

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Rolando Alex Sucapuca Rodríguez

Dani Daniel Pumasupa Paro



Rolando Alex Sucapuca Rodríguez

Correo: rodriguezmedina1@hotmail.com

Perfil: Ingeniero mecánico electricista, maestro en ingeniería mecánica eléctrica, estudios concluidos de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Mecatrónica.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6564-841X>

Afiliación: Universidad Nacional de Juliaca.

Dani Daniel Pumasupa Paro

Correo: ddanielpp@hotmail.com

Perfil: Ingeniero mecatrónico con Maestría en Ingeniería mecánica eléctrica con mención en Sistemas eléctricos y Automatización Industrial.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5050-8692>

Afiliación: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Rolando Alex Sucapuca Rodríguez

Dani Daniel Pumasupa Paro



Todas nuestras publicaciones son sometidas a revisión doble-ciego de pares externos (*Peer Review Double Blind*ed).

Esta publicación cuenta con licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN: 978-9942-7270-2-2

© Rolando Alex Sucapuca Rodríguez

© Dani Daniel Pumasupa Paro

2024

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13287473>

© Editorial Novo Mundo

Guayaquil, Ecuador.

www.editorialnovomundo.com

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos.

Diseño de carátula y composición: Editorial Novo Mundo

Edición electrónica: Editorial Novo Mundo

Editado en Ecuador/ *Published in Ecuador*

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Rolando Alex Sucapuca Rodríguez

Dani Daniel Pumasupa Paro



ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
INTRODUCCIÓN	15

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1. Hipótesis	18
1.1.1. Hipótesis general.....	18
1.1.2. Hipótesis específicas.....	19
1.2. Variables e indicadores.....	19
1.2.1. Variables	19
1.2.2. Operacionalización de las variables	19

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS	21
2.1. Estudios previos	21
2.2. Teorías relacionadas	23
2.2.1. Mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos	23
2.2.2. Motor Honda de 9 Hp GX 270	24
2.2.3. Tipos de bandas Optibelt.....	25
2.2.4. Secciones transversales normalizadas para las bandas en V	30
2.2.5. Duración de las bandas en V	31
2.2.6. Poleas.....	32
2.2.7. Procedimiento de los cálculos de las bandas en V	33
2.2.8. Mitcalc.....	58
2.2.9. SolidWorks.....	59
2.2.10. Causas de problemas de los sistemas de transmisiones flexibles en V	61
2.2.11. Inspecciones de las transmisiones flexibles en V	63
2.3. Conceptos básicos	67
2.3.1. Diseño óptimo.....	67
2.3.2. Diseño mecánico	69
2.3.3. Transmisión de potencia	69
2.3.4. Bandas en V	70
2.3.5. Sistema de transmisión flexible en V	70

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.....	71
3.1. Tipo, diseño y método de investigación	71
3.2. Población y muestra.....	72
3.2.1. Población.....	72
3.2.2. Muestra	72
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	72
3.4. Método para optimizar el sistema de la transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos.....	74
3.5. Método para realizar la ingeniería inversa del Sistema de la transmisión flexible en V	74
3.5.1. Diámetro de paso de la polea motriz.....	75
3.5.2. Diámetro de paso de la polea conducida	76
3.5.3. Longitud de paso de la banda en V	77
3.5.4. Número de revoluciones de la polea motriz.....	78
3.5.5. Potencia de diseño.....	83
3.5.6. Sección de la banda en V	84
3.5.7. Velocidad de la banda en V	85
3.5.8. Distancia entre centros entre la polea motriz y conducida	85
3.5.9. Ángulos de contacto de la polea motriz y conducida.....	85
3.5.10. Potencia por banda	85
3.5.11. Número de bandas en V	86
3.5.12. Duración de las bandas en V del tipo clásica A-72	86
3.5.13. Cálculo con el software Mitcalc.....	86
3.5.14. Poleas en 3D en Solidworks.....	87

