamble sobre el cuerpo principal del silo horizontal (S).

Cubierta

La función principal de la cubierta (7) es aislar el volumen interior del silo horizontal (S) del ambiente exterior, generando internamente un espacio más fresco, libre de agua y cualquier otro tipo de humedad proveniente del entorno donde se encuentra localizado el silo horizontal (S).

La cubierta (7) del silo horizontal (S) está compuesta principalmente por teja metálica (tipo "Standing Seam"), la cual ofrece grandes ventajas como lo son: incombustibles, resistentes a la oxidación, fáciles de instalar, altos índices de reflexión solar y emitancia térmica, lo que se traduce en un ambiente adecuado para el producto almacenado dentro del silo horizontal (S), además de la capacidad estructural adecuada para resistir las cargas muertas y cargas vivas declaradas por la NSR-10 para este tipo de edificaciones. Las tejas "Standing Seam" se obtienen por un sistema para la fabricación en sitio, de cubiertas sin traslapos, a través de un proceso de rolado en frío de láminas de acero galvanizado, en máquinas formadoras de paneles que fabrican módulos en dos tipos de espesor y geometría, grafados y sellados de forma manual o mecánica.

Adicionalmente, la cubierta (7) podría estar formada por láminas independientes metálicas o plásticas. La configuración de la cubierta (7) se aprecia claramente en las figuras 1, 2 y 16.

Mecanismo de puertas

La función principal del mecanismo de puertas es proveer al silo horizontal (S) un cerramiento completo, con un sistema de puertas mecanizado que permite acceder a un 100% de la capacidad de carga del silo con las puertas cerradas, además que permite el control de ingreso y salida al silo para mayor seguridad.

Como puede observarse en las figuras 7 y 17, cada entrada al silo horizontal (S) se compone por un mecanismo de acceso a base de dos puertas, una puerta interna elevadiza (8b) con sistema de apertura y cierre vertical y la capacidad de contener el producto almacenado, y otra puerta externa corrediza (8a) con sistema de apertura y cierre horizontal la cual cumple la función de cerramiento externo pero sin capacidad de contención de producto almacenado.

Este mecanismo de puertas (8) está diseñada específicamente para el silo horizontal (S) y no son conocidas en otro tipo de edificación. El mecanismo de puertas (8) está construido en acero estructural de alta calidad y resistencia, su geometría y forma se puede observar en las figuras arriba indicadas.

La puerta corrediza (8a) está dispuesta de forma paralela a la puerta elevadiza (8b) con espacio entre ellas. Dicha puerta corrediza (8a) dispuesta externamente y ensamblada a un par de paneles de contrafuerte (1) a ambos lados.

- 5 La puerta elevadiza (8b) dispuesta internamente y ensamblada a un par de paneles de contención (2) a ambos lados.

Técnica de construcción del silo horizontal

- 10 Es la técnica mediante la cual los elementos de concreto que conforman el silo horizontal (paneles de contrafuerte y paneles de contención) son prefabricados en obra, en forma horizontal, y luego por medio de grúa, son izados y colocados en su posición final.
- 15 Con esta técnica se moldean los paneles de los muros del proyecto en un piso alisado in situ y luego son elevados por grúa a su posición final. Esto es conveniente porque emplea menos material para formar los elementos de los muros, los cuales soportan cargas del marco estructural y el techo, elimina la necesidad de transportación y facilita el posicionamiento de todas las instalaciones que van en el panel pues se elaboran de
- 20 manera horizontal y no vertical. Todo ello permite la ejecución del proyecto en menor tiempo comparado con las técnicas tradicionales.

A continuación se describen las etapas de la técnica empleada para la construcción del silo horizontal (S) de la presente invención:

25

Vaciado de fundaciones y pisos

- Esta etapa se realiza de modo que el vaciado sea de forma monolítica. Los pisos y fundaciones están conformados por una losa perimetral y un piso central que en
- 30 conjunto con el sistema de cables postensados trabajan como una gran losa de fundación perimetral (4), soporte de todo el silo horizontal (S).

