



**FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE  
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO  
MECANICO ELECTRICISTA**

**DISEÑO DE UNA MAQUINA REVOCADORA  
NEUMATICA DE PAREDES CON UNA CAPACIDAD  
DE 30 M<sup>2</sup>/H PARA LA EMPRESA CAMPO VERDE  
S.A.C.-MOTUPE, LAMBAYEQUE**

**Autor (es):**

**Bach. Morales Martínez Georgy Alonso  
Bach. Roalcaba Saavedra Stalyn**

**Asesor:**

**Dr. Jorge A. Olortegui Yume, Ph.D.**

**Línea de Investigación**

**Ingeniería de Procesos Productivos**

**Pimentel – Perú  
2018**

**SE DISEÑÓ UNA MAQUINA REVOCADORA NEUMÁTICA DE PAREDES CON  
UNA CAPACIDAD DE 30M<sup>2</sup>/H PARA LA EMPRESA CAMPO VERDE SAC-  
MOTUPE, LAMBAYEQUE.**

**Presentado a la escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Señor de  
Sipán para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista**

**APROBADO POR:**

---

Msc. Ángel Rojas Coronel Marcelo  
**Presidente del jurado de tesis**

---

Mg. Vives Garnique Juan Carlos  
**Secretario del jurado de tesis**

---

Mg. Alvarado Silva Carlos Alexis  
**Vocal del jurado de tesis**

**Pimentel – Perú  
2018**

## DEDICATORIA

A Dios por dame las fuerzas para seguir adelante e ir por el buen camino enseñándome a encarar las adversidades de la vida

... A mis padres por su apoyo, consejos y comprensión...

... A mis profesores por su gran apoyo y motivación para culminación de mis estudios profesionales

...A mis amigos con los que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional,

**MORALES MARTINEZ GEORGY  
ALONSO**

A mi familia por su ayuda incondicional...

...A Dios que me guía e ilumina todos los días de mi vida

...A todos mis familiares que me aconsejaron que la vida es una sola y hay que aprovecharla...

...A las personas que me apoyaron en el desarrollo de mi tema de investigación.

**ROALCABA SAAVEDRA STALYN**

## **AGRADECIMIENTO**

Estoy profundamente agradecido al Dr. Olortegui Yume Jorge por todo su apoyo en este largo trabajo de desarrollo de mi tema de investigación y por su paciencia.

Agradezco mucho también a la institución que me formo profesionalmente durante todo esto años con sus excelentes docentes todo ellos muy profesionales, mis profundas gracias a todos.

Mis más profundas gracias a mis padres Justo Roalcaba, Lucila Saavedra y mi hermano Arnold Roalcaba que siempre estuvieron apoyándome en los buenos y malos momentos de mi formación profesional y nunca perdieron la fe en mí.

A la empresa Campo Verde SAC y su personal por permitirme acceso a sus instalaciones y con ello realizar esta investigación.

**Stalyn Roalcaba Saavedra**

## RESUMEN

*Se diseñó una máquina revocadora neumática de paredes con una capacidad de 30m<sup>2</sup>/h para la empresa Campo Verde SAC-Motupe, Lambayeque.*

*Se determinó la necesidad de esta máquina mediante encuestas al gerente y personal involucrado en la empresa. Se procedió, el diseño con la búsqueda mundial de estándares o normas. Se especificó la existencia de cada una de estas, por ello se siguieron las recomendaciones de investigadores precedentes. Posteriormente, se realizaron las variables para el sistema del eje tornillo transportador de la máquina revocadora donde, como resultados las variables de solución tenemos el esfuerzo de Von Mises, Deformación máxima, Factor de seguridad.*

*A continuación, se realizó una tabla de especificaciones ingenieriles para luego bridar las dimensiones generales del equipo en base a la configuración óptima. El siguiente paso fue la selección de la configuración para las diferentes dimensiones del eje, para un proceso óptimo se realizó una matriz de selección, teniendo con un mayor puntaje a la configuración dos.*

*A continuación, se realizaron la secuencia de cálculos, seguido también el diseño paramétrico del eje del tornillo transportador mediante el software GUI-MATLAB. Considerando los rangos de variables, el número de revoluciones y diámetro del eje. Posteriormente se analizaron las cargas que afectan al eje del tornillo transportador mediante el software comercial ANSYS, finalmente se realizó la elaboración de planos, un plan de mantenimiento y la selección de componentes.*

*El coste del proyecto es de 12830 soles, recuperando la inversión inicial en 4 meses y 16 días. El diseño paramétrico mostro ser un excelente instrumento en la toma de decisiones al analizar partes críticas. La utilización de una metodología formal de diseño en ingeniería admitió un flujo claro en el proceso de obtención del diseño final, debido a que se facilitó la toma de decisiones. Del análisis económico se concluye que esta máquina es rentable para el propósito planteado para la empresa.*

**Keywords:** *bomba de concreto, eje tornillo transportador.*

## ABSTRACT

*A pneumatic wall plastering machine with a capacity of 30m<sup>2</sup> / h was designed for the company Campo Verde SAC-Motupe, Lambayeque.*

*The need for this machine was determined through surveys to the manager and personnel involved in the company. We proceeded, designing with the global search for standards or norms. The existence of each of these was specified; therefore the recommendations of previous investigators were followed. Subsequently, the variables for the system of the screw conveyor shaft of the revocation machine were made, where, as results, the solution variables have the Von Mises effort, Maximum deformation, Safety factor.*

*Next, a table of engineering specifications was made to then flange the overall dimensions of the equipment based on the optimal configuration. The next step was the selection of the configuration for the different dimensions of the axis, for an optimal process a selection matrix was made, having a higher score for configuration two.*

*Next, the sequence of calculations was carried out, followed also by the parametric design of the conveyor screw axis using the GUI-MATLAB software. Considering the ranges of variables, the number of revolutions and diameter of the axis. Subsequently, the loads that affect the axis of the conveyor screw were analyzed using the ANSYS commercial software, finally, the preparation of plans, a maintenance plan and the selection of components were carried out.*

*The cost of the project is 12830 soles, recovering the initial investment in 4 months and 16 days. The parametric design showed to be an excellent instrument in the decision making when analyzing critical parts. The use of a formal design methodology in engineering admitted a clear flow in the process of obtaining the final design, because it facilitated decision making. From the economic analysis it is concluded that this machine is profitable for the purpose proposed for the company.*

**Keywords:** *concrete pump, screw conveyor shaft.*

## Contenido

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCION .....	12
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Antecedentes de estudio .....	14
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	18
1.3.1 El Concreto.....	18
1.3.2 Fabricación del Cemento.....	19
1.3.3 Propiedades del concreto.....	24
1.3.4 Tipos de concreto .....	30
1.3.5 Máquina de concreto proyectado .....	36
1.3.6 Tipos de máquinas de concreto proyectado .....	37
1.3.7 Partes de máquinas de concreto proyectado.....	44
1.3.8 Principios de funcionamiento de las máquinas de concreto proyectado.....	48
1.3.9 Diseño de Máquinas de Concreto Proyectado.....	49
1.3.9.1 Calculo para el tornillo transportador de una máquina de concreto lanzado .....	49
1.3.10 Definiciones de términos.....	68
1.4 Formulación del problema .....	70
1.5 Justificación e importancia del estudio .....	70
1.5.1 Justificación Técnica .....	70
1.5.2 Justificación Económica.....	70
1.5.3 Justificación Ambiental.....	70

1.6 Hipótesis.....	70
1.7 Objetivos .....	71
1.7.1 Objetivo general .....	71
1.7.2 Objetivos específicos.....	71
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	73
2.1 Tipo y diseño de la investigación.....	73
2.2 Población y muestra .....	73
2.3 Variables y Operacionalización .....	73
2.3.1 Variables Independientes .....	73
2.3.2 Variables Dependientes.....	73
2.3.3 Operacionalización de variables.....	74
2.3.4 Operacionalización de variables.....	75
2.4 Abordaje Metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de información.....	75
2.4.1 Técnicas de recolección de datos .....	75
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	76
2.4.3 Procedimientos para recolección de datos .....	76
2.5 Métodos de análisis de datos.....	79
2.6 Principios de rigor científico.....	79
2.7 Aspectos éticos.....	79
2.7.1 Principios éticos .....	79
III. RESULTADOS .....	83
3.1 Necesidades de la Empresa .....	83
3.2 Recomendaciones de diseño para máquina revocadora neumática.....	87
3.3 Especificaciones Ingenieriles .....	89
3.4 Diseño conceptual .....	90

3.5 Selección Alternativa .....	95
3.6 Diseño de configuración.....	97
3.6.1 Alternativas de configuración .....	97
3.6.1.1 Configuración "A" .....	97
3.6.1.2 Configuración "B" .....	98
3.6.1.3 Configuración "C" .....	99
3.6.2 Selección alternativa del diseño de configuración .....	101
3.7 Dimensionamiento de la maquina .....	104
3.7.1 Dimensionamiento de la capacidad de enlucido .....	105
3.8 Diseño Paramétrico del tornillo Transportador.....	106
3.8.1 Parámetro seleccionado para el diseño.....	110
3.9 Selección del material del eje tornillo transportador.....	111
3.10. Carga Mecánicas sobre el eje del tornillo transportador .....	113
3.10.1 Volumen de la tolva .....	114
3.10.2 Masa del concreto.....	114
3.10.3 Potencia consumida por la bomba de concreto .....	114
3.10.4 Torque ejercido por la bomba .....	114
3.10.5 Capacidad del transportador.....	115
3.10.6 Potencia para transportar el material.....	115
3.10.7 Potencia requerida para vencer la fricción .....	115
3.10.8 Potencia total consumida por el tornillo transportador .....	115
3.10.9 Potencia total para la maquina .....	116
3.10.10 Fuerza distribuida sobre el eje por el peso del concreto .....	116
3.10.11 Peso del eje transportador .....	116
3.10.12 Fuerza distribuida del peso del eje.....	116

3.10.13 Fuerza distribuida a lo largo del eje del tornillo transportador .....	116
3.10.14 Cargas sobre el eje.....	117
3.10.15 Torque distribuido en el eje del transportador .....	117
3.11 Diseño paramétrico de las partes/sistemas críticos de la Revocadora Neumática .....	117
3.11.1 Reacciones.....	117
3.12 Seleccionamiento de componentes de la máquina revocadora neumática .....	125
3.13 Estudio económico .....	127
3.14 Discusión de resultados .....	131
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	135
REFERENCIAS .....	137
ANEXOS .....	141

# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1 Realidad problemática**

#### **Internacional**

Hoy en día una de las actividades más comunes en cualquier población son las obras de construcción e infraestructuras y edificaciones. En Nicaragua de acuerdo al reciente estudio “Los mercados de vivienda en América Latina”, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2012), el Caribe y Latinoamérica es la región que va desarrollando el crecimiento en edificaciones. Los problemas afectan actualmente a más de una tercera parte de las familias, y tienen importantes repercusiones en su bienestar y en su calidad de vida. Se conoce, que el 78% de viviendas en Nicaragua tienen muchos faltantes al carecer de servicios básicos de infraestructura, agua potable y servicios sanitarios. Solo seguido por Bolivia (73%), Perú (71%) y Nicaragua que es la nación con el déficit más grande de vivienda inadecuada en el Caribe y Latinoamérica. Asimismo, los trabajos que se realizan demandan mucho personal y costos de inversión, y al no tener la tecnología suficiente para los trabajos que realizan los operarios manualmente las pueden realizar utilizando diferentes tipos de máquinas, herramientas y equipos que puedan acelerar y hacer más eficiente el trabajo, como pueden ser compactadoras de suelo, rodillo compactador, cortadora de concreto, plancha compactadora, mezcladora de concreto y lanzadora de concreto. Así que reduciríamos el tiempo de operación.

(El Nuevo Diario-Mayo 2015)

#### **Nacional**

En el Perú las exportaciones aumentaron de este sector en 10,6% en promedio. Sin embargo, por otro lado, se registra un crecimiento de 96,1% para los materiales de construcción, siendo el cemento Clinker el producto más dinámico con (72,67% de crecimiento/US\$ 18,5 millones), seguido de barras de hierro (16,2% de crecimiento/ US\$ 81 millones) y Cemento Portland (43,8% de crecimiento/ US\$ 28 millones). (Diario el nuevo 2015). En un diseño de construcción civil, presenta varias cantidades de barreras

que impiden el manejo de nuevas tecnologías para la optimización de procesos constructivos en el Perú debido a que la mayoría de empresas constructoras contratan trabajadores en forma temporal y cíclica, lo que genera inestabilidad laboral, además de que estas empresas no realizan programas de capacitación para aumentar su productividad y eficiencia en el uso de nuevas tecnologías de construcción civil como la del "Concreto Lanzado" que ha ido creciendo su importancia por razones de economía y tiempo.

### **Regional**

En la región Lambayeque, hay miles de viviendas que se han construido de manera irregular. Se han realizado las edificaciones sin ningún tipo de planeamiento urbano, vigilancias, sin conocimientos prácticos, asentado en zonas arqueológicas y en zonas de alto riesgo, porque en los municipios lambayecanos no se tiene un plan de proyectos en donde se registre que en dichas zonas no se podía construir. El rubro de la construcción en Chiclayo, ha mantenido una popularidad sostenida en la última década, pero con deficiencias en las normativas y el poco uso de nuevas tecnologías. Una de estas tecnologías modernas es el concreto lanzado en la construcción, capaz de lograr una duración de larga vida, formas estéticas en los diseños ingenieriles, arquitectónicos y de los métodos de planeación del crecimiento urbano. (Diario La República, 2015)

### **Empresarial**

La empresa campo verde S.A.C. es una entidad Peruana dedica a la realización de proyectos en las áreas de ingeniería mecánica, eléctrica y civil. Esta empresa inicio sus actividades el 2005 y ha desarrollado proyectos de fabricación, montaje y puesta en marcha de plantas del sector industrial, cervecero y mantenimiento. Aporta al desarrollo de la industria nacional e internacional con investigación y el avance tecnológico, desarrollando nuevos procesos y puesta en servicio de alternativas tecnológicas que permitan una constante innovación y mejoramiento continuo a través de un equipo humano altamente capacitado para lograr el desarrollo económico, social, tecnológico sostenible y de calidad en la industria.

En la empresa se realizan distintos trabajos en el área de mecánica, electricidad y construcción civil entre otros. En el sector de construcción los trabajos de enlucido de paredes se realizan de forma convencional donde esto demanda tiempo y depende de varios operarios para realizar dicho trabajado. Se estima que manualmente (Ver Anexo N°1) la velocidad de enlucido es de 2-4 m de longitud que equivale a 10m<sup>2</sup> aproximadamente en 15 horas de trabajo (Organización Internacional del Trabajo, OIT. Octubre.2003) y (Reglamento Nacional de Edificaciones), (Ver Anexo N°3 y 4), si esto se compara con el promedio de productividad de estas máquinas revocadoras semiautomáticas que es 30m<sup>2</sup>/h es evidente la ventaja de este tipo de equipos. La gerencia de la empresa ha visto con buenos ojos el diseño y posterior fabricación de una máquina revocadora neumática para enlucir paredes con el fin de reducir pérdidas de dinero y tiempo en la empresa.

Este proyecto se dedica a plantear el diseño de una revocadora neumática para enlucir paredes con una capacidad de 30m<sup>2</sup>/h para la empresa Campo Verde S.A.C.

## **1.2 Antecedentes de estudio**

Los siguientes trabajos se anteceden al proyecto en análisis, desarrollo y diseño de máquinas de concreto lanzado.

**Martínez A. (2011)** analizó las ventajas que tiene el concreto proyectado como revestimiento definitivo para túneles viales. Se identificó los criterios para la selección de los tipos de revestimiento para túneles viales. Se estableció como objetivo obtener los beneficios técnico-económicos de esta técnica en condiciones del país. Se realizaron ensayos de energía absorbida y esfuerzo residual en paneles y vigas, respectivamente, variando la dosificación de fibra, aditivo y el tipo de concreto. El resultado fue que el panel de 6 kg de fibra por m<sup>3</sup> con aditivo poseía mayor absorción de energía seguido del panel con aditivo y 5 kg de fibra por m<sup>3</sup>. Asimismo, la resistencia a la flexión aumento con la dosificación de fibra en el concreto para el caso de las vigas. Se concluyó que el

proceso mecánico de lanzado brinda mayor resistencia a los esfuerzos de flexión frente al concreto convencional en iguales condiciones. También, un incremento en el porcentaje de fibra en el concreto proyectado, aumenta la absorción de energía y la máxima carga admisible.

**Nelio B. (2010)** analizó los sistemas constructivos tipo emedos tradicionales y estructuras de acero con emedos. Se evaluó comparativamente los sistemas describiendo las especificaciones técnicas de estructuras de acero y tipos de emedos tradicionales contemplando la evaluación del tiempo de apreciación de los dos sistemas en construcción de obras. El resultado fue que el tiempo de ejecución del primer análisis requiere de 104 días hábiles mientras que con la estructura de acero con emedos solo se requiere 59 días representando un tiempo menor del 44%. Se concluyó que el tiempo requerido para las estructuras de acero con emedos es de menor tiempo que el necesario para las edificaciones con emedos tradicionales.

**John Z. (2015)** analizó el Control de calidad para hormigón armado reforzado con fibra húmeda en soporte de tierra para proyectos mineros en América del Norte. Se determinó mediante programa de control de calidad que incluye la calificación de mezcla, equipo, habilitación de boquillas, inspección de la construcción y pruebas, sobre cualquier faltante de un proyectil defectuoso. Se halló que el contenido de aire es un factor para los requerimientos de durabilidad de congelación y descongelación. El aire en el hormigón proyectado tiene muchos beneficios, es una de las maneras más eficaces para mitigar los efectos dañinos, incluyendo la mejora de la capacidad de bombeo. Se concluyó que con un programa adecuado de control de calidad FRS es uno de los factores más importantes para lograr el éxito del proyecto. Se requieren pruebas de control de calidad y la inspección, y remediación de cualquier hormigón proyectado no conforme.

**Nicolás G. (2014)** analizó la caracterización del fenómeno de colocación en hormigón hidráulico pulverizado. Se exploró la distribución del material pulverizado en húmedo alrededor del eje de pulverización, revelando nuevos descubrimientos clave. Se destaca y cuantifica el efecto del proceso de pulverización sobre la distribución del material, dando

nuevas perspectivas únicas para la optimización del equipo. La composición y distribución del material in situ también se evalúan y comparan con las de la pulverización de hormigón entrante, revelando nuevas características. Se encontró que uno se concentra en la distribución espacial y la composición del material en vuelo mientras que el otro se centra en la distribución y la composición del material. Se concluyó que la comparación entre las distribuciones masivas del material en vuelo y el material muestra diferencias significativas que pueden atribuirse al rebote, la solidificación y el flujo.

**Ricardo M. (2006)** desarrolló diferentes técnicas y metodología para el concreto lanzado, así como una propuesta para el control de calidad. Se realizó un estudio detallado de los procedimientos para el diseño de la mezcla del concreto lanzado con las diversas aplicaciones que este pueda tener con el fin de que la técnica del concreto proyectado sea una necesidad correctamente aplicada. Se encontró que el proceso para definir y especificar el concreto potencialmente idóneo para cada aplicación en particular, es de trascendental importancia la definición la propiedad del cemento, ya que de éste dependerán significativamente de las particularidades y dominio de la matriz cementante y por consiguiente del concreto. Se concluyó que el concreto lanzado, tiene diversas aplicaciones a nivel mundial, entre ellas podemos mencionar revestimiento de canaletas, calderas, chimeneas industriales, para la construcción de piscinas, construcción de tanques de almacenamiento o proceso de materiales químicos, revestimiento de estructuras de acero y en aplicaciones arquitectónica.

**Arroyo J. (2010)** diseñó morteros de larga vida MLV en la Universidad de San Francisco de Quito. Se realizó mezclas de MLV para pega y enlucido (12 horas de vida útil). En primer lugar, para la elaboración de las mezclas se buscó una fuente de agregado fino que cumpla con las características recomendadas para mortero mencionado por la normas. En segundo plano, se seleccionó los aditivos correspondientes por la empresa Toxement, las demostraciones realizadas en el laboratorio consistieron en la evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de la combinación de Mortero de Larga Vida. Se logró alcanzar dos diseños finales de MLV, un diseño con arena fina rosada y otro diseño

con arena fina café claro. Se concluyó que la primera mezcla de mortero duro 36 horas y no 12 horas como se había revelado en laboratorio.

**Tengan A. (2011)** analizó el comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de álcalis para concreto proyectado o shotcrete. Se obtuvo un diseño de mezcla para shotcrete óptimo balanceando con los conceptos de calidad y costo que conllevan a realizar un estudio comparativo entre las diferentes alternativas de aditivos endurecimiento del material. En laboratorio se ensayó los estudios necesarios para el análisis de aditivos acelerantes y la comparación de dichos productos: en el estudio, recepción y acumulación fueron enviados directamente a campo de prueba, también se elaboró probetas para la medición de la resistencia y compresión la máquina de concreto proyectada. El efecto obtenido en los ensayos de compresión indica que, a pesar de que los 3 aditivos utilizados en el estudio logran cumplir con las Especificaciones Técnicas del proyecto, el aditivo SA160 de la marca Meyco optimiza los costos por metro cúbico de shotcrete. Al ser un concreto especial de rápido fraguado utilizado principalmente para labores de soporte y revestimiento de taludes y túneles, requiere entre sus componentes un tipo de cemento de rápido fraguado y acelerantes de fragua para shotcrete que ayude con la ganancia de resistencia muy temprana a la compresión. Por esta razón es que se utiliza concreto Portland Tipo 1 y diversos acelerantes de fragua. Debido a su enfoque esta investigación no se relacionó con el diseño o fabricación de equipos para el lanzado de cemento.

**Guzmán L. (2008)** analizó el sostenimiento con shotcrete vía húmeda en la Mina Cobriza en Huancavelica. Se utilizaron diferentes contexturas de material para determinar la resistencia a compresión del shotcrete con el acero y polipropileno. En la fibra de acero NOCOVON 05 y polipropileno ENDURO esta para vía húmeda, de acuerdo con los resultados de los ensayos la fibra NOVOCON inicialmente tiene una resistencia menor, pero su adherencia mejora a los 7, 14 y 28 días y su resistencia supera a la fibra ENDURO en porcentaje de hasta 7%. En conclusión, la fibra ENDURO obtiene en promedio una resistencia de 5% mayor a la fibra NOVOCON no obstante la dos superan el límite de

resistencia requerido equivalente. No se realizó implementación alguna de diseño de equipo para realizar tareas de enlucido y/o acabado.

**Sotil A. (2015)** analizó el comportamiento físico y mecánico del concreto sin refuerzo frente al concreto reforzado con dos diferentes dosificaciones y tipos fibras de acero presentes en el mercado industrial. Comparó las propiedades mecánicas de las fibras de acero Wirand-FF3 y FF4 (compresión, flexión, tenacidad) del concreto. Se hizo el ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días. Luego se determinó la flexión a 28 días y por último el ensayo de tenacidad según la norma JSCE SF4/22. En el resultado de compresión el porcentaje de cada tipo de fibra depende más de la densidad y solidificación del concreto. En la fibra FF4 la prueba de flexión resistió una mayor deformación a las fallas y en tenacidad se observó que la fibra FF4 se comporta mejor mecánicamente. Se concluyó que la fibra Wirand FF4 posee mejor capacidad a la flexión y tenacidad debido al mayor puente de transferencia de esfuerzo por su longitud y esbeltez respecto a la FF3, lo que evita que se separe el concreto una vez ocurra la primera falla y elimina la propagación de las fisuras. Tampoco se realizó ningún intento de diseñar y/o fabricar equipo alguno de acabado de superficies con cemento o concreto.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 El Concreto**

El Concreto u hormigón está compuesto por piedra, arena, agua y cemento que al solidificarse forma así un material muy resistente y es utilizado para la construcción, de igual forma se le conoce a este conglomerante como mortero. Y es el material de construcción más requerido y utilizado hoy en día, su composición en la medida es el más adecuado y el más sólido, se utiliza para edificar y crear superficies fuertes. Cuando se agrega acero a la mezcla se le conoce como hormigón armado y es más resistente. (Arkiplus febrero 2014)



**Figura 01.** Concreto

**Fuente:** Arkiplus.com

### **1.3.2 Fabricación del Cemento**

El cemento se elabora usualmente a partir de materiales minerales, tales como la alúmina y la caliza, que se encuentran en la naturaleza. En ocasiones es elemental agregar otros productos para mejorar la estructura química de las materias principales. Igualmente el concreto se fabrica a partir de una combinación de escoria y yeso que utiliza para controlar el fraguado. Incluso se le pueden agregar otro tipo de aditamentos como cenizas volantes, escorias de alto horno, caliza, humo de sílice o puzolanas. Este tratamiento contiene 6 etapas importantes. (Lafarge Holcim España 2015):

## Obtención de las materias primas

En la elaboración de producción de clinker hay dos principales materias primas:



**Figura 02.** Materia prima

**Fuente:** Holcim España

- Una aportación de carbonato: comúnmente calizas o margas. Son las encargadas de aportar el  $\text{CaO}$  que luego se reanuda en el horno para producir los silicatos que son los integrantes realmente activos en el clinker.
- Una aportación de fundentes: comúnmente arcillas o pizarras. Son las responsables de aportar los óxidos que trabajan como fundentes y que asiste a la formación de fase líquida en el horno facilitando las reacciones. Estos materiales se sustraen por medio de perforaciones y voladura de una cantera que usualmente se encuentra en las proximidades de la fábrica. (Lafarge Holcim España 2015)

### **Preparación de las materias primas**

Uno de las causas más significativas en la elaboración del clinker es la alimentación del horno con un material de contextura homogénea. Para obtener esto el material tiene que experimentar un proceso de prehomogeneización en grandes pilas formadas por capas que luego se cortan en sentido transversal. (Lafarge Holcim España 2015)



**Figura 03.** Preparacion de la materia prima

**Fuente:** Holcin España

El material primordial para la preparación del producto del clinker debe de tener un porcentaje determinado de cada elemento esencial al aportar adiciones correctoras de la combinación de (ferrita, magnetita, alúmina, amianto, caliza, etc.).

### **Molienda de crudo**

El material que es añadido al horno debe ser finamente molido con la ayuda de molinos, normalmente verticales. En consecuencia la molienda es un material que recibe el nombre de harina o crudo que es acumulado en unos silos equipados con un sistema de homogeneización neumática. (Lafarge Holcim España 2015)



**Figura 04.** Molienda de crudo

**Fuente:** Holcim España

### **Cocción en el horno rotativo**

El crudo es inyectado a través de un intercambiador de energía compuesto por ciclones, en el cual el material, al descender a contracorriente con los gases que expulsa del sistema, se combustiona hasta alcanzar los 600 °C. Ya en el horno, el material soporta una serie de reacciones a altas temperaturas (1500°C) para formar los elementos básicos del clinker que le van a aportar sus propiedades (C3S, C2S, C3A, etc.). El clinker, debe sufrir a la salida una rápida caída de temperatura con la finalidad de que no se reviertan las reacciones. Esta fase se hace mediante el aumento de temperatura e inmediatamente se utilizará en la combustión. (Lafarge Holcim España 2015)

El aporte calorífico del horno se realiza mediante la combustión en el mechero de combustibles, principalmente coque de carburante. Sin embargo, en estos días, muchas empresas utilizan residuos industriales (aceites, disolventes o neumáticos usados) como combustible, y evitando los posibles daños al medio ambiente que su acumulación provoca.

Dependiendo de las carencias de producción el clinker puede pasar al molino o bien almacenarse en el silo de clinker. (Lafarge Holcim España 2015)



**Figura 05.** Cocción en el horno rotativo

**Fuente:** Holcim España

### **Molienda de Cemento**

En esta fase el clinker es combinado con el regulador de fraguado (yeso) y con los posibles aditamentos, y se agrega en los molinos esféricos para su molienda. Una vez obtenida la finura apropiada, el resultado que obtenemos al final es el cemento. (Lafarge Holcim España 2015)



**Figura 06.** Molienda de cemento

**Fuente:** Holcim España

## **Almacenamiento y expedición**

El cemento es acumulada en distintos silos (según su tipo) donde, es protegido de las condiciones del medio ambiente, aguarda a ser ensacado o bien a ser expedido en modo de granel. (Lafarge Holcim España 2015)



**Figura 07.** Almacenamiento y expedición

**Fuente:** Holcim España

### **1.3.3 Propiedades del concreto**

Tiene dos procesos fundamentales, el estado fresco y endurecido. Cada uno de estos estados posee distintas características ya que varían en comportamiento y uso. Para esto se fragmentara correspondientemente en dos estados. (Karla Ortiz Martínez, Villahermosa, Tabasco, México-2008)

#### **Propiedades del concreto endurecido**

##### **La resistencia**

Es una cualidad del concreto que casi siempre es motivos de prevención. Por lo general, se determina por la resistencia final de un espécimen en compresión. (Karla Ortiz 2008)



**Figura 08.** Resistencia a la compresión-Asfalto/Roca/Hormigón

**Fuente:** instron.com-ASTM C39-Ensayo

### **La durabilidad**

El material debe poder resistir los fenómenos ambientales, la acción de productos químicos y daños al cual está sometido en el trabajo. (Karla Ortiz 2008)



**Figura 09.** Durabilidad

**Fuente:** tecnologia de los materiles-Fryda Gonzales 2014

## **La impermeabilidad**

La inserción de aire (burbujas pequeñas) así como el curado cuidadoso por tiempo prolongado, suelen incrementar la impermeabilidad. (Karla Ortiz 2008)



**Figura 10.** Impermeabilidad

**Fuente:** tecnología de los materiales-Fryda Gonzales 2014

## **Propiedades del concreto fresco**

Las singularidades del concreto pueden variar en un nivel considerable, mediante el control de sus componentes. Por ello, para una configuración específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características necesarias. Tenemos (IMCYC, 2004):

## **Trabajabilidad**

También llamada como Manejabilidad, es una característica muy considerable en muchos usos para el concreto. Asimismo, es la habilidad con la cual puede unirse con los ingredientes, y en el resultado puede manejarse, trasladarse y colocarse con poca

pérdida, también dentro de la trabajabilidad tenemos lo que es la estabilidad, compactibilidad y movilidad. (Cesar Huiñapi)

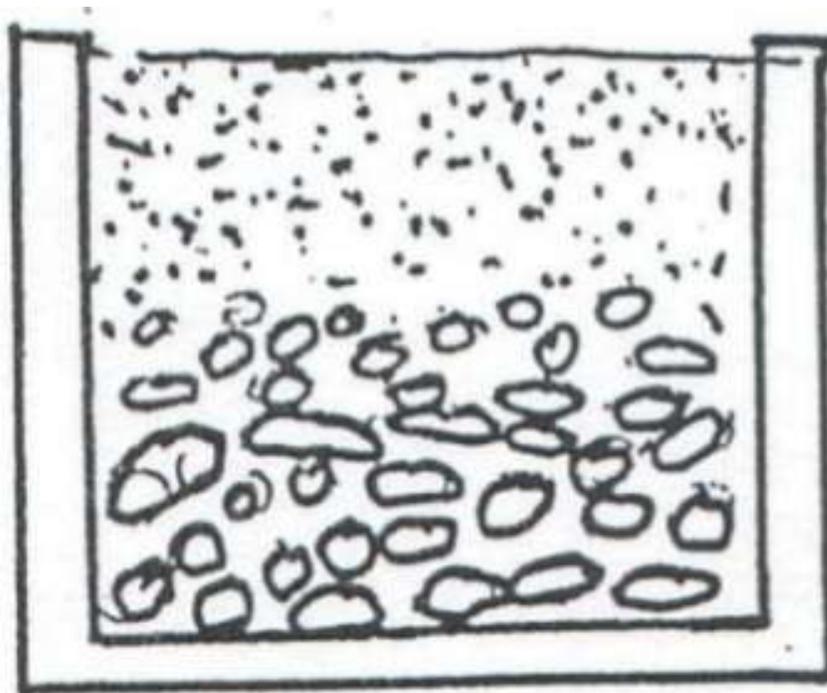


**Figura 11.** Trabajabilidad del concreto fresco

**Fuente:** civilgeeks.com-Ingenueria y Construcción

### **Segregación**

Las densidades entre los componentes del concreto estimulan una tendencia natural a que las partículas más pesadas decaigan, pero en general, la densidad de la pasta con los compuestos finos es sólo un 20% que el grueso, lo cual sumado a su densidad produce que el compuesto con mayor volumen quede suspendido y sumergido en la matriz. Cuando la densidad del mortero disminuye por insuficiente concentración de la pasta, la mala entrega de las partículas y granulometría que son deficientes, las partículas más grandes se dispersan del mortero y se obtiene lo que es llamado como segregación. (Cesar Huiñapi)

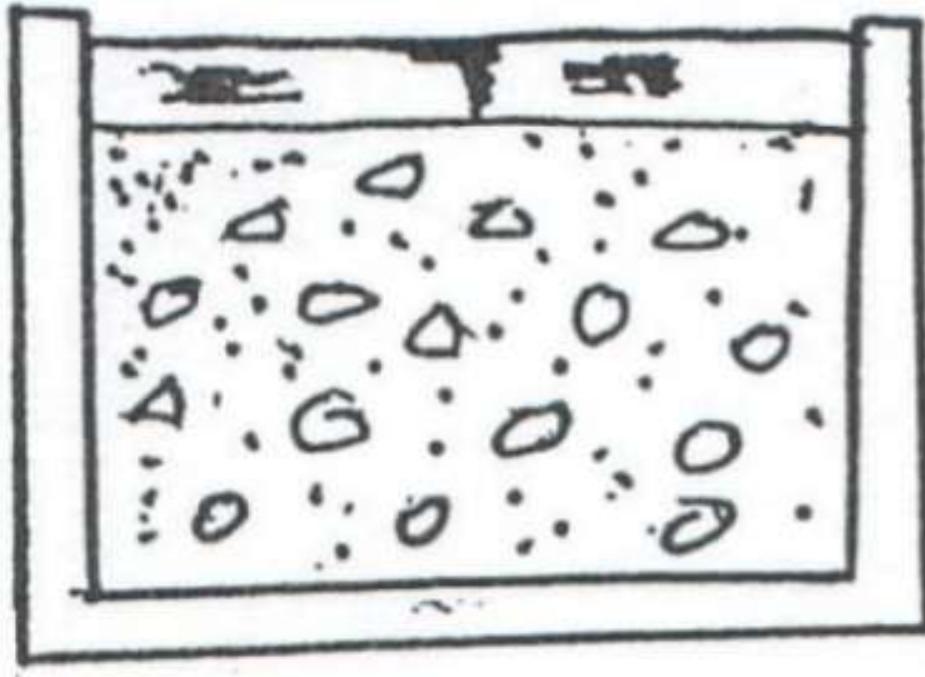


**Figura 12.** Segregacion del concreto fresco

**Fuente:** Carlos Quintana 2013- es.slideshare.net

### **Exudación**

Es la característica por la cual una porción del H<sub>2</sub>O de mezcla se libera de la masa y sube hacia el exterior del concreto. Es un suceso específico de sedimentación en que los sólidos se establecen dentro de la masa plástica. El fenómeno está dirigido por las leyes físicas de un fluido en un sistema capilar, antes la diferencia de densidades y viscosidad. La exudación será muy baja pues se mantiene el H<sub>2</sub>O en la mezcla. La exudación se produce forzosamente en el concreto, pues es una característica inherente a su configuración, posteriormente lo más importante es evaluarla y controlar el producto negativo que lograra tener. (Cesar Huiñapi)



**Figura 13.** Exudación del concreto fresco

**Fuente:** Carlos Quintana 2013- es.slideshare.net

### **Contracción**

Es la característica más significativa que conlleva a inconvenientes de fisuración que acarrea con más frecuencia. Anteriormente se ha visto que la pasta de cemento se contrae debido a la disminución del volumen original de H<sub>2</sub>O por mezcla química, y a esto se le conoce como contracción contranatural o inherente incontrolable. Pero también hay otra clase de contracción inherente y es la contracción por secado, que es el encargado de la parte de fisuración, esto se ocasiona tanto en el estado plástico como en el rígido si se permite la pérdida de H<sub>2</sub>O en la mezcla. Esta fase no es irreversible, ya que si se repone el H<sub>2</sub>O perdidamente por secado, se rescata gran parte de la contracción. (Cesar Huiñapi)

### 1.3.4 Tipos de concreto

**El concreto convencional.** Es una combinación de arena, cemento, agua, gravilla y aditivo. Tiene propiedades que hacen útil en la construcción. Cuando está fresco tiene un determinado tiempo de manejabilidad y es adherente en la fase de endurecimiento. (Posts by Arkiplus Julio 2013)



**Figura 14.** Concreto convencional

**Fuente:** [concretovale.com.br](http://concretovale.com.br)-Notícias sobre el concreto

**Concreto bombeable.** Posee un asentamiento de diseño de 4 pulgadas, característica que le brinda manejabilidad y mejores acabados. Además, es cohesivo lo que permite que sea colocado por medio de un equipo de bombeo en lugares de difícil acceso. (Posts by Arkiplus Julio 2013)



**Figura 15.** Concreto bombeable

**Fuente:** rocalesyconcretos.com

**El concreto de fraguado retardado.** Es muy utilizado en construcciones especiales con esta clase de concreto, ya que se requiere mayor tiempo de manejabilidad. Hay que impedir elevadas temperaturas. (Posts by Arkiplus Julio 2013)

**El concreto de fraguado acelerado.** Es utilizado en construcciones que solicitan acabados muy rápidos, como los prefabricados. Tiene un menor tiempo de manejabilidad con el convencional. (Posts by Arkiplus Julio 2013)

**Concreto con fibra.** Es la mezcla del concreto más común que lleva fibras de polipropileno que sirven como un mejor refuerzo. Es empleado por tener un precio menor que la malla metálica. (Posts by Arkiplus Julio 2013)



**Figura 16.** Concreto con fibra

**Fuente:** [agenciadenoticias.unal.edu.co/Universidad Nacional de Colombia](http://agenciadenoticias.unal.edu.co/Universidad Nacional de Colombia)

**El Concreto Grouting.** Está aplicación es para colocarse en elementos pequeños. Es fácil de situar. Tiene un buen acabado. Alta manejabilidad y cohesión. (Posts by Arkiplus Julio 2013)



**Figura 17.** Concreto Crouting

**Fuente:** <http://www.peru.generadordeprecios.info>

**Concreto convencional clase 2.** Es de uso total para toda clase de edificación que no requieran particularidades especiales y son aplicados en: Pisos, losas, muros, cimentaciones, banquetas, guarniciones, etc. Ofrece (Jania Sevillano 2014):

- Excelente trabajabilidad y cohesión
- Fácilmente moldeable
- Compatible con impermeabilizantes y fibras
- Limpio y libre de contaminantes.

**Concreto estructural clase 1.** Concreto con mayor calidad y cumple estrictamente con los códigos de construcción como en obras tipo A o B1 (Escuelas, teatros, edificios públicos, bibliotecas, etc.) Ofrece (Jania Sevillano 2014):

- Resistencias mayores o iguales que 250 y menores que 400 kg/cm<sup>2</sup>
- Agregados de origen caliza o basalto
- Excelente trabajabilidad y cohesión
- Tienen más durabilidad que el concreto común.

**Concreto MR.** Se ha proyectado el diseño en la construcción para soportar el trabajo de flexión, es así que su campo de aplicación se encuentra en la construcción de pavimentos, carreteras, etc. Ofrece (Jania Sevillano 2014):

- Bajos costos de mantenimiento
- Mayor durabilidad que los pavimentos de asfalto
- Mayor seguridad en la conducción de vehículos
- Mayor esfuerzo al choque



**Figura 18.** Concreto MR-Pavimentos-Carreteras

**Fuente:** <http://www.catsaconcretos.mx>

**Concreto permeable.** Es un componente que una vez ubicado no dificulta el paso del agua pluvial hacia el subsuelo lo que aprovecha la recuperación de los mantos freáticos, por lo que es aplicado en el transporte ligero, aparcamientos, etc. Ofrece (Jania Sevillano 2014):

- Alta permeabilidad
- Ayuda a la alimentación del manto freático
- Colocación similar a la del concreto convencional
- Acabado final rugoso



**Figura 19.** Concreto Permeable

**Fuente:** [www.archdaily.co/](http://www.archdaily.co/)

**Concreto de alta resistencia.** El concreto de Alta Resistencia se fabrica para conseguir un mejor trabajo de 500 a 1000kg/cm<sup>2</sup> de presión. Excelente para: construcciones de gran altura, columnas muy delgadas, elementos presentados, pisos con gran solidez a la abrasión permitiendo de no usar endurecedores, etc. (Jania Sevillano 2014)

- Reducción en la geometría de elementos verticales y horizontales
- Menor peso de los edificios
- Altas resistencias a edades tempranas
- Concreto con menor permeabilidad
- Concreto con mejor durabilidad



**Figura 20.** Concreto de alta resistencia

**Fuente:** arqhys.com-Arquitectura

### **1.3.5 Máquina de concreto proyectado**

La máquina de concreto proyectado puede definirse: como un sistema que transporta el material a través de una manguera y proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre una superficie. La fuerza del chorro, que crea un efecto sobre la superficie, compacta el material. Usualmente el material fresco colocado tiene un revenimiento cero y puede sujetarse por sí mismo sin escurrirse. El concreto lanzado también puede emplearse en partes altas o por encima de una superficie, todo esto en un solo procedimiento. (Martínez A. 2011)



**Figura 21.** Maquina proyectadora de concreto-shotcrete

**Fuente:** demaquinasyherramientas.com

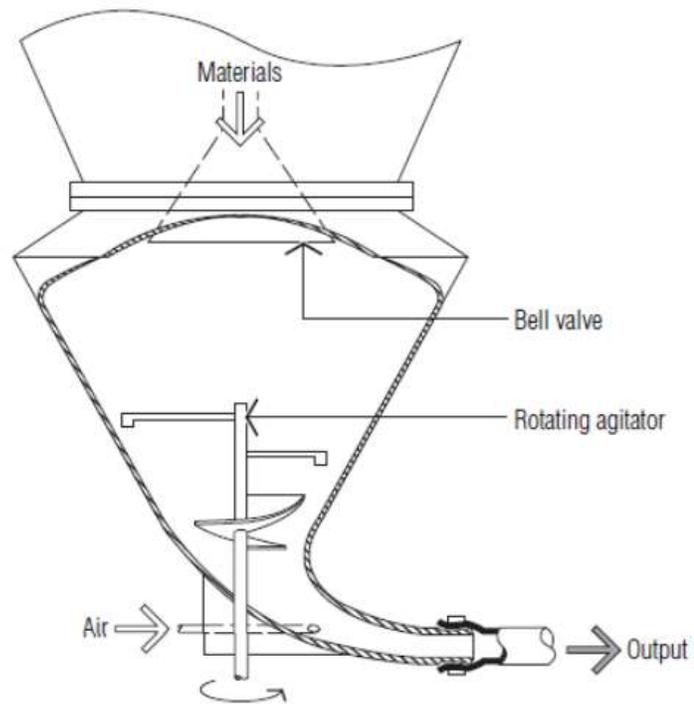
### **1.3.6 Tipos de máquinas de concreto proyectado**

Los equipos empleados en la proyección de mezcla en seco pueden ser de dos tipos, ya sean máquinas de simple o doble cámara y máquinas de alimentación continua, generalmente llamadas máquinas giratorias o rotativas. (Augusto Holmberg F. 2015-Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Proyectado)

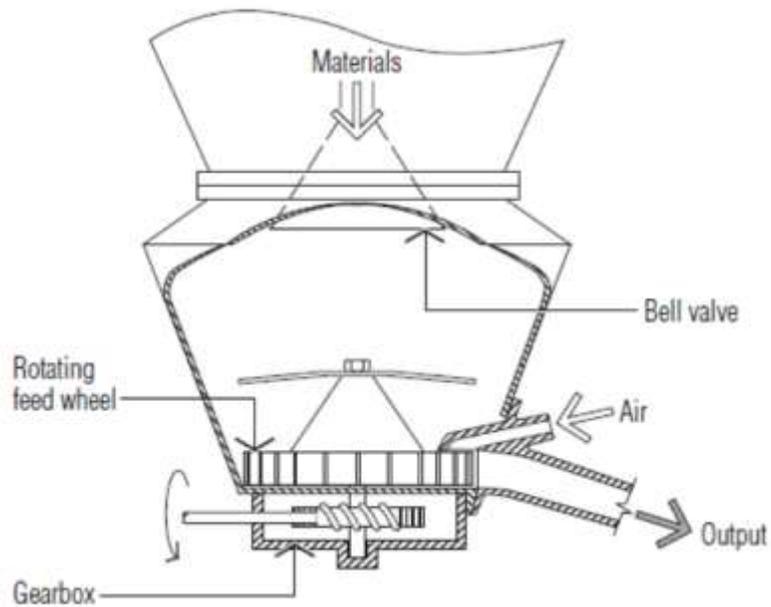
#### **Máquinas de cámara simple o doble**

Las máquinas de cámara simple tienen un funcionamiento intermitente, actúa colocando el material en la cámara, esta se cierra y se presuriza con aire haciendo que el material se introduzca en el tubo de descarga. Cuando la cámara está vacía se despresuriza, se rellena y se repite la operación (Ver Figuras N°22 y 23).

