

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE LAVADO DE ARENA CON CAPACIDAD APROXIMADA DE CIENTO SESENTA TONELADAS POR DÍA E IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI, PARA LA COMPAÑÍA “ECOHORMIGONES”

Fernando N. Jiménez
Santiago I. Solís

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga

Resumen- El principio de funcionamiento consiste en llenar la piscina de la zona de lavado, y simultáneamente bombear agua desde el tanque de almacenamiento mientras se efectúa la descarga de arena sin lavar desde la tolva hacia la parte superior de la piscina, de tal forma que las partículas más pequeñas sean removidas por el agua y desalojadas de la piscina por rebose hacia un tanque de decantación. Las partículas gruesas que se depositan en el fondo de la zona de lavado son arrastradas por un tornillo transportador dispuesto a lo largo de la artesa y elevado a un ángulo de 15° para que se produzca el desagüe de la arena.

Palabras claves- Tornillo sinfín, artesa, sistema HMI.

I. INTRODUCCIÓN

La lavadora de arena tipo tornillo (figura 1) se utiliza para limpiar las arenas, cuyo objetivo es mejorar la calidad de las mismas, para ser utilizada en sitios de construcción, fábricas de grava, diques de estaciones hidroeléctricas, estaciones de energía hidroeléctrica y en sitios de presa de hormigón.

La arena lavada al utilizarla como agregado en la composición del hormigón produce mayor cohesión de tal manera que se consigue un ahorro de materiales principalmente el cemento. Además las lavadoras existentes son importadas y de elevado costo por ser máquinas que se utilizan en grandes zonas de tratamiento, por tanto, con la construcción de este sistema de lavado el ahorro es considerable para la compañía ECOHORMIGONES.



Figura 1: Esquema de la lavadora tipo tornillo

II. DISEÑO

El objetivo del proyecto es diseñar y construir una máquina lavadora de arena tipo tornillo para mejorar las características del hormigón en la compañía ECOHORMIGONES.

La máquina consta de los siguientes elementos:

A. Diseño del tornillo sinfín

El movimiento del tornillo sinfín (figura 2) provee la agitación ideal para un óptimo lavado, recuperación de arena fina y su avance y salida por la descarga superior.

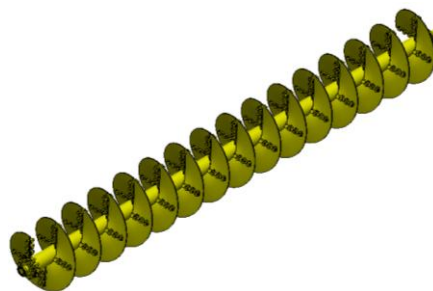


Figura 2: Tornillo sinfín

Considerando la velocidad tangencial (v) recomendada de 0.5m/s y 13RPM (N) se puede determinar el diámetro del helicoide de la siguiente manera:

$$D_h = \frac{60 \times v}{\pi \times N} \quad (1)$$

$$D_h = 734\text{mm}$$

Las ecuaciones empleadas en transportadores horizontales son de utilidad para determinar la potencia total del motor, con las respectivas modificaciones del caso. [1]

$$HP_{\text{total}} = \frac{(HP_{\text{vacío}} + HP_{\text{carga}}) \times F_o}{e \times f_i} \quad (2)$$

$$HP_{\text{total}} = 4.85HP \approx 5HP$$

Para determinar el factor de seguridad del helicoide se deben considerar las fuerzas provocadas por el motor y la de fricción del acero sobre la arena. Mediante la codificación de colores en la figura 3 se puede apreciar el factor de seguridad mínimo de 4,67.

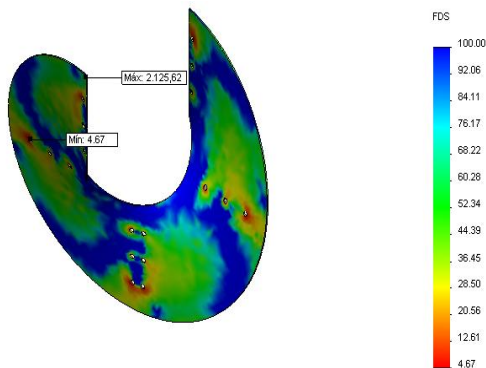


Figura 3: Factor de seguridad del helicoide

B. Diseño de la artesa

Las artesas de tipo rectangular pueden ser formadas a partir de una sola lámina metálica, son capaces de formar una capa de material en su fondo plano, por tanto, el material se mueve sobre sí mismo protegiendo a la artesa de desgaste.

Esta debe soportar las cargas provocadas por el peso de la arena, el agua y tornillo sinfín. En la figura 4 se distingue el factor de seguridad mínimo de 4,34 y sus puntos críticos.

