

DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE POLVO ADITIVO PARA LA FABRICACION DE DETERGENTE

Ricardo García Morán¹, Manuel Helguero González².

¹Ingeniero Mecánico 2005.

²Director de Tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Postgrado en Universidad de San Pietro In VÍcoli, Italia, Profesor de ESPOL.

RESUMEN.

La presente tesis muestra el proceso de Diseño, Construcción y Montaje de una Planta Productora de Polvo Aditivo para la Fabricación de Detergente.

Para el efecto se analizan los diferentes factores que intervienen en el diseño de la planta, se procederá a dimensionar la estructura de la planta de acuerdo a los requerimientos del diseño y el espacio disponible. Este trabajo incluye analizar los procesos y determinar las características de los equipos y su ubicación en el área determinada, analizar el funcionamiento de cada máquina para su correcta instalación mediante un cronograma de trabajo.

Como resultado de la tesis se presenta un diseño funcional, basado en normas AISC; ASME; entre otras, la planta se encuentra funcionando desde el 2002, con una eficiencia del proceso del 99.5% cuenta con todas las normas de seguridad para el operador, y ha cumplido satisfactoriamente todas las expectativas de los administradores de esta fábrica de detergentes.

The present thesis shows the process of Design, Construction and Assembly of a Plant Producer of Preservative Powder for the Production of Detergent.

For the effect the different factors that intervene in the design of the plant are analyzed, Then we will proceed to measurement the structure of the plant according to the requirements of the design and the available space. This work includes to analyze the processes and to determine the characteristics of the equipment and this location in the certain area, to analyze the operation of each machine for its correct installation by means of a work chronogram.

As a result of the thesis a functional design is presented, based on norms AISC; ASME; among other, the plant is working from the 2002, with an efficiency of the process of 99.5% it has all the norms of security for the operator, and it has completed all the expectations of the administrators of this factory of detergents satisfactorily.

INTRODUCCION

La constante necesidad de optimizar los procesos de producción, para poder competir con un mejor producto en el mercado nacional e internacional, hizo que en el año 2002 una fábrica de detergentes locales encargara a la compañía A&H en la cual yo laboraba, el diseño y montaje de una planta para producir agregados para el detergente.

En la presente tesis **“Diseño, Montaje y Construcción de una planta productora de polvo aditivo para la fabricación de detergente”** se muestra de una manera ordenada, el proceso de desarrollo de un proyecto de ingeniería, desde la identificación y análisis del problema hasta la determinación del costo de la obra y su ejecución.

Primero se analiza el problema identificando la necesidad, luego se elabora un bosquejo general de solución, seguidamente se procede al diseño y selección de los componentes necesarios para producir el aditivo, a demás se realiza el montaje y finalmente se presenta un estudio del costo final de la obra.

CONTENIDO

Requerimientos generales de diseño.

Para la elaboración de la cantidad propuesta de aditivo por los dueños de la planta, e interpretando el diagrama de flujo del proceso, se necesita seguir el siguiente procedimiento:

A 150 Kg. de polvo base sin encimas se le añaden 4.23 Kg de zeolita y 4.23 Kg. de silica gel, estos componentes son introducidos en el mezclador.

Se prepara una solución compuesta de propilenglicol líquido 10.26 Kg y tinolux 2.14 Kg ,esta solución de tinolux con propilenglicol es homogenizada haciéndola recircular en un circuito cerrado a una presión de 7 bar .

Una vez homogenizada la solución es introducida y atomizada en el mezclador que se encuentra girando a 12 rev/min.

Los gránulos que salen del mezclador deben ser tamizados en una zaranda con malla de 1200 micrones para luego, el producto final ser depositado en sacones de 170 Kg. En este punto el aditivo ya se encuentran listos para ser transportados a otro punto de la planta en donde se prosigue con el proceso para la fabricación de detergente.

Tomando en consideración las características del proceso, la naturaleza de los elementos que forman parte de el mismo, así como el espacio disponible, se establecen los siguientes lineamientos generales para diseñar y construir la planta.

Se dividirá la planta en las siguientes secciones o sistemas..

