



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE UNA MÁQUINA GRANALLADORA PARA
MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE
BALONES DE GLP. CHICLAYO, 2017.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

ACOSTA FARRO, FREDY ORLANDO

ASESOR:

ING. CELADA PADILLA JAMES SKINNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO

PERÚ - 2017

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, por estar presente en cada momento de mi vida, a mis padres por enseñarme que todas las cosas se pueden lograr, a mi esposa por su apoyo y comprensión, a mis hijas que son el motor de mi vida, a mis maestros que nutrieron de conocimientos y a mis amigos por su entusiasmo que me brindaron en este camino.

FREDY

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Por darme la fuerza necesaria y permitir disfrutar de su infinita bondad y amor, para lograr mis objetivos.

A mi familia:

Por el apoyo y la motivación para seguir adelante y no caer con los problemas que se presentan en la vida.

A mi esposa e hijas

Por la comprensión y dedicación que día a día muestra y por ser parte de mi vida e impulsarla a salir adelante.

A mis maestros:

Por guiarme en el camino del conocimiento y apoyo en la culminación de mis estudios profesionales.

Porque cada uno de ellos sembró, una semilla en Mí, que cultivare y con el transcurrir del tiempo hare que crezca y de frutos y en su momento se sientan orgullosos de ello, porque es el resultado de su trabajo.

A SENATI:

Porque gracias a esta institución se abrieron muchas puertas en el ámbito laboral.

A la Universidad Cesar Vallejo

Por permitir ser parte de su equipo de profesionales, que no defraudare.

FREDY ORLANDO ACOSTA FARRO

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con las normas de grados y títulos de la universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “**DISEÑO DE UNA MÁQUINA GRANALLADORA PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP. CHICLAYO, 2017**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que se cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**.

En el capítulo I se presenta la realidad problemática en lo que respecta a mi localidad en lo que es el mantenimiento de balones de GLP, y en los trabajos previos se analizaron tesis relacionadas a investigaciones a nivel nacional e internacional de fabricación de máquinas arenadoras y granalladoras, para realizar una optimización en el mantenimiento de balones de GLP. Posteriormente se hizo la formulación del problema, en la mejora de la limpieza externa de balones de GLP, lo que dio pie a mi hipótesis.

Para solucionar este problema, se plantearon cuatro objetivos específicos, que fueron realizados siguiendo una metodología que me permitió ordenar los datos, tal es así que en el capítulo III se muestra y detalla los resultados obtenidos del trabajo de investigación en la tesis.

INDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE	vii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad problemática	14
Internacional	14
Nacional	15
Local	15
1.2 Trabajos previos	16
Internacional	16
Nacional	17
Local	17
1.3 Teorías relacionadas con el tema	18
1.3.1 ¿Qué es el granallado?	18
1.3.2 Principio de la limpieza por granallado	18
1.3.3 Leyes de la termodinámica	20
1.3.4 Dinámica del movimiento circular	21
1.3.5 Ley de HOOKE	23
1.3.6 Teoría de la corrosión	23
1.3.7 Principio de trabajo de la máquina	24
1.3.8 Motores eléctricos	26
1.3.9 Granallado por turbina	28
1.3.10 Chorreado por aire	28
1.3.11 Partes de la máquina granalladora	28
1.3.12 Vibraciones	30
1.3.13 Norma del granallado en el mantenimiento de balones de Glp	34
1.3.14 ¿Por qué hacer mantenimiento externo de los balones de Glp?	35
1.3.15 Requisitos a tener en cuenta en el mantenimiento de balones de GLP	36
1.3.16 ¿Qué es el GLP?	36

1.3.17	Importancia del mantenimiento de balones para reducir riesgos con el GLP	37
1.3.18	¿Cómo reducir riesgos al momento de realizar el mantenimiento del balón?	37
1.3.19	Desgaste de los recipientes al ser granallados	37
1.3.20	Tipos de desgaste	38
1.3.21	Desgaste corrosivo	40
1.4	Formulación del problema	40
1.5	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	41
1.5.1	Justificación técnica	41
1.5.2	Justificación social	41
1.5.3	Justificación económica	41
1.5.4	Justificación ambiental	41
1.6	Hipótesis	41
1.7	Objetivos	41
1.7.1	Objetivo general	41
1.7.2	Objetivos específicos	42
II.	METODO	42
2.1	Diseño de investigación	42
2.1.1	Tipo de investigación	42
2.1.2	Diseño	42
2.2	Variables, Operacionalización.	42
2.2.1	Variable independiente	42
2.2.2	Variable dependiente	42
2.2.3	Operacionalización de variables	43
2.3	Población y muestra	44
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	44
2.5	Métodos de análisis de datos	45
2.6	Aspectos éticos	45
III.	RESULTADOS	46
3.1	Diagnóstico de la situación actual de la limpieza de los balones de GLP, en la ciudad de Chiclayo, respecto a los niveles de corrosión.	46
3.2	Determinar en función a la cantidad de balones de GLP, la capacidad de producción de la máquina granalladora	52
3.2.1	Por demanda de balones de GLP	52
3.2.2	Por ubicación de la máquina.	56
3.2.3	Por costo del servicio.	56

3.2.4 Por tecnología a emplear _____	56
3.3 Calcular, diseñar y seleccionar los componentes de los sistemas, mecánicos y eléctricos de la máquina granalladora. _____	56
3.3.1 Principio de funcionamiento de la máquina _____	56
3.4 Materiales usados en los elementos de la máquina _____	58
3.5 Calculo del elevador y cangilones _____	59
3.5.1 Cálculo de la velocidad de la flecha motriz _____	61
3.5.2 Geometría de los tambores _____	61
3.5.3 Longitud de la banda de la banda de cangilones _____	61
3.5.4 Calculo de la capacidad del elevador _____	61
3.5.5 Capacidad del elevador _____	62
3.5.6 Cálculo del peso de la granalla _____	62
3.5.7 Cálculo de la potencia del motor _____	62
3.5.8 Cálculo de la tensión de banda _____	63
Tensión de la banda real de la banda _____	63
3.5.9 Diseño de la flecha motriz _____	64
3.5.10 Tensión del lado flojo de la polea motriz (sin carga) _____	64
3.5.11 Peso del tambor y eje en conjunto (valor estimado) _____	64
3.6 Abreviaturas usadas en cálculo el tornillo sin fin _____	65
3.7 Fórmulas usadas en el cálculo del tornillo sin fin. _____	66
3.7.1 Determinación del diámetro: _____	66
3.7.2 Torque _____	66
3.7.3 Potencia del transportador _____	66
3.7.4 Dimensiones del transportador _____	66
3.7.5 Paso del transportador: _____	66
3.7.6 Ancho de la canoa _____	66
3.7.7 Radio de la canoa _____	67
3.7.8 Diámetro del eje del transportador (en tubo) _____	67
3.7.9 Diámetro eje macizo para rodamientos y hangers _____	67
3.7.10 Espaciamiento entre soportes colgantes (hangers) _____	67
3.7.11 Centro de la descarga del transportador _____	67
3.7.12 Distancia del centro del transportador y el borde superior _____	67
3.7.13 Distancia entre el extremo del chute de descarga y el centro del transportador _____	67
3.7.14 Ancho del angulo de refuerzo a lo largo del transportador _____	67
3.7.15 Espesor del cuerpo del transportador _____	67
3.7.16 Espesor de la camisa o lamina de desgaste del transportador _____	67
3.8 Realizando el análisis para los cálculos _____	68
3.8.1 HALLANDO LA CAPACIDAD DE LA MÁQUINA: _____	69
3.8.2 TIEMPO DE RECORRIDO DE LA GRANALLA (RG) _____	71
3.8.3 CANTIDAD DE LA GRANALLA (CG) _____	71

3.9 HALLANDO EL CAUDAL ENTRE LOS ELEMENTOS DE LA MAQUINA	72
3.10 CALCULO DEL TRANSPORTADOR SINFÍN	73
3.10.1 Determinación del diámetro:	75
3.10.2 TORQUE	76
3.10.3 POTENCIA DEL TRANSPORTADOR	77
3.11 DIMENSIONES PRINCIPALES DEL TRANSPORTADOR	77
3.11.1 Paso del transportador:	77
3.11.2 Ancho de la canoa	78
3.11.3 Radio de la canoa	78
3.11.4 Diámetro del eje del transportador (en tubo)	78
3.11.5 Diámetro eje macizo para rodamientos y hangers	79
3.11.6 Espaciamiento entre soportes colgantes (hangers)	79
3.11.7 Centro de la descarga del transportador	79
3.11.8 Distancia del centro del transportador y el borde superior	79
3.11.9 Distancia entre el extremo del chute de descarga y el centro del transportador	80
3.11.10 Ancho del angulo de refuerzo a lo largo del transportador	80
3.11.11 Espesor del cuerpo del transportador	80
3.11.12 Espesor de la camisa o lámina de desgaste del transportador	80
3.12 CALCULO DE ELEVADOR	84
3.12.1 Calculando el espaciado (ES)	86
3.12.2 Velocidad de desplazamiento de la banda (vbanda)	86
3.12.3 Hallando el diámetro del tambor	86
3.12.4 Fuerza necesaria de accionamiento para mover la banda (Fa)	86
3.12.5 Tensión máxima de la banda (Ta)	87
3.12.6 Longitud de la banda de la banda de cangilones	87
3.12.7 Calculo de la velocidad de la flecha motriz (n)	88
3.12.8 Calculo de los cangilones	88
3.12.9 Condiciones de funcionamiento del elevador de cangilones	89
3.13 Calculo de la fuerza de descarga	90
3.13.1 Cálculo de la tensión de banda	91
3.13.2 Tensión de la banda debido al peso de los cangilones	91
3.13.3 Tensión efectiva de la banda	92
3.13.4 Tensión de la banda real de la banda	93
3.13.5 Diseño de la flecha motriz	94
3.13.6 Determinando el torque que da el motorreductor con la siguiente ecuación	94
3.14 Mecanismos de cabina	95
3.14.2 Dimensionamiento y tipo de material de la cabina	98
3.14.3 Dimensionamiento del polín y tipo material por elementos finitos	103

3.14.4	ESTUDIO DEL POLIN POR ELEMENNTOS FINITOS _____	104
3.14.5	Diseño de la mesa por elementos finitos _____	106
3.14.6	Sistema de extracción de partículas de pintura _____	108
3.14.7	Selección del tamiz _____	109
3.14.8	Selección de la turbina _____	110
3.14.9	Hallando el ángulo _____	113
3.15	Selección de componentes eléctricos _____	116
3.16	Selección de motores eléctricos: _____	117
3.17	Lógica cableada _____	118
3.17.1	Contactor _____	118
3.18	Selección del Guardamotor _____	119
3.19	Selección de sensores inductivos _____	120
3.19.1	Alcance real Sr _____	120
3.19.2	Alcance útil Su _____	120
3.19.3	Alcance de trabajo Sa _____	121
3.20	Selección de interruptores de posición _____	121
3.21	Selección del PLC _____	121
3.22	Selección de variador de velocidad _____	122
3.22.1	Elección del motor _____	123
3.22.2	Elección del variador de velocidad (Pm) _____	123
3.22.3	Criterios de selección _____	123
3.22.4	Selección del tipo de arranque a usar _____	125
3.23	Selección de conductores _____	126
3.24	Selección del IP (Internal Protection) _____	127
3.25	Elementos a utilizar _____	128
3.26	Evaluación económica y financiera utilizando VAN y TIR _____	131
3.26.1	Costo de granalla _____	131
3.26.2	COSTO DE LIMPIEZA POR BALÓN _____	131
3.26.3	Hallando el van y el TIR _____	132
3.26.4	Calculando el VAN y TIR _____	135
IV.	DISCUSIÓN _____	136
V.	Conclusión _____	138
VI.	Recomendaciones _____	139
VII.	REFERENCIAS _____	140
	BIBLIOGRAFIA _____	140
	ANEXOS _____	143
	PLANOS _____	165

RESUMEN

En la actualidad la norma impuesta por OSINERMIN N° 252 – 2016 – os/CD mediante decreto 2016, es requisito indispensable, el mantenimiento de los balones de GLP, también especificar las características del contenido del cilindro y de gases en general. La norma técnica peruana NTP indica que los balones deben someterse a prueba hidrostática cada cinco años para garantizar la seguridad en el uso del producto.

De acuerdo a esto se hizo un estudio en la localidad (Chiclayo), encontrando que el granallado es una opción para este tipo de requisito en la ley decretada por OSINERMIN, quien filtra la información de las plantas envasadoras (GLP), dedicadas a este rubro. De manera que la tesis, se hizo para procesar la información de datos obtenidos en el reglamento, encuestas a especialistas, estudio del mercado y dar una opción a las empresas envasadoras (GLP), que debe acatar esta ley, para poder tener un funcionamiento formal, evitando pagar altas multas.

Los datos proporcionados por OSINERMIN, se usaron como método para conocer la producción de envasado de GLP y seleccionar las características de la máquina, la cual consiste en centrifugar un material abrasivo, llamado granalla, que es el responsable de limpiar superficies metálicas para posteriormente dar acabado final, este proceso se lleva a cabo mediante el impacto que hace este material sobre la superficie del balón a una velocidad de 60 m/s a 120 m/s que es la recomendada por los fabricantes para este tipo de trabajo. Este proceso es garantizado aunque poco conocido en la ciudad de Chiclayo, pero se aplica bastante en el exterior para los distintos procesos de metal mecánica, en que se requiere de un buen acabado.

Como resultado puedo garantizar que en la tesis, el diseño propuesto va a soportar los esfuerzos a los que será sometido los diferentes componentes que hay en la máquina corroborados haciendo uso del programa solidworks que es una herramienta de diseño para poder verificar si los proyectos hechos en él, de llevarse a la práctica van a tener éxito y con los resultados del VAN y TIR, expuestos en la tesis, podemos verificar que es un proyecto rentable gracias a las empresas envasadoras que existen en la localidad y la gran demanda del producto que se comercializa.

Palabras claves: producción, Glp, dispositivos de control, granalla, abrasivo, reductores, Solidworks, PLC, sensores.

ABSTRACT

At present, the norm imposed by OSINERMIN no 252 - 2016 - os / CD by decree 2016, is an indispensable requisite, the maintenance of the LPG, also the characteristics of the content of the cylinder and gases in general. The Peruvian technical norm NTP indicates that the balls must undergo hydrostatic testing every five years to guarantee the safety in the use of the product.

According to this a study was made in the locality (Chiclayo), finding that the shot blasting is an option for this type of requirement in the law decreed by OSINERMIN, who filters the information of the packing plants (GLP), dedicated to this item . So the thesis, was made for the information of the data obtained in the regulation, surveys of specialists, market study and give an option to packaging companies (LPG), which must abide by this law, to be able to have a formal operation , avoiding paying high fines.

The data provided by OSINERMIN, are used as a method to know the production of LPG packaging and select the characteristics of the machine, which consists of centrifuging an abrasive material, called grit, which is responsible for cleaning metal surfaces to then finish final, this process is carried out by the impact that this material has on the surface of the ball at a speed of 60 m / s 120 m / s that is recommended by the manufacturers for this type of work. This process is guaranteed although little known in the city of Chiclayo, but it is applied abroad for mechanical metal processes, which requires a good finish.

As a result I can guarantee that in the thesis, the proposed design to support the efforts in which the components used in the corroborated machine make use of the SolidWorks program, which is a design tool to verify if the projects made in it, carried out in order to achieve success and with the results of VAN and TIR, exposed in the thesis, we can verify that it is a profitable project thanks to the packaging companies that exist in the locality and the great demand of the product that is commercialized.

Keywords: production, GLP, control devices, shot, abrasive, reducers, Solidworks, PLC, sensors

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática Internacional

La preparación de cualquier superficie, antes de aplicar un tipo de revestimiento o pintura, es muy importante tener en cuenta, porque influye mucho en el resultado final del acabado. Esta preparación debe ser la adecuada, debe estar libre de aceites, grasas cascarilla de laminación y herrumbre, o cualquier residuo, para que su capacidad de adhesión al sustrato, sea óptima y duradera.

Este tipo de trabajos están normalizados por varias asociaciones internacionales; una de la más difundidas es la norma Americana **SSPC (Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA)**, que define en cada categoría los procedimientos requeridos para hacer un correcto mantenimiento de superficie antes de aplicar un revestimiento o pintura. **(Carpio et al, 1999 p 2)**.

Actualmente en el mundo es de vital importancia, el consumo de glp, para sus fuentes energéticas y actividades comerciales, en zonas donde no hay acceso a la red de gas, se opta por usar balones que cumplan con las normas establecidas, tanto de diseño como acabado.

El trabajo de las granalladoras es expulsar micro partículas de metal, en forma de esferas y en proyección angular, y son por lo general de acero, que chocan contra la superficie de piezas metálicas para limpiarlas de todo tipo de impurezas y generarle una textura requerida, con el fin de que sea más resistente y tenga una vida útil prolongada. **(Sepúlveda, 2013, p.38)**.

Las industrias, que trabajan con metales, teniendo como proceso, el corte, punzonado, soldadura entre otras actividades es importante resaltar, que las piezas terminadas, queden sin ningún tipo de impurezas, para posteriormente pasar al proceso de recubrimiento, y dar a cocer su acabado final. Desde décadas se ha utilizado la técnica de expulsión de arena por chorro a presión (Sand Blasting), cumpliendo la función de mantenimiento, pero causa

problemas ambientales y de salud, debido a la polución que genera. **(Sepúlveda, 2013, P.38).**

Nacional

El mantenimiento de balones de gas en la industria del granallado genera superficies deformadas plásticamente en componentes que se encuentran sometidos a cargas cíclicas o que sean susceptibles de presentar fallas por corrosión y esfuerzos mecánicos, este proceso es controlado o monitoreado durante su ejecución por medio de la probeta Almen, sin embargo, cuando se quiere obtener una distribución adecuada de esfuerzos residuales, generados en aquel escenario, recomienda recurrir a herramientas como la dirección de rayos x, que permiten medir perfiles de esfuerzos residuales. Estos esfuerzos en compresión inducidos por el granallado, pueden retardar o detener el crecimiento y/o propagación de las grietas generadas, esto quiere decir que el deterioro se hace mas lento. **(Ingeniería e investigación, 2004, p.33)**

Local

En la ciudad de Chiclayo, no es común el tema de dar mantenimiento a balones de GLP mediante el proceso de granallado, no existe una empresa dedicada a este rubro, en forma particular con un alto rendimiento de producción, pero en las empresas envasadoras de GLP es común que del cien por ciento de balones que regresan a planta, después del intercambio comercial que hubo (envasadora vrs usuario), regresa el cuarenta y cinco por ciento de balones para mantenimiento, ya que se ven afectados por el diseño del logo original que llega intercambiado y el resto está repartido entre balones en mal estado.

En nuestra localidad existen cinco plantas envasadoras, de lo cual dos de ellas cuentan con una máquina para realizar su mantenimiento de granallado pero en una de ellas la máquina es obsoleta, tal es el caso de la envasadora Lima gas y la máquina de Repsol, no está en uso. Basado en la necesidad de este servicio es el propósito de la tesis.

Actualmente hacen su mantenimiento en forma artesanal, para mantener el estándar de calidad mínimo que exige la norma o están solicitando los servicios de un taller externo, el cual tiene poco tiempo operando en la

localidad, en donde se construyó una máquina artesanal y está dando este tipo de servicio, pero no se abastece y la máquina que tiene es de baja producción.

1.2 Trabajos previos Internacional

Torres (2013), en su tesis “Diseño y construcción de un prototipo de una estación de limpieza mecánica, mediante el proceso de sandblasting utilizando granalla mineral en ciclo continuo para una unidad de mantenimiento y transporte”, para optar el título de ingeniero mecánico, en donde uno de sus objetivos fue innovar los equipos de sandblasting incorporando una cabina de granallado que trabaje en conjunto con un equipo de succión, para limpiar y preparar las superficies metálicas. Concluyendo con la reducción de la tercera parte del tiempo empleado a la aplicación de limpieza manual.

Aporte, de esta tesis puedo rescatar los métodos utilizados en el diseño, cálculos y material que emplea para hacer el mantenimiento a las superficies metálicas que hay en un vehículo y poder aplicarlo a mi diseño

Belloso (2014), en su tesis “Diseño y construcción de un sistema semiautomático de granallado para uso didáctico”, para optar el título de ingeniero mecánico, el objetivo es demostrar que la mayoría de las fallas por fatiga a largo plazo, son producto de los esfuerzos por tracción y reducir los problemas a la salud del operador, por no tomar medidas adecuadas en el sistema de protección personal. Con la construcción, comprobó el funcionamiento de un sistema semiautomática de granallado caracterizado con 3 variables (distancia de proyección, ángulo de incidencia y presión de granallado) y determino que la deflexión es causada por el Angulo de disparo y la presión.

Aporte, es resaltante el aporte que me brinda esta tesis, porque me permite tener criterios técnicos para evitar posibles fallas, de llevar el diseño a la construcción y tomar medidas de protección para disminuir el riesgo que pueda tener el operario con respecto a la manipulación de la máquina.

Avilés (2011), en su tesis “Estudio del proceso del montaje de válvulas en el mantenimiento preventivo de tanques de GLP de uso doméstico para optimizar su ensamblaje en la empresa Congas Envasadora Salcedo”, para optar el título de ingeniero mecánico, siendo uno de sus objetivos, establecer el número de revoluciones según las normas en la colocación de las válvulas en balones de GLP, para dar garantía y mejorar la seguridad del tanque envasado utilizando un sistema automatizado, concluye que el PLC es un autómata muy eficiente al usarlo en este proceso y puedo estudiar sus funciones y poder aplicarlo a mi proyecto.

Aporte, este estudio aporta la información de las normas para el retiro del Glp, por residuos que quedan en el envase, retiro y colocación de válvulas, que es vital para empezar con el granallado y así reducir el peligro de explosión, verificando el óptimo estado en que se deben encontrar los balones de Glp para reducir el grado de corrosión.

Nacional

Cajahuamán (2014), en su tesis “Diseño de un sistema de extracción de polvo para una cabina de granallado semiautomática en la empresa Prometal Roca Hermanos E.I.R.L”, para optar el título de ingeniero mecánico electricista el cual uno de sus objetivos es eliminar la presencia de partículas contaminantes en la cabina de granallado, que limita el rendimiento y atenta contra la salud del operario; así como la limpieza de las piezas metálicas después de ser tratado.

Aporte, esta tesis aporta cálculos para reducir los contaminantes sólidos, depositados en la superficie, evitando que se adhieran nuevamente en el proceso de recirculación de la granalla que sale a alta presión con velocidades considerables.

Local

No se ha encontrado documentación en la localidad.

1.3 Teorías relacionadas con el tema

1.3.1 ¿Qué es el granallado?

El arenado, granallado o chorreado abrasivo (Sand Blasting), significa impulsar a alta velocidad un fluido, que puede ser agua o aire, también puede ser una fuerza centrífuga abrasiva, que impacta en la superficie, para eliminar materiales residuales del trabajo (Carpio, 1999, p.11).

Este método se utiliza para limpiar, fortalecer (peening) o pulir el metal usado, en la mayoría de industrias que utilizan metales, como: la aeronáutica, automovilística, construcción, fundición, naval, ferrocarril y otras mas. Existen dos tecnologías que se utilizan: el granallado por turbina o el chorreado por aire (Calle, 2006, p.29).

1.3.2 Principio de la limpieza por granallado

Se puede decir que este proceso es un bombardeo sobre el objetivo ya que las partículas de granalla son lanzadas a alta velocidad.

Estas partículas antes del impacto con el objetivo, están dotadas de energía cinética que es directamente proporcional a la partícula y al cuadrado de la velocidad (Tupy, 2006, p.3).

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde:

E_c = energía cinética, dada en J

m = masa, expresada en Kg

v = velocidad en m/s²

Pero la masa de una partícula esférica está dada por la siguiente ecuación

$$m = \frac{\rho \cdot 4 \cdot \pi r^3}{3}$$

ρ = densidad del material

$r = \text{radio de la partícula}$

Por lo tanto podemos verificar que la energía cinética nos quedaría de a la siguiente forma:

$$E_c = \rho \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot v^2$$

Como podemos observar, puede haber variaciones con la energía cinética al modificar el chorro o las dimensiones de las partículas, y como la velocidad es independiente de sus tamaños, se mantiene. Pero para la disminución del radio a la mitad de su valor inicial disminuye la octava parte de la energía cinética.

La granalla al impactar sobre el objetivo convierte parte de la energía cinética en calor, y la energía que no es transformada produce rebote (Tupy, 2006, p.4).

1.3.2.1 La granalla

La granalla es utilizada para el martilleo, también se le considera como perdigones y generalmente son de acero o hierro, pero también emplean materiales no ferrosos y no metálicos, que son empleados en diferentes aplicaciones

Existen diferentes tamaños para la aplicación que se desea dar y están normalizados por la denominación americana SAE J444 y van desde S-70 A la S-780 y desde la G-10, hasta la G -120. La S significa "Shot" o granalla esférica, mientras que la G significa "Grit" granalla angular. El número que le sigue es el diámetro de la granalla, medido en diez milésimas de pulgada (Tupy, 2006, p.2).

1.3.2.2 Proceso de fabricación de la granalla

Se fabrican por un procedimiento llamado "atomización", que consiste en la formación de glóbulos, que al enfriarse forman bolitas casi esféricas que son tamizadas por tamaños, recalentadas y enfriadas al momento, luego templadas para lograr la dureza deseada. La dureza esta medida en la escala de Mohs,

que es una relación de diez minerales ordenados de menor a mayor (Tupy, 2006, p.13).

1.3.2.3 Eficiencia de la granalla

La eficiencia de la conversión de la energía cinética en trabajo efectivo depende de varios factores, entre los que tenemos: el ángulo de incidencia del chorro las características de la granalla a usar, el tipo de impurezas a retirar (Tupy, 2006, p.4).

1.3.3 Leyes de la termodinámica

1.3.3.1 Primera ley

Está basada en la conservación de la energía, indicando que no se crea ni se destruye y cuando se aplica a un sistema que está sometido a un ciclo termodinámico, el calor cedido por el sistema será igual al trabajo cedido por el mismo y viceversa (Fernández, 2004, p.35).

$$\Delta U = Q - W$$

Esta hace uso de los conceptos de energía interna (ΔU), calor (Q) y trabajo (W) sobre un sistema. Mayormente estudia a los motores térmicos y tiene por unidad a cal o BTU (Fernández, 2004, p.35).

$$1cal = 4.186J$$

También conocido como equivalente mecánico de calor.

1.3.3.2 Segunda ley

1: Todos los sistemas tienden en forma natural a un estado, cuando la energía es mínima entonces la entropía sera máxima.

2: El calor fluye espontáneamente de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura.

No es posible que el calor fluya desde un cuerpo frio, hacia un cuerpo caliente sin producir un trabajo, que sea generado por el flujo.

3: En los procesos de conversión de energía de una forma a otra forma diferente, es posible convertir todo el trabajo en calor pero no todo el calor en trabajo.

4: La entropía del universo está en continuo aumento.

1.3.3.3 Tercera ley

Conocida también como postulado de Nernst, el cual nos indica que no se puede alcanzar el cero absoluto en un número finito de etapas. Puede definirse como. Al llegar al cero absoluto la entropía alcanza un valor mínimo y constante. Pero, con el desarrollo de la mecánica estadística, esta ley, como las otras leyes, pasó de ser una ley fundamental (justificada por experimentos) a una ley derivada de otras leyes aún más básicas. La ley básica de la que deriva principalmente es la definición estadístico-mecánica de la entropía de un sistema grande:

$$S - S_0 = K_B \ln \Omega$$

Donde:

S: Entropía

K_B = constante de Boltzman

lnΩ

= número de microestados consistentes en la configuración macroscópica

El recuento de estados es desde el estado de referencia del cero absoluto, que corresponde a la entropía de S₀.

La tercera ley también indica que la entalpia es absoluta, cuando una sustancia es cristalina y pura, encontrándose en el cero absoluto **(Fernández, 2004, p.38)**.

1.3.4 Dinámica del movimiento circular

La fuerza que resulta de este movimiento apunta hacia el centro y el objeto en movimiento, jala hacia afuera y por la tercera ley de Newton, podemos concluir que estas fuerzas son iguales. La fuerza que se dirige hacia el centro, y que gira sobre

el objeto, se denomina **fuerza centrípeta** y la aceleración que se dirige hacia el centro de giro del objeto se llama **aceleración centrípeta** (Fernández, 2004, p.39).

1.3.4.1 Fuerza centrípeta (F_{cp})

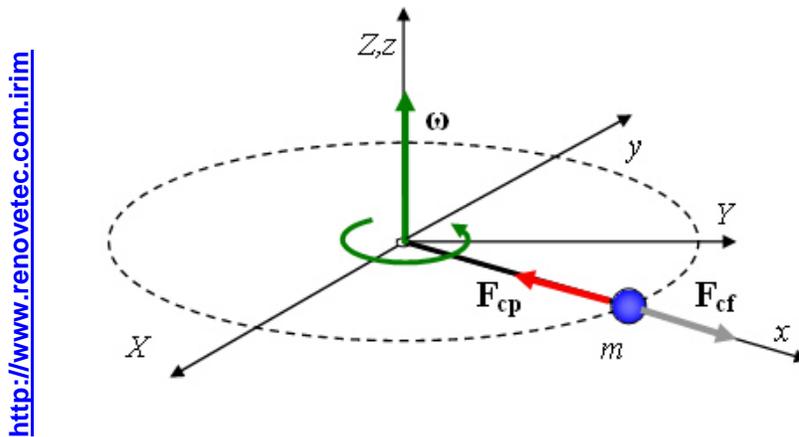
Se basa en la segunda ley de Newton y es opuesta a la fuerza centrífuga, es ocasionado por el movimiento circular, cambiando la dirección y velocidad, pero no la magnitud. La aceleración de una partícula, dirigida el centro del círculo, con movimiento circular uniforme ha de ser producida por una *fuerza* dirigida también hacia el centro. Como la magnitud de la aceleración normal es igual a v^2/R , y su dirección es hacia su centro, la magnitud de la fuerza normal sobre una partícula de masa m es

$$F = ma = m \frac{v^2}{R} \text{ (Fernández, 2004, p.39).}$$

1.3.4.2 Fuerza centrífuga (F_{cf})

Es una fuerza ficticia que aparece con el movimiento circular y hace que todos los elementos que giran, traten de alejarse de su eje. En general, está asociada con una partícula de masa m en un sistema de rotación, con una velocidad angular w , y en una posición r , respecto al eje de rotación.

FIGURA 1



De ello podemos establecer la ecuación:

$$(F_{cf}) = -m \cdot w(w \cdot r)$$

de este modo el módulo de la fuerza quedara expresada:

$$(F_{cf}) = -m \cdot w^2 \cdot r$$

1.3.5 Ley de HOOKE

Establece que el límite de la tensión elástica de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza (Carpio, 1999, p.13).

FIGURA 2



1.3.6 Teoría de la corrosión

Es el proceso de destrucción que experimenta todo material metálico ferroso, por reacción química o electroquímica en su lugar de origen, generalmente en los metales, dependiendo de la naturaleza química y de la concentración de especies reactivas que hay en su entorno tales como son las sales y minerales. Todos los materiales se destruyen con el tiempo, pero a los materiales no metálicos, la corrosión, es denominada como degradación. Los GLP no corroen al acero, al cobre, ni aleaciones, tampoco disuelven los cauchos sintéticos, pero si a las grasas y al caucho natural (Carpio, 1999, p.15).

1.3.7 Principio de trabajo de la máquina

Basado en las leyes de la energía cinética y de la energía mecánica, consiste en lanzar abrasivo de acero, a alta velocidad contra la superficie a ser limpiada; aplicando la fuerza centrífuga, a través de una rueda que contiene paletas y es alimentada de abrasivo que viaja a lo largo de la longitud radial de sus aspas, y lanzarla hacia afuera, contra la superficie a ser granallada. Una vez que el abrasivo ha impactado en la superficie de trabajo, horizontalmente, rebota nuevamente dentro de la máquina en forma vertical, hacia un transportador sin fin, luego es llevado a una cubeta elevadora a través de un elevador de cangilones, y el óxido y las partículas de pintura, son separados de la granalla por una turbina extractora, fuera de la máquina; la granalla retorna a la tolva de almacenamiento para ser reutilizada **(Blastrac, sf, p2)**.

1.3.7.1 Energía mecánica (J)

Es la capacidad de transformar toda la energía en trabajo y producir un trabajo mecánico, en un cuerpo, debido a causas de origen mecánico, como su posición o su velocidad, teniendo como formas a la energía cinética y la energía potencial.