3.6. Método para el diseño del sistema de la transmisión flexible en V	87
3.6.1. Diseño optimizado de la transmisión flexible en V con el software Mitcalc.....	87
3.6.2. Duración de las bandas estrechas 3V de la marca Optibelt del tipo Red Power III	87
3.7. Método para la selección de la banda para el sistema de la transmisión flexible en V	87

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	88
4.1. Proceso de la prueba de hipótesis	88
4.1.1 Optimizar el sistema de la transmisión flexible en V	88
4.1.2 Ingeniería inversa.....	88
4.1.3 Diseño propuesto para la transmisión flexible en V con el software Mitcalc.....	100
4.1.4 Selección de la banda en V para el sistema de la transmisión flexible en V.....	107
4.2. Discusión de los resultados	109

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
5.1. Conclusiones	110
5.1.1. Propuesta de optimización:	110
5.1.2. Diseño original deficiente:	110
5.1.3. Diseño optimizado y vida útil estimada	111
5.1.4. Selección de la banda en V:	111

5.2. Recomendaciones	111
5.2.1. Evaluación de las vibraciones.....	111
5.2.2. Fabricación de poleas.....	111
5.2.3. Verificación de las revoluciones del motor	112
5.2.4. Plan de mantenimiento preventivo.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	
<i>Mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos</i>	24
Figura 2	
<i>Motor honda de 9 HO GX 270</i>	25
Figura 3	
<i>Certificado de calidad DIN en ISO 9001:2000</i>	26
Figura 4	
<i>Partes de la banda en V Red Power III</i>	29
Figura 5	
<i>Bandas en V industriales para trabajo pesado</i>	30
Figura 6	
<i>Bandas en V estrechas</i>	31
Figura 7	
<i>Bandas en V clásicas</i>	31
Figura 8	
<i>Duración de la banda en V Red Power III</i>	32
Figura 9	
<i>Polea de fundición gris o aleación de aluminio</i>	33
Figura 10	
<i>Potencia de diseño para bandas en V clásicas</i>	38
Figura 11	
<i>Potencia de diseño para bandas estrechas</i>	38

Figura 12	
<i>Mitcalc.....</i>	58
Figura 13	
<i>Logotipo de Solidworksc.....</i>	60
Figura 14	
<i>Causas de problemas de los sistemas de transmisiones flexibles.....</i>	61
Figura 15	
<i>Alineamiento paralelo y desalineamiento angular de las poleas.....</i>	64
Figura 16	
<i>Verificación de las poleas con regla.....</i>	64
Figura 17	
<i>Inspección de la banda en V.....</i>	66
Figura 18	
<i>Placa informativa de datos técnicos de la mezcladora de concreto.....</i>	72
Figura 19	
<i>Ubicación de la placa informativa de la mezcladora de concreto.....</i>	74
Figura 20	
<i>Polea motriz.....</i>	75
Figura 21	
<i>Medición de la polea motriz.....</i>	76
Figura 22	
<i>Polea conducida.....</i>	77
Figura 23	
<i>Banda en V.....</i>	78
Figura 24	
<i>Placa de la máquina, cilindro 30 rpm.....</i>	79
Figura 25	
<i>Medición 30 rpm del cilindro.....</i>	80
Figura 26	
<i>Engranaje de 14 dientes.....</i>	81