Estructura principal.
Sistema de mezcla.
Sistema de bombeo y atomizado.
Sistema de zaranda.

Estructura de la planta.

La estructura de la planta tiene que ser de un piso, presentar las facilidades para el transporte y almacenamiento de los materiales involucrados en el proceso. Además debe contener un puente grúa con capacidad de 1 Ton. en la parte superior para el traslado de la materia prima procesada a los diferentes sistemas en sacones.

La estructura debe poseer pasamanos perimetral, escalera de acceso, así como tolvas para alimentar a los sistemas de mezcla y zaranda.

Las dimensiones del espacio físico donde se ubicará la planta son:

Longitud: 12 m.

Altura: 6 m.

Sistema de mezcla.

El sistema de mezcla es un doble cono de acero inoxidable debido al alto grado de abrasividad del polvo a manipularse.

El mezclador debe contar con una boca de carga y una de descarga los sistemas de cierre de estas compuertas son del tipo cuchilla.

La velocidad a la cual debe girar el mezclador es 12 revoluciones por minuto.

La estructura que soporta el doble cono tiene que ser independiente del resto de la planta, para evitar problemas de transmisión de vibraciones.

Una vez terminada la fase de mezcla, el producto procesado será almacenado en sacones para su envío a otra fase del proceso.

Sistema de bombeo y atomizado.

Los tanques para almacenar propilenglicol, tynolux serán fabricados en acero inoxidable, según recomendaciones de los fabricantes de estos químicos, por la naturaleza de estos fluidos.

La tubería será de diámetro ½" cédula 40 al igual que los accesorios, todos roscables.

Las válvulas a emplearse serán de acero inoxidable y de clase 150 roscables, se emplearán manómetros de glicerina con un rango de 0 a 10 bar.

La presión de recirculación para homogenizar la mezcla así como en el inyector será de 7 bar.

El atomizado se realizará empleando el aire disponible en la línea de aire comprimido de la planta la presión disponible en dicha línea es 7 bar.

La descripción del circuito neumático necesario para efectuar el atomizado se lo hará más adelante en el capítulo de diseño.

Sistema de zaranda.

La zaranda debe tener una malla de 1200 micrones y deberá ser fabricada en acero inoxidable, la capacidad de carga de la zaranda debe ser 170 Kg. este es el último proceso para producir el aditivo el producto terminado que sale de la misma será almacenado en sacones para su movilización.

La planta a fabricarse deberá contar con todas las medidas de seguridad para el operador, así como una óptima funcionalidad y fácil mantenimiento.

A continuación en la figura 1 se observará el diseño de forma básico de la planta.

