

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ELEVADORA DE CARGA PARA TRANSPORTAR MATERIAL CERÁMICO DE FORMA AUTOMATIZADA HACIA DOS MOLINOS DE BOLAS, RESPALDADA EN UN SOFTWARE C.A.E. PARA EL ANÁLISIS CORRESPONDIENTE, EN LA EMPRESA “NOVEL”

Diego F. Herrera  
Edison F. Molina

*Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas Extensión Latacunga*

**Resumen-** El funcionamiento del sistema consiste primeramente en llenar la tolva con el material cerámico (200kg) y posteriormente a esto, se eleva con el tecele eléctrico hasta una altura de 3.40 metros, seguido a este proceso se activa un motor el cual realiza la función de traslado del material hacia el molino seleccionado donde se efectuará la descarga del material mediante una compuerta implementada en la parte inferior de la tolva. Finalmente el proceso concluye con el retorno de la tolva a su posición inicial.

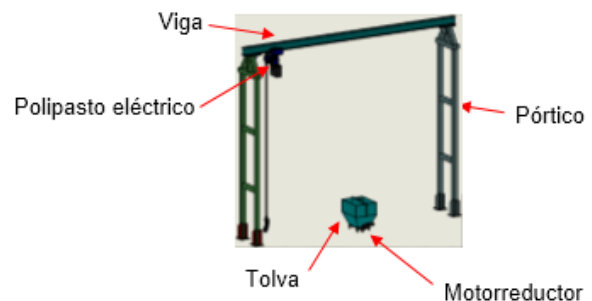
**Palabras claves-** Puente grúa , tolva, sistema de control.

## I. INTRODUCCIÓN

La elevadora de carga de material cerámico tipo puente grúa (figura 1) se utiliza para elevar y transportar materiales salinos, corrosivos, de manera automática. Cuyo objetivo es evitar que los empleados sufran lesiones haciéndolo de forma manual. Este tipo de puente grúa se lo puede utilizar en sitios de construcción, y sobre todo para el transporte de material pesado, hidroeléctricas.

El material cerámico al ser descargado en uno de los molinos, pasa por una molienda de 23 horas que al finalizar se obtiene un líquido espeso llamado barbotina. Mediante una mezcladora para la barbotina se tiene el líquido final que pasa por un proceso de horneado, así obteniendo el producto que es el dispensador de agua. La implementación de esta elevadora de carga, ayudará al incremento de la producción,

teniendo un ahorro económico para la empresa “NOVEL”.



**Figura 1:** Esquema de la elevadora de carga

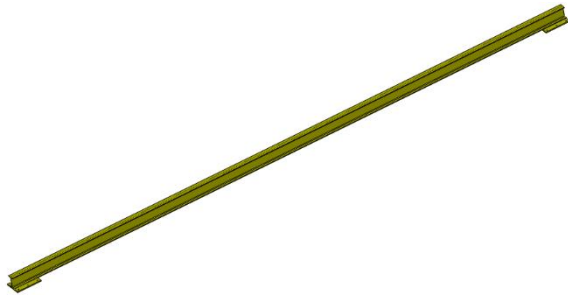
## II. DISEÑO

El objetivo del proyecto es diseñar y construir una máquina elevadora de carga para transportar material cerámico en la empresa “NOVEL”.

La máquina consta de los siguientes elementos:

### A. Diseño de la viga IPN

La viga IPN (figura 2) tiene la función de sostener el polipasto eléctrico el mismo que eleva, traslada, avanza y retrocede de la tolva.