Si no hay rozamiento la energía mecánica siempre se conserva. Cuando un cuerpo cae desde una altura se produce la conversión de energía potencial en cinética. Cuando se pierde una de las energías entonces se compensa con la ganancia de la otra, por eso la suma de ambas energías en un punto será igual a la de otro punto **(Cengel y Boles, 2012, p.58)**

$$E_M = cte$$

No es un parámetro físico, ya que es sustentado por el producto del movimiento rotativo que es el par y el régimen de giro, y el movimiento lineal, son la fuerza y la velocidad lineal **(Cengel y Boles, 2012, p.58)**.

$$W = Mx \text{ rpm}$$

$$w = FxV$$

Potencia = W, en (watts)

torque = M, en Nm

velocidad de rotacion, velocidad angular = w, en rpm

fuerza = empuje (f), en kg

1.3.7.2 Energía cinética (J)

Está asociada al movimiento, dependiendo de la masa y velocidad del cuerpo, su unidad de medida está dada en julios **(Cengel y Boles, 2012, p.58)**.

Tiene por fórmula:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde:

E_c = energía cinética, dada en J

m = masa, expresada en Kg

v = velocidad en m/s²

1.3.7.3 Energía potencial o gravitatoria (J)

Cualquier cuerpo, que se encuentra a una determinada altura, siempre posee una energía potencial gravitatoria **(Cengel y Boles, 2012, p.54)**.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

E_p = energía potencial, en joule(J)

m = masa, en Kg

g = gravedad, en m/s²

h = altura, en m

Esfuerzos

Los elementos de una estructura deben ser diseñados para soportar su propio peso y también la carga a la que va a estar sometida. Por lo que tendremos que hacer cálculo de los tipos de esfuerzo que aparecen. Entre ellos:

1.3.7.3.1 Tracción

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, tienden a estirarlo; un ejemplo los tensores **(Cervera y Blanco, 2002, p.139)**.

1.3.7.3.2 Compresión

Cuando las fuerzas tienden a aplastarlo o comprimirlo **(Cervera y Blanco, 2002, p.139)**.

1.3.7.3.3 Flexión

Cuando las fuerzas que actúen sobre el cuerpo, tiende a doblarlo, un ejemplo son las vigas **(Cervera y Blanco, 2002, p.143)**.

1.3.7.3.4 Torsión

Cuando las fuerzas que actúan sobre el cuerpo tienden a torcerlo un ejemplo claro es la llave de una cerradura **(Cervera y Blanco, 2002, p.263)**.

1.3.7.3.5 Cortadura o cizalladura

Cuando las fuerzas aplicadas, tienden a cortarla o desgastarla **(Cervera y Blanco, 2002, p.147)**.

1.3.8 Motores eléctricos

1.3.8.1 Potencia activa

Su unidad de medida es el watts (W), y su proceso de transformación, es aprovechado como trabajo, convirtiéndose en potencia útil en el eje del motor, esta potencia se ve reflejada en el recibo de tarifa eléctrica **(Schneider, sf, p.12)**.

$$p = \sqrt{3}xVxIx \cos \phi$$

1.3.8.2 Potencia reactiva

Su unidad de medida es el VOL – AMPER REACTIVO, y su función principal es generar el campo magnético, requerido por los equipos inductivos para su

funcionamiento, principalmente motores y transformadores. Esta es intercambiada por la red eléctrica y no significa consumir potencia activa (**Schneider, sf, p.12**).

Su fórmula:

$$Q = \sqrt{3}VxIx \sin \phi$$

1.3.8.3 Potencia aparente

Su unidad de medida es vol-ampere (Va) y es la que determina la prestación en corriente de un transformador y resulta de considerar la tensión aplicada al consumo de la corriente que este demanda. Es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva (**Schneider, sf, p.12**).

Su fórmula:

$$S = \sqrt{3}VxI$$

1.3.8.4 Factor de potencia

Este término es utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo y puede tomar valores entre 0 y 1

El factor de potencia (F) es la proporción de potencia activa en la potencia aparente.

*Es tanto mejor cuando se acerca al valor de 1 (de 0 a 1) (**Schneider, sf, p.47**).*

$$F = \frac{P(Kw)}{S(Kva)} = \cos \phi$$

P = potencia activa (W)

S = potencia aparente (VA)

F = factor de potencia (cos ϕ)

1.3.8.5 Rendimiento

Es la eficiencia con que se convierte la energía eléctrica, que es absorbida de la red por un motor, para ser transformada en energía mecánica aprovechable en su eje.

“Potencia útil” (Pu), es la potencia mecánica disponible en el eje del motor.

“Potencia absorbida” (Pa), a la potencia eléctrica que el motor retira de la red.

El rendimiento será la relación entre las dos, o sea: **(Schneider, sf, p.47).**

$$n = \frac{P_U(W)}{P_a(W)} = \frac{736P(cv)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{1000P(Kw)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi}$$

$$n\% = \frac{736P(cv)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi} \cdot 100$$

1.3.9 Granallado por turbina

La energía generada por el motor eléctrico es convertida en energía abrasiva cinética, debido al giro que hace la turbina, necesitando entre los 60 y 1200 kilos por minuto. Para realizar este tipo de trabajo. Las granalladoras por turbina son usadas en áreas extensas, por estar diseñadas para dar mantenimiento a superficies largas, como son tuberías, ángulos metálicos, etc. El tipo de piezas a granallar, define cual es la máquina correcta a usar, ya sea usando el método mas simple, como son las máquinas de mesa, o métodos complejos integrados y automatizados, usado por fabricantes de automóviles en serie, hasta transportadores de rodillos y sistemas de desoxidación de flejes. **(Clemco internacional, 2016, p.24).**

1.3.10 Chorreado por aire

Su funcionamiento es neumático, se basa en la proyección del abrasivo a través de boquillas que trabajan con aire comprimido y lo impulsan hacia los componentes a granallar, en una sala o cabina de chorreado.

También existen aplicaciones especiales, llamado chorreado húmedo, que es la mezcla de abrasivo – agua, en ambos casos, las boquillas pueden instalarse en posiciones fijas, o mediante robots automatizados.

El tipo de chorreado determina la elección del abrasivo, en casi todos los casos suele ser un abrasivo seco o en funcionamiento libre. **(Clemco internacional, 2016, p.31).**

1.3.11 Partes de la máquina granalladora

1.3.11.1 Cámara de granallado

Su finalidad es contener los abrasivos y las piezas durante la operación de granallado, evitando el aumento de costos, por perdidas de abrasivo, en las estructuras de la cámara, turbina, puertas así como también, evitar las

pérdidas de granalla al exterior, teniendo en cuenta esto, nos permite la reutilización y recirculación de granalla en la máquina. Lo más importante debe ofrecer garantías de seguridad al operario que trabaja con el equipo. **(Clemco internacional, 2016, p.38).**

1.3.11.2 Separador

Su función principal es controlar la remoción de contaminantes, los equipos modernos retiran el polvo y las partículas de la granalla con un flujo de aire, que cae en forma de cortina. También influye en el “mix de operación” porque influye en la velocidad del mantenimiento y los costos de operación. Al cargar el equipo, tiene que hacerse con diferentes tamaños de granallas, de tres a cuatro tamaños, para estabilizar el desgaste natural por rompimiento, abrasión o fatiga en el trabajo y conseguir su estabilización **(Clemco internacional, 2016, p.20).**

1.3.11.3 Recolector de polvo

Su finalidad es recolectar, eliminar y retener el polvo generado durante el mantenimiento teniendo en cuenta los parámetros siguientes:

- a) el ventilador debe rotar correctamente
- b) tensionar adecuadamente las cintas del ventilador.
- c) Revisar las condiciones del filtro
- d) Operatividad de los sistemas de vibración y limpieza de filtros.
- e) Los compartimentos de los filtros deben estar limpios, sin residuos de polvo.
- f) Verificar el nivel de polvo en el silo.
- g) Verificar sellos del colector de polvo.
- h) Mantener la válvula cerrada, mientras el equipo está conectado.
- i) Verificar las tuberías de aire, que no estén obstruidas, o con fugas.
- j) Ajustar el flujo de aire para remover el polvo y no el abrasivo **(Clemco internacional, 2016, p.31).**

1.3.11.4 Turbinas

Su función es lanzar el abrasivo hacia la superficie a granallar, manteniendo la velocidad y el peso total de las partículas, además de mantener la forma y

localización del chorro, sus partes son las paletas, el rotor, y la capa del rotor. **(Clemco internacional, 2016, p.30).**

1.3.12 Vibraciones

Es cuando una partícula oscila alrededor de un punto fijo, teniendo dirección, frecuencia y/o intensidad aleatoria en su movimiento; siendo normal este proceso **(Santiago García, 2015).**

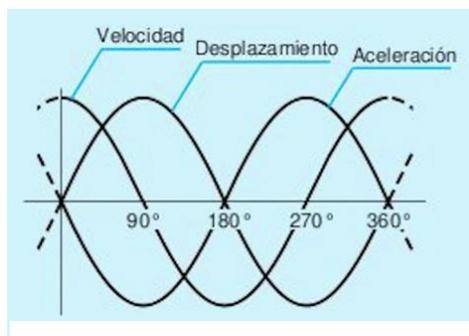
Movimiento armónico de muy pequeña amplitud, que se puede captar en una carcasa o un eje; es un cambio que se produce en un objeto con respecto a un punto de referencia, para captar su velocidad, desplazamiento y aceleración **(Santiago García, 2015).**

Es un movimiento periódico que permite cambiar o variar la configuración de un sistema con respecto al tiempo, en base a su posición de equilibrio, siendo frecuente el movimiento armónico simple que adquiere gran importancia en los movimientos vibratorios **(Ciencias básicas, p9).**

Actualmente este tema está cogiendo gran importancia en los mantenimientos correctivos y preventivos de sistemas mecánicos, especialmente en las de tipo rotativo, el mantenimiento predictivo se basa en el estudio de las vibraciones mediante la implementación de sensor que nos permiten observar movimientos fuera de rango **(Ciencias básicas, p9).**

Figura 3

<http://www.renovetec.com.irim>



Análisis de vibraciones

1.3.12.1 Principales fallos detectables

Desequilibrio

Desalineación

Mal estado de rodamientos

Estado de lubricantes

Estado del rotor

Sujeción del equipo

Holguras

Problemas electromagnéticos (Santiago García 2015).

1.3.12.2 Amplitud de vibración

1.3.12.2.1 Valor cero pico

Se representa en el dominio de tiempo, que trae como resultado una onda senoidal, que nos permite ver el estado de la maquina cuando se desplaza desde el punto cero, hasta el máximo desplazamiento (Santiago García 2015).

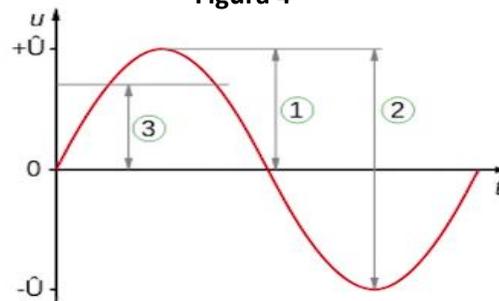
1.3.12.2.2 Valor pico-pico

Es el desplazamiento que sufre desde el punto cero hacia un extremo y luego desde el punto cero hacia el otro extremo (Santiago García 2015).

1.3.12.2.3 Valor medio eficaz (rms)

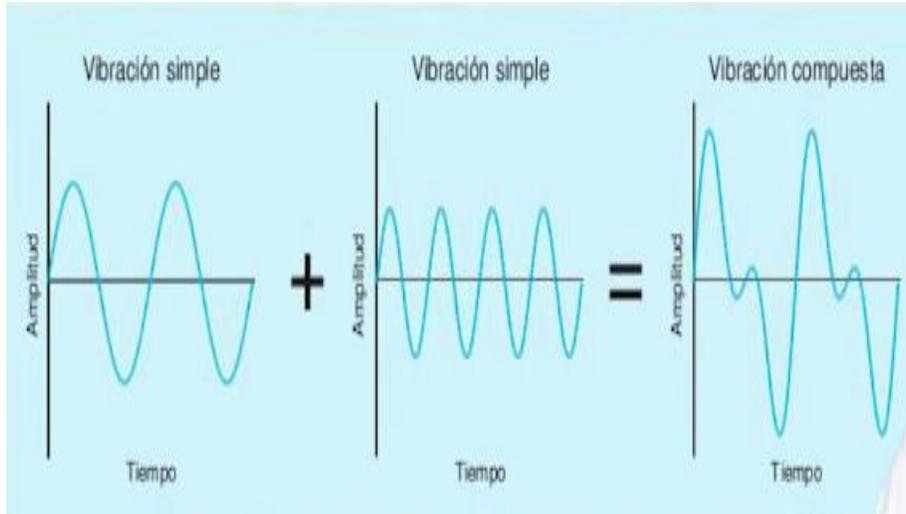
Tomar cada punto, en cada momento y hacer una media con el punto de referencia, para ubicarlo (Santiago García 2015).

Figura 4



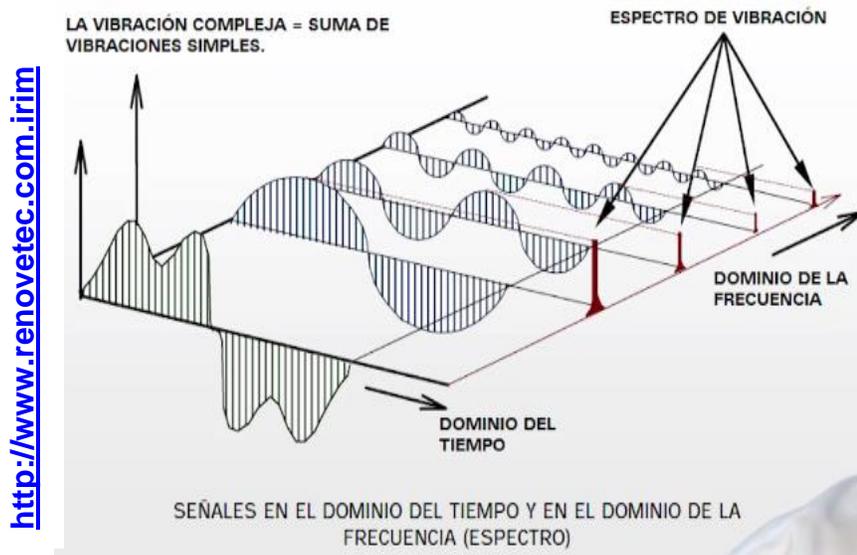
- 1= Valor cero-pico
- 2= Valor pico-pico
- 3= Valor eficaz (RMS)

Figura 5



Análisis de vibraciones

Figura 6



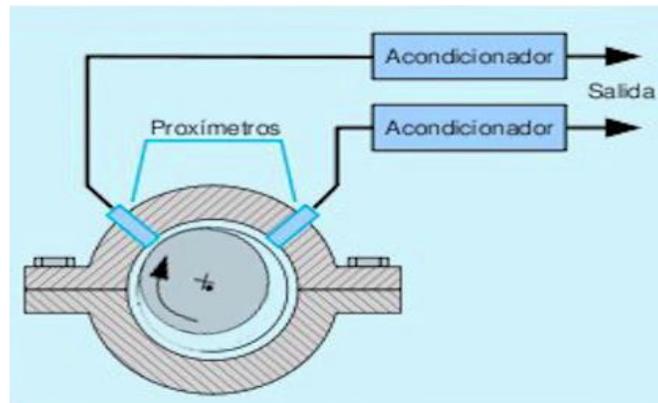
Análisis de vibraciones

1.3.12.3 ¿Cómo medir la vibración?

Colector de vibraciones y sensor (proxímetro) de tipo inductivo para medir el desplazamiento (Santiago García 2015).

Figura 7

<http://www.renovetec.com.irim>

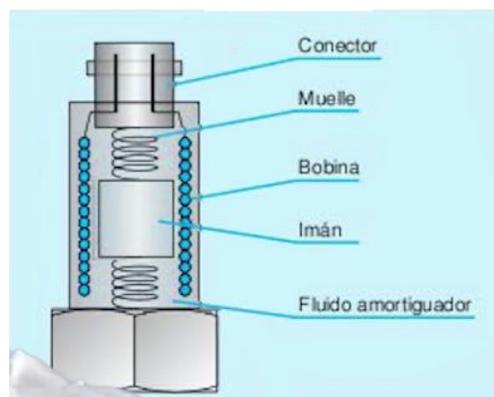


Análisis de vibraciones

Sensor velocímetro se basan en suspender una masa en un resorte
Velocímetro permite la medida de la velocidad de la vibración en mm/s en dominio de la frecuencia y también permite identificar la totalidad de los problemas, por tener elementos móviles (Santiago García 2015).

Figura 8

<http://www.renovetec.com.irim>



Análisis de vibraciones

Pero ahora tenemos los acelerómetros (se basa en el efecto piezo- eléctrico), si presionamos un elemento de cuarzo, se genera una pequeña corriente

eléctrica, por el tiempo que se presiona por ser proporcional a la fuerza. Y como la fuerza es igual a la masa por la aceleración; y si tenemos la masa, entonces podemos conocer la aceleración, estos equipos electrónicos nos permiten integrar la aceleración, la velocidad y el desplazamiento (**Santiago García 2015**).

1.3.13 Norma del granallado en el mantenimiento de balones de Glp

1.3.13.1 Norma en ISO 8501

En ISO 8501-1:2007 – Esta norma nos da a conocer cuatro niveles de corrosión y también la preparación de sustratos de acero para el retiro de pinturas en el material.

- 1.- El acero está cubierto de calamina pero sin corrosión
- 2.- El acero se oxida y la calamina, empieza a desprenderse.
- 3.- El acero presenta picaduras leves por la oxidación y la calamina no está presente.
- 4.- El acero presenta numerosas picaduras por la oxidación y la calamina no está presente (**Cimn, 2011, p.1-4**).

1.3.13.1.1 Limpieza por chorro abrasivo

Tenemos los mantenimientos Sa 1, a chorro abrasivo leve; Sa2, a chorro abrasivo intenso; Sa 2 ½, a chorro abrasivo a fondo y el Sa 3, mantenimiento a chorro hasta que el acero quede limpio (“metal blanco”) (**Cimn, 2011, p.1-4**).

1.3.13.1.2 Limpieza manual y mecánica

Son dos, manual mecánico intenso (St2) y manual mecánico a fondo (St3). (**Cimn, 2011, p.1-4**).

1.3.13.1.3 Limpieza por llama, FI

Casi no usado.

En ISO 8501-2:2001 – La norma indica como proceder después de eliminar revestimientos anteriores, en los sustratos de acero, basándose en la experiencia de que no es necesaria la eliminación total de los revestimientos anteriores, cuando el mantenimiento se realiza periódicamente. El grado de preparación es designado por letras, que indican el método utilizado en el mantenimiento, ejemplo “Sa”, “St” o “Ma”. La letra P situada en frente indica eliminación localizada. **(Cimn, 2011, p.1-4).**

1.3.13.2 Chorro abrasivo localizado, P Sa

P Sa 2 Mantenimiento por chorro abrasivo localizado intenso.

P Sa 2 1/2 Mantenimiento por chorro abrasivo localizado a fondo.

P Sa 3 Mantenimiento por chorro hasta que el acero quede limpio **(Cimn, 2011, p.1-4).**

1.3.13.3 Limpieza localizada manual y mecánica, P St

P St 2 mantenimiento localizado manual y mecánica intensa.

P St 3 mantenimiento localizado manual y con herramientas motorizadas a fondo.

1.3.13.4 Limpieza por abrasión mecánica localizada, P Ma

P Ma Abrasión mecánica localizada.

A semejanza de los casos anteriores, se utilizan también patrones fotográficos como referencia. **(Cimn, 2011, p.1-4).**

En ISO 8501-3:2007 - Clases de preparación de soldaduras, esquinas y otras zonas con imperfecciones de superficie. **(Cimn, 2011, p.1-4).**

En ISO 8501-4:2006 – Preparar la superficie dependiendo de los grados de oxidación (de *flash rust*) se usa agua a alta presión (*high-pressure water jetting*). **(Cimn, 2011, p.1-4).**

1.3.14 ¿Por qué hacer mantenimiento externo de los balones de Glp?

Porque aumenta su la vida útil del balón y está en constante monitoreo para evitar posibles accidentes por explosiones o fugas que pudiese tener y evitar negligencias, aparte que esto es exigido por el decreto supremo N^o27- 94- EM

título XI artículo 155, en el cual nos detalla la los requisitos de fabricación, reparación y mantenimiento de los balones de glp domésticos, este dato es brindado en la página web de Osinermin.

1.3.15 Requisitos a tener en cuenta en el mantenimiento de balones de GLP

Uno de los requisitos indispensables para el mantenimiento de balones es conocer el tipo de material que está conteniendo. Conocer las normas que rigen para este proceso, tomar las medidas necesarias e implementarse de equipos de protección como son extintores, sistemas de red contra incendio, sensores de humo, y detectores de gas, señalización de las salidas y tomar en cuenta las medidas que deben tener los lugares por donde evacuar. Todo esto tiene un rol muy importante en el mantenimiento porque va a permitir trabajar ordenadamente y actuar de forma rápida ante cualquier incidente que se pudiese presentar **(Abello 2011 p3)**.

1.3.16 ¿Qué es el GLP?

Se denomina gas licuado petróleo (GLP), es un hidrocarburo combustible, que se encuentra en estado gaseoso en su estado natural, está compuesto en cantidades definidas de propano y butano, su fórmula es C_3H_8 y se comprime en balones para poder usarse como combustible y a la vez poder transportarlo, se obtiene de del refino del petróleo destacando, el butano y el propano, que es un hidrocarburo saturado formado por tres carbonos e hidrógenos en forma de gas que se licua a presión.

Actualmente es canalizado para el uso en viviendas, la combustión del gas propano, no libera cenizas, ni olores, no contiene azufre, por eso es considerado una de las fuentes energéticas mas limpias **(López, 2001 p19)**.

FIGURA 9

		PROPORCIONES EN VOLUMEN	
		Propano comercial	Butano comercial
(López, 2001)	Propano (C3)	min. 80 %	max. 20 %
	Butano (C4)	max. 20 %	min. 80 %

1.3.17 Importancia del mantenimiento de balones para reducir riesgos con el GLP

El balón de GLP para que llegue al consumidor tiene que ser transportado, y en el camino hay ciertos parámetros a tener en cuenta, uno de ellos es la temperatura ya sea por el ambiente o por la fricción en el transporte por eso es recomendable que el vehículo de transporte del Glp no deben pasar del 85% de su capacidad, debido a la dilatación que sufre todo material a causa de la temperatura, y el mantenimiento de estos tanques debe hacerse descargando por completo el recipiente, a través de una máquina que pueda retirar el gas contenido. El mantenimiento puede prever el estado en el que se encuentran los balones de GLP y evitar accidentes **(López, 2001, p.19)**

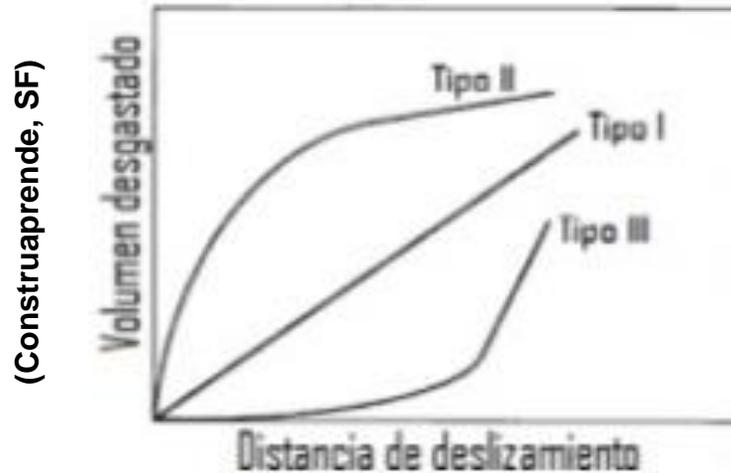
1.3.18 ¿Cómo reducir riesgos al momento de realizar el mantenimiento del balón?

El balón de gas, al momento de ser sometido al mantenimiento, en su superficie se genera cierta temperatura que si no se toma en cuenta, puede ocasionar accidentes, por eso es recomendable, que el balón pase por la máquina de descarga, y retirar los residuos que pudiese tener en su interior, luego retirar la válvula de llenado, cubrir **Análisis de vibraciones** el ingreso de partículas de granalla en el recipiente.

1.3.19 Desgaste de los recipientes al ser granallados

Todo material al ser sometido a un rozamiento o fricción, tiene cierta modificación en su estructura, es decir se disminuye poca o mucha parte de su materia, que se ve reflejado en la disminución de las dimensiones de los elementos. Este desgaste presenta tres comportamientos, que podemos observar en la siguiente gráfica.

FIGURA 10



1.3.19.1 Tipo I

El volumen desgastado es proporcional a la distancia de desplazamiento.

1.3.19.2 Tipo II

Típico de los materiales, se inicia con un alto nivel de desgaste, para posterior disminuir drásticamente.

1.3.19.3 Tipo III

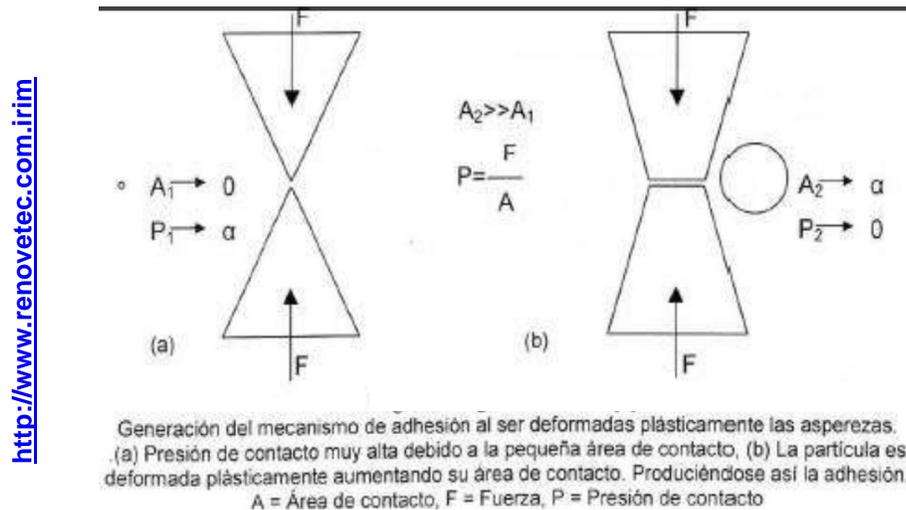
Se presenta en materiales frágiles, se inicia con un comportamiento muy resistente al desgaste y a partir de una cierta distancia, disminuye drásticamente.

1.3.20 Tipos de desgaste

Tenemos varios tipos de desgaste, entre ellos podemos mencionar a la adhesión, abrasión, erosión, fatiga, corrosión, cavitación, por fretting y oxidativo, pero solo se mencionara a los desgastes que tenemos en el proceso de granallado.

1.3.20.1 Desgaste adhesivo

FIGURA 11

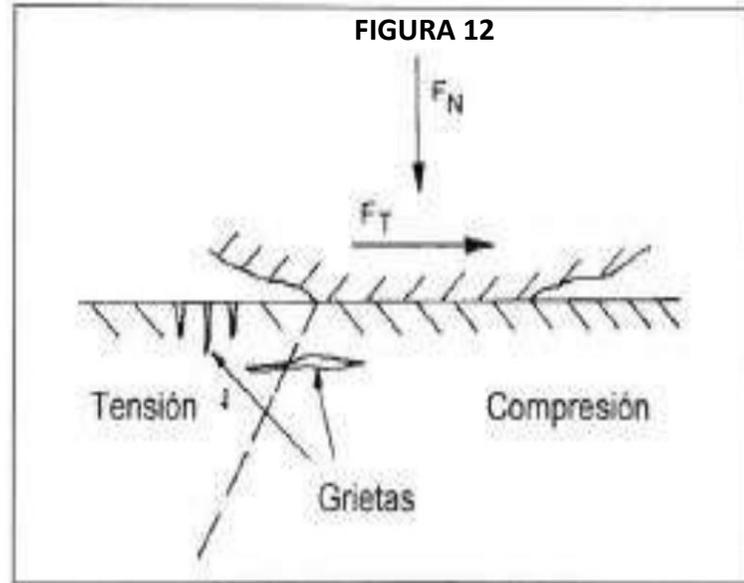


1.3.20.2 Desgaste abrasivo

Para nuestro caso es el impacto de la granalla con el material u objetivo a ser limpiado (balón de glp).

1.3.20.3 Desgaste por fatiga

Se da por esfuerzos cíclicos entre las asperezas de dos superficies en contacto, creando grietas superficiales.



Desgaste por fatiga

1.3.21 Desgaste corrosivo

Cuando se forma una capa de óxido en la superficie y es removida por el mantenimiento en la maquina granalladora.

1.3.21.1 Como se calcula el desgaste de material

Se calcula mediante ensayos, para evitar un excesivo desgaste, la maquina debe calibrarse para el tipo de material a ser trabajado.

Para ello tenemos las probetas de olmen, en las que se realizan pruebas antes de someter al material a este proceso.

No existe una forma de cálculo directo, excepto las pruebas que se realizan, pero tenemos una aproximación mediante la siguiente ecuación

$$\text{Porcentaje de desgaste} = [P_{.a} - P_b] / P_{.a}$$

Donde

$P_{.a}$ es la masa de la muestra seca antes del ensayo (grs)

P_b es la masa de la muestra seca después del ensayo, lavada sobre el tamiz 1.68 mm.

1.4 Formulación del problema

¿En qué medida la máquina granalladora, permite mejorar el proceso de limpieza externa de balones de GIp?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1 Justificación técnica

Teniendo en cuenta que el cilindro de gas es de gran demanda a nivel nacional, se vio la necesidad de hacer un estudio, para diseñar una máquina granalladora, que permita agilizar el tiempo de mantenimiento de los balones de gas.

1.5.2 Justificación social

La importancia social se da en el cumplimiento, calidad y garantía del mantenimiento involucrado en el proceso de acabado, como parte de la imagen de la empresa y satisfacción del consumidor final.

Esta investigación será de gran ayuda para la empresa, porque permitirá resolver la problemática, medir y agilizar el rendimiento del proceso, velar por la seguridad y bienestar del empleado.

1.5.3 Justificación económica

Haciendo un estudio técnico, se llegó a la conclusión que, no todas las plantas envasadoras de glp, cuentan con una máquina de granallado, por lo que tienen tiempos muertos de producción.

Este estudio es posible gracias al interés de brindar servicios a las empresas dedicadas a la producción envasado y distribución de gas, ya que tienen la necesidad de tener balones óptimos para su línea de proceso y poder llegar al cliente consumidor.

1.5.4 Justificación ambiental

Al utilizar la granalla se está contribuyendo a reducir la contaminación del el medio ambiente, evitando la polución.

1.6 Hipótesis

El diseño de la máquina granalladora, permite mejorar el tiempo de proceso, en plantas de envasado de GLP.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Diseñar una máquina granalladora, para mejorar la limpieza externa de balones de GLP, en planta de Chiclayo.

1.7.2 Objetivos específicos

- a) Diagnosticar de la situación actual de la limpieza de los balones de glp, en la ciudad de Chiclayo, respecto a los niveles de corrosión.
- b) Determinar en función a la cantidad de balones de glp, la capacidad de producción de la máquina granalladora.
- c) Diseñar los componentes de los sistemas, tanto mecánico, eléctrico, neumático y electrónicos de la máquina de granallar de acuerdo a las teorías científicas.
- d) Realizar una evaluación económica y financiera de la propuesta del diseño utilizando indicadores tales como la tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VA) y la relación costo beneficio.

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

La investigación es descriptiva aplicada, ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación tratan de solucionar un problema práctico y descriptivo porque los datos se obtendrán de la observación directa tal y como ocurre.

2.1.2 Diseño

El tipo de diseño será no experimental por que no se manipularan las variables.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable independiente

Diseño de una máquina granalladora

2.2.2 Variable dependiente

Mejorar el proceso de limpieza externa de balones de glp.

2.2.3 Operacionalización de variables

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	dimensión	Escala de Medición	instrumentos
diseño de una máquina granalladora	Es una máquina cuya función es limar impurezas en los balones de glp, que trabaja de forma automática, para posteriormente dar el acabado correspondiente.	Es la selección y cálculo de los medios necesarios para la realización del mantenimiento.	RPM Torque Corriente eléctrica Presión de aire	Diseño mecánico Diseño eléctrico Diseño neumático	Ordinal	Entrevista y base de datos de o Osinerming
		Retiro de válvulas y colocación de tapones.	N		Ordinal	
		Selección de granalla.	Lb	.	Ordinal	
Limpieza externa de balones de GLP	Su finalidad es optimizar el uso de recursos materiales, humanos minimizando paradas en planta.	Eficiencia de mano de obra.	Horas hombre	Niveles de corrosión.	Razón	Hoja de procedimientos
		Eficiencia en trabajo de máquinas	Horas máquina		Razón	

2.3 Población y muestra

- **Población**

Referente a la población, el proyecto de investigación, abarcará la siguiente referencia:

Planta envasadora de glp.