Las máquinas de cámara doble permiten una operación más progresiva mediante el uso de la cámara superior como una compuerta de aire durante el ciclo de alimentación de material. (Augusto Holmberg F. 2015-Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Proyectado)



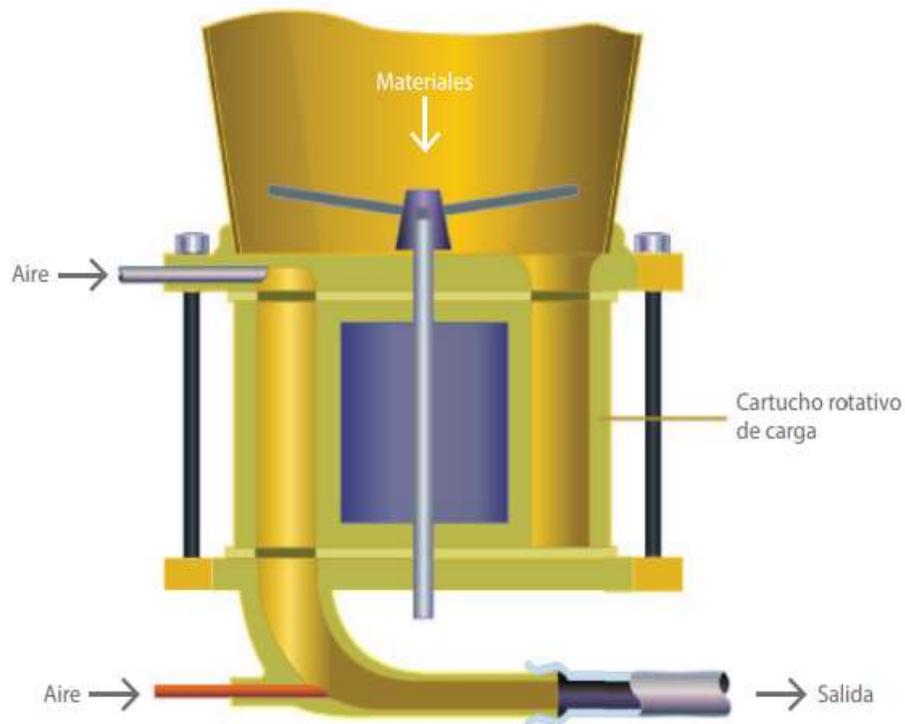
**Figura 22.** Equipo de bombeo para shotcrete de una cámara  
**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado



**Figura 23.** Equipo de bombeo para shotcrete de doble cámara  
**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado

### Máquinas rotatorias

Comúnmente, se disponen dos máquinas del tipo rotatorio. La máquina giratoria de rotor o revolver (Ver Figuras N°24, 25 y 26) utiliza en su parte superior e inferior discos de sellado para los elemento giratorios. El concreto es llenado por gravedad desde la tolva dentro de las aberturas del rotor en un área de su plano de rotación y se libera hacia abajo desde estas cavidades con aire a presión contrariamente al lugar de rotación. Se exporta aire adicional en el cuello de salida para lograr un adecuado volumen y presión de suministro de material hacia la tubería de salida. (Augusto Holmberg F. 2015- Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Proyectado)



**Figura 24.** Detalle de la bomba con “barril de carga” rotatorio y bombeo neumático

**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado

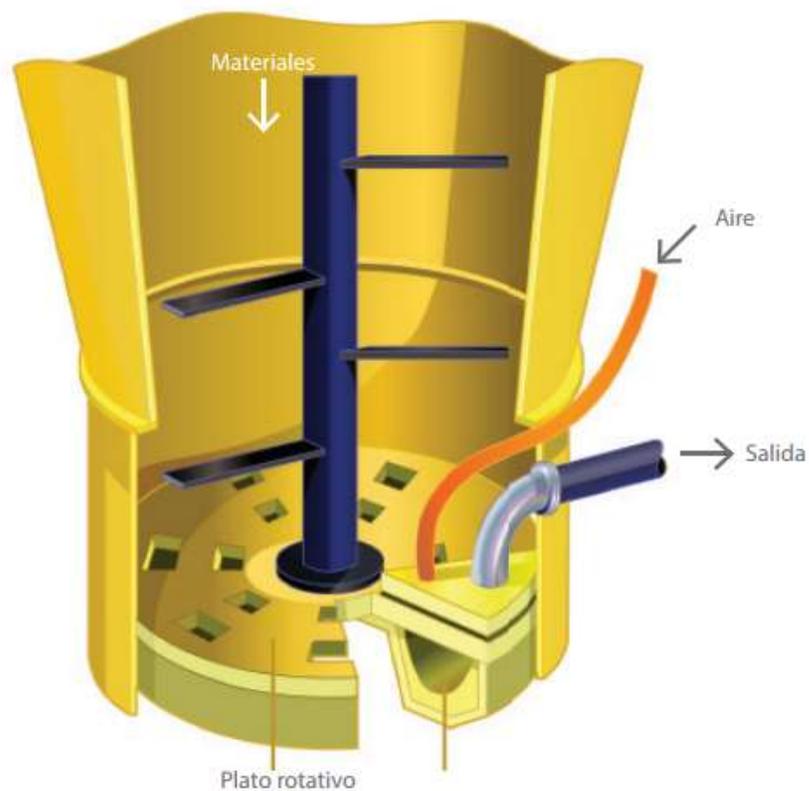


**Figura 25.** Equipo Meyco Piccola de shotcrete via seca  
**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado



**Figura 26.** Otro modelo del equipo de shotcrete para via seca del tipo rotatorio  
**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado

El dispositivo rotatorio (Ver Figuras N°27 y 28) se utiliza en un segmento de sellado en la superficie superior del elemento giratorio. El material es suministrado por gravedad desde la tolva en la parte superior hacia las cavidades en forma de U del rotor y descargado en el cuello de salida cuando esa cavidad en particular está alineada bajo el segmento sellado, se conduce el material por la manguera ayudada por medio del aire comprimido. (Augusto Holmberg F. 2015-Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Proyectado)



**Figura 27.** Detalle operación y composición del equipo de shotcrete con “plato rotatorio” para via seca

**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado



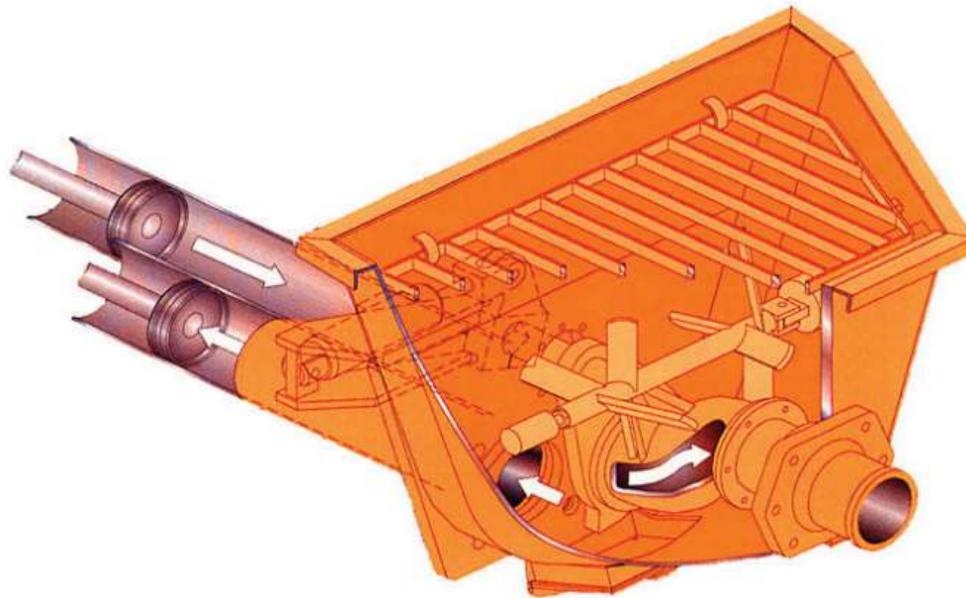
**Figura 28.** Equipo de shotcrete via seca “plato rotatorio”

**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado

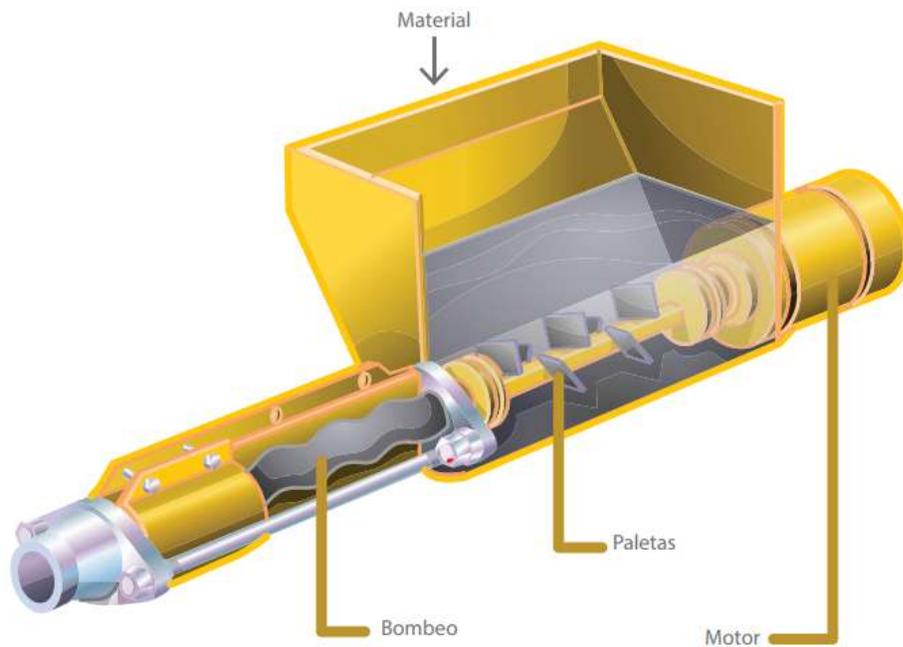
### **Equipo para mezcla húmeda**

Las máquinas de hormigón proyectado para mezcla húmeda de concreto y se pueden definir como máquinas de desplazamiento positivo en equipos neumáticos.

Las máquinas de desplazamiento positivo están constituyendo la mayor parte del mercado y pueden ser mecánicamente con una variedad de válvulas de ciclos o de pistones propulsados hidráulicamente (Ver Figuras N°29 y 30) o pueden ser bombas de compresión de tipo peristáltico mediante rodillos mecánicos para conducir el hormigón a través de un tubo de propulsión. Además, también encontramos bombas de tornillo sin fin (bombas de rotor / estator) que usa piezas metálicas que se les conoce como “cuchillas” que obligan a salir la mezcla través de un tubo. Se utiliza principalmente este tipo de bomba para la aplicación de mezclas de yeso integrando agregados finos generalmente hasta 4 mm, pero puede permitir hasta 7 mm con una apropiada estructura de la bomba. Todos estos equipos de desplazamiento positivo añaden aire comprimido en la boquilla para la aplicación el hormigón neumáticamente. (Augusto Holmberg F. 2015-Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Proyectado)



**Figura 29.** Bomba de mezcla húmeda con desplazamiento positivo del pistón  
**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado



**Figura 30.** Detalle de equipo para vía húmeda de tornillo sin fin (del tipo "mono")  
**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado

### 1.3.7 Partes de máquinas de concreto proyectado

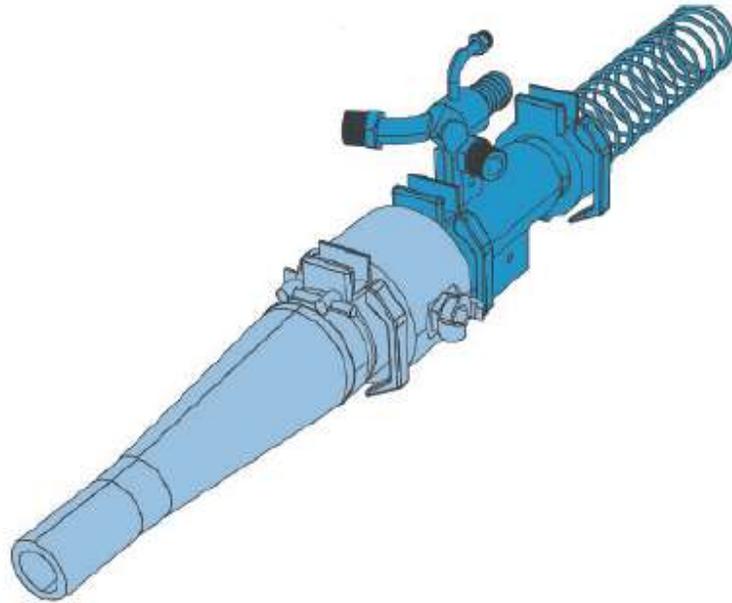
Los equipos de concreto lanzado disponen hoy en día de los procedimientos más avanzados y estudiados, y se complementan con modelos autónomos que disponen de todos los servicios complementarios para el concreto lanzado como aire, energía eléctrica, bombas de agua, dosificadores, cintas transportadoras, carro móvil y brazos robot hidráulicos, lo cual permite una movilidad fácil para el desarrollo de cualquier trabajo (Ver Figura N°31).



**Figura 31.** Partes de la maquina de concreto lanzado

**Fuente:** <http://turbosol.it/es/Productos>

**Boquilla:** Dispositivo donde se expulsara el concreto, el hombre opera la boquilla proyectando el concreto y tiene una habilidad para "sentir" su material y así tener los mejores resultados. (Augusto Holmberg F. 2015-Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Proyectado)



**Figura 32.** Boquilla de concreto proyectado

**Fuente:** Shotcrete-Guía chilena del Hormigón Proyectado

**Compresor de aire:** el compresor de aire es el encargado de proporcionarle al hormigón la energía cinética necesaria para su proyección y compactación. El shotcrete tiene que impactar a una velocidad determinada contra la pared.



**Figura 33.** Compresor de aire

**Fuente:** [www.grainger.com.mx/compresor](http://www.grainger.com.mx/compresor)

**Mangueras:** La adecuada selección de las mangueras que transportarán materiales, aire y agua es importante para lograr un funcionamiento óptimo, económico y seguro del equipo.



**Figura 34.** Mangueras-aire, agua, concreto

**Fuente:** [laboratoriolinea6ferroviaal.wordpress.com](http://laboratoriolinea6ferroviaal.wordpress.com)

**Manguera para aire:** Se usan para suministrar el aire a la máquina lanzadora de concreto, a la boquilla en el proceso de mezcla húmeda, al tubo de chiflón y a otros equipos que requieran de aire para su funcionamiento.

**Manguera para concreto:** La manguera de materiales debe ser liviana y flexible y estar compuesta por materiales que sean resistentes a la abrasión, a los aplastamientos y dobleces.

**Motor eléctrico:** Dispositivo que ejercerá el torque y la fuerza para el movimiento del concreto por medio de la manguera, se seleccionara dependiendo de la capacidad de concreto a proyectar.



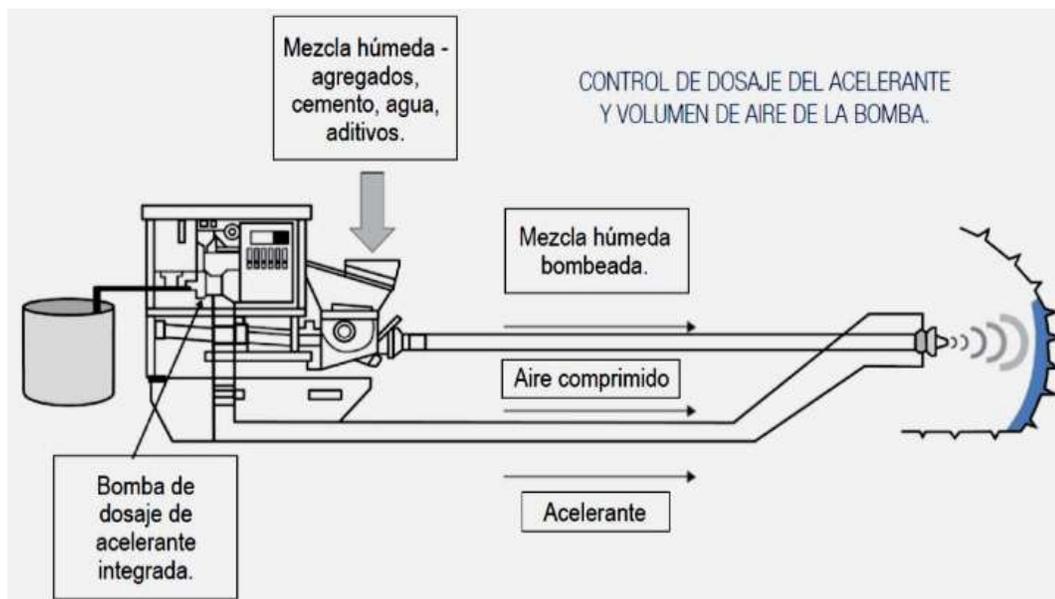
**Figura 35.** Motor Eléctrico

**Fuente:** <http://www.directindustry.es>

### 1.3.8 Principios de funcionamiento de las máquinas de concreto proyectado

El proceso de concreto proyectado consiste en una mezcla de cemento y agregado, se realiza con el vaciado en una tolva, mezclando con agua y siendo bombeado a través de una manguera o tubería a una boquilla de descarga. Se usa aire a alta velocidad para impulsar la mezcla. Se introduce el suministro de aire a alta presión en la boquilla y la velocidad resultante impulsa el concreto a su posición donde es compactado por su propio impulso en el área proyectada. (Sprayed Concrete Association SCA).

Las máquinas basadas en bombas de doble pistón pueden producir altos rendimientos de  $4\text{m}^3/\text{h}$  a  $25\text{m}^3/\text{h}$ , prestándose a la construcción de túneles o donde se requieren grandes volúmenes estructurales. Las bombas de cámara de rotor normalmente son utilizadas para pulverizar mezcla húmeda de concreto. Estas bombas pueden entregar entre  $4$  y  $15\text{m}^3/\text{h}$ . El material es transportado por aire comprimido a la boquilla en un fino stream, donde se agrega el acelerador si es necesario. (Sprayed Concrete Association SCA).



**Figura 36.** Funcionamiento del concreto proyectado

**Fuente:** UNICON-Profesionales en el concreto

### 1.3.9 Diseño de Máquinas de Concreto Proyectado

Las fórmulas para el diseño de este tipo de equipos se especifican a continuación

#### 1.3.9.1 Calculo para el tornillo transportador de una máquina de concreto lanzado

##### DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD

Área a revocar

$$A = 30\text{m}^2$$

Espesor según la organización internacional del trabajo.

$$e = 0.015\text{m}^2$$

La capacidad será igual:

$$C = A * e \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots (1)$$

Al proyectar el concreto al área a revocar, dado al momento de pasar la regla para lograr uniformidad se estimó por criterio ingenieril un espesor de 0.030 m. donde la capacidad es de:

$$C \approx A * e \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots (2)$$

## AREA SUPERIOR DE LA TOLVA

$$A_1 = l * a \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots (3)$$

**Dónde:**

- **l:** Largo de tolva (m).
- **a:** Ancho de tolva (m).

## Área inferior de la tolva

$$A_2 = l * a \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots (4)$$

**Dónde:**

- **l:** Largo de tolva (m).
- **a:** Ancho de tolva (m).

**Entonces el volumen será**

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2}) \text{ (m}^3\text{)} \quad \dots (5)$$

**Dónde:**

- **h:** Alto de tolva (m).

**Masa del concreto**

$$m = V * \gamma \text{ (kg)} \quad \dots (6)$$

**Dónde:**

- **m:** Masa del concreto (Kg).
- **$\gamma$**  : Densidad del concreto (2130 kg/m<sup>3</sup>).

## POTENCIA CONSUMIDA POR LA BOMBA DE CEMENTO

$$P_{bomba} = \frac{p_r * Q_b}{n} \quad \dots (7)$$

### Dónde:

- $P_{bomba}$ : Potencia consumida por la bomba (Watts).
- $p_r$  : Presión de trabajo de la bomba (Pa).
- $Q_b$  : Caudal de la bomba seleccionada (m<sup>3</sup>/s).
- $n$  : Rendimiento de la bomba del concreto (Adim).

## TORQUE EJERCIDO POR LA BOMBA

$$T_{bomba} = \frac{P_{bomba}}{\pi * \frac{rpm}{30}} \quad \dots (8)$$

### Dónde:

- $T_{bomba}$ : Torque en el extremo del eje del transportador (Nm.).
- $rpm$  : Revoluciones por minuto (RPM).

## CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR

Realizando el análisis paramétrico se determinó que los diámetros requeridos para el tornillo transportador son los siguientes:

$$D_s = 2 \text{ Pulg.}$$

$$D_p = 1.25 \text{ Pulg.}$$

**Dónde:**

- $D_S$  : Diámetro del tornillo (pulgadas).
- $D_P$ : Diámetro del eje (pulgadas).

$$C = rpm * \left( \frac{0.7854 * (D_S^2 - D_P^2) * P * K}{1728} \right) \quad \dots (9)$$

**Para la Relación del diámetro del tornillo y el Paso del tornillo (CMC pág. 16)**

**$r = 1.5$  Pulg.**

**Porcentaje de carga a criterio ingenieril**

**$K = 1.20$  (adim.).**

**Dónde:**

- $C$  : Capacidad del transportador (**Pie<sup>3</sup>/h**)
- $D_S$ : Diámetro del tornillo (**Pulg**).
- $D_P$  : Diámetro del eje (**Pulg**).
- $P$  : Paso del tornillo (**Pulg**).
- $K$  : Porcentaje de carga a criterio ingenieril (**adim.**).

**Paso del tornillo**

- $P$ : Paso del tornillo (pulgadas).

$$P = \frac{D_S}{r} \quad \dots (10)$$

## POTENCIA REQUERIDA POR EL TORNILLO TRANSPORTADOR

Fuente: (khadar, 2016, pág. 7) y (SCREW CONVEYOR BASIC DESIGN CALCULATION, CEMA, pág. 10)

$F_d = 0.67$  (Adim) Factor de diámetro del transportador (Diám. tornillo = 2 Pulg).

$F_b = 1$  (Adim) Factor de rodamiento de suspensión - (Rodamiento de bolas).

$F_m = 3$  (Adim) Factor del material.

$F_f = 1$  (Adim) Factor de vuelo (Tipo de tornillo estándar).

$F_p = 1$  (Adim) Factor de paleta.

$e = 0.94$  (Adim) Eficiencia de la transmisión - Fuente: (CEMC, pág. 20).

### Densidad aparente del concreto

Fuente: (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012)

$D = 2130 \text{ kg/m}^3$  Densidad del concreto.

### Longitud del transportador

$$L = \frac{L}{0.3048} \quad \dots (11)$$

Dónde:

- $L = 0.5 \text{ m}$ . Metros.

### Potencia requerida para vencer la fricción

$$HP_f = \frac{L * rpm * F_d * F_b}{1000000} \quad \dots (12)$$

### Potencia para transportar el material

$$HP_m = \frac{(C/0.283168) * L * D * F_f * F_m * F_p}{1000000} \quad \dots (13)$$

**Factor de sobrecarga - (CEMC, pág. 21)**

$$F_0 = \log(HPf + HPm) * (-0.6115) + 2.024 \quad \dots (14)$$

**Potencia total consumida por el tornillo transportador**

$$HP = (HPf + HPm) * F_0/e \quad \dots (15)$$

**POTENCIA TOTAL**

**Potencia total para la maquina**

$$P_{tot} = P_{bomba} + P_{tornillo} \quad \dots (16)$$

**CALCULO DE CARGAS SOBRE EL EJE**

**CONSTANTES:**

- $g = 9.81m/s^2$  Gravedad.

**CALCULOS**

**Presión ejercida por el peso del concreto (Pa)**

$$Pr = D * g * h \quad \dots (17)$$

**Fuerza Promedio ejercida por el peso del concreto sobre el eje (N)**

$$F_{prom} = Pr * A_2 \quad \dots (18)$$

**Fuerza distribuida sobre el eje (N/m)**

$$F_{dist} = F_{prom}/L \quad \dots (19)$$

## **CARGA DISTRIBUIDA DEL PESO DEL EJE**

**CONSTANTES:**

**Radio del eje (m).**

$$r_{eje} = D_p * 0.0254/2 \quad \dots (20)$$

**Densidad del acero**

**den\_acero = 7850 (Kg/m<sup>3</sup>)**

## **CALCULOS**

**Volumen del eje de acero (m<sup>3</sup>)**

$$V_{eje} = \pi * r_{eje}^2 * L \quad \dots (21)$$

**Peso del eje (N)**

$$W_{eje} = den\_acero * V_{eje} * g \quad \dots (22)$$

**Fuerza distribuida del peso del eje (N/m)**

$$W_{dist} = W_{eje}/L \quad \dots (23)$$

## **CARGA DISTRIBUIDA TOTAL**

## CONSTANTES:

Fuerza distribuida total sobre el plano horizontal del eje (N/m)

$$F_{\text{dist}_{\text{tot}}} = F_{\text{dist}} + W_{\text{dist}} \quad \dots (24)$$

## CARGAS SOBRE EL EJE

### CONSTANTES

### CALCULOS

Área transversal útil para el transporte del material (m<sup>2</sup>)

$$A = (\pi/4) * ((D_s * 0.0254)^2 - (D_p * 0.0254)^2) \quad \dots (25)$$

Velocidad de transporte del material (m/s)

$$v_s = (C/3600)/(A) \quad \dots (26)$$

Fuerza axial en el eje (N)

$$F_{\text{ax}} = P_m * F_o / v_s \quad \dots (27)$$

Torque distribuido en el eje del transportador (Nm)

$$T_{\text{tornillo}} = P_f * F_o / (\pi * \text{rpm}/30) \quad \dots (28)$$

Cálculo de reacciones usando las condiciones de equilibrio

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{Ay} + F_{By} - F_1 = 0 \quad \dots (29)$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{Bx} + F_{ax} = 0 \quad \dots (30)$$

$$\sum M_B = 0$$

$$+M_B + F_{Ay} * (L) - F_1 * \left(\frac{L}{2}\right) = 0 \quad \dots (31)$$

**Dónde:**

- $F_{ay}$  : Carga sobre el rodamiento A (N)
- $R_{by}$  : Carga sobre e rodamiento B (N)
- $T_{bomba}$  : Momento Torsor, (Nm)
- $T_{motor}$  : Momento Torsor, (Nm)
- $F_{distr}$  : Peso del tornillo y del concreto por unidad de longitud (N/m)
- $F_{axial}$  : Fuerza Axial
- $F_{tangencial}$  : Fuerza Tangencial
- $L$  : Longitud (m)

**Para resolver las ecuaciones toma  $F_{Ay}$  como las reacciones redundantes**

**De la ecuación (27)**

$$F_{By} = F_1 - F_{Ay} \quad \dots (32)$$

**De la ecuación (28)**

$$F_{Bx} = F_{ax} = 332.8036 \text{ N} \quad \dots (33)$$

**De la ecuación (29)**

$$M_B = F_1 * \left(\frac{L}{2}\right) - F_{Ay} * (L) \quad \dots (34)$$

**Determinar el momento flexionante**

$$\sum F_y = 0 \implies V = F_{By} - F_{dt} * x = 0 \quad \dots (35)$$

$$\sum F_x = F_{Bx} + N = 0 \quad \dots (36)$$

$$N = -F_{Bx} \quad \dots (37)$$

$$\sum M_0 = 0$$

$$M_B + M_0 - F_{Bx} * (x) + F_2 * \left(\frac{x}{2}\right) = 0 \quad \dots (38)$$

$$M = F_{Bx} * (x) - F_2 * \left(\frac{x}{2}\right) - M_B \quad \dots (39)$$

$$M = (F_1 - F_{Ay}) * (x) - F_{dt} * x * \left(\frac{x}{2}\right) - F_1 * \left(\frac{L}{2}\right) - F_{Ay} * (L) \quad \dots (40)$$

$$M = F_1 x - F_{Ay} x - \frac{F_{dt}}{2} x^2 - \frac{F_1}{2} L - F_{Ay} L \quad \dots (41)$$

**Aplicando la ecuación para la deflexión y el momento**

$$EI \frac{d}{dx}(v) = M \quad \dots (42)$$

**Dónde:**

- *v*: Es la deflexión.
- *E*: Módulo de elasticidad.

- *I: Momento de inercia de Área.*

**Integrando sucesivamente**

$$EI \frac{d^2}{dx^2}(v) = \frac{F_1}{2} x^2 - \frac{F_{Ay}}{2} x^2 - \frac{F_{dt}}{6} x^3 - \frac{F_1}{2} Lx - F_{Ay}Lx + c_1 \quad \dots (43)$$

$$EI \frac{d^2}{dx^2}(v) = \frac{F_1}{6} x^3 - \frac{F_{Ay}}{6} x^3 - \frac{F_{dt}}{24} x^4 - \frac{F_1}{4} Lx^2 - \frac{F_{Ay}}{2} Lx^2 + c_1 * x + c_2 \quad \dots (44)$$

**Condiciones de fronteras**

1. La deflexión en B es cero:  $v(0) = 0$
2. La pendiente en B es cero:  $v'(0) = 0$
3. La deflexión en A es cero:  $v(L) = 0$

**Aplicando las condiciones de frontera**

**Para 1:  $v(0) = 0$**

$$EI(v(0)) = \frac{F_1}{6} 0^3 - \frac{F_{Ay}}{6} 0^3 - \frac{F_{dt}}{24} 0^4 - \frac{F_1}{4} L0^2 - \frac{F_{Ay}}{2} L0^2 + c_1 * 0 + c_2 \quad \dots (45)$$

$$c_2 = 0 \quad \dots (46)$$

**Para 2:  $v'(0) = 0$**

$$EI \frac{d^2}{dx^2}(v(0)) = \frac{F_1}{2} 0^2 - \frac{F_{Ay}}{2} 0^2 - \frac{F_{dt}}{6} 0^3 - \frac{F_1}{2} L0 - F_{Ay}L0 + c_1 \quad \dots (47)$$

$$c_1 = 0 \quad \dots (48)$$

**Para 3:**  $v(L) = 0$  ;  $F_1 = F_{dt}(L)$

$$EI(v(L)) = \frac{F_1}{6}L^3 - \frac{F_{Ay}}{6}L^3 - \frac{F_{dt}}{24}L^4 - \frac{F_1}{4}LL^2 - \frac{F_{Ay}}{2}LL^2 + c_1 * L + c_2 \quad \dots (49)$$

$$EI(v(L)) = \frac{F_1}{6}L^3 - \frac{F_{Ay}}{6}L^3 - \frac{F_{dt}}{24}L^4 - \frac{F_1}{4}LL^2 - \frac{F_{Ay}}{2}LL^2 + 0 * L + 0 \quad \dots (50)$$

$$EI(v(L)) = \frac{F_{dt}}{6}L^4 - \frac{F_{Ay}}{6}L^3 - \frac{F_{dt}}{24}L^4 - \frac{F_{dt}}{4}L^4 - \frac{F_{Ay}}{2}L^3 \quad \dots (51)$$

$$0 = \left(\frac{4-1-6}{24}\right)F_{dt}L^4 + \left(\frac{-1+3}{6}\right)F_{Ay}L^3 \quad \dots (52)$$

$$0 = -\frac{3}{24}F_{dt}L^4 + \frac{2}{6}F_{Ay}L^3 \quad \dots (53)$$

$$0 = -\frac{1}{8}F_{dt}L^4 + \frac{1}{3}F_{Ay}L^3 \quad \dots (54)$$

$$F_{Ay} = \frac{3}{8}F_{dt}L \quad \dots (55)$$

**Sustituyendo  $F_{Ay}$  en las ecuaciones (27) y (29)**

**En la Ecu. (27):**

$$\frac{3}{8}F_{dt}L + F_{By} - F_1 = 0 \quad \dots (56)$$

$$F_{By} = F_1 - \frac{3}{8}F_{dt}L \quad \dots (57)$$

$$F_{By} = F_{dt}L - \frac{3}{8}F_{dt}L \quad \dots (58)$$

$$F_{By} = \frac{5}{8} F_{dt} L \quad \dots (59)$$

En la Ecu. (27):

$$M_B + \left(\frac{3}{8} F_{dt} * L\right) L - \left(\frac{F_{dt}}{2}\right) * L^2 = 0 \quad \dots (60)$$

$$M_B = \left(\frac{F_{dt}}{2}\right) * L^2 - \frac{3}{8} F_{dt} * L^2 \quad \dots (61)$$

$$M_B = \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (62)$$

Reemplazando en las ecuaciones (33) y (37)

Para la Ecu. (33):

$$v = F_{By} - F_{dt} * x \quad \dots (63)$$

$$v = \frac{5}{8} * F_{dt} * L - F_{dt} * x \quad \dots (64)$$

Para la Ecu. (37):

$$M = F_{Bx} * (x) - F_2 * \left(\frac{x}{2}\right) - M_B \quad \dots (65)$$

$$M = \frac{5}{8} * F_{dt} * (x) - \frac{F_{dt}}{2} * x^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (66)$$

Momento máximo

$$\frac{dM}{dx} = 0 \quad \dots (67)$$

Para  $V = 0 \Rightarrow 0 = \frac{5}{8} * F_{dt} * (L) - F_{dt} x \quad \dots (68)$

**Distancia donde se aplica el momento máximo**

$$x = \frac{5}{8}L \quad \dots (69)$$

**Reemplazando**

**Para la Ecu. (64)**

$$M = \frac{5}{8} * F_{dt} * \left(\frac{5}{8}L\right) - \frac{F_{dt}}{2} * \left(\frac{5}{8}L\right)^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (70)$$

$$M = \frac{25}{64} * F_{dt} * L^2 - \frac{25}{2} F_{dt} L^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (71)$$

$$M = \frac{50}{128} * F_{dt} L^2 - \frac{25}{128} F_{dt} L^2 - \frac{16F_{dt}}{128} * L^2 \quad \dots (72)$$

$$M = \frac{59}{128} * F_{dt} L^2 \quad \dots (73)$$

## Cálculos para el acero AISI 1020-CD

### PARA EL ACERO 1020 CD

#### CRITERIO DE FALLA EN ANALISIS ESTATICO

$S_y = 210 \text{ MPa}$  Resistencia a la fluencia - **Fuente:** Tabla A-20, (Shigley, 8 Ed.)

$S_{ut} = 380 \text{ MPa}$  Resistencia a la tracción - **Fuente:** Tabla A-20, (Shigley, 8 Ed.)

#### Esfuerzo normal

$$\sigma_n = \frac{Fax}{\frac{\pi*(Dp*0.0254)^2}{4}} \quad \dots (74)$$

#### Esfuerzo por flexión

$$\sigma = \frac{32*M_{max}}{\pi*(Dp*0.0254)^3} \quad \dots (75)$$

#### Esfuerzo en x o axial

$$\sigma_x = \sigma_n + \sigma \quad \dots (76)$$

#### Esfuerzo cortante

$$\tau_m = \frac{16}{\pi*(Dp*0.0254)^3} T_{max} \quad \dots (77)$$

El esfuerzo de Von Mises es:

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_m^2} \quad \dots (78)$$

El factor de seguridad para el análisis por carga estática se define como:

$$n_f = \frac{S_y}{\sigma_0} \quad \dots (79)$$

Dónde:

- $n_f$ : Factor de seguridad para carga estática
- $S_y$ : Límite de fluencia del material (MPa)
- $\sigma_0$ : Esfuerzo de Von Mises (MPa)

## CRITERIO DE FALLA PARA ANALISIS EN FATIGA

**Momento Alternante**

$$M_a = M_{max} = 36.73516 (N * m) \quad \dots (80)$$

**Momento Medio**

$$M_m = 0 \quad \dots (81)$$

**Torque Alternante**

$$T_a = 0 \quad \dots (82)$$

**Torque Medio**

$$T_m = T_{max} = 33.19126 N.m \quad \dots (83)$$

$$a = 4.51 \text{ (Adim)}$$

$$b = -0.265 \text{ (Adim)}$$

## ANÁLISIS PARA FALLA POR FATIGA

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}, \text{ cuando } S_{ut} \leq 1400 \text{ MPa} \quad \dots (84)$$

Este límite de resistencia a la fatiga será modificado por los factores de Marin debido a las condiciones de fabricación y geometría del eje, de tal manera que:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad \dots (85)$$

### Dónde:

- $k_a$ : factor de modificación de la condición superficial
- $k_b$ : factor de modificación del tamaño
- $k_c$ : factor de modificación de la carga
- $k_d$ : factor de modificación de la temperatura
- $k_e$ : factor de confiabilidad<sup>13</sup>
- $k_f$ : factor de modificación de efectos varios
- $k_f$ : factor de concentración de esfuerzo
- $k_s$ : factor de concentración de esfuerzo
- $S'_e$ : límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria
- $S_e$ : límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

### Tenemos:

#### Factor de modificación de la condición superficial

$$k_a = a S_{ut}^b \quad \dots (86)$$

### **Factor de modificación del tamaño**

$$k_b = 1.24 * (Dp * 25.4)^{-0.107} \quad \dots (87)$$

### **Factor de modificación de la carga**

**Reemplazando:**

$$k_c = 1 \quad \dots (88)$$

### **Factor de modificación de la temperatura**

**Reemplazando:**

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} = 1 \quad \dots (89)$$

### **Factor de confiabilidad**

**Reemplazando:**

$$k_e = 1 - 0.08 * z_a = 1 \quad \dots (90)$$

### **Factor de modificación de efectos varios**

Depende de los materiales a unir y varía de 0.24 a 0.90 el factor de frotamiento es aproximadamente:

$$k_{fv} = 1 \quad \dots (91)$$

**Factor de modificación de efectos**

$$k_f = 1 \quad \dots (92)$$

**Factor de modificación de efectos**

$$k_{fs} = 1 \quad \dots (93)$$

**Emplearemos el criterio de falla por ED-Soderberg**

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(k_f M a)^2 + 3(k_{fs} T a)^2 + 4(k_f M m)^2 + 3(k_{fs} T m)^2 \right]^{1/2} \right\} \quad \dots (94)$$

### 1.3.10 Definiciones de términos

**Concreto:** Mezcla de arena, piedras, cemento y agua que al solidificarse constituye uno de los elementos de construcción.

**Cemento:** Es una sustancia en polvo que forma parte de un material de la construcción civil que amasado con agua y endurece en presencia de agua y aire.

**Mortero:** Es la mezcla de diferentes componentes (cal, yeso, cemento), arena y agua, que fragua o endurece en un periodo de tiempo y se utiliza en la construcción.

**Shotcrete:** Se denomina al hormigón proyectado neumático, hormigón proyectado o gunitado.

**Hormigón inyectado:** Es el inyectar hormigón a alta velocidad, previamente colocada en los encofrados.

**Gunitado:** Es una técnica que consiste en lanzar con un cañón el hormigón para enlucir sobre cualquier tipo de área, con cualquier tipo de pendiente.

**Revocadora neumática:** Dispositivo lanzadora de mortero por medio de aire comprimido a alta velocidad sobre una superficie.

**Enlucir:** Agregar y cubrir con una capa de yeso o de argamasa a las paredes o los techos de un edificio.

**Potencia:** Capacidad para realizar una función o una acción, o para producir un efecto determinado.

**Torque:** El par motor es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia o, dicho de otro modo, la tendencia de una fuerza para girar un objeto alrededor de un eje.

**Caudal:** Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

**Densidad:** Relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.

**Área:** Superficie acotada, que se distingue de lo que la rodea.

**Longitud:** Dimensión de una línea o de un cuerpo considerando su extensión en línea recta.

**Capacidad:** Propiedad de poder contener cierta cantidad de alguna cosa hasta un límite determinado.

**Diámetro:** Línea recta que une dos puntos de una circunferencia, de una curva cerrada o de la superficie de una esfera pasando por su centro.

**Factor de Seguridad:** El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido.

**Deformación:** En sentido estricto la deformación es unitaria, adimensional, cociente del cambio de posición entre dos puntos próximos, en acercamiento o alejamiento, respecto a la distancia elemental que los separa.

**Teoría de Von Mises:** La tensión de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión, en ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

**Máquina:** Objeto fabricado y compuesto por un conjunto de piezas ajustadas entre sí que se usa para facilitar o realizar un trabajo determinado, generalmente transformando una forma de energía en movimiento o trabajo.

**Eje tornillo:** En ingeniería mecánica se denomina tornillo sin fin a un dispositivo que transmite el movimiento entre ejes que son perpendiculares entre sí, mediante un sistema de dos piezas.

**Tolva:** Es un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros. En ocasiones, se monta sobre un chasis que permite el transporte

**Manguera:** Tubo largo de material flexible, generalmente goma, que sirve para conducir por su interior un líquido de un lugar a otro, tomándolo por uno de sus extremos y expulsándolo por el opuesto.

**Motor eléctrico:** Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

**Sistema neumático:** Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

## **1.4 Formulación del problema**

¿Cuál será la distribución de componentes y características técnicas de una máquina revocadora neumática para enlucir paredes con una capacidad 30m<sup>2</sup>/h para la empresa Campo Verde SAC?

## **1.5 Justificación e importancia del estudio**

### **1.5.1 Justificación Técnica**

En el mercado Peruano y latinoamericano ya se tienen algunas máquinas revocadoras neumáticas, sin embargo, es difícil encontrar un proceso de cálculo detallado que ayude en el diseño de tales equipos, no se cuentan con un proceso de cálculo detallado para tales equipos. Esta tesis cubrirá este vacío técnico brindando una secuencia de cálculo de diseño formal para la empresa Campo Verde S.A.C.

### **1.5.2 Justificación Económica**

La máquina revocadora neumática tiene un rendimiento mayor al de enlucido manual la cual permite una mayor ganancia a la empresa.

### **1.5.3 Justificación Ambiental**

En la situación de la región Lambayeque donde crece cada vez más la construcción de viviendas y edificios, la máquina a diseñar tiene que cumplir con las normas actuales ambientales.

## **1.6 Hipótesis**

Este tipo de investigación no es aplicable al tema

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Diseñar una revocadora neumática para enlucir paredes con una capacidad de 30m<sup>2</sup>/h para incrementar la productividad de la empresa Campo Verde SAC.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Identificar las necesidades de la empresa mediante entrevistas al personal involucrado.
- Determinar los parámetros del proceso de revocado neumático para paredes.
- Diseñar mediante el cálculo y selección de componentes electromecánicos la maquina revocadora de paredes.
- Realizar un análisis económico de la máquina incluyendo el presupuesto y la proyección económica en el tiempo del diseño y construcción del equipo.

# **Capítulo II**

## **MATERIAL Y MÉTODO**

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Tipo y diseño de la investigación**

Tipo: Aplicada

Diseño: Investigación cuasi-experimental

### **2.2 Población y muestra**

No aplicable para este tipo de investigación

### **2.3 Variables y Operacionalización**

El presente proyecto de investigación aplicada es un diseño de la ingeniería que se desarrolla utilizando una metodología. Donde se utilizará una adecuación del esquema de variables basado en el trabajo de en el área de diseño.

#### **2.3.1 Variables Independientes**

- Diseño revocadora neumática

#### **2.3.2 Variables Dependientes**

- Enlucido de pared húmedo (m<sup>2</sup>)
- Tiempo de enlucido (horas)

### 2.3.3 Operacionalización de variables

Operacionalización de las variables de la máquina revocadora (Ver Tabla N°01).

**Tabla N°01**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>INDICADOR</b>
Variable Independiente: Diseño de la máquina revocadora neumática	El diseño de máquinas es el proceso mediante el cual se define las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de una máquina	Dimensiones (mm)
		Capacidad (m <sup>3</sup> /h)
		Tipo de Material
		Potencia (kW)
Variable Dependiente: Enlucido de pared, Tiempo de enlucido	Es el revestimiento continuo de concreto que constituye la capa de terminación aplicada sobre la superficie	Enlucido de pared humedad (m <sup>2</sup> )  Tiempo (h)

### **2.3.4 Operacionalización de variables**

Operacionalización de las variables para enlucir con una maquina revocadora

## **2.4 Abordaje Metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de información**

### **2.4.1 Técnicas de recolección de datos**

Para efectos de este trabajo de investigación. Se utilizaron técnicas de recolección de datos, con el periodo de obtener la información necesaria para el logro de los objetivos del proyecto de investigación

Las técnicas que vamos a utilizar son las siguientes:

#### **A. Entrevistas:**

Esta técnica nos permitirá la obtención de información requerida para la investigación mediante la realización de preguntas realizadas por los alumnos de la Universidad Señor de Sipán a los encargados de la empresa que tienen conocimientos del requerimiento del centro poblado.

Se realiza preguntas sencillas e importantes a los trabajadores de la empresa Campo Verde SAC con la finalidad de buscar información y opciones acerca de la situación actual de la empresa.

#### **B. Información bibliográfica**

Se utilizará este método para lograr una correcta información y entendimiento acerca del proyecto a desarrollar. Las diferentes fuentes bibliográficas que se consultarán para la recopilación de información de información serán provenientes de libros, tesis, normas, catálogos, etc., para la correcta evaluación del diseño y fabricación de la máquina revocadora para la empresa Campo Verde SAC.

## **C. Análisis de documentos**

Se utilizará este método para lograr el análisis de documentos (libros, catálogos, tesis, paper, etc.), para obtener una valiosa información del diseño y entendimiento acerca del tema para la correcta evaluación del diseño de la máquina revocadora neumática para la empresa Campo Verde SAC.

### **2.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

Guía de observación.- El objetivo principal en las guías de observación que utilizaremos es para documentar datos e información que necesitamos de interés de la empresa campo verde SAC. Tales como, necesidades de la empresa, el estado en el que se encuentra, el tiempo en el que realiza sus trabajos la empresa.

- a) Entrevista.- Con respecto a una entrevista es un intercambio de opiniones, ideas mediante una conversación que se da entre una, dos o más personas con el área administrativa de la empresa campo verde SAC. donde un entrevistador es el designado para empezar con el cuestionario
- b) Cuestionario.- Se realizará una indagación para entrevistas a expertos en temas relacionados a instrumentos de máquinas revocadoras neumáticas.

### **2.4.3 Procedimientos para recolección de datos**

#### **Etapas 1: Planeamiento de objetivos de la entrevista**

Es donde establecemos los objetivos de la entrevista de forma clara y precisa para su elaboración, así mismo obtener datos específicos del gerente y de la empresa Campo Verde SAC que necesitamos para una posterior elaboración de la máquina revocadora neumática.

### **Etapa 2: Determinación del programa de la entrevista**

Se determinan las fechas para la realización de la entrevista con previa coordinación con el gerente general de la empresa Campo Verde SAC., la cual solo se realizará un día.

### **Etapa 3: Ejecución de la entrevista**

Se realizará la entrevista en el día pactado al gerente de la empresa campo verde, además sabremos desde su punto de vista que impacto le daría a su empresa al contar la maquina revocadora neumática.

### **Etapa 4: Identificar la necesidad de la empresa Campo Verde**

Se identifica la carencia de la máquina revocadora neumática y la falta que le hace a la empresa ya que con ella ahorraría tiempo en los trabajos de construcción.

### **Etapa 5: Evaluación de fabricación de la máquina**

Se realizará la evaluación de fabricación con su respectivo seleccionamiento del material y sus respectivos componentes

### **Etapa 6: Evaluación de la construcción civil.**

Se realizará la evaluación a la cantidad de obras de construcción civil que realiza anualmente la empresa Campo Verde SAC.

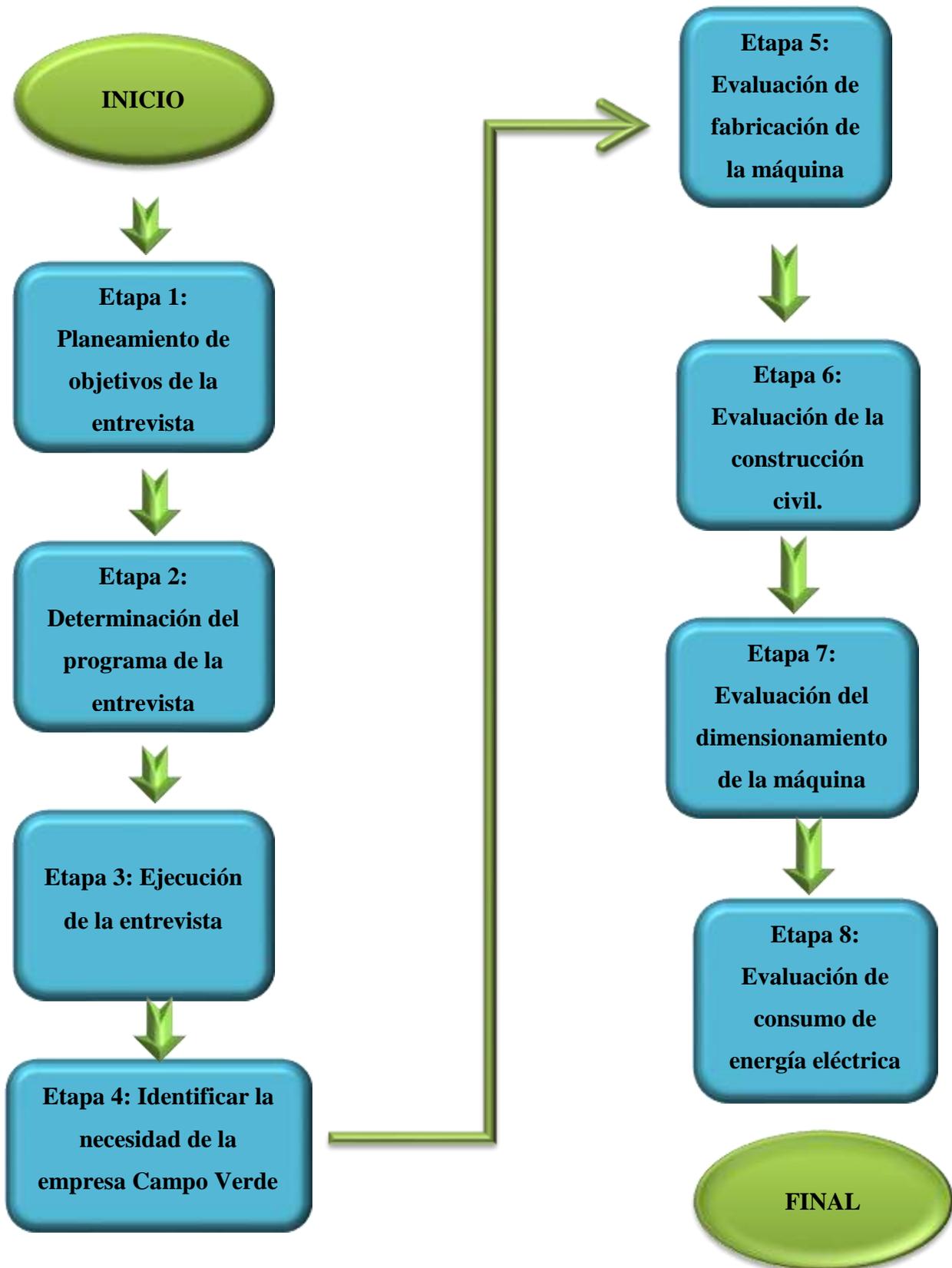
### **Etapa 7: Evaluación del dimensionamiento de la máquina**

Se realizará la evaluación de acuerdo a los datos recolectados, y se empezará con el diseño de la máquina revocadora neumática.