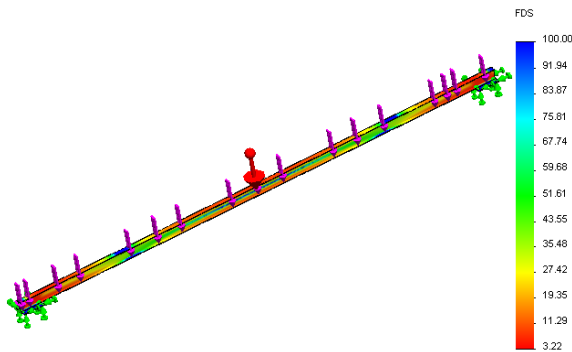
**Figura 2:** Viga IPN

Considerando la carga que tiene que soportar la viga es de 3384,45 N, se puede determinar la tensión de Von Mises de la siguiente manera.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2} \quad (1)$$

$$\sigma' = 77 \text{ MPa}$$

Para determinar el factor de seguridad de la viga se deben considerar las fuerzas provocadas por las cargas vivas y cargas muertas. Mediante la codificación de colores en la figura 3 se puede apreciar el factor de seguridad mínimo de 3,22, el cual asegura que el elemento soporta dichas fuerzas.

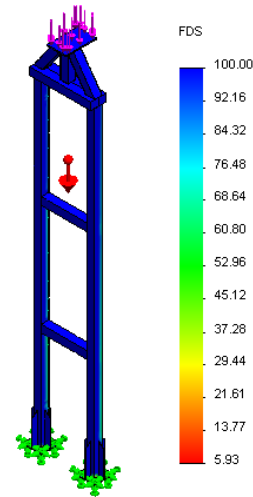


**Figura 3:** Factor de seguridad de la viga

### B. Diseño de las columnas

La tendencia de una columna a pandearse depende de la forma y las dimensiones de su sección transversal y también de su longitud y la forma de fijarla a miembros o apoyos adyacentes.

Esta debe soportar las cargas provocadas por el peso de la viga, la tolva y el polipasto eléctrico. En la figura 4 se distingue el factor de seguridad mínimo de 5.93, asegurando que las columnas no lleguen a pandearse.



**Figura 4:** Factor de seguridad de las columnas

### C. Diseño de la tolva

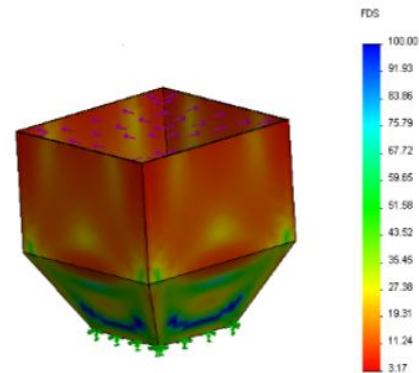
La tolva es el elemento mecánico donde se coloca el material cerámico y para su posterior transporte y la descarga en uno de los molinos seleccionados.

Considerando la forma geométrica que tendrá la tolva y los esfuerzos a soportar en la parte interior de sus paredes, se puede determinar el volumen total de la siguiente manera. [2]

$$V_{tolva} = V_1 + V_2 \quad (2)$$

$$V_{tolva} = 0,104 \text{ m}^3$$

La figura 5 muestra el factor de seguridad mínimo 3,17, lo cual indica que el espesor de la tolva es el adecuado, la codificación de colores está dentro de lo permitido para el diseño de estructuras estáticas bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas.



**Figura 5:** Factor de seguridad de la tolva

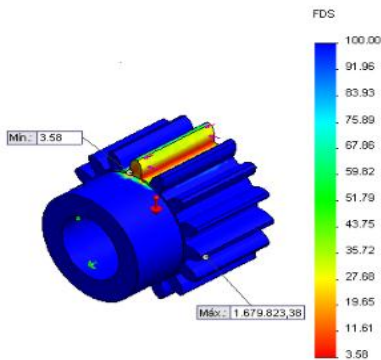
#### D. Diseño del mecanismos de la compuerta

El mecanismo que tendrá la compuerta, va a estar constituido por un sistema piñón – cremallera, el cual va a ser accionado mediante un motorreductor con la potencia necesaria para abrir la misma y lograr la descarga del material cerámico. La fuerza a vencer para abrir la compuerta tiene un valor de  $F = 1853 \text{ N}$ .