- **Muestra**

Tablas obtenidas de los datos estadísticos existentes en Osinergmin.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Hoja de procedimientos

Mediante esta técnica, obtendremos datos de la actual forma de mantenimiento que se está realizando, procediendo ir al lugar en para realizar observaciones de la problemática, para poder precisar las ventajas y desventajas del diseño a realizar.

Entrevista

La técnica, comprende en realizar una serie de preguntas, que estarán dirigidas a las personas más capacitadas en proceso de granallado y que está en constante uso de la máquina. Estos datos, permitirá hacer un sondeo de las necesidades en el diseño a realizar, para optimizar tiempos y hacer más sencillo el uso de estas máquinas, tratando de que la exposición al riesgo de trabajo sea menor.

2.4.1.1 Instrumentos de recolección de datos

Hoja de procedimientos

Se utilizará para recopilar información que sea necesaria de los documentos, tesis, revistas, manuales técnicos, etcétera que sirva de guía para la investigación.

Guía de entrevista

Se realizara entrevista al técnico operador de máquina, que tiene el mayor conocimiento, para poder revisar las necesidades de implementación en la máquina y observar los puntos críticos de seguridad.

2.4.1.2 Validez y confiabilidad

Validez: los instrumentos serán validados por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

Confiabilidad: En esta tesis tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5 Métodos de análisis de datos

El método que se utilizará en esta tesis es el método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar.

2.6 Aspectos éticos

La presente tesis se elaborara manteniendo la ética profesional de mi persona, así como la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto de intereses.

III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de la situación actual de la limpieza de los balones de GLP, en la ciudad de Chiclayo, respecto a los niveles de corrosión.

La corrosión es causa de graves problemas que afectan la integridad de las estructuras, motivo suficiente para estar en constante monitoreo; y más aún si están sometidos a presiones, como son los balones de GLP.

La falta de un mantenimiento adecuado de un balón de Glp, puede producir fugas, y lo que es peor la explosión del balón, generando incertidumbre por los daños que puede causar, por eso en marzo pasado, del año en curso, comenzó a regir la norma que OSINERMIN, mediante la resolución de consejo directivo, el organismo supervisor de la inversión en energía y minería OSINERMING N° 252 – 2016 – os/CD, dispuso que todas las plantas envasadoras etiqueten con detalles del peso y contenido del balón, para alinearse con la nueva norma vigente.

Según OSINERMIN, en el Perú, en un mes, se venden 7 millones 800 mil balones de glp, y se estima que existen más 8 millones de cilindros, repartidos entre las 111 plantas envasadoras que existen.

Resaltando en la actualidad, las empresas de Lima Gas, Repsol Gas, Llama Gas, Forza Gas, que abastecen al 63% del mercado.

De acuerdo a las entrevistas al personal de las plantas envasadoras, en Chiclayo de las diferentes marcas que existen, mediante el intercambio comercial que se da en la ciudad, el 45% regresa al lugar de envase por mantenimiento. Este mantenimiento es por golpes, diferentes colores, fugas en las válvulas o por deterioro total, esto conlleva a hacer un mantenimiento constante de las superficies de los balones de Glp.

Detalle el cuadro exigido en la nueva norma, con las necesidades impuestas por OSINERMIN que cada empresa dedicada a la comercialización del Glp debe implementar.

Figura 13

FORMATO DE INFORMACIÓN AL CONSUMIDOR

<http://www.osinermin.com.pe>

NOMBRE DE LA EMPRESA ENVASADORA			
PESO DEL CILINDRO ANTES DE LLENADO :kg			
PESO NETO DEL GLP :kg			
PESO TOTAL DEL CILINDRO :kg			
Tolerancia del Peso Neto del GLP (Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-EM)			
Peso neto nominal del GLP	Tolerancia del peso neto (porcentaje)	Rangos de tolerancia de peso	
		Minimo	Máximo
5 kg	+2.5%	4.875 kg	5.125 kg
10 kg	+2.5%	9.750 kg	10.250 kg
15 kg	+2.5%	14.625 kg	15.375 kg
45 kg	+1.0 %	44.550 kg	45.450 kg
Cualquier denuncia por inconformidades sobre el peso neto de GLP puede ser presentada directamente a su proveedor o ante Osinermin, vía telefónica al 0800-41800 o a través de otros medios informáticos habilitados.			

1454439-1

Plantas envasadoras con la capacidad de producción en Chiclayo

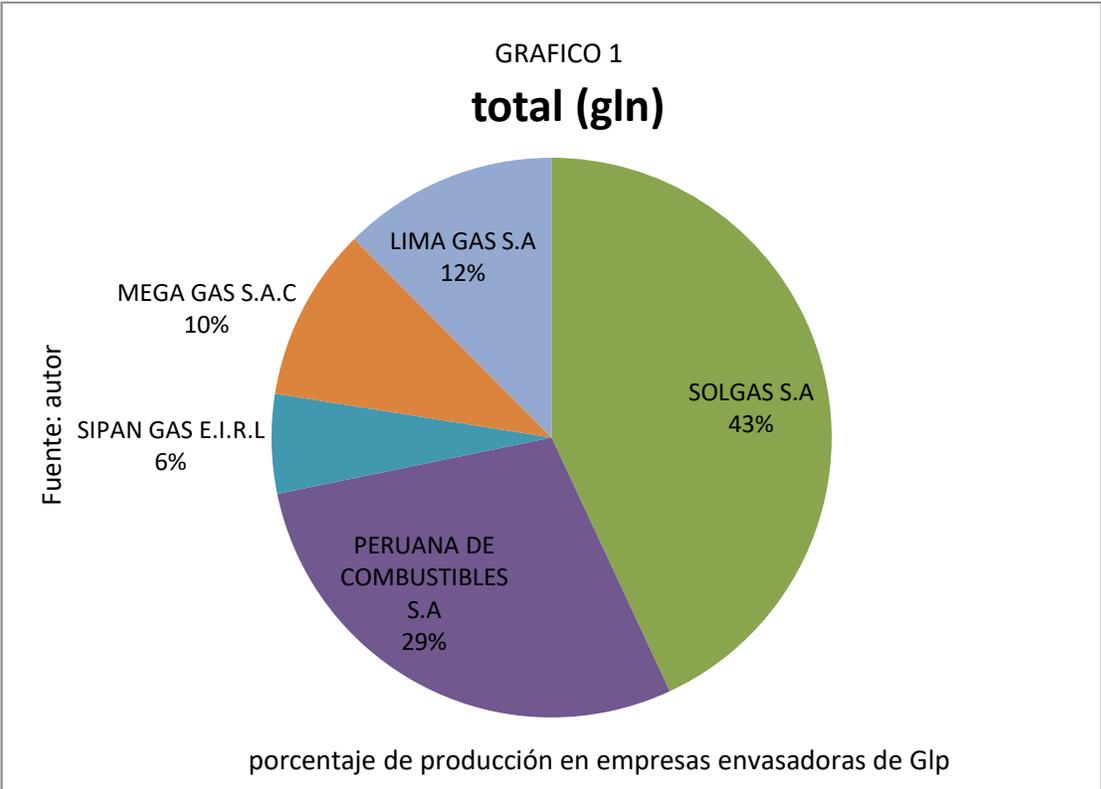
REGISTRO DE PLANTAS ENVASADORAS DE GLP EN CHICLAYO, ACTUALIZADO EL 18 DE MAYO DEL 2017 POR OSINERMIN					
empresa	Capacidad de los balones de Glp (kg)				total (gln)
	10	20	30	45	
porcentaje de venta mensual	80%	6%	5%	9%	
SOLGAS S.A	72000	5400	4500	8100	90000
PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A	48000	3600	3000	5400	60000
SIPAN GAS E.I.R.L	9600	720	600	1080	12000
MEGA GAS S.A.C	16800	1260	1050	1890	21000
LIMA GAS S.A	20800	1560	1300	2340	26000
total de producción de Chiclayo	167200	12540	10450	18810	209000

En el cuadro de arriba, podemos observar el porcentaje de la capacidad de llenado, según el tipo de balón y la cantidad de producción, que tiene las plantas envasadoras en la localidad. Este dato a sido proporcionado por OSINERMIN, que es el organismo supervisor de la inversión en energía, es un dato actualizado que corresponde al año en curso.

El mantenimiento ha sido calculado de acuerdo a las encuestas realizadas a personal de plantas envasadoras, llegando a la conclusión que el 45% de su producción en las diferentes envases con los que trabaja, necesitan mantenimiento y verificación del estado en que se encuentran.

Esto nos lleva a la necesidad de aumentar la producción del servicio del granallado ya que la mayoría de envasadoras no cuenta con este servicio y las que si lo tienen no lo usan por obsoleto como es el caso de la empresa Lima Gas.

Cuadro de porcentajes de producción, en empresas envasadoras en Chiclayo



Este grafico podemos observar, que empresa tiene la mayor producción y hacia donde debemos enfocar la empresa, para brindar el servicio de mantenimiento de balones de Glp.

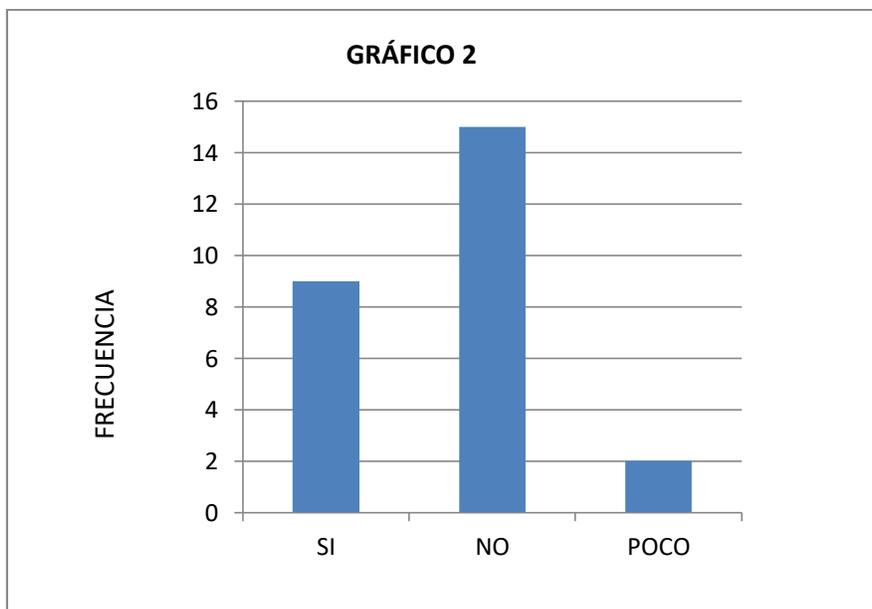
Este tipo de servicio es nuevo en Chiclayo, no se conoce tanto, pero se inició el año pasado con una máquina que es artesanal, con el objetivo de mejorar la producción debido al incremento de demanda del servicio se está proponiendo el diseño para mejorar la producción.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

PREGUNTA N°01: ¿EXISTEN PLANES DE MANTENIMIENTO DE BALONES DE GLP?

ESTADÍSTICOS	
Válido	26
Perdidos	0

TABLA DE FRECUENCIA				
Valido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	9	32,0	32,0	32,0
NO	15	57,0	57,0	90,0
POCO	2	10,0	10,0	100,0
Total	26	100,0	100,0	

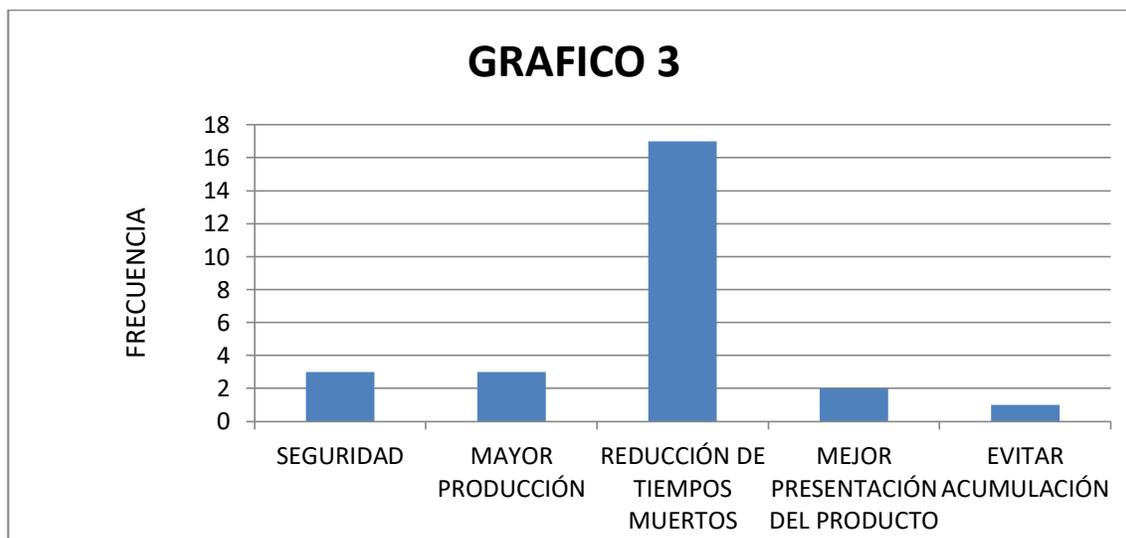


INTERPRETACION: Con este grafico se puede observar que de las personas encuestadas 15 de ellas representa el 57% de la población no tiene un plan de mantenimiento adecuado, 2 personas que son el 10% de la población desconoce del plan de mantenimiento y 9 personas que representan el 32% conocen pero no aplican un sistema adecuado para el mantenimiento

PREGUNTA N°02: ¿QUÉ BENEFICIO PODRIA MENCIONAR EN LA MEJORA DEL PROCESO DE DARSE, EL SERVICIO?

ESTADÍSTICOS	
Válido	26
Perdidos	0

TABLA DE FRECUENCIA				
Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SEGURIDAD	3	10,0	10,0	10,0
MAYOR PRODUCCIÓN	3	12,0	12,0	22,0
REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS	17	65,0	65,0	87,0
MEJOR PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO	2	7,0	7,0	95,0
EVITAR ACUMULACIÓN	1	5,0	5,0	100,0
TOTAL	26	100,0	100,0	



INTERPRETACIÓN: de las 26 personas encuestadas, podemos deducir en el grafico lo siguiente:

16 personas que representa el 65% indican que se reduciría los tiempos muertos.

4 personas que representa el 12%, indica que habrá mayor producción en el proceso de llenado.

3 personas que representa al 10%, indica que habrá mayor seguridad en el llenado de tanques de Glp.

2 personas que representan al 7%, indica que el producto tendrá un mejor acabado y posiblemente una mayor aceptación,

1 personas que representa al 5%, indica que tendrá menos acumulación de balones en su área laboral.

3.2 Determinar en función a la cantidad de balones de GLP, la capacidad de producción de la máquina granalladora

3.2.1 Por demanda de balones de GLP

Teniendo en cuenta la necesidad de ampliar el volumen de mantenimiento de balones solicitados en el mercado, la máquina a diseñar tendrá, los siguientes datos de producción

Peso del cilindro (kg)	Cantidad de cilindros por hora
10	110
20	100
30	80
45	50

Y conociendo que el estándar de producción tiene diferentes envases, la maquina también se adecuara a las exigencias del cliente, tanto es así que esta máquina podrá trabajar con cilindros de 10, 20,30 y 45 kg que son los mas comerciales.

Tomando los datos de la tabla anterior y verificando datos,

CUADRO 1					
REGISTRO DE PLANTAS ENVASADORAS DE GLP EN CHICLAYO, ACTUALIZADO EL 18 DE MAYO DEL 2017 POR OSINERMINING					
Empresa	Capacidad de los balones de Glp (gln)				total (gln)
	10	20	30	45	
porcentaje de venta mensual	80%	6%	5%	9%	
SOLGAS S.A	72000	5400	4500	8100	90000
PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A	48000	3600	3000	5400	60000
SIPAN GAS E.I.R.L	9600	720	600	1080	12000
MEGA GAS S.A.C	16800	1260	1050	1890	21000
LIMA GAS S.A	20800	1560	1300	2340	26000
total de producción de Chiclayo	167200	12540	10450	18810	209000

En este cuadro podemos observar la cantidad de galones que produce cada planta envasadora en Chiclayo y los tipos de cilindros que comercializan. Según jefe de mantenimiento de Lima Gas, me proporciono el dato de conversión, para obtener cuantos galones ingresa en un balón de gas, estos datos son:

$$1L = 0.54 \text{ Kg}$$

Para convertir a galones tendría que multiplicar por el factor de conversión que es 3.785, entonces nos quedaría

$$0.54 \times 3.785 = 2.0439 \text{ gln}$$

Este dato divide a la capacidad del balón, para poder obtener cuantos galones ingresan

CUADRO 2					
REGISTRO DE PLANTAS ENVASADORAS DE GLP EN CHICLAYO, ACTUALIZADO EL 18 DE MAYO DEL 2017 POR OSINERMINING					
Empresa	Cantidad de balones por empresa				total (gln)
	10	20	30	45	
porcentaje de venta mensual	80%	6%	5%	9%	
SOLGAS S.A	15000	551.853	306.585	367.902	90000
PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A	10000	367.902	204.39	245.268	60000
SIPAN GAS E.I.R.L	2000	73.5804	40.878	49.0536	12000
MEGA GAS S.A.C	3500	128.7657	71.5365	85.8438	21000
LIMA GAS S.A	4333.33333	159.4242	88.569	106.2828	26000
total de producción de Chiclayo	34833.3333	1281.5253	711.9585	854.3502	209000

Este cuadro nos muestra la cantidad de balones, de acuerdo a las capacidades de los depósitos que son llenados en planta.

CUADRO 3				
CUADRO DE LLENADO DE GLP, DE SOL GAS				
CAPACIDAD USADA	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	TOTAL DE BALONES	BALONES PARA MANTENIMIENTO
	2.0439			
10	4.89260727	Gln.	15000	6750
20	9.785214541	Gln.	552	248
30	14.67782181	Gln.	307	138
45	22.01673272	Gln.	368	166
TOTAL BALONES			16226	7302

CUADRO 4				
CUADRO DE LLENADO DE GLP, EN PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A				
CAPACIDAD USADA	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	TOTAL DE BALONES	BALONES PARA MANTENIMIENTO
	2.0439			
10	4.89260727	Gln.	10000	4600
20	9.785214541	Gln.	368	169
30	14.67782181	Gln.	204	94
45	22.01673272	Gln.	245	113
TOTAL BALONES			10818	4976

CUADRO 5				
CUADRO DE LLENADO DE GLP, EN SIPAN GAS				
CAPACIDAD USADA	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	TOTAL DE BALONES	BALONES PARA MANTENIMIENTO
	2.0439			
10	4.89260727	Gln.	2000	920
20	9.785214541	Gln.	74	34
30	14.67782181	Gln.	41	19
45	22.01673272	Gln.	49	23
TOTAL BALONES			2164	995

CUADRO 6				
CUADRO DE LLENADO DE GLP, EN MEGA GAS				
CAPACIDAD USADA	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	TOTAL DE BALONES	BALONES PARA MANTENIMIENTO
	2.0439			
10	4.89260727	Gln.	3500	1610
20	9.785214541	Gln.	129	59
30	14.67782181	Gln.	72	33
45	22.01673272	Gln.	86	39
TOTAL BALONES			3786	1742

CUADRO 7				
CUADRO DE LLENADO DE GLP, EN LIMA GAS				
CAPACIDAD USADA	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	TOTAL DE BALONES	BALONES PARA MANTENIMIENTO
	2.0439			
10	4.89260727	Gln.	4333	1993
20	9.785214541	Gln.	159	73
30	14.67782181	Gln.	89	41
45	22.01673272	Gln.	106	49
TOTAL BALONES			4688	2156

Como podemos observar en los cuadros, tenemos la cantidad total de balones que necesita cada empresa para la realización de su mantenimiento por mes.

CUADRO 8	
BALONES PARA MANTENIMIENTO	
EMPRESA	CANTIDAD
SOLGAS S.A	7302
PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A	4976
SIPAN GAS E.I.R.L	995
MEGA GAS S.A.C	1742
LIMA GAS S.A	2156
TOTAL	17171

El resultado de esta tabla es el total de balones que necesitan mantenimiento en la ciudad de Chiclayo, el cual será tomado para los cálculos de diseño de la máquina granalladora en el desarrollo.

3.2.2 Por ubicación de la máquina.

Por ser una proyección a realizarse en Chiclayo, se pensó que se puede adquirir un lugar cerca al parque industrial. Orto lugar estratégico es la av. Chiclayo, llegando al cruce de la panamericana, camino a Lambayeque, que es una ruta de fácil acceso, está a 10 min del parque industrial, es accesible para el tránsito de camiones y es una zona donde no se afecta a la población.

Tomando en cuenta que la mayoría de empresas de llenado de GLP, se encuentran en el parque industrial ubicado en la pradera, camino a Pimentel. Se considera que no tendrán problema para transportar los balones de Glp para su mantenimiento.

3.2.3 Por costo del servicio.

El costo de servicio que se da en el mercado es de 2.50 soles por balón, este servicio incluye el retiro de gas que pudiera llevar los balones y cambio de válvulas todo esto rigiéndose a las normas que existen.

3.2.4 Por tecnología a emplear

Se emplea la granalla para el diseño de la máquina, porque esta echa de limaduras de hierro que no son tan nocivas, como el uso de la arena, en el caso de los arenados.

Esta máquina contara con un sistema de automatización y sensores que puedan actuar en una emergencia, así como material antiexplosivo utilizado en las instalaciones de este tipo.

3.3 Calcular, diseñar y seleccionar los componentes de los sistemas, mecánicos y eléctricos de la máquina granalladora.

3.3.1 Principio de funcionamiento de la máquina

La máquina estará calculada para cuatro tipos de cilindros, que son los mas comerciales, pero detallo los balones domésticos, ya que el resto sale por analogía, y los tamaños guardan una relación. El ingreso de los balones se realiza por un extremo de la máquina y hacen un recorrido por ella, mediante polines y van a salir por el otro extremo hacia una mesa de recepción. El principal objetivo del funcionamiento, es hacer girar el balón, en su interior, para que sea golpeado por la granalla, que es el material abrasivo y así poder realizar la limpieza del

balón. Esta granalla es impulsada por las turbinas que según el aporte del fabricante es de 60 a 120 metros por segundo.

El recorrido de la granalla se hará mediante un tornillo sin fin que estará ubicado en la parte inferior, este mecanismo recogerá la granalla para luego depositarlo en la tolva inferior del elevador, y sea llevado por los cangilones hacia la parte superior donde habrá una bifurcación para que se reparta en las dos turbinas cayendo por gravedad mediante tubos colectores dimensionados para el caudal que se necesita, las turbinas por otra parte tienen la misión de impulsar el material abrasivo, hacia las diferentes partes del balón de GLP.

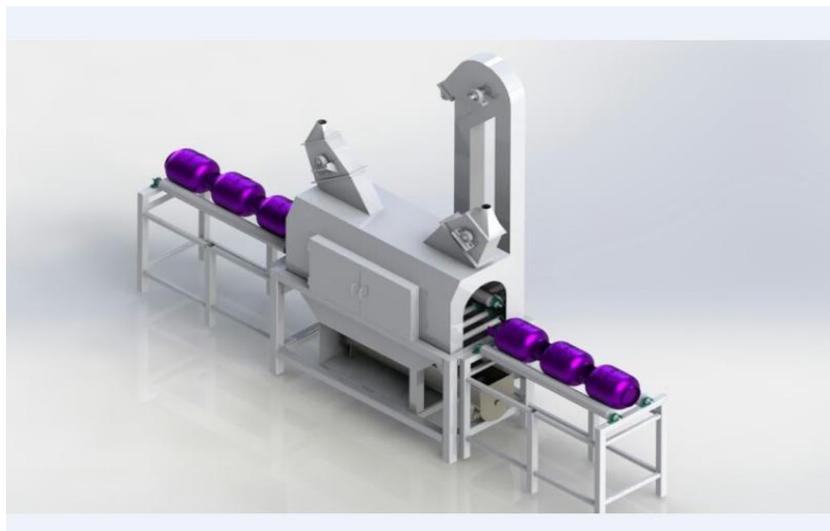
El balón en la parte interna de la máquina, apoyado por dos polines, empieza a girar a una velocidad constante para que el material abrasivo que cae de las turbinas cumplan con el objetivo de retirar la pintura, rebabas oxidado que pudiese presentarse en el mantenimiento.

Esta máquina contará con un sistema de extracción, que permitirá retirar las impurezas que queden en el material abrasivo, y sepáralo, para poder llevarlo a un ambiente adecuado para su posterior desecho.

La granalla cumple con un ciclo de recorrido en la máquina y está en constante reutilización hasta que cumpla su periodo de vida para la cual fue diseñada.

En la parte inferior muestro una imagen de como será la maquina a diseñar.

Figura 14



Fuente autor

Máquina Granalladora

3.4 Materiales usados en los elementos de la máquina

AISI 304 (INOX)		
Módulo elástico	190000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	75000	N/mm ²
Densidad de masa	8000	kg/m ³
Límite de tracción	517.017	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	206.807	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.8e-005	/K
Conductividad térmica	16	W/(m·K)
Calor específico	500	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

ASTM A36		
Módulo elástico	200000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	79300	N/mm ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	400	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	250	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Especificaciones del teflón		
Especificaciones	Unidad	Indice
Densidad aparente	g/cm ³	2.10 – 2.30
Resistencia a la tracción ≥	Mpas	15.0
Resistencia a la tracción ≥	%	150
Intensidad de electrolisis ≥	kV/mm	10

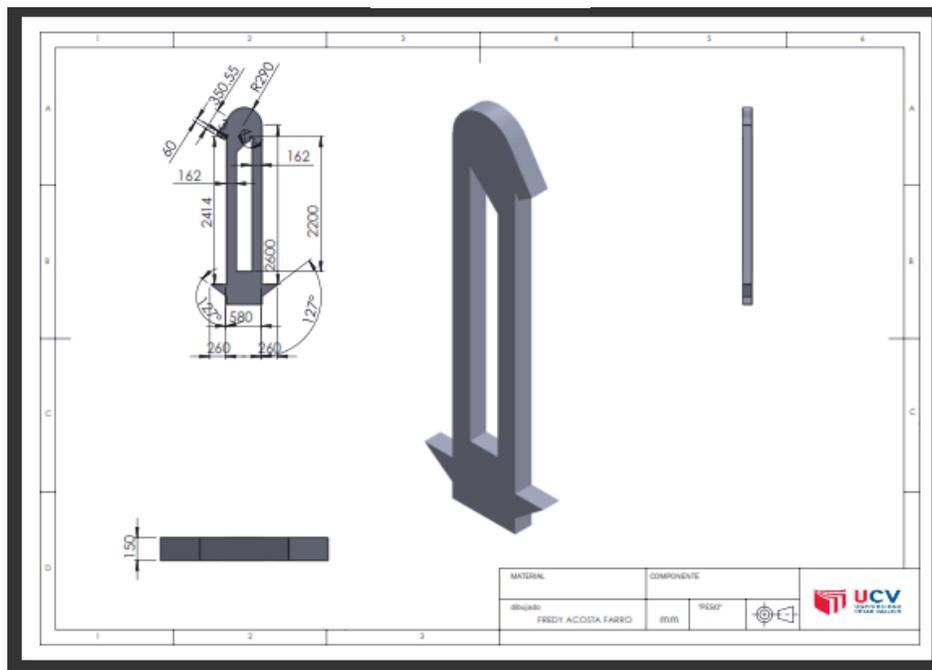
3.5 Cálculo del elevador y cangilones

Para realizar el diseño necesitamos conocer las fórmulas que nos permitirá realizar los diferentes cálculos que necesitamos.

Estas fórmulas fueron tomadas de los manuales de Tapco INC y detallo la nomenclatura utilizada en la tesis.

Figura 15

Fuente: autor



Elevador de cangilones

n = número de revoluciones
por minuto del tambor motriz.

D = Diámetro del tambor motriz .

v_t = veloc. de rotación del tambor .

β = ángulo de descarga del abrasivo.

L_{polea} = ancho de la polea en plg.

L_1 = long. banda de los cangilones

L_2 = distancia que recorre la banda

L_3 = longitud de banda

a = ancho de banda.

b = peso del cangilon

e = espesor de la banda.

D_{polea} = diámetro de polea motriz

Q_1 = capacidad del elevador

v_{banda} = veloc. lineal de la banda.

γ = separación entre cangilones

f_u = factor de llenado del cangilon

δ = densidad del material.

$N_1 = \frac{1}{\gamma}$ = número de cangilones

por metro de banda

N_2 = número necesario de cangilones

v = volumen

P = potencia del motorreductor en Cv

H = Altura del elevador

f_s = factor de seguridad

μ_1 = coeficiente de fricción

$P_{cangilon}$ = peso de cangilones

por metro de banda

$P_{cangilon} = N_1 \times m_1$

v_d = velocidad de descarga

F_C = fuerza centrífuga de descarga

W = peso de la granalla.

m_1 = masa de la granalla

almacenada en un cangilon.

g = valor de la gravedad que es.

B = peso de la banda por
pie de longitud.

T_b = tensión de la banda debido
al peso del cangilón en lbf

H_0 = constante que depende de los
espaciamientos de los cangilones

k = factor que depende del tipo
de superficie de la poleas

T_p = torque brindado a la flecha

P_1 = potencia del motorreductor

F_1 = tensión polea motriz sin carga

F_2 = tensión polea motriz con carga

F_3 = peso del tambor y eje

(TAPCO, 2009, p6).

3.5.1 Cálculo de la velocidad de la flecha motriz

$$n = \frac{42.5}{\sqrt{D}}$$

Velocidad mínima de rotación del tambor motriz con la ecuación siguiente:

$$v_t = 22.2 \times \sqrt{D}$$

Calculo del ángulo de descarga del cangilón

$$\cos\beta = 0.00056 \times D \times n^2$$

3.5.2 Geometría de los tambores

$$L_{polea} = [1.2 \times (a + e)]$$

Calculo de la polea motriz

$$D_{polea} = \frac{3}{4} L_{polea}$$

3.5.3 Longitud de la banda de la banda de cangilones

$$L_1 = \pi \times D_{polea}$$

Hallando la distancia que recorre la banda, en los H metros llamado L_2

$$L_2 = 2 \times Hm$$

Por lo tanto, tendremos una longitud de banda (L_3) de:

$$L_3 = L_1 + L_2$$

3.5.4 Calculo de la capacidad del elevador

Velocidad lineal de la banda (v_{banda})

$$v_{banda} = L_1 \cdot n \cdot 60$$

3.5.5 Capacidad del elevador

$$Q1 = v_{banda} \cdot \gamma \cdot fu$$

También podemos aplicar

$$Q1 = v_{banda} \cdot \delta \cdot fu \cdot N_1$$

3.5.5.1 Calculo del número de cangilones

$$N_2 = N_1 \times L_3$$

Densidad

$$\rho = \frac{m}{v}$$

3.5.5.2 Condiciones de funcionamiento del elevador de cangilones

$$Vd = 2.22 \sqrt{D_{polea}}$$

3.5.5.3 Cálculo de la fuerza de descarga

$$W = F_c = \frac{m_1 \times V_D^2}{\frac{D_{polea}}{2}}$$

3.5.6 Cálculo del peso de la granalla

$$W = m_1 \times g$$

3.5.7 Cálculo de la potencia del motor

$$P = \frac{Q \times H \times f_s}{270} [1 + (2 \times \mu_1 \times P_{cangilon} \times H)]$$

3.5.8 Cálculo de la tensión de banda

3.5.8.1 Tensión de la banda debido a su propio peso

$$T_B = B \times H$$

3.5.8.2 Tensión de la banda debido al peso de los cangilones

$$T_b = \frac{12 \times b \times H}{a}$$

3.5.8.3 Tensión efectiva de la banda

3.5.8.3.1 Tensión en términos de espaciado de los cangilones y carga de cada cangilón.

$$T_{e_1} = \frac{12 \times m_1}{a} (H + H_0)$$

3.5.8.3.2 Tensión en términos de la capacidad de la banda

$$T_{e_2} = \frac{100 \times Q}{3 \times v_d} (8.2 + 20)$$

3.5.8.3.3 Tensión máxima de la banda

$$T_{m_1} = T_B + T_b + T_e$$

Aplicando la segunda ecuación

$$T_{m_2} = (1 + k) \times T_e$$

Tensión de la banda real de la banda

$$PIW = \frac{T_m}{a}$$

3.5.9 Diseño de la flecha motriz

3.5.10 Tensión del lado flojo de la polea motriz (sin carga)

$$F_1 = T_m - T_e$$

3.5.10.1 Tensión del lado apretado de la polea (con carga)

$$F_2 = T_m$$

3.5.11 Peso del tambor y eje en conjunto (valor estimado)

$$F_3 = 10Kgf$$

Como todas las fuerzas van hacia abajo, la fuerza total será la sumatoria de todas las fuerzas.

$$F_t = F_1 + F_2 + F_3$$

Determinando el torque que da el motorreductor con la siguiente ecuación

$$T_p = 9550 \frac{P_1}{n}$$

$$T_r = (F_2 - F_1) \frac{D_{polea}}{2}$$

3.6 Abreviaturas usadas en cálculo el tornillo sin fin

Para realizar el cálculo del tornillo sin fin se debe tener en cuenta:

$Q_{\text{sin fin}}$ = Capacidad de transporte del sinfín (ton/hora).