### **Etapa 8: Evaluación de consumo de energía eléctrica**

De acuerdo al diseño de la máquina revocadora neumática se obtendrá su potencia y posteriormente se seleccionará el motor, bien podría ser monofásico o trifásico.

Diagrama de flujo del desarrollo de actividades



## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Los datos obtenidos de las entrevistas se organizaran en cuadros de doble entrada que permitan correlacionar las respuestas a cada criterio con el nombre del entrevistado con la intención de observar tendencias en la información recolectada.

## **2.6 Principios de rigor científico**

El presente proyecto tendrá en cuenta los principios de validez, generalización, fiabilidad y replicabilidad.

### **Validez:**

Se escogerá cuidadosamente las variables relevantes y relacionadas a los problemas de investigación.

### **Generalización:**

En el paso de entrevista se intentara extraer cuidadosamente teniendo que ser planeada y ejecutada adecuadamente

### **Fiabilidad:**

Cuando se obtengan las mediciones correspondientes se revisara meticulosamente la metodología.

### **Replicabilidad:**

Los protocolos y métodos estarán orientados a favorecer la repetición de la experiencia con resultados en trabajos de investigación posteriores.

## **2.7 Aspectos éticos**

### **2.7.1 Principios éticos**

Este presente trabajo de investigación estará valido en términos éticos por dos documentos fundamentales: Código de ética del Colegio de Ingenieros (CIP, 1999) y el Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS, 2017)

## **Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)**

Este documento (Ver Anexo N°1) el objetivo principal es establece los lineamientos a proseguir por parte del ingeniero en su relación con la sociedad, el público y colegas en el ejercicio de su profesión, todo esto está en dirección a su desenvolvimiento y competencia dentro de la profesión. Es así que en sus primeros artículos se mencionan a la letra:

“Art.1.- Los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales”.

Art. 4.- Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporados por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, maquinas, productos y procesos. Por ninguna razón podrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta a paz y la salud.

## **Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán**

En este texto el código se enfoca con respecto a delimitar la ética y su aplicación en el quehacer de investigación universitaria (Ver Anexo N°2). Así mismo primordialmente presenta los principios y deberes éticos, y el consentimiento para uso de información, las políticas antiplagio y los procedimientos de sanciones. A continuación, brevemente un extracto de las primeras páginas de este documento

### **ART. 1º: Finalidad**

El Código de Ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la intimidad, la dignidad y el bienestar de la(s) persona(s) que participan en una actividad de investigación Científica, Tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.

### **ART. 28º: El INDECOPI**

Diferencia entre plagio servil y plagio inteligente. El primero tiene lugar cuando una obra ajena es presentada como propia, lo que significa que se le ha transcrito cambiando sólo el título y nombre del autor, sin modificar su contenido. El segundo tiene lugar cuando se pretende hacer pasar como propia una obra ajena, introduciendo solo algunas variaciones en el texto. También constituye una infracción cuando una obra se ha publicado sin permiso del autor; o si se han eliminado o modificado algunas partes de la misma.

# **Capítulo III**

## **RESULTADOS**

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 Necesidades de la Empresa**

Se realizaron entrevistas al personal de la Empresa Campo Verde SAC para evaluar las necesidades relacionadas para el diseño de la máquina revocadora. El formato vacío de la entrevista realizada se puede encontrar en (Ver Anexo N°5). Las entrevistas completadas se encuentran en (Ver Anexo N°6). Se realizaron 5 entrevistas al personal de la empresa incluyendo al Gerente General, Gerente Administrativo, Supervisor de Obras, y Operarios.

El resumen de las respuestas se muestra en (Ver Tabla N°02). De estas tablas se puede inferir información relevante para la determinación final de los rangos de características del equipo en las especificaciones iniciales de ingeniería. A continuación se brindan estas conclusiones.

**Pregunta N° 1: ¿Cuántas horas tarda un operario promedio en enlucir una pared de aproximadamente 30m<sup>2</sup>?**

Entre 10-15 horas.

**Pregunta N° 2: ¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?**

2 operarios

**Pregunta N°3: ¿Cuál es el rango promedio de área diaria que se manejan en la empresa?**

10m<sup>2</sup> al día.

**Pregunta N°4: ¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?**

Ningún trabajador mostro conocimiento del tema.

**Pregunta N°5: ¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?**

Sí.

**Pregunta N°6: ¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)**

Que la maquina sea Semi-automática para la ergonomía del trabajo.

**Pregunta N°7: ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?**

El espacio que ellos requieren es de aproximadamente 1mx50cmx70cm para facilitar el transporte.

**Pregunta N°8: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?**

Entre S/4500- S/5000 nuevos soles.

**Tabla N°02:** Resumen de entrevistas realizadas al personal de la empresa Campo Verde S.A.C. para determinación de necesidades

Entrevistas					
Preguntas	Elvis Morales Márquez (Gerente General)	José Alfredo Morales Márquez (Gerente Administrativo)	Ángel Fernández Estrella (Supervisor)	Jahir Spencer García Gaona (Operario)	José Luis Rodríguez Cruz (Operario)
¿Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente 30m <sup>2</sup> un operario promedio?	Aproximadamente se tardan de 4-10 horas al día en enlucir una pared	Aproximadamente se tardan de 10-15 horas al día en enlucir una pared	Aproximadamente se tardan de 10-15 horas al día en enlucir una pared	Aproximadamente se tardan de 10-15 horas al día en enlucir una pared	Aproximadamente se tardan de 10-15 horas al día en enlucir una pared
¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?	2 operarios de requieren para enlucir una pared	2 operarios de requieren para enlucir una pared	2 operarios de requieren para enlucir una pared	2 operarios de requieren para enlucir una pared	2 operarios de requieren para enlucir una pared
¿Cuál es el rango promedio de área diaria que se manejan en la empresa?	El promedio alcanzado de trabajo de la empresa es de 10m <sup>2</sup>	El promedio alcanzado de trabajo de la empresa es de 10m <sup>2</sup>	El promedio alcanzado de trabajo de la empresa es de 10m <sup>2</sup>	El promedio alcanzado de trabajo de la empresa es de 10m <sup>2</sup>	El promedio alcanzado de trabajo de la empresa es de 10m <sup>2</sup>
¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?	No	No	No	No	No

**Tabla N°02:** Resumen de entrevistas realizadas al personal de la empresa Campo Verde S.A.C. para determinación de necesidades  
(Continuación)

Entrevistas  Preguntas	Elvis Morales Márquez (Gerente General)	José Alfredo Morales Márquez (Gerente Administrativo)	Ángel Fernández Estrella (Supervisor)	Jahir Spencer García Gaona (Operario)	José Luis Rodríguez Cruz (Operario)
	¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?	Si	Si	Si	Si
¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)	Semi-Automática	Semi-Automática	Semi-Automática	Semi-Automática	Semi-Automática
¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?	Esta bien el aproximado de las medidas	El espacio de trabajo sería (1,20mx60cmx80cm)	Aproximadamente está bien esa medida	Estoy desacuerdo con el aproximado de esa medida	Aproximadamente estas mediadas están bien
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?	4500 - 5000, nuevos soles	4500 - 5000, nuevos soles	4500 - 5000, nuevos soles	4500 - 5000, nuevos soles	4500 - 5000, nuevos soles

**Fuente:** Propia (Ver Anexo N°6)

### **3.2 Recomendaciones de diseño para máquina revocadora neumática**

Finalizada la búsqueda de los documentos de normativas asociadas al diseño de máquinas revocadoras, se encontró que la información es escasa. Esto se debe a que las informaciones de las máquinas son de uso restringido. Se optó por recopilar información de recomendaciones de diseño que hallamos en artículos científicos y algunas publicaciones de institutos interesadas en máquinas revocadoras neumáticas. Se muestra el resumen de lo obtenido en (Ver Tabla N°03).

**Tabla N°03***Características de diseño de la revocadora neumática***Fuente:** Propia

<b>CARACTERISTICAS DE DISEÑO</b>	<b>RECOMENDACIONES DE DISEÑO</b>	<b>FUENTE</b>
<b>MATERIAL</b>	Es preferible que la máquina revocadora emplee cemento Portland tipo 1 y acelerantes de fragua, que ayuden con la ganancia de resistencia temprana a la compresión del material proyectado.	Tengan, 2011
	Se recomienda el uso de fibras sintéticas en el concreto lanzado junto a un sistema de mezcla húmeda permite una mejor calidad y durabilidad de los revestimiento de concreto.	Martínez, 2011
<b>TECNICA</b>	Para el cálculo de las velocidades del transportador donde se utilizan tipos especiales de tornillos, tales como paso corto, vuelos cortados, vuelos cortados y plegados y / o vuelos de cinta, La capacidad equivalente entonces se encuentra por multiplicando la capacidad requerida de pasos de Paso = Diámetro del tornillo, Paso = $\frac{2}{3}$ Diámetro del tornillo, Paso = $\frac{1}{2}$ Diámetro del tornillo, Paso = $1\frac{1}{2}$ Diámetro de tornillo.	CEMA, 2012
	Este diseño y aplicación denominado morteros de larga vida (MLV) de 12 horas útil, se buscó agregado fino que cumpla con las características recomendadas por la norma ASTM, se obtuvo que para el cliente fue de 36 no de 12 horas.	Julia, 2010
<b>GEOMETRIA</b>	La máquina pulverizadora está diseñada de acuerdo con las condiciones de trabajo, la estructura y las dimensiones, incluido el grosor y el tamaño de la sección. Durante la situación de carga, la resistencia y la rigidez de los componentes son claves.	Design and Research of Concrete Spraying Machine (Song Hui)
	Se recomienda que la velocidad del hormigón proyectado de mezcla húmeda en la expulsión de la boquilla es generalmente alrededor de 65 a 100 pies / s (20 a 30 m / s).	Schallom, 2003
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	Capacidades de compresor de aire requeridas, es del diámetro de entrega en pulgadas 1, $1\frac{1}{4}$ , $1\frac{1}{2}$ , 2, $2\frac{1}{2}$ para las capacidades del compresor de aire en CFM a 100 PSI de 300, 450, 600, 750 y 1000 respectivamente.	Koski, 1993
	El sistema se requiere que sea hermético para evitar contaminación del medio ambiente con el material que se está tratando.	Giraldo, 2010

### 3.3 Especificaciones Ingenieriles

Habiendo determinado la necesidad de la empresa, se consigna de manera ingenieril los requerimientos del cliente con sus respectivas unidades y limitaciones, si es que existen para cada subfunción definida por las conclusiones de las entrevistas realizadas. A continuación, se muestra en (Ver Tabla N°04) con las especificaciones ingenieriles de acuerdo a las necesidades de los clientes y características propuestas por el autor.

**Tabla N°04**

*Especificaciones ingenieriles*

**Fuente:** Propia

SUBFUNCION	CARACTERISTICAS INGENIERILES	UNIDADES	LIMITES
<b>Peso de la máquina</b>	Peso del sistema	kilogramo	$\leq 100$ $\leq 200$
<b>Tamaño de la máquina</b>	Dimensiones	Metros	Largo: $1.20 \leq l \leq 1.50$ Altura: $0.60 \leq h \leq 1.30$ Ancho: $0.60 \leq a \leq 0.80$
<b>Arranque de motor</b>	Tiempo de arranque	Segundos	$\leq 5$
<b>Capacidad de área de enlucido/hora</b>	Área de enlucido	Metros cuadrados	$20 \leq m^2 \leq 50$
<b>Operatividad</b>	Fácil uso, ergonomía, seguridad y mantenimiento.		

### 3.4 Diseño conceptual

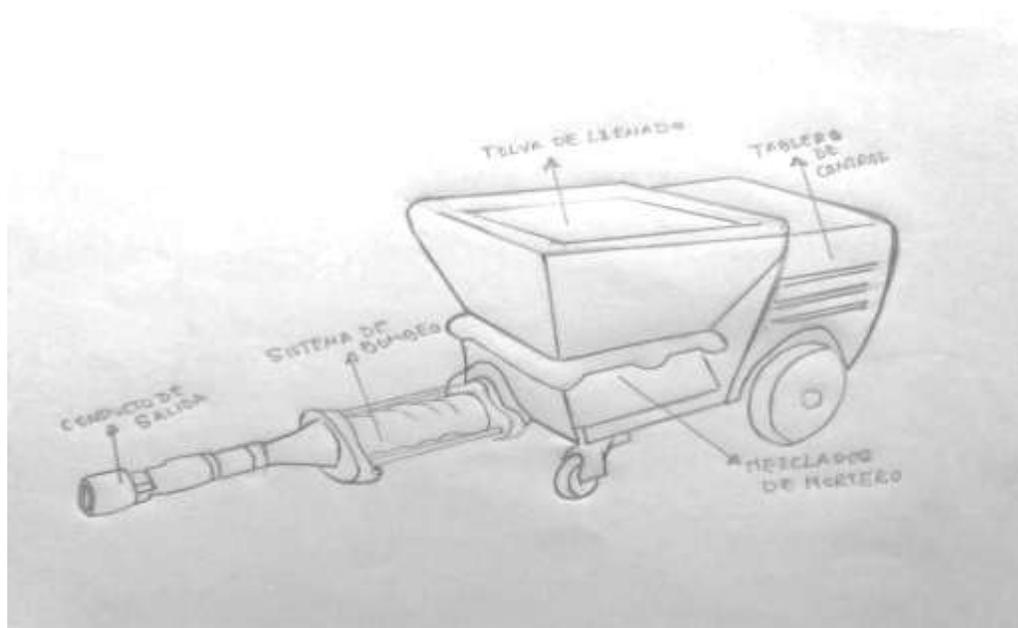
Se generarán 5 posibles alternativas capaces de brindar una solución a la necesidad de la empresa.

#### Concepto 1: Bomba transportadora y lanzadora de mortero PFT SWING L

El modelo PFT SWING L está basado en el concepto comercial desarrollado por la empresa The Flow of Productivity (PFT, 2018). Bomba transportadora universal y opcionalmente con velocidad fija o variable. Esta máquina está elaborada para proyectar concreto y tiene una capacidad de 0,7-9,6m<sup>3</sup>/h que se muestra en (Ver Figura N°37).

Este concepto permite una maquina manejable, ligera y compacta de rápida limpieza y fácil mantenimiento, tiene gran distancia y altura de transporte con unidad de control integrada y opcional mando a distancia eléctrico.

Su desventaja es que tiene una tolva reducida, puede proyectar solo en vía húmeda, su tolva es de plástico y puede revocar áridos no más de 5mm por su poca capacidad de bombeo.



**Figura 37.** Lanzadora de mortero PFT SWING L

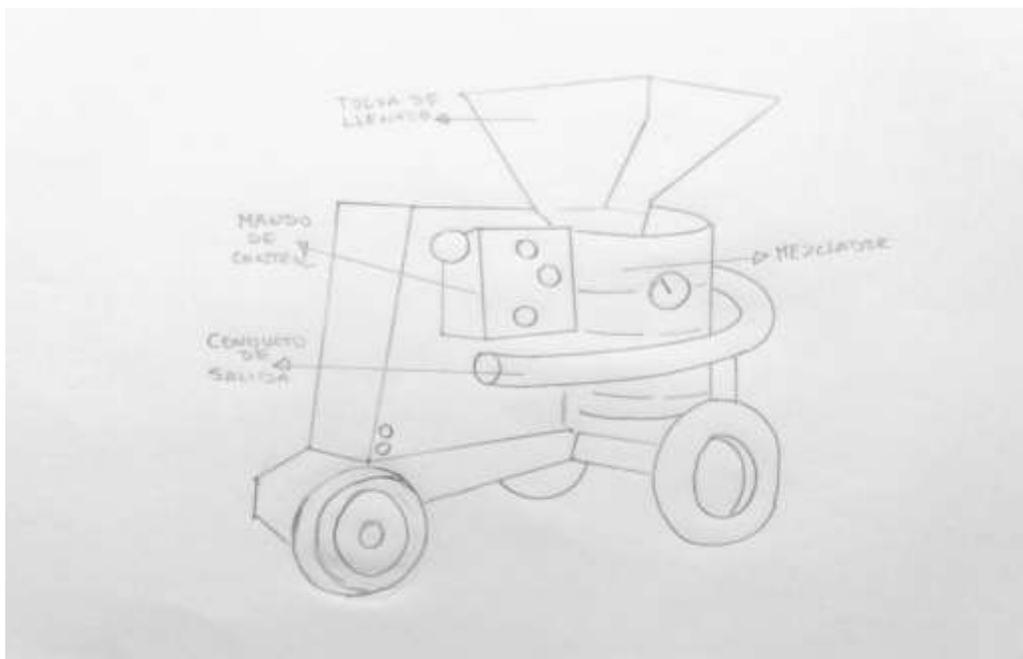
**Fuente:** The Flow of Productivity Germany (PFT, 2018)

## Concepto 2: Máquina Lanzadora de concreto Aliva-257 SIKA

El equipo ALIVA-257 está basado en el concepto comercial desarrollado en la empresa Group Sika (Sika Schweiz, 2017). Esta máquina está elaborada eficientemente en pequeños trabajos de enlucidos en edificaciones como también en grandes estabilizaciones de taludes, permite trabajar económicamente sin largos tiempos de paro con desgaste bajo, tiene una capacidad de trabajo es de 27L/min. El equipo se puede proyectar concreto seco en cantidades menores o mayores que se muestra en (Ver Figura N°38).

Tiene una superación de distancia de transporte de concreto larga, así como altas (en seco), es ligera y compacta, tiene regulación continua de caudal con convertidor de frecuencia y tolva vibradora.

Su desventaja de este sistema es el uso para el mortero en vía seca, no usa el sistema dual de seca y húmeda, por lo tanto genera una pérdida de trabajo ya que algunas máquinas de mortero proyectado "Shotcrete" pueden trabajar con los dos tipos de productos.



**Figura 38.** Lanzadora de mortero Aliva-257 SIKA

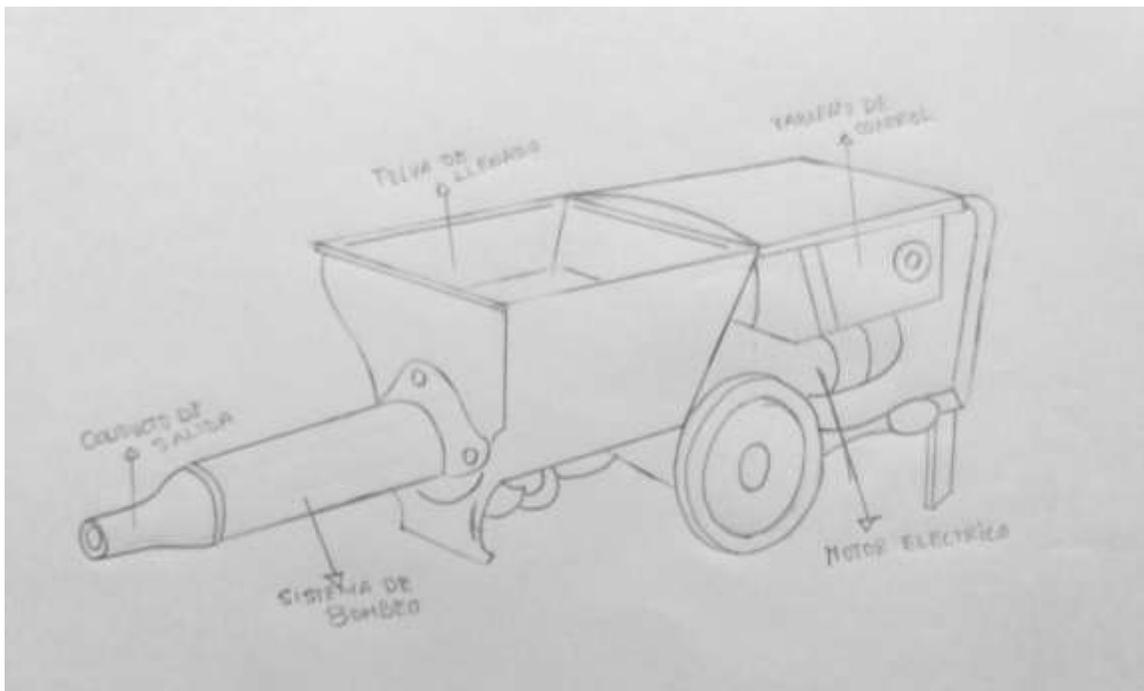
**Fuente:** Group Sika (www.sika.com, 2018)

### Concepto 3: Bomba transportadora y lanzadora de mortero PFT ZP3 XL

El modelo PFT ZP3 XL está basado en el concepto comercial desarrollado en la empresa The Flow of Productivity Alemania (PFT, 2018). Este equipo de mortero bombea el material previamente preparado, su fuerte son los morteros de albañilería, revocos y autonivelantes su capacidad de trabajo es de 4-8L/min que se muestra en (Ver Figura N°39.)

Tiene gran potencia en distancia de transporte, caudal regulable de forma continua, unidad de mando integrada y compatible a distancia, mantenimiento y limpieza mínimos con desmontaje rápido de la bomba.

Su desventaja es que sus dimensiones son muy grandes (largo 2,225mm-ancho725mm-alto 745) y su peso es de 238 kg que es muy elevada.



**Figura 39.** Lanzadora de mortero PFT ZP3 XL

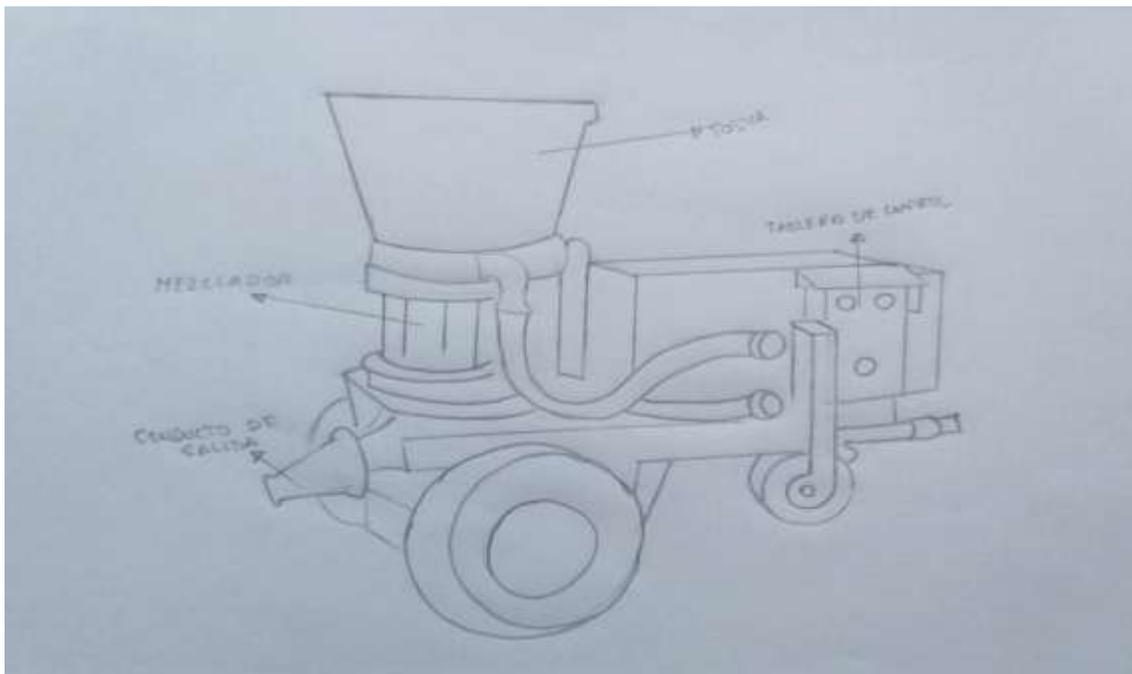
**Fuente:** The Flow of Productivity Germany (PFT, 2018)

### Concepto 4: Máquina de hormigón proyectado SSB02

El origen de este modelo SSB02 se fabrica en la compañía FILAMOS SRL (Filamos, 2018) que se dedica a la actividad de fabricación y diseño para la construcción y minería. La máquina de hormigón proyectado SSB02 tiene una capacidad de trabajo de 0,5-3m<sup>3</sup>/h equipada con un motor eléctrico de dos velocidades, trabaja tanto para mezcla húmeda y seca que se muestra en (Ver Figura N°40).

Es una máquina es de uso universal y de fácil manejo y mantenimiento, tiene regulación continua de potencia con correa de transmisión que impide daños a tracción en caso de una parada inesperada de la máquina, funcionamiento de bajo coste.

Su desventaja de esta máquina de hormigón proyectado es que está equipada con un motor eléctrico y está destinada para trabajar en los lugares donde no exista riesgo con explosión de metano, ya que existe el riesgo de utilizar máquinas de hormigón proyectado con el motor de turbina de aire.



**Figura 40.** Máquina de hormigón proyectado SSB02

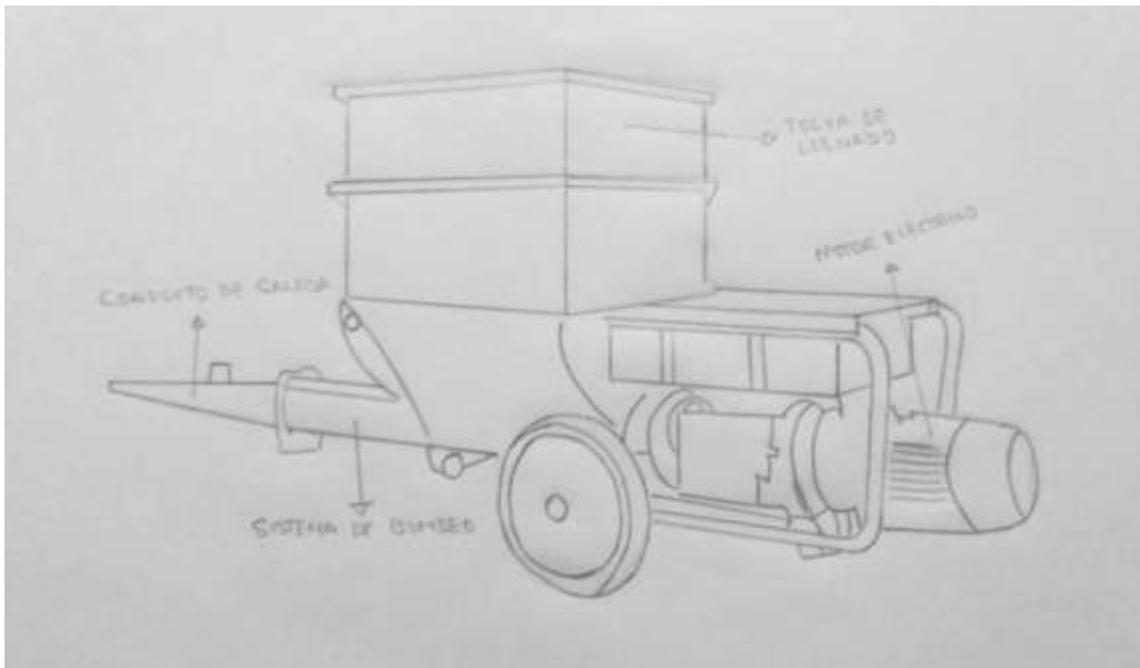
**Fuente:** FILAMOS SRL ([www.filamos.es](http://www.filamos.es))

### Concepto 5: Bomba de mortero ZN-12

La bomba de mortero V2 es fabricada por la compañía UTIFORM que produce bombas de alta tecnología (UTIFORM, 2017), la capacidad de la bomba de mortero es de 0-60L/min, la regulación de la capacidad se realiza mediante el convertidor de frecuencia, tiene un tablero de operación montado en el bloque de la bomba de mortero que se muestra en (Ver Figura N°41).

Puede bombear concreto líquido o pastosas de hasta 16mm, tiene pisos autonivelantes, tiene gran distancia de transporte, caudal regulable, el mantenimiento y limpieza son mínimos, unidad de mando integrada y tolva vibratoria.

Su desventaja Su desventaja es que sus dimensiones son muy altas (largo 2,540mm-ancho 1150mm-alto 1220) y su peso es de 750 kg que es muy elevada. Recomendable para trabajos en edificios de alta envergadura por su elevada capacidad.



**Figura 41.** Bomba de mortero

**Fuente:** UTIFORM ([www.utiform.com](http://www.utiform.com))

Mediante una matriz de selección se escogió la alternativa optima ponderada de la teoría de Eggert (Ver Tabla N°05) bajo los criterios de diseño, evaluación, mantenimiento y costos. La matriz de selección para la puntuación muestra en la segunda columna derecha los criterios de evaluación, los cuales determinaran la alternativa de solución ideal. A los criterios se le asigna un valor numérico, según la importancia de cada uno, la puntuación que se asigna a cada alternativa de diseño fue dada de la siguiente manera, insatisfecho (1), poco satisfecho (2), satisfecho (3), muy satisfecho (4), complicado (5).

**Tabla N°05**

*Puntuación de grado de Satisfacción para la matriz de Selección*

**Fuente:** Propia

<b>Puntuación</b>	<b>Grado de Satisfacción</b>
5	Complacido
4	Muy Satisfecho
3	Satisfecho
2	Poco Satisfecho
1	Insatisfecho

**3.5 Selección Alternativa**

Se selecciona una maquina revocadora neumática con soporte en base a los criterios y resultados obtenidos mediante una matriz de selección que se muestra a continuación en (Ver Tabla N°06) en la página siguiente.

**Tabla N°06:** Matriz de Selección Ponderada de Conceptos Alternativos

<b>MÁQUINA REVOCADORA NEUMÁTICA</b>		<b>Concepto 1</b>		<b>Concepto 2</b>		<b>Concepto 3</b>		<b>Concepto 4</b>		<b>Concepto 5</b>	
<b>CRITERIO</b>	<b>Importancia (%)</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>								
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	15	3	0.45	2	0.30	2	0.30	3	0.45	2	0.30
<b>MANTENIMIENTO</b>	20	4	0.80	2	0.40	1	0.20	2	0.40	3	0.60
<b>DISEÑO</b>	30	4	1.20	3	0.90	2	0.6	1	0.30	2	0.60
<b>TECNOLOGÍA</b>	20	3	0.60	2	0.40	3	0.60	2	0.40	2	0.40
<b>COSTO</b>	15	3	0.45	3	0.45	1	0.15	2	0.30	2	0.30
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>3.50</b>		2.09		1.85		1.85		2.20

**Fuente:** Propia

### **3.6 Diseño de configuración**

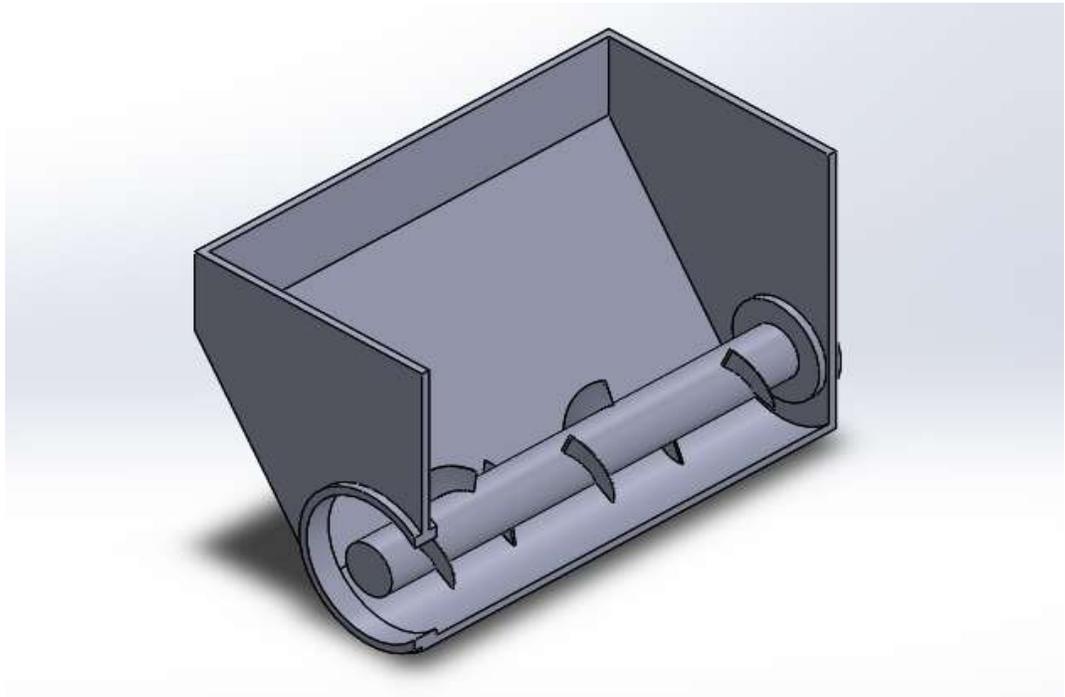
Se elaboró una serie de bocetos con la finalidad de encontrar la mejor opción para cumplir con el objetivo de soportar las cargas y esfuerzos a los cuales se encuentran todo el componente de la máquina. Para este fin se realizó el diseño de configuración general de la máquina revocadora neumática en el diseño del eje tornillo transportador.

#### **3.6.1 Alternativas de configuración**

En este proceso de selección de configuración detallaremos los diagramas para un equipo óptimo, se propone alternativas para las partes más importantes de la revocadora neumática. Las configuraciones se muestran en las Figuras N°42 a la N°44

##### **3.6.1.1 Configuración "A"**

Esta alternativa de diseño consiste en un tornillo transportador de paletas y se usa para mezclar por completo o remover el material. Las paletas se pueden soldar de forma fija en su lugar o inclinación ajustable, hay mayor acción de agitación en la mezcla, el cual debido a la forma y movimiento de las paletas será el elemento mecánico que realizará el trabajo. La forma de las paletas en espiral helicoidal se construye con la ayuda de una máquina soldadora o se fábrica con un solo tramo de chapa que se muestra en (Ver Figura N°42).

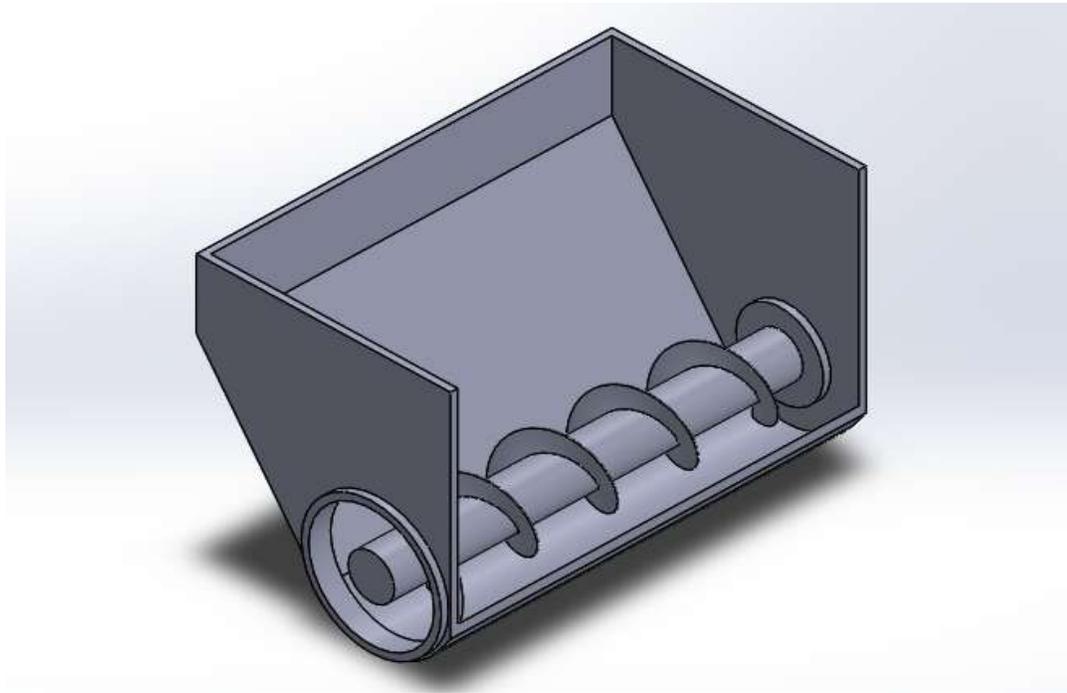


**Figura 42.** Eje tornillo transportador tipo paletas

**Fuente:** Propia

### **3.6.1.2 Configuración "B"**

Esta alternativa de diseño consiste en un transportador más común que sirve para impulsar unas amplias variedades de productos, el cual debido a la forma y movimiento del eje tornillo transportador cónico se utiliza para proporcionar una extracción uniforme del material. La forma de la espiral cónica se construye con la ayuda de una máquina que la fábrica con un solo tramo de chapa, y se visualiza en la siguiente (Ver Figura N°43).

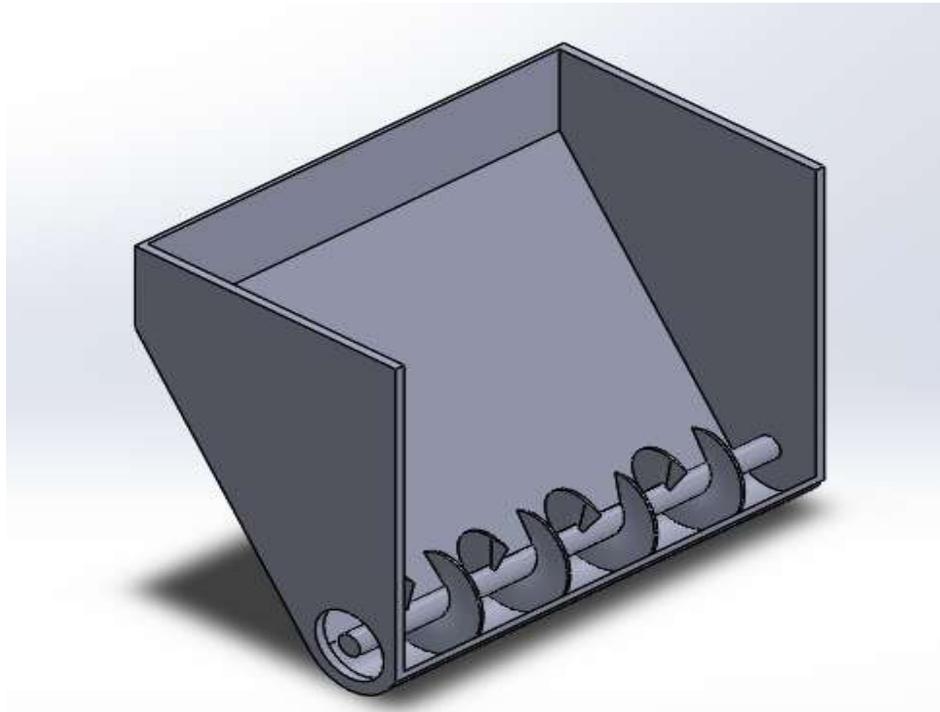


**Figura 43.** Eje transportador de concreto continuo

**Fuente:** Propia

### **3.6.1.3 Configuración "C"**

Esta alternativa de diseño consiste en el tornillo transportador de vuelo interrumpido que se usa para mezclar sustancias pegajosas o viscosas y que ofrece mejor rendimiento y consistencia de flujo en la mezcla de mortero, el cual debido a la forma y movimiento del tornillo transportador será el elemento mecánico que realizará la mezcla e impulso del material. La forma del eje tornillo de vuelo interrumpido se construye con la ayuda de una máquina que la fábrica con un solo tramo de chapa que se muestra en (Ver Figura N°44).



**Figura 44.** Eje transportador de concreto de vuelo interrumpido

**Fuente:** Propia

En la Tabla N°06 se muestra la matriz de selección para esta configuración. A los diferentes criterios se le fue asignando una ponderación según la importancia de cada uno, la puntuación que se asignó a cada concepto: insatisfecho (1), poco satisfecho (2), satisfecho (3), muy satisfecho (4), complicado (5). , y la puntuación ponderada se obtuvo multiplicando el porcentaje (%) por la puntuación dividido entre el total del porcentaje final de criterios. Se obtuvo que la Configuración N° 2 es la más óptima para el diseño del eje tornillo transportador, ya que presenta características superiores en los criterios, con respecto a las otras dos. Por lo tanto, la configuración seleccionada para el eje tornillo transportador será la base de solución para el diseño paramétrico.

### 3.6.2 Selección alternativa del diseño de configuración

Se tomaron en cuenta los criterios para el diseño del eje tornillo transportador con los indicadores y el grado de satisfacción (Ver Tabla N°07).

**Tabla N°07:** Indicadores y grado de satisfacción

INDICADORES	
CRITERIOS	PONDERADO
TAMAÑO	30
MANTENIMIENTO	30
COSTO	40

GRADO DE SATISFACCION	PUNTUACION
Complicado	1
Muy Satisfecho	2
Satisfecho	3
Poco Satisfecho	4
Insatisfecho	5

**Fuente:** Propia

Obtenemos como criterios a evaluar lo siguiente.

**Tamaño:** se consideró este criterio que permite evaluar las dimensiones de la máquina para un diseño estratégico con el propósito de reducir el peso y la robustez.

**Mantenimiento:** se observó este criterio debido a la necesidad de realizar a la máquina un correcto mantenimiento cuando sea necesario.

**Costo:** este criterio permite evaluar como generaría el coste de la fabricación de eje transportador.

Mediante los indicadores a través del diseño de configuración la matriz ponderada óptima fueron elegidos de acuerdo al criterio más notable adquirido de las entrevistas realizadas a la empresa Campo Verde SAC (Ver Tabla N°08).

A continuación, se muestra la configuración número 2 ganadora por la matriz de selección que fue una buena alternativa por sus buenos criterios de ofrecía para el diseño del eje tornillo transportador.

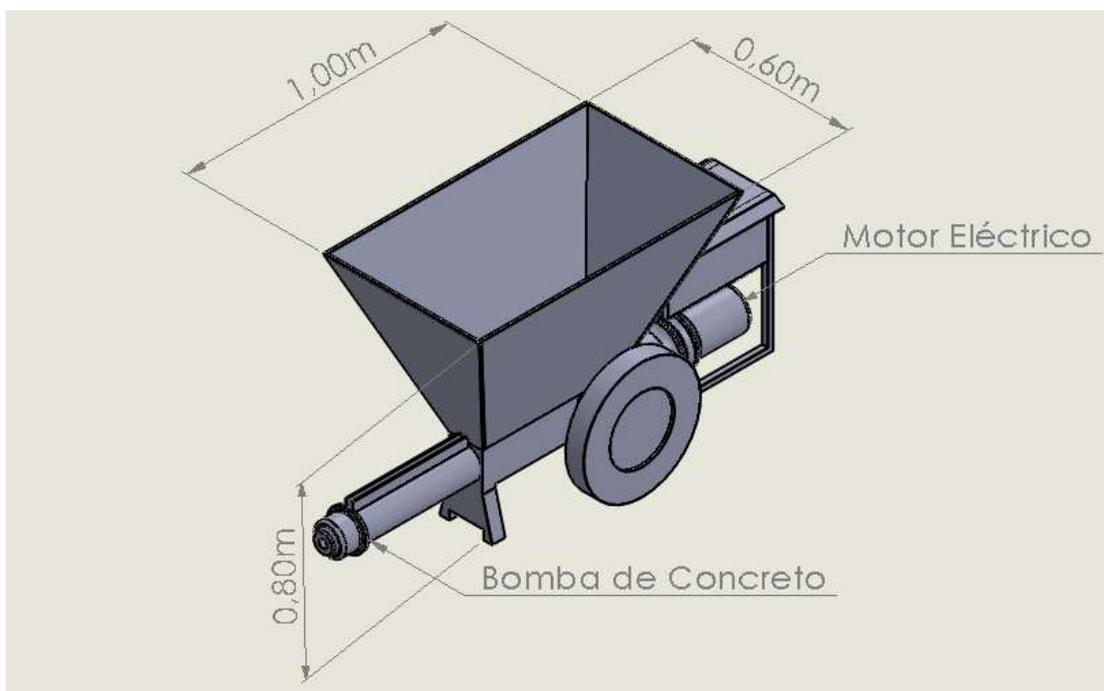
**Tabla N°08:** Matriz ponderada de selección de diseño del eje tornillo transportador

<b>DISEÑO DEL EJE TORNILLO</b>		<b>CONFIGURACION DE DISEÑO</b>					
<b>TRANSPORTADOR</b>		<b>CONFIGURACION N°1</b>		<b>CONFIGURACION N°2</b>		<b>CONFIGURACION N°3</b>	
<b>CRITERIOS</b>	Ponderado (%)	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación
TAMAÑO	30	3	0,9	3	0,9	3	0,9
MANTENIMIENTO	30	3	0,9	4	1,2	2	0,6
COSTO	40	4	1,6	5	2,0	4	1,6
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>3,4</b>		<b>4,1</b>		<b>3,1</b>

**Fuente:** Propia

### 3.7 Dimensionamiento de la maquina

Luego de concluir el diseño conceptual y de configuración se comenzó a especificar las dimensiones generales del equipo según las recomendaciones de diseño que se muestran en la Tabla N°03 y las especificaciones de ingeniería que se muestra en la Tabla N°04. En la Figura N°45 se muestra el concepto ganador del diseño de configuración con las dimensiones conferidas ya ubicadas.



**Figura 45.** Dimensionamiento de la Revocadora Neumática

**Fuente:** Propia

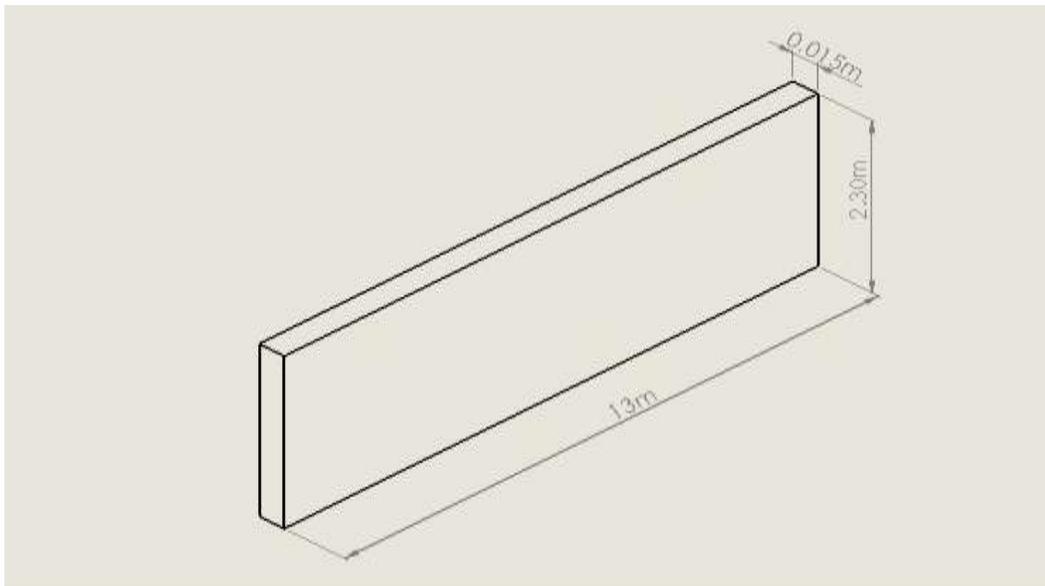
La longitud y altura de la maquina revocadora neumática se realizó por medio de ayuda de las entrevistas y criterio de ingeniería.