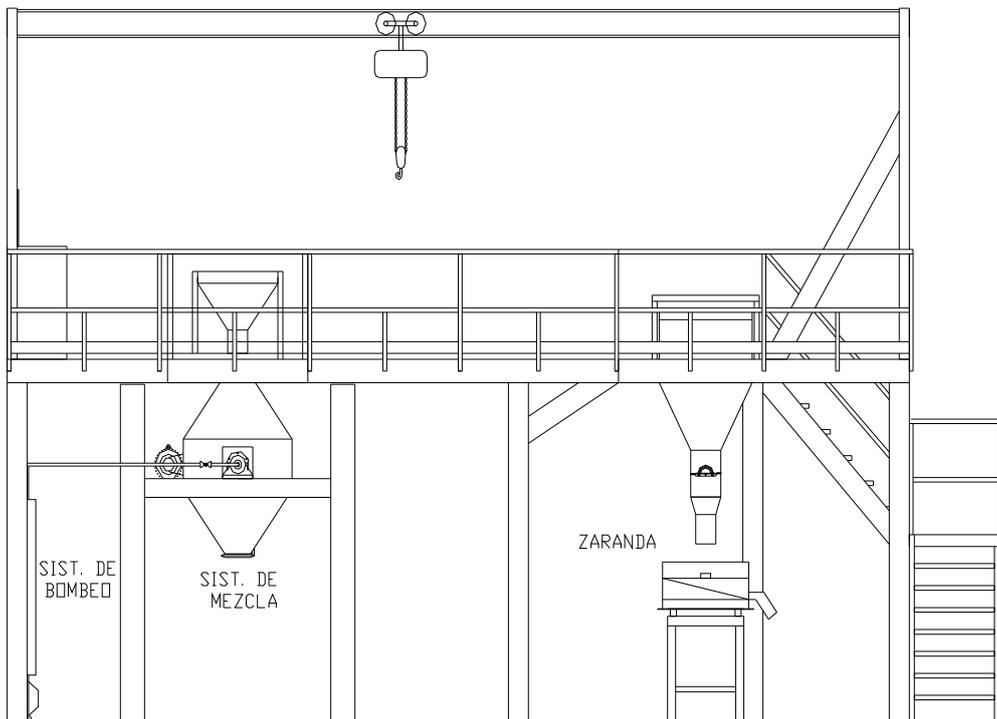


FIGURA 1. ESQUEMA GENERAL DE LA PLANTA.

Una vez establecidos los lineamientos generales se procede al diseño de los diferentes componentes o sistemas de la misma.

El diseño de la estructura de la planta se lo realizó empleando dos criterios, primero verificar el módulo de sección requerido y luego la inercia necesaria para que la deflexión en el elemento tenga un valor mínimo asignado, comparando estos dos valores se selecciona el perfil idóneo, ya que en muchas ocasiones se puede seleccionar un perfil que soporte los esfuerzos a los que está sometido pero sin embargo sufren una deflexión considerable, empleando estos dos criterios se asegura la selección de un perfil óptimo.

Para el diseño de las columnas se emplea el método LRFD del Instituto Americano de Construcciones de Acero, empleando las tablas para elementos

fabricados con acero A-36 sometidos a compresión y seleccionando un perfil de columna óptimo.

Seguidamente se procede al análisis de las uniones soldadas, el procedimiento a seguir será determinar la dimensión del pie de la junta, para ello se empleará el criterio de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) que determina que el esfuerzo máximo permisible para soldadura para elementos estructurales soldados a filete es 66.189 MPa

Para el cálculo del mezclador se empleó las ecuaciones del código ASME VIII división 1. Para recipientes sometidos a presión interna.

El análisis del sistema de bombeo, se realiza empleando como ecuación rectora la planteada por Bernoulli, que define la diferencia de presión entre dos puntos como una relación entre la variación de la energía cinética del fluido, la energía potencial y la pérdidas debidas a la fricción del fluido contra las paredes de la tubería, una vez determinada la presión requerida en el punto deseado se procede a seleccionar la bomba que cumpla con ese requerimiento, también se procede al análisis e identificación de los componentes del circuito neumático que conforman el sistema de inyección de la mezcla líquida

A continuación se procede con la selección del sistema de zaranda, eligiendo el método de transmitir la vibración de acuerdo a las necesidades y facilidades del proyecto, para este caso se seleccionó un motor vibrador externo eléctrico, debido a la facilidad de instalación y mantenimiento, además de que cumple con los parámetros básicos de selección como capacidad de carga y tipo de aplicación.

Una vez terminada la fase de diseño se procede a la selección de los componentes mecánicos en función de los resultados de los cálculos, estos componentes son cadenas, catarinas, chumaceras, bombas, motores, entre otros.

Luego de lo cual se procede con los trabajos de construcción y montaje, para ellos se elabora el cronograma de trabajo identificando las tareas a realizarse y la ruta crítica.

A continuación se elabora la lista de los materiales y equipos necesarios para fabricar y montar los diferentes sistemas que conforman la planta. luego de lo cual se realiza una descripción de los trabajos realizados.

En el proceso de construcción y montaje participaron un promedio de 8 personas, clasificadas de la siguiente manera.

Un Gerente de Proyecto.

Un Supervisor de personal.

Dos Armadores soldadores.

Dos Soldadores rematadores.

Dos Oficiales.

Una vez terminados los trabajos de montaje se procede a realizar las pruebas pertinentes para dejar a punto la planta, una vez realizadas las pruebas se determinan los tiempos reales de cada proceso así como la eficiencia de los equipos, producto de estas rondas de pruebas se realizan las modificaciones del caso.