A_t = Area transversal del transportador (m²).

S = Paso del transportador (0,8xD, en m).

n = velocidad a la que gira el transportador (r.p.m.)

C_f = Coeficiente de llenado transversal (ver tabla No.3)

W = Densidad del material transportado (ton/m³).

C = Factor de inclinacion del transportador (ver tabla No.2).

D = Diametro del transportador (m)

M_o = Torque requerido por el transportador

L = Longitud del transportador (m).

W_o = Densidad del material a transportar (Kg / m³).

F = Factor de rozamiento del material a transportar (ver tabla No.1).

n = Velocidad a la que gira el transportador (r.p.m.).

N_o = Potencia requerida por el transportador (Kw).

N_o = (Kw) / 0,746 (Hp)

N_o (motor) = FS x N_o (HP)

FS = Factor de servicio

S = Paso del transportador

M = Ancho de la canoa

R = Radio de la canoa

E_s = Diámetro eje del transportador

K = factor de la tabla No.4

B = Diametro del eje macizo

F = Factor de la tabla No 5

D_c = Espaciamiento entre hangers

G = Centro de la descarga del transportador

J = Distancia centro al borde del transportador

E_a = Espesor del angulo de refuerzo

L = Distancia extremo chute y centro transportador

E_c = Espesor del cuerpo del transportador

E_{ca} = Espesor lamina de desgaste (DUTSCHMAN, 1987, p687).

3.7 Fórmulas usadas en el cálculo del tornillo sin fin.

$$Q_{sin\ fin} = 60 \times At \times S \times n \times Cf \times W \times C$$

3.7.1 Determinación del diámetro:

$$S = 0,8 \times D$$

$$At = 3,1416 \times D^2 / 4$$

$$D^3 = (0,0265256 \times Q) / (n \times Cf \times W \times C)$$

3.7.2 Torque

$$Mo = (0,1616 \times C \times L \times Wo \times F) / n$$

$$C = Q \times (1000/60) / (Wo)$$

$$Wo = 1000 \times W$$

convirtiendo a lbf – pulg: $Mo = (Kgf - m) \times (2,204623 \times 39,37008)$

3.7.3 Potencia del transportador

$$No = (Mo \times n) / 63000$$

$$No (motor) = FS \times No (HP)$$

3.7.4 Dimensiones del transportador

3.7.5 Paso del transportador:

$$S = 0.8 \times D$$

3.7.6 Ancho de la canoa

$$M = 1,0416666 \times D$$

3.7.7 Radio de la canoa

$$R = M / 2$$

3.7.8 Diámetro del eje del transportador (en tubo)

$$E_s = K \times D$$

3.7.9 Diámetro eje macizo para rodamientos y hangers

$$B = F \times E_s$$

3.7.10 Espaciamiento entre soportes colgantes (hangers)

$$D_c = 6 \times D$$

3.7.11 Centro de la descarga del transportador

$$G = 0,7291666 \times D$$

3.7.12 Distancia del centro del transportador y el borde superior

$$J = 0,6875 \times D$$

3.7.13 Distancia entre el extremo del chute de descarga y el centro del transportador

$$L = 0,640625 \times D$$

3.7.14 Ancho del angulo de refuerzo a lo largo del transportador

$$E_a = 0,1041666 \times D$$

3.7.15 Espesor del cuerpo del transportador

$$E_c = 0,0104166 \times D$$

3.7.16 Espesor de la camisa o lamina de desgaste del transportador

$$E_{ca} = 0,75 \times E_c$$

3.8 Realizando el análisis para los cálculos

Para detallar los cálculos tenemos tres partes importantes del diseño de la máquina que son: el alimentador, la máquina procesadora y la zona de descarga

Teniendo en cuenta que la máquina va estar alimentada por tres balones, y que cada balón tiene 50 cm de alto y un peso de 10 kg que está dentro de la norma **(ISO 8501-1:2007)**.

Tomando como dato 110 balones se limpian en una hora, por necesidad para el mantenimiento que se desea realizar.

$$110bal \text{ --- } 60min$$

$$1bal \text{ --- } x$$

$$x = 0.55 \text{ min}$$

En la máquina ingresan 3 balones, y cada balón tiene un peso de 10Kg, por lo tanto tendríamos un peso de 30Kg, que convertido a newton seria

$$30 \times 9.81 = 294.3 \text{ N}$$

Este dato lo usaremos en el cálculo de los polines.

Como el balón en la parte interna de la máquina va a girar para ser granallado, entonces calculamos la velocidad tangencial.

$$Vt = \frac{d}{t}$$

Dónde:

$d = \text{distancia.}$

$Vt = \text{velocidad tangencial.}$

$t = \text{tiempo.}$

Resolviendo:

Como en la máquina ingresan tres balones, y cada uno tiene 50 cm, entonces tenemos 1.50m, dándole tolerancia tomaremos como dato 1.7 m.

$$Vt = \frac{1.70m}{0.55min}$$

$$Vt = 3.09m/min$$

Convirtiendo 3.09 m/min a segundos

$$Vt = 0.052m/seg$$

3.8.1 HALLANDO LA CAPACIDAD DE LA MÁQUINA:

El balón de glp tiene las siguientes características

Diámetro (ϕ) =31 cm

Convirtiéndolo a decímetros tendríamos 3,1dm

Altura (H) =50 Cm, que transformado a decímetros nos da 5 dm, convertimos a dm, las unidades de la medida del balón para uniformizarlas con las unidades de la densidad de la granalla.

Calculando el área a granallar en el balón

Hallando la longitud de la circunferencia (L_c)

$$L_c = \pi \times D_{balón}$$

$$L_c = 3.1416 \times 31cm$$

$$L_c = 97.4 cm$$

Para tener la misma unidad de la granalla lo transformemos a **dm**

$$L_c = 9.74dm$$

Para hallar el área (A) de la longitud de circunferencia tendríamos:

$$A = L_c \times h$$

$$h = 50cm = 5dm$$

$$A = 9.74 dm \times 5dm$$

$$A = 48.69dm^2$$

Hallando el área de circunferencia del balón tendríamos:

$$A = \frac{\pi \times D_{balón}^2}{4}$$

$$A = \frac{3.1416 \times (3.1dm)^2}{4}$$

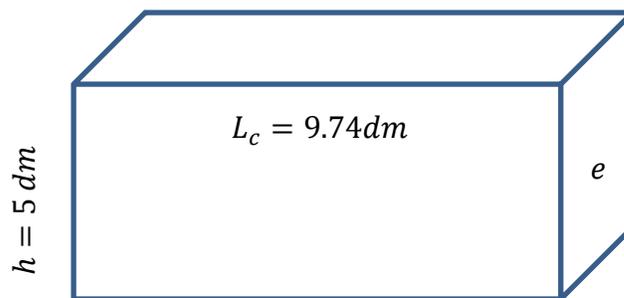
$$A = 7.55dm^2$$

Como el balón tiene dos tapas, una inferior y una superior lo multiplicamos por dos

Entonces el área nos quedara

$$A = 15.1dm^2$$

Ahora si el balón lo desdoblamos y lo calculamos como una plancha, para obtener el espesor, tendríamos:



$$A = b \times h$$

$$15.1dm^2 = [(2 \times 9.74) + (2 \times 5)] \times e$$

$$e = \frac{15.1dm^2}{29.48dm}$$

$$e = 0.51dm$$

Entonces hallando el volumen a granallar (o sea la parte externa del balón), será:

$$v_{ext} = 48.69dm^2 \times 0.51dm$$

$$v_{ext} = 24.83dm^3$$

Por interpolación para hallar la cantidad de material abrasivo que se va a usar en un balón.

$$x \rightarrow 24.83dm^3$$

$$\underline{3,6Kg \rightarrow 1 dm^3}$$

$$x = \frac{24.83dm^3 \times 3,6dm^3}{1Kg}$$

$$x = 89.38Kg$$

3.8.2 TIEMPO DE RECORRIDO DE LA GRANALLA (R_G)

Como la máquina tendrá tres balones en la parte interna y necesitaremos ingresar tres más, para poder recircular la granalla, entonces se tomara un tiempo recorrido igual a el tiempo consumido en seis balones.

Por lo tanto podemos decir que el tiempo de recorrido de circulación de la granalla será:

$$R_G = 0.55 \text{ min} \times 6 \text{ balones}$$

$$R_G = 3.3 \text{ min}$$

3.8.3 CANTIDAD DE LA GRANALLA (C_G)

Para el mantenimiento del balón se necesita tener dos turbinas, entonces hacemos el calculo

$$C_{G\ total} = \frac{89.38Kg}{2}$$

$$R_{GT} = 44.69Kg$$

Este valor de material abrasivo se necesita para dar mantenimiento a seis balones

$$1\ balon \text{---} 89.38Kg$$

$$6\ balon \text{---} x$$

$$x = 536.32Kg$$

La máquina debe contar con 536.32Kg de granalla para un ciclo, entonces ahora podemos determinar la capacidad de la máquina por hora.

$$Q_T = 110 \times 536.32Kg$$

$$Q_T = 58995.2Kg/h$$

3.9 HALLANDO EL CAUDAL ENTRE LOS ELEMENTOS DE LA MAQUINA

El recorrido del material abrasivo va a tener un tiempo de 3.3 min para recircular en la maquina ya que este proceso se va a dar cada seis balones.

$$R_G = 3.3\ min$$

$$v_{ext} = 24.83dm^3$$

Pero para todo el proceso necesitamos un volumen de

$$v_{ext} = 24.83dm^3 \times 6$$

$$v_{ext} = 148.98dm^3$$

Hallando el caudal requerido en el sistema

$$Q = \frac{v}{t}$$

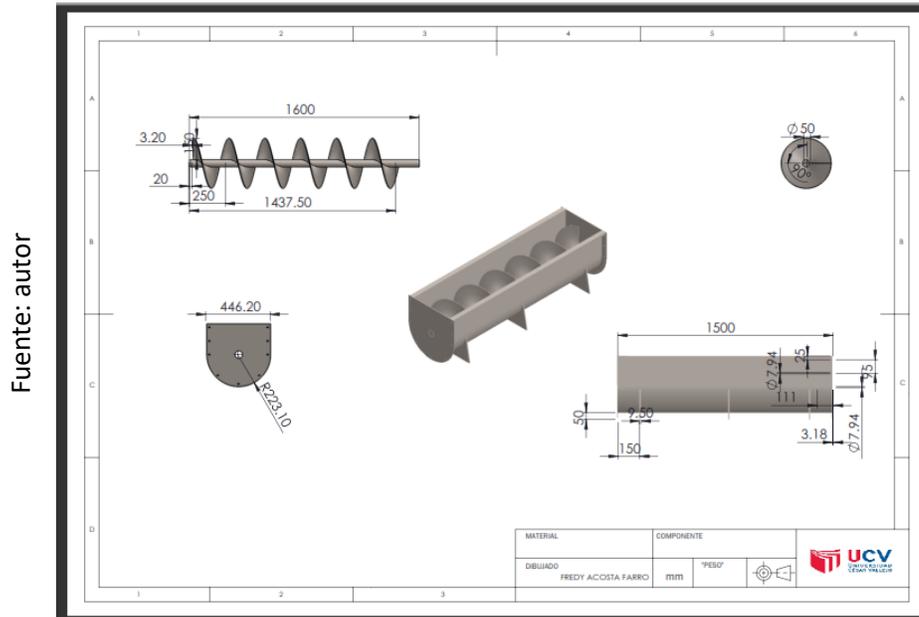
$$Q = \frac{148.98dm^3}{3.3\ min}$$

$$Q = 45.15 dm^3/min$$

Como el recorrido de la granalla debe ser de 3.3 min, entonces le damos el tiempo a cada elemento a diseñar

3.10 CALCULO DEL TRANSPORTADOR SINFIN

Figura 16



Transportador sin fin

Tomamos el tiempo de 1.6 min para el traslado de granalla en el tornillo sin fin y obtenemos el volumen que puede trasladar en este tiempo.

$$1min \text{ --- } 45,5 dm^3$$

$$1,6min \text{ --- } x dm^3$$

$$x = 72.24 dm^3$$

Comparando con el peso de la granalla, vamos a obtener el peso que va a transportar el tornillo sin fin.

$$3.6 kg \text{ --- } 1 dm^3$$

$$x \text{ kg} \text{ --- } 72.24 \text{ dm}^3$$

$$x = 260.1 \text{ kg}$$

Ahora hallamos la velocidad, que es una velocidad lineal y la calculamos con la siguiente fórmula:

$$d = v \times t$$

Donde:

$d = \text{distancia.}$

$v = \text{velocidad}$

$t = \text{tiempo}$

$$2.60 \text{ m} = v \times 1.6 \text{ min}$$

$$v = \frac{2.60 \text{ m}}{1.6 \text{ min}}$$

$$v = 1.625 \text{ m/min}$$

Como vamos a transportar 260,1kg en 1.6min entonces calculamos la fluencia que hay en una hora.

$$Q = \frac{260.1 \text{ kg}}{1.6 \text{ min}}$$

$$Q = 163 \text{ kg/min}$$

$$Q = 163 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}}$$

$$Q = 9780 \text{ kg/h}$$

$$Q = 9.780 \text{ ton/h}$$

Redondeando nos quedaría 10 ton/h y aumentándole un 25%, nos quedaría

$$Q = 13 \text{ ton/h}$$

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$Q_{sin\ fin} = 60 \times At \times S \times n \times Cf \times W \times C$$

Donde:

$Q_{sin\ fin}$ = Capacidad de transporte del sinfín (ton/hora).

At = Area transversal del transportador (m²).

S = Paso del transportador (0,8xD, en m).

n = velocidad a la que gira el transportador (r.p.m.)

Cf = Coeficiente de llenado transversal (ver tabla No.3)

W = Densidad aparente del material transportado (g/cm³).

C

= Factor que tiene en cuenta la inclinacion del transportador (ver tabla No.2).

D = Diametro del transportador (m)

3.10.1 Determinación del diámetro:

Pero como ya tenemos la capacidad que va a transportar el sin fin, aplicamos la ecuación para hallar el diámetro.

$$D = (D_3)^{0.333}$$

Donde

D_3 = volumen a transportar

Entonces, calcularemos D_3

$$D_3 = (0,0265256 \times Q) / (n \times Cf \times W \times C)$$
$$D_3 = \left(0,0265256 \times 13 \frac{ton}{h} \right) / (30 \times 0.125 \times 3.6 \times 1)$$

$$D_3 = 0.024m^3$$

Aplicando la ecuación del diámetro tenemos:

$$D = (0.024)^{0.333}$$

$$D = 0.28m$$

$$D = 11.02''$$

Área transversal del transportador (At)

$$At = 3,1416 \times \frac{D^2}{4}$$

$$At = 3,1416 \times \frac{(0.28)^2}{4}$$

$$At = 0.062 \text{ m}^2$$

3.10.2 TORQUE

$$Mo = (0,1616 \times C \times L \times Wo \times F) / n$$

Mo = Torque requerido por el transportador (Kg f – m).

C = Capacidad del transportador (m³/min).

L = Longitud del transportador (m).

Wo = Densidad del material a transportar (Kg / m³).

F = Factor de rozamiento del material a transportar (ver tabla No.1).

n = Velocidad a la que gira el transportador (r.p.m.).

Pero:

$$Wo = 1000 \times W$$

$$Wo = 1000 \times 1.535$$

$$Wo = 1535 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

Reemplazando:

$$Mo = (0,1616 \times 1 \times 1535 \times 1.60 \text{m} \times \text{Kg} / \text{m}^3 \times 2) / 30 \text{rpm}$$

$$Mo = 26,46 \text{ Kg} \text{f} - \text{m}.$$

Convirtiéndolo a Lf – pulg. Lo multiplicamos por:

$$Mo = 26,46 \text{ Kg} \text{f} - \text{m} (2.204623 \times 39.37008)$$

$$Mo = 2296.57 \text{ Lbf} - \text{pulgada}.$$

3.10.3 POTENCIA DEL TRANSPORTADOR

$$No = (Mo \times n) / 63000$$

$No =$ Potencia requerida por el transportador (Kw).

$Mo =$ Torque del transportador (Lbf – pulg).

$n =$ Velocidad a la que gira el transportador (r.p.m.).

$$No = (Kw) / 0,746 (Hp)$$

$$No (motor) = FS \times No (HP)$$

$FS =$ Factor de servicio

$$No (motor) = FS \times No (HP)$$

$$No = (2296.57 \text{ Lbf – pulgada} \times 30rpm) / 63000$$

$$No = 1.09 Kw$$

$$No = \frac{1.09Kw}{0.746}$$

$$No = 1.46Hp$$

Aplicando un factor de servicio de 1.3

$$No = 1.46 Hp \times 1.3$$

$$No = 1.9 Hp$$

Lo que nos indicaría que necesitamos un motor de 2 Hp, para poder hacer que el sin fin cumpla con el trabajo que va a realizar.

3.11 DIMENSIONES PRINCIPALES DEL TRANSPORTADOR

3.11.1 Paso del transportador:

$$S = 0.8 \times D$$

$S =$ Paso del transportador

$D = \text{Diámetro del transportado}$

$$S = 0.8 \times 11.02''$$

$$S = 8.96''$$

3.11.2 Ancho de la canoa

$$M = 1,0416666 \times D$$

$M = \text{Ancho de la canoa}$

$D = \text{Diámetro del transportador}$

$$M = 1,0416666 \times 11.02''$$

$$M = 11.67''$$

3.11.3 Radio de la canoa

$$R = M / 2$$

$R = \text{Radio de la canoa}$

$$R = 11.67'' / 2$$

$$R = 5.83''$$

3.11.4 Diámetro del eje del transportador (en tubo)

$$Es = K \times D$$

$Es = \text{Diámetro eje del transportador}$

$K = \text{factor de la tabla No. 4}$

$$Es = 0.167 \times 11.02''$$

$$Es = 1.87'' \text{ SCH 40}$$

3.11.5 Diámetro eje macizo para rodamientos y hangers

$$B = F \times Es$$

B = Diámetro del eje macizo

F = Factor de la tabla No 5

$$B = 0.656 \times 1.87''$$

$$B = 1.23''$$

3.11.6 Espaciamiento entre soportes colgantes (hangers)

$$Dc = 6 \times D$$

Dc = Espaciamiento entre hangers

$$Dc = 6 \times 11.02''$$

$$Dc = 67.2''$$

3.11.7 Centro de la descarga del transportador

$$G = 0,7291666 \times D$$

G = Centro de la descarga del transportador

$$G = 0,7291666 \times 11.02''$$

$$G = 8.03''$$

3.11.8 Distancia del centro del transportador y el borde superior

$$J = 0,6875 \times D$$

J = Distancia centro al borde del transportador

$$J = 0,6875 \times 11.02''$$

$$J = 7.56''$$

3.11.9 Distancia entre el extremo del chute de descarga y el centro del transportador

$$L = 0,640625 \times D$$

L = Distancia extremo chute y centro transportador

$$L = 0,640625 \times 11.02''$$

$$L = 7.1''$$

3.11.10 Ancho del angulo de refuerzo a lo largo del transportador

$$Ea = 0,1041666 \times D$$

Ea = Espesor del angulo de refuerzo

$$Ea = 0,1041666 \times 11.02''$$

$$Ea = 1.14''$$

3.11.11 Espesor del cuerpo del transportador

$$Ec = 0,0104166 \times D$$

Ec = Espesor del cuerpo del transportador

$$Ec = 0,0104166 \times 11.02''$$

$$Ec = 0.115''$$

3.11.12 Espesor de la camisa o lámina de desgaste del transportador

$$Eca = 0,75 \times Ec$$

Eca = Espesor lamina de desgaste

$$Eca = 0,75 \times 0.115''$$

$$Eca = 0.086''$$

Tabla No. 1

VALORES PARA F SEGÚN EL MATERIAL Y GRADO DE ABRASIÓN

Grupo 1

F = 0,5. Cebada, granos cerveceros. Carbón pulverizado, harina de semilla de algodón, linaza, harina, malta, avena, arroz, trigo.

Grupo 2 Materiales finos y granulados, tenemos los siguientes

valores de F:

Alumbre pulverizado 0,6, carbón (menudos o finos) 0,9, café en grano 0,4, **almendras de palma 0,4**, serrín 0,7; sosa comercial (ligera) 0,7, frijol de soya 0,5, ceniza volátil 0,4.

Grupo 3 Incluye materiales con terrones pequeños mezclados con finos.

valores de F:

alumbre 1,4, cenizas (secas) 4,0, bórax 0,7, granos de cervecería (húmedos) 0,6, **fibra de palma 0,9**, semilla de algodón 0,9, sal gruesa o fina 1,2, sosa comercial (pesada) 0,7, **fruta de palma desgranada 0,9**

Grupo 4 Incluye materiales semiabrasivos, finos, granulares y en terrones pequeños.

Valores de F:

Fosfato ácido (seco) 1,4, bauxita (seca) 1,8, cemento (seco) 1,4, arcilla 2,0, tierra de fuller 2,0, sales de plomo 1,0, caliza cribada 2,0, azúcar sin refinar 1,0, litargirio 1,0, azufre (terrones) 0,8, óxido de zinc 1,0.

Grupo 5 Incluye materiales abrasivos en terrones que se deben mantener fuera de contacto con los cojinetes de los colgadores.

Valores de F:

Cenizas mojadas 5, hollín 4, cuarzo (pulverizado) 2,5, arena de sílice 2,0, lodos de drenaje (mojados y arenosos) 6,0, **cascaras de nueces 2, racimos de fruta 2,1**

Tabla No. 2								
Inclinación	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
C	1	0.9	0.8	0.74	0.65	0.42	0.3	0.22

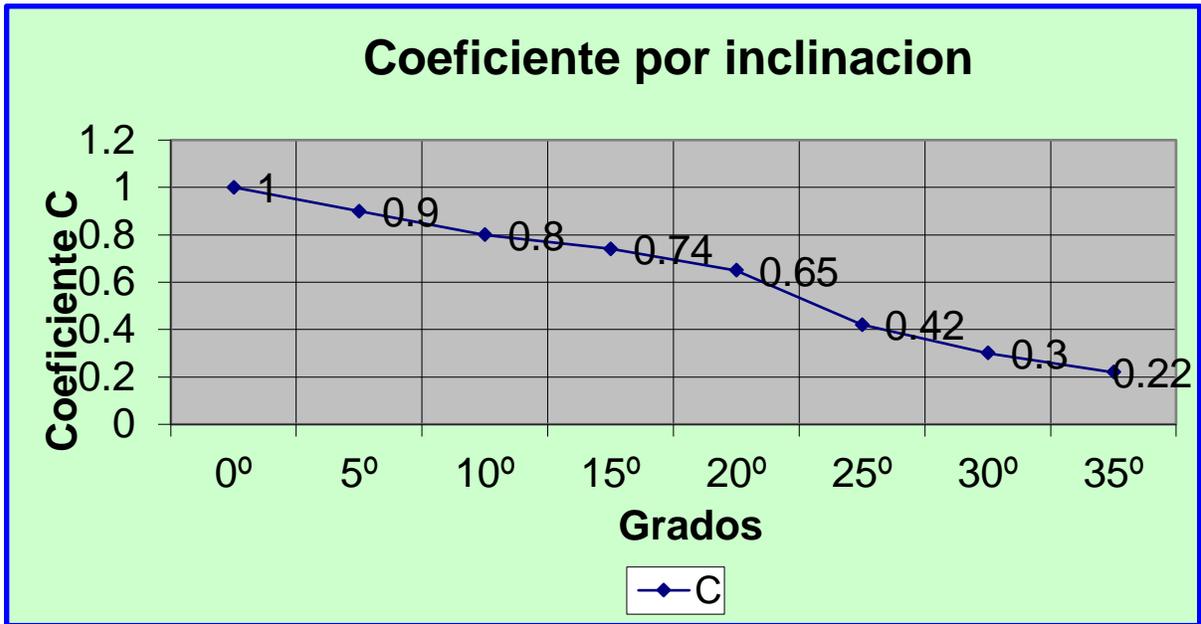


Tabla No. 3
COEFICIENTE DE LLENADO

GRUPO	Cf	Kg / m3 *	r.p.m máximas	
			Ø 152 mm	Ø 508 mm
1	0.45	800	170	110
2	0.38	800	120	75
3	0.31	1200	90	60
4	0.25	1600	70	50
5	0.125	muy abrasivos	30	25

* = Densidad máxima del material transportado

Tabla No. 4

DIAMETRO EJE DEL TRANSPORTADOR DEPENDIENDO DE LA CONSTANTE K

Ø SINFÍN pulg.	SCH	K	Ø EJE Pulg	Ø EJE mm
11.2	40	0.167	1.8704	47.51
40	80	0.15	6	152.4
32	80	0.1875	6	152.4
24	40	0.167	4	100
24	40	0.125	3	76.2

Para diámetros mayores a 30 se usa SCH80 para valores de K comprendidos entre 0,15 y 0.1875

Para diámetros menores a 30 se usa SCH40 para valores de K comprendidos entre 0,167 y 0.125

Tabla No. 5

DIAMETRO EJE PARA PUNTAS RODAMIENTOS DEPENDIENDO DEL FACTOR F

Ø TUBO pulg.	SCH	F	Ø EJE Pulg	Ø EJE mm
2	80	0.59	1.18	29.97
6	80	0.59	3.54	90
4	80	0.69	3	70

Para diámetros mayores a 5 se usa SCH80 para el valor de F es 0.59

Para diámetros menores a 5 se usa SCH40 para el valor de F es 0.69

3.12 CALCULO DE ELEVADOR

Le damos un tiempo de 1.4 min para desplazar la granalla que va a llevar los cangilones.

$$1 \text{ min} \text{ --- } 45,5 \text{ dm}^3$$

$$1,4 \text{ min} \text{ --- } x \text{ dm}^3$$

$$x = 63,2 \text{ dm}^3$$

Teniendo el volumen a ser transportado, lo comparamos con el peso de la granalla para obtener el peso a transportar.

$$3,6 \text{ kg} \text{ --- } 1 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ kg} \text{ --- } 63,2 \text{ dm}^3$$

$$x = 227,52 \text{ kg}$$

Ahora hallamos la velocidad, que es una velocidad lineal ya que la gravedad no va a afectar el recorrido por ser una velocidad constante y se calcula con la siguiente fórmula:

$$d = v \times t$$

Donde:

$d = \text{distancia.}$

$v = \text{velocidad}$

$t = \text{tiempo}$

$$3 \text{ m} = v \times 1,4 \text{ min}$$

$$v = \frac{3 \text{ m}}{1,4 \text{ min}}$$

$$v = 2,14 \text{ m/min}$$

Como vamos a transportar 227.52kg en 1.6min entonces calculamos la fluencia que hay en una hora.

$$Q = \frac{227.52 \text{ kg}}{1.4 \text{ min}}$$

$$Q = 142.2 \text{ kg/min}$$

$$Q = 142.2 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}}$$

$$Q = 8532 \text{ kg/h}$$

$$Q = 8.532 \text{ ton/h}$$

Tomaríamos 10 ton/h y aumentándole un 25%, nos quedaría

$$Q = 13 \text{ ton/h}$$

Según tabla usaremos un cangilón de 4x3

El peso de la carga está dado por los 75% del volumen del cangilón por su densidad

Entonces el peso del cangilón (P_C) será:

$$P_C = 75\% (0.26 \text{ l}) \times \frac{3.6 \text{ kg}}{\text{dm}^3}$$

$$P_C = 0.72 \text{ kg/cangilon}$$

El elevador va mover 13 ton/h

Calculando el tiempo en segundos, basándonos en el peso del cangilón

$$\frac{13000 \text{ kg}}{0.72 \text{ kg/cang}} = 18055 \text{ cang/h} \approx 301 \text{ cang/min} \approx 5 \text{ cang/seg}$$

3.12.1 Calculando el espaciado (E_s)

La fórmula nos indica, que para un proceso normal, deberá tener un espaciado el cangilón según tabla tiene 90 mm de altura, que aplicando la propiedad tendríamos:

$$E_s = 90\text{mm} \times 3 = 270\text{mm}$$

3.12.2 Velocidad de desplazamiento de la banda (v_{banda})

$$v_{banda} = 5\text{cang} \times 270\text{mm}$$

$$v_{banda} = 1.35\text{m/s}$$

3.12.3 Hallando el diámetro del tambor

Como es una descarga centrifuga lo hallaremos con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V^2}{G}$$

$$R = \frac{(1.35\text{m/s})^2}{9.8\text{m/s}^2}$$

$$R = 0.19\text{m}$$

$$D_{polea} = 2R$$

$$D_{polea} = 2(0.19)$$

$$D_{polea} = 0.38\text{m} = 14.96\text{pulgadas}$$

3.12.4 Fuerza necesaria de accionamiento para mover la banda (F_a)

$$F_a = \frac{Q}{3.6 V} \times (H + H_0)$$

$$F_a = \frac{13000\text{kg/h}}{3.6 \times 1.35\text{m/s}} \times (2.6 + 3.8)\text{m}$$

$$F_a = 4.76\text{kg}$$

Potencia de accionamiento del motor (N_a)

$$N_a = \frac{F_a \times V}{75 \times n} \times (2.6 + 3.8)m$$

$$N_a = \frac{4.76kg \times 1.35m/s}{75 \times 0.6} (2.6 + 3.8)$$

$$N_a = 0.91 cv$$

$$N_a = 0.89 Hp$$

3.12.5 Tensión máxima de la banda (Ta)

$$T_a = F_a \times K$$

Dónde:

T_a = tensión maxima de la banda en kg.

K = constante que depende del tipo de tambor a usar

$$T_a = 4.76 \times 1,64$$

$$T_a = 7.80kg$$

3.12.6 Longitud de la banda de la banda de cangilones

La longitud entre tambor motriz y el tambor conducido es de 2.60m, partiendo de esto hago los cálculos.

Hallando la distancia en las poleas, ya que son iguales la llamaremos L_1 , que es el perímetro de la polea

$$L_1 = \pi \times D_{polea}$$

$$L_1 = 3,1416(0.38)$$

$$L_1 = 1.19m$$

Hallando la distancia que recorre en los 2.60 metros llamado L_2

$$L_2 = 2 \times 2.60m = 5.2m$$

Por lo tanto, tendremos una longitud de banda (L_3) de:

$$L_3 = L_1 + L_2$$

$$L_3 = 1.19 + 5.2 = 6.39m$$

3.12.7 Calculo de la velocidad de la flecha motriz (n)

Como la tolva tova se va a descargar por fuerza centrífuga, necesitamos calcular la velocidad del eje motriz.

Aplicando la formula

$$n = \frac{42.5}{\sqrt{D_{polea}}}$$

$$n = \frac{42.5}{\sqrt{0.38}} = 68.9 \text{ rpm}$$

La velocidad angular en el eje es de 68.9 rpm.