La dimensión total de la maquina revocadora neumática se optó por el largo, ancho y alto (1,20m-0,60m-0,80m) por medio de las entrevistas realizadas a la empresa Campo Verde SAC (Ver Tabla N°02).

La geometría de la tolva se tomó el largo, ancho y alto (1,00m-0,60m-0,60m) y (Ver Anexo N°10).

### 3.7.1 Dimensionamiento de la capacidad de enlucido

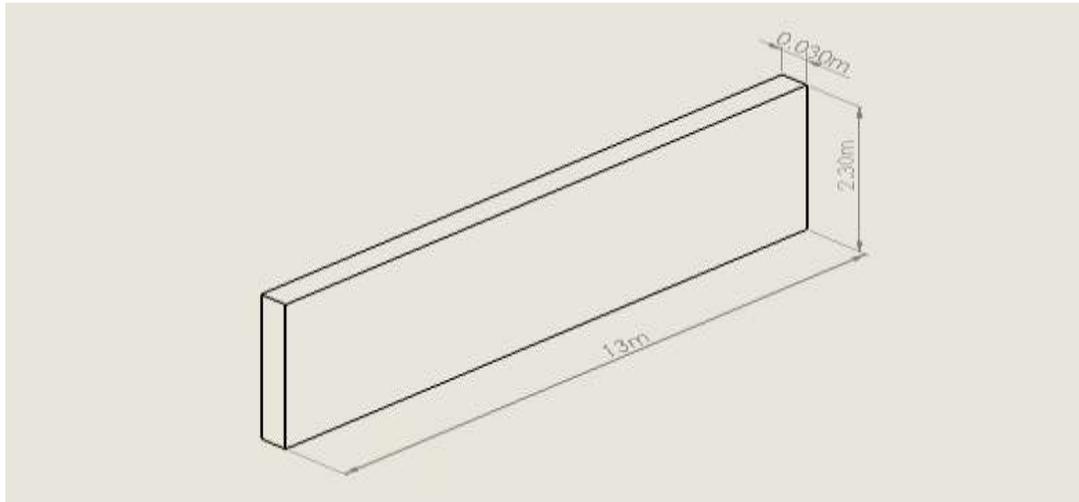
Según el reglamento nacional de edificaciones, las viviendas unifamiliares en su forma inicial son de 16, 25 y 40 m<sup>2</sup> (Ver Anexo N°4), donde aproximamos que nuestra maquina sea de 30m<sup>2</sup> de área a enlucido. Ahora si calculamos el volumen de material a usar en el enlucido, el espesor de la capa cemento es de 15mm según la organización internacional de trabajo (Ver Anexo N°3), que resulta un volumen de 0,45m<sup>3</sup> (Ver Figura N°46).



**Figura 46.** Volumen requerido de enlucido 0.45m<sup>3</sup>

**Fuente:** Propia

Pero a la hora de proyectar el concreto en el área a enlucir, dado que al momento de pasar la regla para lograr uniformidad este se estimó por criterio ingenieril un espesor de 30mm, donde el volumen total será de 0.9m<sup>3</sup> aproximadamente para el trabajo de acabado final (Ver Figura N°47).



**Figura 47.** Volumen requerido total de enludido  $0.90\text{m}^3$

**Fuente:** Propia

Como las maquinas que se investigaron tiene una capacidad de 0.5, 0,9, 3, 8, 20, 30  $\text{m}^3/\text{h}$ , determinamos que nuestra maquina tenía que ser de  $0.90\text{m}^3/\text{h}$  aproximadamente.

Iniciamos investigando que el componente que impulsaba el concreto al volumen requerido era la bomba de concreto (Bomba Rotor Stator), elegimos una de 16 L/min que es  $0,9\text{m}^3/\text{h}$  que nuestra maquina requería. Asimismo, nuestra caja negra esta como diseño principal el eje tornillo transportador y necesitamos que este sea capaz de transportar  $0,90\text{m}^3$  en una hora. Aquí comienza las incógnitas para realizar todos los cálculos para este diseño propuesto.

### 3.8 Diseño Paramétrico del tornillo Transportador

Se utilizó para el diseño y los datos (Ver Tabla N°01). Como se puede apreciar se parametrizaron de las variables: Diámetro del eje, diámetro del tornillo, Factor de seguridad y Von Mises. Los modelos matemáticos que se usaron en esta parte se pueden observar en (Ver Anexo N°12), Las Ecuaciones en la (sección 1.3.9), del (1) a (92) de estas ecuaciones se obtuvo la ecuación (9) y (10) las cuales nos facilitaron la parametrización y sirvieron para el desarrollo de la GUI.

$$C = rpm * \left( \frac{0.7854 * (D_S^2 - D_P^2) * P * K}{1728} \right)$$

Para la Relación del diámetro del tornillo y el Paso del tornillo (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012-pág. 16)

$$r = 1.5 \text{ Pulg.}$$

Porcentaje de carga a criterio ingenieril

$$K = 1.20 \text{ (adim.)}$$

**Dónde:**

- **C** : Capacidad del transportador (**Pie<sup>3</sup>/h**)
- **D<sub>S</sub>**: Diámetro del tornillo (**Pulg**).
- **D<sub>P</sub>** : Diámetro del eje (**Pulg**).
- **P** : Paso del tornillo (**Pulg**).
- **K** : Porcentaje de carga a criterio ingenieril (**adim.**).

**Diámetro del tornillo**

De acuerdo a la bibliografía revisada, se puede observar que los cinco diámetros estándares para la parametrización son de (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5) pulgadas y las relación adimensionales de (1, 1.5, 2, 0.67) establecidos por el manual de diseño del tornillo transportador (Ver Anexo N°9).

**Diámetro del eje del tornillo**

Se puede observar (Ver Tabla N°9) el diámetro elegido del eje de las dimensiones estándares para la parametrización (1, 1.25, 1.5, 1.75) pulgadas.

**Tabla N°09**

*Diámetro del eje tornillo*

Fuente: Propia

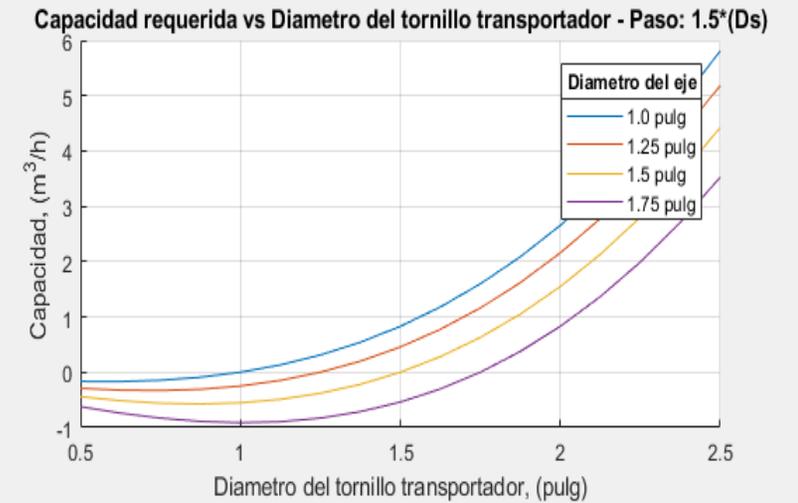
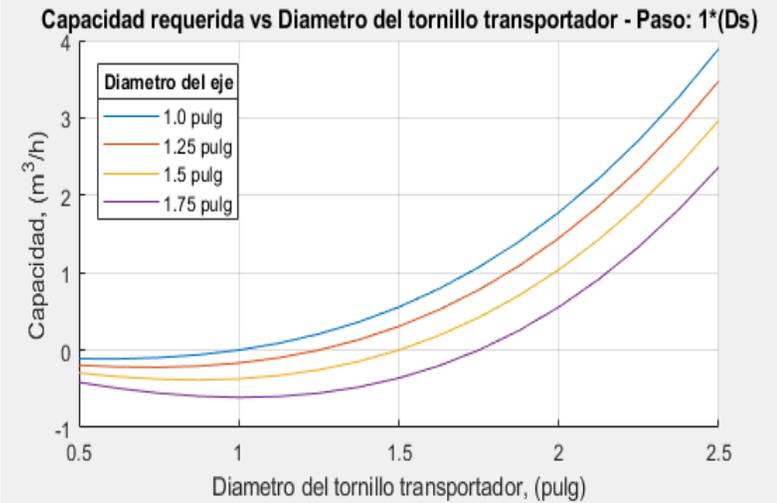
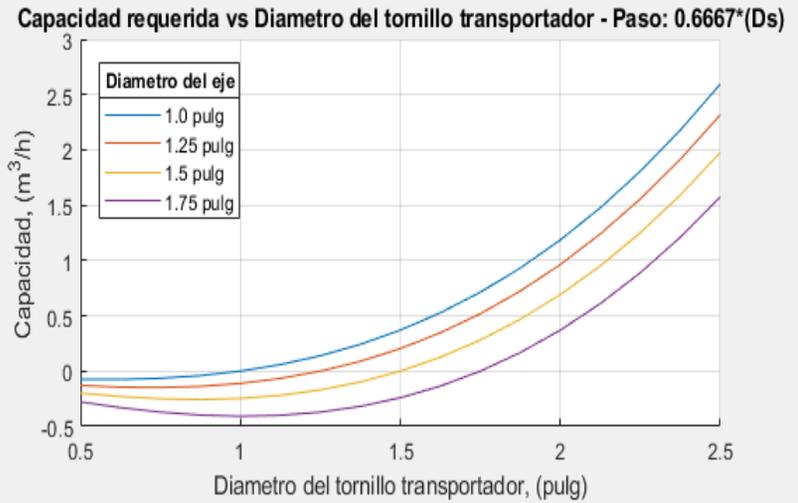
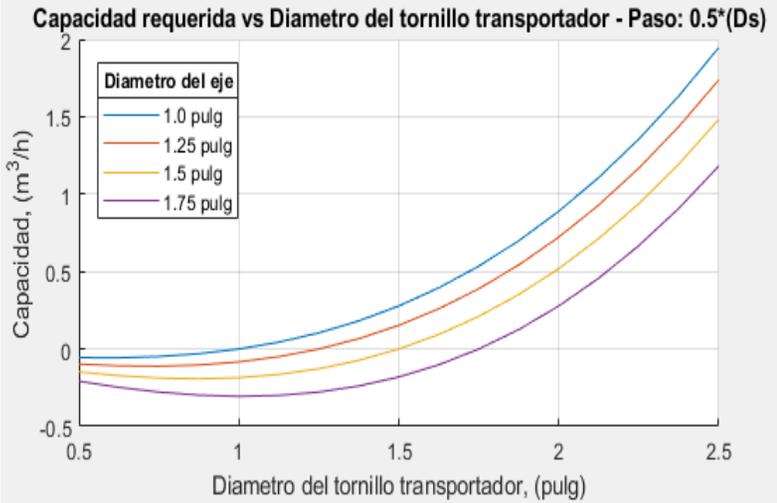
PASOS DS (Pulg.)	DIAMETRO DEL TORNILLO (Pulg.)	CAPACIDAD D (m <sup>3</sup> /h)	DIAMETRO DEL EJE (Pulg.)
0.5	2	0.90	1
0.667	2	0.96	1.25
1	2	1.06	1.5
1.5	2	0.81	1.75

En los siguientes gráficos me muestra la parametrización de los resultados de los diámetros con las dimensiones del tornillo transportador que se muestran en (Ver Figura N°49).



Figura 48. Análisis del tornillo transportador - MatLab-GUI

Fuente: Propia



**Figura 49.** Grafica paramétrica para la selección del diametro del eje.

**Fuente:** Propia

### 3.8.1 Parámetro seleccionado para el diseño

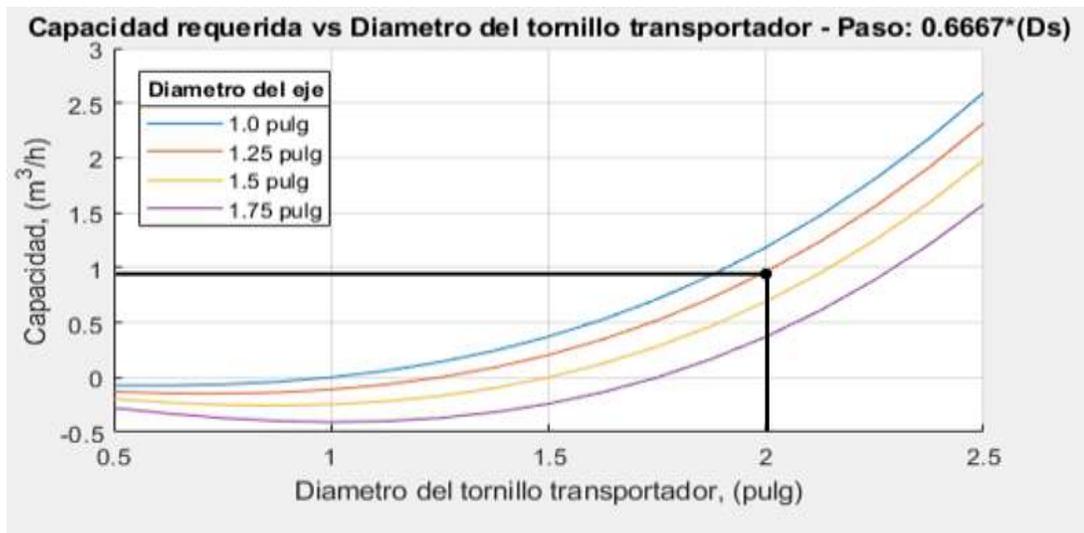
Las cargas aplicadas sobre para el diseño del tornillo transportador se basan en el peso del concreto suministrado, el torque para el traslado para el concreto y el torque consumido por la bomba (Rotor-Estator).

Las dimensiones que se tomaron para el cálculo del eje (Ver Figura N°51) y (Ver Tabla N°9), que fue de diámetro  $D = 1.25$  pulgada.

Las dimensiones del tornillo transportador son: diámetro del tornillo  $D = 2$  Pulgadas, paso  $P = 2/3$  del diámetro del tornillo (Ver Anexo N°9). (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012), esto se tomó gracias al cálculo de parametrización que se realizó en el software MatLab-GUI.

Con el propósito de ratificar los resultados arrojados por la GUI, se realizó un cálculo detallado manualmente para este sistema de concreto proyectado. Para estos valores se obtuvo los diámetros de 1.5 Pulg. del eje y 2 Pulg. del tornillo transportador con la capacidad requerida de  $C=0.963 \text{ m}^3/\text{h}$  (Ver Anexo N°12). Se puede observar que los resultados obtenidos coinciden con los resultados de la GUI correspondiente (Ver Figura N°50) y (Ver Tabla N°09).

En las gráficas paramétricas se seleccionó el diámetro del eje ( $D_p = 1.25$  Pulg.), que fue el más adecuado para el diseño del tornillo transportador según lo calculado con la capacidad requerida, esto se puede observar en la tabla N°9.



**Figura 50.** Grafica paramétrica-capacidad de  $0.9637 \text{ m}^3/\text{h}$  vs Diám. Tornillo 2 Pulg.

**Fuente:** Propia

### 3.9 Selección del material del eje tornillo transportador

El eje tornillo transportador que transporta el material de la maquina revocadora neumática deberá tener como principal característica una alta resistencia a la tenacidad y dureza. Entre los más comunes tenemos los aceros al carbón HR (Laminado en Caliente), (AISI 1020-HR) laminado en caliente, (AISI 1040-HR) laminado en caliente, (AISI 1045-HR) laminado en caliente y (AISI 1060-HR) laminado en caliente (Diseño en Ingeniería Mecánica-pag.1020, Shigley).

**AISI 1020:** Se usa principalmente donde estén sometidos a grandes esfuerzos mecánicos como ejes, piñones de transmisión, pasadores y tornillería.

**AISI 1040:** En general sus aplicaciones son idénticas al acero 1045 para ejes, cigüeñales, espárragos y cadenas.

**AISI 1045:** Es utilizado en la industria automotriz donde se requiera de dureza y tenacidad como bielas, cigüeñales, chavetas, cañones de fusiles, engranajes de caja de velocidad y tornería de grado 5.

**AISI 1060:** Se emplea gracias a su buena resistencia al desgaste, en herramientas como martillos, cincéles, alicates, engranajes y peros.

La que nos ofrece mayor cargas mecánicas, desgaste y disponibilidad en el mercado Nacional Peruano son los aceros se muestra a continuación.

Se optaron por los aceros al carbón en el análisis con el software (ANSYS) Versión Académica, AISI 1020-HR (laminado en caliente) y AISI 1045-HR (laminado en caliente) debido a que este acero se usa más para finalidades de. Por otro lado, este acero resulta ser más económico en el mercado local. Las propiedades de este acero se pueden observar en (Ver Tabla N°10).

**Tabla N°10**

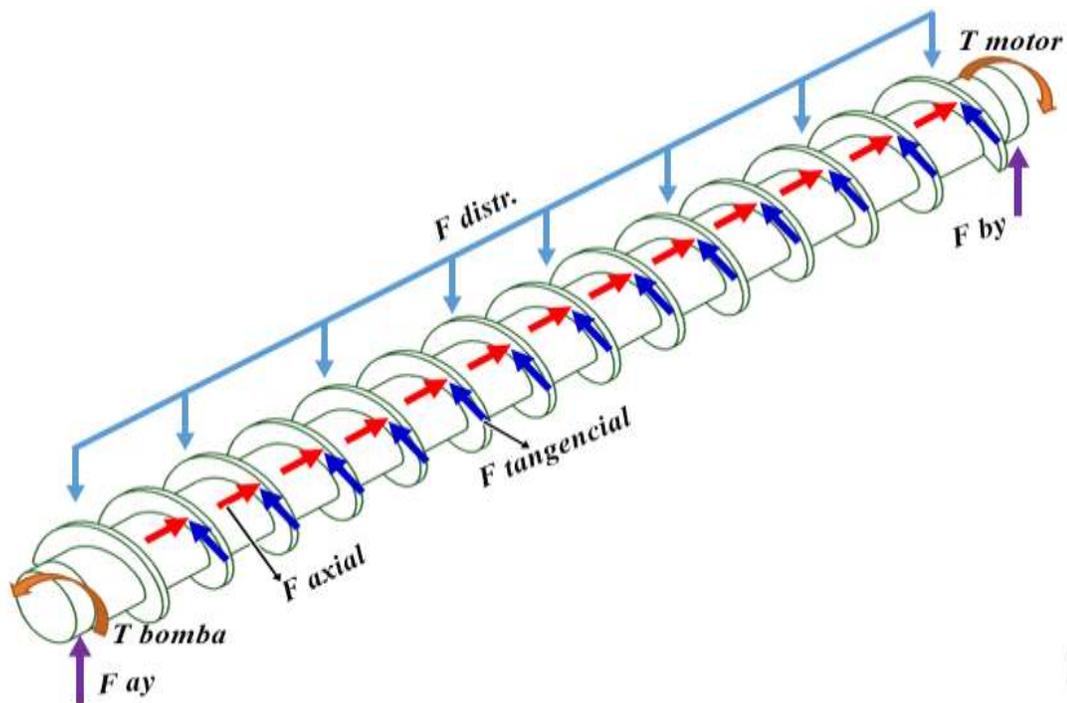
*Propiedades AISI*

**Fuente:** MatWeb-Material Property Data

<b>MATERIAL</b>	<b>1020-HR</b>	<b>1040-HR</b>	<b>1045-HR</b>	<b>1060-HR</b>
<b>PROPIEDADES</b>				
<b>Resistencia a la Tensión St (MPa)</b>	380	520	570	680
<b>Resistencia a la Fluencia Sy (MPa)</b>	390	210	310	370
<b>Coefficiente de Poisson</b>	0,29	0,29	0,29	0,29
<b>Módulo de Elasticidad (GPa)</b>	186	200	206	200
<b>Módulo de corte (GPa)</b>	72	80	80	80
<b>Densidad (Kg/m3)</b>	217840,58	217148,85	217287,25	217840,85
<b>Módulo de Volumen (GPa)</b>	148	160	163	160
<b>Módulo eléctrico (ohm-cm)</b>	0,0000219	0,0000221	0,0000223	0,000018
<b>Calor específico (J/g.°C)</b>	0,486	0,486	0,486	0,502
<b>Conductividad térmica(W/m.K)</b>	51,9	24,7	49,8	51,9

### 3.10. Carga Mecánicas sobre el eje del tornillo transportador

Como se indicó en la sección 3.9 (Selección de material del tornillo transportador), el material elegido para el análisis es el AISI 1020. Para realizar la simulación en el software comercial ANSYS 18.2 Versión Académica, se diseñará la longitud del eje  $L=500\text{mm}$ , diámetro del eje ( $D_p = 1,25\text{ Pulg.}$ ) y diámetro del tornillo ( $D_s = 2\text{ Pulg.}$ ) y se verificarán los cálculos a continuación. Las cargas mecánicas que interactúan en el eje del tornillo transportador se pueden dividir en: Cargas distribuidas a lo largo del eje, dos momentos ejercidos, dos troques, uno torque producido por el transporte del material y el otro propio generado por el motor. (Ver Figura N°51) en donde se indica el Diagrama de Cuerpo Libre.



**Figura 51.** Cargas Mecánicas sobre el eje tornillo transportador

**Fuente:** Propia

### 3.10.1 Volumen de la tolva

**Se consideran:** el volumen de la tolva ( $V$ ) para el análisis.

Se procedió a calcular, empezando por obtener el volumen de la tolva los detalles de estos cálculos se muestran en (Ver Anexo N°10). El resultado del volumen de la tolva fue de:  $V = 0.162 (m^3)$ .

### 3.10.2 Masa del concreto

**Se consideran:** la masa del concreto ( $m$ ) para el análisis.

El cálculo de la masa del concreto se obtiene a partir de la densidad y el volumen que fue de:  $m = 345.06 \text{ kg}$  en (Ver Anexo N°10) y (Ver Ecuación 6).

### 3.10.3 Potencia consumida por la bomba de concreto

**Se consideran:** la potencia de la bomba ( $P_{bomba}$ ) para el análisis.

Se procedió a calcular para obtener la potencia de la bomba, los detalles de estos cálculos se muestran en (Ver Anexo N°11) y (Ver Ecuación 7). El resultado de la potencia de la bomba  $P_{bomba} = 1.4894 \text{ HP}$ .

### 3.10.4 Torque ejercido por la bomba

**Se consideran:** el torque de la bomba ( $T_{bomba}$ ) para el análisis.

El cálculo del torque ejercido por la bomba se obtiene a partir de la compresión del material para ser transportado, el torque hallado fue de:  $T_{bomba} = 33.1573 \text{ N.m}$  en (Ver Anexo N°11) y (Ver Ecuación 8).

### 3.10.5 Capacidad del transportador

**Se considera:** la capacidad del transportador ( $C$ ) para el análisis.

Para la Relación del diámetro del tornillo y el Paso del tornillo (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012- pág. 16)

$r = 1.5$  Pulg.

El cálculo de la capacidad del transportador hallado fue de:  $C = 0.9637 \text{ m}^3/\text{h}$  en (Ver Anexo N°12) y (Ver Ecuación 9).

### 3.10.6 Potencia para transportar el material

**Se considera:** la potencia para transportar el material ( $HPm$ ) para el análisis. Se procedió a calcular por obtener la potencia total (la potencia por fricción, la potencia para mover el material), los detalles de estos cálculos se muestran en (Ver Anexo N°13) y (Ver Ecuación 13). El resultado de la potencia total  $HPm = 0.0223HP$ .

### 3.10.7 Potencia requerida para vencer la fricción

**Se considera:** la potencia requerida para vencer la fricción ( $HPm$ ) para el análisis.

El cálculo de la potencia requerida para vencer la fricción hallado fue de:  $Pf = 0.2624 \text{ Watts}$  en (Ver Anexo N°13) y (Ver Ecuación 15).

### 3.10.8 Potencia total consumida por el tornillo transportador

**Se considera:** la potencia total consumida por el tornillo transportador ( $HP$ ) para el análisis.

El cálculo de la potencia total consumida por el tornillo transportador hallado fue de:  $P_{\text{tornillo}} = 77.9500 \text{ Watts}$  en (Ver Anexo N°13) y (Ver Ecuación 15).

### 3.10.9 Potencia total para la maquina

**Se considera:** la potencia total para la máquina ( $P_{tot}$ ) para el análisis.

Se procedió a calcular por obtener la potencia del motor (la potencia total) los detalles de estos cálculos se muestran en (Ver Anexo N°13) y (Ver Ecuación 16). El resultado de la potencia total para la maquina  $P_{tot} \approx 2 \text{ HP}$ .

### 3.10.10 Fuerza distribuida sobre el eje por el peso del concreto

**Se considera:** la fuerza distribuida sobre el eje ( $F_{dist}$ ) para el análisis.

El cálculo de la fuerza distribuida sobre el eje hallado fue de:  
 $F_{dist} = 1114.555302 \text{ (N/m)}$  en (Ver Anexo N°14) y (Ver Ecuación 19).

### 3.10.11 Peso del eje transportador

**Se consideran:** el peso del eje ( $W_{eje}$ ) para el análisis.

El cálculo del peso del eje transportador hallado fue de:  $W_{eje} = 30.4850 \text{ (N)}$  en (Ver Anexo N°15) y (Ver Ecuación 22).

### 3.10.12 Fuerza distribuida del peso del eje

**Se consideran:** la fuerza distribuida del peso del eje ( $W_{dist}$ ) para el análisis

El cálculo de la fuerza distribuida del peso del eje hallado fue de:  $W_{dist} = 60.9700 \text{ (N/m)}$  en (Ver Anexo N°15) y (Ver Ecuación 23).

### 3.10.13 Fuerza distribuida a lo largo del eje del tornillo transportador

**Se consideran:** la Fuerza distribuida por su propio peso del eje ( $W_{dist}$ ) y la Fuerza distribuida del concreto ( $F_{dist}$ ), dando como resultado una fuerza distribuida total ( $F_{dist_{tot}}$ ).

Se procedió a calcular empezando por obtener la masa de cada accesorio (la masa del tornillo sinfn, la masa del concreto) los detalles de estos cálculos se muestran en (Ver Anexo N°15) y (Ver Ecuación 24). El resultado de la fuerza distribuida a lo largo del eje tornillo transportador  $F_{dist_{tot}} = 1175.525302$  (N/m).

#### **3.10.14 Cargas sobre el eje**

**Se consideran:** la fuerza axial en el eje (**Fax**) para el análisis.

El cálculo de la fuerza axial en el eje hallado fue de: **Fax = 332.8036 (N)** en (Ver Anexo N°15) y (Ver Ecuación 27).

#### **3.10.15 Torque distribuido en el eje del transportador**

**Se consideran:** el torque distribuido en el eje del transportador (**Fax**) para el análisis.

Se procedió a calcular por obtener el momento Torsor los detalles de estos cálculos se muestran en (Ver Anexo N°15) y (Ver Ecuación 28). El resultado del momento Torsor es igual  $T_{tornillo} = 0.0340(N. m)$ .

### **3.11 Diseño paramétrico de las partes/sistemas críticos de la Revocadora Neumática**

#### **3.11.1 Reacciones.**

**Se consideran:**

**Reacciones del eje**

Estas son las reacciones del eje del tornillo sobre los soportes del eje en los extremos, representados por  $F_{ay}$  y  $F_{by}$  (Ver Figura N° 51). Estas se calculan en el equilibrio del eje del tornillo transportador.

### **Fuerza axial**

Esta fuerza se genera debido al transporte del material del extremo del motor hacia al de la bomba, representados por ( $F_{ax}$ ) (Ver Figura N° 51). El resultado se puede observar en (Ver Anexo N°15) y (Ver Ecuación 27).

### **Momentos del eje**

Son ejercidos por el tornillo transportador representados por ( $M$ ), en el diagrama de cuerpo libre (Ver Anexo N°16). Estos momentos fueron empleadas como datos de entrada para las simulaciones en el software comercial ANSYS 18.2. Versión Académica.

### **Torque del eje (T)**

Fuerzas ejercidas al transportar el concreto y por el motor, representados como  $T$ . La fuerza de la torques fue empleada como datos de entrada para las simulaciones en el software comercial ANSYS 18.2 Versión Académica. Los resultados de estas simulaciones pueden observarse en las siguientes Figuras.

A continuación, se realizó la interface Gráfica de Usuario (GUI) en el software comercial Matlab. Los resultados obtenidos es la condición estática y análisis por fatiga de los materiales AISI (1020-1045) que se observan en las Figuras N°52 hasta N°55.

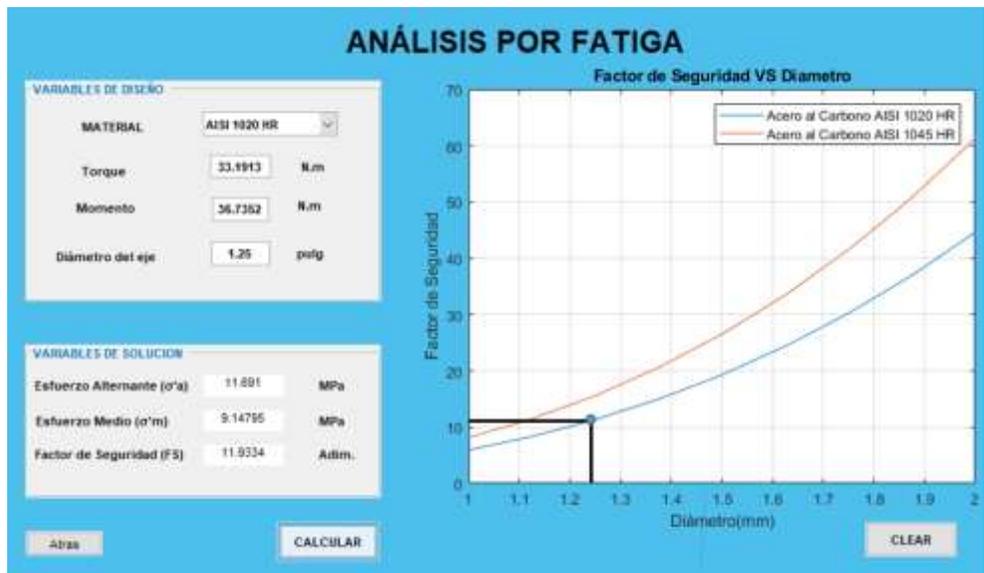
Asimismo, también se realizó un análisis en el Software comercial ANSYS 18.2 Versión Académica de la condición estática y análisis por fatiga del material AISI

(1020) que se puede observar desde la Figura N°56 hasta la N°59. Las imágenes de los resultados del material AISI (1045) se pueden observar en el (Ver Anexo N°21).



**Figura 52.** Condición estático -AISI (1020)- MatLab-GUI

Fuente: Propia



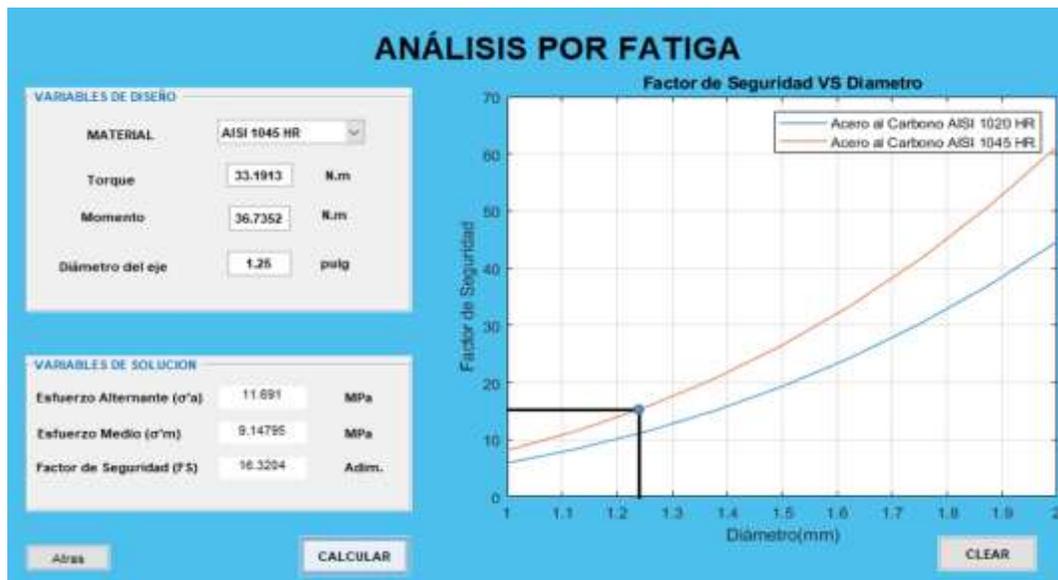
**Figura 53.** Analisis por Fatiga (1020)- MatLab-GUI

Fuente: Propia



**Figura 54.** Condición estático -AISI (1045)- MatLab-GUI

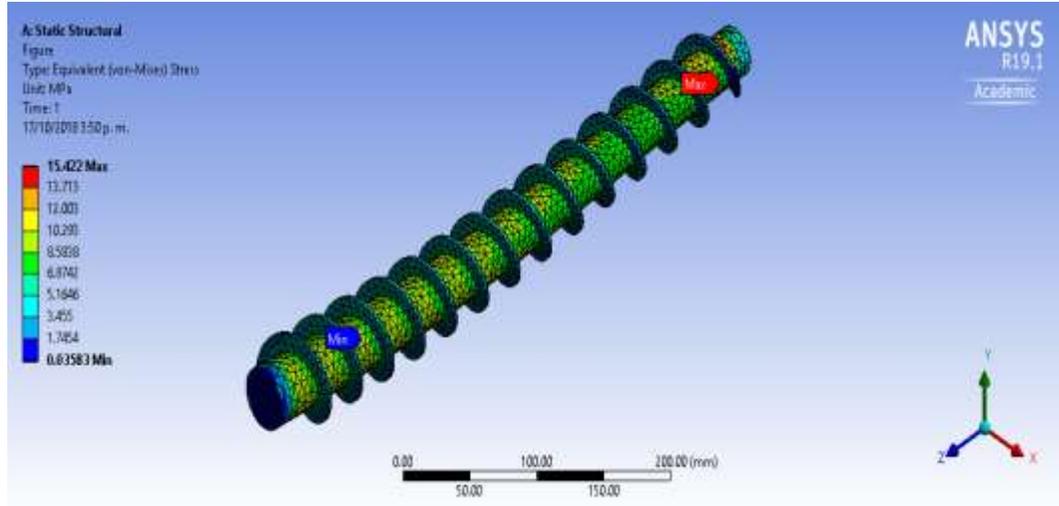
Fuente: Propia



**Figura 55.** Analisis por Fatiga (1045)- MatLab-GUI

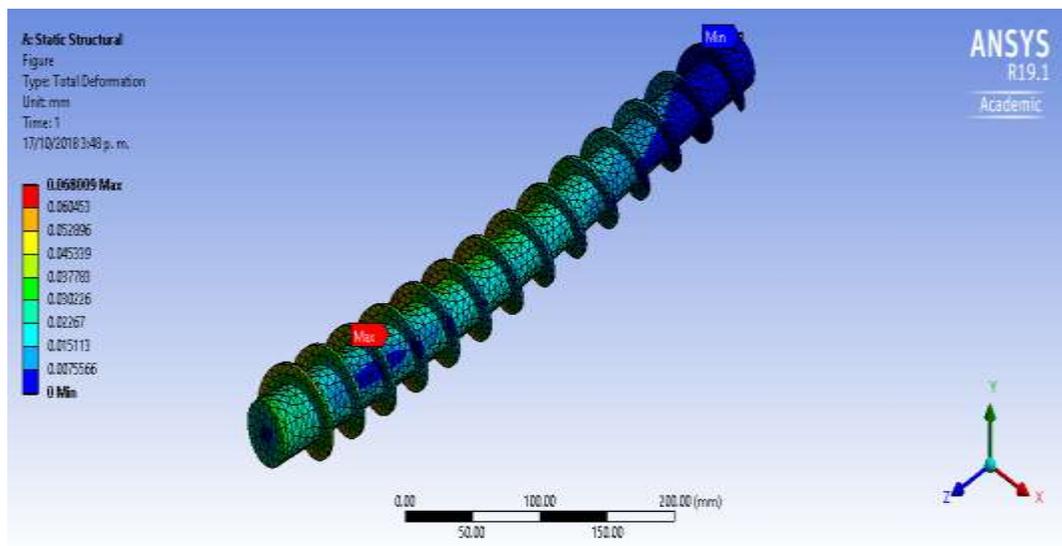
Fuente: Propia

Simulación del eje de 1,25 pulgada con el material AISI 1020 en el software comercial ANSYS 18.2 Versión Académica de la Figura N°56 hasta N°59.



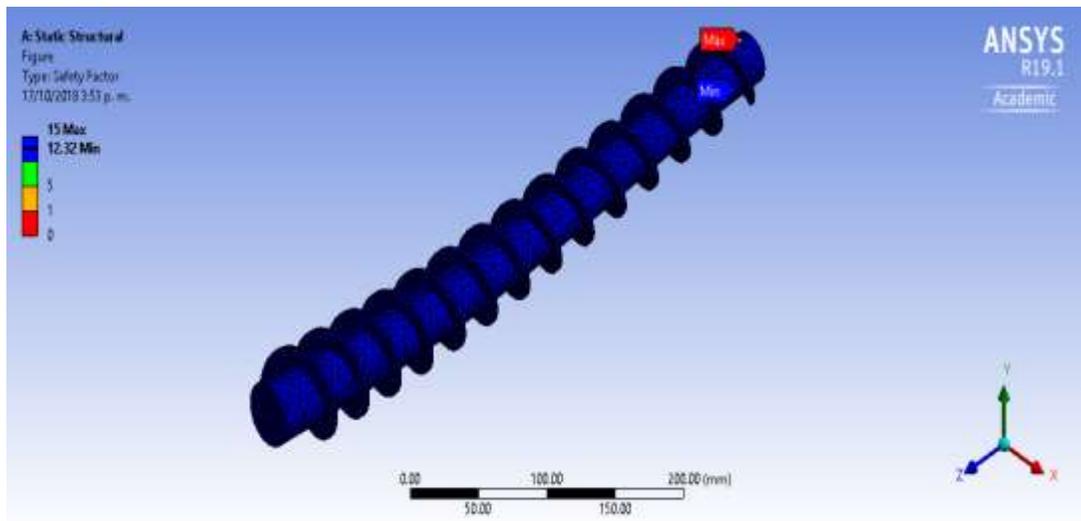
**Figura 56.** Simulación del esfuerzo equivalente (Von Mises) del eje

**Fuente:** Propia



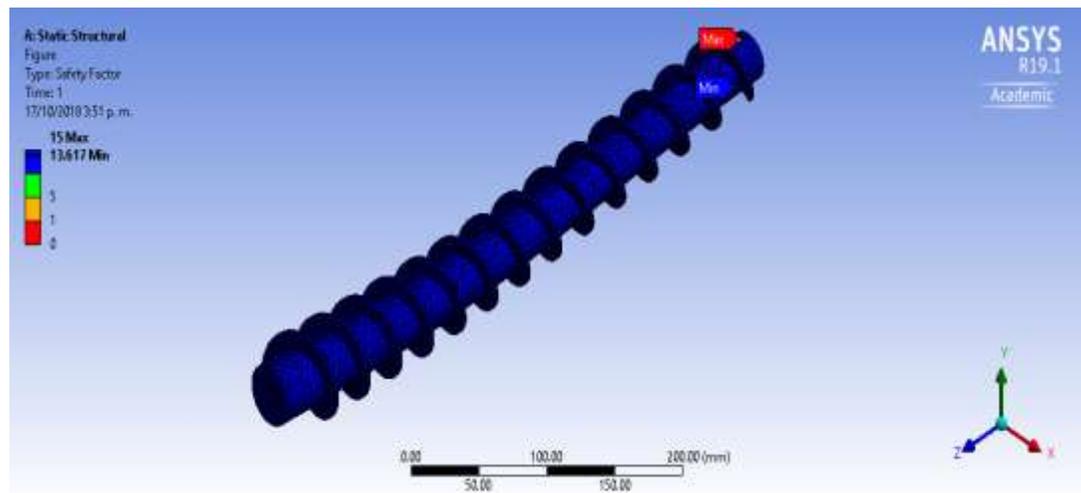
**Figura 57.** Simulación de la deformación total del eje

**Fuente:** Propia



**Figura 58.** Simulación del factor de seguridad en Fatiga

**Fuente:** Propia



**Figura 59.** Simulación del factor de seguridad en Estático

**Fuente:** Propia

Al obtener los resultados del acero AISI 1020 en el Software comercial ANSYS 18.2, se puede apreciar que los esfuerzos mecánicos de este son los más óptimo, ya que cumplen con los requerimientos de trabajo de deformación total, esfuerzo

equivalente (Von Mises) y Factor de seguridad por Fatiga y Estático al igual que el acero AISI 1045 (Ver Anexo N°21), y también se puede apreciar en un resumen completo de los esfuerzos (Ver Tabla N°11).

**Tabla N°11**

*Cargas Mecánicas-Dimensión-Material*

**Fuente:** Propia

<b>DIMENSIONES</b>	<b>RANGO</b>	<b>AISI 1020-</b>	<b>AISI 1045-</b>
		<b>CD</b>	<b>CD</b>
<b>CARGAS MECÁNICAS</b>		<b>1.25 (Pulg)</b>	<b>1.25 (Pulg)</b>
<b>Deformación Total</b>	<b>Máximo</b>	0.068009	0.068009
	<b>Mínimo</b>	0.0075566	0.0075566
<b>Esfuerzo Equivalente (Von Mises)</b>	<b>Máximo</b>	15.422	15.422
	<b>Mínimo</b>	0.03583	0.03583
<b>Factor de Seguridad por Fatiga</b>	<b>Máximo</b>	15	15
	<b>Mínimo</b>	12.32	15
<b>Factor de Seguridad en Estático</b>	<b>Máximo</b>	15	15
	<b>Mínimo</b>	13.617	15

**La variación entre los resultados analíticos y los resultados numéricos (ANSYS) en porcentaje es:**

**Para el esfuerzo de Von Mises:**

$$\Delta\sigma' = \left| \frac{(15.422-15.1779)}{15.422} \times 100 \right| = 1.582 \%$$

**Para el Factor de Seguridad estático:**

$$|\Delta FS| = \left| \frac{(13.617-13.83459)}{13.617} \times 100 \right| = 1.591 \%$$

**Empleando el criterio de falla de Gerber en el cálculo analítico, el factor de seguridad por fatiga resultante es  $FS = 11.9334$ . Y la variación entre los resultados es:**

$$|\Delta FS_f| = \left| \frac{(12.32-11.9334)}{12.32} \times 100 \right| = 3.1380\%$$

### 3.12 Selección de componentes de la máquina revocadora neumática

#### Selección del motor eléctrico y caja reductora

El selección del motor eléctrico es de aproximadamente 2HP (Ver Anexo N°28), 320 RPM, 35 Nm aproximadamente que se obtuvo por medio de la capacidad de trabajo de la tolva y por el cálculo realizado teóricamente y por medio del software MatLab-GUI.

#### Selección del acople de la caja reductora

El selección del acople de la caja reductora se obtuvo por medio de del catálogo Mixer Technology (Ver Anexo N°27).

#### Selección del compresor para aire

Sabiendo que la velocidad del hormigo proyectado en mezcla húmeda, esta entre 20 a 30 m/s (Schallom y Ballou, 2003) y (Ver Anexo N°29), y que el diámetro de la manguera para la bomba de cemento es de 13 mm (1/2"), se tiene que:

$$A = \pi \frac{d_{manguera}^2}{4}$$

$$A = \pi \frac{0.013^2}{4} = 0.0001327 \text{ m}^2$$

El caudal requerido por el compresor sería:

$$\dot{Q} = A v$$

$$\dot{Q} = (0.0001327 \text{ m}^2) \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 0.0027 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Para determinar la potencia se toma como dato la presión de 100 PSI (0.6894 MPa) (Koski, 1993)

$$P = \dot{Q} p$$

$$P = \left(0.0027 \frac{m^3}{s}\right) (0.6894 \times 10^6 \text{ Pa}) = 1861.4 \text{ watts}$$

$$P = 2.4951 \text{ HP}$$

### **Seleccionamiento de la camiseta y el rotor estator**

Se seleccionó el rotor estator (Ver Anexo N°23) con un caudal de 16-20 l/min que se obtuvo por medio de los cálculos realiza para los 30m2/h y el trabajo manual de enlucido que se observa en la OTI - Organización Internacional del Trabajo (Ver Anexo N°3).

### **Seleccionamiento de la manguera para el concreto proyectado**

De acuerdo al catálogo Mixer Technology se optó por la manguera de concreto proyectado MIXER STRIKE, que aumenta la duración junto a los componentes Stator Rotor (Ver Anexo N°25).

### **Seleccionamiento de manguera para el aire**

De acuerdo al catálogo Mixer Technology se optó por la manguera de aire 12x10-16 ml (Ver Anexo N°24).

### **Seleccionamiento del lanzador de concreto**

De acuerdo al catálogo Mixer Technology se optó por la lanza de concreto Mixer de aluminio con válvula de entrada de aire que se aprecia (Ver Anexo N° 26).

### 3.13 Estudio económico

#### PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN, PRI

El análisis económico se plantea como la determinación del periodo en años para la recuperación de la inversión considerando la inversión inicial de los componentes de la máquina revocadora, la ganancia mensual debido al trabajo de la máquina y la tasa de interés que impondría un banco que brindaría este capital de inversión. Se calcula según (Eggert, 2005).

$$P = \sum_1^j CF_j(1 + i)^{-j}$$

Dónde:

- $P$ : Valor monetario presente de la inversión inicial (soles)
- $CF_j$ : Flujo de caja positivo al final del año (soles)
- $i$ : Tasa de interés anual decimal (adimensional)
- $j$ : Número de periodos hasta que se iguale el valor actual (años)

En el caso de la empresa, para calcular la inversión inicial se considera el costo día/hombre de 50 soles, se incluye un IGV de 18%, se consideran 7 días para el ensamble de la máquina. Como se muestra en las Figura N°61. Se determinó que el PRI para la recuperación de la inversión inicial que es de 4 meses y 5 días. La Figura N°62 muestra el Diagrama de Flujo de Caja con los valores monetarios reales. Asimismo, la Figura N°63 muestra la evolución de la Recuperación de la Inversión en el Tiempo.

#### Presupuesto

Se realizó el costo de sus componentes y accesorios requerido para la máquina revocadora neumática (Ver Tabla N°12).