Los principales materiales requeridos en la conformación de los pisos y fundaciones del invento son: concreto, acero, cables postensados, aditivos y maderas.

35

Localización y replanteo – Ejes

- Se realiza de acuerdo con el plano, planta de cimentación, teniendo en cuenta las cotas, medidas y distancias entre los ejes, con una comisión de topografía. Para esto
- 40 se usará estación total, nivel topográfico, plomada, cinta métrica y estacas.

Excavación y perfilación – Losa de fundación

Se realiza de acuerdo con los planos, planta de cimentación y detalles de cimentación, notas y especificaciones, teniendo en cuenta las cotas, medidas y distancias internas, externas, superiores e inferiores, para esto se usa retroexcavadora, coches, picas,
5 barras y palas.

Nivelación del terreno

Se realiza de acuerdo con los planos, planta de cimentación y detalles de cimentación,
10 notas y especificaciones, teniendo en cuenta las cotas, medidas y distancias superiores e inferiores, para esto se usa coches, picas, palas y arena.

Instalar el acero de refuerzo

15 La instalación del acero de refuerzo se debe realizar de acuerdo con los planos de detalles de cimentación, notas y especificaciones, teniendo en cuenta los diámetros, longitudes, traslapes y figuras de las secciones, del refuerzo superior e inferior adicional.

20 Instalar los cables de refuerzo postensado

La instalación se realiza de acuerdo con el plano de planta de refuerzo tensionado en placa de piso, teniendo en cuenta los diámetros, longitudes, traslapes y separaciones de los cables, instalándose entre el refuerzo que va en cada dirección y en cada cara.

25

Instalar las formaletas – Borde

La instalación de formaletas se debe realizar por el perímetro de la placa de piso de acuerdo a la planta de cimentación y a las juntas de dilatación del vaciado del concreto,
30 instalando las tapas (Super T y/o Madera Aglomerada) con sus respectivos apoyos (Largueros), distancieros (Listones) y cortes (Pases – Cables de Refuerzo Tensionado) por todo el perímetro exterior para garantizar plomos, hilos y niveles.

Se verifica que al colocar los puntales de apoyo, repisas o pie de amigos, quede
35 espacio suficiente para que el personal pueda caminar por el perímetro de la losa durante el proceso de vaciado.

Vaciar el concreto

40 El vaciado del concreto se realiza de acuerdo con el área ya preparada, chequeada y revisada, según lo especificado en los planos de planta de cimentación, planta de refuerzo tensionado en placa de piso y detalles de cimentación, notas y

especificaciones, calculando y midiendo el volumen de concreto con suficiente anticipación.

5 Se debe marcar y verificar el nivel de acabado que debe tener el piso, en puntos tales que se puedan utilizar de guía para el control de la cantidad de concreto vaciado. Luego, ubicar los puentes o caminaderos sobre el armazón, para el transporte y colocación de la mezcla.

10 Se realiza una limpieza previa al vaciado, quitando basuras desechos de tubos, alambre quemado, madera, restos de concreto y todo lo que pueda disminuir la adherencia entre el refuerzo y el concreto y la resistencia de los pisos.

15 Una vez terminado el recorrido del área, se aplica un componente facilitador de acabado y reductor de evaporación (por ejemplo SikaFilmm) con el propósito de retardar la evaporación del agua y evitar la pérdida de la humedad de la superficie del concreto.

El vaciado del concreto se debe realizar con una cuadrilla conformada por arrastradores, vibradores, recorredores, pulidores o acabadores.

20 *Acabado*

El acabado se realiza después de que el concreto haya fraguado lo suficiente como para aguantar el peso de la allanadora y de la persona que la opera hasta llegar al acabado superficial especificado en el proyecto, tal como una superficie lisa y brillante.