Figura 27	
Engranaje de 163 dientes.....	81
Figura 28	
Velocidad de la polea motriz.....	82
Figura 29	
Diagrama de potencia, torque y rpm del motor Honda de 9 HP	83
Figura 30	
Banda en V utilizada en la mezcladora de concreto.....	84
Figura 31	
Resultado con software Mitcalc para bandas clásicas A-72	98
Figura 32	
Dibujo 3D de bandas clásicas del sistema de transmisión con el software Solidworks	99
Figura 33	
Resultado optimizado con bandas 3V/9N	102
Figura 34	
Dibujo 3D de la propuesta para la transmisión flexible.....	107
Figura 35	
Manual técnico de las bandas en V	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	
<i>Operacionalización de variables</i>	21
Tabla 2	
<i>Factores de servicio para la transmisión flexible de bandas en V</i>	36
Tabla 3	
<i>Potencia nominal para banda clásica A/ 13</i>	42
Tabla 4	
<i>Potencia nominal para bandas 3V/9N Red Power III</i>	43
Tabla 5	
<i>Longitud de bandas clásicas y factor de longitud</i>	46
Tabla 6	
<i>Longitud de bandas clásicas D y E</i>	47
Tabla 7	
<i>Longitud de bandas en V y el factor de longitud 3V, 5V y 8v</i>	48
Tabla 8	
<i>Factor para el ángulo de contacto</i>	51
Tabla 9	
<i>Parámetros de bandas en V</i>	57
Tabla 10	
<i>Parámetros de durabilidad para las bandas en V</i>	58
Tabla 11	
<i>Potencia nominal para la polea de diámetro de paso de 2.24 pulgadas</i>	88
Tabla 12	
<i>Parámetros de la banda en V del tipo A</i>	98

INTRODUCCIÓN

Un sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos optimizado es de vital importancia para la duración de 11650 horas de las bandas en V favorecido por un adecuado diseño del sistema de transmisión flexible.

El objetivo general de la investigación es optimizar el sistema de la transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos en la ciudad de Juliaca, los objetivos específicos de la investigación son realizar la ingeniería inversa del sistema de la transmisión flexible en V, diseñar el sistema de la transmisión flexible en V, seleccionar la banda en V para el sistema de la transmisión flexible. Acorde a la investigación sistemática y científica, el trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos:

- Capítulo I, el problema de la investigación. Comprende la exposición de la situación problemática, el planteamiento del problema, justificación del estudio, los objetivos, la hipótesis y las variables e indicadores.
- Capítulo II, el marco teórico. Contiene los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y el marco conceptual.
- Capítulo III, metodología de investigación. Se precisan el método de investigación, el tipo, nivel y diseño. Se describen la población y muestra. Se describen las técnicas e instrumentos.

- Capítulo IV; resultados y discusión se realiza la ingeniería inversa para determinar la geometría y parámetros con la banda en V A-72, se propone un sistema optimizado con el software Mitcalc y xii Solidworks para la elaboración de los planos y se discuten los resultados. En el criterio de la síntesis, se consignan las conclusiones y las recomendaciones pertinentes.
- Bibliografía; finalmente se nominan las referencias bibliográficas que corresponden.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Actualmente, el sector de la construcción civil está impulsando la economía en el Perú. Uno de los materiales más importantes en la ingeniería civil es el concreto, que se produce mezclando materias primas como agua, arena, cemento y, en algunos casos, otros agregados, utilizando una máquina mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos. Esta máquina tiene un tambor giratorio en la parte superior donde se mezclan las materias primas en una proporción adecuada y durante un tiempo de rotación específico para obtener un concreto de mezcla homogénea. Además, utiliza un sistema de transmisión para transferir el movimiento rotativo, el torque y la potencia del motor de combustión interna de 4 tiempos al cilindro donde se mezcla el concreto.

Asimismo, el operador reporta un desgaste prematuro de las bandas en V de la maquinaria, con una vida útil promedio de solo un mes. Este desgaste ocurre incluso con un uso moderado, de 1 a 3 días a la semana y 4 horas

diarias de trabajo promedio. Esta situación indica una necesidad urgente de solucionar el problema para evitar costos adicionales y posibles fallas en la maquinaria.

1.1. Hipótesis

Este estudio busca resolver el problema de la corta vida útil de las bandas en V en maquinarias industriales. Los fabricantes de estas las diseñan para una duración de 25 000 horas de trabajo, con una operación continua de 8 horas diarias durante la semana, lo que equivale a 48 horas de trabajo semanales. Sin embargo, debido a la geometría del sistema de transmisión flexible, la vida útil promedio de las bandas en V en realidad es de solo 5,06 años. Por lo tanto, el objetivo de la presente obra es implementar estrategias para optimizar el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos en Juliaca. Para lograrlo se llevaron a cabo los siguientes objetivos específicos:

- a. Aplicar la ingeniería inversa del sistema de la transmisión flexible en V.
- b. Esbozar el sistema de la transmisión flexible en V.
- c. Escoger la banda en V para el sistema de transmisión flexible.