**Tabla N°12***Presupuesto de la máquina revocadora neumática***Fuente:** Propia

PRESUPUESTO DE MÁQUINA REVOCADORA NEUMÁTICA			
ESTRUCTURA	CANTIDAD	COSTO UNIT.	SUB TOTAL S/.
PLCH	1	300	300
TORNILLO			
TRANSPORTADOR	1	500	500
TUBO CUADRADO	2	200	400
	<b>TOTAL</b>		<b>S/1.200</b>
ACCESORIOS:	CANTIDAD	COSTO UNIT.	SUB TOTAL S/.
MOTOR ELÉCTRICO	1	812	812
TABLERO ELÉCTRICO	1	450	450
CAJA REDUCTORA	1	1684	1684
CAMISETA y ROTOR	1	674	674
COMPRESORA DE AIRE	1	3600	3600
MANGUERA PARA AIRE	1	202	202
MANGUERA PARA CONCRETO	1	1834	1834
ACOPLE	1	174	174
LANZADOR DE CONCRETO	1	300	300
	<b>TOTAL</b>		<b>S/ 11.330,00</b>

FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA	Operarios	Días	Pago por Trabajador	Total
	2	15	50	S/ 1500,00

<b>COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN Y ACCESORIOS</b>	<b>S/. 12.830,00</b>
--	----------------------

```

%ANALISIS
%Programa para Calcular el Período de Retorno de Inversión
%Autores: Morales Martinez Georgy-Roalcaba Saavedra Stalyn
%Fecha: 11/07/2018
%-----
clear, clc, close all
%CONSTANTES
p=10279,66;           %(S/.) Precio inicial de la máquina
igv=18;              %(%) Impuesto General a la Venta
d=7;                 %(días) Días de fabricación
n=2;                 %(#) Trabajadores involucrados
sd=50;               %(soles) Salario diario por trabajador
a=3000;              %(soles) Ganancia mensual
int=2;               %(%) Interés d e préstamo del Banco
%CÁLCULOS
cp=d*n*sd;           %(soles) Costo por mano de obra
cm=p*(1+igv/100)     %(soles) Costo de fabricación de la máquina
ct=cm+cp             %(soles) Costo total

```

**Figura 60.** Análisis Económico de la Máquina Revocadora Fuente:

**Fuente:** Propia

CÁLCULO DE TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO					2%
Año	Cash Flow (S/.)	CFj (S/.)	(P/F, 18%, n)	CFj(P/F,18%,n) (S/.)	Sum (S/.)
0	-12830	-12830	1,00	-12830	-12830,0000
1	3000	3000	0,98	2941,176471	-9888,8235
2	3000	3000	0,96	2883,506344	-7005,3172
3	3000	3000	0,94	2826,967004	-4178,3502
4	3000	3000	0,92	2771,536278	-1406,8139
5	3000	3000	0,91	2717,192429	1310,3785
6	3000	3000	0,89	2663,914147	3974,2927
7	3000	3000	0,87	2611,680536	6585,9732
8	3000	3000	0,85	2560,471114	9146,4443
9	3000	3000	0,84	2510,265798	11656,7101
10	3000	3000	0,82	2461,0449	14117,7550

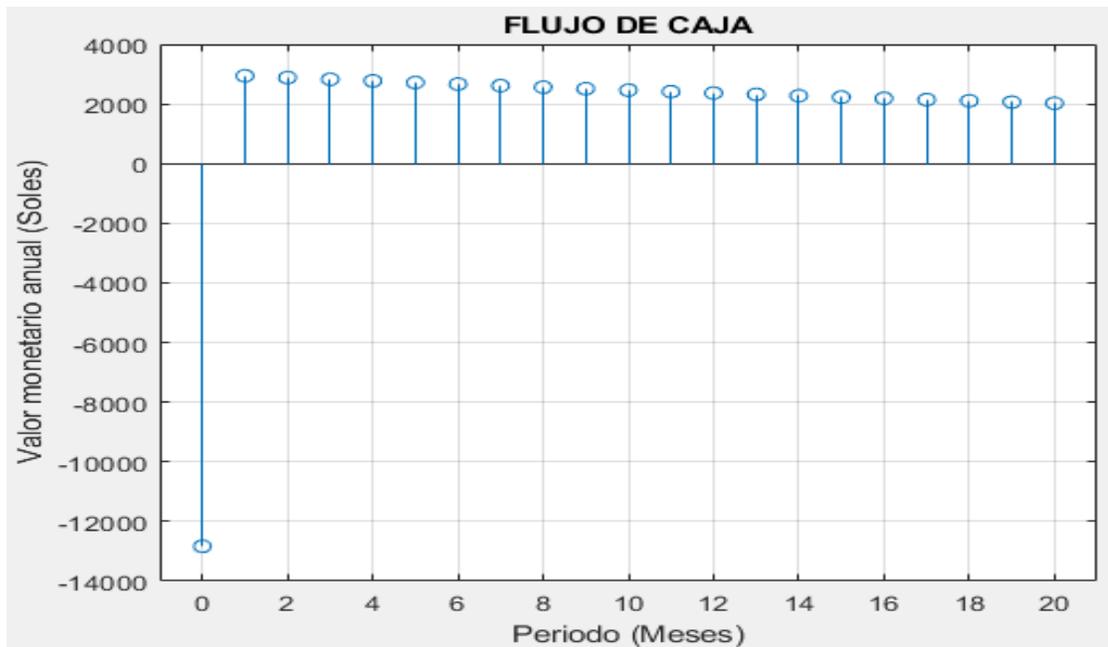
MOMENTO DE CAMBIO	
4	-1406,81
5	1310,379

Tiempo de inversión	4,5177
Meses	4
Días	16

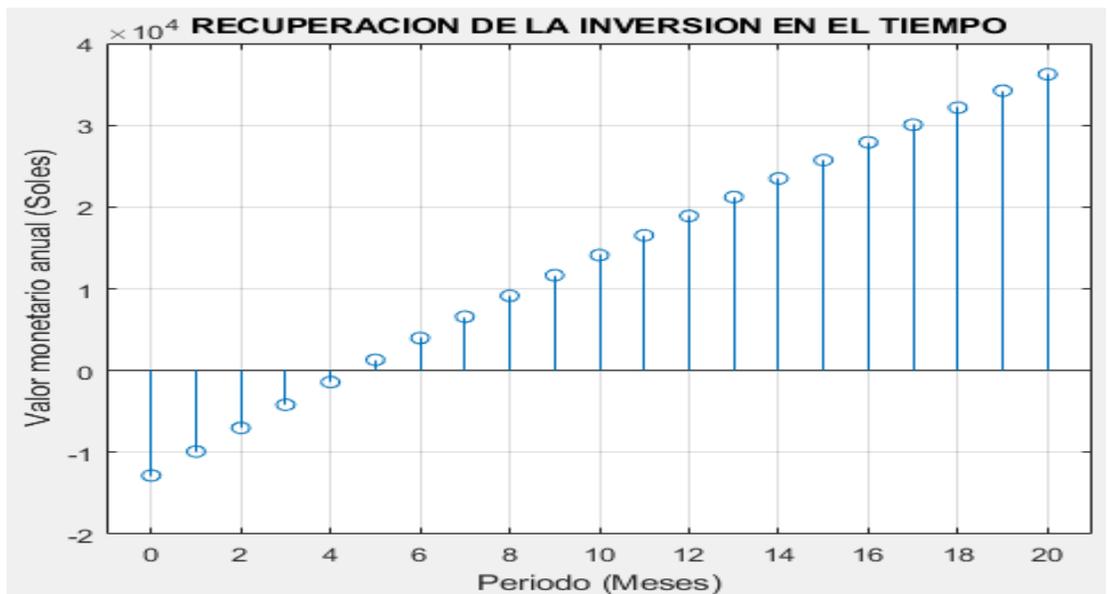
**Figura 61.** Datos y Resultados del Flujo de Caja

**Fuente:** Propia



**Figura 62.** Gráfica del Flujo de Caja-inversión inicial de la máquina

**Fuente:** Propia



**Figura 63.** Recuperación de la Inversión-Retorno de la inversión efectiva mensual

**Fuente:** Propia

### **3.14 Discusión de resultados**

En las entrevistas realizadas para resolver las necesidades de la empresa Campo Verde S.A.C. fue reportado por parte del Gerente y sus trabajadores de dicha empresa, abarca las áreas que son: capacidad de revoque, costo de fabricación, horas de trabajo y dimensiones. Asimismo, nos orientamos a los parámetros y rangos de criterios más importantes de la máquina revocadora neumática guiados por las normativas y recomendaciones diseño para su respectivo desarrollo. Debido a la escasez de normas para la máquina se prefirió elaborar una tabla de resumida basada en recomendaciones de diseño. Este proceso resultó ser sustancial para la adquisición de los datos iniciales para los siguientes pasos del diseño: conceptual, de configuración y parámetros. En todos los antecedentes revisados no se realizó esta etapa de proceso de diseño, lo cual representa un aporte del presente trabajo.

En el diseño conceptual de esta investigación se optaron por 5 alternativas de solución a las necesidades de la empresa, son los siguientes conceptos alternativos: lanzadora de mortero de la empresa “PFT SWING L”, lanzadora de concreto “ALIVA-257 SIKA”, bomba transportadora “PFT ZP3 XL”, máquina de hormigón proyectado “FILAMOS SSB02”, bomba mortero “UTIFROM ZN-12”, se consideró que estos conceptos nombrados son apropiados para estudios en el transporte de concreto proyectado; dado que cada uno de estos tiene características mecánicas propias; por lo que, se optó por una matriz de selección con criterios asignada por medio de una ponderación según su importancia.

Se realizó tres alternativas de configuración para el eje tornillo transportador de concreto, guiándose de las recomendaciones con la finalidad de mejorar las cargas y esfuerzos sometidos. Se diseñó el diámetro del eje, longitud del eje, diámetro del tornillo transportador y el paso entre ellos.

Al tener la información de las encuestas, el diseño conceptual, el diseño de configuración se procedió a definir las mediciones ponderadas generales de la revocadora neumática, guiándose de las recomendaciones de diseño y las

especificaciones de ingeniería. Se dimensiono por medio de las encuestas el alto, ancho y largo (0,80m-1,00m-0,60m) y que la máquina sea de fácil transporte y fácil mantenimiento ante el operario. La dimensión del tornillo transportador se seleccionó el diámetro de 1,25 pulgadas y el largo de 500mm (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012), para las dimensiones del tornillo el diámetro es de 2 pulgadas, el paso de  $2/3$  del diámetro del tornillo (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012).

Se seleccionó el material para el eje tornillo transportador de acuerdo a las especificaciones de ingeniería (Diseño en Ingeniería Mecánica-pag.1020, Shigley) y de deberá elegir como principal característica soportar las cargas mecánicas. El material usado en el eje tornillo transportador tenemos los aceros al carbón HR (Laminado en Caliente), (AISI 1020-HR), (AISI 1045-HR). Estos aceros tienen especificaciones para el uso de ejes.

Los cálculos de escritorio, y los cálculos de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) presentan similitud en su conjunto. Las gráficas paramétricas permitieron la visualización del comportamiento global de las variables de solución en función de las variables de diseño. Esto permitió observar la relación entre el diámetro de tornillo y el flujo volumétrico. Por lo tanto, permitió ver la deformación del eje del tornillo transportador, para la toma de decisiones y que el diseño paramétrico de la GUI es una excelente herramienta en el análisis de partes críticas.

Las cargas mecánicas del eje del tornillo transportador son las cargas distribuidas ejercidas por el peso del concreto, el propio eje tornillo, los momentos ejercidos por las hélices, el torque que produce el desplazamiento del concreto, el torque de la bomba y por último el torque ejercido por el motor. Estas cargas mecánicas fueron empleadas como datos de entrada para la simulación estructural con elementos en el software comercial ANSYS 18.2

Se Seleccionó los componentes de cada una de las partes de la maquina revocadora neumática según los cálculos que se realizó para el funcionamiento de esta.

Se elaboraron 6 planos de la maquina revocadora neumática completa con su despiece, la tolva, eje tornillo transportador y estructura para su respectivo armado y ubicación de cada pieza de la máquina.

Se elaboró un estudio económico total del costo de la maquina en la construcción de sus compontes, y la recuperación de la inversión inicial, esto para calcular el tiempo de retorno de inversión para la Empresa Campo Verde SAC.

# **Capítulo IV**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que para el desarrollo de adquisición de datos en las entrevistas, familiarización con las normativas y/o recomendaciones de diseño, se brindó una secuencia de rigor que permitió definir el problema y de gran importancia para los siguientes pasos: diseño conceptual, de configuración y parámetros.

Se concluye en el diseño conceptual y la matriz de selección se pudo conocer, permitir, y determinar las ventajas y desventajas de los 5 conceptos propuestos. En la técnica de esta matriz de selección fue determinado el concepto numero 1: lanzadora de mortero "PFT SWING L" que es la más adecuada para el trabajo de investigación de la maquina revocadora neumática.

En el diseño de configuración se optó tres alternativas para el tipo de eje tornillo transportador, y fue seleccionada el número dos por medio de una matriz de selección y también por los cálculos realizados en la interfaz (GUI) en función de los parámetros del comportamiento de cargas mecánicas del eje.

Se concluye que el diámetro del eje es ( $D_P = 1 \frac{1}{4}$  Pulg.), diámetro del tornillo ( $D_S = 2$  Pulg.) y el paso del tornillo ( $P = 2/3$  del diámetro del tornillo) por medio de los cálculos realizados tanto por escritorio y la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).

El material seleccionado para el eje tornillo transportador es el AISI 1020-HR que nos ofreció buenos resultados en el análisis de cargas mecánicas, esto se demostró en la simulación de la deformación total, esfuerzo equivalente (Von Mises) y factor de seguridad por fatiga y estático por el software (ANSYS) Versión Académica. Asimismo, este acero es el más comercial en el Perú y el más económico y que ofrece los requerimientos de trabajo para la maquina revocadora neumática.

Los resultados obtenidos en la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) se concluyeron que los cálculos de escritorio y la simulación en el software ANSYS Versión Académica, tanto el factor de seguridad en estático y fatiga son similares.

Se concluye que la capacidad de trabajo de proyección de concreto nos ofreció un resultado de 0,96m<sup>3</sup>/h en los cálculos de escritorio y la Interface Gráfica de Usuario (GUI) con respecto a lo estimado que era de 0,9m<sup>3</sup>/h en un área de 30m<sup>2</sup>.

Se concluye que es rentable el proyecto dado que el PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión) es el indicador que calcula en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión presente, será de cuatro meses y dieciséis días, en adelante tendremos una ganancia de 3000 soles mensuales donde se refuerza la idea de una buena rentabilidad económica.

## **RECOMENDACIONES**

Para el diseño verificar si existen reductores de velocidad en el mercado, ya que éstos facilitan la relación de transición para las velocidades.

Se recomienda realizar el cálculo analítico de la estructura del soporte donde se ubica el motor eléctrico y el reductor de velocidad.

Elegir diámetros estándares al momento de realizar la parametrización con una capacidad requerida.

Utilizar la densidad del concreto lanzado para la realización de los cálculos del manual (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012).

Para el diseño del tornillo transportador utilizar la relación de diámetros del manual (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012).

# **REFERENCIAS**

## REFERENCIAS

Guzmán Zuñiga, C. (2008). Sostenimiento con Shotcrete vía húmeda en la mina Cobriza. Para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Ricardo Palma facultad de ingeniería.

Sotil Levy, A. and Zegarra Riveros, J. (2017). Análisis Comparativo del Comportamiento del Concreto sin Refuerzo, Concreto Reforzado con Fibras de Acero wirand® ff3 y Concreto Reforzado con Fibras de Acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Tengan Shimabukuro, C. (2011). Análisis Comparativo de Aditivos Acelerantes de Fragua Libres de Alcalis para Concreto Proyectoado o Shotcrete. Para optar el Título Profesional de: ingeniero civil. Universidad Nacional de Ingeniería facultad de ingeniería civil.

Arroyo Cabezas, J. (2017). Morteros de Larga Vida Diseño y Aplicación. Para obtener el grado ingeniero civil. Universidad San Francisco de Quito.

Martínez Vargas, J. (2011). Análisis del Concreto Lanzado como Revestimiento Definitivo para túneles. Para obtener el grado de ingeniero civil. Pontificia Universidad Javeriana.

Bernal Nacho, N. (2010). Análisis Comparativo entre los Sistemas Constructivos tipo Emedos Tradicional y Estructuras de Acero Con Emedos. Especialización en obras civiles. Universidad Rafael Urdaneta.

Clará Díaz, P., Montes Guzmán, R. and Morales Cortez, J. (2006). Concreto Lanzado Diseño de Mezcla y Propuesta de Metodología para el Control de Calidad. Para optar al título de ingeniero civil. Universidad de El Salvador

Ing. Carlos R. Lola Carrasco. (31/05/2015). El desafío mundial de la vivienda: el caso de Nicaragua *El Nuevo Diario*.

Augusto Holmberg F., A. (2015). Shotcrete Guía Chilena de Hormigón Projectado. Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, (Ej. 02), pp-51-53.

Arquitectura21, equipo de redacción. (2010, 12). Cuantos tipos de concreto existen. Manuelette Ramírez Bencosme. Obtenido 11, 2017.

Análisis y diseño sísmico de puentes de concreto, Instituto Mexicano del cemento y del Concreto, A.C. 2008.

Richard G. Budynas, R. (2008). DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY. México: Lorena Campa Rojas

Oficina Internacional del Trabajo, OIT. (Octubre.2003). Mejore su negocio en Construcción. *Rendimientos Mínimos y Promedios de mano de obra en Lima*, (Ej. 01), p, 08.

Bulk solids handling. (1987). New York: C.R. Woodcock · J.S. Mason, pp.351, 352.

KWS Design Engineering Manufacturing. (2015). *Screw Conveyors* (p. 19). USA.

MIXER TECHNOLOGY. (2018). *TECNOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN* (pp. 59-83). ITALIA, VICENZA.

Schallom, R., & Ballou, M. (2003). What you need to know about wet-mix shotcrete. *ASA Shotcrete Magazine*.

Gere, M. (2009). *Meánica de Materiales, Séptima Edición*. Mexico: Cengage Learning Editores.

CEMC, . (2012). *Screw Conveyor Components & Desing, 2.20.*

Abdul Khadar, D. (August 2016, Vol 2.). *DESIGN AND ANALYSIS OF SCREW CONVEYOR.*

Y. Yu, P.C. Arnold, (April,1997). Powder Technology. *Theoretical modelling of torque requirements for single screw feeders.*

Norma, A. (2012). 010, Condiciones generales de diseño. *Reglamento Nacional de Edificaciones.*

# **ANEXOS**

Anexo N°1

Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)



**EXPOSICIÓN DE MOTIVOS DEL CODIGO DE ETICA**  
DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Anexo N°2

Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán



[www.uss.edu.pe](http://www.uss.edu.pe)

**CÓDIGO DE ÉTICA DE  
INVESTIGACIÓN DE LA USS**

**VERSIÓN 03**

**RATIFICADO POR ACUERDO DE CONSEJO UNIVERSITARIO CON RESOLUCIÓN  
RECTORAL N° 0851-2017/USS**

**CHICLAYO - PERÚ**

Verión: 03	Código: VRI-CE	F. Implementación:	Página 1 de 29
Elaborado por: Dirección de Investigación	Revisado por: Planificación y Desarrollo Institucional – Asesoría Legal		Ratificado con Resolución Rectoral N° 0851- 2017/USS

Anexo N°3

Organización Internacional del Trabajo, OIT. Octubre.2003



**ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO**

**MEJORE  
SU  
NEGOCIO  
DE  
CONSTRUCCIÓN**

**CAPACITACION DE EMPRESARIOS**

**RENDIMIENTOS MINIMOS Y  
PROMEDIOS DE MANO DE  
OBRA EN LIMA**

**Documento de Trabajo**

N°	PARTIDA	UND.	REND. DIARIO (8 HRS)	CUADRILLA				Equipo y/o Herram.
				Capt	Oper	Ofic	Peón	
2.03	Ladrillo corriente de arcilla o calcáreo mezcla 1:5 a) Muro de cabeza							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	460	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	510	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	550	0.1	1	-	½	andamio simple
	b) Muro de soga							
	- De menos de 2 m. de longitud	pza.	290	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De 2 a 4 m. de longitud	pza.	330	0.1	1	-	½	andamio simple
	- De más de 4 m. de longitud	pza.	360	0.1	1	-	½	andamio simple
3.00	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>							
3.01	<b>Tarrajeo acabado en interiores sin pañeteo previo, espesor 1.5 cm mz. 1:5</b>							
	- Muros de menos de 2 m. de longitud	m²	12	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de 2 a 4 m. de longitud	m²	15	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de más de 4 m. de longitud	m²	16	0.1	1	-	½	andamio simple
3.02	<b>Tarrajeo acabado en interiores con pañeteo previo, espesor 1.5 cm mz. 1:5</b>							
	a) Pañeteo							
	- Muros de menos de 2 m. de longitud	m²	22	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de 2 a 4 m. de longitud	m²	28	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de más de 4 m. de longitud	m²	34	0.1	1	-	½	andamio simple
	b) Tarrajeo							
	- Muros de menos de 2 m. de longitud	m²	15	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de 2 a 4 m. de longitud	m²	18	0.1	1	-	½	andamio simple
	- Muros de más de 4 m. de longitud	m²	20	0.1	1	-	½	andamio simple
3.03	Empastado con yeso en cieloraso sin cintas, en habitaciones:							
	- Menos de 10 m2 de área	m²	13	0.1	1	-	½	andamio
	- De 10 a 20 m2 de área	m²	14	0.1	1	-	½	andamio
	- Más de 20 m2 de área	m²	17	0.1	1	-	½	andamio
3.04	Empastado con yeso en cieloraso con cintas, en habitaciones:							
	- Menos de 10 m2 de área	m²	10	0.1	1	-	½	andamio
	- De 10 a 20 m2 de área	m²	12	0.1	1	-	½	andamio
	- Más de 20 m2 de área	m²	14	0.1	1	-	½	andamio

## Anexo N°4

### Reglamento Nacional de Edificaciones, Condiciones de Diseño

**ARQUITECTURA**  
**NORMA A.010**  
**CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO**  
**CAPÍTULO I**  
**CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO**

#### Artículo 1

La presente norma establece los criterios y requisitos mínimos de diseño arquitectónico que deberán cumplir las edificaciones con la finalidad de garantizar lo estipulado en el art. 5° de la norma G.010 del TÍTULO I del presente reglamento.

#### Artículo 2

Excepcionalmente, los proyectistas podrán proponer soluciones alternativas y/o innovadoras que satisfagan los criterios establecidos en el artículo tercero de la presente norma, para lo cual la alternativa propuesta debe ser suficiente para alcanzar los objetivos de las normas establecidas en el presente reglamento. En este caso, el proyectista deberá fundamentar su propuesta y contar con la conformidad del propietario.

#### Artículo 3

Las obras de edificación deberán tener calidad arquitectónica, la que se alcanza con una respuesta funcional y estética acorde con el propósito de la edificación, con el logro de condiciones de seguridad, con el cumplimiento de la normativa vigente y con la eficiencia del proceso constructivo que se emplee.

Las edificaciones responderán a los requisitos funcionales de las actividades que se realizarán en ellas, en términos de dimensiones de los ambientes, relaciones entre ellos, circulaciones y condiciones de uso.

Se ejecutarán con materiales, componentes y equipos de calidad que garanticen su seguridad, durabilidad y estabilidad.

Las edificaciones respetarán el entorno inmediato, formado por las edificaciones colindantes, en lo referente a la altura, acceso y salida de vehículos, integrándose a las características de la zona de manera armónica.

#### Artículo 4

Los parámetros urbanísticos y edificatorios de los predios urbanos deben estar definidos en el Plan Urbano. Los Certificados de Parámetros deben consignar la siguiente información:

- A) Zonificación.
- B) Secciones de vías actuales y, en su caso, de vías previstas en el Plan Urbano de la localidad.
- C) Usos del suelo permitidos.
- D) Coeficiente de edificación.
- E) Porcentaje mínimo de área libre.
- F) Altura de edificación expresada en metros.
- G) Retiros.
- H) Área de lote normativo, aplicable a la subdivisión de lotes.
- I) Densidad neta expresada en habitantes por hectárea o en área mínima de las unidades que formarán la edificación.
- J) Exigencias de estacionamientos para cada uno de los usos permitidos.
- K) Áreas de riesgo o de protección de fenómenos que pudieran afectarlo.
- L) Calificación de bien cultural inmueble, de ser el caso.
- M) Condiciones particulares.

#### Artículo 5

En las localidades en que no existan normas establecidas en los planes de acondicionamiento territorial, planes de desarrollo urbano provinciales, planes urbanos distritales o planes específicos, el propietario deberá efectuar una propuesta, que será evaluada y aprobada por la municipalidad distrital, en base a los principios y criterios que establece el presente reglamento.

#### Artículo 6

Los proyectos con edificaciones de uso mixto deberán cumplir con las normas correspondientes a cada uno de los usos propuestos.

#### Artículo 7

Las normas técnicas que deben cumplir las edificaciones son las establecidas en el presente Reglamento Nacional de Edificaciones. No es obligatorio el cumplimiento de normas internacionales que no hayan sido expresamente homologadas en el Perú. Serán aplicables normas de otros países, en caso que éstas se encuentren expresamente indicadas en este reglamento o en normas sectoriales.

## CAPÍTULO II CONDICIONES DE DISEÑO

### Artículo 6

Las viviendas deberán cumplir con lo establecido en la Norma A.010 Condiciones Generales de Diseño en lo que sea aplicable.

### Artículo 7 DIMENSIONES

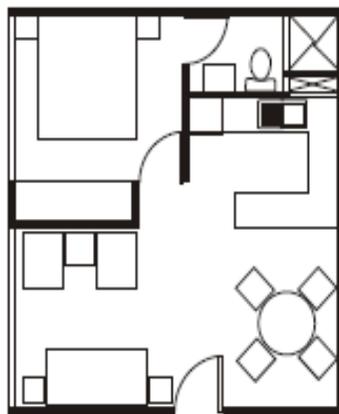
Las dimensiones de los ambientes que constituyen la vivienda serán aquellas que permitan la circulación y el amoblamiento requerido para la función propuesta, acorde con el número de habitantes de la vivienda. Las dimensiones de los muebles se sustentan en las características antropométricas de las personas que la habitarán.

### Artículo 8 ÁREA TECHADA MÍNIMA

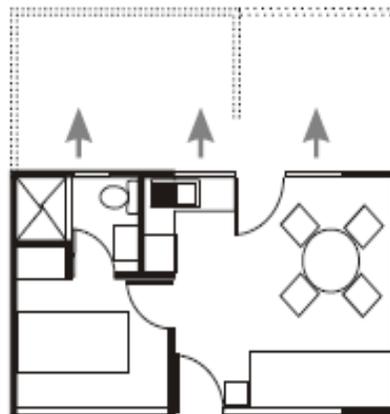
El área techada mínima de una vivienda sin capacidad de ampliación (departamentos en edificios multifamiliares o en conjuntos residenciales sujetos al régimen de propiedad horizontal) será de 40 m<sup>2</sup>.

El área techada mínima de una vivienda unifamiliar en su forma inicial, con posibilidad de expansión, será de 25 m<sup>2</sup>. Estas áreas mínimas no son de aplicación para las viviendas edificadas dentro de los programas de promoción del acceso a la propiedad privada de la vivienda.

De acuerdo con lo que establezca el Plan Urbano, en ciertas zonas se podrá proponer un área mínima de hasta 16 m<sup>2</sup> para viviendas unipersonales, siempre que se pueda garantizar que se mantendrá este uso.



sin capacidad de ampliación  
área  $\geq 40$  m<sup>2</sup>



con posibilidad de expansión  
área inicial  $\geq 25$  m<sup>2</sup>



unipersonales  
área  $\geq 16$  m<sup>2</sup>  
(en ciertas zonas)

## CAPÍTULO IV DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS AMBIENTES

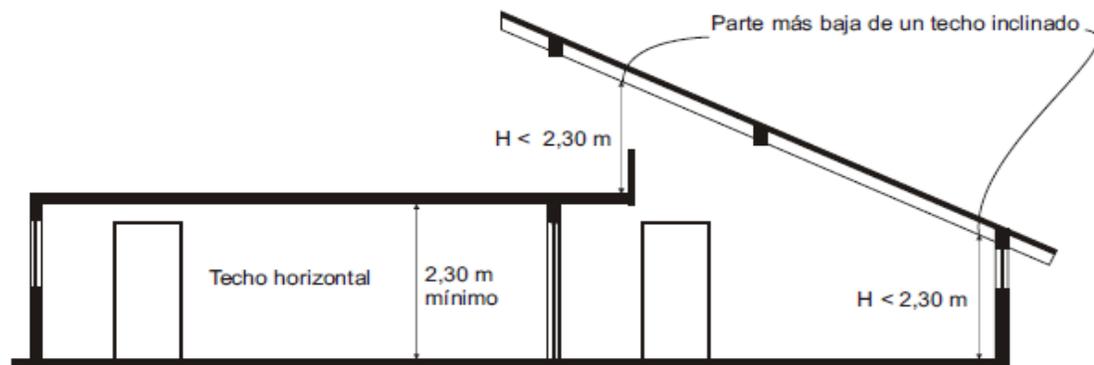
### Artículo 21

Las dimensiones, área y volumen de los ambientes de las edificaciones deben ser las necesarias para:

- Realizar las funciones para las que son destinados.
- Albergar al número de personas propuesto para realizar dichas funciones.
- Tener el volumen de aire requerido por ocupante y garantizar su renovación natural o artificial.
- Permitir la circulación de las personas así como su evacuación en casos de emergencia.
- Distribuir el mobiliario o equipamiento previsto.
- Contar con iluminación suficiente.

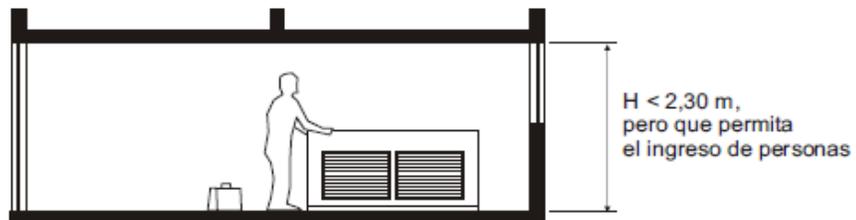
### Artículo 22 ALTURA DE TECHOS

Los ambientes con techos horizontales tendrán una altura mínima de piso terminado a cielo raso de 2,30 m. las partes más bajas de los techos inclinados podrán tener una altura menor. En climas calurosos la altura deberá ser mayor.



### Artículo 23 ALTURA DE ESPACIOS PARA INSTALACIONES MECÁNICAS

Los ambientes para equipos o espacios para instalaciones mecánicas podrán tener una altura menor, siempre que permitan el ingreso de personas para la instalación, reparación o mantenimiento.



### Artículo 24 VIGAS Y DINTELES

Las vigas y dinteles deberán estar a una altura mínima de 2,10 m sobre el piso terminado.



**Anexo N°5**  
**Formato de entrevista**

**FORMATO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACION DE NECESIDADES DE LA EMPRESA CAMPO VERDE SAC AL DISEÑO DE UNA REVOCADORA NEUMATICA PARA PAREDES CON UNA CAPACIDAD DE 30M2/H.**

**ENTREVISTADO:** \_\_\_\_\_

**CARGO** : \_\_\_\_\_

**EMPRESA** : \_\_\_\_\_

**UBICACIÓN** : \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD:** \_\_\_\_\_

**ESCUELA** : \_\_\_\_\_

**TESIS** : \_\_\_\_\_

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego responda claramente o proceda a marcar en la respectiva hoja su respuesta.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (√) o en otro caso responder a la interrogante.

**1¿Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente 30m<sup>2</sup> un operario promedio?**

Entre 4-10 Hora(s)

Entre 15-20 Hora(s)

Entre 10-15 Hora(s)

Entre 20 a más Hora(s)

**2 ¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?**

Uno

Dos

Tres

Más

**3 ¿Según su opinión, que dificultades presenta el enlucido de pared?**

---

---

---

**4 ¿Cuál es el rango promedio de área diarias que se manejan en la empresa?**

10m<sup>2</sup>       20m<sup>2</sup>       30m<sup>2</sup>       Otros.....

**5 ¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?**

Sí       No       No sabe/No opina

**6 ¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?**

Sí       No       No sabe/No opina

**7¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)**

---

**8 ¿Qué área de enlucido diario/semanal desearía alcanzar con una máquina revocadora neumática de pared?**

20m<sup>2</sup>       40m<sup>2</sup>       60m<sup>2</sup>       Otros

**9 ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?**

---

**10 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?**

Entre S/.3500 - S/.4000

Entre S/.5000 - S/.5500

Entre S/.4500 - S/.5000

Entre S/.6000 - S/.6500

**11 ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de comprar una maquina revocadora neumática de paredes?**

Entre 1 – 2 Años

No lo sé

Entre 2 – 3 Años

Anexo N°6

Formato de entrevista completada



ENTREVISTA DE LAS NECESIDADES DE UNA MÁQUINA REVOCADORA  
NEUMÁTICA DE PAREDES

ENTREVISTADO: Elvis Morales MARQUEZ  
CARGO : GERENTE  
EMPRESA : CAMPO VERDE SAC.  
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio 239 P.J. El Coco Motupe  
UNIVERSIDAD: Señor De Sipán  
ESCUELA : Ingeniería Mecánica Eléctrica  
TESIS : Diseño de una Máquina Revocadora Neumática  
de Paredes con una Capacidad de 30m<sup>2</sup>/h.

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego responda claramente o proceda a marcar en la respectiva hoja su respuesta.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (√) o en otro caso responder a la interrogante.

1 ¿Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente 30m<sup>2</sup> un operario promedio?

Entre 4-10 Hora(s)       Entre 15-20 Hora(s)   
Entre 10-15 Hora(s)       Entre 20 a más Hora(s)

2 ¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?

Uno  Dos  Tres  Más

3 ¿Según su opinión, que dificultades presenta el enlucido de pared?

SE PRESENTA BASTANTE MANCHADO DE VENTANAS Y PUERTAS, PISOS.

4 ¿Cuál es el rango promedio de área diarias que se manejan en la empresa?

10m<sup>2</sup>  20m<sup>2</sup>  30m<sup>2</sup>  Otros.....

5 ¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?

Sí  No  No sabe/No opina

6 ¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?

Sí  No  No sabe/No opina

7 ¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)

Semi-automática.

8 ¿Qué área de enlucido diario/semanal desearía alcanzar con una máquina revocadora neumática de pared?

20m<sup>2</sup>  40m<sup>2</sup>  60m<sup>2</sup>  Otros

9 ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?

ESTA BIEN EL APROXIMADO DE ESTAS MEDIDAS

10 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?

Entre S/.3500 - S/.4000

Entre S/.5000 - S/.5500

Entre S/.4500 - S/.5000

Entre S/.6000 - S/.6500

11 ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de comprar una maquina revocadora neumática de paredes?

Entre 1 - 2 Años

No lo sé

Entre 2 - 3 Años

**ENTREVISTA DE LAS NECESIDADES DE UNA MÁQUINA REVOCADORA  
NEUMÁTICA DE PAREDES**

ENTREVISTADO: JOSE ALFREDO MORALES MARQUEZ

CARGO : GERENTE ADMINISTRATIVO

EMPRESA : CAMPO VERDE SAC

UBICACIÓN : CALLE 28 DE JULIO 239 P.T EL COCO - MOTUPE

UNIVERSIDAD: Señor de sipán

ESCUELA : Ingeniería Mecánica Eléctrica

TESIS : Diseño de una Máquina Revocadora Neumática  
de paredes con una Capacidad de  $30m^2/h$ .

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego responda claramente o proceda a marcar en la respectiva hoja su respuesta.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (√) o en otro caso responder a la interrogante.

**1 ¿Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente  $30m^2$  un operario promedio?**

Entre 4-10 Hora(s)

Entre 15-20 Hora(s)

Entre 10-15 Hora(s)

Entre 20 a más Hora(s)

2 ¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?

Uno  Dos  Tres  Más

3 ¿Según su opinión, que dificultades presenta el enlucido de pared?

SE DESPERDICIA MEZCLA

4 ¿Cuál es el rango promedio de área diarias que se manejan en la empresa?

10m<sup>2</sup>  20m<sup>2</sup>  30m<sup>2</sup>  Otros.....

5 ¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?

Sí  No  No sabe/No opina

6 ¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?

Sí  No  No sabe/No opina

7¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)

SEMI AUTOMÁTICA

8¿Qué área de enlucido diario/semanal desearía alcanzar con una máquina revocadora neumática de pared?

20m<sup>2</sup>  40m<sup>2</sup>  60m<sup>2</sup>  Otros

9 ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?

ESPACIO DE TRABAJO DE 1,20 m x 60 cm x 80 cm

10 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?

Entre S/.3500 - S/.4000

Entre S/.5000 - S/.5500

Entre S/.4500 - S/.5000

Entre S/.6000 - S/.6500

11 ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de comprar una maquina revocadora neumática de paredes?

Entre 1 – 2 Años

No lo sé

Entre 2 – 3 Años

**ENTREVISTA DE LAS NECESIDADES DE UNA MÁQUINA REVOCADORA  
NEUMÁTICA DE PAREDES**

ENTREVISTADO: ANGEL FERNANDEZ ESTRELLA

CARGO : OPERARIO

EMPRESA : CAMPO VERDE SAC

UBICACIÓN : Calle 28 de Julio 239 P. el coro Motupe

UNIVERSIDAD: Señor de Sipán

ESCUELA : Ingeniería Mecánica Eléctrica

TESIS : Diseño de una Máquina Revocadora Neumática  
de paredes con una Capacidad de 30 m<sup>2</sup>/h.

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego responda claramente o proceda a marcar en la respectiva hoja su respuesta.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (✓) o en otro caso responder a la interrogante.

**I ¿Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente 30m<sup>2</sup> un operario promedio?**

Entre 4-10 Hora(s)

Entre 15-20 Hora(s)

Entre 10-15 Hora(s)

Entre 20 a más Hora(s)

2 ¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?

Uno  Dos  Tres  Más

3 ¿Según su opinión, que dificultades presenta el enlucido de pared?

EL OBTENER UN NIVEL RAPIDO

4 ¿Cuál es el rango promedio de área diarias que se manejan en la empresa?

10m<sup>2</sup>  20m<sup>2</sup>  30m<sup>2</sup>  Otros.....

5 ¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?

Sí  No  No sabe/No opina

6 ¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?

Sí  No  No sabe/No opina

7¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)

SEMI AUTOMATICA

8¿Qué área de enlucido diario/semanal desearía alcanzar con una máquina revocadora neumática de pared?

20m<sup>2</sup>  40m<sup>2</sup>  60m<sup>2</sup>  Otros

9 ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?

EL APROXIMADO DE ESTAS MEDIDAS ESTAN BIEN

10 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?

Entre S/.3500 - S/.4000

Entre S/.5000 - S/.5500

Entre S/.4500 - S/.5000

Entre S/.6000 - S/.6500

11 ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de comprar una maquina revocadora neumática de paredes?

Entre 1 - 2 Años

No lo sé

Entre 2 - 3 Años

**ENTREVISTA DE LAS NECESIDADES DE UNA MÁQUINA REVOCADORA  
NEUMÁTICA DE PAREDES**

**ENTREVISTADO:** JANIK SPENCER GARCIA GARCIA

**CARGO** : OPERARIO

**EMPRESA** : CAMPO VERDE SAC

**UBICACIÓN** : CALLE 27 DE JULIO 239 PS EL COCO MOTUPE

**UNIVERSIDAD:** SEÑOR DE SIPÁN

**ESCUELA** : INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

**TESIS** : DISEÑO DE MÁQUINA REVOCADORA NEUMÁTICA  
DE PAREDES CON UNA CAPACIDAD DE 30m<sup>2</sup>/h

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego responda claramente o proceda a marcar en la respectiva hoja su respuesta.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (√) o en otro caso responder a la interrogante.

**1. ¿Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente 30m<sup>2</sup> un operario promedio?**

Entre 4-10 Hora(s)

Entre 15-20 Hora(s)

Entre 10-15 Hora(s)

Entre 20 a más Hora(s)

2 ¿Cuántos operarios se dedican a las labores de enlucido manual?

Uno  Dos  Tres  Más

3 ¿Según su opinión, que dificultades presenta el enlucido de pared?

OBTENER UN NIVEL ALINEADO RAPIDAMENTE

4 ¿Cuál es el rango promedio de área diarias que se manejan en la empresa?

10m<sup>2</sup>  20m<sup>2</sup>  30m<sup>2</sup>  Otros.....

5 ¿Tiene conocimiento de alguna maquina revocadora neumática de paredes para el incremento de producción?

Sí  No  No sabe/No opina

6 ¿Estaría interesado en poseer una máquina revocadora neumática de paredes?

Sí  No  No sabe/No opina

7 ¿Qué características quiere que tenga la máquina? (Ejemplo: Mecánica, Semi-automática, automática)

SEMI - AUTOMATICA

8 ¿Qué área de enlucido diario/semanal desearía alcanzar con una máquina revocadora neumática de pared?

20m<sup>2</sup>  40m<sup>2</sup>  60m<sup>2</sup>  Otros

9 ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?

APROXIMADAMENTE ESTAS MEDIDAS ESTAN BIEN

10 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?

Entre S/.3500 - S/.4000

Entre S/.5000 - S/.5500

Entre S/.4500 - S/.5000

Entre S/.6000 - S/.6500

11 ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de comprar una máquina revocadora neumática de paredes?

Entre 1 – 2 Años

No lo sé

Entre 2 – 3 Años

**ENTREVISTA DE LAS NECESIDADES DE UNA MÁQUINA REVOCADORA  
NEUMÁTICA DE PAREDES**

ENTREVISTADO: Jose Luis Rodriguez Cruz  
CARGO : operario  
EMPRESA : Campo Verde SAC  
UBICACIÓN : calle 22 Julio 239 PS El coco - Motupe  
UNIVERSIDAD: Señor de Sipán  
ESCUELA : Ingeniería Mecánica Eléctrica  
TESIS : Diseño de una Máquina Revocadora Neumatica  
de Paredes con una capacidad de 30m<sup>2</sup>/h.

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas, luego responda claramente o proceda a marcar en la respectiva hoja su respuesta.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Al marcar usted puede utilizar una (X) o una (√) o en otro caso responder a la interrogante.

**1. Cuántas horas se tarda en enlucir una pared de aproximadamente 30m<sup>2</sup> un operario promedio?**

Entre 4-10 Hora(s)

Entre 15-20 Hora(s)

Entre 10-15 Hora(s)

Entre 20 a más Hora(s)

9 ¿Qué espacio de trabajo podría brindarle a esta nueva máquina (Ejemplo: 1mx50cmx70cm)?

aproximadamente estas medidas estan bien

10 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina revocadora neumática de paredes?

Entre S/.3500 - S/.4000

Entre S/.5000 - S/.5500

Entre S/.4500 - S/.5000

Entre S/.6000 - S/.6500

11 ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de comprar una maquina revocadora neumática de paredes?

Entre 1 – 2 Años

No lo sé

Entre 2 – 3 Años

## **Anexo N°7**

### **Especificación para hormigón proyectado (ASI 506.2-95)-Normativa Asociada al diseño de máquinas revocadoras**

Este documento contiene los requisitos de construcción para aplicar el hormigón proyectado. Se detallan las especificaciones para el hormigón proyectado de mezcla húmeda y de mezcla seca, así como los estándares mínimos para pruebas, materiales e implementación.

Una mezcla de hormigón no se convierte en hormigón proyectado hasta que se coloca a una velocidad alta. Se mide el contenido de aire, se impacta en una superficie y obtenemos el hormigón proyectado. El contenido de aire en el hormigón proyectado se puede medir por la toma de muestras a partir del material en el lugar. Si el contenido de aire es a ensayar, especificar donde la muestra debe ser tomada. Hormigón proyectado por vía húmeda se expone a condiciones de congelación.

# Specification for Shotcrete (ACI 506.2-95)

Reported by ACI Committee 506

Steven H. Gebler  
Chairman

Lars Balck, Jr.  
Secretary

Jon B. Arlaldi  
Seymour A. Bortz  
Paul D. Cantor  
Gary L. Chynoweth  
John R. Fichter  
I. Lynn Glasgow  
Jill H. Glasgow  
Warren L. Harrison  
Charles H. Herager  
Marilyn Isaak  
Richard A. Kaden

Bruce K. Langston  
Albert Livrin  
Kristian Lovvick  
Dudley R. Morgan  
Dirk E. Nussgar  
H. Calk Ozyildirim  
Harvey W. Parker  
Dale A. Parroy  
John E. Perry, Jr.  
Vankataswamy Ramakrishnan  
Thomas J. Reading

Ernest K. Schraier  
Vern Schalthaus  
Raymond J. Schatz  
Philip T. Seabrook  
W. L. Snow, Sr.  
Carl E. Strub  
Lawrence J. Totten  
Gary L. Woodman  
R. Curtis White, Jr.  
J. Wickman Zimmerman

*This specification contains the construction requirements for the application of shotcrete. Both wet-mix and dry-mix shotcrete are specified, and the minimum standards for testing, materials, and execution are provided.*

**Keywords:** dry-mix shotcrete, fiber reinforced shotcrete, succedanea, shooting, shotcrete, wet-mix shotcrete

## CONTENTS

Foreword, p. 506.2-2

Preface to specification checklist, p. 506.2-2

Mandatory requirements checklist, p. 506.2-2

Optional requirements checklist, p. 506.2-2

Submittals checklist, p. 506.2-3

Section 1—General, p. 506.2-4

- 1.1—Scope
- 1.2—Definitions
- 1.3—Reference organizations
- 1.4—Reference standards
- 1.5—Submittals
- 1.6—Quality assurance
- 1.7—Shotcrete core grades
- 1.8—Evaluation of in-place shotcrete
- 1.9—Acceptance

Section 2—Materials, p. 506.2-7

- 2.1—Cement

- 2.2—Aggregate
- 2.3—Reinforcement
- 2.4—Water
- 2.5—Admixtures
- 2.6—Curing materials
- 2.7—Proportioning
- 2.8—Fiber reinforced shotcrete
- 2.9—Prebagged materials
- 2.10—Delivery, storage, and handling

Section 3—Execution, p. 506.2-7

- 3.1—Examination
- 3.2—Placing and mixing
- 3.3—Surface preparation
- 3.4—Joints
- 3.5—Alignment control
- 3.6—Application
- 3.7—Finishing
- 3.8—Curing
- 3.9—Hot weather shotcreting
- 3.10—Cold weather shotcreting
- 3.11—Protection
- 3.12—Tolerances

ACI 506.2-95 supersedes ACI 506.2-90 and became effective October 1, 1995.

Copyright © 1995, American Concrete Institute.

All rights reserved including rights of reproduction and use in any form or by any means, including the making of copies by any photo process, or by electronic or mechanical devices, printed, written, or oral, or recording for sound or visual reproduction or for use in any knowledge or retrieval system or device, unless permission in writing is obtained from the copyright proprietor.

**ANEXO N°8**  
**Conveyor Engineering & Manufacturing**  
**Densidad del cemento Lanzado**



**SCREW CONVEYOR**  
**COMPONENTS & DESIGN**

Version 2.20

1345 76th Ave SW  
Cedar Rapids, IA 52404  
PH 319.364.5600 / 800.452.4027  
FAX 319.364.6449

[www.conveyoreng.com](http://www.conveyoreng.com)

[engineering@conveyoreng.com](mailto:engineering@conveyoreng.com)  
[sales@conveyoreng.com](mailto:sales@conveyoreng.com)

Copyright © 2012 by Conveyor Eng. & Mfg. Co. All rights reserved.  
This manual and all items included may not be reproduced in any form without written permission from CEMC.