25 *Curado*

30 El curado se lleva a cabo con un componente químico curador con base solvente (Antisol Rojo de Sika, por ejemplo) o con agua, manteniendo inundada el área vaciada por el tiempo requerido. La aplicación se realiza mediante aspersora justo después de darle el acabado superficial al piso.

Vaciado de paneles

35 Antes de iniciar esta etapa, deben estar listos los vaciados de los pisos o pistas que servirán de camas o moldes para el vaciado de los paneles. Se debe verificar el trazado horizontal de las camas según las dimensiones de diseño y verificar la disponibilidad de materiales, herramientas y equipos requeridos.

40 Los materiales requeridos para el vaciado de paneles son: concreto, acero, insertos, aditivos y madera. Por su parte, las herramientas y equipos para esta etapa son tableros, largueros, listones, molduras y clavos para la formaletería; coches, mixer o

bombas para vaciado de concreto; vibradores, allanadoras, aspersora, aspiradora, sopladora, palas, palustres, arrastradores, codales, llanas, reglas y equipo para toma de muestras del concreto, entre otros.

- 5 A continuación se describen las actividades requeridas durante el proceso de vaciado de paneles.

Realizar actividades de localización y replanteo – camas

- 10 Se debe realizar de acuerdo con los planos de geometría y refuerzo de cada panel teniendo en cuenta las cotas, medidas y distancias internas, externas y diagonales y respetando la información del plano “Lay Out” que define la secuencia de armado de las camas y las distancias que debe haber entre ellas, dejando el espacio para la circulación del Mixer y la Grúa, para esto se usa flexómetro, cinta y cimbra.

15

Elaborar formaleta – Camas

- La instalación se debe realizar de acuerdo a la localización y replanteo de cada cama, instalado los tableros (Súper T) con sus respectivos apoyos (Largueros) y distancieros (Listones) por todo el perímetro exterior para garantizar plomos, hilos y niveles. Por el interior se instala moldura tipo chaflán de 2 x 2 cm en la parte superior e inferior de cada panel.

25

Aplicar Antiadherente

El antiadherente como su nombre lo indica es el que permite el desencofre de los paneles de una manera suave, evitando el pegue entre paneles.

- 30 La aplicación de la primera mano se realiza después de instalar la formaleta al piso, la segunda mano se aplica apenas haya fraguado y secado la primera. Esto se hace con aspersora y rodillo de felpa de forma perpendicular entre capas.

Instalar el acero de refuerzo

- 35 La instalación se debe realizar de acuerdo con los planos de geometría y refuerzo de cada panel, teniendo en cuenta los diámetros, longitudes y figuras del refuerzo interior y exterior vertical, del refuerzo interior horizontal, del refuerzo exterior horizontal, de la distribución de estribos y del despiece.

- 40 *Instalar los insertos*

La instalación se debe realizar de acuerdo con los planos de geometría y refuerzo de cada panel, teniendo en cuenta la ubicación y el tipo de inserto.

La instalación de pernos de anclaje – contrafuertes

5

La instalación se debe realizar de acuerdo con los planos de geometría y refuerzo de cada panel, teniendo en cuenta la ubicación y el tipo de perno de anclaje.

Vaciado de concreto

10

El vaciado del concreto se debe realizar de acuerdo con la cantidad de camas que estén listas, chequeadas y revisadas, según lo especificado en los planos de geometría y refuerzo de cada panel, calculando y midiendo el volumen de concreto con buena anticipación. Previo al vaciado, se deben tener listos los puentes o caminaderos sobre el armazón, para el transporte y colocación de la mezcla.

15

Se realiza una limpieza previa al vaciado, quitando basuras desechos de tubos, alambre quemado, madera, restos de concreto y todo lo que pueda disminuir la adherencia entre el refuerzo y el concreto y la resistencia de los paneles.

20

El vaciado del concreto se debe realizar con una cuadrilla conformada por arrastradores, vibradores, recorredores, pulidores o acabadores.