En este sentido, las hipótesis de investigación son las siguientes:

1.1.1. Hipótesis general

La implementación de un diseño adecuado para el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos en Juliaca permitirá optimizar su funcionamiento.

1.1.2. Hipótesis específicas

- a. La ingeniería inversa puede actuar como una herramienta de evaluación para determinar si el diseño del sistema de transmisión flexible en V fue adecuado.
- b. El diseño del sistema de transmisión flexible en V contribuye al aumento de la vida útil del mismo.
- c. La selección adecuada de la banda en V tiene un impacto positivo en la vida útil del sistema y en la reducción de costos.

1.2. Variables e indicadores

1.2.1. Variables

1.2.1.1. Variable dependiente

Mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos.

1.2.1.2. Variable independiente

Sistema de transmisión flexible en V.

1.2.2. Operacionalización de las variables

Ver Tabla 1

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión de análisis	Indicador	Unidad
Variable independiente Sistema de transmisión flexible en V	Transmisión de potencia, geometría del sistema de transmisión flexible en V y tipos de bandas en V	Potencia por banda	Hp / banda
		Potencia de diseño	Hp
		N° de bandas en V	unidad
		Velocidad de la banda en V	ppm
		Revoluciones de la polea motriz	rpm
		Diámetro de paso de la polea motriz	pulgadas
		Longitud de paso de la banda en V	pulgadas
		Distancia entre centro de poleas	pulgadas
		Ángulo de contacto de las poleas	grados
		A clásica	pulgadas
Variable dependiente Mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos	Eficiencia	3v Red Power IIIe	pulgadas
		Duración	Tiempo

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Estudios previos

Guajardo (2013), en su tesis *Optimización de potencia en sistemas de transmisión mediante correas trapezoidales*, nos indica que el 40% de las fallas en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado se originan en la transmisión flexible por banda en V. Estas fallas se deben a un mantenimiento inadecuado o nulo, principalmente por una tensión incorrecta de las bandas, lo que da como resultado un alto costo de mantenimiento.

Esta investigación presenta una solución innovadora para optimizar los sistemas de transmisión flexible, utilizando bandas trapezoidales y técnicas de diagnóstico y mantenimiento predictivo. Esta propuesta busca reducir las fallas, disminuir los costos y mejorar la eficiencia del sistema.

En *Desarrollo de software para calculo y selección de poleas de bandas en V para bandas de alta capacidad y métricas*, Ortiz y Marroquín (2016) presentan un innovador software denominado PulleysMHMcal, diseñado específica-

mente para el cálculo y diseño de bandas en V en aplicaciones industriales. Este programa ofrece importantes beneficios, incluyendo:

- Reducción significativa del tiempo de cálculo: PulleysMHMcal automatiza los cálculos basados en las normas BS 3790 e ISO 4180, lo que permite a los ingenieros ahorrar tiempo y esfuerzo.
- Modelo 3D en Solidworks: El software genera un modelo tridimensional preciso de la banda en V en la plataforma Solidworks, facilitando la visualización y el análisis del diseño.
- Planos para fabricación: PulleysMHMcal también genera automáticamente los planos necesarios para la fabricación de la banda en V, agilizando el proceso de producción.
- Integración con bandas Optibelt: El software está diseñado para trabajar con bandas de la marca Optibelt, reconocida internacionalmente por su alta calidad y certificación.

En resumen, PulleysMHMcal es una herramienta valiosa para ingenieros que trabajan con bandas en V en aplicaciones industriales. El software permite optimizar el diseño, reducir el tiempo de desarrollo y garantizar la calidad del producto final.