**TABLE A: Material Classification Code**

CATEGORY: MATERIAL CHARACTERISTICS	CODE DESIGNATION
<b>Density:</b>	
Bulk Density	avg. lbs/CF
<b>Size:</b>	
Very Fine — 100 mesh and under	A
Fine — 1/8" mesh and under	B
Granular — 1/4" mesh and under	C
Lumpy — containing lumps over 1/2"	D
Irregular — fibrous, stringy, etc	E
<b>Flowability:</b>	
Very free flowing	1
Free flowing	2
Average flowability	3
Sluggish	4
<b>Abrasiveness:</b>	
Mildly abrasive	5
Moderately abrasive	6
Extremely abrasive	7
<b>Other Characteristics:</b>	
Builds up & hardens	F
Generates static electricity	G
Decomposes — deteriorates in storage	H
Flammability	J
Becomes plastic or tends to soften	K
Very dusty	L
Aerates and becomes fluid	M
Explosiveness	N
Stickiness-adhesion	O
Contaminable, affecting use	P
Degradable, affecting use	Q
Gives off harmful or toxic gas or fumes	R
Highly corrosive	S
Mildly corrosive	T
Hygroscopic	U
Interlocks, mats or agglomerates	V
Oils present	W
Packs under pressure	X
Very light and fluffy — may be windswept	Y
Elevated temperature	Z

For screw conveyor design purposes, conveyed materials are classified in accordance with the code system shown in **Table A**. This system conforms to that of the Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) which ranks each material in 5 categories. **Table B** lists the codes for many materials that can be effectively conveyed by a screw conveyor. If a material is not listed in **Table B**, it must be classified according to **Table A**, or by referring to a listed material that is similar in weight, particle size and other characteristics.

**Example:**

Gluten, Meal = 40B35P (from table B)

40 = Density (40 lbs per cubic foot)

B = Size of material (fine, 1/8" mesh and under)

3 = Flowability (average)

5 = Abrasiveness (mild)

P = Other Characteristics (contaminable)

## MATERIALS

**TABLE B: Material Characteristics (continued)**

MATERIAL	MAT'L CLASS CODE	CONV LOADING	COMPONENT GROUP	WEIGHT (LBS/CF)		MAT'L FACTOR F <sub>m</sub>	VERT.*
				MIN	MAX		
Beans, Navy, Dry	48C15	45	1A,1B,1C	48	48	0.5	?
Beans, Navy, Steeped	80C25	45	1A,1B,1C	80	80	0.8	?
Bentonite, 100 Mesh	55A25MX	45	2D	50	60	0.7	x
Bentonite, Crude	37D45X	30A	2D	34	40	1.2	
Benzene Hexachloride	56A45R	30A	1A,1B,1C	56	56	0.6	?
Bicarbonate of Soda (Baking Soda)	48A25	45	1B	40	55	0.6	?
Blood, Dried	40D45U	30A	2D	35	45	2.0	x
Blood, Ground, Dried	30A35U	30A	1A,1B,	30	30	1.0	x
Bone Ash (Tricalcium Phosphate)	45A45	30A	1A,1B	40	50	1.8	
Bonechar	34B35	30A	1A,1B	27	40	1.6	x
Bonemeal	55B35	30A	2D	50	60	1.7	x
Bones, Crushed	43D45	30A	2D	35	50	2.0	x
Bones, Ground	50B35	30A	2D	50	50	1.7	x
Bones, Whole**	43E45V	30A	2D	35	50	3.0	
Borate of Lime	60A35	30A	1A,1B,1C	60	60	0.6	
Borax Screening, ½"	56C35	30A	2D	55	60	1.5	
Borax, 1-½" to 2" Lump	58D35	30A	2D	55	60	1.8	
Borax, 2" to 3" Lump	65D35	30A	2D	60	70	2.0	
Borax, Fine	50B25T	45	3D	45	55	0.7	x
Boric Acid, Fine	56B25T	45	3D	55	55	0.8	x
Boron	75A37	15	2D	75	75	1.0	
Bran, Rice-Rye-Wheat	18B355NY	30A	1A,1B,1C	16	20	0.5	
Braunite (Manganese Oxide)	120A36	30B	2D	120	120	2.0	
Bread Crumbs	23B35PQ	30A	1A,1B,1C	20	25	0.6	
Brewer's Grain, spent, dry	22C45	30A	1A,1B,1C	14	30	0.5	x
Brewer's Grain, spent, wet	58C45T	30A	2A,2B	55	60	0.8	
Brick, Ground, ½"	110B37	15	3D	100	120	2.2	
Bronze Chips	40B45	30A	2D	30	50	2.0	
Buckwheat	40B25N	45	1A,1B,1C	37	42	0.4	x
Calcline, Flour	80A35	30A	1A,1B,1C	75	85	0.7	
Calcium Carbide	80D25N	30A	2D	70	90	2.0	?
Calcium Carbonate (see Limestone)							
Calcium Fluoride (see Fluorspar)							
Calcium Hydrate (Lime, Hydrated)	40B35LM	30A	2D	40	40	0.8	?
Calcium Hydroxide (Lime, Hydrated)	40B35LM	30A	2D	40	40	0.8	?
Calcium Lactate	28D45QTR	30A	2A,2B	26	29	0.6	
Calcium Oxide (Lime, unslaked)	63B35U	30A	1A,1B,1C	60	65	0.6	?
Calcium Phosphate	45A45	30A	1A,1B,1C	40	50	1.6	
Calcium Sulfate (see Gypsum)							
Canola Meal (Rape Seed Meal)**	38	?	?	34	41	0.8	?
Carbon, Activated, Dry, Fine**	-	-	-	-	-	-	?
Carbon, Black, Pelleted**	-	-	-	-	-	-	?
Carbon, Black, Powder**	-	-	-	-	-	2.0	
Carborundum	100D27	15	3D	100	100	3.0	
Casein	36B35	30A	2D	36	36	1.6	
Cashew Nuts	35C45	30A	2D	32	37	0.7	
Cast Iron, Chips	165C45	30A	2D	130	200	4.0	
Caustic Soda (Sodium Hydroxide)	88B35RSU	30A	3D	88	88	1.8	
Caustic Soda, Flakes	47C45RSUX	30A	3A,3B	47	47	1.5	
Celite (Diatomaceous Earth)	14A36Y	30B	3D	11	17	1.6	?
Cement, Aerated (Portland)	68A16M	30B	2D	60	75	1.4	x
Cement, Clinker	85D36	30B	3D	75	95	1.8	
Cement, Mortar	133B35Q	30A	3D	133	133	3.0	

133 = Densidad (133 lbs por pie cúbico) = 2130 Kg/m<sup>3</sup>

B = Tamaño del material (fino, malla 1/8" y menor)

3 = Fluidez media

5 = Ligeramente abrasivo

Q = Degradable, afectando al uso.

Indique un valor (libras por pie cúbico):

**Sistema métrico**

toneladas por metro cúbico (t/m <sup>3</sup> )	2.13	gramo por decimetro cúbico (g/dm <sup>3</sup> )	2 130
<b>kilogramo por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2 130</b>	miligramo por decimetro cúbico (mg/dm <sup>3</sup> )	2 130 456
gramo por metro cúbico (g/m <sup>3</sup> )	2 130 456	kilogramo por centimetro cúbico (kg/cm <sup>3</sup> )	0.00213
miligramo por metro cúbico (mg/m <sup>3</sup> )	2 130 455 614	gramo por centimetro cúbico (g/cm <sup>3</sup> )	2.13
kilogramo por litro (kg/L)	2.13	miligramo por centimetro cúbico (mg/cm <sup>3</sup> )	2 130
gramo por litro (g/L)	2 130	kilogramo por mililitro (kg/mL)	0.00213
miligramo por litro (mg/L)	2 130 456	gramo por mililitro (g/mL)	2.13
kilogramo por decimetro cúbico (kg/dm <sup>3</sup> )	2.13	miligramo por mililitro (mg/mL)	2 130

**Fuente:** [www.convert-me.com](http://www.convert-me.com)

**ANEXO N°9**

**Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012.**

**Selección de Diametro del eje y tornillo transportador**



**SCREW CONVEYOR  
COMPONENTS & DESIGN**

Version 2.20

1345 76th Ave SW  
Cedar Rapids, IA 52404  
PH 319.364.5600 / 800.452.4027  
FAX 319.364.6449

[www.conveyoreng.com](http://www.conveyoreng.com)

[engineering@conveyoreng.com](mailto:engineering@conveyoreng.com)  
[sales@conveyoreng.com](mailto:sales@conveyoreng.com)

Copyright © 2012 by Conveyor Eng. & Mfg. Co. All rights reserved.  
This manual and all items included may not be reproduced in any form without written permission from CEMC.

**TABLE C: Capacity Factors**

<b>SPECIAL SCREW PITCH CAPACITY FACTOR <math>CF_1</math></b>				
<b>PITCH</b>	<b>DESCRIPTION</b>			<b><math>CF_1</math></b>
Standard (full)	Pitch = Diameter of screw			1.00
Short	Pitch = $\frac{2}{3}$ Diameter of screw			1.50
Half	Pitch = $\frac{1}{2}$ Diameter of screw			2.00
Long	Pitch = $1\frac{1}{2}$ Diameter of screw			0.67
<b>SPECIAL SCREW FLIGHT MODIFICATION CAPACITY FACTOR <math>CF_2</math></b>				
<b>TYPE OF FLIGHT</b>	<b>CONVEYOR LOADING</b>			
	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>45%</b>	
Standard	1.00	1.00	1.00	
Cut	1.95	1.57	1.43	
Cut & Folded	not rec.	3.75	2.54	
Ribbon	1.04	1.37	1.62	
<b>SPECIAL SCREW MIXING PADDLE CAPACITY FACTOR <math>CF_3</math></b>				
<b>STD PADDLES PER PITCH SET AT 45° REVERSE PITCH</b>				
<b>NONE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

## Anexo N°10

### DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD

**Área a revocar**

$$A = 30\text{m}^2$$

Espesor según la organización internacional del trabajo, (Ver Anexo N°3).

$$e = 0.015\text{m}^2$$

**La capacidad será igual:**

$$C = A * e \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots (1)$$

$$C = 30 * 0.015$$

$$C = 0.45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Al proyectar el concreto al área a revocar, dado al momento de pasar la regla para lograr uniformidad se estimó un espesor por criterio ingenieril de 0.030 m. donde la capacidad es de:

$$C \approx A * e \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots (2)$$

$$C \approx 30 * 0.030$$

$$C \approx 0.9 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Cálculos para el volumen de la tolva



Fuente: T ZP 3 XL

Hallaremos el área superior de la tolva:

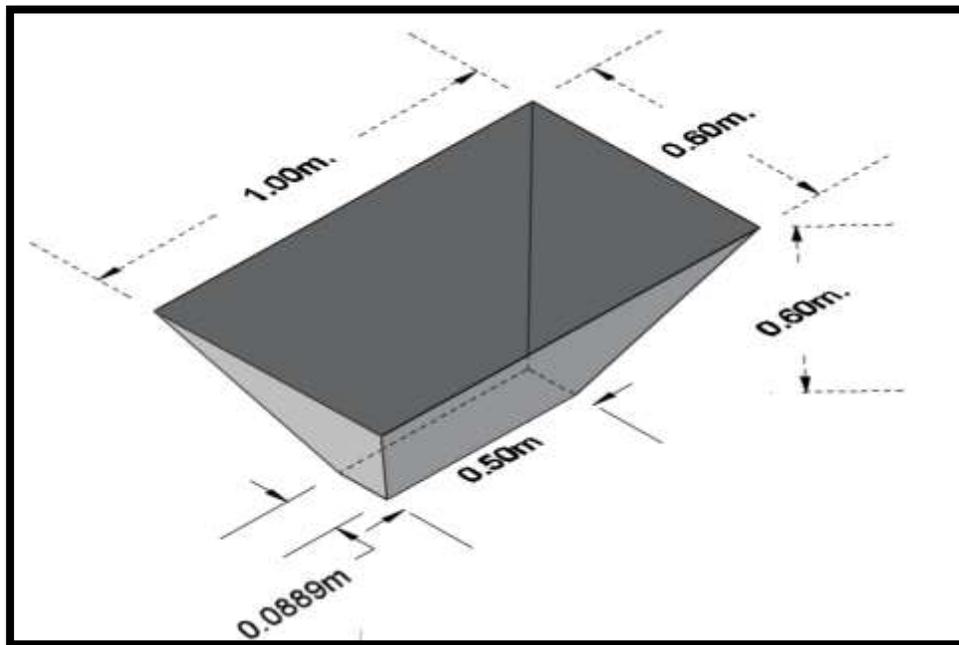
$$A_1 = l * a \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots (3)$$

Hallaremos el área inferior de la tolva:

$$A_2 = l * a \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots (4)$$

Entonces el volumen será:

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2}) \text{ (m}^3\text{)} \quad \dots (5)$$



Fuente: Propia

Reemplazando los datos en las ecuaciones (3, 4, 5)

Reemplazando hallaremos el área superior de la tolva:

$$A_1 = l * a \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots (3)$$

$$A_1 = 0.6 \text{ (m}^2\text{)}$$

Reemplazando hallaremos el área inferior de la tolva:

$$A_2 = l * a \text{ (m}^2\text{)} \quad \dots (4)$$

$$A_2 = 0.5 * 0.0889 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_2 = 0.0444 \text{ (m}^2\text{)}$$

**Reemplazando entonces el volumen será:**

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2}) (m^3) \quad \dots (5)$$

**Reemplazando:**

$$V = \frac{0.60}{3} (0.6 + 0.0444 + \sqrt{0.6 * 0.0444}) (m^3)$$

$$V = 0.162 (m^3)$$

**Masa del concreto**

$$m = V * \gamma \quad (\text{kg}) \quad \dots (6)$$

$\gamma$  : Densidad del concreto (2 130 kg/m<sup>3</sup>).

**Reemplazando:**

$$m = 0.162 * 2\,130$$

$$m = 345.06 \text{ kg}$$

**Anexo N°11**  
**CALCULO DE POTENCIAS**  
**POTENCIA CONSUMIDA POR LA BOMBA DE CEMENTO**

$$P_{bomba} = \frac{p_r * Q_b}{n} \quad \dots (7)$$

**Dónde:**

- $P_{bomba}$ : Potencia consumida por la bomba (Watts).
- $p_r$  : Presión de trabajo de la bomba (Pa).
- $Q_b$  : Caudal de la bomba seleccionada (m<sup>3</sup>/s).
- $n$  : Rendimiento de la bomba del concreto (Adim).

$$P_{bomba} = \frac{(25 * 10^5) * (2.6667 * 10^{-4})}{0.6}$$

$$P_{bomba} = 1111.1111 \text{ Watts}$$

$$P_{bomba} = 1.4894 \text{ HP}$$

**TORQUE EJERCIDO POR LA BOMBA**

$$T_{bomba} = \frac{P_{bomba}}{\pi * \frac{rpm}{30}} \quad \dots (8)$$

**Dónde:**

- $T_{bomba}$ : Torque en el extremo del eje del transportador (Nm.).

$$T_{bomba} = \frac{1111.1111}{\pi * \frac{320}{30}} = 33.1573 \text{ N.m}$$

**Anexo N°12**  
**CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR**

Realizando el análisis paramétrico se determinó que los diámetros requeridos para el tornillo transportador son los siguientes:

$$D_S = 2 \text{ Pulg.}$$

$$D_P = 1.25 \text{ Pulg.}$$

**Dónde:**

$D_S$  : Diámetro del tornillo (pulgadas).

$D_P$ : Diámetro del eje (pulgadas).

$$C = rpm * \left( \frac{0.7854 * (D_S^2 - D_P^2) * P * K}{1728} \right) \quad \dots (9)$$

**Para la Relación del diámetro del tornillo y el Paso del tornillo**  
**(Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012-pág. 16) y (Ver Anexo N°6)**

$$r = 1.5 \text{ Pulg.}$$

**Porcentaje de carga a criterio ingenieril**

$$K = 1.20 \text{ (adim.)}$$

**Dónde:**

- $C$  : Capacidad del transportador (**Pie<sup>3</sup>/h**)
- $D_S$ : Diámetro del tornillo (**Pulg**).
- $D_P$  : Diámetro del eje (**Pulg**).
- $P$  : Paso del tornillo (**Pulg**).
- $K$  : Porcentaje de carga a criterio ingenieril (**adim.**).

## PASO DEL TORNILLO

- **P**: Paso del tornillo (pulgadas).

$$P = \frac{D_s}{r} \quad \dots (10)$$

$$P = \frac{2}{1.5}$$

$$P = 1.3333 \text{ Pulg.}$$

$$C = 320 * \left( \frac{0.7854 * (2^2 - 1.25^2) * 1.3333 * 1.20}{1728} \right)$$

$$c = 34.033149 \text{ Pie}^3/\text{h}$$

$$C = 0.9637 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Anexo N°13

#### POTENCIA REQUERIDA POR EL TORNILLO TRANSPORTADOR

Fuente: (khaddar, 2016-pág. 7)

(Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012)

$F_d = 0.67$  (Adim) Factor de diámetro del transportador (Diám. tornillo = 2 Pulg).

$F_b = 1$  (Adim) Factor de rodamiento de suspensión - (Rodamiento de bolas).

$F_m = 3$  (Adim) Factor del material.

$F_f = 1$  (Adim) Factor de vuelo (Tipo de tornillo estándar).

$F_p = 1$  (Adim) Factor de paleta.

$e = 0.94$  (Adim) Eficiencia de la transmisión - Fuente: (CEMC, pág. 20) y (Ver Anexo N°18).

Densidad aparente del concreto-Fuente: (Conveyor Engineering & Manufacturing, 2012,-pág. 7) y (Ver Anexo N°8).

$D = 2130 \text{ kg/m}^3$  Densidad del concreto.

Longitud del transportador

$L = 0.5 \text{ m}$ . Metros.

$$L = \frac{L}{0.3048} \quad \dots (11)$$

$$L = \frac{0.5}{0.3048}$$

$$L = 1.6404$$

$$L = 1.6404 \text{ (Pie)}$$

**Potencia requerida para vencer la fricción**

$$HPf = \frac{L * rpm * Fd * Fb}{1000000} \quad \dots (12)$$

$$HPf = \frac{1.6404 * 320 * 0.67 * 1}{1000000}$$

$$HPf = 3.5170176 * 10^{-4} \text{ HP}$$

**Potencia para transportar el material**

$$HPm = \frac{(C/0.283168) * L * D * Ff * Fm * Fp}{1000000} \quad \dots (13)$$

$$HPm = \frac{(0.9637/0.283168) * 1.6404 * 2130 * 1 * 3 * 1}{1000000}$$

$$HPm = 0.0223 \text{ HP}$$

**Factor de sobrecarga - (Ver Anexo N°19), (CEMC, pág. 21)**

$$F_0 = \log(HPf + HPm) * (-0.6115) + 2.024 \quad \dots (14)$$

$$F_0 = \log(3.5170176 * 10^{-4} + 0.0223) * (-0.6115) + 2.024$$

$$F_0 = 4.3407 \text{ (Adim)}$$

**Potencia total consumida por el tornillo transportador**

$$HP = (HPf + HPm) * F_0/e \quad \dots (15)$$

$$HP = (3.5170176 * 10^{-4} + 0.0223) * 4. \frac{3407}{0} * 0.94$$

$$HP = 0.1045$$

**Conversión de unidades al sistema internacional (SI)**

**Potencia requerida para vencer la fricción:**

$$HPf = 0.2624 \text{ Watts}$$

**Potencia para transportar el material:**

$$HPm = 16.6180 \text{ Watts}$$

**Potencia total consumida por el tornillo transformador:**

$$P_{\text{tornillo}} = 77.9500 \text{ Watts}$$

**POTENCIA TOTAL**

**Potencia total para la maquina**

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{bomba}} + P_{\text{tornillo}} \quad \dots (16)$$

$$P_{\text{tot}} = 1111.1111 + 77.9500$$

$$P_{tot} = 1189.0611 \text{ Watts}$$

$$P_{tot} = 1.5939 \text{ HP}$$

$$P_{tot} \approx 2 \text{ HP}$$

**Anexo N°14**  
**CALCULO DE CARGAS SOBRE EL EJE**

**CONSTANTES:**

$g = 9.81m/s^2$  Gravedad.

**CALCULOS**

**Presión ejercida por el peso del concreto (Pa)**

$$Pr = D * g * h \quad \dots (17)$$

**Dónde:**

***h*: Altura (m).**

$$Pr = 2130 * 9.81 * 0.60 \text{ (Pa)}$$

$$Pr = 12537.18 \text{ (Pa)}$$

**Fuerza Promedio ejercida por el peso del concreto sobre el eje (N)**

$$F_{prom} = Pr * A_2 \quad \dots (18)$$

$$F_{prom} = 12537.18 * 0.0445$$

$$F_{prom} = 557.90451 \text{ (N)}$$

**Fuerza distribuida sobre el eje (N/m)**

$$F_{dist} = F_{prom}/L \quad \dots (19)$$

$$F_{dist} = 557.277651 / 0.5$$

$$F_{dist} = 1114.555302 \text{ (N/m)}$$

## Anexo N°15

### CARGA DISTRIBUIDA DEL PESO DEL EJE

#### CONSTANTES:

Radio del eje (m).

$$r_{eje} = Dp * 0.0254/2 \quad \dots (20)$$

$$r_{eje} = 1.25 * 0.0254/2$$

$$r_{eje} = 0.0159 \text{ (m)}$$

Densidad del acero:

$$De\_acero = 7850 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

#### CALCULOS

Volumen del eje de acero (m<sup>3</sup>)

$$V_{eje} = \pi * r_{eje}^2 * L \quad \dots (21)$$

$$V_{eje} = \pi * 0.0159^2 * 0.5$$

$$V_{eje} = 3.9587 * 10^{-4} \text{ (m}^3\text{)}$$

**Peso del eje (N)**

$$W_{\text{eje}} = \text{den\_acero} * V_{\text{eje}} * g \quad \dots (22)$$

$$W_{\text{eje}} = 7850 * 3.9587 * 10^{-4} * 9.81$$

$$W_{\text{eje}} = 30.4850 \text{ (N)}$$

**Fuerza distribuida del peso del eje (N/m)**

$$W_{\text{dist}} = W_{\text{eje}}/L \quad \dots (23)$$

$$W_{\text{dist}} = 30.4850/0.5$$

$$W_{\text{dist}} = 60.9700 \text{ (N/m)}$$

**CARGA DISTRIBUIDA TOTAL**

**CONSTANTES:**

**Fuerza distribuida total sobre el plano horizontal del eje (N/m)**

$$F_{\text{dist}_{\text{tot}}} = F_{\text{dist}} + W_{\text{dist}} \quad \dots (24)$$

$$F_{\text{dist}_{\text{tot}}} = 1114.555302 + 60.9700$$

$$F_{\text{dist}_{\text{tot}}} = 1175.525302 \text{ (N/m)}$$

## CARGAS SOBRE EL EJE

## CONSTANTES

## CALCULOS

Área transversal útil para el transporte del material (m<sup>2</sup>):

$$A = (\pi/4) * ((D_s * 0.0254)^2 - (D_p * 0.0254)^2) \quad \dots (25)$$

$$A = (\pi/4) * ((2 * 0.0254)^2 - (1.25 * 0.0254)^2)$$

$$A = 0.0012350 \text{ (m}^2\text{)}$$

Velocidad de transporte del material (m/s):

$$v_s = (C/3600)/(A) \quad \dots (26)$$

$$v_s = (0.9637/3600)/(0.0012350)$$

$$v_s = 0.2167 \text{ (m/s)}$$

Fuerza axial en el eje (N):

$$F_{ax} = P_m * F_o/v_s \quad \dots (27)$$

$$F_{ax} = 16.61803 * 4.34071/0.2167$$

$$F_{ax} = 332.8036 \text{ (N)}$$

**Torque distribuido en el eje del transportador (Nm)**

$$\mathbf{T_{tornillo} = Pf * Fo / (pi * rpm / 30)} \quad \dots (28)$$

$$\mathbf{T_{tornillo} = 0.262372 * 4.34071 / (pi * 320 / 30)}$$

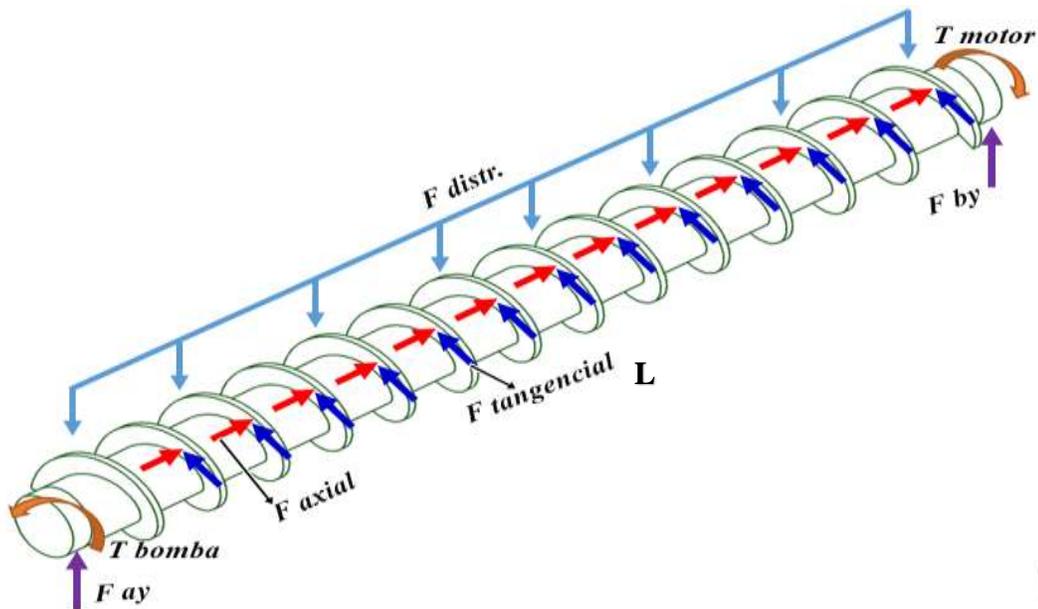
$$\mathbf{T_{tornillo} = 0.0340(N.m)}$$

## Anexo N°16

### Cálculos para el diseño del tornillo (DCL)

#### DISEÑO DEL TORNILLO

##### DCL del eje tornillo



Fuente: Propia

##### Dónde:

- $F_{ay}$  : Carga sobre el rodamiento A (N)
- $R_{by}$  : Carga sobre el rodamiento B (N)
- $T_{bomba}$  : Momento Torsor, (Nm)
- $T_{motor}$  : Momento Torsor, (Nm)
- $F_{distr}$  : Peso del tornillo y del concreto por unidad de longitud (N/m)
- $F_{axial}$  : Fuerza Axial
- $F_{tangencial}$  : Fuerza Tangencial
- $L$  : Longitud (m)

**Calculo de reacciones usando las condiciones de equilibrio**

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{Ay} + F_{By} - F_1 = 0 \quad \dots (29)$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{Bx} + F_{ax} = 0 \quad \dots (30)$$

$$\sum M_B = 0$$

$$+M_B + F_{Ay} * (L) - F_1 * \left(\frac{L}{2}\right) = 0 \quad \dots (31)$$

**Para resolver las ecuaciones toma  $F_{Ay}$  como las reacciones redundantes**

**De la ecuación (27)**

$$F_{By} = F_1 - F_{Ay} \quad \dots (32)$$

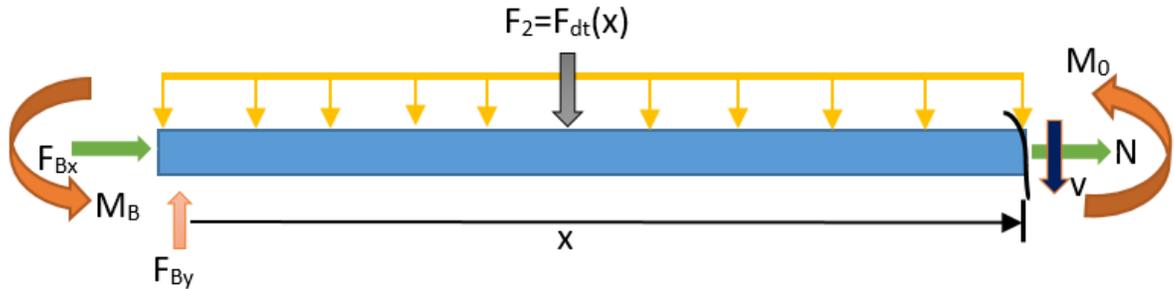
**De la ecuación (28)**

$$F_{Bx} = F_{ax} = 332.8036 \text{ N} \quad \dots (33)$$

**De la ecuación (29)**

$$M_B = F_1 * \left(\frac{L}{2}\right) - F_{Ay} * (L) \quad \dots (34)$$

Determinar el momento flexionante



Fuente: Propia

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad V = F_{By} - F_{dt} * x = 0 \quad \dots (35)$$

$$\sum F_x = F_{Bx} + N = 0 \quad \dots (36)$$

$$N = -F_{Bx} \quad \dots (37)$$

$$\sum M_0 = 0$$

$$M_B + M_0 - F_{Bx} * (x) + F_2 * \left(\frac{x}{2}\right) = 0 \quad \dots (38)$$

$$M = F_{Bx} * (x) - F_2 * \left(\frac{x}{2}\right) - M_B \quad \dots (39)$$

$$M = (F_1 - F_{Ay}) * (x) - F_{dt} * x * \left(\frac{x}{2}\right) - F_1 * \left(\frac{L}{2}\right) - F_{Ay} * (L) \quad \dots (40)$$

$$M = F_1x - F_{Ay}x - \frac{F_{dt}}{2}x^2 - \frac{F_1}{2}L - F_{Ay}L \quad \dots (41)$$

**Aplicando la ecuación para la deflexión y el momento**

$$EI \frac{d}{dx}(v) = M \quad \dots (42)$$

**Dónde:**

- *v*: Es la deflexión.
- *E*: Módulo de elasticidad.
- *I*: Momento de inercia de Área.

**Integrando sucesivamente**

$$EI \frac{d^2}{dx^2}(v) = \frac{F_1}{2}x^2 - \frac{F_{Ay}}{2}x^2 - \frac{F_{dt}}{6}x^3 - \frac{F_1}{2}Lx - F_{Ay}Lx + c_1 \quad \dots (43)$$

$$EI \frac{d^2}{dx^2}(v) = \frac{F_1}{6}x^3 - \frac{F_{Ay}}{6}x^3 - \frac{F_{dt}}{24}x^4 - \frac{F_1}{4}Lx^2 - \frac{F_{Ay}}{2}Lx^2 + c_1 * x + c_2 \quad \dots (44)$$

**Condiciones de fronteras**

1. La deflexión en B es cero:  $v(0) = 0$
2. La pendiente en B es cero:  $v'(0) = 0$
3. La deflexión en A es cero:  $v(L) = 0$

**Aplicando las condiciones de frontera**

**Para 1:  $v_{(0)} = 0$**

$$EI(v_{(0)}) = \frac{F_1}{6} 0^3 - \frac{F_{Ay}}{6} 0^3 - \frac{F_{dt}}{24} 0^4 - \frac{F_1}{4} L 0^2 - \frac{F_{Ay}}{2} L 0^2 + c_1 * 0 + c_2 \quad \dots (45)$$

$$c_2 = 0 \quad \dots (46)$$

**Para 2:  $v'_{(0)} = 0$**

$$EI \frac{d^2}{dx^2}(v_{(0)}) = \frac{F_1}{2} 0^2 - \frac{F_{Ay}}{2} 0^2 - \frac{F_{dt}}{6} 0^3 - \frac{F_1}{2} L 0 - F_{Ay} L 0 + c_1 \quad \dots (47)$$

$$c_1 = 0 \quad \dots (48)$$

**Para 3:  $v_{(L)} = 0$  ;  $F_1 = F_{dt}(L)$**

$$EI(v_{(L)}) = \frac{F_1}{6} L^3 - \frac{F_{Ay}}{6} L^3 - \frac{F_{dt}}{24} L^4 - \frac{F_1}{4} L L^2 - \frac{F_{Ay}}{2} L L^2 + c_1 * L + c_2 \quad \dots (49)$$

$$EI(v_{(L)}) = \frac{F_1}{6} L^3 - \frac{F_{Ay}}{6} L^3 - \frac{F_{dt}}{24} L^4 - \frac{F_1}{4} L L^2 - \frac{F_{Ay}}{2} L L^2 + 0 * L + 0 \quad \dots (50)$$

$$EI(v_{(L)}) = \frac{F_{dt}}{6} L^4 - \frac{F_{Ay}}{6} L^3 - \frac{F_{dt}}{24} L^4 - \frac{F_{dt}}{4} L^4 - \frac{F_{Ay}}{2} L^3 \quad \dots (51)$$

$$0 = \left(\frac{4-1-6}{24}\right) F_{dt} L^4 + \left(\frac{-1+3}{6}\right) F_{Ay} L^3 \quad \dots (52)$$

$$0 = -\frac{3}{24} F_{dt} L^4 + \frac{2}{6} F_{Ay} L^3 \quad \dots (53)$$

$$0 = -\frac{1}{8} F_{dt} L^4 + \frac{1}{3} F_{Ay} L^3 \quad \dots (54)$$

$$F_{Ay} = \frac{3}{8} F_{dt} L \quad \dots (55)$$

$$F_{Ay} = \frac{3}{8} * 1175.5253 * 0.5$$

$$F_{Ay} = 220.410 \text{ N/m}$$

Sustituyendo  $F_{Ay}$  en las ecuaciones (27) y (29)

En la Ecu. (27):

$$\frac{3}{8} F_{dt} L + F_{By} - F_1 = 0 \quad \dots (56)$$

$$F_{By} = F_1 - \frac{3}{8} F_{dt} L \quad \dots (57)$$

$$F_{By} = F_{dt} L - \frac{3}{8} F_{dt} L \quad \dots (58)$$

$$F_{By} = \frac{5}{8} F_{dt} L \quad \dots (59)$$

$$F_{By} = \frac{5}{8} * 1175.5253 * 0.5$$

$$F_{By} = 367.351656 \text{ N/m}$$

**En la Ecu. (27):**

$$M_B + \left(\frac{3}{8} F_{dt} * L\right) L - \left(\frac{F_{dt}}{2}\right) * L^2 = 0 \quad \dots (60)$$

$$M_B = \left(\frac{F_{dt}}{2}\right) * L^2 + \frac{3}{8} F_{dt} * L^2 \quad \dots (61)$$

$$M_B = \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (62)$$

**Reemplazando en las ecuaciones (33) y (37)**

**Para la Ecu. (33):**

$$v = F_{By} - F_{dt} * x \quad \dots (63)$$

$$v = \frac{5}{8} * F_{dt} * L - F_{dt} * x \quad \dots (64)$$

**Para la Ecu. (37):**

$$M = F_{Bx} * (x) - F_2 * \left(\frac{x}{2}\right) - M_B \quad \dots (65)$$

$$M = \frac{5}{8} * F_{dt} * (x) - \frac{F_{dt}}{2} * x^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (66)$$

$$M = \frac{5}{8} * F_{dt} * (0) - \frac{F_{dt}}{2} * 0^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2$$

$$M_B = -\frac{1175.525302}{8} * 0.5^2$$

$$M_B = -36.7352 \text{ N.m}$$

**Momento máximo**

$$\frac{dM}{dx} = V \quad \dots (67)$$

Para  $V = 0 \Rightarrow 0 = \frac{5}{8} * F_{dt} * (L) - F_{dt}x \quad \dots (68)$

**Distancia donde se aplica el momento máximo**

$$x = \frac{5}{8} L \quad \dots (69)$$

**Reemplazando**

**Para la Ecu. (64)**

$$\mathbf{M} = \frac{5}{8} * F_{dt} * \left(\frac{5}{8}L\right) - \frac{F_{dt}}{2} * \left(\frac{5}{8}L\right)^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (70)$$

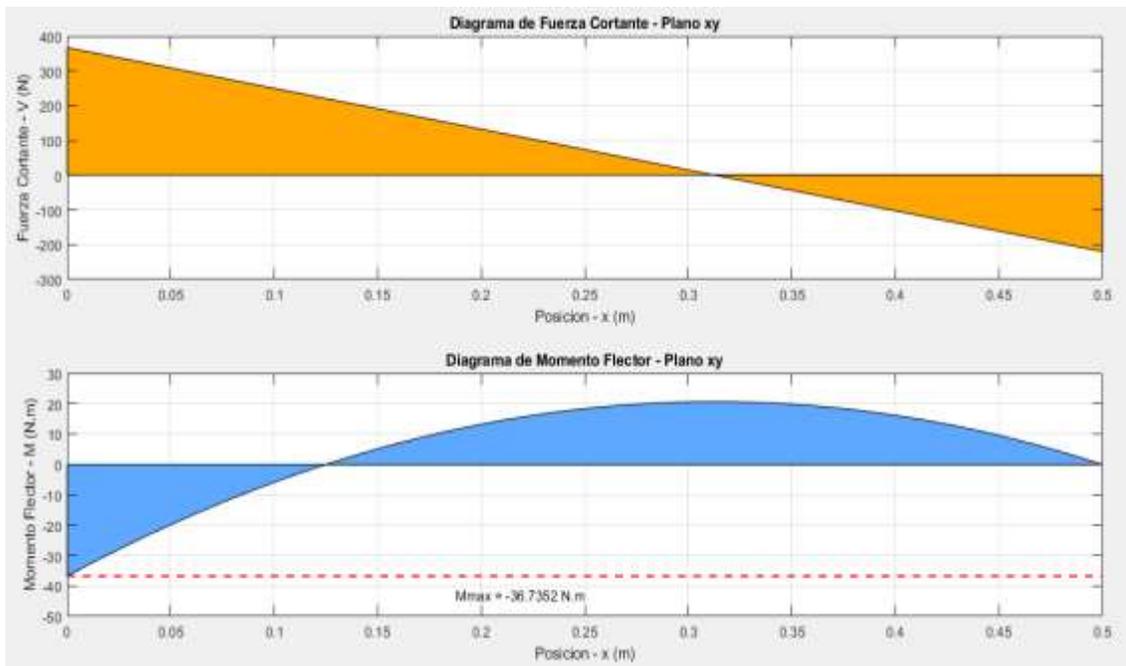
$$\mathbf{M} = \frac{25}{64} * F_{dt} * L^2 - \frac{25}{2} F_{dt} L^2 - \frac{F_{dt}}{8} * L^2 \quad \dots (71)$$

$$\mathbf{M} = \frac{50}{128} * F_{dt} L^2 - \frac{25}{128} F_{dt} L^2 - \frac{16F_{dt}}{128} * L^2 \quad \dots (72)$$

$$\mathbf{M} = \frac{59}{128} * F_{dt} L^2 \quad \dots (73)$$

$$\mathbf{M} = \frac{59}{128} * 1175.5253 * 0.5^2$$

$$\mathbf{M} = 20.6635 \text{ N.m}$$



**Fuente:** Propia

**Anexo N°17**  
**Cálculos para el acero AISI 1020-CD**

**PARA EL ACERO 1020 CD**

**CRITERIO DE FALLA EN ANALISIS ESTATICO**

(Ver Anexo N°20) y (Ver Tabla A-20)

$S_y = 210 \text{ MPa}$  Resistencia a la fluencia - Fuente: Tabla A-20, Shigley (8 Ed)

$S_{ut} = 380 \text{ MPa}$  Resistencia a la tracción - Fuente: Tabla A-20, Shigley (8 Ed)

**Esfuerzo normal:**

$$\sigma_n = \frac{Fax}{\frac{\pi * (Dp * 0.0254)^2}{4}} \quad \dots (74)$$

$$\sigma_n = \frac{332.8036}{\frac{\pi * (1.25 * 0.0254)^2}{4}}$$

$$\sigma_n = 420349.6352 \text{ Pa}$$

$$\sigma_n = 0.42035 \text{ MPa}$$

**Esfuerzo por flexión:**

$$\sigma = \frac{32 * M_{max}}{\pi * (Dp * 0.0254)^3} \quad \dots (75)$$

$$\sigma = \frac{32 * -36.73516}{\pi * (1.25 * 0.0254)^3}$$

$$\sigma = 11690978.25$$

$$\sigma = 11.690978 \text{ MPa}$$

**Esfuerzo en x o axial:**

$$\sigma_x = \sigma_n + \sigma \quad \dots (76)$$

$$\sigma_x = 0.42035 \text{ MPa} + 11.690978 \text{ MPa}$$

$$\sigma_x = 12.1113 \text{ MPa}$$

**Esfuerzo cortante:**

$$\tau_m = \frac{16}{\pi * (Dp * 0.0254)^3} T_{max} \quad \dots (77)$$

$$\tau_m = \frac{16}{\pi * (1.25 * 0.0254)^3} * 33.19126$$

$$\tau_m = 5.281566 \text{ Mpa}$$

**El esfuerzo de Von Mises es:**

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_m^2} \quad \dots (78)$$

**Reemplazando:**

$$\sigma_0 = \sqrt{12.1113^2 + 3 * 5.281566^2}$$

$$\sigma_0 = 15.1779 \text{ MPa}$$

**El factor de seguridad para el análisis por carga estática se define como:**

$$n_f = \frac{S_y}{\sigma_0} \quad \dots (79)$$

**Dónde:**

?

?

$n_f$ : Factor de seguridad para carga estática

?

$S_y$ : Límite de fluencia del material (MPa)

$\sigma_0$ : Esfuerzo de Von Mises (MPa)

**Reemplazando:**

$$n_f = \frac{210}{15.1779}$$

$$n_f = 13.83459$$

## **CRITERIO DE FALLA PARA ANALISIS EN FATIGA**

**Momento Alternante:**

$$M_a = M_{max} = 36.73516 \text{ (N * m)} \quad \dots (80)$$

**Momento Medio:**

$$M_m = 0 \quad \dots (81)$$

**Torque Alternante:**

$$T_a = 0 \quad \dots (82)$$

**Torque Medio:**

$$T_m = T_{max} = 33.19126 \text{ N.m} \quad \dots (83)$$

$$a = 4.51 \text{ (Adim)}$$

$$b = -0.265 \text{ (Adim)}$$

## **ANÁLISIS PARA FALLA POR FATIGA**

Para el análisis de falla por fatiga, emplearemos el criterio de falla por ED-soderberg. Primero, debemos hallar el Límite de Resistencia a la Fatiga  $S_e$  empleando el acero al carbono 1020-HR estirado en caliente (Shigley 8ed, pág. 1020) tenemos que:

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}, \text{ cuando } S_{ut} \leq 1400 \text{ MPa} \quad \dots (84)$$

**Entonces:**

$$S'_e = 0.5 * 380 = 190 \text{ MPa}$$

Este límite de resistencia a la fatiga será modificado por los factores de Marin debido a las condiciones de fabricación y geometría del eje, de tal manera que:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad \dots (85)$$

**Dónde:**

- $k_a$ : factor de modificación de la condición superficial
- $k_b$ : factor de modificación del tamaño
- $k_c$ : factor de modificación de la carga
- $k_d$ : factor de modificación de la temperatura
- $k_e$ : factor de confiabilidad<sup>13</sup>
- $k_f$ : factor de modificación de efectos varios
- $k_s$ : factor de concentración de esfuerzo
- $S'_e$ : límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria
- $S_e$ : límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

**Tenemos:**

**Factor de modificación de la condición superficial:**

$$k_a = a S_{ut}^b \quad \dots (86)$$

**(Ver Anexo N°20) y (Ver Tabla A-21)**

**Reemplazando:**

$$k_a = 4.51(380)^{-0.265}$$

$$k_a = 0.93440$$

**Factor de modificación del tamaño:**

$$k_b = 1.24 * (Dp * 25.4)^{-0.107} \quad \dots (87)$$

(Ver anexo N°20) y (Ver Tabla A-22)

**Reemplazando:**

$$k_b = 1.24 * (1.25 * 25.4)^{-0.107}$$

$$k_b = 0.8565$$

**Factor de modificación de la carga:**

(Ver Anexo N°20) y (Ver Tabla A-23)

**Reemplazando:**

$$k_c = 1 \quad \dots (88)$$

**Factor de modificación de la temperatura:**

(Ver Anexo N°20) y (Ver Tabla A-24)

**Reemplazando:**

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} = 1 \quad \dots (89)$$

**Factor de confiabilidad:**

(Ver Anexo N°20) y (Ver Tabla A-25)

**Reemplazando:**

$$k_e = 1 - 0.08 * z_a = 1 \quad \dots (90)$$

**Factor de modificación de efectos varios:**

Depende de los materiales a unir y varía de 0.24 a 0.90 el factor de frotamiento es aproximadamente:

$$k_{fv} = 1 \quad \dots (91)$$

**Factor de modificación de efectos:**

$$k_f = 1 \quad \dots (92)$$

**Factor de modificación de efectos:**

$$k_{fs} = 1 \quad \dots (93)$$

**Reemplazando:**

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_{fv} * S'_e$$

$$S_e = 0.93440 * 0.8565 * 1 * 1 * 1 * 1 * 190$$

$$S_e = 152.0626 \text{ MPa}$$

**Emplearemos el criterio de falla por ED-Soderberg**

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[ 4(k_f M a)^2 + 3(k_{fs} T a)^2 + 4(k_f M m)^2 + 3(k_{fs} T m)^2 \right]^{1/2} \right\} \dots (94)$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(1.25 * 0.0254)^3} \left\{ \frac{1}{152.0626} \left[ 4(1 * 36.7352)^2 + 3(1 * 0)^2 + 4(1 * 0)^2 + 3(1 * 33.1912)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(1.25 * 0.0254)^3} \left\{ \frac{1}{152.0626} \left[ 4(1 * 36.7352)^2 + 3(1 * 33.1912)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

$$n = 11.9334 \text{ Adim}$$

**La variación entre los resultados analíticos y los resultados numéricos (ANSYS) en porcentaje es:**

**Para el esfuerzo de Von Mises:**

$$|\Delta\sigma'| = \left| \frac{(15.422 - 15.1779)}{15.422} \times 100 \right| = 1.582 \% \dots (95)$$

**Para el Factor de Seguridad estático:**

$$|\Delta FS| = \left| \frac{(13.617 - 13.83459)}{13.617} \times 100 \right| = 1.591 \% \dots (96)$$

Empleando el criterio de falla de Gerber en el cálculo analítico el factor de seguridad resultante por fatiga es  $FS = 11.9334$ . Y la variación entre los resultados es:

$$|\Delta FS_f| = \left| \frac{(12.32 - 11.9334)}{12.32} \times 100 \right| = 3.1380\% \quad \dots (97)$$

Anexo N°18

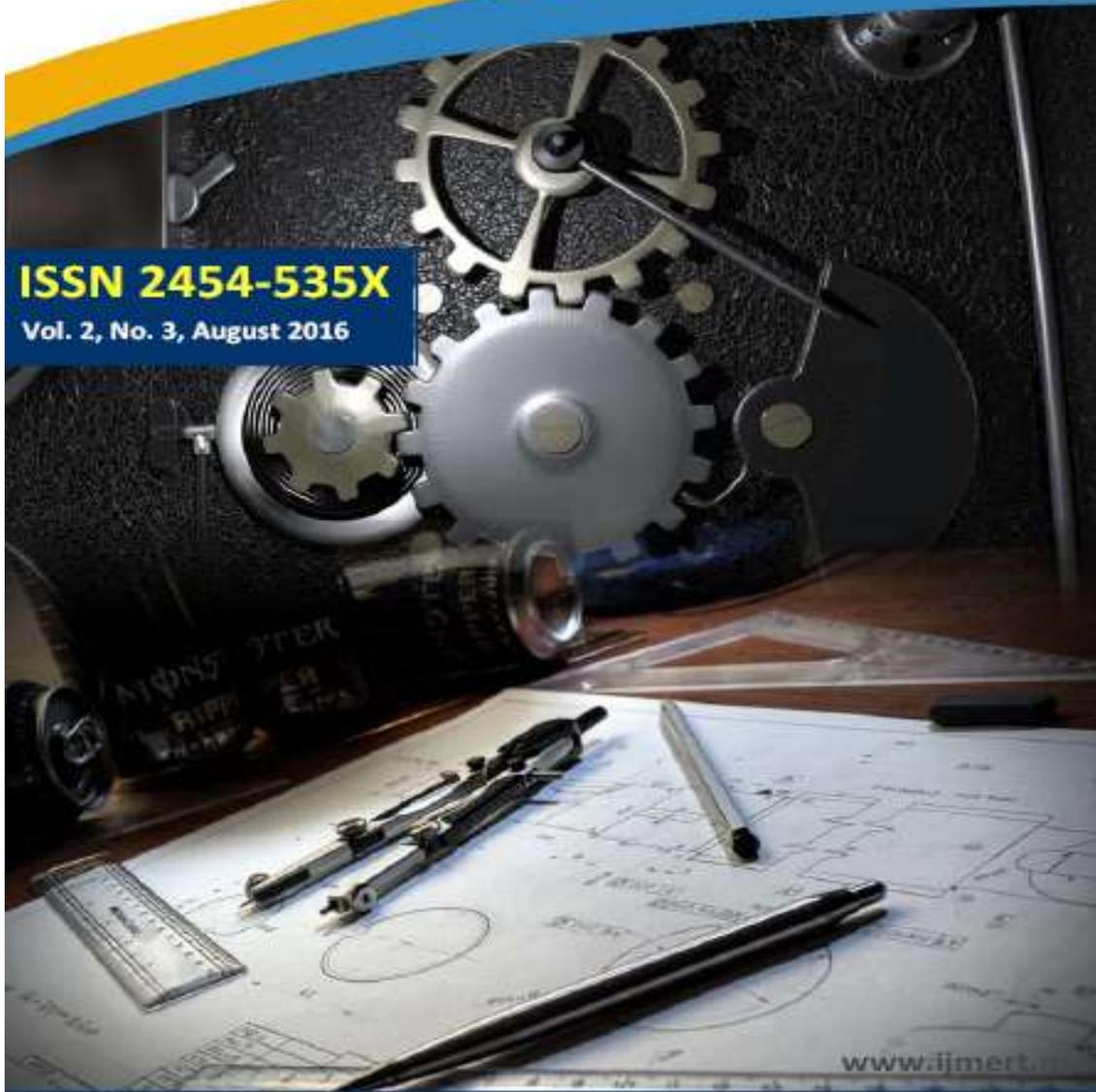
**International Journal of Mechanical Engineering Research and Technology**  
**Caballos de Fuerza Requerida**



**International Journal of**  
**Mechanical Engineering Research and Technology**

**ISSN 2454-535X**

**Vol. 2, No. 3, August 2016**



[www.ijmert.com](http://www.ijmert.com)

$\Delta$  = deflection at mid span, inches  
 W = total weight of screw, lbs  
 L = length of screw between bearings, inches  
 E = modulus of elasticity for steel  
 I = moment of inertia of hollow shaft

**Stress Calculations**

Maximum bending moment for two simply supported beam with uniformly distributed load is

$$M = WL^2/8$$

where

M = maximum bending moment  
 W = uniformly distributed load per unit length  
 L = length of the shaft

Bending stress,  $S_b = \frac{M}{I} * y$

where

I = moment of inertia of hallow shaft  
 y = distance of top layer from the center of the shaft

**HORSEPOWER REQUIREMENTS**

The horsepower required to operate a horizontal screw conveyor is based on proper installation, uniform and regular feed rate to the conveyor and other design criteria.