Acabado

25

El acabado se realiza después de que el concreto haya fraguado lo suficiente como para aguantar el peso de la allanadora y de la persona que la opera hasta llegar al acabado superficial especificado en el proyecto, superficie lisa y brillante.

Curado

30

La aplicación de la primera mano se realiza después de darle el acabado superficial al panel, la segunda mano se aplica apenas haya fraguado y secado la primera. Esto se hace con aspersora y rodillo de felpa.

35

Izaje de paneles

Los siguientes son las herramientas y equipos necesarios para realizar esta operación: grúa, viga de izaje, grilletes, cable de acero, poleas, “ring clutch”, puntales, taladros y herramientas menores conocidas por la persona normalmente versada en la material.

40

Las condiciones generales requeridas para el izaje de paneles son:

- Comprobar las especificaciones de la Grúa
- Revisar la correcta instalación de los insertos de izaje y de fijación
- Verificar el estado de los equipos: Viga de izaje, Grilletes, Cable de acero, Poleas, Ring Clutch, Puntales y Taladros.
- Verificar la disponibilidad de las herramientas: Cadenas, Llaves, Barras Burke, Platinas, Aceradas, Brocas, Pernos de anclaje tipo cuña, Escaleras y Bloques de madera.
- Verificar con laboratorio la resistencia de izaje de los paneles de concreto reforzado.

Requisitos y tolerancias

Las ubicaciones deben ser las indicadas en los planos. La tolerancia es de +/- 0,5 cm en cualquiera de sus direcciones, garantizando plomos, hilos y niveles.

Se debe alcanzar la resistencia del concreto especificada en los planos y verificarla realizando los ensayos de laboratorio.

Actividades a desarrollar durante el proceso

Previo al izaje es necesario que estén listos todos los paneles de concreto reforzado, las bases de nivelación, verificar el trazado de los ejes, la disponibilidad de materiales, herramientas y equipos requeridos.

Ejecución

Bases de Nivelación

- La localización y replanteo se debe realizar de acuerdo al plano, planta de cimentación y bases de nivelación, teniendo en cuenta las cotas, medidas, niveles y distancias entre los ejes, con una comisión de topografía, para esto se usa estación total, nivel topográfico, plomada, cinta métrica, tornillos de cabeza plana y chazos plásticos.
- La instalación de la formaleta se debe realizar de acuerdo al plano de bases de nivelación teniendo en cuenta las cotas, medidas, niveles y distancias, instalando tramos de súper T, largueros y/o listones por todo el perímetro exterior para garantizar plomos, hilos y niveles.
- El vaciado del concreto se debe realizar de acuerdo a la cantidad de bases que estén listas, chequeadas y revisadas, según lo especificado en el plano de bases de

nivelación, calculando, preparando y/o pidiendo el volumen de concreto con buena anticipación.

5 Se realiza una limpieza previa al vaciado, quitando basuras desechos de tubos, alambre quemado, madera, restos de concreto y todo lo que pueda disminuir la adherencia entre el piso y la base de concreto.

Grúa

10 El sub-contratista seleccionado deberá tener conocimiento del procedimiento de izaje y contar con operarios debidamente capacitados para realizar las maniobras. Revisar la condición de los equipos previo al inicio de la actividad y disponer de la seguridad necesaria para evitar accidentes durante la maniobra. Adicionalmente se debe contar con la cuadrilla especializada de izaje que dará las indicaciones al operario y llevará los
15 paneles a su ubicación final.

Las actividades a desarrollar al momento de la maniobra de la grúa son:

- Montaje de Aparejos – Viga de Izaje, Grilletes, Cables de acero y Poleas
- 20 ● Limpieza de Insertos
- Instalación de Puntales – Pernos de Anclaje
- Instalación de Ring Clutch
- Izaje del panel
- Desplazamiento y Ubicación del panel
- 25 ● Fijación del panel

Acabado de paneles y pisos

Una vez terminado el proceso de izaje, se procede a dar acabado final a los elementos
30 que componen el sistema para lograr un acabado homogéneo y limpio dentro de las condiciones propias de los materiales. En esta etapa adicionalmente se construyen los elementos finales tales como: resanes de insertos, sello juntas, construcción medias cañas, lavado de los paneles y de los pisos.