El estudio de Posligua (2016), titulado *Rediseño previo a la optimización de sistemas de transmisión en V mediante sistemas sincrónicos en equipos industriales (bombas de vacío)* compara la eficiencia de las bandas en V y las bandas de sincronización, encontrando que las últimas son aproximadamente un 5% más eficientes. Esta mayor eficiencia se traduce en un menor consumo de energía, lo que representa un beneficio significativo en términos de costos operativos.

En base a esta evidencia, Posligua recomienda reemplazar las bandas en V por las bandas de sincronización. Además de la mayor eficiencia energética, las bandas de sincronización ofrecen otras ventajas, como:

- Menor necesidad de mantenimiento: Las bandas de sincronización requieren un mantenimiento menos frecuente que las bandas en V, lo que reduce los costos asociados a la mano de obra y los repuestos.
- Mayor vida útil: Las bandas de sincronización suelen durar más que las bandas en V, lo que se traduce en un menor costo total de propiedad.

En resumen, el estudio de Posligua proporciona evidencia convincente de que las bandas de sincronización son una opción superior a las bandas en V en términos de eficiencia energética, costos de mantenimiento y vida útil.

2.2. Teorías relacionadas

2.2.1. Mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos

Las mezcladoras de concreto de 9 pies cúbicos son equipos portátiles ideales para proyectos de construcción de pequeña escala. Su tamaño compacto les permite acceder a áreas de trabajo con espacio limitado, lo que las hace muy versátiles.

La máquina funciona de la siguiente manera: los ingredientes de la mezcla, como arena, agua, cemento y agregados, se introducen en un cilindro ubicado en la parte superior de la mezcladora. Después, un mecanismo interno gira el tambor, agitando y mezclando uniformemente los materiales hasta obtener una consistencia homogénea. Una vez completada la mezcla, se abre una compuerta en la parte inferior del tambor, permitiendo descargar el concreto directamente en el sitio de trabajo.

En la Figura 1, se puede ver una mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos. Además de la mezcladora, podemos observar el cilindro donde se lleva a cabo la mezcla de la materia prima con la cual se conseguirá el concreto. Este se encuentra situado en la zona superior de la mezcladora.

Figura 1

Mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos



2.2.2. Motor Honda de 9 Hp GX 270

El motor Honda de 9 Hp es un motor de combustión interna que transforma energía química (gasolina) en energía mecánica. Su principal ventaja es su gran versatilidad y autonomía, ya que puede funcionar en cualquier lugar sin necesidad de conexión a una fuente de energía externa.

Presenta las siguientes características:

- Mono cilíndrico: Permite un encendido rápido y una respuesta inmediata.
- Refrigeración por aire: No requiere agua para su refrigeración, lo que simplifica su uso y mantenimiento.

- Arranque manual con polea retráctil: Sistema sencillo y confiable.
- Consumo de combustible económico: 230 Gr/ Hp x hora, lo que lo convierte en una opción eficiente para su tipo y potencia.

En la Figura 2, se puede observar de manera clara la marca honda y el modelo del motor GX270.

Figura 2

Motor honda de 9 HO GX 270



2.2.3. Tipos de bandas Optibelt

Optibelt se posiciona como una empresa de talla mundial que ofrece una amplia gama de bandas para diversos sectores del mercado global. Sus productos ostentan la certificación ISO 9001:2000, lo que garantiza la alta calidad y confiabilidad de sus bandas en comparación con otras marcas (ver Figura 3).

Figura 3

Certificado de calidad DIN en ISO 9001:2000



Nota: Tomado de Manual Técnico de Optibelt

En el ámbito industrial, Optibelt destaca por su variado portafolio de bandas en V, incluyendo las siguientes:

- Red Power III: Banda de alto rendimiento para aplicaciones exigentes.
- Blue Power: Banda de gran resistencia y durabilidad para condiciones de trabajo severas.
- SK: Banda económica y versátil para uso general.

- Vb Super X Power M-S: Banda de última generación con alta eficiencia y capacidad de transmisión de potencia.
- Super E Power M-S: Banda ideal para transmisiones de alta velocidad y cargas elevadas.
- Super Tx M-S: Banda de alto rendimiento para transmisiones compactas.