The following factors determine the horsepower requirement of a screw conveyor operating under the forgoing conditions.

C = Capacity in cubic feet per hour.  
 E = drive efficiency.

$F_b$  = Hanger bearing factor.  
 $F_d$  = Conveyor diameter factor  
 $F_t$  = Flight factor  
 $F_m$  = Material factor  
 $F_o$  = Overload factor  
 $F_p$  = Paddle factor  
 L = total length of conveyor, feet.  
 N = Operating speed, RPM  
 W = Apparent density of the material as conveyed, lbs. per cubic foot.

The horse power requirement is the total of the horsepower to overcome conveyor friction ( $HP_f$ ) and the horsepower to transport the material at the specified rate ( $HP_m$ ) multiplied by the overload factor  $F_o$  and divided by the total drive efficiency E,

$$HP_f = (LNF_d F_b)/1,000,000$$

$$HP_m = (CLWF_t F_m F_p)/1,000,000$$

$$\text{Total HP} = (HP_f + HP_m) F_o/E$$

It is apparent that with capacity, conveyor size and speed plus conveyor length all known that factors  $F_m$ ,  $F_d$  and  $F_b$  are quite important. Small changes in these factors cause significant changes in the required horsepower.

**BEARING RECOMMENDATIONS**

Selection of bearing material for an intermediate hanger is based on experience together with a consideration of the characteristics of the material to be conveyed normally; the bearing selection will be made from one of the following four bearing types:

characteristics must be carefully studied in detail with respect to their actions in a screw conveyor.

Experience with screw conveyors shows that the free flowing material requires less horsepower to transport it. The converse also is true. Because flow ability isn't easily reduced to numerical terms, in some instances dual experience has been the guide in codifying the flow ability of the materials.

### Selection of Conveyor Size and Speed

In order to determine the size and speed of a screw conveyor, it is necessary first to establish the material code number. It will be seen from what follows that this code number controls the cross-sectional loading that should be used. The usual screw conveying operation is controlled with volumetric feeders and the material is uniformly fed into the conveyor housing and discharged from it.

### Capacity Table

The capacity table gives the capacities in cubic feet per hour at one revolution per minute for various sized screw conveyors for four cross-sectional loadings and for various classes of materials as delineated by code numbers. In the case of 12-inch screw conveyors, there are three standard specifications for the screw, consisting of flights mounted on 2 ½ inch and 3 ½ inch Schedule 40 pipe.

The capacity, cubic feet per hour per revolution per minute:

$$\frac{C}{rpm} = \frac{0.7854(D_s^2 - D_p^2)PK60}{1728}$$

where

C = cubic feet per hour

rpm = revolution of screw per minute

$D_s^2$  = diameter of screw in inches

$D_p^2$  = diameter of pipe, inches

P = pitch of screw in inches

K = per cent trough loading

The formula thus gives the capacity in cubic feet per hour at 1 revolution per minute.

The capacity values have been computed by the formula without consideration flight thickness, flight diameter tolerance, pitch tolerance or further for the fact that the material may or may not move in the clearance between the screw and trough. The maximum capacity of any size screw conveyor for a wide range of materials, and various conditions of loading may be obtained from screw conveyor table capacities by noting the values of cubic feet per hour at maximum recommended speed.

### Conveyor Speed

For screw conveyors with screw having regular helical flights all of standard pitch, the conveyor speed may be calculated by the formula:

$$N = \frac{\text{Required capacity, cubic feet per hour}}{\text{Cube feet per hour at 1 revolution per minute}}$$

where

N = revolutions per minute of screw, but not greater than the maximum recommended speed.

For the calculation of conveyor speeds where special types of screws are used, such as short pitch screws, cut flights, cut and folded flights and ribbon flights, an equivalent required capacity must be used, based on factors.

**ANEXO N°19**

**Conveyor Engineering & Manufacturing**



**SCREW CONVEYOR  
COMPONENTS & DESIGN**

Version 2.20

1345 76th Ave SW  
Cedar Rapids, IA 52404  
PH 319.364.5600 / 800.452.4027  
FAX 319.364.6449

[www.conveyoreng.com](http://www.conveyoreng.com)

[engineering@conveyoreng.com](mailto:engineering@conveyoreng.com)  
[sales@conveyoreng.com](mailto:sales@conveyoreng.com)

Copyright © 2012 by Conveyor Eng. & Mfg. Co. All rights reserved.  
This manual and all items included may not be reproduced in any form without written permission from CEMC.

# Eficiencia de la transmisión

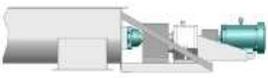
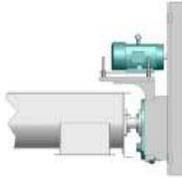
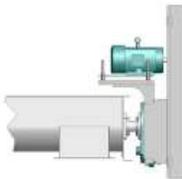
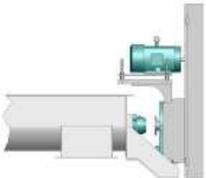
Conveyor Engineering & Manufacturing

## ENGINEERING

### DRIVE EFFICIENCIES

The efficiencies of various speed reduction mechanisms are listed in Table G1 & G2. These efficiencies represent conservative figures for the components of the drivetrain taking into account possible slight misalignments, uncertain maintenance and the effects of temperature change. While there are variations in the efficiency of different manufacturer's product, the data given in the tables will cover most discrepancies.

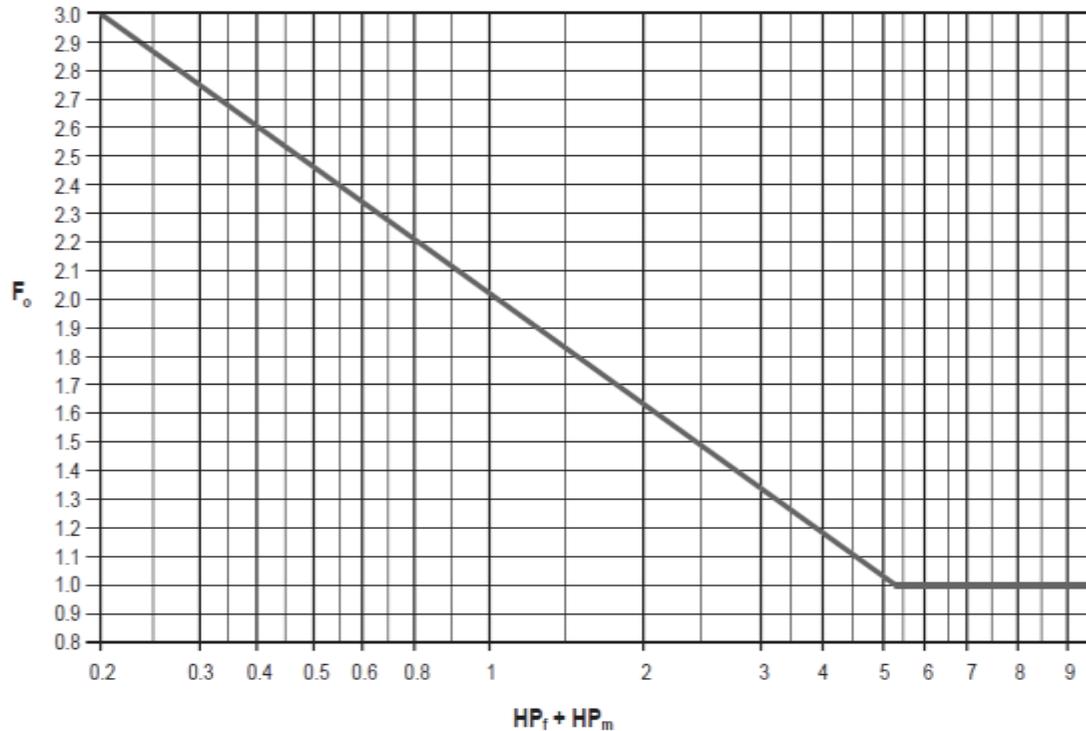
Appropriate service factors for individual power transmission components should be determined from the manufacturer's catalogs, taking into account the intended service, hours of operation and the type of operating conditions.

TABLE G1*: Mechanical Efficiencies (typical complete drive arrangements)			APPROX. EFFICIENCY "e" <sup>1</sup>
Direct Coupled In-line Drive		Motor, reducer & conveyor drive shaft are mounted in-line and direct-coupled together. Typically supported by drive base attached to floor or conveyor end plate. Best configuration for longer component life of larger conveyors.	0.94
"Screw Conveyor" Drive		Reducer is mounted on trough end and has it's own drive shaft which is directly connected to conveyor screw. Reducer includes integral thrust bearing and seal. Separate drive shaft, end bearing, and seal are not required. Motor is connected via V-belt and may be mounted at top, either side or below.	0.88
"Screw Conveyor" Drive		Reducer is mounted on trough end and has it's own drive shaft which is directly connected to conveyor screw. Reducer includes integral thrust bearing and seal. Separate drive shaft, end bearing, and seal are not required. Motor is connected via V-belt and may be mounted at top, either side or below.	0.88
Shaft Mount Drive		Similar to "Screw Conveyor" drive above except bearing, seal and drive shaft are not included with reducer. Rather, reducer mounts onto extended version of standard conveyor drive shaft. This allows for use of a variety of bearings and seals.	0.88
Gear Motor Reducer or Helical Reducer with Chain & Sprockets	(view from above) 	Integral motor-reducer or scoop mount motor with chain drive to conveyor drive shaft. Usually mounted to side of trough by means of an adapter plate.	0.85

\* Drive efficiencies from either Table G1 (complete drive configurations) or G2 (individual components) may be used for horsepower calculations. If using G2, multiply individual component efficiencies together to obtain total drive efficiency.

## Factor de sobrecarga HP

TABLE H: Overload HP Factor  $F_o$



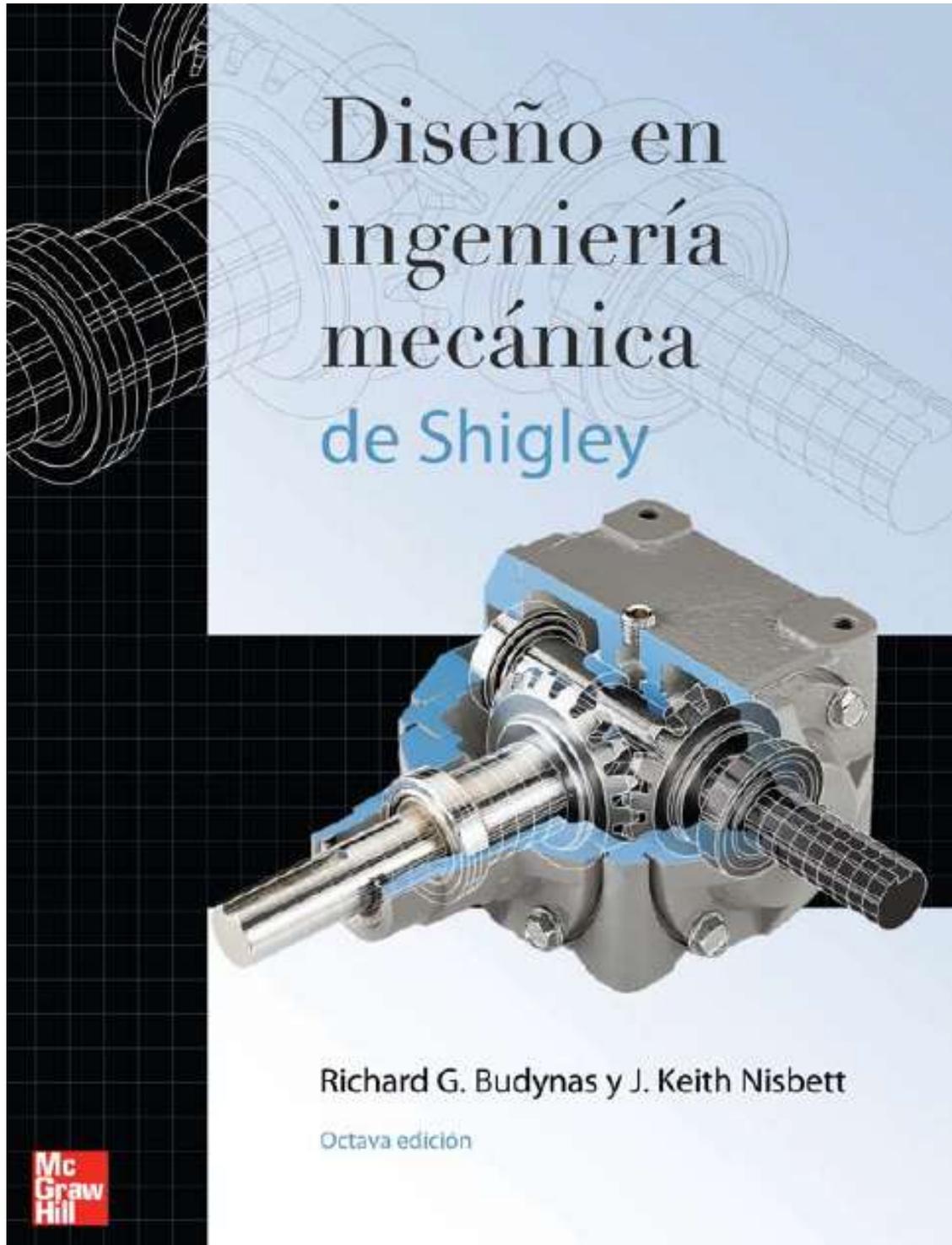
1. Trace the value of  $(HP_f + HP_m)$  vertically to the diagonal line
2. From there, move across to the left to find the  $F_o$  value on the vertical axis

If  $(HP_f + HP_m)$  is  $\geq 5.2$  then  $F_o = 1.0$

If  $(HP_f + HP_m)$  is  $< 5.2$  then  $F_o = \text{Ln}(HP_f + HP_m) \times -0.6115 + 2.024$

Anexo N°20

Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, nubgubg



Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett

Octava edición

Mc  
Graw  
Hill

**Tabla A-20**

Resistencias mínimas determinísticas a la tensión y a la fluencia ASTM de algunos aceros laminados en caliente (HR) y estirados en frío (CD) [Las resistencias listadas son valores ASTM mínimos estimados en el intervalo de tamaños de 18 a 32 mm ( $\frac{3}{4}$  a  $1\frac{1}{2}$  pulg)]. Estas resistencias resultan adecuadas para usarse con el factor de diseño definido en la sección 1-10, a condición que los materiales se ajusten a los requisitos ASTM A6 o A568 o que se requieran en las especificaciones de compra. Recuerde que un sistema de numeración no es una especificación] Fuente: 1986 SAE Handbook, p. 2.15.

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

**Tabla A-21**  
**Factor de Modificación ( $k_a$ ), pag. 280**

Acabado superficial	Factor $a$		Exponente $b$
	$S_{ut}$ kpsi	$S_{ut}$ MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

**Tabla A-22**  
**Factor de Modificación del Tamaño ( $k_b$ ), pag. 280**

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

**Tabla A-23**  
**Factor de Modificación ( $k_c$ ), pag. 282**

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

**Tabla A-24**  
**Factor de Modificación ( $k_d$ ), pag. 283**

Temperatura, °C	$S_T/S_{RT}$	Temperatura, °F	$S_T/S_{RT}$
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

\*Fuente de datos: figura 2-9.

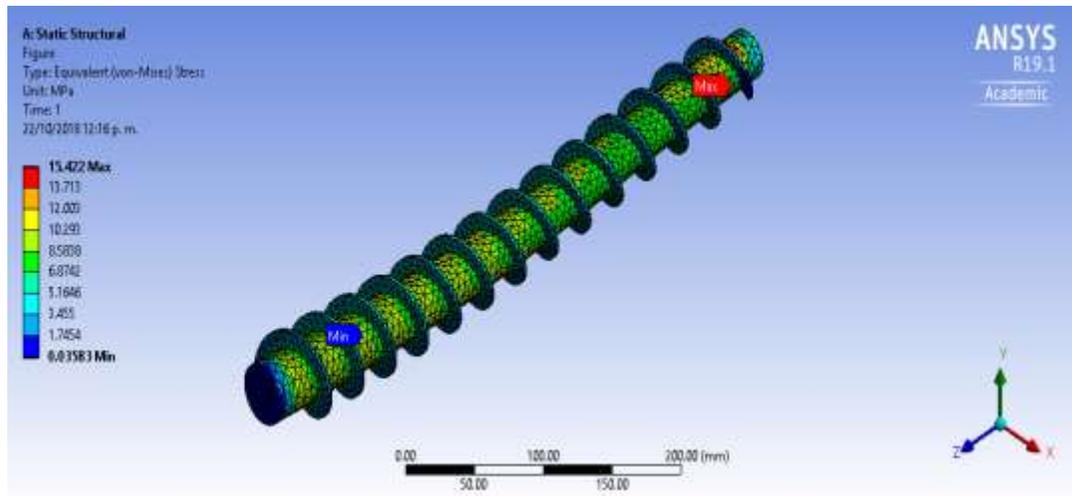
**Tabla A-25**  
**Factor de Modificación ( $k_e$ ), pag. 285**

Confiabilidad, %	Variación de transformación $z_a$	Factor de confiabilidad $k_e$
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

## Anexo N°21

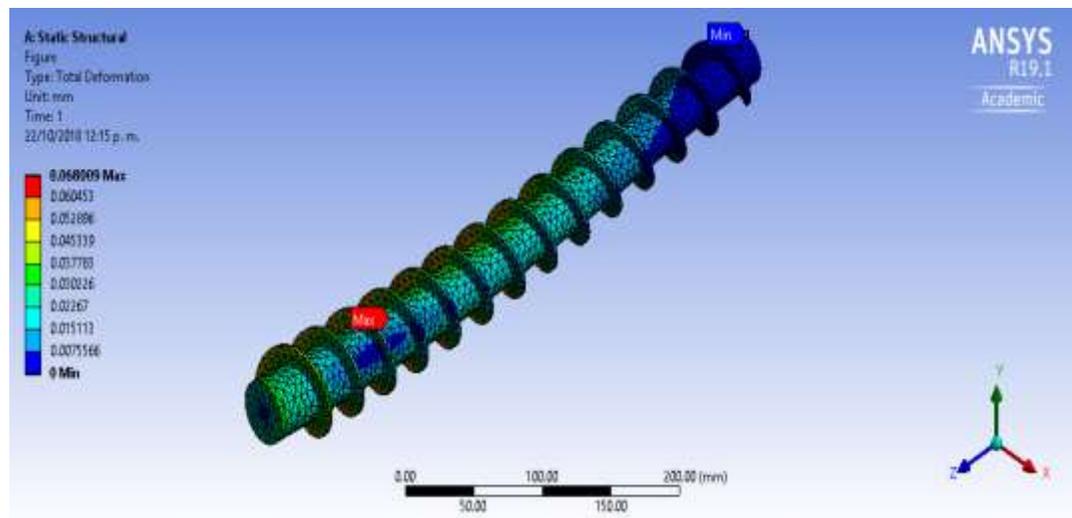
### Simulación en el software comercial 18.2 (ANSYS)

Simulación del eje de 1,25 pulgada con el material AISI 1045-HR en el software comercial ANSYS 18.2 de la Figura N°64 hasta N°67.



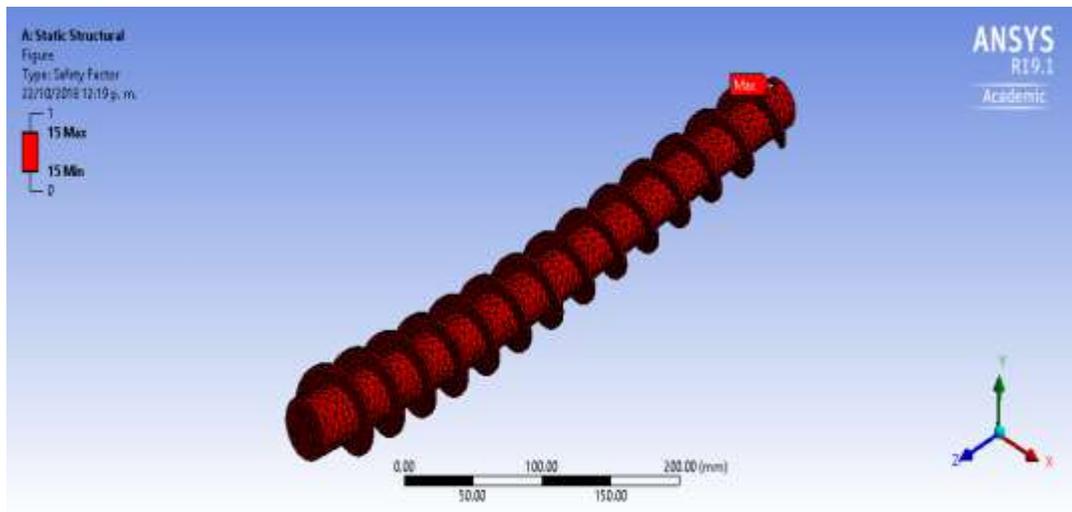
**Figura 64.** Simulación del esfuerzo equivalente (Von Mises) del eje

**Fuente:** Propia

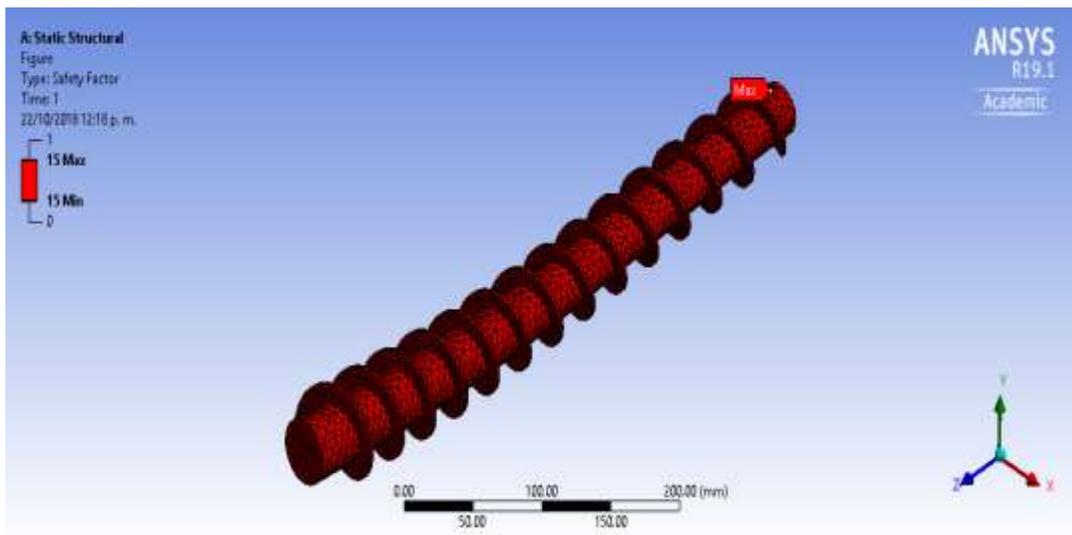


**Figura 65.** Simulación de la deformacion total del eje

**Fuente:** Propia



**Figura 66.** Simulación del factor de seguridad en Fatiga  
**Fuente:** Propia



**Figura 67.** Simulación del factor de seguridad en Estático  
**Fuente:** Propia

Anexo N°22

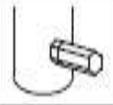
Mixer Technology – Tecnología para la construcción, 2018



## Anexo N°23

### Mixer Technology, 2018 – Camiseta Rotor Stator

#### CAMISAS Y ROTORES

Modelo de cabeza de rotor							
MIXER 26							
	CAMISA ESTÁNDAR	CAMISA EVO		ROTOR			
Versión con pivote							
Referencia	3F00501300	3F00501301	3F00511200	7009012000	7009108300	7009011900	7009310100
Materia prima				HR	HR	HR	HR
Tipo	D4-2						
Revoluciones/min	320 <sup>m</sup> / 400						
Caudal (L/min)	16 <sup>m</sup> / 20						
Presión máxima (bar)	25						
Granulometría (mm)	3						
SH = Shore	70						
Ø camisa	90						
Longitud (mm)	270						
Utilizado con las máquinas siguientes	Mixer Light/Sprinter, Mixpro 26, PFT G4 FU 230V, Ritmo XL FU 230V, M-Tec Mono-Mix, Plus Mono, Compact-Pro 25 (con rotor ranurado largo)						

## Anexo N°24

### Mixer Technology, 2018 – Manguera para Aire

MANGUERAS		
Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
	8004001000 Manguera de agua 19 x 26 - 40 ml con Geka	110,70
	8003001000 Manguera de aire 13 x 19 - 16 ml con Geka	39,86
	8003001001 Manguera de aire 13 x 19 - 10 ml con Geka	36,87
	8003001002 Manguera de aire 13 x 19 - 5 ml con Geka	16,23
	8003001003 Manguera de aire 13 x 19 - 21 ml con Geka	52,22
	3F00700450 Manguera poliuretano espiralada 25 ml con Storz	236,90
	3F00701050 Manguera goma espiralada 20 ml con 45C Storz	514,30
	3F00701051 Manguera goma espiralada 10 ml con 45C Storz	372,90
	3F00700802 Manguera EPDM 19 x 30 L=4000 con Geka	36,15
	3F00700805 Manguera EPDM 13 x 19 L=4000 con Geka	62,92
	8003002000 Manguera 25 x 33 L=2,7 con Geka	43,57
	3F00700809 Manguera EPDM 25 x 33 L=4000 + Racc Lud Mix	65,93
	3B03251100 Manguera Airless Ø13 x 2,5 ml	59,12
	3B03251110 Manguera Airless Ø19 x 10 ml	207,00

## Anexo N°25

### Mixer Technology, 2018 – Manguera de Concreto

#### TUBO SPECIAL STRIKE

La duración de un stator + rotor está determinada por el grado de abrasión de producto de material que va por las mangueras y la longitud de las mangueras.

Usando material poco fluido o aumentando la longitud de la manguera se reduce la duración del stator+rotor.

La manguera de sección especial MIXER STRIKE esta preparada para reducir un 30% la presión y así aumentar bastante la duración del stator+rotor.

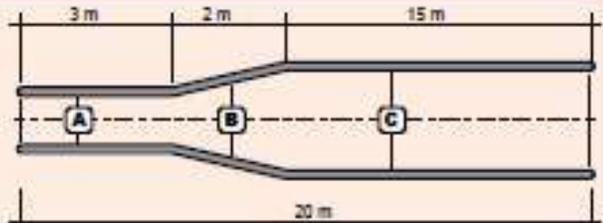
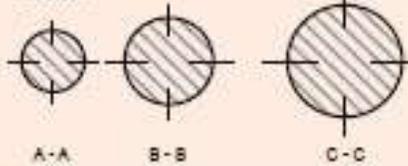


#### MIXER STRIKE

Características técnicas	Ministrike	Strike	Maxistrike
Tubo sección variable AA	Ø19 mm	Ø25 mm	Ø35 mm
Tubo sección variable BB	Ø19-25 mm	Ø25-35 mm	Ø35-50 mm
Tubo sección variable CC	Ø25 mm	Ø35 mm	Ø50 mm
Longitud total	20 m	20 m	20 m

#### Manguera Tubo special Strike

Sección



#### TUBO MANGUERA DE CONEXIONES

Código	Descripción	Precio €/m <sup>100m</sup>
8002006006	Manguera Tubo proyector ministrike 19x25 20 ML Fil+ Fil	en demanda
8002004001	Manguera Tubo proyector strike 25x35 20 ML Fil+ Fil	477,80
8002006001	Manguera Tubo proyector maxistrike 25x50 20 ML Fil+ Fil	en demanda



## Anexo N°26

### Mixer Technology, 2018 – Lanzador de Concreto

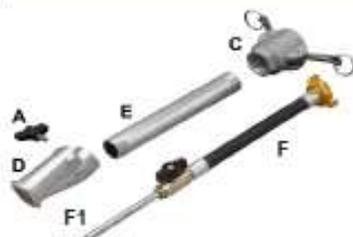
#### ACCESORIOS PARA LANZAS

##### LANZA CON ACOPLE GIRATORIO

Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
8010003011	Lanza MIXER completa con acople giratorio	123,60



##### REPUESTOS PARA LANZA CON ACOPLE GIRATORIO



Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
3T01505001	Tornillo sujecion kit aire inox M6 x 15 (A)	2,06
3A00300241	Acople camlock hembra 25 x 1" (C)	19,47
4916001000	Cuerpo lanza Mixer (D)	20,81
4907441001	Tubo aluminio Ø32 x 3 - L=230 (E)	5,36
8010100001	Grupo aire de la lanza (F)	22,66
4907402000	Manguera de aire (F1)	3,81
8028001007	Raccordo giratorio para lanza de 1" (G)	50,37

##### LANZA MIXER

Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
8010003005	Lanza Mixer tubo aluminio completa	76,64



## Anexo N°27

### Mixer Technology, 2018 – Acople de Reductora

REDUCTOR		
Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
3D00310400	Reductor para Mixer 35 y Flatspray 10	214,20

ACOPLES MOTOR		
Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
700600700S	Acople motor Mustang - a=30 - Ø22	44,91
700600600S	Acople motor Plus Small, Standard y Top - a=30 - Ø20	44,91
700600650S	Acople motor Plus Mono, Sprinter y Remix - a=25 - Ø20	44,91

COMPRESOR		
Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
3B01600001	Compresor a palette 230V	709,70

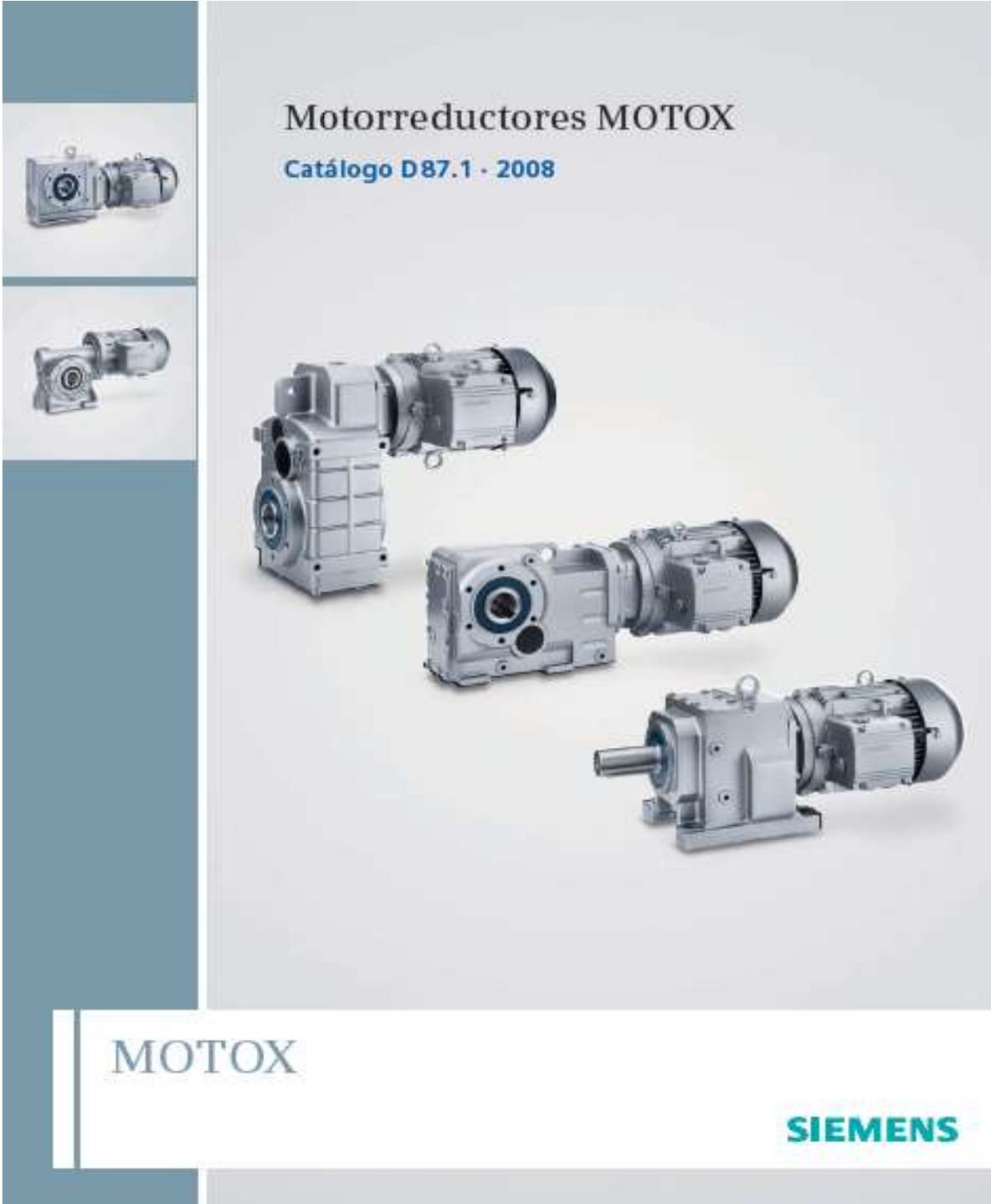
ACOPLES MOTOR		
Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
4011401405	Acople motor para Optimix 10	80,34
4923019110	Acople motor para Optimix 20	135,10
4020002700	Acople motor para Mixer 35	39,14
4923017000	Acople motor para Mixer 50	59,23

FLANJAS MOTOR		
Código	Descripción	Precio € <sup>IVA</sup>
7011003000	Flanja motor cámara de mezcla para Plus y Sprinter	164,80
7011014000	Flanja motor para Light	155,60
7011027000	Flanja motor para Remix	166,00

Anexo N°28

SIEMENS, MOTOX – Motor Eléctrico y Reductora



## Motorreductores de ejes coaxiales

# 2



	<b>Orientamiento</b>
2/2	Sinopsis
2/4	Gama modular
	<b>Datos técnicos generales</b>
2/5	Fuerza radial admisible
	<b>Motorreductores de hasta 200 kW</b>
2/8	Datos para selección y pedidos
	<b>Reducciones y pares máximos</b>
2/91	Datos para selección y pedidos
	<b>Modos de fijación</b>
2/116	Datos para selección y pedidos
	<b>Versiones de eje</b>
2/117	Datos para selección y pedidos
	<b>Versiones de brida</b>
2/118	Datos para selección y pedidos
	<b>Formas constructivas y posiciones de montaje</b>
2/119	Datos para selección y pedidos
	<b>Versiones especiales</b>
2/130	Lubricantes
2/131	Control de aceite
2/132	Purga de aire del reductor
2/132	Drenaje de aceite
2/133	Oclusión
2/134	Rodamiento de salida reforzado radialmente
2/134	Brida para agitador, versión Dry-Well
	<b>Dimensiones</b>
2/135	Sinopsis de planos acotados
2/137	Planos acotados

# Motorreductores

## Motorreductores de ejes coaxiales

### Motorreductores de hasta 200 kW

2

Datos para selección y pedidos (continuación)

Potencia $P_{\text{motor}}$ kW	Velocidad de salida		Par de salida $T_2$ Nm	Factor de servicio $f_s$	Índice de reducción $i_{\text{tot}}$	Referencia	Código (n.º polos)	Peso <sup>*)</sup> kg
	$n_2$ (50 Hz) min <sup>-1</sup>	$n_2$ (60 Hz) min <sup>-1</sup>						
1,5 (50 Hz)	<b>Z.28-LA90L4</b>							
1,8 (60 Hz)	87	104	164	0,85	16,24 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■R1		20
	97	116	147	0,95	14,58	2KJ1101 - ■EP13 - ■■Q1		20
	108	130	133	1,1	13,17 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■P1		20
	119	143	120	1,2	11,94	2KJ1101 - ■EP13 - ■■N1		20
	131	157	110	1,3	10,87 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■M1		20
	148	178	97	1,4	9,61	2KJ1101 - ■EP13 - ■■L1		20
	160	192	90	1,6	8,87 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■K1		20
	186	223	77	1,8	7,64	2KJ1101 - ■EP13 - ■■J1		20
	205	246	70	1,9	6,94 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■H1		20
	225	270	64	1,5	6,31 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■G1		20
	248	298	58	1,6	5,72	2KJ1101 - ■EP13 - ■■F1		20
	273	328	53	1,8	5,21 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■E1		20
	309	371	46	1,9	4,60	2KJ1101 - ■EP13 - ■■D1		20
	334	401	43	2,1	4,25 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■C1		20
	388	466	37	2,2	3,66	2KJ1101 - ■EP13 - ■■B1		20
	426	511	34	2,3	3,33 ★	2KJ1101 - ■EP13 - ■■A1		20
	<b>E.88-LA90L4</b>							
	137	164	104	2,2	10,33 ★	2KJ1004 - ■EP13 - ■■S1		53
	150	180	95	2,2	9,46	2KJ1004 - ■EP13 - ■■R1		53
	169	203	85	2,9	8,42 ★	2KJ1004 - ■EP13 - ■■Q1		53
	185	222	78	3,2	7,69	2KJ1004 - ■EP13 - ■■P1		53
	201	241	71	4,1	7,07 ★	2KJ1004 - ■EP13 - ■■N1		53
	234	281	61	4,6	6,06 ★	2KJ1004 - ■EP13 - ■■L1		53
	<b>E.68-LA90L4</b>							
	127	152	113	0,82	11,18	2KJ1003 - ■EP13 - ■■V1		36
	141	169	102	0,93	10,08 ★	2KJ1003 - ■EP13 - ■■U1		36
	161	193	89	1,7	8,82	2KJ1003 - ■EP13 - ■■T1		36
	179	215	80	2,1	7,92 ★	2KJ1003 - ■EP13 - ■■S1		36
	196	235	73	2,1	7,23	2KJ1003 - ■EP13 - ■■R1		36
	221	265	65	2,6	6,42 ★	2KJ1003 - ■EP13 - ■■P1		36
	240	288	60	3,2	5,92	2KJ1003 - ■EP13 - ■■N1		36
	265	318	54	4,1	5,36 ★	2KJ1003 - ■EP13 - ■■M1		36
	288	346	50	4,5	4,93	2KJ1003 - ■EP13 - ■■L1		36
	311	373	46	4,8	4,56 ★	2KJ1003 - ■EP13 - ■■K1		36
	<b>E.48-LA90L4</b>							
	174	209	82	1,0	8,17 ★	2KJ1002 - ■EP13 - ■■R1		26
	203	244	71	1,4	7,00	2KJ1002 - ■EP13 - ■■Q1		26
	224	269	64	1,8	6,33 ★	2KJ1002 - ■EP13 - ■■P1		26
	243	292	59	2,0	5,85	2KJ1002 - ■EP13 - ■■N1		26
	280	336	51	2,3	5,08 ★	2KJ1002 - ■EP13 - ■■M1		26
	307	368	47	2,8	4,62	2KJ1002 - ■EP13 - ■■L1		26
	337	404	42	3,5	4,21 ★	2KJ1002 - ■EP13 - ■■K1		26
	367	440	39	4,1	3,87	2KJ1002 - ■EP13 - ■■J1		26

★ Reducción preferente

Para versiones de eje, ver la página 2/117

Para frecuencias y tensiones, ver la página 8/18

Para formas de carcasa, ver la página 2/116

\*) para forma constructiva B3

1, 2 ó 9

1 a 9

A, F, H ó R

Anexo N°29

FISALIS COMPRESORES, 2016 – Compresor para aire



Pack-Smart System



CATÁLOGO-TARIFA

2016

COMPRESORES

## Compresores de pistón Serie CC

CAD-25 y CAD-50



### Lígeros y ergonómicos

Estos compresores están especialmente diseñados para la realización de trabajos fuera del taller, debido a su comodidad para transportarlos y manejarlos.



CIBE-LESS 6



CCM-250

COMPETITIVOS

### Compresores monofásicos con accionamiento directo – presión máxima 8 bar – 230 V – 50 Hz

	CV	Kw	Litros	R.P.M.	l/min	Kg	L x W x H mm	€
CIBE-LESS 6*	1,5	1,1	6	2850	161	12	460 x 220 x 540	
BUMI-LESS 6*	2	1,5	6	2850	230	15	460 x 220 x 540	
CAD-25	2	1,5	25	2850	190	20	580 x 255 x 580	
CAD-50	2	1,5	50	2850	190	30	770 x 350 x 650	

Presión de servicio = 6-8 bar  
\* Sin aceite

### Compresores monofásicos accionados por correas – presión máxima 10 bar – 230 V - 50 Hz

	CV	Kw	Litros	R.P.M.	l/min	Kg	L x W x H mm	€
CCM-250	2	1,5	50	1375	215	45	870 x 400 x 700	
CCM-2100	2	1,5	90	1375	215	60	1070 x 450 x 770	
CCM-350	3	2,2	50	1350	305	48,5	870 x 400 x 700	
CCM-3100	3	2,2	90	1350	305	64,5	1070 x 450 x 770	

Presión de servicio = 8-10 bar

## Anexo N° 30

### Plan de Mantenimiento de la maquina revocadora neumática

Se realizara un plan de mantenimiento Preventivo para asegurar un impecable funcionamiento de todas las piezas y accesorios que forman la máquina, y así aumentar la vida útil y no provocar alguna parada por averías en el sistema.

Se optó por seleccionar distintas operaciones en las piezas y accesorios que son: Limpieza, ajuste, revisión, sustitución (Ver Tabla N°13). Todas estas operaciones se realizaran por horas de inicio de trabajo, puesta en marcha y término de trabajo. Limpieza (L), Ajuste (A), Revisión (R) y Sustituir (S).

Las piezas y accesorios para el programa de mantenimiento son: Motor eléctrico, tablero eléctrico, rotor Stator, compresora de aire, mangueras para aire, manguera para concreto y lanzadora de concreto.

**Tabla N°13**

*Plan de mantenimiento de la revocadora neumática*

**Fuente:** Propia

ELEMETOS DE MANTENIMIENTO	HORAS	4	8	16	32	64	128
<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>		R	R	R	R	R	R
<b>TABLERO ELÉCTRICO</b>		R	R	R	R	R	R
<b>CAMISETA y ROTOR</b>		A,R	A,R	A,R	A,R	A,R	A,R
<b>TORNILLO TRANSPORTADOR</b>		R,L	R,L	R,L	R,L	R,L	R,L
<b>COMPRESORA DE AIRE</b>		R	R	R	R	R	R
<b>MANGUERA PARA AIRE</b>		R, L					
<b>MANGUERA PARA CONCRETO</b>		R, L					
<b>LANZADOR DE CONCRETO</b>		R, L					

Descripción de las operaciones que se realizarán en las piezas y accesorios de la máquina revocadora neumática.

**Motor eléctrico:** se realizará una revisión del amperaje, voltaje y nivel de ruido interno del motor.

**Tablero eléctrico de control:** se hará la revisión del amperaje y voltaje de los interruptores y conductores de corriente.

**Camiseta y rotor Stator:** se realiza la revisión y el ajuste de tuerca y tornillos de sujeción con la tolva.

**Tornillo transportador:** revisión y limpiezas de las hélices del torillo transportador.

**Compresora de aire:** revisión de fugas de aire y descarga de agua en el tanque de aire.

**Manguera para aire:** Limpieza del conducto de aire y revisión de posibles grietas.

**Manguera para concreto:** Limpieza del conducto de concreto y revisión de posibles grietas.

**Lanzadora de concreto:** Limpieza del conducto y revisión de las toberas de salida.

## Anexo N° 31

### Soldadura para estructura de base reductora y motor eléctrico

La estructura de apoyo del motor y reductor son de tubos cuadrados de se analizara que tipo de soldadura se requerirá.