35 *Efectos Técnicos*

La presente invención genera efectos técnicos sorprendentes e inesperados que resuelven por completo el conjunto de problemas hasta ahora presentados por los aparatos convencionales. Algunos de estos efectos son los siguientes:

- 40
- Este modelo de silo es modular, desmontable y puede ser trasladado a otro sitio de acuerdo con los requerimientos de proceso o de distribución en planta.

- Asepsia y buenas prácticas de manufactura. Las paredes interiores presentan un acabado liso y duro que facilita su limpieza.
- Rapidez de construcción. Por ser un sistema industrializado de construcción, se tiene la certeza de los tiempos de ejecución. Mientras se terminan los diseños, se puede iniciar la obra, logrando menores plazos de ejecución.
- Movilidad. De la misma forma que las paredes en concreto son instaladas, pueden ser desmontadas y trasladadas a otro sitio o vendidas a un cliente externo.
- Sistema comprobado. Alta eficiencia demostrable lograda integrando el sistema de construcción en los muros de contención y el edificio metálico con pre-ingeniería para la cubierta.
- Ingeniería verde. Es un sistema constructivo sostenible y amigable con el medio ambiente.
- Máximo Factor de Estiba FB: $13 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (relación entre los metros cúbicos de producto almacenado por unidad de área en metros cuadrados de bodega) y 9,8 toneladas por metro cuadrado ($9800 \text{ kg}/\text{m}^2$) (relación entre la cantidad de producto almacenado por unidad de área en metros cuadrados de bodega).
- Gran capacidad de almacenamiento de hasta 36000 toneladas de material (36000000 kg) con el sistema integrado de puertas de contención.
- Facilidad de movilidad o traslado porque los muros son prefabricados y como se arma se puede desarmar.
- Asepsia y cumplimiento de buenas prácticas de manufactura porque los pisos y paredes son completamente lisos y duros.
- El sistema de muros y contrafuertes es más flexible que los sistemas tradicionales y transmite menores cargas al terreno de fundación, las cuales pueden ser manejadas casi siempre sin usar costosas cimentaciones profundas.
- Rapidez de construcción porque los muros de contención son prefabricados.
- Menores riesgos durante la construcción, pues no se requiere de gran cantidad de trabajos en altura.
- Las piezas que son golpeadas en forma severa por los equipos de cargue, pueden ser fácilmente reemplazadas.

Esta técnica aporta limpieza, rapidez y eficiencia en el proceso de construcción de los silos de almacenamiento horizontal. Por su misma configuración, el sistema es auto-estable, rápido, eficiente y seguro.

Aunque la presente invención que ha sido descrita se ha explicado con referencia a unas modalidades preferidas, será apreciable que diversas modificaciones o variaciones son posibles sin alejarse del espíritu o alcance definido en las reivindicaciones.

RESUMEN

La presente invención pertenece al área de la ingeniería de almacenamiento e ingeniería civil, en especial al diseño de silos horizontales como mega construcciones para almacenamiento de materiales a granel con dificultad de flujo de masas.

La invención corresponde a un silo horizontal (S), el cual es una mega-construcción civil predominantemente elaborada en concreto, de instalación modular en sitio pero a la vez fácilmente desmontable y con posibilidad de ser instalada en otro lugar.

El silo horizontal (S) está conformado por un conjunto de paneles de contrafuerte (1) dispuestos paralelos entre sí y erguidos alrededor de unos paneles de contención (2) que conforman las paredes principales del cuerpo del silo horizontal (S). Los paneles de contrafuerte (1) y los paneles de contención (2) están dispuestos perpendicularmente entre sí. En su sección inferior, los paneles de contrafuerte (1) están vinculados a dados de amarre (3) y todo este conjunto hasta ahora mencionado se encuentra sustentado sobre una losa de fundación perimetral (4).