##### D.1. Diseño del piñón

Los piñones son elementos comunes en las máquinas, los cuales se usan para transmitir movimiento o para aumentar o reducir la velocidad.

En la figura 6 se pueden observar los puntos críticos del piñón y el factor de seguridad mínimo correspondiente a 3,58, determinando así que el elemento esta bien dimensionado.



**Figura 6:** Factor de seguridad del piñón

##### D.2. Calculo del motorreductor

La utilización del motorreductor se debe a que se manejará velocidades relativamente bajas, por lo que es necesario tener un torque alto para la apertura y cierre de la compuerta de la tolva.

Considerando la fuerza necesaria para el desplazamiento de la compuerta que es de 1853 N, esta servirá para calcular la potencia del motorreductor. [3]

$$P = F \times \vec{V} \quad (3)$$

$$P_{sal} = 276,85 \text{ W}$$

$$P_{ent} = \frac{P_{sal}}{\eta} \quad (4)$$

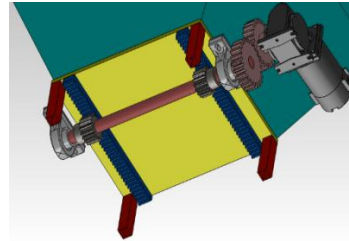
$$P_{ent} = 395,5 \text{ W}$$

$$P_{requerida} = \frac{P_{sal}}{\eta} = 527,33 \text{ W} \approx 0,7 \text{ HP}$$

$$P_{motor} = P_{requerida} \times f_s = 0,75 \text{ kW}$$

#### D.3. Mecanismo de la compuerta

En la figura 7 se muestra el mecanismo para la apertura y cierre de la compuerta, la que está conformada por un sistema piñón – cremallera.



**Figura 7:** Sistema de apertura de la compuerta

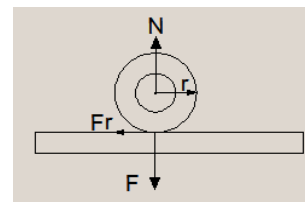
#### E. Sistema de Elevación

Tiene la función de elevar el material cerámico hasta una altura de 3.40 metros, para lo cual se calcula la potencia necesaria del motor.

$$P = \frac{F \times \vec{V}}{\eta} = 0,19 \text{ kW}$$

#### F. Sistema de traslación

En la figura 8 se muestran el diagrama de fuerzas actuantes sobre la viga IPN.



**Figura 8:** Diagrama de fuerzas

La normal N es la fuerza que tiene que vencer el trolley eléctrico para desplazarse sobre la viga.

$$N = 2756,61 \text{ N}$$

La fuerza de fricción que va a existir entre las ruedas del trolley y el acero de la viga se muestra a continuación:

$$F_{fr} = \mu \times N = 1571,26 \text{ N} \quad (5)$$

Para hallar la potencia del motor es necesario primero tener la velocidad lineal del trolley eléctrico, de la siguiente manera:

$$\vec{V} = W_{req} \times r \quad (6)$$

$$\vec{V} = 0,26 \frac{m}{s}$$

la potencia del motor se calcula con la siguiente ecuación:

$$P = F \times \vec{V} = 408,52 \text{ W} \approx 0,4 \text{ kW}$$

### G. Elevadora del material cerámico

En la figura 9 se presenta la elevadora de carga con todos sus componentes.