Las especificaciones actuales de la American Welding Society a que obedecen son:

Electrodos de acero al carbono	AWS-A.5.1
Electrodos de aceros de baja aleación	AWS-A.5.5
Electrodos de aceros inoxidable	AWS-A.5.4

#### Fabricación de la varilla

La materia prima alambón de 6 a 8 mm de diámetro

#### Clase A: Aceros al carbono

Clasificación AWS de electrodos para aceros al carbono: (AWS-E-7015)

#### Parámetros de uso

Tensión de cebado: entre los 30 y 40 V

Tensión de funcionamiento aproximadamente 25 V

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Corriente y Polaridad	Posición a soldar
E-6010	Celulósico Sódico	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6011	Celulósico Potásico	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6012	Rutilico Sódico	CA.CC.EN.	P.V.SC.H.
E-6013	Rutilico Potásico	CA.CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7014	Rutilico H.P.	CA.CC.AP.	P.V.SC.H.
E-7015	Rutilico Sódico B.H.	CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7016	Rutilico Potásico B.H.	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-7018	Rutilico Potásico B.H.-H.P.	CA.CC.EP.	P.V.SC.H.
E-6020	Oxido de Hierro	CA.CC.AP.	P.H. Filete
E-7024	Rutilico H.P.	CA.CC.AP.	P.H. Filete
E-7027	Oxido de Hierro H.P.	CA.CC.AP.	P.H. Filete
<b>Nomenclatura</b>	CC: Corriente Continua	EP: Electrodo Positivo	P: Plana
HP: Hierro en Polvo	CA: Corriente Alterna	EN: Electrodo Negativo	V: Vertical
BH: Bajo Hidrógeno	AP: Ambas Polaridades	SC: Sobrecabeza	H: Horizontal

**Anexo N° 32**

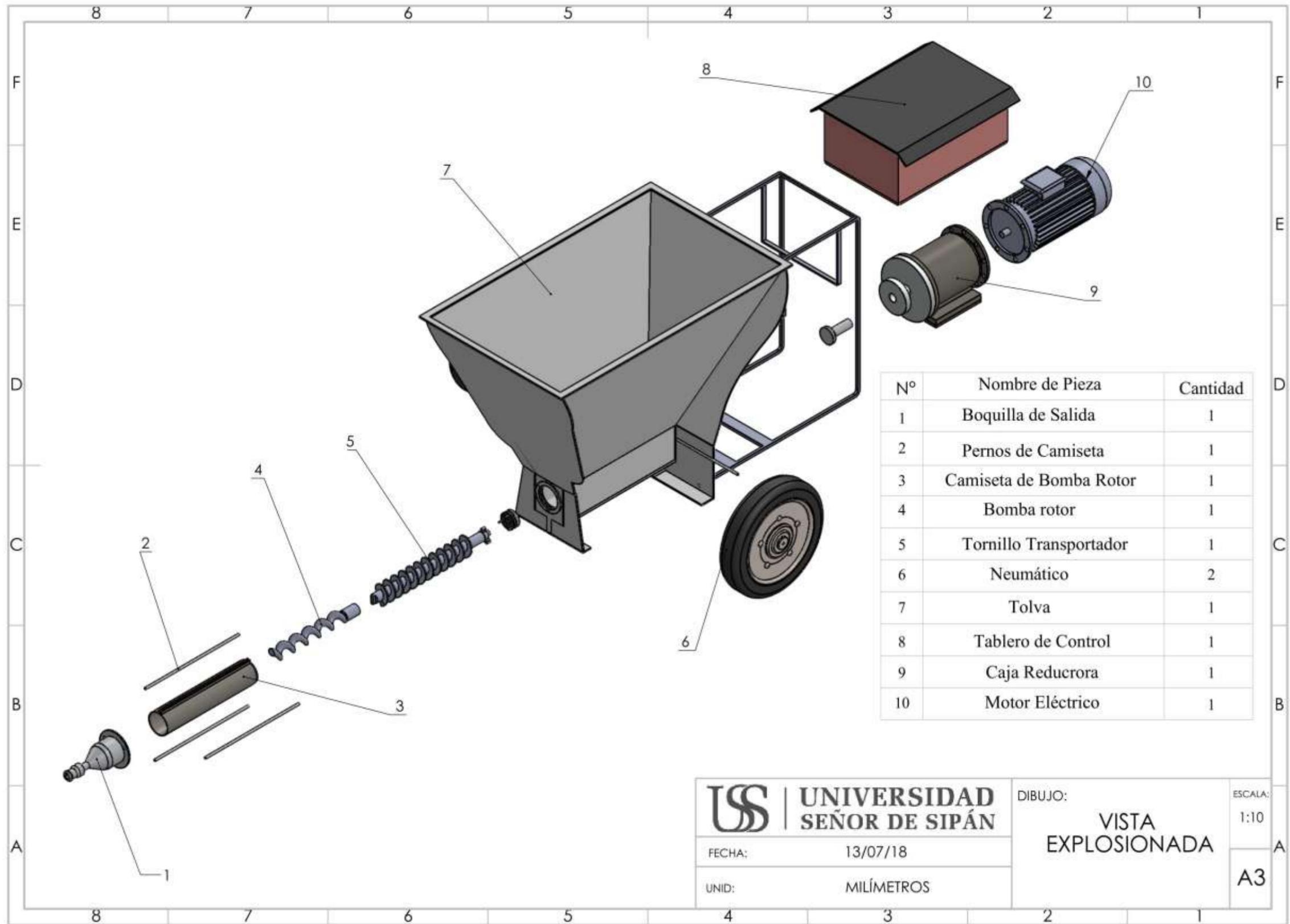
**Planos de la maquina revocadora neumática**

**Tabla N°14**

*Lista de planos*

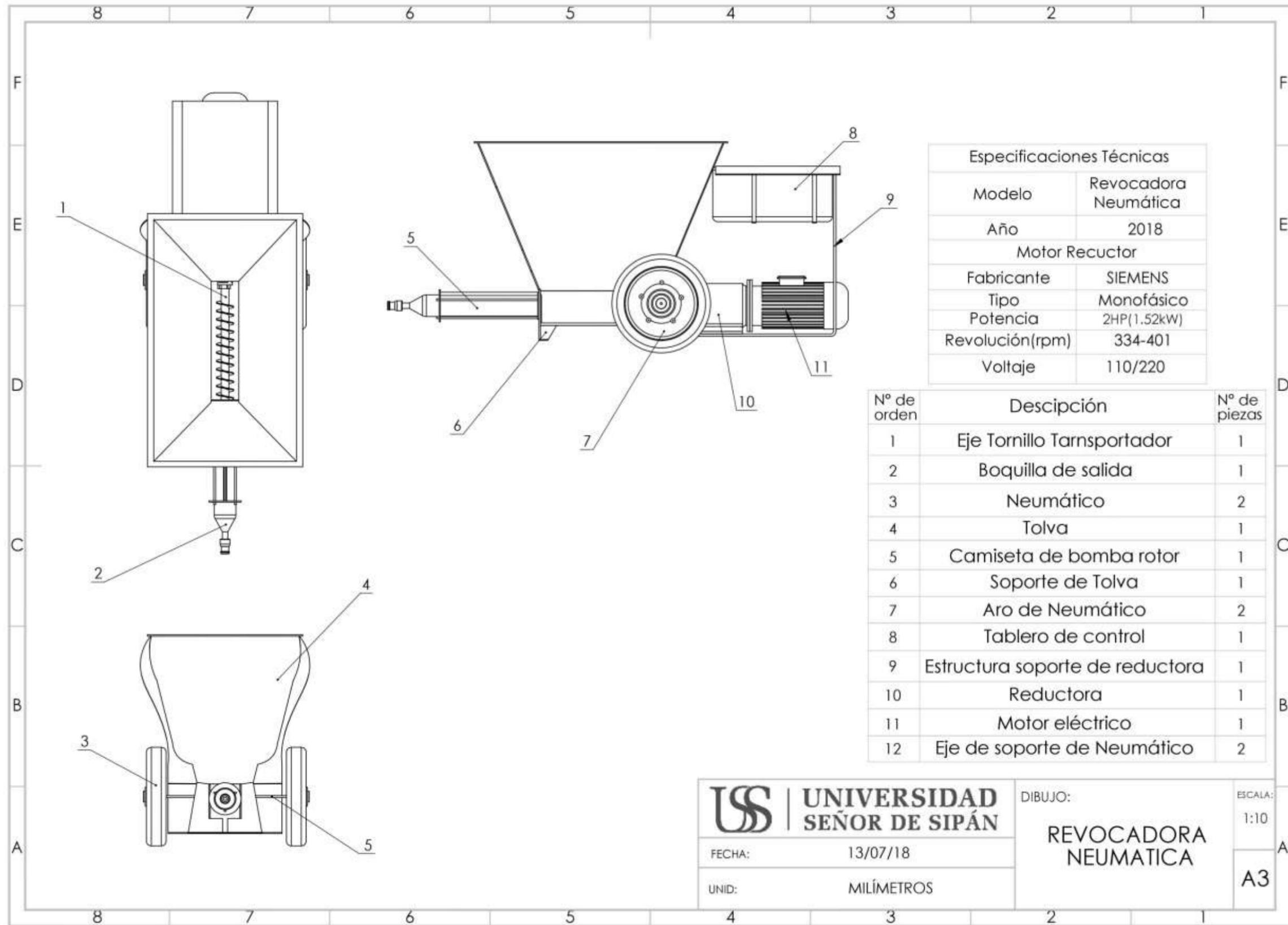
**Fuente:** Propia

<b>Número de Planos</b>	<b>Nombres</b>	<b>Fecha</b>
<b>01</b>	Vista explosionada	13/07/2018
<b>02</b>	Vistas	13/07/2018
<b>03</b>	Estructura	13/07/2018
<b>04</b>	Tolva	13/07/2018
<b>05</b>	Tolva explosionada	13/07/2018
<b>06</b>	Eje tornillo transportador	13/07/2018



Nº	Nombre de Pieza	Cantidad
1	Boquilla de Salida	1
2	Pernos de Camiseta	1
3	Camiseta de Bomba Rotor	1
4	Bomba rotor	1
5	Tornillo Transportador	1
6	Neumático	2
7	Tolva	1
8	Tablero de Control	1
9	Caja Reducora	1
10	Motor Eléctrico	1

<b>USS</b>   UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN	FECHA:	13/07/18	DIBUJO: <b>VISTA EXPLOSIONADA</b>	ESCALA:	1:10
	UNID:	MILÍMETROS		<b>A3</b>	



Especificaciones Técnicas	
Modelo	Revocadora Neumática
Año	2018
Motor Reductor	
Fabricante	SIEMENS
Tipo	Monofásico
Potencia	2HP(1.52kW)
Revolución(rpm)	334-401
Voltaje	110/220

Nº de orden	Descripción	Nº de piezas
1	Eje Tornillo Transportador	1
2	Boquilla de salida	1
3	Neumático	2
4	Tolva	1
5	Camiseta de bomba rotor	1
6	Soporte de Tolva	1
7	Aro de Neumático	2
8	Tablero de control	1
9	Estructura soporte de reductora	1
10	Reductora	1
11	Motor eléctrico	1
12	Eje de soporte de Neumático	2

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

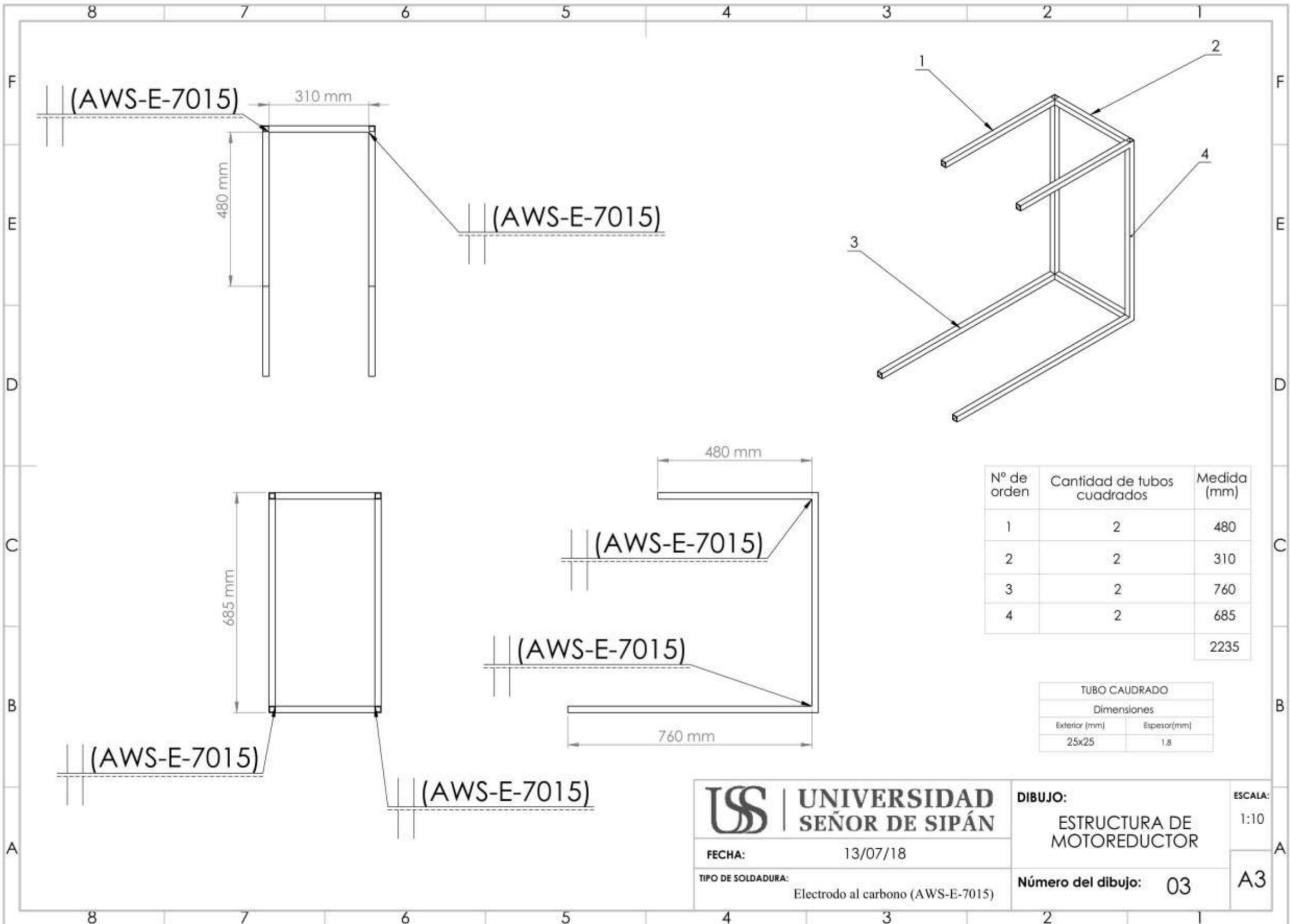
FECHA: 13/07/18

UNID: MILÍMETROS

DIBUJO: REVOCADORA NEUMÁTICA

ESCALA: 1:10

**A3**



Nº de orden	Cantidad de tubos cuadrados	Medida (mm)
1	2	480
2	2	310
3	2	760
4	2	685
		2235

TUBO CADRADO	
Dimensiones	
Exterior (mm)	Espesor(mm)
25x25	1.8

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

FECHA: 13/07/18

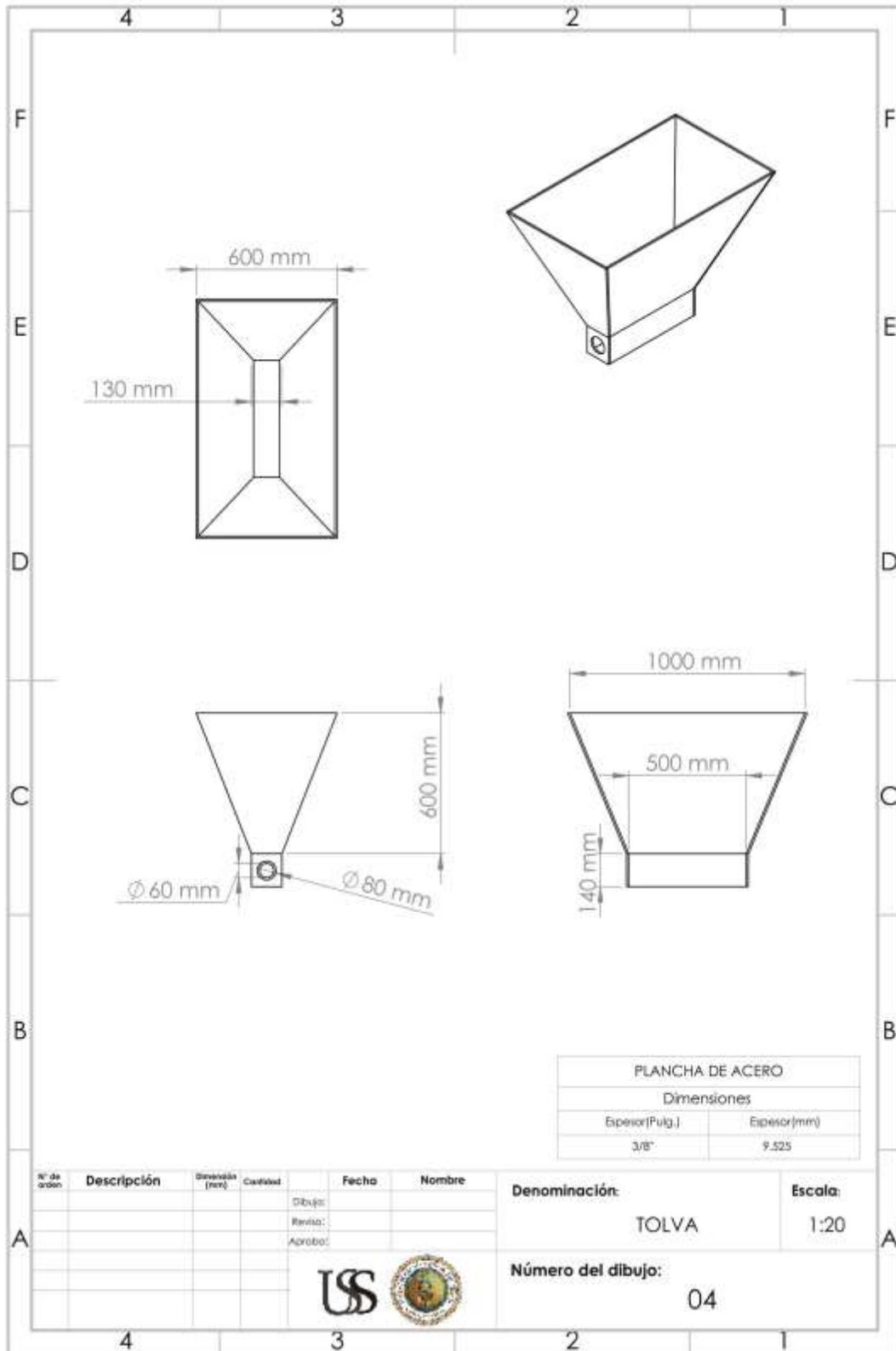
TIPO DE SOLDADURA: Electrodo al carbono (AWS-E-7015)

DIBUJO: ESTRUCTURA DE MOTOREDUCTOR

Número del dibujo: 03

ESCALA: 1:10

A3



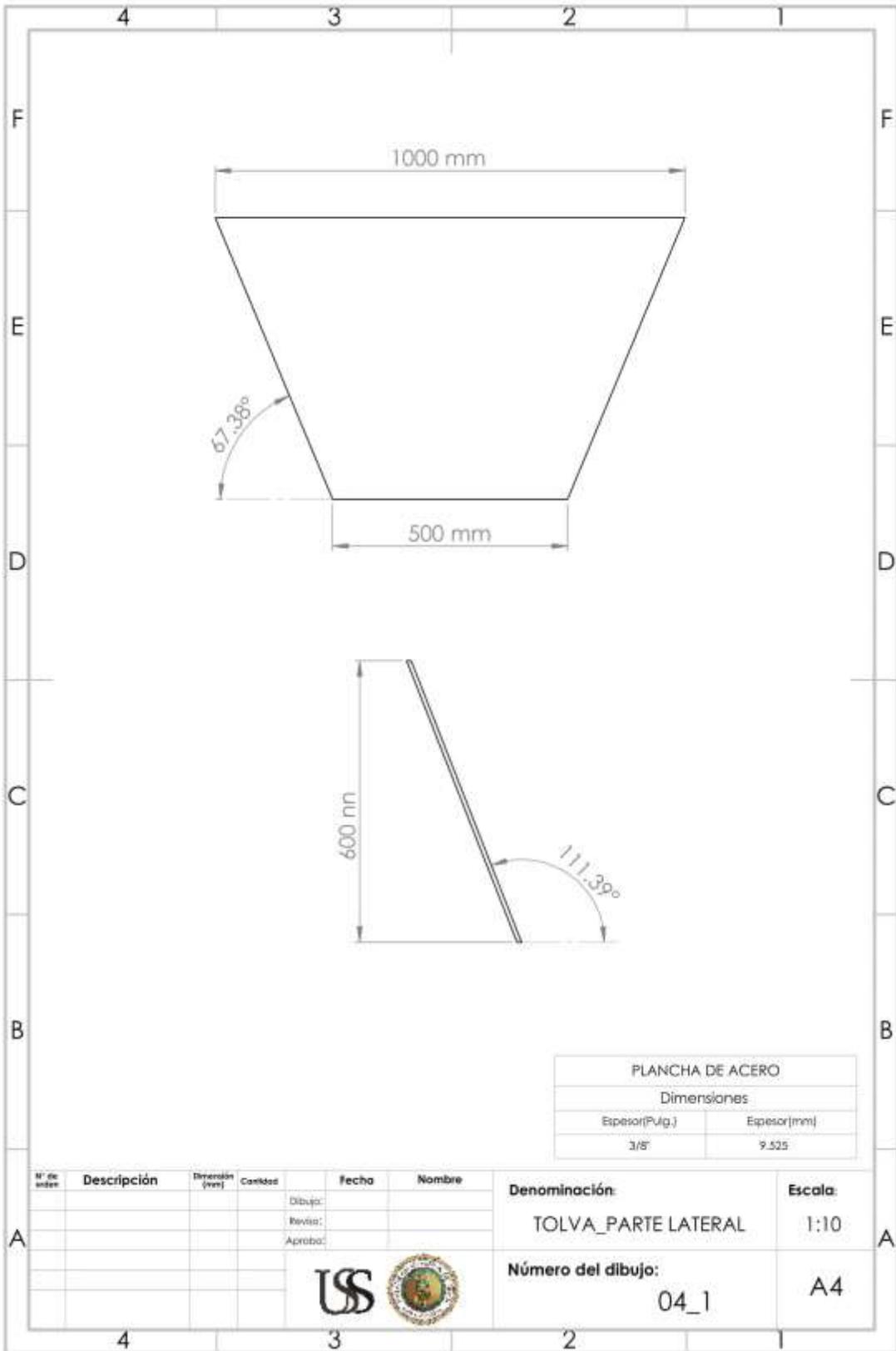
PLANCHA DE ACERO	
Dimensiones	
Espeor (Pulg.)	Espeor (mm)
3/8"	9.525

N° de orden	Descripción	Dimensión (mm)	Cantidad	Fecha	Nombre

Denominación: TOLVA Escala: 1:20

Número del dibujo: 04



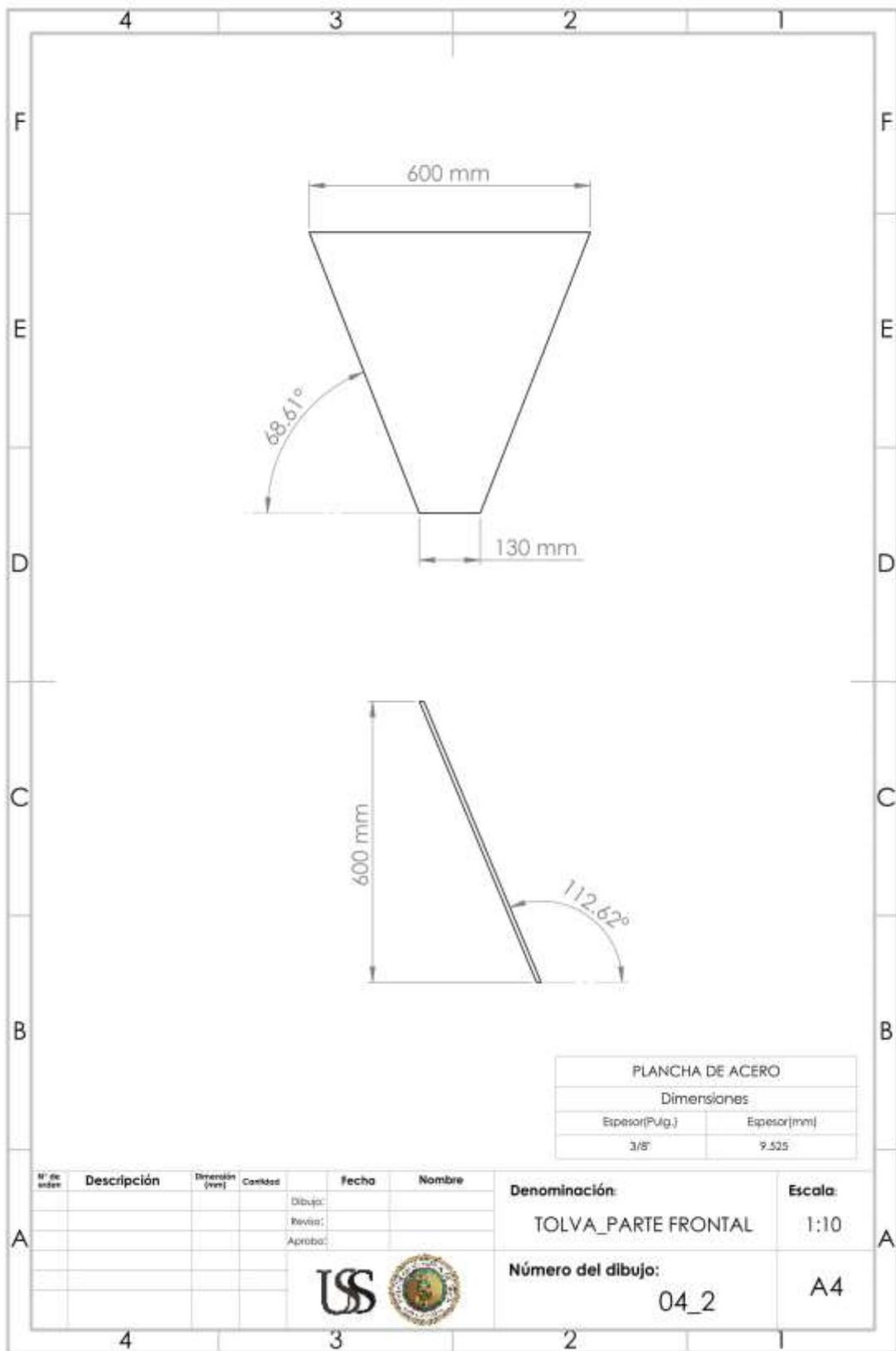


PLANCHA DE ACERO	
Dimensiones	
Espesor(Pulg.)	Espesor(mm)
3/8"	9.525

N° de orden	Descripción	Dimension (mm)	Cantidad	Fecha	Nombre
				Dibujó:	
				Revisó:	
				Aprobó:	

<b>Denominación:</b> TOLVA_PORTE LATERAL	<b>Escala:</b> 1:10
<b>Número del dibujo:</b> 04_1	A4



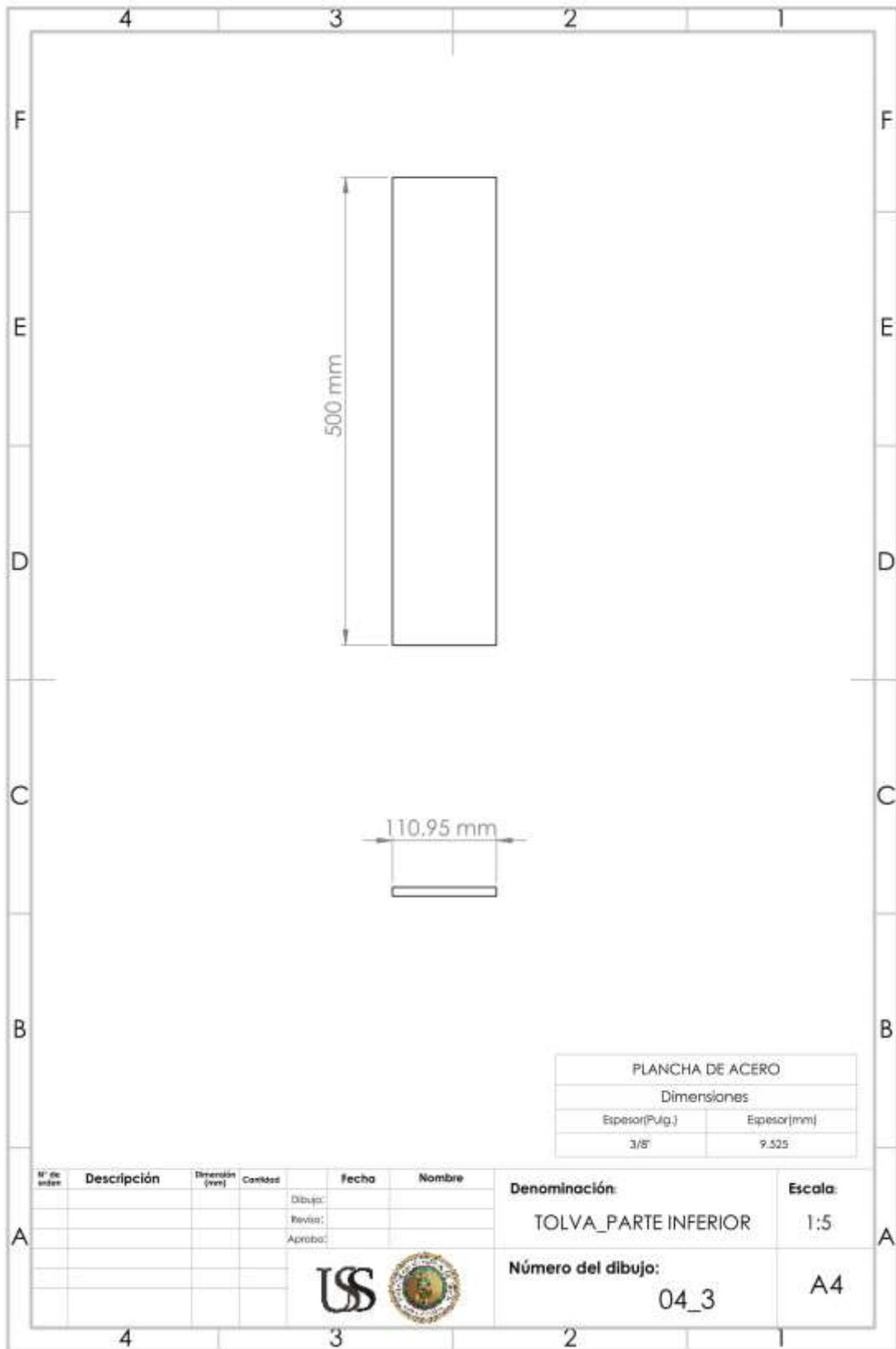


PLANCHA DE ACERO	
Dimensiones	
Espesor(Pulg.)	Espesor(mm)
3/8"	9.525

N° de orden	Descripción	Dimensión (mm)	Cantidad	Fecha	Nombre

<b>Denominación:</b> TOLVA PARTE FRONTAL	<b>Escala:</b> 1:10
<b>Número del dibujo:</b> 04_2	A4



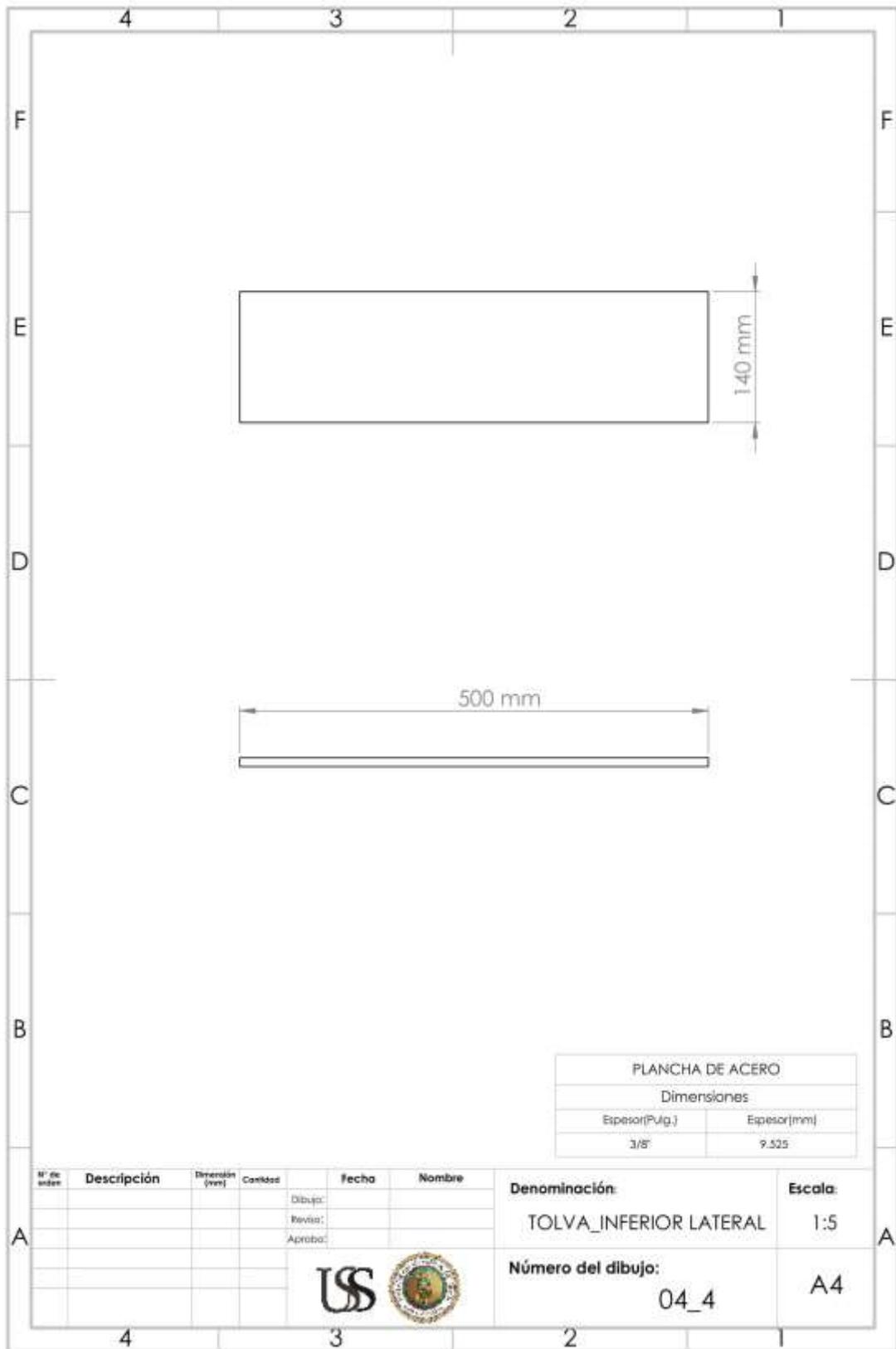


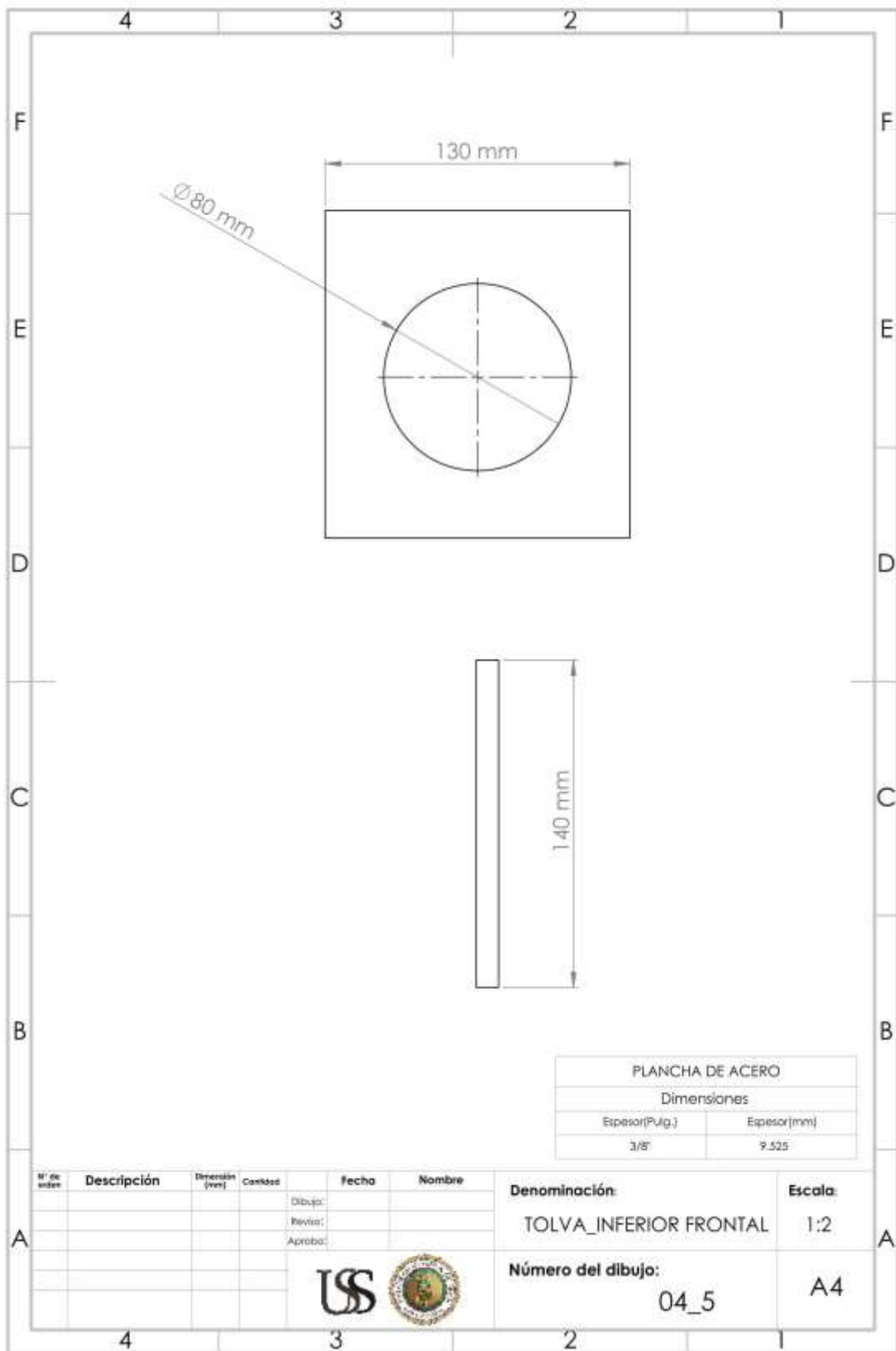
PLANCHA DE ACERO	
Dimensiones	
Espesor(Pulg.)	Espesor(mm)
3/8"	9.525

N° de orden	Descripción	Dimensión (mm)	Cantidad	Fecha	Nombre

<b>Denominación:</b> TOLVA PARTE INFERIOR	<b>Escala:</b> 1:5
<b>Número del dibujo:</b> 04_3	<b>A4</b>





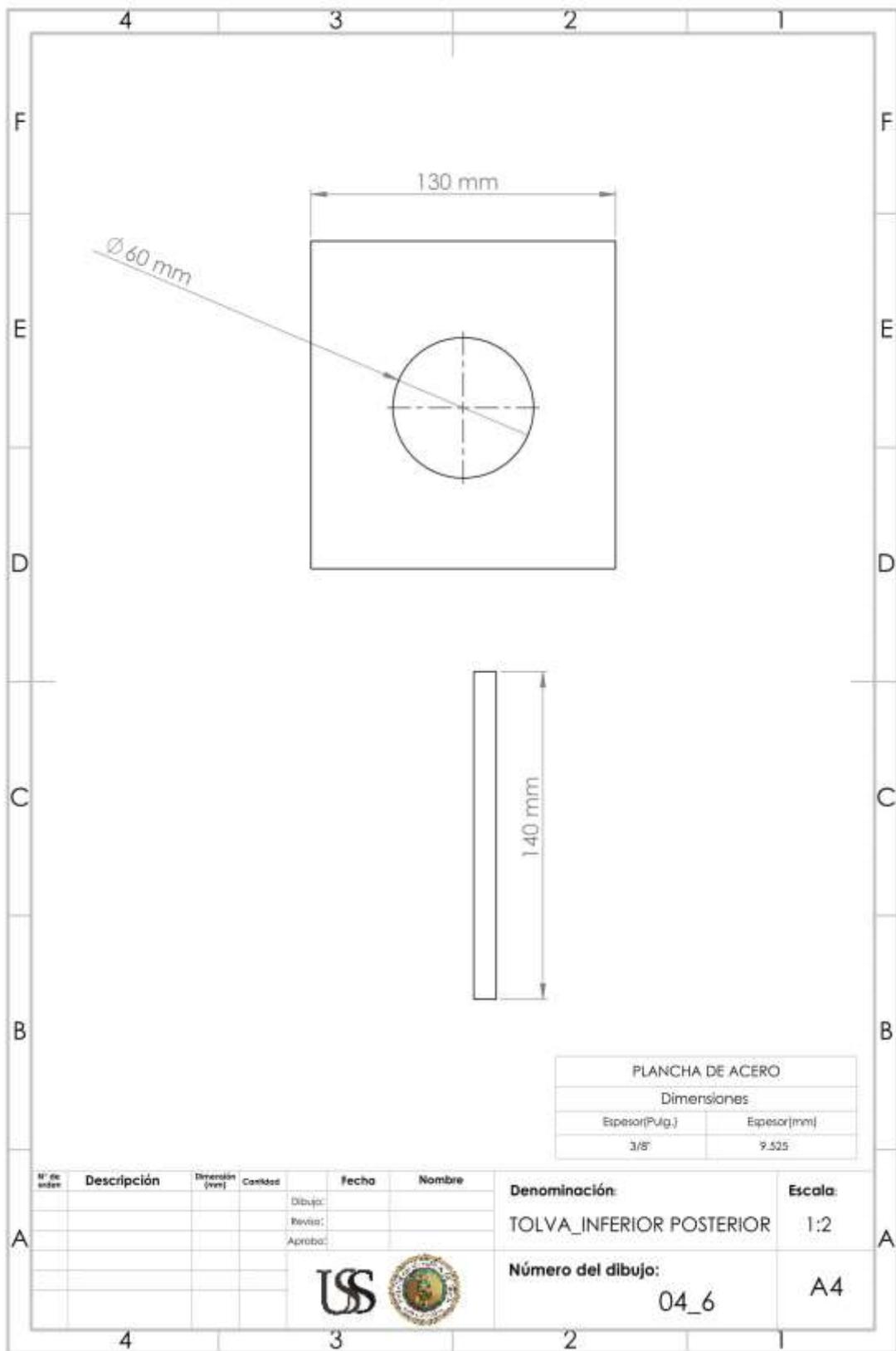


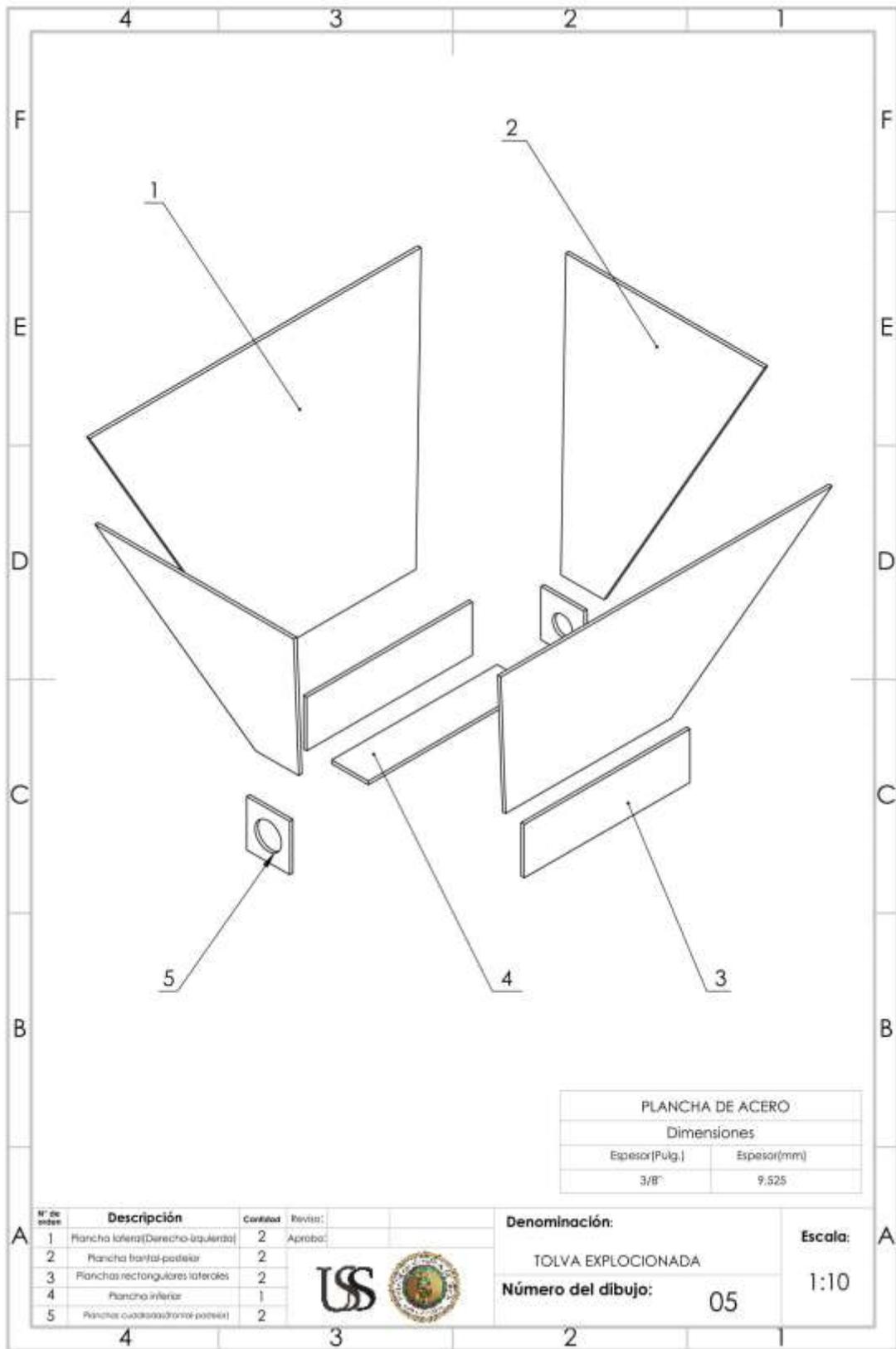
PLANCHA DE ACERO	
Dimensiones	
Espesor(Pulg.)	Espesor(mm)
3/8"	9.525

N° de orden	Descripción	Dimensión (mm)	Cantidad	Fecha	Nombre
				Dibujó:	
				Revisó:	
				Aprobó:	

<b>Denominación:</b>	<b>Escala:</b>
TOLVA_INFERIOR FRONTAL	1:2
<b>Número del dibujo:</b>	<b>A4</b>
04_5	







PLANCHA DE ACERO	
Dimensiones	
Espesor(Pulg.)	Espesor(mm)
3/8"	9.525

N° de orden	Descripción	Cantidad	Revisión:
1	Plancha lateral(Derecho-izquierda)	2	Aprobado:
2	Plancha frontal-posterior	2	
3	Planchas rectangulares laterales	2	
4	Plancha inferior	1	
5	Plancha cuadrada inferior posterior	2	



Denominación: TOLVA EXPLOSIONADA  
 Número del dibujo: 05  
 Escala: 1:10