Un aspecto distintivo de Optibelt es su catálogo informativo, que proporciona datos precisos sobre la potencia por banda para cada tipo de producto. Esta información facilita enormemente los cálculos necesarios para seleccionar la banda adecuada para cada aplicación. Dentro de estas, se encuentran los siguientes tipos de banda:

- a. Bandas en V clásicas. Las bandas clásicas son una opción popular para reemplazar bandas desgastadas en sistemas de transmisión flexible dentro de la industria. Su diseño simple y confiable las convierte en una alternativa viable para diversas aplicaciones.

Características:

- Proporción altura–ancho: Las bandas clásicas mantienen una proporción de 1:1,6 entre su altura y ancho, lo que proporciona una estabilidad dimensional adecuada.
- Velocidad: Su velocidad máxima de operación es de 5905,8 ppm. Es crucial no exceder este límite para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.
- La frecuencia de flexión de las bandas: La frecuencia de flexión de las bandas clásicas es de 80 S – 1, lo que significa que pueden soportar un número moderado de flexiones por minuto. Esta frecuencia no debe superarse para evitar daños en la banda.

Las dimensiones estandarizadas de este tipo de bandas son: A/13, B/17, C/22, D/32, y E/40 y estas están estandarizadas de acuerdo a DIN 2215 y ISO 4148.

b. Red power III bandas estrechas para maquinaria de alto rendimiento. Las bandas estrechas Optibelt Red Power III son el resultado de un diseño especializado para las exigencias de la fabricación de maquinaria. Su robustez y rendimiento las convierten en la solución ideal para una amplia gama de aplicaciones, incluyendo:

- **Compresores:** Garantizan una transmisión confiable y eficiente de la potencia en compresores de aire.
- **Bombas:** Aseguran un funcionamiento óptimo en bombas de agua, aceite y otros fluidos.
- **Ventiladores:** Impulsan el flujo de aire de manera eficiente en sistemas de ventilación industrial.
- **Prensas:** Soportan las altas cargas y demandas de potencia en prensas hidráulicas y mecánicas.
- **Otras transmisiones de alta carga:** Se adaptan a diversas aplicaciones que requieren una transmisión resistente y duradera.

Las principales ventajas de las bandas Optibelt Red Power III incluyen:

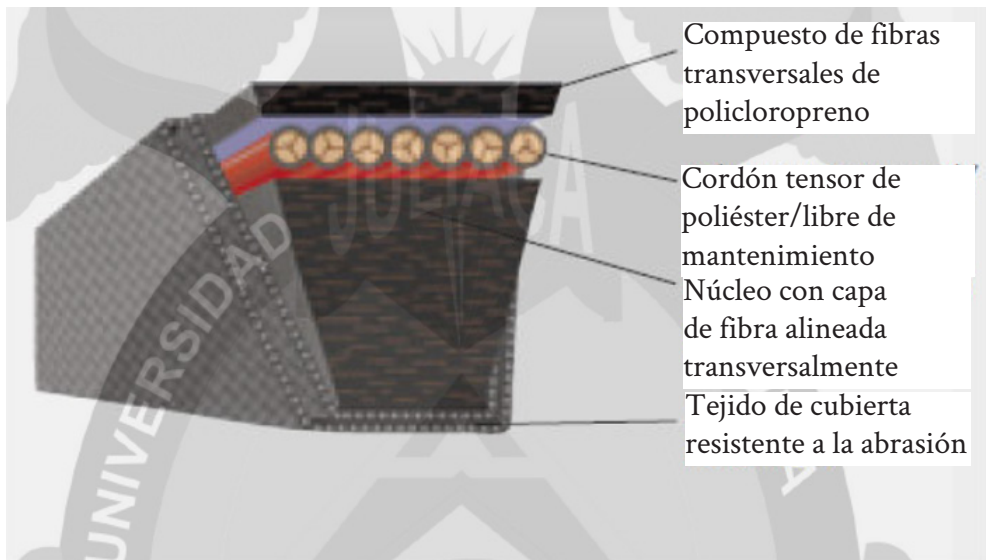
- **Libre de mantenimiento:** Reducen los costos operativos al eliminar la necesidad de lubricación o ajustes periódicos.
- **Elevado rendimiento:** Ofrecen una transmisión de potencia superior con mínima pérdida de energía.
- **Resistente al aceite:** Soportan la exposición a aceites y grasas sin deteriorarse.