3.12.8 Calculo de los cangilones

Para determinar los cangilones se halla teniendo en cuenta el número de cangilones por metro de banda, en función de la longitud total de la banda.

$$N_2 = N_1 \times L_3$$

Dónde:

N_2 = número necesario de cangilones

N_1 = número de cangilones por metro de banda

L_3 = longitud de banda

Hallando N_1 , donde γ = es el espacio entre cangilon, que es recomendado por el fabricante

$$N_1 = \frac{1}{\gamma}$$

$$N_1 = \frac{1}{0.27m}$$

$$N_1 = 3,7 \text{ cang/m}$$

$$N_2 = 3.7 \times 6.39$$

$$N_2 = 24 \text{ cang}$$

3.12.9 Condiciones de funcionamiento del elevador de cangilones

Necesitamos que se haga una descarga centrifuga, para lo cual emplearemos la siguiente ecuación:

$$Vd = 2.22\sqrt{D_{polea}}$$

Donde:

$Vd = \text{velocidad de descarga del abraccio desde el cangilon en } \frac{m}{s}$

$$Vd = 2.22\sqrt{0.83}$$

$$Vd = 1,37m/s$$

$$Vd = 68.5m/min$$

Calculo de ángulo de descarga superior

Según la tolva, podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$\cos \beta = 0.00056 \cdot D_{polea} \cdot n$$

$\beta = \text{angulo de descarga respecto a la horizontal, en grados}$

$D_{polea} = \text{diametro de polea.}$

$n = \text{velocidad angular de la polea} = 68.9rpm$

$$\cos \beta = 0.00056 \times 0.38m \times 68.9 \times \left(\frac{2\pi}{60}\right)$$

$$\beta = 84.7^\circ$$

3.13 Calculo de la fuerza de descarga

Como nos encontramos en el punto mas alto, tenemos que igualar la fuerza centrífuga en ese momento con el peso de la granalla, que va a ser impulsada a 56.04° . Para eso tenemos la siguiente ecuación.

$$W = F_c = \frac{m_1 \times V_D^2}{\frac{D_{polea}}{2}}$$

Donde

$F_c =$ fuerza centrífuga de descarga

Reemplazando valores obtenidos en los cálculos, tenemos:

$$F_c = \frac{0.72 \times (1.37)^2}{\frac{0.38}{2}}$$

$$F_c = 7.11N$$

Obteniendo el peso de la granalla

$$W = m_1 \times g$$

Donde:

$W =$ peso de la granalla.

$m_1 =$ masa de la granalla almacenada en un cangilon.

$g =$ valor de la gravedad que es 9.81 m/s^2 .

$$W = 0.72 \times 9.81$$

$$W = 7.06N$$

Como podemos observar, la fuerza centrífuga es mayor al peso del material; por lo tanto la descarga será centrifuga.

3.13.1 Cálculo de la tensión de banda Tensión de la banda debido a su propio peso

La calcularemos de acuerdo al peso de la banda y el peso del cangilón

$$T_B = B \times H$$

Donde:

$T_B =$ tensión de banda debido a su propio peso en lbf

$B =$ peso de la banda por pie de longitud = $1.1 \frac{lb}{ft}$ (catálogo)

$H =$ altura del elevador en pies = $2.5 \times 3.28 = 8.2 \text{ ft}$.

Resolviendo:

$$T_B = 1.1 \text{ lb/ft} \times 8.2 \text{ ft}$$

$$T_B = 9.02 \text{ lbf}$$

3.13.2 Tensión de la banda debido al peso de los cangilones

Lo calcularemos con la siguiente ecuación

$$T_b = \frac{12 \times b \times H}{a}$$

$T_b =$ tensión de la banda debido al peso del cangilón en lbf

$b =$ peso del cangilon = 0.46 lb , catalogo tapco inc

$a =$ ancho de la banda = $6.3''$

$$T_b = \frac{12 \times 0.46 \text{ lb} \times 8.2 \text{ ft}}{0.523 \text{ ft}}$$

$$T_b = 86.547lf$$

3.13.3 Tensión efectiva de la banda

Se debe calcularla tensión efectiva, que es el producto la suma del peso de la carga, la fuerza de tomar la carga y la fricción de las poleas conductoras. Para el efecto se debe hallar dos valores en distintas condiciones, de las cuales se debe tomar la mayor.

a.- tensión en términos de espaciado de los cangilones y carga de cada cangilón.

$$Te_1 = \frac{12 \times m_1}{a} (H + H_0)$$

Donde:

m_1 = masa del material en el cangilon en libras

H_0 = constante que depende de los espaciamientos de los cangilones

Para elevadores con cangilones de separación considerable se asume $H_0 = 30$, y de ser un elevador con poca separación se considera $H_0 = 20$. La distancia de separación planteada es relativamente corta por eso se toma $H_0 = 20$.

$$Te_1 = \frac{12 \times 2.71}{3.6} (8.2 + 20)$$

$$Te_1 = 197.4 Lbf$$

Tensión en términos de la capacidad de la banda

$$Te_2 = \frac{100 \times Q}{3 \times v_d} (8.2 + 20)$$

Donde:

Q = capacidad de elevador en ton/h

v_d = velocidad de descarga en fut/min

$$T_{e_2} = \frac{100 \times 41,568}{3 \times 170.94} (8.2 + 20)$$

$$T_{e_2} = 228.583 \text{ lbf}$$

Como nos damos cuenta T_{e_2} es mayor

Tensión máxima de la banda

Para hallar la tensión máxima a la que está sometida la banda se hará utilizando dos ecuaciones y tomando el mayor valor que resulte de ellas.

$$T_{m_1} = T_B + T_b + T_e$$

$$T_{m_1} = 9.02 + 85.547 + 228.583$$

$$T_{m_1} = 325.15 \text{ lbf}$$

Aplicando la segunda ecuación

$$T_{m_2} = (1 + k) \times T_e$$

Donde :

$k =$ factor que depende del tipo de superficie de la poleas
 $= 0.97$, con tambor desnudo ó 0.80 con tambor revestido

$$T_{m_2} = (1 + k) \times T_e$$

$$T_{m_2} = (1 + 0.97) \times 228.583$$

$$T_{m_2} = 568.51 \text{ lbf}$$

3.13.4 Tensión de la banda real de la banda

Con esta ecuación nos permite darnos cuenta si los valores calculados van de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

$$PIW = \frac{T_m}{a}$$

$$PIW = \frac{568.51 \text{ lbf}}{6.3''}$$

$$PIW = 90.24 \text{ lbf/pulgada De ancho}$$

Según el catálogo de bandas elevadoras EP de The Goodyear Tire and y Rubber Company, la banda puede trabajar hasta 240lbs/pulgada, por lo tanto podemos decir que la banda soportara la tensión y tiene un buen margen de trabajo.

3.13.5 Diseño de la flecha motriz

Tenemos que tener en cuenta las fuerzas que están presentes en el eje, que son producidas por la banda y el motorreductor.

3.13.5.1 Tensión del lado flojo de la polea motriz (sin carga)

$$F_1 = T_m - T_e$$

$$F_1 = 568.51\text{lb}f - 228.583\text{lb}f$$

$$F_1 = 339.927\text{lb}f$$

$$F_1 = 1512.68\text{N}$$

3.13.5.2 Tensión del lado apretado de la polea (con carga)

$$F_2 = T_m$$

$$F_2 = 568.51\text{lb}f$$

$$F_2 = 2529.87\text{N}$$

3.13.5.3 Peso del tambor y eje en conjunto (valor estimado)

$$F_3 = 10\text{Kgf}$$

$$F_3 = 10\text{Kgf} \times 9.81\text{Kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$$

$$F_3 = 98.1\text{N}$$

Como todas las fuerzas van hacia abajo, la fuerza total será la sumatoria de todas las fuerzas.

$$F_t = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_t = 1512.68\text{N} + 2529.87\text{N} + 98.1\text{N}$$

$$F_t = 4140.65\text{N}$$

3.13.6 Determinando el torque que da el motorreductor con la siguiente ecuación

$$T_p = 9550 \frac{P_1}{n}$$

Donde:

$T_p =$ torque brindado a la flecha en $N.m$

$P_1 =$ potencia del motorreductor = 0,746 Kw

$n =$ velocidad en el eje motriz = 108.653 rpm

$$T_p = 9550 \frac{0.746Kw}{108.653 rpm}$$

$$T_p = 65.57N.m$$

Debido a las fuerzas presentes en la banda y la distancia de estas a la fibra neutra de la flecha, se genera un torque equivalente a las diferencia de la banda por el radio de polea.

$$T_r = (F_2 - F_1) \frac{D_{polea}}{2}$$

$$T_r = (2529.87N - 1512.68 N) \frac{0.153}{2}$$

$$T_r = 77.82N.m$$

3.14 Mecanismos de cabina

3.14.1.1 Cálculo del polín

El tiempo para un balón es de 0,55 minutos que convirtiendo, nos dará $0.55 \times 60 = 33$ segundo, este valor será nuestro periodo en el cálculo de la velocidad.

$$v = \frac{e}{t}$$

$$v_1 = \frac{0.51m}{33seg}$$

$$v_1 = \frac{0.0154m}{s}$$

$$tambien v_1 = 1,54cm/s$$

Con esta velocidad avanzara el balón al área de ataque, para ser limpiado por la granalla y tambien la velocidad angular del motor de los rodillos transversales para hacer girar al balón.

Calculando la velocidad angular del motor con un tiempo de 33seg, tendríamos que la velocidad tangencial es igual al producto de velocidad angular por el radio

$$v_t = W \times R$$

$$\frac{2\pi R}{T} = W \times R$$

$$\frac{2(3.1416)}{33} = W$$

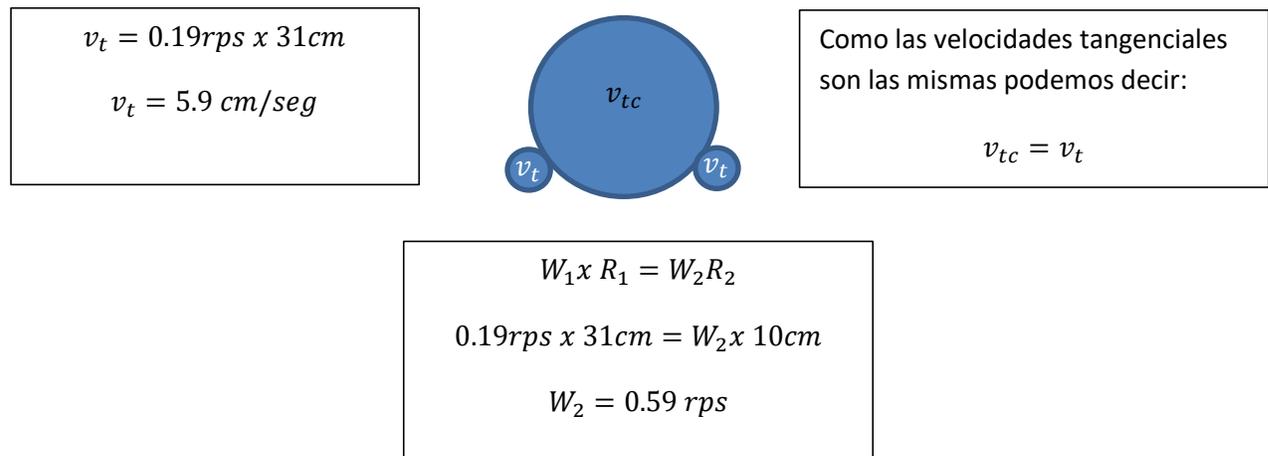
$$0.19\text{rps} = W$$

Como el peso de los tres balones que van a ir en la cabina es de 50 kilos, aumentado un 20%, seleccionaremos un motor de

$$0.19\text{rp/s} \left(\frac{60}{\text{min}} \right) = W$$

$$11,4 \text{ rpm} = W$$

En la figura representamos los rodillos que van hacer girar al balón en la parte interna de la máquina, sus velocidades tangenciales van a ser iguales pero sus velocidades angulares van a ser diferentes por lo que estimaremos un radio de rodillo de 10 cm.



Como podemos observar tendríamos la velocidad angular del motor para los rodillos, y con esta velocidad, calculamos el motor y reductor de los polines.

Entonces seleccionamos un motor de cuatro polos a 60Hz y 1800 rpm y hallamos la relación de reducción del motorreductor:

$$R = \frac{rpm \text{ motor}}{rpm \text{ reductor}}$$

$$R = \frac{1800 \text{ rpm}}{0.59 \text{ rps}}$$

$$R = \frac{1800 \text{ rpm}}{35.34 \text{ rpm}}$$

$$R = 50:1$$

Hallando el torque del motor

$$T = F \times d$$

Donde:

$$T = \text{torque } N \times m$$

$F = \text{fuerza}$, tomamos el peso del balón de mayor capacidad

$d = \text{distancia en } m$, tomamos el radio del polin.

$$T = 50 \text{ kg} \times 5 \text{ cm}$$

$$T = 500 \text{ N} \times 0.05 \text{ m}$$

$$T = 25 \text{ Nm}$$

Como el torque es bajo lo duplicare , por medida de seguridad y calculo y seleccionare un motor con el 80% de eficiencia

Calculamos la potencia del motor mediante la siguiente ecuación.

$$P = \frac{T \times w}{9549 \times n}$$

$$T = \text{torque } N \times m$$

$w = \text{velocidad angular en Rpm}$

$n = \text{eficiencia}$.

$$P = \frac{50 \text{ Nm} \times 0.59 \text{ rev/seg}}{9549 \times 0.8}$$

Convirtiendo las rps a rpm

$$P = \frac{50 \text{ Nm} \times 35.36 \text{ rev/min}}{9549 \times 0.8}$$

$$P = 0.23 \text{ Hp}$$

La capacidad del motor eléctrico mas cercano es 0.25 Hp. Y calculando el motorreductor lo multiplicamos por el factor de servicio que es 1.75, entonces nos quedara:

$$P = 0.23 \text{ Hp} \times 1.75$$

$$P = 0.41 \text{ Hp}$$

Entonces seleccionaremos un reductor de 0,5 Hp.

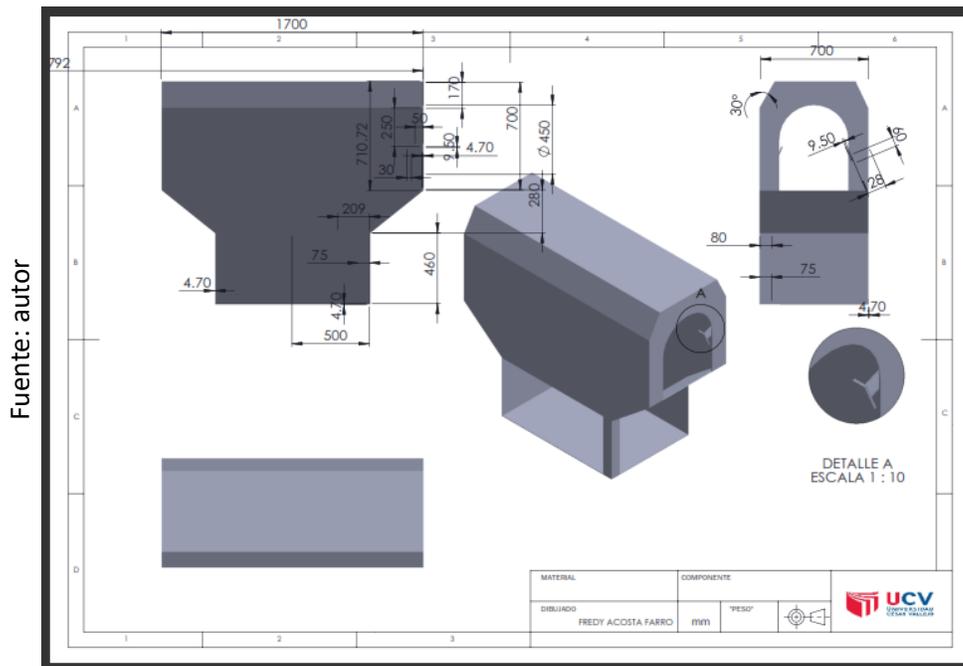
3.14.2 Dimensionamiento y tipo de material de la cabina

La cabina es encargada de contener los balones en su interior, conduciéndolos mediante polines transportadores, pero también va a contar con dos polines a los extremos que van a girar y hacer rotar al balón.

Esta cabina está diseñada con acero ASTM 36 y se le estoy aplicando una carga de media tonelada, debido a que va a soportar el peso de las turbinas, los balones, polines y la granalla.

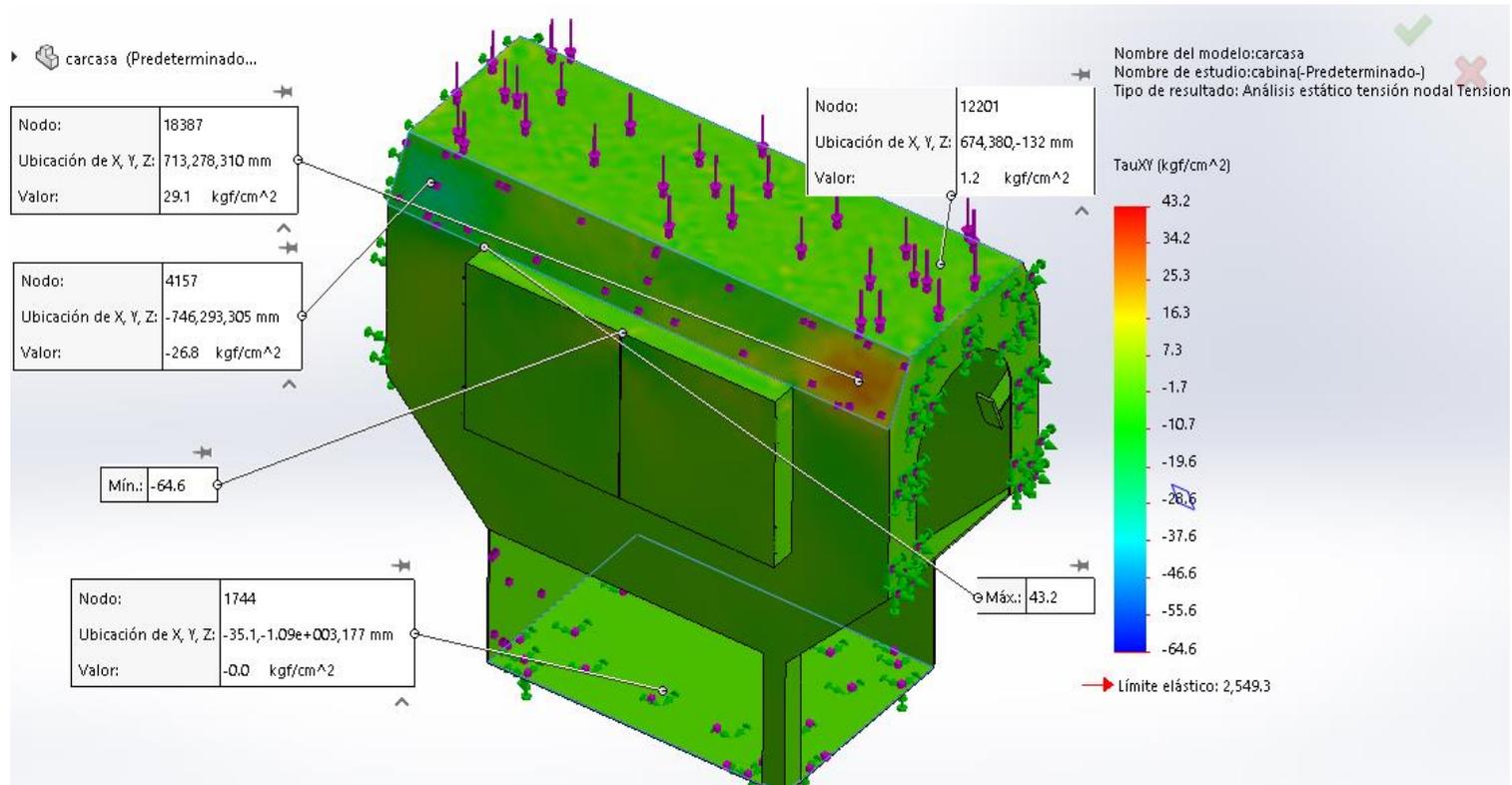
Estos datos son indispensables para aplicarlos al software solidwork y obtener los datos precisos que se necesitan para el diseño. En este caso se hace por elementos finitos con la respectiva explicación

Figura 17



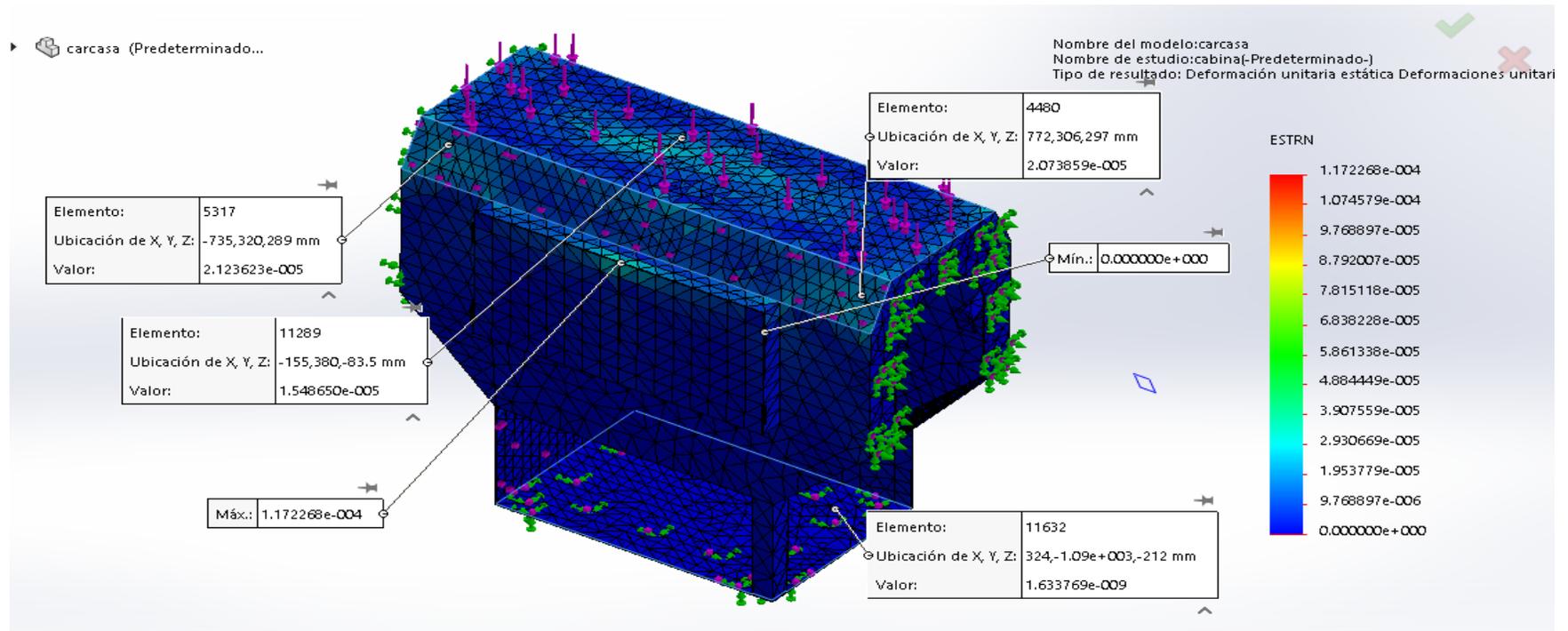
Cabina de granallado

ESTUDIO DEL ESFUERZO CORTANTE EN LA CABINA



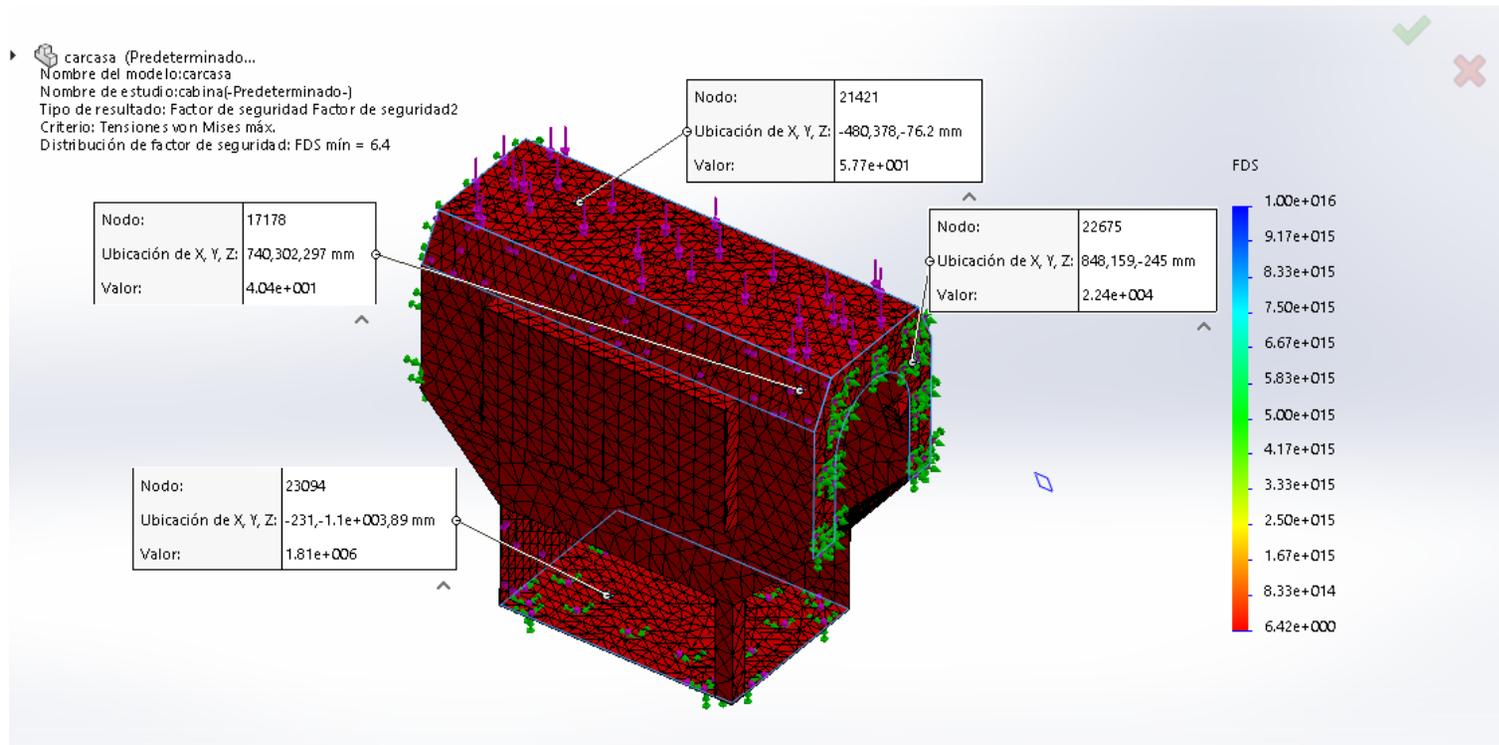
La interpretación de este cuadro es que el esfuerzo cortante máximo llega hasta 43,2 kg/cm² y el esfuerzo mínimo es de 64,6 kg/cm² como un esfuerzo de tracción, hay que enfatizar que el mayor esfuerzo se encuentra en el lateral, demarcado por el color rojo llamado también zona crítica, el color verde es el color óptimo no existiendo riesgo de fatiga frecuente.

ANALISIS DE DEFORMACION EN LA CABINA



En cuanto a la deformación la más crítica es de $11,72 \mu\text{m}$ denotado por el color rojo y el color azul no presenta ninguna deformación en este tipo de análisis.

ANALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN LA CABINA



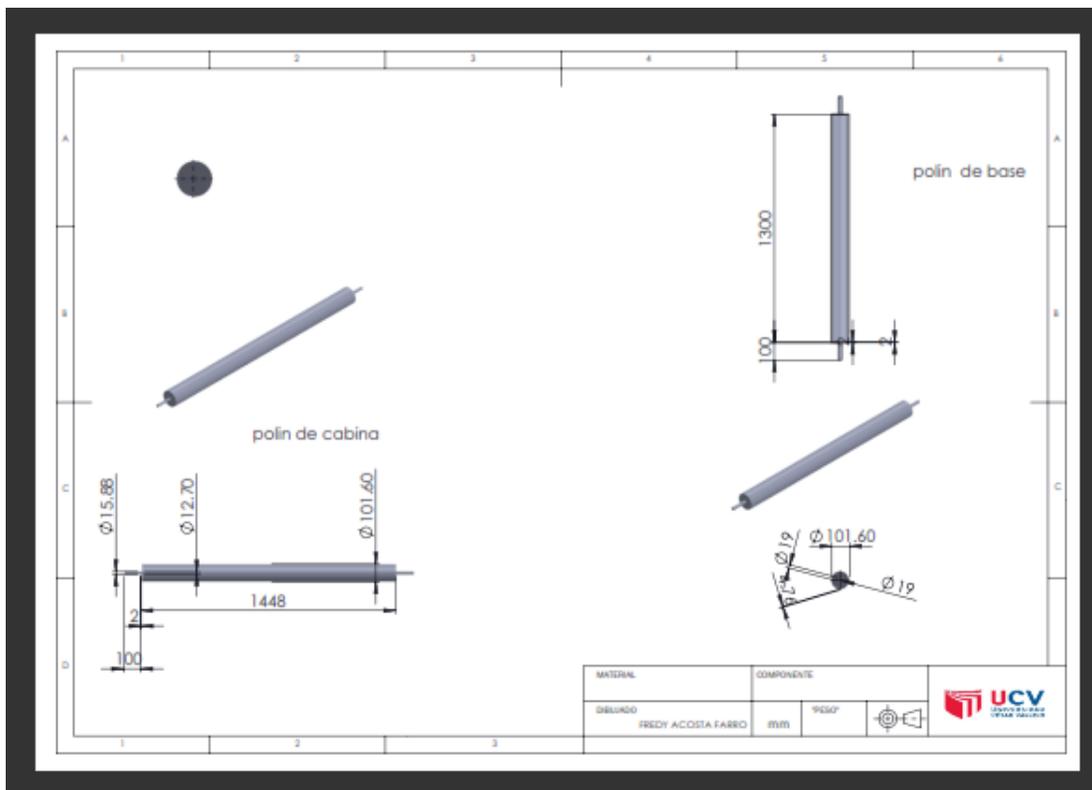
En cuanto al factor de seguridad mínimo es de 6,4 denotado con el color rojo tal como se muestra en la ilustración, hay que recordar que el factor de seguridad nos permite prolongar el tiempo de vida útil tanto de los elementos mecánicos como también en este caso de la maquina en general. el factor de seguridad se aplicó a todo el diseño de la carcasa de La cabina, la cual va a estar sometida a impactos producidos por la granalla cuando impacta al balón de GIp.

3.14.3 Dimensionamiento del polín y tipo material por elementos finitos

Para el diseño del polín se está considerando un material ASTM 36 – 304 INOX como alma, con un recubrimiento de polímero, para evitar desgaste al ser friccionado con el balón y los posibles impactos que se pudieran producir con la granalla en la cabina.