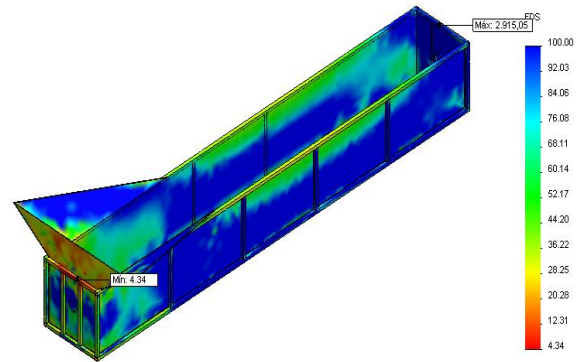


Figura 4: Factor de seguridad de la artesa

C. Diseño de la tolva

La tolva es el elemento mecánico donde se inicia el sistema de lavado de arena, es decir recibe la arena procedente de la cantera y la descarga en el tornillo sinfín.

La figura 5 muestra el factor de seguridad mínimo 3,32 de la tolva, este valor está dentro de los permitidos para el diseño de estructuras estáticas bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas. [2]

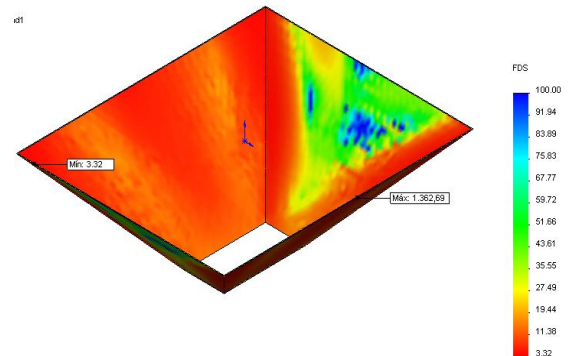


Figura 5: Factor de seguridad de la tolva

D. Diseño del chasis

El chasis es la estructura que debe soportar todos los distintos elementos mecánicos y eléctricos que conforman el sistema de lavado de arena.

Para determinar el factor de seguridad se deben considerar las cargas provocadas por el peso de: la artesa, el tornillo sinfín, la arena, el agua y la tolva. En la figura 6 se pueden observar los puntos críticos del chasis y el factor de seguridad mínimo correspondiente a 3,10.

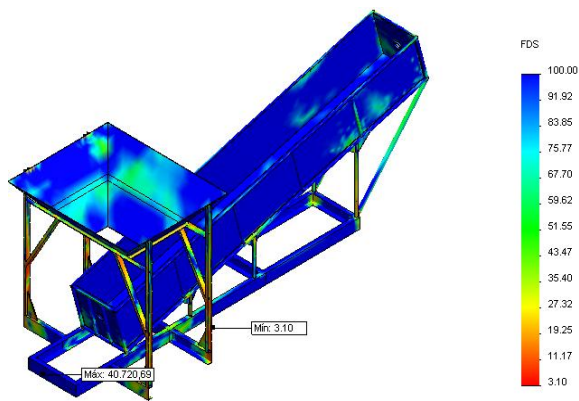


Figura 6: Factor de seguridad del chasis

E. Sistema de recirculación de agua

El recuperar los lodos y las aguas residuales procedentes del lavado de arena es una de las prioridades de la compañía ECOHORMIGONES, por tanto, la máquina dispone de un sistema de recirculación conformado por dos tanques, la bomba centrífuga y tuberías. [3]

F. Sistema HMI

Para realizar esta interfaz de comunicación hombre-máquina se utiliza el software labVIEW 2012 que conjuntamente con el NI OPC Servers desarrollado por la National Instruments permiten el enlace entre la PC y el controlador lógico programable (PLC), por tanto el intercambio de datos sin ningún tipo de restricción. Los componentes básicos del HMI se los puede apreciar en la figura 7.

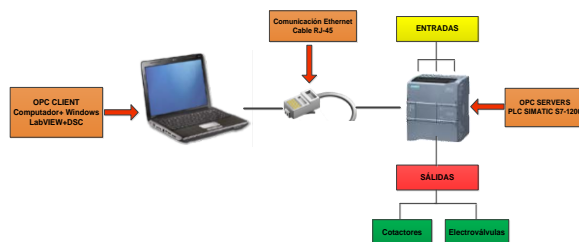


Figura 7: Componentes del HMI

F.1. Alarmas y eventos

Una alarma es una condición de proceso anormal que pertenece a una variable compartida (etiqueta). Las señales de alarma avisan al operador sobre una falla o la presencia de una condición que esta fuera de los parámetros normales de un proceso.

F.2. Registros de datos

El registrar los datos en un periodo de tiempo extendido puede ser de gran utilidad para analizar un proceso, depurar y localizar errores. La figura 8 indica el código para generar los registros de datos mediante VI.