La pintura que se aplicó es un epóxico, el tratamiento de la superficie que se aplicó es el SSCP-SP-02, que consiste en dejar libre de grasas, oxido, calamina, impurezas, la superficie a pintar empleando medios manuales como lijado, cepillado; se optó por esta especificación, basándose en las características y condiciones de trabajo que se presentan en la planta.

Se procedió a pintar la estructura de color negro con franjas amarillas para llamar la atención del personal que entre en la planta y así evitar cualquier accidente.

Los trabajos de construcción y montaje de la planta duraron un total de 44 días.

A continuación se realiza el análisis económico de la obra, considerando todos los factores que intervienen en la misma, determinando los gastos y costos.

Determinación de Costos.

Perfilería:

HEB, UPN, tubos estructural A36, tubos sch40 A304, accesorios A304 clase 150, planchas A36, planchas A304, motores, pernos, pintura, catarinas, cadenas, chumaceras, varios 14.186,21

Consumibles:

Oxígeno, gas, acetileno, argón, discos de pulir , discos de corte, electrodos de soldadura 6010, 7018 \$1.187,00

Determinación de Gastos:

Tiempo de duración de la obra: 44 días.
Número de trabajadores: 8 personas.
Horas de trabajo por día: 8 horas.
Índice horas/hombre: 8

Salarios:

Gerente, Supervisor, Armadores, Soldadores, Ayudantes \$ 5.526,84

Gastos Administrativos:

Luz, Agua, Teléfono, Secretaria \$ 1.000,00

Alimentación: \$ 357,20

Transporte: \$ 290,00

Diseño: \$ 1.000,00

Sub Total: Costos + Gastos \$ 23.544,55

Determinación del costo de oferta

Costos + Gastos	\$ 23.544,55
Ganancia 30%	\$ 10.090,54
Sub-Total:	\$ 33.635,07
Impuestos 12% I.V.A.:	\$ 4.036,21

TOTAL US\$: 37.671,27.

Peso total de la planta es **6.666,24 Kg.**

Se puede determinar el valor del kilo de acero procesado, siendo este valor **5,61** dólares por kilogramo.

El valor de la oferta por el diseño montaje y construcción de la planta para producir polvo aditivo es de **US\$: 37.671,27.**

Este valor no incluye el montaje eléctrico de la planta, así como el valor de ciertos componentes suministrados por el cliente.

Con el desarrollo de la presente tesis de grado espero haber ilustrado al futuro profesional politécnico la manera de realizar un trabajo de diseño y construcción de una línea de producción que abarca una gama de aplicaciones de la ingeniería mecánica., y como poner en práctica los conocimientos aprendidos en las aulas para generar fuentes de trabajo para la población e impulsar el desarrollo de la industria local.

CONCLUSIONES

- El diseño de la estructura de la planta se lo realizó empleando dos criterios, primero verificar el módulo de sección requerido y luego la inercia necesaria para que la deflexión en el elemento tenga un valor mínimo asignado, comparando estos dos valores se selecciona el perfil idóneo, ya que en muchas ocasiones se puede seleccionar un perfil que soporte los esfuerzos a los que está sometido pero sin embargo sufren una deflexión considerable, empleando estos dos criterios se asegura la selección de un perfil óptimo.
- Para el cálculo del mezclador se empleó las ecuaciones del código ASME VIII división 1 para recipientes sometidos a presión interna, el código ASME asigna un valor de esfuerzo permisible de material equivalente a 0.28 veces el esfuerzo último de tensión del material, como no se pueden determinar con exactitud los esfuerzos a los que está sometido el material, se asigna un valor de carga, equivalente a tres veces la ejercida por la carga estática, el espesor de pared resultante es muy pequeño lo cual es predecible debido a la poca presión que ejerce el polvo sobre las paredes del mezclador, sin embargo este espesor debe ser llevado hasta un espesor mayor que facilite el conformado del mezclador.