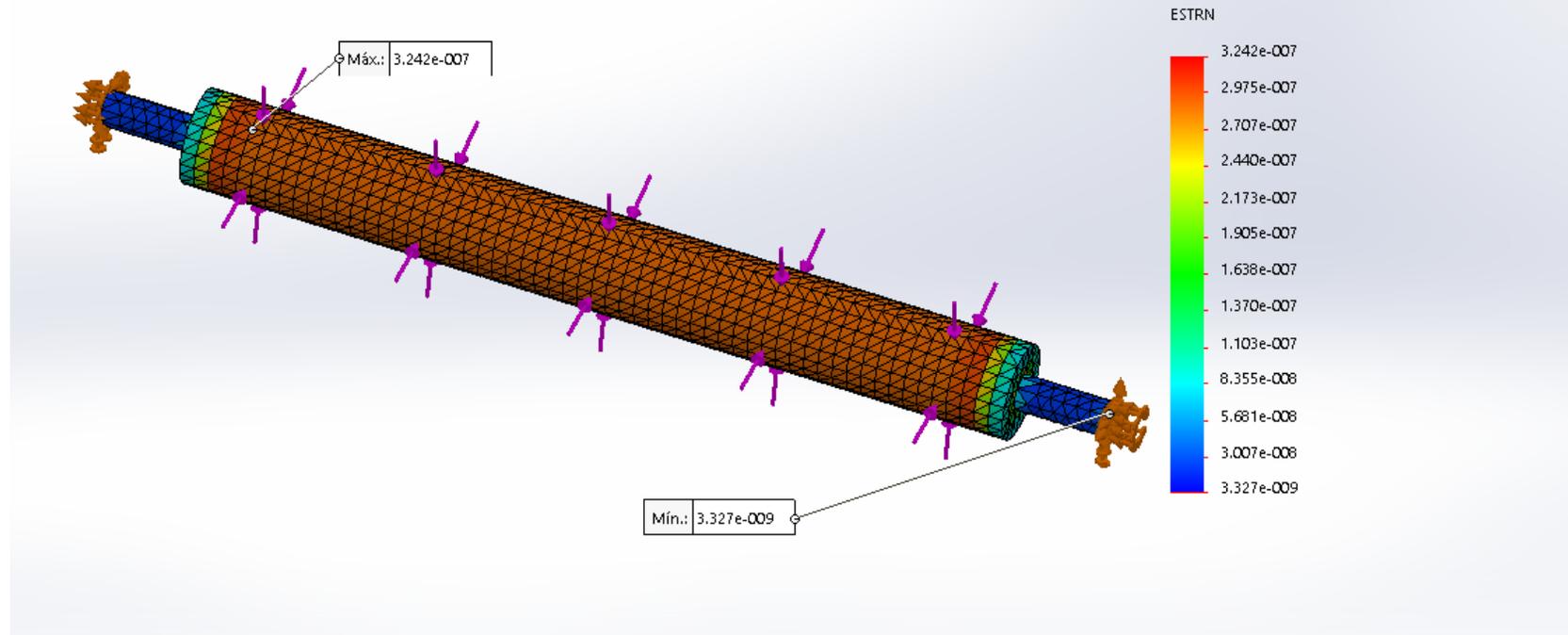
Las dimensiones que se consideraron son: 1500 de tamaño con un eje de 19 mm de diámetro y 100mm en los extremos para las chumaceras

La carga máxima que va a soportar el polín es de 100 kilos, considerando que va a cargar 3 balones. Ingresando los datos del material datos en el software solidwork, podemos hacer la verificación del rango de esfuerzos que va a soportar

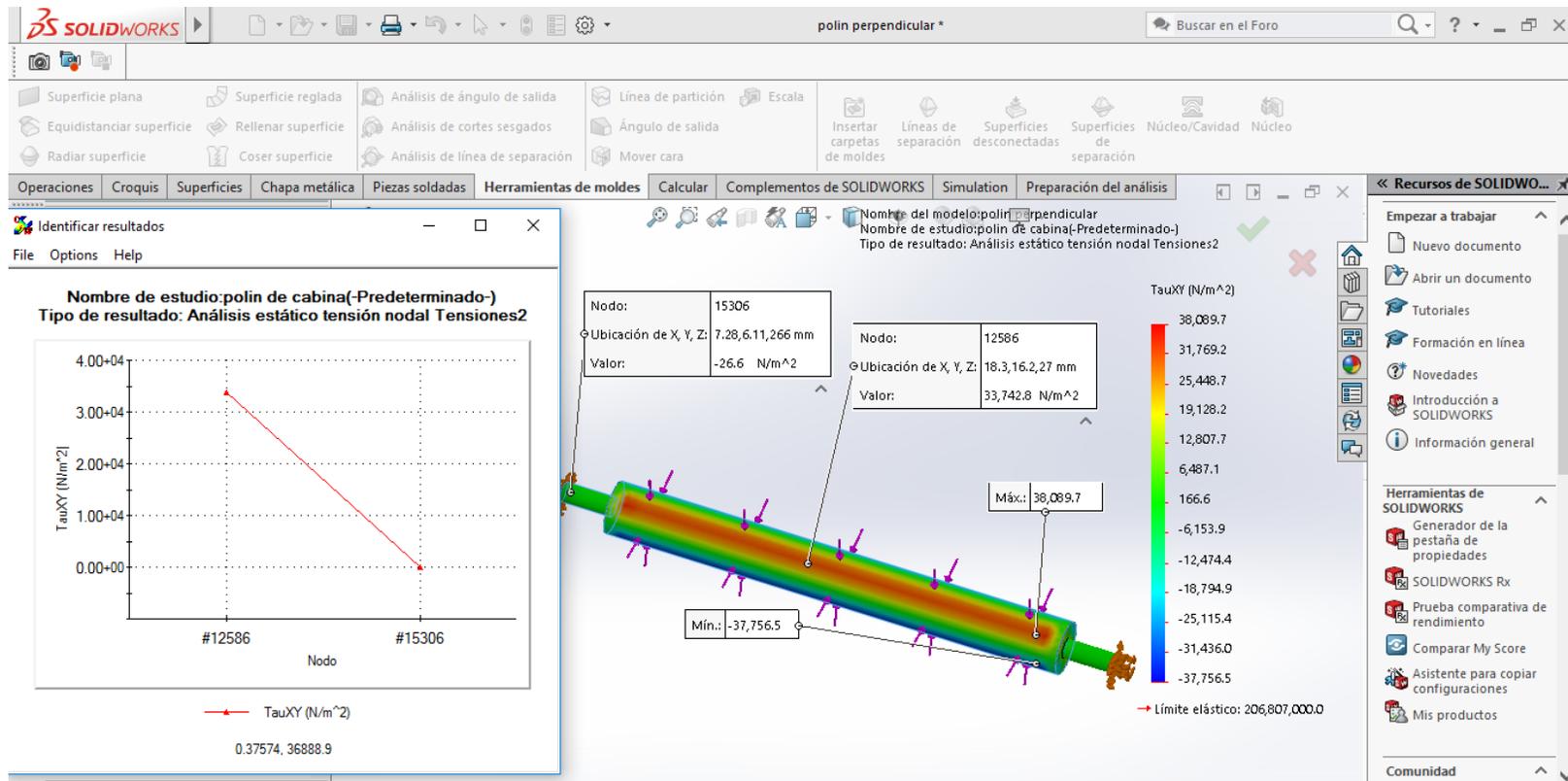


3.14.4 ESTUDIO DEL POLIN POR ELEMENNTOS FINITOS

Nombre del modelo: polin perpendicular
Nombre de estudio: polin de cabina(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 1



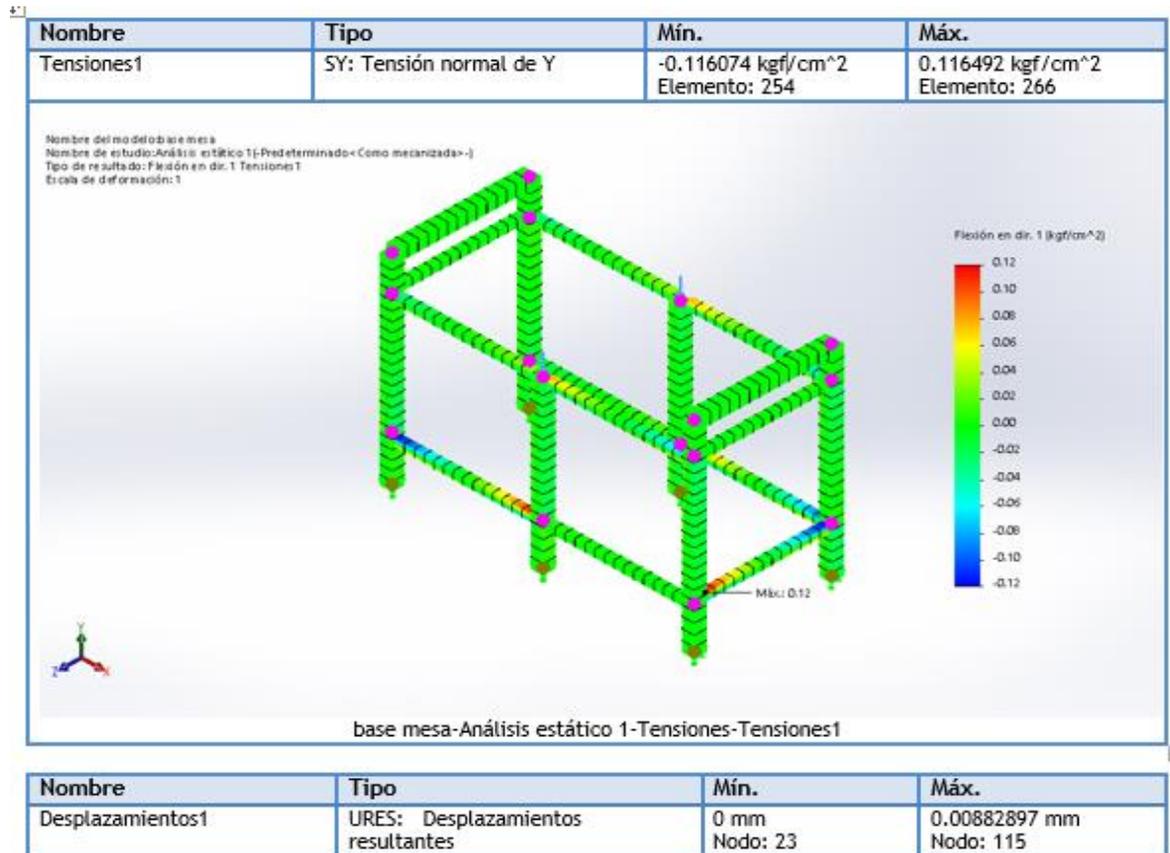
INTERPRETACIÓN: El estudio que se realizó por simulación en el software solidwoks en donde se seleccionó el acero inoxidable 304 por su resistencia a la corrosión y a la calidad del material. Al rodillo se le aplicó una fuerza de 40kg; El cual provoca una deformación de $0,032 \mu\text{m}$ en la zona crítica que se ve de color rojo y de $0,0003327 \mu\text{m}$ en la zona de color azul.



INTERPRETACIÓN: el estudio aplicado a este material AISI 304 con ayuda del software solidworks se realizó la simulación al polín de la cabina en donde el balón de gas va a realizar su recorrido de limpieza, por lo tanto se le aplico 40Kgf para tener en mente como se comporta con dicha carga, que de forma perpendicular, la carga se aplicó al polín.

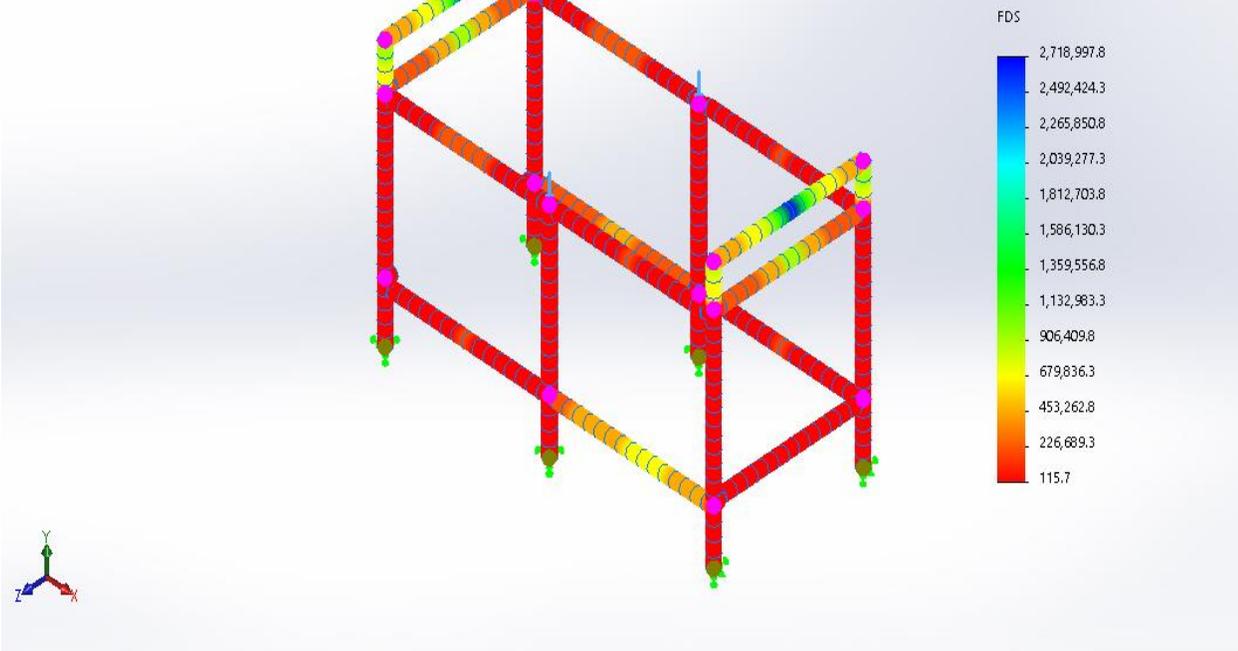
En la imagen expuesta se ve que el polín gira pero la fuerza va permanecer siempre perpendicular al eje, por lo tanto este polín reacciona con un esfuerzo por compresión en puntos críticos que a partir de 25 N/m² el material va teniendo cambios en sus características mecánicas que una vez que llegará a 38 N/m² va a fallar y por esfuerzo de tracción de 25 N /m² y 37 N/m² responderá a la falla del polín, por consiguiente este tipo de material trabajara adecuadamente con esta fuerza que se proporcionó en el software.

3.14.5 Diseño de la mesa por elementos finitos



Interpretación: en la imagen expuesta que me ha proporcionado el software solidworks, luego de haber diseñado la mesa con sus características mecánicas del material ASTM A 36, se procedió a realizar la simulación con carga puntual de 150 kg en la parte superior de la mesa, en el eje "Y" dando como resultado que el material en compresión es de -120kg/cm² y en tensión de 120 kg /cm² en donde como se expone en la imagen que la mesa trabaja optimo a esa fuerza aplicada ya que el estudio nos brinda en color verde mas no rojo que es en donde el material sufre.

Nombre del modelo: base mesa
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado < Como mecanizada > -)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad 1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.2e+002



Interpretación: en la imagen expuesta por medio del software solidworks hace referencia el factor de seguridad, en donde 1.2 +002 es el máximo que la base que está diseñada por tubo cuadrado de material ASTM A36 en donde claramente se expone de color rojo en el factor máximo en que el material sufre fatiga por lo que ya no sería recomendable esta base.

3.14.6 Sistema de extracción de partículas de pintura

Para realizar la extracción de residuo de pintura, usaremos un colector de polvo de 3 CFM (3 pies cúbicos por minuto).

Tomamos este valor por que el residuo de pintura tiene una densidad que calculamos del área a granallar y el peso en un balón, obteniendo como resultado:

$$D_p = \frac{m}{V_b}$$

Por lo tanto en un kilo de pintura que hay en la superficie de un balón, podemos calcular la densidad que tiene este residuo.

$$D_p = \frac{1kg}{24.83 dm^3}$$

$$D_p = 0.040 g/cm^3$$

Esta densidad que tiene la pintura es menor que el peso de la granalla, por lo tanto las partículas serán removidas fácilmente del material abrasivo.

$$Q_e = 3CFM$$

Para el cálculo del extractor tomaremos la velocidad

$$V_t = 3,6pies/minuto$$

Calculando el área tendríamos:

$$A = \frac{Q_e}{V_t}$$

$$A = \frac{3CFM}{3,6pies/minuto} = 0.83pies^2$$

Pero sabemos que el área también se calcula con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$0.83pies^2 = \frac{3.1416 \times D^2}{4}$$

$$D = 1.025 pies$$

Convirtiéndolo a cm, tendríamos:

$$D = 1.025 pies \times 30.48$$

$$D = 31.242cm$$

3.14.7 Selección del tamiz



Tabla I - Influencia de las dimensiones de las partículas esféricas sobre su energía cinética relativa y sobre la cantidad de partículas en un kg de granallas de acero.

(Nº SAE)	Dimensión de la granalla		Cantidades aproximadas de partículas nuevas / kg	Energía de impacto relativa aproximada
	Diámetro (mm)			
	Nominal	Medio		
780	2,00	2,38	18.100	500
660	1,70	2,00	30.600	300
550	1,40	1,68	51.600	175
460	1,18	1,41	87.300	100
390	1,00	1,17	152.900	60
330	0,85	1,00	244.900	37
280	0,71	0,84	413.100	22
230	0,60	0,71	684.100	13
170	0,43	0,55	1.471.700	6
110	0,30	0,39	4.127.700	2
70	0,18	0,30	9.068.600	1

En la tabla podemos observar los diámetros que tienen las granallas, este dato es importante para la selección del tamiz

		TAMICES															
		7	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	60	80	120
		2.8	2.3	2	1.7	1.4	1.18	1	0.85	0.71	0.6	0.5	0.42	0.39	0.3	0.18	0.13
CODIGOS DE GRANALLA ESFERICA / SHOT	S780	Pasa Todo		85% min	97% min.												
	S660		Pasa Todo		85% min	97% min.											
	S550			Pasa Todo		85% min	97% min.										
	S460			Pasa Todo	5% max		85% min	96% min.									
	S390				Pasa Todo	5% max		85% min	96% min.								
	S330					Pasa Todo	5% max		85% min	96% min.							
	S280						Pasa Todo	5% max		85% min	96% min.						
	S230							Pasa Todo	10% max		85% min	97% min.					
	S170								Pasa Todo	10% max		85% min	97% min.				
	S110										Pasa Todo	10% max		80% min	90% min.		
S70												Pasa Todo	10% max		80% min	90% min.	

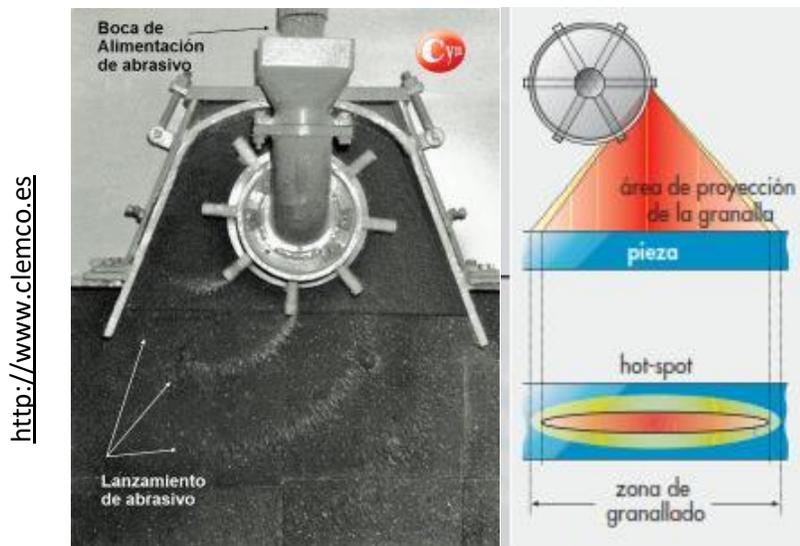
De acuerdo a norma internacional SAE J-444

3.14.8 Selección de la turbina

La turbina es la parte principal de la cabina de granallado, se puede decir que es el corazón y tiene que ver mucho en la eficiencia del trabajo con respecto a la superficie granallada, su funcionamiento es similar a un ventilador o una bomba centrífuga en dirección, velocidad y caudal determinado.

La carcasa de la turbina está fabricada con chapas de acero manganeso y con un recubrimiento de alto cromo en su interior, que garantiza alta resistencia al desgaste.

Figura 18



Turbina

Calculando el caudal de la descarga de las turbinas

Las turbinas van a tener un tiempo de 0.3 min para centrifugar la granalla y realizar la abrasión en el balón, como tenemos el caudal total del sistema, entonces interpolamos para poder encontrar el caudal de la turbina y poder seleccionarla.

$$1 \text{ min} \text{ --- } 45,5 \text{ dm}^3$$

$$0.3 \text{ min} \text{ --- } x \text{ dm}^3$$

$$x = 13.65 \text{ dm}^3$$

Con este dato podemos calcular el peso que va a impulsar por turbina, ya que se va a repartir para ambas y puedan cumplir su trabajo de abrasión.

$$3.6 \text{ kg} \text{---} 1 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ kg} \text{---} 13.65 \text{ dm}^3$$

$$x = 49.14 \text{ kg}$$

El tiempo que se demora en granallar un balón es 0.55min, el cual usaremos para obtener el caudal:

$$Q = \frac{49.14 \text{ kg}}{0.55 \text{ min}}$$

$$Q = 89.3 \text{ Kg/min}$$

Nos ubicamos en la tabla del fabricante CYM MATERIALES S.A. en la cual nos da los modelos de turbinas y los parámetros a seleccionar de acuerdo al caudal obtenido.

SEGÚN CATÁLAGO CYM MATERIALES S.A.					
Modelos de turbinas (Hp)	Caudal (Kg)	Velocidad (m/S)	ANGULO DE PALETAS EN GRADOS	ACOPLE	RUEDA
4 – 150	40 - 1500	50 -110	25,30,40,50,60	DIRECTO	MONOBLOC
4 -150	40 - 1500	50 -110	25,30,40,50,60	INDIRECTO	RUEDA DE ACERO CEMENTADO CON PALETA INTERCAMBIABLE

SEGÚN CATALOGO DE FABRICANTE ROSLER				
Tipo	Diámetro de impulsor (milímetro)	Velocidad giratoria de impulsor (r/min)	Capacidad de Máxima abrasivo flujo (kg/min)	Potencia del motor(HP)
ZLQ034	380	2940	120	7.5
SQ033	400	2450	180	11
Q034B	380	2940	250	15

120 kg/min ____ 7.5Hp

89.3 kg/min ____ x Hp

$$x = 5.5 \text{ Hp}$$

SYM materiales S.A. es fabricante de siete modelos de turbinas centrifugas que arrojan un caudal que va desde los 40 a 1500 kilos de abrasivo metálico por minuto, con una velocidad de salida de granalla desde 50 a 110 metros por segundo. También fabrica tres tipos de paletas que son finas, estándar y anchas que se reparte en los diferentes tipos de caja de control de granalla que va desde 25 °, 30 °, 40 °, 50 ° y 60 ° con un acople que puede ser directo al motor o indirecto con una cañonera intermediaria. Además diseña dos tipos de ruedas para las turbinas que son: rueda monoblok y ruedas de acero cementado con paletas intercambiables, también están diseñadas para evitar confusiones al desmontar y montar las piezas en el mantenimiento y centrar correctamente el punto caliente.

MODELOS DE TURBINAS

Figura 19

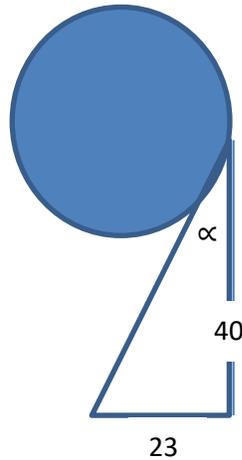
http://www.cin-protective.com

Modelos		TR-166	TR -250	TR -300	TR 360	TR-380	TR-500	TR-600
Diámetro de rueda		166	300	300	380	380	500	600
Tipo de rueda		Monoblock		Monoblock y Paletas intercambiables		Paleta intercambiable		
Nro. de paletas		4	6	6	6	8	8	12
Ancho de Paletas disponibles (mm)	Fina	-	-	-	-	24	35	-
	Estándar	30	66	66	66	59	59	59
	Ancha	-	-	-	-	122	122	-
Potencias admisibles (HP)		4 a 7,5	4 a 30	4 a 30	4 a 30	15 a 100	15 a 150	30 a 75

Modelos de turbinas

3.14.9 Hallando el ángulo

Como el balón tiene 55 cm



$$tg \alpha = \frac{23}{40}$$

$$\alpha = arctg \frac{23}{40}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

De acuerdo a los datos obtenidos seleccionamos la turbina con las siguientes características.

Modelo de turbina	Diametro de turbina (mm)	Potencia de motor	Ancho de paleta (mm)	Numero de paletas	Angulo de salida
TR - 300	300	5.5 Hp	66	6	30°

Uno de los datos que nos proporciona el fabricante es que la potencia del motor viene dada por el peso del material a ser trabajado, y es aproximadamente 10kg por Hp (potencia) y necesito transportar un promedio de 50 kg.

Duración en horas de los componentes de la turbina según fabricante		
Nombre	Material	Vida Útil
Láminas	Alto bastidor de la precisión del cromo	≥800h
Controlar la jaula, distribuidor	Alto bastidor de la precisión del cromo	≥1000h
Placa de la protección	Alto cromo	≥1500h
Placa lateral	Alto cromo	≥2500h
Impulsor	40Crquenching	≥2500h

3.14.9.1 Encontrando el punto caliente

Al realizar las pruebas de la máquina, se necesita verificar con frecuencia “El punto caliente”, esto quiere decir que el área impactada se vuelve caliente al tacto. Pasar una pieza de prueba pintada a través de la máquina (balón de GLP, durante 30 segundos de exposición al medio usualmente funcionando) puede revelar cómo se ve ese patrón de granallado.

“Si usted granalla durante 30 segundos y siente al tacto el área, en la parte superficial del balón, y no está caliente. Está caliente algún otro lado”, el medio puede estar golpeando el techo o el piso del gabinete, por lo que usted tiene que hacer ajustes hasta obtener ese punto caliente en su pieza de configuración”.

3.14.9.2 Mantenimiento de la turbina

La posición de la abertura de la caja de control determina donde empieza la onda de granalla, y es el patrón de granallado resultante. El tamaño de la abertura de la caja de control determina lo largo que será el patrón, y por lo tanto, qué tan densos son los impactos en la pieza de trabajo

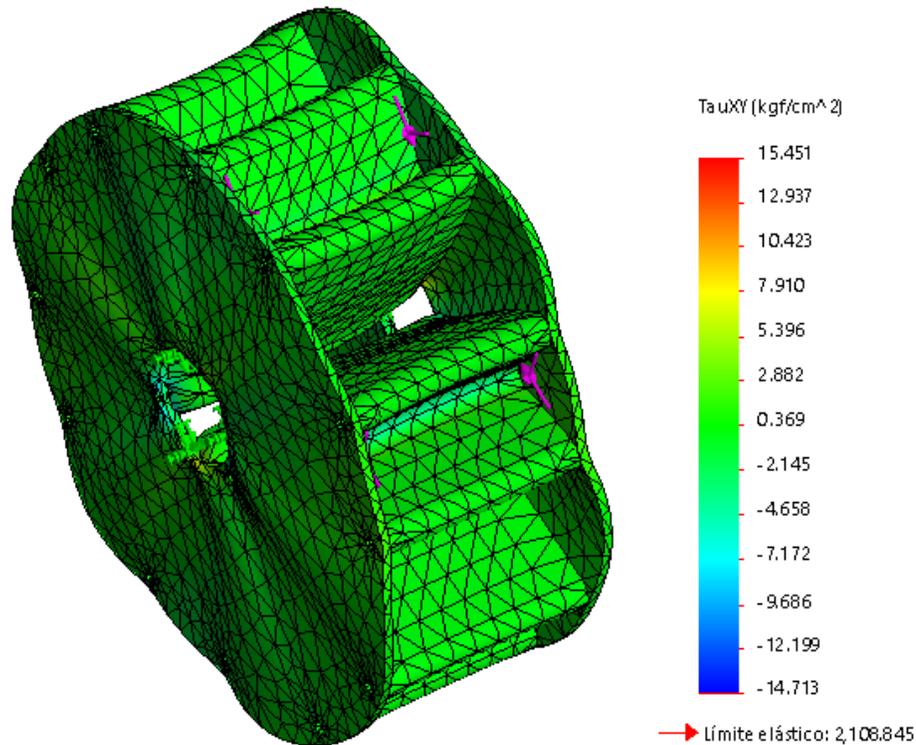
La trayectoria del medio abrasivo entre la abertura de la caja de control y la pieza de trabajo no es una línea recta. Una vez que el medio sale de la caja de control, las aspas de la rueda giran e impulsan las partículas en una dirección completamente diferente.

Para tomar en cuenta esto, las cajas de control se ponen a posiciones análogas a la cara de un reloj. Una caja de control puesta a, digamos, la una en punto, puede impulsar una onda de granalla o arena hacia abajo, cerca de la posición de las seis en punto, dependiendo del diámetro de la rueda, de los RPM y de otros parámetros

Pero no toda la gente en una planta puede saber esto.

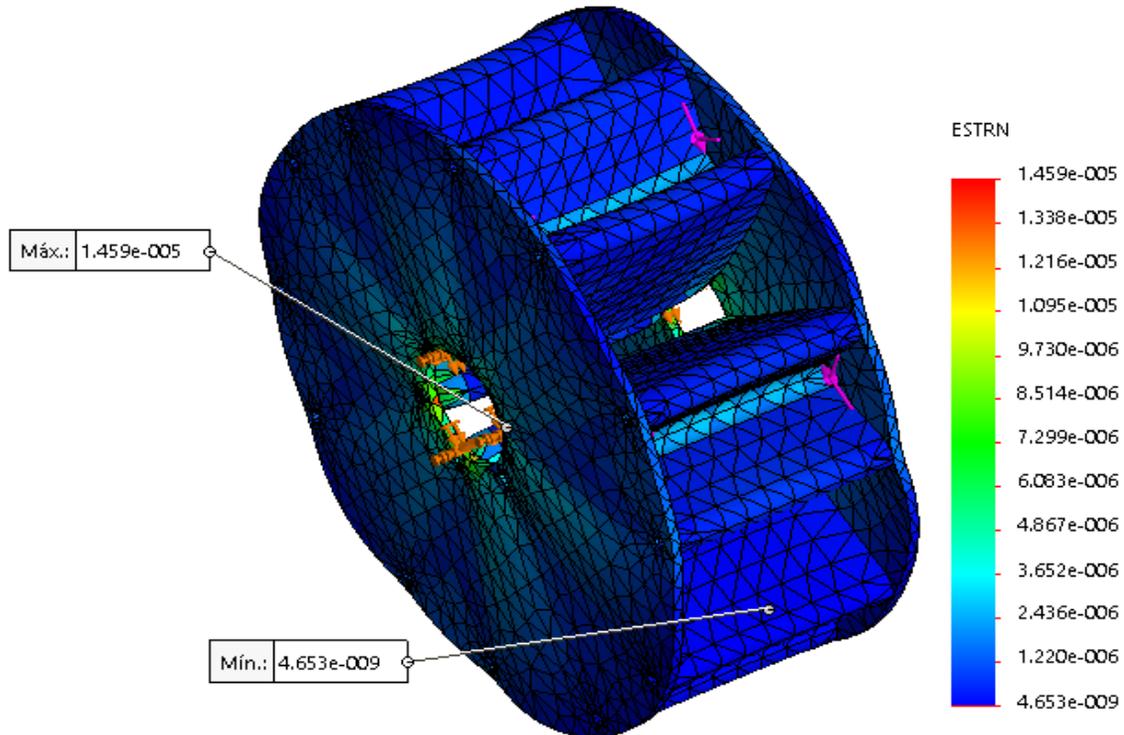
“Un problema clásico ocurre cuando una persona de mantenimiento de fábrica inexperta ve la abertura de la caja y piensa que es donde sale el medio, y por lo tanto orienta la abertura directamente hacia la pieza de trabajo”, pero toma hasta 180 grados dejar las aspas. Así que cuando él lo hace, el sistema chorrea medio justo hacia la carcasa de la rueda, y la granalla o arena está golpeando por todos lados. Usted puede destruir una carcasa de rueda muy rápido haciendo esto”.

3.14.9.3 Analisis de la turbina



INTERPRETACIÓN: en la imagen se aprecia las paletas y el plato de la turbina, en donde se hace un análisis para poder conocer la resistencia del material AISI 304, aplicándole una fuerza de 100 Kg a las paletas, colocándole restricción en los diámetros, en donde se inserta el eje; para poder obtener valores en el software solidworks el cual se encarga de realizar los cálculos de los esfuerzos del material mediante el cálculo por elementos finitos y poder tener conocimiento, si es el adecuado para este trabajo. El grafico que esta al costado del análisis hace mención que en el τ_{c} "XY" que las paletas estarán en esfuerzo de compresión de 6Tn a 15 Tn los platos van a sufrir deformación por lo tanto se debe tener cuidado y en esfuerzo de tracción de 9Tn a 14 Tn las paletas y el plato sufrirá deformación; por lo tanto para la carga especifica que es de 100 Kgf el material responde adecuadamente.

3.14.9.4 Deformación del material AISI 304



INTERPRETACIÓN: el análisis proporcionado por el software solidworks por elementos finitos se refiere a que la turbina aplicándole la carga de 100Kgf, las paletas y el plato responde correctamente, y lo demuestra el análisis del tipo de material escogido, que es el AISI 304, por lo tanto en el estudio del tau cortante “XY” cuando sus esfuerzos se elevan la deformación va ser más notorio hasta llegar al punto de falla donde el material dejara de ser útil, se aprecia en el análisis una deformación máxima y mínima de la turbina.

3.15 Selección de componentes eléctricos

Se selecciona una red trifásica 380v, que es conveniente para que el pago de energía eléctrica sea menor.

En este caso se tendrá en cuenta:

3.16 Selección de motores eléctricos:

Los motores eléctricos, estarán seleccionados con las tablas brindadas por los fabricantes teniendo en cuenta los niveles de protección antes, durante y después de un cortocircuito.