Al interior del silo horizontal (S) justo en la losa de fundación perimetral (4) se encuentra el piso postensado (5) y sobre el conjunto de paneles contrafuerte (1) y paneles de contención (2) se dispone una estructura metálica (6) para soporte de la cubierta (7). En la parte frontal y posterior del silo horizontal (S) se dispone un mecanismo de puertas (8) para ingreso y salida de materiales almacenados incluso de la maquinaria que los transporta.

* * * * *

REIVINDICACIONES

1. Un silo horizontal (S) modular, desmontable y multipropósito para almacenamiento de materiales sólidos de flujo libre o no libre, **que comprende:**

un cuerpo principal con forma de prisma trapezoidal de base principal abierta, cuyas caras laterales, frontal y posterior están formadas por paneles de contención (2) unidos entre sí, soportados por paneles de contrafuerte (1) erguidos externa y perpendicularmente a los paneles de contención (1) en secciones uniformes en derredor de todo el cuerpo principal; cada uno de dichos paneles de contrafuerte (1) vinculados en su porción inferior a dados de amarre (3); todo este conjunto mencionado soportado sobre una losa de fundación perimetral (4) con un piso postensado (5) en la sección superficial interior de dicho silo horizontal (S); las caras frontal y posterior del cuerpo principal poseen un mecanismo de puertas (8) conformado por una puerta corrediza (8a) y una puerta elevadiza (8b); y

un cuerpo de cubierta de base abierta, conformado por una cubierta (7) soportada por una estructura metálica (6);

dicho cuerpo principal y dicho cuerpo de cubierta ensamblados entre sí mediante la estructura metálica (6) y los paneles de contrafuerte (1).

2. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde los paneles de contrafuerte (1) son de concreto reforzado con acero, presentan forma trapezoidal cuya base principal se encuentra en contacto con la losa de fundación perimetral (4), contienen embebidos dentro de dichos paneles de contrafuerte (1) unos pernos de anclaje de la estructura metálica (6), insertos de izaje y apuntalamiento provisional y pasadores para anclaje de los dados de amarre (3).
3. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde los paneles de contención (2) son de concreto reforzado con acero en todas las direcciones, presentan forma cuadrilátera y esquineros de forma trapezoidal, contienen embebidos en el concreto los insertos de izaje y anclajes de aseguramiento a la losa de fundación perimetral (4).
4. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 2, en donde cada uno de los paneles de contrafuerte (1) poseen cuatro dados de amarre (3) vinculados en su porción inferior.
5. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 4, en donde cada uno de los dados de amarre (3) es de concreto reforzado, están empotrados a la losa de

fundación perimetral (4) y cada uno de tales dados contiene pasadores cilíndricos de acero.

6. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la losa de fundación perimetral (4) es de concreto reforzado con acero en todas las direcciones.
7. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el piso postensado (5) es homogéneo y está formado por losas y cables internos de acero.
8. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la cubierta (7) posee forma de prisma triangular compuesta por teja de láminas plásticas o de acero galvanizado libres de traslapos.
9. El silo horizontal (S) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el mecanismo de puertas (8) es de acero estructural.
10. El silo horizontal (S) de acuerdo con las Reivindicaciones 1 y 9, en donde la puerta corrediza (8a) está dispuesta de forma paralela a la puerta elevadiza (8b) con espacio entre ellas, dicha puerta corrediza (8a) dispuesta externamente y ensamblada a un par de paneles de contrafuerte (1) en ambos lados.
11. El silo horizontal (S) de acuerdo con las Reivindicaciones 1 y 9, en donde y dicha puerta elevadiza (8b) dispuesta internamente y ensamblada a un par de paneles de contención (2) en ambos lados.

* * * * *