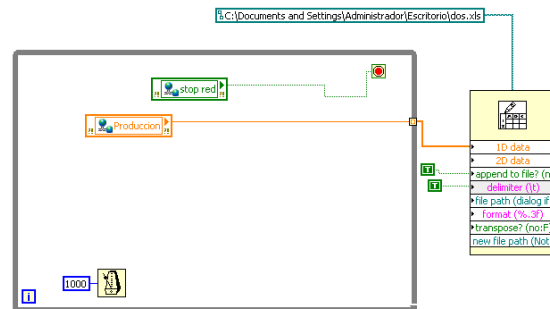


Figura 8: Código para generar registro de datos

F.3. Seguridad y permisos

LabVIEW/DSC permite añadir en las aplicaciones tres grupos de usuarios con objeto de priorizar el acceso a los diferentes elementos que forman parte del sistema HMI.

- Grupo **Administrator**: acceso total al HMI.
- Grupo **Operators**: pueden reconocer alarmas y exportar datos del histórico a una hoja de Excel.
- Grupo **Guest**: visualiza el funcionamiento del sistema.

El panel frontal del HMI (figura 9) está constituido por: indicadores visuales de estado, controles de modo manual, controles de modo automático, indicador de horas de funcionamiento, controles del historial de datos, visualizador de alarmas, real time trend, botón Stop.



Figura 9: Panel frontal del HMI

En la figura 10 se muestra el sistema de lavado de arena con todos sus componentes.

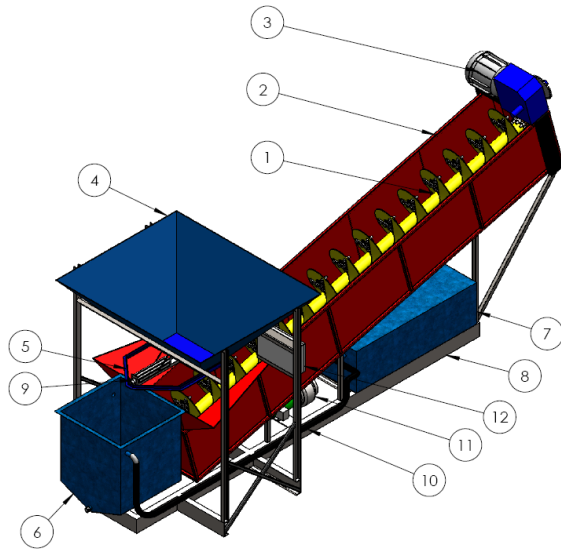


Figura 10: Sistema de lavado de arena.

(1) Tornillo sinfín, (2) artesa, (3) sistema motriz, (4) tolva, (5) compuerta de descarga, (6) tanque decantador, (7) tanque de almacenamiento, (8) chasis, (9) cilindro neumático, (10) mangueras, (11) bomba centrífuga, (12) tablero de control.

III. CONCLUSIONES

- El diseño y la construcción de la máquina lavadora de arena tipo tornillo cumple con los requerimientos de la compañía ECOHORMIGONES.
- El diseño propuesto ofrece mínimos requerimientos de mantenimiento y desmontaje, como es el caso del tornillo sinfín que puede armarse en tres cuerpos en caso de que se requiera remplazar alguno de ellos en un futuro.
- La forma rectangular de la artesa es la adecuada para que se produzca el avance de la arena hacia la zona de descarga, además se crea una capa de material en el fondo plano de tal forma que este se mueve sobre sí mismo protegiendo a la artesa de desgaste
- Con la implementación del sistema de recirculación se reduce considerablemente el consumo de agua.

IV. REFERENCIAS

[1] WANGROUP. (2002). *CEMA SCREW CONVEYORS*. Disponible en URL: <http://www.wamgroup.com> [Consulta 05 de diciembre de 2011]

[2] Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. ed.). México: Pearson Educación.

[3] Bouso Aragonés, J.L. (1981). Equipos de tratamiento de arenas por vía húmeda, Rocas y Minerales. Disponible en URL: <http://www.eralgroup.com/pdf/07.pdf> [Consulta 18 de Noviembre de 2011].

V. BIOGRAFÍA

Jiménez Espin Fernando Neptali, nació en Latacunga-Cotopaxi.



Curso sus estudios secundarios en el Instituto Tecnológico Superior "Vicente León" en donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias, especialización en Físico Matemático.

Sus estudios superiores los realizo en la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Abril del 2013 en la ciudad de la Latacunga.

Email: Jimesfern@hotmail.com

Solís Santamaría Santiago Isaac, nació en Ambato-Tungurahua.



Curso sus estudios secundarios en el Instituto Superior Tecnológico "Guayaquil" en donde obtuvo el título de Bachiller Técnico, especialización en Electricidad.

Sus estudios superiores los realizo en la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Abril del 2013 en la ciudad de la Latacunga.

Email: array_fab_77@hotmail.com