Figura 20

Número de polos	Velocidad de rotación en rpm		
	50 Hz	60 Hz	100 Hz
2	3000	3600	6000
4	1500	1800	3000
6	1000	1200	2000
8	750	900	1500
10	600	720	1200
12	500	600	1000
16	375	450	750

<http://www.ramfe.om>

Selección de motorreductor

Figura 21

**TABLA POTENCIAS NOMINALES MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN
3000/1500 rpm. [Cos.φ 0,8]**

KW	HP	220 V.	380 V.	660 V.
		I [A]	I [A]	I [A]
0,18	0,25	0,6	0,3	0,2
0,37	0,5	1,2	0,7	0,4
0,55	0,75	1,8	1	0,6
0,74	1	2,4	1,4	0,8
1,1	1,5	3,6	2,1	1,2
1,5	2	4,8	2,8	1,6
2,2	3	7,3	4,2	2,4
2,9	4	9,7	5,6	3,2
4	5,5	13,3	7,7	4,4
5,5	7,5	18,1	10,5	6
7,4	10	24,2	14	8,1
11	15	36,3	21	12,1
13,6	18,5	44,7	25,9	14,9
14,7	20	48,3	28	16,1
18,4	25	60,4	35	20,1
22,1	30	72,5	42	24,2
25	34	82,2	47,6	27,4
29,4	40	96,7	56	32,2
44,2	60	145	84	48,3
55,2	75	181,3	105	60,4
73,6	100	241,7	139,9	80,6
92	125	302,2	174,9	100,7
110,4	150	362,6	209,9	120,9
128,8	175	423	244,9	141
161,9	220	531,8	307,9	177,3
220,8	300	725,2	419,8	241,7

<http://www.ramfe.om>

3.17 Lógica cableada

Esta dada por los elementos a utilizar en el sistema de automatización en la que el tratamiento de datos se efectúa por medio de Contactores auxiliares, para ello tenemos los siguientes elementos.

3.17.1 Contactor

Es un componente electromecánico de mando a distancia, controlado por un electroimán, y con funcionamiento todo o nada es decir, que tiene por objetivo, establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en un circuito de potencia o circuito de mando, para el caso de la maquina granalladora se usara los Contactores con coordinación tipo 2, pero detallo el uso de cada tipo de coordinación que hay.

3.17.1.1 Coordinación tipo 1

Es la mas difundida que garantiza ningún riesgo para el operador, el equipo puede dañarse, siendo necesario un eventual cambio de algún componente, después del cortocircuito.

3.17.1.2 Coordinación tipo 2

Es la solución que asegura la continuidad del servicio, ningún riesgo para el operador ni el equipo, tienen una respuesta rápida. Los contactos del Contactor pueden sufrir alguna pequeña soldadura, pero fácilmente separable y el relé de cortocircuito del interruptor deberá ser reseteado.

3.17.1.3 Coordinación tipo 3 o total

Según la norma IEC 947 – 6 - 2, en caso de un cortocircuito, no debe sufrir ningún daño el contactador ni el operador. Esta norma valida el concepto de “continuidad de servicio”. Es utilizado en industrias donde la continuidad del servicio es imperativa.

Figura 22



Contactor y símbolo

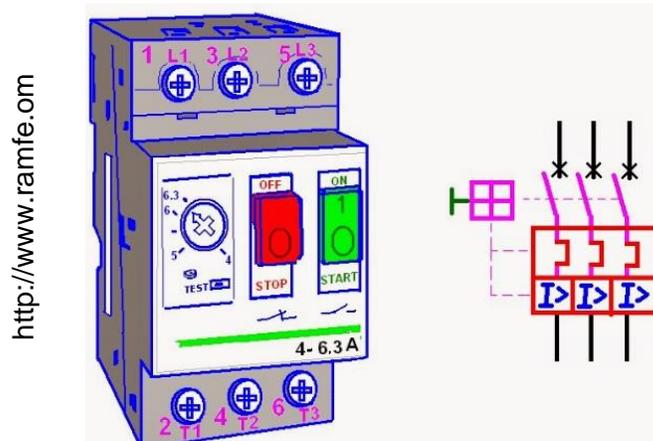
Selección del Contactor

Se selecciona en base a la corriente que va a circular por los contactos y la tensión de servicio que hay en lugar donde va a trabajar. Existen varias marcas y modelos de estos componentes, pero tienen la misma finalidad.

3.18 Selección del Guardamotor

Es un interruptor magnetotérmico, diseñados para la protección de motores eléctricos. El disparo magnético, corresponde al de otros interruptores automáticos magnéticos, pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempos mayores, también se selecciona según el tipo de coordinación que se desea tener en la instalación.

Figura 23



Guardamotor y simbología

3.19 Selección de sensores inductivos

Según la norma IEC 947 – 5 - 2, describe las características de los detectores de proximidad inductivos cilíndricos, de acuerdo al entorno, donde se va a usar. Para el caso de la granalladora, como va a tener un entorno seco y químicamente agresivo se seleccionara un sensor de caja plástica PPS, de alta resistencia, con grado de estanqueidad IP 68 y una temperatura de funcionamiento de -25 a + 80 °C.

Alcance nominal o alcance asignado (s_n)

Es el alcance convencional que permite designar al aparato y figura en los catálogos del fabricante.

3.19.1 Alcance real S_r

El alcance real S_r se mide bajo la tensión asignada U_n y a la temperatura ambiente asignada T_n . Debe estar comprendido entre 90% y 110% del alcance S_n del detector.

$$0,9 S_n \leq S_r \leq 1,1 S_n$$

3.19.2 Alcance útil S_u

El alcance útil S_u se mide en los límites admisibles de temperatura ambiente T_a y de tensión de alimentación U_b . Debe estar comprendido entre 90% y 110% del alcance real S_r .

$$0,9 S_r \leq S_u \leq 1,1 S_r$$

3.19.3 Alcance de trabajo Sa

El alcance de trabajo Sa está comprendido entre 0 y 81% del alcance nominal Sn. Es la **zona de funcionamiento** en la que se asegura la detección de la placa de medida, con independencia de las dispersiones de tensión y temperatura.

$$0 \leq Sa \leq 0,93 \text{ } 0,93 \text{ } Sn$$

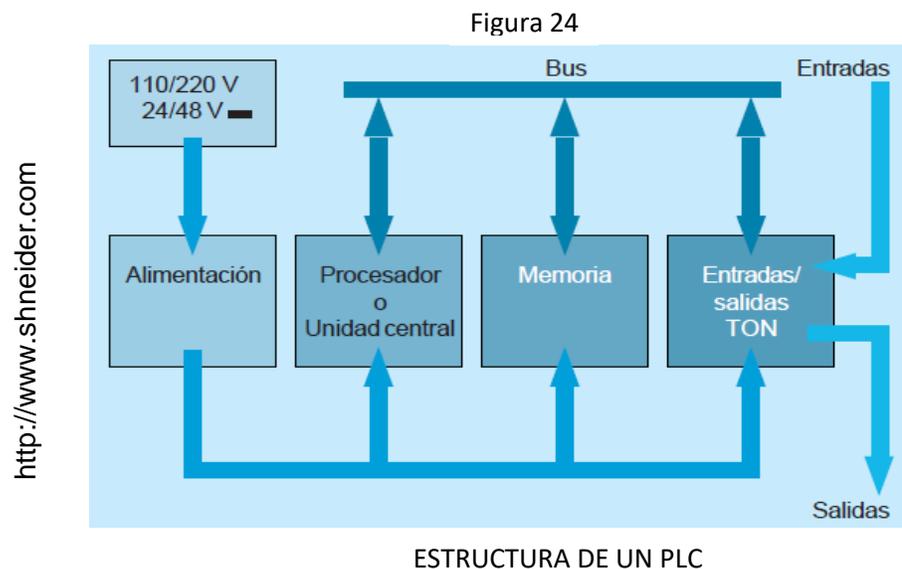
3.20 Selección de interruptores de posición

Comúnmente conocido como final de carrera por el ambiente en el que va a trabajar, debe ser con revestimiento antideflagrante, que es para atmosferas explosivas. Este tipo de interruptor lo usare como un sistema de seguridad de la máquina, especialmente en la puerta frontal, para que al momento de hacer un mantenimiento corte el fluido eléctrico. Evitando riesgos al operador o técnico que realiza el trabajo

3.21 Selección del PLC

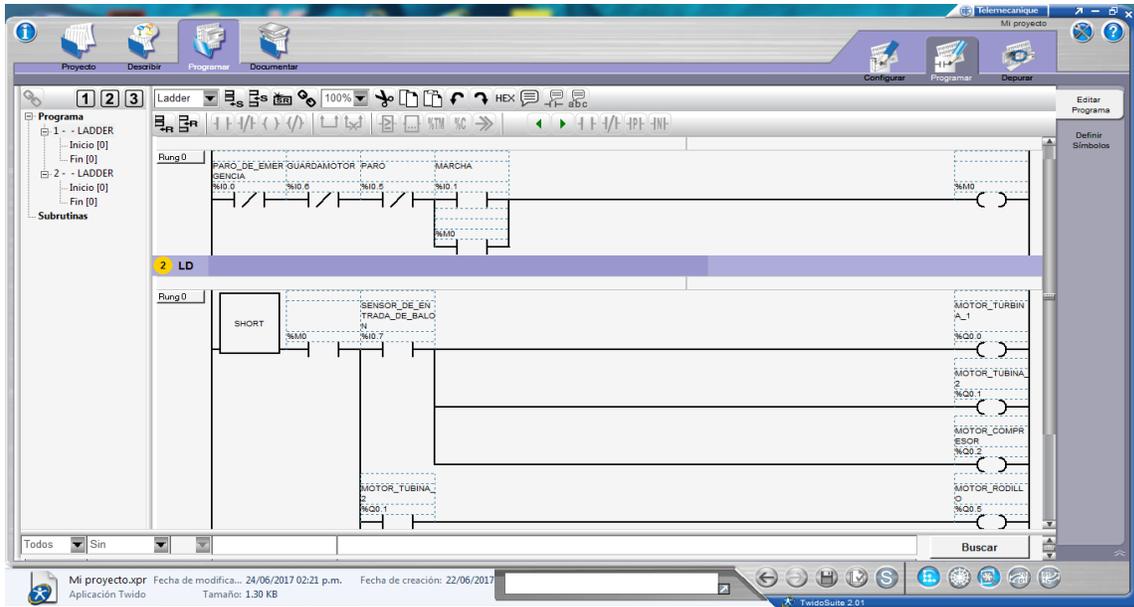
Es un autómata programable, es decir, es una máquina electrónica especializada en pilotaje y el control en procesos industriales y terciarios que ejecuta una serie de instrucciones en su memoria en forma de programa.

Estructura básica de un PLC

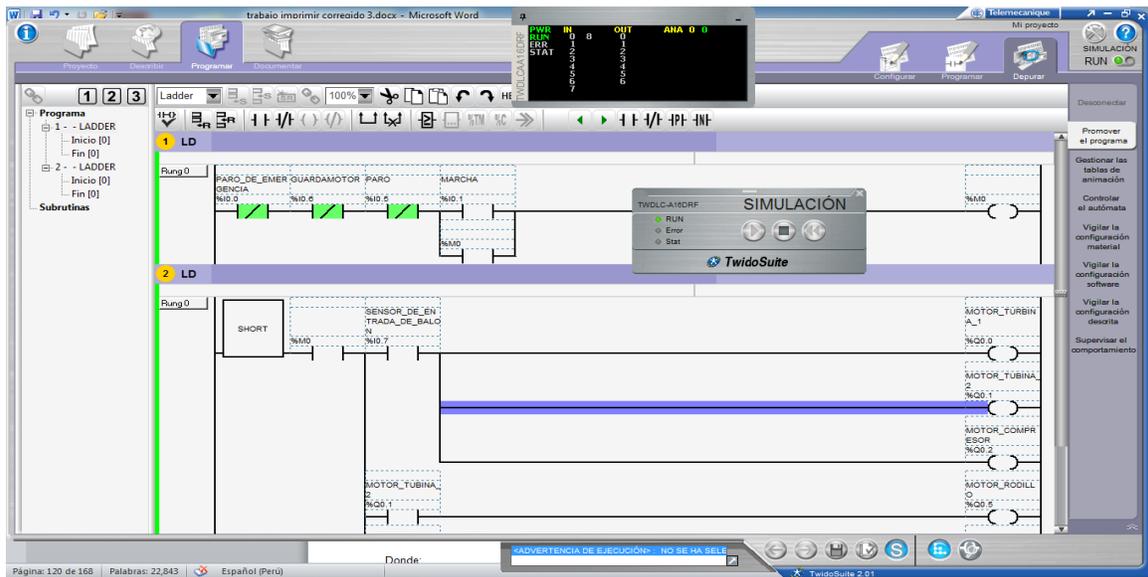


Para mi tesis seleccionare TWDLCAA16DRF, que es una base autómata de 230V, 9 entradas de 24 VCC, 7 salidas de relé 2ª, bloques de terminales de tornillo no extraíbles.

Programación en el TWIDO, utilizando el lenguaje lader, cuando la maquina queda trabajando en forma automática.



Haciendo una simulación en el software



3.22 Selección de variador de velocidad

Se debe tener en cuenta, tipo de motor que se alimenta, tensión de la red, potencia del motor, lugar donde va a trabajar (si la temperatura ambiente es superior a los 40° C y una altitud superior a los 1000 m).

En el caso de la maquina granalladora las turbinas estas catalogadas como ventiladores. Y para la selección del variador de velocidad se tiene en cuenta:

3.22.1 Elección del motor

Calculando la potencia útil máxima (p_u)

$$p_u = \frac{Q \cdot M \cdot P}{n}$$

Donde:

Q = caudal

M = masa del aire

P = presión en pascal o N/m²

$n = \text{velocidad} \times \text{rendimiento}$

3.22.2 Elección del variador de velocidad (P_m)

El uso de un convertidor de frecuencia de tipo altivar, para alimentar al motor, obliga a rebajar a 0.9 la velocidad, que se considera en la siguiente ecuación:

$$P_m = \frac{p_u}{0.9}$$

3.22.3 Criterios de selección

- 1. Tipo de carga:** Par constante (bandas, molinos etc.) o par variable (bombas o ventiladores centrífugos)
- 2. Tensión de alimentación:** 200 V... 240 V alimentación monofásica, 200 V... 240 V alimentación trifásica, 380 V...480 V alimentación trifásica o 500 V... 690 V trifásica
- 3. Potencia del Motor:** La potencia del variador debe ser igual o mayor a la potencia de motor.

Altivar 61 y Altivar 71 Variadores de velocidad



Características Eléctricas

- 6 entradas lógicas programables a 24 V (L1, L2, L3, L4, L5, y L6)
- 2 entradas analógicas de tensión y corriente configurable (AI1 y AI2)
- 2 salidas de red programables (RIA, R1B R1C y R2A R2C) en carga inductiva (cos = 0,4) 2 A a 250 V
- 1 salida analógica de tensión o corriente configurable (AO1)
- Protocolo Modbus y CANOpen, ver opciones en tabla de accesorios

Funciones Especiales Altivar 61

- Control local por terminal gráfica
- Regulador PID
- Limitación de caudal Active
- Conmutación de control
- Dormir / despertar
- Detección caudal nulo
- Recuperación al vuelo
- Tarjetas conmutación de bombas, para el control de sistemas de presión

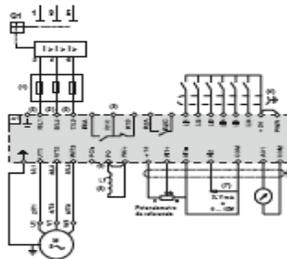
Funciones Especiales Altivar 71

- Control local por terminal gráfica
- Regulador PID
- Mínimo velocidad por entradas lógicas
- Conmutación de control
- Conmutación de motores
- Entradas sumatorias
- Control de freno
- Limitación de par

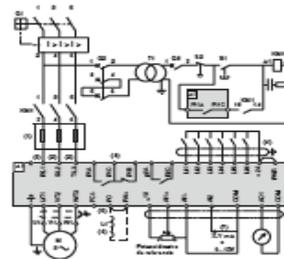


Diagrama de Cableado General

Sin conector de línea



Con conector de línea



Descargue totalmente GRATIS software de programación Softdrive desde www.schneider-electric.com

Para una adecuada selección utilizar software de selección COPEBE

Para reparación y mantenimiento de variadores de velocidad y amarradores suaves contactar al Servicio y Soporte Técnico S.A.S.

Precios sujetos a cambio sin previo aviso • Adicional IVA vigente en la Fecha de Publicación • Consultar Condiciones Generales de Venta • www.schneider-electric.com • Febrero de 2016



3 / 56

Para mi proyecto seleccionare un variador de velocidad de código ATV630U55N4 que tiene un ingreso de alimentación trifásica de 380.... 440 v, que es la alimentación de la red y 7.5Hp de potencia, se selecciona de 7.5 porque el motor de la turbina es 5.5Hp, y el catálogo no me especifica de esa potencia, entonces selecciono el mas cercano.

Serie ATV630...N4, Tensión de alimentación trifásica 380...480 V



Referencia	Corriente Nominal In	Dimensiones (AxPxP) mm	Motor Potencia HP	Precio
ATV630U07N4	2.2	144 x 350 x 203	1	2.657.900
ATV630U15N4	4	144 x 350 x 203	2	2.827.600
ATV630U22N4	5.6	144 x 350 x 203	3	3.056.700
ATV630U30N4	7.2	144 x 350 x 203	4	3.477.300
ATV630U40N4	9.3	144 x 350 x 203	5	3.786.500
ATV630U55N4	12.7	144 x 350 x 203	7.5	4.527.600
ATV630U75N4	16.5	171 x 409 x 233	10	5.412.000
ATV630D11N4	23.5	171 x 409 x 233	15	6.433.100

3

3.22.4 Selección del tipo de arranque a usar

	Motores de jaula						Motores de anillos
	Arranque directo	Arranque part winding	Arranque estrella-triángulo	Arranque estático	Arranque por autotransformador	Arrancador progresivo	Arranque rotórico
Corriente de arranque	100%	50%	33%	70%	40 / 65 / 80%	Regulable de 25 a 75% (potenciómetro)	70%
Sobrecarga de la línea	4 a 8 In	2 a 4 In	1,3 a 2,6 In	4,5 In	1,7 a 4 In		< 2,5 In
Par en % de Cd	100%	50%	33%	50%	40 / 65 / 80 %	Regulable de 10 a 70%	
Par inicial de arranque	0,6 a 1,5 Cn	0,3 a 0,75 Cn	0,2 a 0,5 Cn	0,6 a 0,85 Cn	0,4 a 0,85 Cn	Regulable de 0,1 a 0,7 Cn	< 2,5 Cn
Mando	Todo o nada	Todo o nada	Todo o nada	1 posición fija	3 posiciones fijas	Progresivo	De 1 a 5 posiciones
Motor de jaula económico y robusto							
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ● Arrancadores simple ● Económico ● Par de arranque importante 	<ul style="list-style-type: none"> ● Simple ● Par de arranque más elevado que en estrella-triángulo ● Sin corte de alimentación durante el arranque 	<ul style="list-style-type: none"> ● Arrancador económico ● Buena relación par/corriente 	<ul style="list-style-type: none"> ● Posibilidad de ajuste de los valores en el arranque ● Sin corte de alimentación durante el arranque ● Fuerte reducción de las puntas de corriente transitorias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Buena relación par/corriente ● Posibilidad de ajuste de los valores en el arranque ● Sin corte de alimentación durante el arranque 	<ul style="list-style-type: none"> ● Regulable durante la puesta en servicio ● Dimensiones reducidas ● Estático ● Adaptable a cualquier ciclo 	<ul style="list-style-type: none"> ● Excelente relación par/corriente ● Posibilidad de ajuste de los valores en el arranque ● Sin corte de alimentación durante el arranque
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> ● Punta de corriente muy importante ● Arranque brutal 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sin posibilidad de ajuste ● Motor especial ● Red especial 	<ul style="list-style-type: none"> ● Par de arranque débil ● Sin posibilidad de ajuste ● Corte de alimentación en el cambio de acoplamiento y fenómenos transitorios ● Motor de 6 bornas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Débil reducción de la punta de arranque ● Necesidad de resistencias voluminosas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Necesidad de un autotransformador costoso ● Implica riesgos en redes con perturbaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ● Genera perturbaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ● Motor de anillos más costoso ● Necesita resistencias
Tiempos de arranque	2 a 3 segundos	3 a 6 segundos	3 a 7 segundos	7 a 12 segundos	7 a 12 segundos	Regulable de 1 a 60 segundos	<ul style="list-style-type: none"> ● 3 tiempos 2,5 s ● 4 y 5 tiempos 5 s
Aplicaciones habituales	<ul style="list-style-type: none"> ● Pequeñas máquinas, aunque arranquen a plena carga 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas que arrancan en vacío o a poca carga (compresores para grupos de climatización) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas que arrancan en vacío ● Ventiladores y bombas centrífugas de poca potencia 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas de elevada inercia sin problemas especiales de par ni de corriente en el arranque 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas de elevada potencia o inercia, en casos en los que la reducción de la punta de corriente sea un criterio importante 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bombas, ventiladores, compresores, transportadores 	<ul style="list-style-type: none"> ● Máquinas de arranque en carga, de arranque progresivo, etc.

3.23 Selección de conductores

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm ²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

kW	HP	230 V A	400 V A	415 V A	440 V A	500 V A	690 V A
0,37	0,5	2	0,98	—	0,99	1	—
0,55	0,75	2,8	1,5	—	1,36	1,21	—
0,75	1	3,6	1,9	2	1,68	1,5	—
1,1	1,5	5,2	2,5	2,5	2,37	2	—
1,5	2	6,8	3,4	3,5	3,06	2,6	—
2,2	3	9,6	4,8	5	4,42	3,8	—
3	4	11,5	6,3	6,5	5,77	5	—
3,7	5	15,2	—	—	—	—	—
4	5,5	—	8,1	8,4	7,9	6,5	—
5,5	7,5	22	11	11	10,4	9	—
7,5	10	28	14,8	14	13,7	12	—
9	12	—	18,1	17	16,9	13,9	—
11	15	42	21	21	20,1	18,4	12,1
15	20	54	28,5	28	26,5	23	16,5
18,5	25	68	35	35	32,8	28,5	20,2

3.2.4 Selección del IP (Internal Protection)

Es importante tener en cuenta este aspecto que es la protección interna de los elementos y que estarán sometidos a diferentes ambientes dentro y fuera de la cabina, con diferentes tipos y formas de trabajo.

Primera cifra característica				Segunda cifra característica			
Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:	Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:
I.P.	Ejemplo	PRUEBAS		I.P.	Ejemplo	PRUEBAS	
0		No protegida	Sin protección	0		No protegida	Sin protección
1		Impide la penetración de una estera de 50 mm de diámetro. Protege contra contacto accidental.	Reverso de la mano	1		Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	Goteo vertical
2		Impide la penetración de una estera de 12 mm de diámetro.	Dedos u objetos análogos	2		Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Goteo vertical con una inclinación máxima de la envolvente de hasta 15° con respecto a la posición normal
3		Impide la penetración de una sonda de 2,5 mm de diámetro	Herramientas	3		Protegida contra la lluvia fina (pulsada)	Agua pulverizada (lujada) con una dirección de hasta 60° con la vertical
4		Impide la penetración de una sonda de 1 mm de diámetro	Alambres	4		Protegida contra las proyecciones de agua, penetración limitada permitida	Proyección de agua en todas direcciones limitada
5		Protegida contra la penetración de polvo (acumulación no peligrosa)	Protección al polvo	Alambres	5		Agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones
6		Estanqueidad total al polvo	Estanqueidad total al polvo		6		Fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa en todas las direcciones
				7		Protegida contra los efectos de la inmersión entre 150 mm y 1 m	Inmersión temporal
				8		Protegida contra la inmersión prolongada a las profundidades especificadas	Inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante*

3.25 Elementos a utilizar

Tabla de resumen de componentes a usar

Motores eléctricos a usar en la máquina				
Motor	Cantidad	potencia(W)	horas de funcionamiento	total (W)
Elevador	1	746	3	2238
sin fin	1	746	3	2238
Extractor	1	559	3	1677
Polín	1	337	3	2.25
Turbina	2	3730	3	11190

Motor elevador

Según cálculos matemáticos realizados la potencia del motor salió de 1 Hp, se procede a buscar en las tablas del fabricante para poder sacar los componentes a utilizar

Elevador	
Potencia	746 w / 1Hp
Contactador	LC1 – D09
Guarda motor	GV2 –P07 de 1,6 – 2.5
Reductor	
Calibre de cable	2.1 mm ² / 14 AWG

Componentes para el motor sin fin

Según los cálculos matemáticos se obtuvo un motor de 1HP, para lo cual seleccionare los siguientes componentes

Sin Fin	
Potencia	746 w / 1 Hp
Contactador	LC1 – D09
Guarda motor	GV2 –P07 de 1,6 – 2.5
Calibre de cable	2.1 mm ² / 14 AWG
Reductor	
Sensor	XS4P30PA340D

Motor extractor

Se usara un arranque directo,

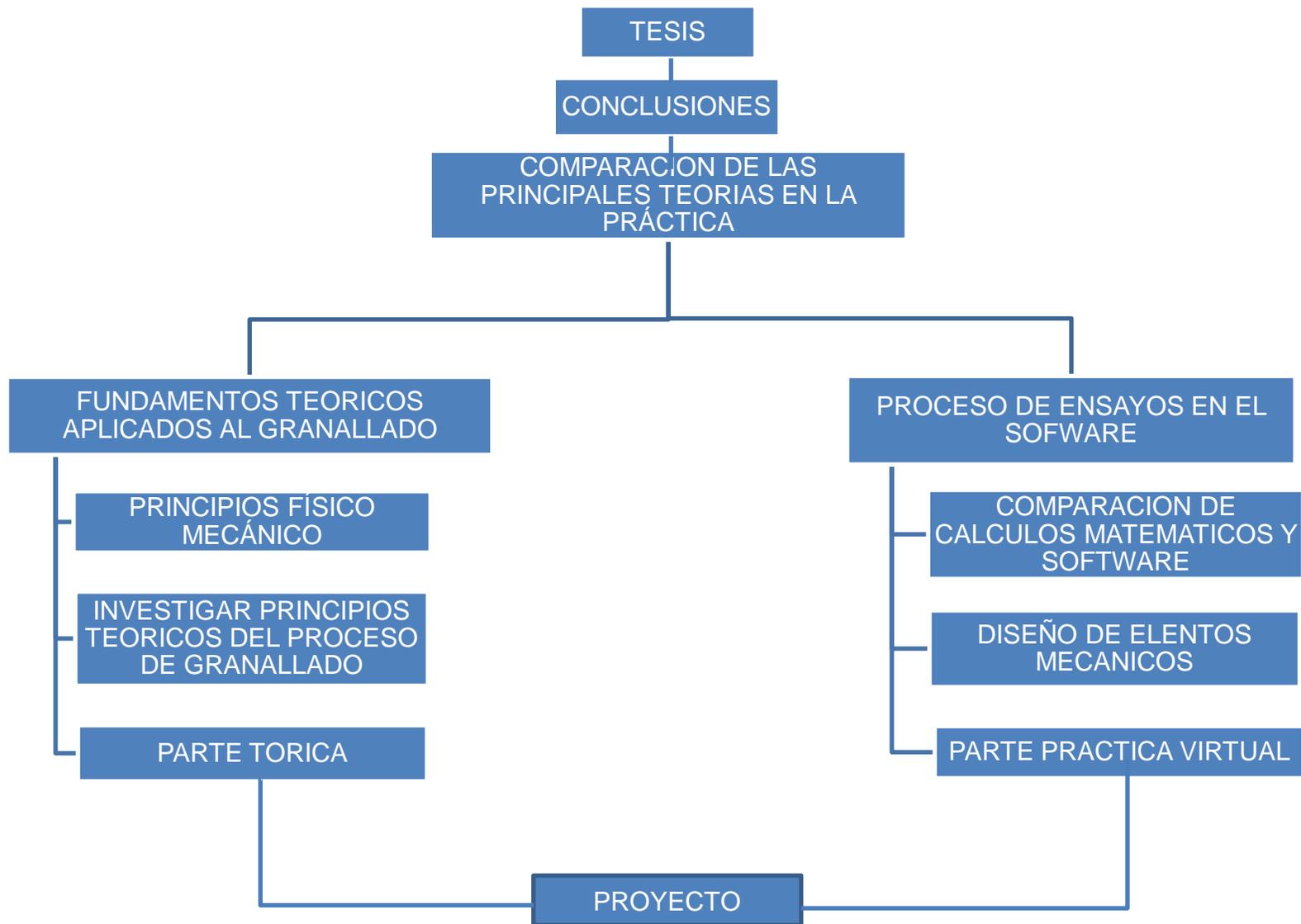
Extractor	
Potencia	559 w / 0.75 HP
Contactador	LC1 – D09
Guarda motor	GV2 –P06 de 1 – 1.6
Reductor	
Calibre de cable	2.1 mm ² / 14 AWG

Motor polín

Polín	
Potencia	337w / 0.5 Hp
Contactador	LC1 – D09
Guarda motor	GV2 –P06 de 1 – 1.6
Calibre de cable	2.1 mm ² / 14 AWG
Reductor	
Sensor	XS4P30PA340D

Motor turbina

Turbina TR – 300	
Potencia	3730 w / 5 Hp
Contactador	LC1 – D12
Guarda motor	GV2 –P14 de 6 – 10
Calibre de cable	2.1 mm ² / 14 AWG
Sensor	XS4P30PA340D
Variador de velocidad	ATV630U55N4



3.26 Evaluación económica y financiera utilizando VAN y TIR

3.26.1 Costo de granalla

Teniendo la cantidad de granalla que vamos a utilizar en el sistema, hacemos un cálculo para saber cuántas bolsas vamos a usar en nuestro sistema.

Sabemos que una bolsa de granalla trae 25 kg, entonces en 536.32 tendríamos:

$$1 \text{ bolsa} \text{ --- } 25 \text{ kg}$$

$$x \text{ --- } 536.32 \text{ kg}$$

$$x = 21,4528 \text{ bolsas}$$

Aumentándole el 20% nos quedaría 26 bolas, que necesitaría para el sistema, se usara 22 bolsas de granalla, pero cada bolsa cuesta 70 dólares.

$$26 \times 70 = 1820 \text{ dolares}$$

Costo de producción por balón en soles y teniendo en cuenta que la granalla dura un promedio de tres meses en el mantenimiento

1820 dólares x 3.5 soles = 6730 soles.

$$\frac{6730}{3} = 2243,3 \text{ soles en un mes}$$

3.26.2 COSTO DE LIMPIEZA POR BALÓN

El costo de limpieza por mes balón está dada por el costo total dividido entre la cantidad total de balones

Como en una hora se limpian 110 balones tenemos:

$$\frac{S/.10743}{110 \text{ balones}} = 97,6 \text{ hora /trabajo}$$

Ahora vemos el periodo diario que va trabajar la máquina que son 6 horas de trabajo, para recuperar la inversión.

$$\frac{97,6 \text{ horas por balon}}{26 \text{ dias}} = 3.7 \text{ horas } \times \text{ dia}$$

Con este valor obtenido nos damos cuenta que necesitamos trabajar un promedio de 3.7 horas diarias.

$$3.7 \text{ horas } \times 110 \text{ balones } \times 26 \text{ dias} = 10582 \text{ balones en el mes}$$

Como tenemos un costo de S/.10743; lo dividimos entre la cantidad de balones que se da mantenimiento, para obtener el costo por balón

$$\frac{S/.10743}{10582 \text{ balones}} = 0.99 \text{ soles/balon}$$

3.26.3 Hallando el van y el TIR

Costo de la máquina de acuerdo al presupuesto **19911**

Gastos generales

Descripción de gastos generales	
Descripción	Subtotales
Gastos administrativos	300
Materiales de oficina	100
Transporte	150
Tecnología de la información	300
Pago de energía	1500
Servicios básicos	1500
Otros	400
Total	4250

Costo de la energía

Para realizar el cálculo del costo de la energía, analizamos el consumo de cada motor que tenemos en la máquina, incluyendo los circuitos de iluminación y tomacorrientes (en este caso se está estimando por cualquier evento o trabajo de reparación que se desee hacer).

Esta potencia debe estar en watts y se multiplica por las horas de funcionamiento, para tener el consumo en horas, que necesitamos para calcular el pago de energía eléctrica.

En la tabla de gasto de energía, detallo los consumos y las horas trabajadas para hallar la potencia por horas.

Gasto de energía				
Motor	cantidad	potencia(w)	H de func.	total
Elevador	1	746	3	2238
Sin fin	1	746	3	2238
Polín	1	373	3	1119
Extractor	1	559	3	1677
Turbina	2	3,730	3	11190
Otros				
Iluminación		300	3	900
Tomacorrientes		1000	3	3000
total				22362

Del cálculo obtuvimos que el consumo es 22362 kW/h, que será multiplicado por 0.5012, que es el costo de la energía eléctrica, y lo multiplicamos por los días de trabajo de la empresa.