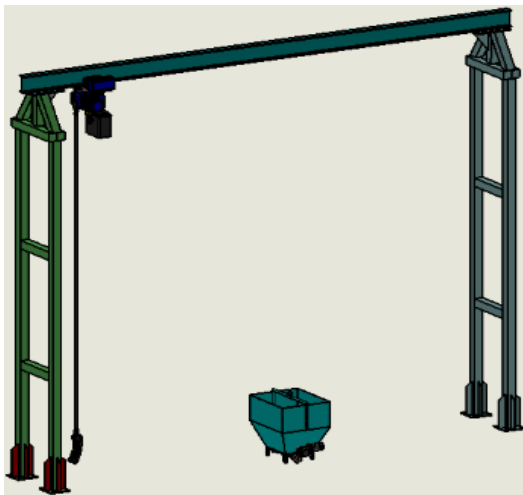


Figura 9: Elevadora de carga

### H. Sistema de control y mando

Para realizar la implementación del sistema de control y mando se utilizó un MICRO LOGO !230RC conjuntamente con 2 módulos de expansión DM16 que cuentan con las respectivas entradas y salidas necesarias. Para la programación del MICRO LOGO se utilizó el software LOGO Soft Comfort V7.0 desarrollado por Siemens que permite la comunicación de la PC y el controlador lógico programable (PLC), Los componentes básicos de la comunicación se los puede apreciar en la figura 10.



Figura 10: Interfaz entre el MICRO LOGO 230RC y la PC

### F.1. Tablero de mando

El tablero de mando permite controlar la elevadora de carga donde se puede seleccionar el molino uno o dos para realizar la descarga del material. También presenta luces indicadoras del sistema que ayudará al operador a determinar si en algún momento ocurre alguna falla eléctrica. En la figura 11 se muestra el tablero de control.



Figura 11: Tablero de mando

## III. CONCLUSIONES

- En el diseño de la estructura se aplicaron métodos analíticos los cuales permitieron establecer parámetros importantes como lo es el factor de seguridad y esfuerzos máximos, teniendo así una baja probabilidad de falla para este tipo de elementos estructurales.
- El sistema de descarga de la tolva conformado por un mecanismo de piñón-cremallera funciona de forma adecuada acorde a los esfuerzos que tiene que soportar para la apertura y cierre de la compuerta.
- La forma geométrica de la tolva es la adecuada para elevar y transportar los 200kg de material cerámico (arcilla y caolín) hacia los molinos.
- Se minimizó en un 50% la mano de obra, dando así un ahorro de \$ 4496,52 anualmente y el tiempo utilizado para transportar el material cerámico de manera manual, obteniendo así una mayor producción en la empresa "NOVEL".

#### IV. REFERENCIAS

- [1] Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. ed.). México: Pearson Educación.
- [2] Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. ed.). México: Pearson Educación.
- [3] Shigley, J.E. y Mischke, C.R. (2006). *Diseño en ingeniería mecánica Octava Edición*. México Editorial MacGraw – Hill.
- [4] Shigley, J.E. y Mischke, C.R. (2006). *Diseño en ingeniería mecánica Octava Edición*. México Editorial MacGraw – Hill.
- [5] Serway / Vuille. (2007). *Fundamentos de física Octava Edición*. D.R. por Cengage Learning Editores.
- [6] Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. ed.). México: Pearson Educación.

#### V. BIOGRAFÍA

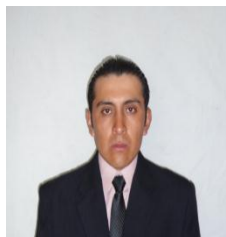
**Herrera Anchatuña Diego Fernando, nació en Latacunga-Cotopaxi.**



Curso sus estudios secundarios en el Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo” en donde obtuvo el título de Bachiller Técnico, especialización en Electricidad.

Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Octubre del 2013 en la ciudad de la Latacunga.  
Email: diego\_hd88@hotmail.com

**Molina Calvopiña Edison Fabián, nació en Latacunga-Cotopaxi.**



Curso sus estudios secundarios en el Colegio Particular “Hermano Miguel” en donde obtuvo el título de Bachiller Técnico, especialización en Electrónica.

Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Octubre del 2013 en la ciudad de la Latacunga.  
Email: edyss551@hotmail.com