- La presente tesis de grado está regida por normas establecidas por organismos internacionales como la AISC, ASME, AWS, SSPC, entre otras.
- La elección del acero inoxidable como material que está en contacto con el propilenglicol se realizó siguiendo las recomendaciones del Grupo Sectorial de Oxido de Propileno y Propilenglicoles del Consejo Europeo de la Industria Química (CEFI).
- Es fundamental contar antes del inicio de la obra con todos los planos aprobados por el cliente o la fiscalización de la obra, por lo general se presentan cambios en el transcurso de la obra, dichos cambios hay que coordinarlos con la fiscalización y dejar una constancia por escrito de ellos en el libro de obras, el cual es el registro completo de los trabajos realizados, una vez finalizada la obra se efectúa el acta de entrega recepción de la misma, la cual que debe ser firmada por los representantes técnicos de las partes contratante y contratista.
- Si bien es cierto en el diseño original del proyecto se requería que el mezclador gire a 12 r.p.m. los elementos como eje, sistema de catarinas y cadenas fue diseñado bajo este requerimiento, el departamento de ingeniería de nuestro cliente consideró darle mayor flexibilidad de producción para la planta, colocando un variador de frecuencias con lo cual el mezclador podrá girar a la velocidad que requiera el tipo de proceso o producto, pero siempre se debe tener en cuenta que la nueva velocidad de rotación no sea menor que las 12 r.p.m con las que se efectuó el diseño ya que al disminuir esta velocidad aumenta el momento de torsión sobre el eje del mezclador..
- Una planta de este tipo requiere de un sistema de ventilación industrial para la recolección de polvos, el trabajo presente en la presente tesis no contempla dicho análisis, así como la instalación eléctrica, ya que nuestros servicios sólo comprendían la parte metalmecánica de la obra.
- La eficiencia del proceso se encuentra en un 99.5% lo cual reindica que por cada tonelada de producto procesado va ha generarse 5 Kg. de desperdicios.
- Una de las prioridades al momento de diseñar la planta es la seguridad de los operadores por ello se colocaron dispositivos eléctricos, microswitch en los lugares de alto riesgo, mediante los cuales la planta deja de operar en el momento que se detecta la posibilidad de que el operador se encuentre en una zona de riesgo. Otro objetivo cumplido es que el mantenimiento de la planta sea muy simple, este se reduce la lubricación de los motores, chumaceras, catarinas y cadenas, polipasto
- Después de la primera ronda de pruebas se procedió a modificar la zaranda para aumentar la eficiencia de la misma, se amplió la abertura de descarga en un 20 % y se reemplazó los cauchos de apoyo, por resortes, en la tesis se omite la selección de los cauchos y se procede

directamente al diseño de los resortes.

- Los integrantes del equipo de montaje de A&H, cumplieron siempre con todas las normas de seguridad industrial para trabajos con equipos de corte y soldadura, trabajos en altura y manejo de sustancias inflamables, el conocimiento y cumplimiento de estas normas aseguraron agilidad en el progreso de la obra y un índice de cero accidentes durante la construcción y montaje.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, Manual de Estructuras de Acero, Séptima Edición, 1979

AVALLONE A. EUGENE, Manual del Ingeniero Mecánico, Novena Edición, Mc Graw Hill, Colombia. 1998.

BOHMAN IVAN, Catálogo General de Aceros, Iván Bohman, 2000.

CONSEJO EUROPEO DE LA INDUSTRIA QUIMICA, Instrucciones para la Manipulación y Distribución de Propilenglicol SP/USP, CEFIC, 1999.

MEGYESY F. EUGENE, Pressure Vessel Handbook, Novena Edición, Publishing. Inc. Tulsa 1992.

MUNSON B and YOUNG D., Fundamentos de Mecánica de Fluidos, Primera Edición en Español, John Wiley & Sons y Limusa, 1999.

SHIGLEY JOSEPH, Diseño en Ingeniería Mecánica, Cuarta Edición en Español, Mc Graw Hill, México DF. 1995.

SKF, Catálogo General, Junio 2003.

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, Code ASME VIII Division 1 Pressure Vessel, Edición 2001, New York.

<http://www.chemicorp.com.py/propilenglicol.htm>

<http://www.cefic.org>.