Costo de la energía	
Días de trabajo	28
kW en 28 días	626.136
costo de un kW	0.5012
costo del mes	313.819363

Costo de mano de obra

Se va a laborar con tres operarios, ganando un salario de S/. 1000 al mes.

mano de obra		
operarios	Costo	costo por mes
3	1000	S/. 3000

Costo del material abrasivo.

El costo de la granalla está calculado en base a 26 bolsas que se necesitan para el mantenimiento, con un costo de 70 dólares por bolsa, tiene una duración aproximada de tres meses.

costo de granalla en 26 bolsas	S/. 2022.32333
Duración tres meses	S/. 674.107778

Costo de mantenimiento

costo de mantenimiento	S/. 200
------------------------	---------

Resumen de gastos

Total de gastos	
Cuota	S/. 981.29
gasto de energía	298.136815
costo de granalla	674.107778
mano de obra	3000
Mantenimiento	200
Total	S/. 5,153.53

Recuperación del capital invertido

Hacemos un análisis de la cantidad de balones a dar mantenimiento en el mes, basándose en la producción por horas, como se detalla en el cuadro.

Ingreso por mantenimiento	
costo por mantenimiento	S/. 1.3
horas trabajadas	3
Producción por hora	110
total por día	S./ 429
total por mes	S./ 12012

Ahora restando el total de gastos que es: S/. 4,759.27 con el ingreso por mantenimiento (S. / 12012), podemos obtener la ganancia

Ganancia	S/. 6,858.47
----------	--------------

Flujo de caja en 36 meses

Flujo de caja en 36 meses			
0	-19910.8		
1	S/. 6,858.47	19	S/. 6,858.47
2	S/. 6,858.47	20	S/. 6,858.47
3	S/. 6,858.47	21	S/. 6,858.47
4	S/. 6,858.47	22	S/. 6,858.47
5	S/. 6,858.47	23	S/. 6,858.47
6	S/. 6,858.47	24	S/. 6,858.47
7	S/. 6,858.47	25	S/. 6,858.47
8	S/. 6,858.47	26	S/. 6,858.47
9	S/. 6,858.47	27	S/. 6,858.47
10	S/. 6,858.47	28	S/. 6,858.47
11	S/. 6,858.47	29	S/. 6,858.47
12	S/. 6,858.47	30	S/. 6,858.47
13	S/. 6,858.47	31	S/. 6,858.47
14	S/. 6,858.47	32	S/. 6,858.47
15	S/. 6,858.47	33	S/. 6,858.47
16	S/. 6,858.47	34	S/. 6,858.47
17	S/. 6,858.47	35	S/. 6,858.47
18	S/. 6,858.47	36	S/. 6,858.47

3.26.4 Calculando el VAN y TIR

TIR	
	34%
VAN	
	S/. 90,461.01

IV. DISCUSIÓN

Con respecto a la tesis de **Torres (2013)**, comparto el aporte, porque considero que es indispensable que las máquinas estacionarias de mediana y gran magnitud, realicen su proceso de mantenimiento en una cabina, para que el material abrasivo no esté en contacto con el operario al ser impulsado por la turbina. Motivo por el cual, en la máquina granalladora se torna obligado contar con este elemento; para poder reducir riesgos generados por el trabajo que se realiza así como también reducir las enfermedades laborales que como es lógico no se puede extinguir. También se contribuye a reducir los tiempos muertos, se reduce considerablemente la polución al utilizar como material abrasivo la granalla mineral, que se puede decir es ecológica, porque su composición se degrada rápidamente y no es necesario conducir los residuos hacia un lugar especializado, todo esto conlleva a mejoras, generando comodidad, seguridad y bienestar al operario que realiza este tipo de labor.

En lo referente a la tesis de **Belloso (2014)**, Es interesante compartir opiniones en un tema de capacitación o información, de como resolver ciertos problemas que afectan y se presentan en este y todos los tipos de máquinas. Para ello basándome en el cálculo y haciendo pruebas en el software (solidwork), puedo argumentar que actualmente las pruebas son mas sencillas de realizar, utilizando la tecnología ya sea por software o utilizando la electrónica de potencia que tiene que ver mucho con los famosos variadores de velocidad, que regulando la frecuencia, podemos acelerar o desacelerar las revoluciones de un motor. Es lógico que necesitemos tener los conceptos bien definidos para poder interpretar los resultados de lo investigado, y poder llegar a un buen trabajo. Pero lo mas importante, como dice Belloso, para este tipo de trabajo funcione, debemos tener en cuenta tres parámetros importantes que es el ángulo de incidencia, la distancia y la presión de granallado, con esto determinamos que la deflexión si es causada por el Angulo de disparo y la presión.

Comparto con la tesis de **Avilés (2011)**, porque da a conocer las normas y cuidados que se deben tener en cuenta, además de reflexionar y hacer conocer que debemos

tomar precauciones cuando se trabaja con gases ya que pertenecen al tema de la neumática, y son de cuidado. Es necesario tomar conciencia de que los balones que contienen gas, de cualquier tipo, al momento de su utilización por parte del consumidor, no quedan totalmente vacíos y por eso es necesario que antes de realizar el mantenimiento de un balón se garantice que no existe material en su interior para evitar posibles accidentes o explosiones, que pudieran darse por no tener en cuenta las recomendaciones. Así como es necesario que no exista material inflamable en el balón durante su mantenimiento, también es necesario tener en cuenta que al momento del envasado no debe existir fugas causadas por el mal equipamiento, ya sea por válvulas que no están bien ajustadas o por elementos de mala calidad.

Nacional

Estoy de acuerdo con el sistema de extracción de polvo, de la tesis de **Cajahuamán (2014)**, por ser un medio de seguridad para dar un buen mantenimiento, porque si las partículas de granalla no están limpias, los resultados no son los esperados, el tiempo sería mayor o la limpieza ineficiente por eso el extractor es un elemento importante porque se trabajaría con tiempos óptimos, sin tener que hacer un repaso del material por la máquina para retirar impurezas que quedaron y que se da justamente por la contaminación del material abrasivo con partículas de pintura y limaduras de hierro, si fuese el caso. Además de contribuir con la comodidad de trabajo, ya que estas partículas van a ser depositadas en un lugar específico y entregado a personas capacitadas para el manejo de estas sustancias y contribuir con no contaminar nuestro medio ambiente que ya está bastante afectado.

V. Conclusión

De acuerdo a lo investigado se concluyó que la norma N° 252 – 2016 – os/CD impuesta por OSINERMIN, es clara y los balones de GLP, tienen que contar con los datos requeridos en esta ley. En Chiclayo no existe una empresa formal dedicada al mantenimiento de balones de GLP y existe alto grado de corrosión, siendo necesario implementar un sistema de limpieza externa de balones de Glp, que va ligado a la norma ASME sección VIII división 1. Además la mayoría de usuarios, al desconocer el tema, basa su confianza en la parte estética, que para ellos es símbolo de seguridad y garantía del producto.

Se concluye que de llevar a la construcción la máquina granalladora, teniendo una producción en mantenimiento de 110 balones por hora y trabajando ocho horas diarias, está en capacidad de cubrir la demanda de mantenimiento en Chiclayo.

Basándome en las teorías científicas y datos de fabricantes puedo concluir que los cálculos matemáticos y selección de componentes para la máquina en este diseño, si se implementa, va cumplir con el trabajo, para lo que fue diseñado, siempre y cuando se respete las medidas y capacidad indicadas en la tesis.

Se concluye, mediante el análisis económico, que este diseño de lograr realizarse, es rentable, de un periodo corto de recuperación del capital invertido y buena generación de ganancias con un VAN de 61% y un TIR S/. 95,661.21

VI. Recomendaciones

Para el diseño del equipo de granallado se recomienda cumplir con la norma ASME sección VIII división 1

De realizar el diseño, se recomienda no exceder los parámetros calculados en la tesis, por un tema de seguridad, tanto para la protección personal como de las instalaciones.

Para la colocación de las turbinas en la máquina, tener en cuenta la ubicación del punto caliente.

Antes de realizar el mantenimiento se recomienda descargar el gas que está contenido en el balón y luego retirar la válvula y cubrir esta parte al momento de realizar el granallado.

En caso de ejecutar el diseño, no retirar las guardas y sistemas de protección durante el funcionamiento.

Para realizar el mantenimiento del balón de Glp doméstico se recomienda pedir el certificado de prueba de presión hidrostática.

VII. REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA

AVILÉS. “Estudio del proceso del montaje de válvulas en el mantenimiento preventivo de tanques de GLP de uso doméstico para optimizar su ensamblaje en la empresa Congas Envasadora Salcedo”. Tesis (ingeniería mecánica). Ambato – Ecuador. Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Mecánica.2011.189 pp.

ABELLO Linde “Consejo de seguridad – manipulación del gas licuado petróleo”, sf. 4. pp. Disponible en:
[http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.esp/es/images/CS_14_%20v%2012%20\(maniplaci%C3%B3n%20del%20gas%20licuado%20del%20petr%C3%B3leo\)316_25940.pdf?v=3.0](http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.esp/es/images/CS_14_%20v%2012%20(maniplaci%C3%B3n%20del%20gas%20licuado%20del%20petr%C3%B3leo)316_25940.pdf?v=3.0)

BELLOSO. “Diseño y construcción de un sistema semiautomático de granallado para uso didáctico”. Tesis (ingeniería mecánica). San Salvador – Centroamérica. Universidad del salvador, Facultad de Ingeniería Mecánica.2014.113 pp.

CARPIO, Rodríguez, Gil, Fonseca, Barbosa, Nussbaum, García, Planell. Comportamiento a la corrosión de implantes de titanio granallados* [en línea]. Diciembre 1999, n° 3 [07 de Octubre de 2016].

Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099/5411>

ISSN: 1885 - 9518

Calle Gonzales, M.A; Benites Barrios D; Ángelo E [en línea]. **2006.** [Citado el: 18 de Junio de 2017]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/237030138_Analisis_tridimensional_del_proceso_de_granallado_utilizando_un_modelo_de_multiples_impactos

ISSN: 1029516X

CERVERA, Miguel y BLANCO Elena, “Mecánica de estructuras”, 2.^a ed. UPC: universidad Peruana de ciencias aplicadas, 2002. 317pp

ISBN: 84 – 8301 – 623 – 0

CENGEL, Yunes y BOLES, Michael; “Termodinámica”; cap.1; pág. 2; séptima edición; Interamericana Editores, S.A. de C.V, México .2012.

CIMN 2011 Normas en ISO 8501. [En línea] 2011. [Citado el: 25 de octubre, 2016].

Disponible en: [http://www.cin-](http://www.cin-protective.com/portal/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=A9838080808480GC&CLASSTOKEN=scpdescriaocategoria&ATTRIBUTEID=ficheiro)

[protective.com/portal/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=A9838080808480GC&CLASSTOKEN=scpdescriaocategoria&ATTRIBUTEID=ficheiro](http://www.cin-protective.com/portal/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=A9838080808480GC&CLASSTOKEN=scpdescriaocategoria&ATTRIBUTEID=ficheiro)

CONSTRUAPRENDE, Ingeniería Civil Y Arquitectura [En línea] sf. [Citado el: 18 de Agosto, 2017].

Disponible en: <http://www.construaprende.com/docs/lab/330-practica-resistencia-abrasion-agregados>

CLEMCO, internacional “CATÁLOGO GENERAL”, 2016. 100pp

Disponible en: <http://www.clemco.es/wp-content/uploads/2016/08/CLEMCO-2016.pdf>

CAJAHUAMÁN. “Diseño de un sistema de extracción de polvo para una cabina de granallado semiautomática en la empresa Prometal Roca Hermanos E.I.R.L”. Tesis (ingeniería mecánica). Lima – Perú. Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima, Facultad de Ingeniería Mecánica.2014.101 pp.

DEUTSCHMAN, Aron, Diseño de Máquinas, cap. 12; pág. 687; séptima edición; editorial Continental S.A. de C.V, México. 1987.

INGENIERIA DE INVESTIGACIÓN, “limpieza rápida y eficiente”, 2015. 50pp.

<http://slideshowes.com/doc/1067891/granalladoras----revista-metal-actual>

LOPEZ, José “INSTALACIONES DE GLP” CEPESA ELF GAS. S.A, 2001. 289pp

<http://trendigas.com/Manual-de-Uso-de-Gas-L.P.pdf>

M, Sanmarti; A Malet; G Fargas. Influencia del granallado en los aceros inoxidables austeníticos Meta estables, Barcelona. 2013. 106.pp.

ISBN: 978-84-695-922-8

Martínez. “Diseño y construcción de una máquina granalladora para limpieza externa de tuberías de acero”. Tesis (ingeniería mecánica). Caracas – Venezuela. Universidad Metropolitana, Facultad de Ingeniería Mecánica.1991.219 pp.

PREPARACION DE SUPERFICIES – NORMA SSPC 2015. [En línea] 30 septiembre 2016. [Citado el: 08 de septiembre de 2016].
Disponible en: www.cymmateriales.com.ar/intranet/frm_productosarchivos/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymmateriales-shotblasting.pdf

REVISTA Ciencias básicas en ingeniería [en línea]. Argentina: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOR OESTE, 2012 [29 de septiembre del 2016].
Disponible en: <http://ing.unne.edu.ar/imate/revista/R7A4.pdf>
ISSN: 1853 – 1385

SEPULVEDA [en línea]. **2013.** [Citado el: 08 de septiembre de 2016].
www.cymmateriales.com.ar/intranet/frm_productosarchivos/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymmateriales-shotblasting.pdf

SHNEIDER Electric, “COMPENSACION DE ENERGÍA REACTIVA”, sf. 86pp.
Disponible en:
http://www3.fi.mdp.edu.ar/instalaciones/Correccion%20de%20Factor%20de%20Potencia/To mo_E%20correcci%C3%B3n%20de%20factor%20de%20potencia%20schneider%20completo.pdf

“SANTIAGO García. (2015, Diciembre, 30). Análisis de vibraciones (archivo de video).
Disponible en: <http://www.renovetec.com.irim>”

TORRES. “Diseño y construcción de un prototipo de una estación de limpieza mecánica, mediante el proceso de sandblasting, utilizando granalla mineral en ciclo continuo para una unidad de mantenimiento y transporte”. Tesis (ingeniería mecánica). Sangolqui – Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas, Facultad de Ingeniería Mecánica.2013.338 pp.

TAPCO IN,”Cangilones y pernos para elevadores”, EEUU.2009. 104pp
Disponible en: <http://www.tapcoinc.com>.

TUPY,”Industria de fundición”, Brasil. sf. 24pp
Disponible en: http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/granalhas/grana_esp.pdf

FERNANDEZ, “TRANSFORMACIONES TERMODINÁMICAS”, Barcelona. 204. 71pp.
Disponible en: <http://www.libros.redsauce.net/>

ANEXOS

ANEXO 1

Cuadro comparativo de mantenimiento en las empresas existentes en Chiclayo.

REGISTRO DE PLANTAS ENVASADORAS DE GLP EN CHICLAYO, ACTUALIZADO EL 18 DE MAYO DEL 2017 POR OSINERMIN						
Empresa	Capacidad de los balones de Glp (kg)				total (gln)	matto por mes
	10	20	30	45		
porcentaje de venta mensual	80%	6%	5%	9%		
SOLGAS S.A	72000	5400	4500	8100	90000	36000
PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A	48000	3600	3000	5400	60000	24000
SIPAN GAS E.I.R.L	9600	720	600	1080	12000	4800
MEGA GAS S.A.C	16800	1260	1050	1890	21000	8400
LIMA GAS S.A	20800	1560	1300	2340	26000	10400
total de producción de Chiclayo	167200	12540	10450	18810	209000	83600

ANEXO 02

HOJA DE COMPONENTES A USAR EN GRANALLADORA

MODELO Y SERIE:

--

PROVEEDOR:

RAZON SOCIAL
DIRECCIÓN
ENCARGADO
FECHA

MOTOR ELÉCTRICO

MARCA
MODELO
SERIE
POTENCIA
VOLTAJE
RODAMIENTO
ULT. MANT.

MOTOREDUCTOR

MARCA
MODELO
SERIE
POTENCIA
RODAMIENTO
ACEITE
REVOL.

CUMPLE CON NORMAS ESTABLECIDAS

	SI	NO	CONDICIÓN
MOTOR			
MOTOREDUC.			
T. ELECTRICO			
INSTALAC.			
BALON GLP			
OPERARIOS			

SE HIZO MANTENIMIENTO

	SI	NO	CONDICIÓN
MOTOR			
COMPRESOR			
TABLERO			
INSTALACIONES			
MOTOREDUC.			
CANDILONES			

DATOS DEL GRANALLADO

	CANT.	TIEMPO	CODIGO	OBSERV/CONDICIÓN
PRODUCCION DE LA MAQUINA				
TIPO DE GRANALLA				
PRECIO GRAN./ BALON GLP				
TIEMPO GRAN./BALON GLP				
PRECIO DE GRANALLA				
HORAS DE FUNCIONAMIENTO				
COSTO DE LA MAQUINA				
PRESION DE LLENADO DE BALÓN				

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:

La turbina maneja un caudal de 20 kg por minuto

ANEXO 03

TESIS: "DISEÑO DE UN AMAQUINA GRANALLADORA PARA MEJORAREL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO 2016".

AUTOR: FREDY ORLANDO ACOSTA FARRO

Instrucciones: Se presentan 12 preguntas, referidas al tipo de trabajo, fallas mecánicas, desgaste mas frecuente en las piezas mecánicas, normas de seguridad y necesidades de implementación de la máquina que existe en la empresa, y con este estudio, realizar el diseño de una máquina que reúna todas las condiciones de seguridad y eficiencia.

ENTREVISTA

Esta entrevista está dirigida al Jefe de Mantenimiento y operarios de maquina

Nombre del entrevistado -----

Nombre del entrevistador -----

Fecha: -----

1.- ¿Existen planes de mantenimiento de balones de GLP?

SI () NO () NO SABE ()

2.- ¿Cumplen con el plan diario, en el mantenimiento de balones de GLP?

8.- ¿Cuáles son los mecanismos con mayor índice de desgaste en la máquina?

SI () NO () NO SABE ()

3.- ¿Aplican normas, planes de higiene y seguridad industrial, en la empresa?

9.- ¿QUÉ BENEFICIO PODRIA MENCIONAR EN LA MEJORA DEL PROCESO DE DARSE, EL SERVICIO?

SI () NO () NO SABE ()

4.- ¿Existen procedimientos estándares de mantenimiento, que describa la forma correcta del mantenimiento?

10.- ¿Qué beneficios se podría mencionar en la mejora del proceso?

SI () NO () NO SABE ()

5.- ¿Qué tiempo laboran diariamente?

8 horas() 10horas () 12 horas ()

6.- ¿Reciben capacitación del uso de la máquina?

11.- ¿Facilitaría el trabajo la construcción de una nueva granalladora, en relación a la máquina instalada?

SI () NO ()

7.- ¿Existen riesgos de accidentes en la máquina?, ¿Cuáles?

SI () NO () NO SABE ()

Influencia del granallado en los aceros Inoxidables austeníticos metaestables

M. Sanmartí, A. Malet, G. Fargas

*Dept. Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica
Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona Tech*

Resumen

En el presente trabajo se muestra el efecto del granallado sobre la microestructura y las propiedades mecánicas de un acero inoxidable austenítico metaestable EN 1.4318 (AISI 301LN). Se han considerado dos condiciones de partida distintas: recocido (microestructura totalmente austenítica) y laminado en frío (con un porcentaje inicial de martensita del 38%). La granalla utilizada es de acero inoxidable S300, proyectada a una velocidad de 65 m/s con factores de cobertura del 200 y 400%. El análisis microestructural se ha llevado a cabo por difracción de rayos-X, microscopía láser confocal (CLSM) y microscopía electrónica de barrido (MEB). Para cada condición se han realizado ensayos de fatiga a alto número de ciclos. Los resultados ponen de manifiesto que el proceso de granallado permite aumentar en un 25% el límite a fatiga del acero laminado, mientras que no se observa ningún efecto sobre el acero recocido. Para esta condición, la creación de microgrietas en la superficie enmascara el efecto beneficioso del endurecimiento debido a la formación de martensita por deformación durante el proceso de granallado.

Palabras Clave: Acero inoxidable austenítico metaestable, proceso de granallado, martensita inducida por deformación, fatiga.

Abstract

The aim of this work is to study the microstructural changes and its effect on mechanical properties of a metastable austenitic stainless steel grade EN 1.4318 (AISI 301LN) subjected to shot peening process. Two different material conditions were considered: annealed (totally austenitic microstructure) and cold rolled (with an initial martensite content of 38%). Stainless steel shots type S300 impacted the surface at 65 m/s with two different coverage factors: 200 and 400%. Microstructural analysis was performed by x-ray diffraction, Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM) and Scanning Electron Microscopy (SEM). For each condition fatigue tests at high number of cycles were carried out. Results point out that only cold rolled samples displayed an improvement of 25% on the fatigue limit while no effect was detected for annealed steel. For this condition, the presence of surface microcracks was expected to offset the advantages introduced by the presence of deformation induced martensite formed during shot peening process.

Keywords: Metastable austenitic stainless steel, shot peening process, martensite induced by deformation, fatigue.

1. Introducción

Los aceros inoxidables austeníticos se adaptan muy bien a la fabricación de piezas para automoción ya que tienen un bajo límite elástico y una buena conformabilidad. Además, el endurecimiento por deformación de la austenita hace que incrementen su resistencia mecánica tras ser deformados en frío. Así, después del conformado por medio de procesos como la estampación, el hidroconformado o la laminación, los componentes alcanzan una elevada resistencia, necesaria para cumplir con las normativas de seguridad frente a choques. En el caso particular de los inoxidables austeníticos metaestables la deformación plástica induce la transformación de austenita a martensita, factor que incrementa todavía más el coeficiente de endurecimiento, dando lugar a un material con una extraordinaria capacidad de absorber energía en situaciones de impacto [1-5]. Este fenómeno es conocido como TRIP (Transformation Induced Plasticity). El grado en que tiene lugar la transformación de fase por deformación depende principalmente de la composición química y de

ANEXO 5



ISBN 2-87997-025-3

Guía de Acabados de Acero Inoxidable



Serías de Construcción, Volumen 1

Introducción

Los aceros inoxidable forman una familia de materiales con una serie de propiedades especiales. Su superficie está protegida por una capa de óxido de cromo que se forma por la reacción del cromo con el oxígeno de la atmósfera, lo que hace que los aceros inoxidable no tengan que añadir protección contra la corrosión. En caso de producirse un daño, esta capa, ante la presencia del oxígeno, se repara inmediatamente. Como se informa en este folleto, esta capa protectora se puede modificar mediante un proceso químico con el fin de producir colores metálicos permanentes.

Los aceros inoxidable se adaptan perfectamente a aplicaciones en el campo de la construcción. Se deforman y sueldan con facilidad. En la Norma Europea EN 10088, Parte 1, se aporta más información sobre sus propiedades físicas.

En la Estación de Aviaci3n Internacional Eurostar de Ashford, en Inglaterra, se usaron paneles de acero inoxidable en los mostradores de control y en la zona de cafetería.



Las columnas de la estaci3n de autobuses de Amsterdam, en Holanda, se revistieron con un dise1o laminado de acero inoxidable, una superficie ideal para zonas peatonales.

En la EN 10088 Parte 2 se detallan los acabados de laminaci3n y los acabados superficiales acabados mec3nicamente, de los aceros inoxidable laminados en caliente y en frío. Los acabados superficiales se designan con un n3mero, 1 para los laminados en caliente, 2 para los laminados en frío, y se clasifican con una combinaci3n de n3meros y letras, por ejemplo 2J. Este sistema proporciona la informaci3n b3sica sobre su proceso de fabricaci3n y su descripci3n, aunque no su aplicaci3n pr3ctica.

Por ello, el motivo de esta gui3a es:

ANEXO 6

Granalladoras Ventilación Industrial




*La solución
para el
tratamiento
de superficies*




Talleres ALJU, S.L.
Ctra. San Vicente, 17 • 46100 VALL DE TRAPACA - VALNCIA - ESPAÑA
Telf.: +34 914 920 211 • Fax: +34 914 921 212
e-mail: alju@alju.es • Web: www.alju.es

ISBN 85-274-0045-6

SURFAS *press*

NOVIEMBRE 2007 • Nº 1
REVISTA DEL TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

Equipos de chorreado en Seco







ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.
C/ Capa, 79, 2º piso • 08013 Barcelona • Telf: +34 932 461 080 • Fax: +34 932 470 721
E-mail: info@ayma.com • http://www.abrasivosymaquinaria.com

Editorial

Nace SURFA PRESS, la nueva revista sobre los tratamientos de superficie

En un sector de continua innovación y tecnología muy moderna, tiene su cabida esta nueva revista, acorde con el sector y a los tiempos que vivimos. Actual, dinámica, con novedades y noticias de última hora y artículos técnicos en exclusiva.

No queremos ser sustituto, ni continuación, queremos marcar un nuevo camino en este sector y en unos "tiempos rodeados de Internet" tener un medio de comunicación escrita más cercano, más personal y no tan frío.

Por todo ello, admitimos sugerencias, ideas y por qué no, también críticas.

Agradecemos a todas las compañías que nos han apoyado en el lanzamiento de este primer número y espero que nuestra relación sea fructífera y por muchos años. También a las que no han podido por distintas razones, sobre todo de presupuesto a final de año. Esperamos que poco a poco vayan creyendo y apoyando el proyecto.

A su vez, agradecer también a las asociaciones AIAS y ATEC su colaboración con la revista, que pueda servir de medio para difusión de noticias, conferencias, cursos, ...

También damos la bienvenida a las revistas hermanas FUNDI Press para el sector fundición, TRATER Press para los tratamientos térmicos y MOLD Press para los moldes.

Y para terminar y en primera persona, este número quiero dedicárselo a Carolina y Ana como compañeras y amigas que han creído en el proyecto, a las personas de creatividad, diseño, composición e imprenta. Y cómo no, a mi familia, por toda la ayuda recibida y por las tensiones que han tenido que padecer.

Gracias a Todos,
Antonio Pérez de Camino

Calle Gonzales, M. A.; Benitez Barrios, D.; Angelo, E.; Gonçalves, E.

Análisis tridimensional del proceso de granallado utilizando un modelo de múltiples impactos

Ingeniería Mecánica, vol. 9, núm. 2, mayo-agosto, 2006, pp. 29-36

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Ciudad de La Habana, Cuba

Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=225117943004>



Ingeniería Mecánica

ISSN (Versión impresa): 1029516X

revistaim@mecanica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio

Echeverría

Cuba

E-mail: miguel.gonzales@poli.usp.br, danielbb@macienzie.com.br

(Recibido el 10 de Septiembre de 2005, aceptado el 14 de Enero de 2006)

Resumen.

El granallado es uno de los tratamientos superficiales más empleados para, entre otras aplicaciones, proporcionar un aumento considerable de la vida a fatiga de elementos de máquinas y estructuras sometidos a la acción de cargas variables en el tiempo. El granallado provoca el surgimiento de una capa de tensiones residuales de compresión que se superponen con las tensiones de tracción que aparecen producto de las cargas externas aplicadas durante el tiempo de servicio de la pieza. Esto trae como consecuencia positiva la reducción de los valores de las tensiones de tracción, principales responsables por la propagación de eventuales fisuras presentes en el material del elemento de máquina o estructura. El control de parámetros tales como, la profundidad de la zona plástica, los valores de tensiones residuales, entre otros, es de vital importancia para garantizar resultados adecuados después de la aplicación del tratamiento. Para simular el proceso de granallado empleando el Método de los Elementos Finitos (MEF), es creado un modelo tridimensional de una célula representativa de la superficie de la pieza tratada, la cual es sometida a múltiples impactos de granallas. En la etapa de análisis de los resultados, son evaluados los perfiles de distribución de las tensiones residuales de compresión, generados en el modelo por el impacto de las granallas, para diferentes regiones de la superficie de la célula expuesta al chorro, con la finalidad de encontrar aquel que represente mejor la distribución de tensiones creada en toda la célula. La evaluación del perfil representativo es importante, pues es el responsable directo por la mejoría de las propiedades mecánicas de la pieza. Los resultados revelan adicionalmente y de manera implícita, el efecto de la cobertura en el proceso de granallado sobre el comportamiento del perfil de distribución de las tensiones residuales, aspecto este que también será comentado en el trabajo. Los resultados son comparados con resultados experimentales disponibles en la literatura especializada y presentados en forma de gráficos y tablas.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO

"DISEÑO DE UNA MAQUINA GRANALLADORA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO, 2016."
AUTOR: Acosta Farro, Fredy Orlando

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

Puicón Ramos Wilmer

- Profesión:

Ing. Mecánico ELECTRICISTA

- Grado académico:

Ing. Mecánico Electricista

- Actividad laboral actual:

IMPRESA : CINELEC SAC.

(Trabajos en área Electrica y Mecánica)

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular <input checked="" type="checkbox"/>	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------------------------------------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	<input checked="" type="checkbox"/>		
b) Experiencia como profesional. (EP)	<input checked="" type="checkbox"/>		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		<input checked="" type="checkbox"/>	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	<input checked="" type="checkbox"/>		

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es un.

"DISEÑO DE UNA MAQUINA GRANALLADORA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO, 2016."

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Para identificar la problemática de la Empresa relacionada al proceso de Limpieza.

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Porque permite identificar los objetivos del proceso.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Para lograr optimizar el proceso de Limpieza externa de balones de GLP.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			
3	X			X			
4	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Implementar un Cronograma de Vida
U7, de la máquina (mantenimiento
preventivo).

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 Wilmer Ramos
 INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA
 REG. DIP. N° 107241

Firma del experto



ANEXO

"DISEÑO DE UNA MAQUINA GRANALLADORA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO, 2016."

AUTOR: Acosta Farro, Fredy Orlando

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

González Penas Juan Oswaldo

- Profesión:

Ingeniería Mecánica Eléctrica

- Grado académico:

Ingeniero Mecánico Electricista

- Actividad laboral actual:

Supervisor de obras (mantenimiento electro-mecánico) en ICSA. SAC

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular X	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	----------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es un.

"DISEÑO DE UNA MAQUINA GRANALLADORA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO, 2016."

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Esta relacionado con los objetivos en el proceso de mantenimiento

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Permite identificar la Problemática en la empresa.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Son claras y estan propuestas a mejorar el mantenimiento de balones de GLP

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

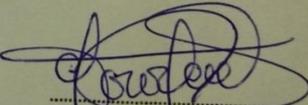
Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			
3	X			X			
4	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

En la hoja de datos, considerar la
implementación de un plan de manteni-
miento preventivo de la máquina.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 Juan Oswaldo González Penas
 INGENIERO MECÁNICO EXPERTO
 Firma del experto
 REG. C.P. 87390



ANEXO

“DISEÑO DE UNA MAQUINA GRANALLADORA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO, 2016.”

AUTOR: Acosta Farro, Fredy Orlando

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

Ortiz Bomaiz Willy Ricardo

- Profesión:

Ingeniero Mecánico - Electricista

- Grado académico:

Ingeniero CIP. 71890

- Actividad laboral actual:

Gerente General de Energiza SAC.

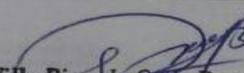
INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 <input checked="" type="checkbox"/> Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------------------------------------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		X	
b) Experiencia como profesional. (EP)		X	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			X
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			X
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	


Willy Ricardo Ortiz Bornaz
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 71890

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es un.

"DISEÑO DE UNA MAQUINA GRANALLADORA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE LIMPIEZA EXTERNA DE BALONES DE GLP, CHICLAYO, 2016."

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Si porque se necesita de las mejores experiencias en el tema para lograr mejorar este tipo de proceso.

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Los conocimientos por estudios y experiencias profesionales ayudan en el tema.

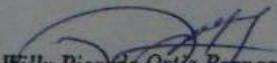
3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Si porque se necesita toda la información posible y preferencias de mejoras.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


Willy Ricardo Ortiz Borraz
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP N° 71890

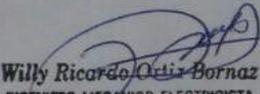
Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
2-3-4	X			X			- Determinar quien hace cumplir planes.
5-6-7	X				X		- Describir capacitación - Describir responsabilidades
8-9-10	X			X			- Describir EPPs de uso - Proyectar repuestos en stock.
14-15	X			X			- Cual es el plan de contingencia ante una falla o accidente.

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Entrevistar a técnicos y jefes de Mantenimiento en su lugar de trabajo, verificar procesos actuales y determinar optimización de los mismos.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


Willy Ricardo Ortiz Bornaz
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. N° 71890

Firma del experto

PLANOS