- Resistente a altas temperaturas: Funcionan sin problemas en ambientes con temperaturas elevadas.
- Conductividad eléctrica de acuerdo a ISO 1813: Disipan la electricidad estática para prevenir descargas dañinas.
- Costo económico: Ofrecen una excelente relación calidad-precio en comparación con otras bandas del mercado.
- Respetuosa con el medio ambiente: Fabricadas con materiales ecológicos y procesos sostenibles.

Además de estas ventajas, las bandas Optibelt Red Power III destacan por su alta velocidad de hasta 10827 ppm y su frecuencia de flexión de 100. Estas características las convierten en una opción ideal para maquinaria que opera a altas velocidades y con ciclos de flexión exigentes.

Figura 4

Partes de la banda en V Red Power III



Las bandas estrechas Optibelt Red Power III ofrece las bandas SPA, SPB, SPC, SPZ; 3V/9N, 5V/15N, 8V/25N. Este tipo de bandas están estandarizadas de acuerdo a DIN 7753 parte 1 y RMA/MPTA.

En la Figura 4 podemos apreciar las partes de la banda en V del tipo Red Power III

2.2.4. Secciones transversales normalizadas para las bandas en V

Los distintos tipos de bandas en V están elaborados de acuerdo a las normas mencionadas anteriormente. Las diversas secciones trapezoidales de las bandas en V se ofrecen en pulgadas y milímetros. Estas indican las medidas de las secciones transversales (tal cómo se puede observar en las Figuras 5 y 6)

Figura 5

Bandas en V industriales para trabajo pesado

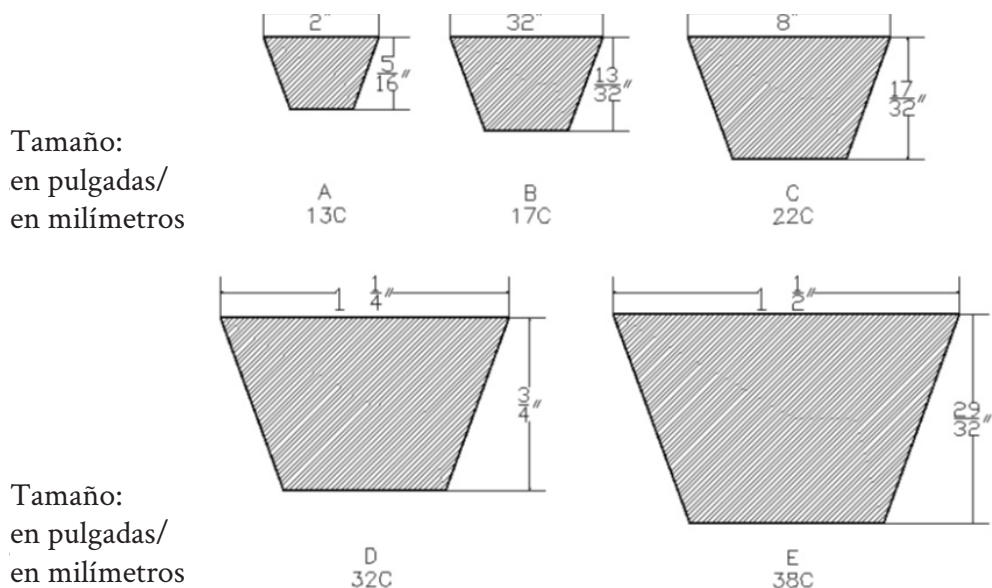
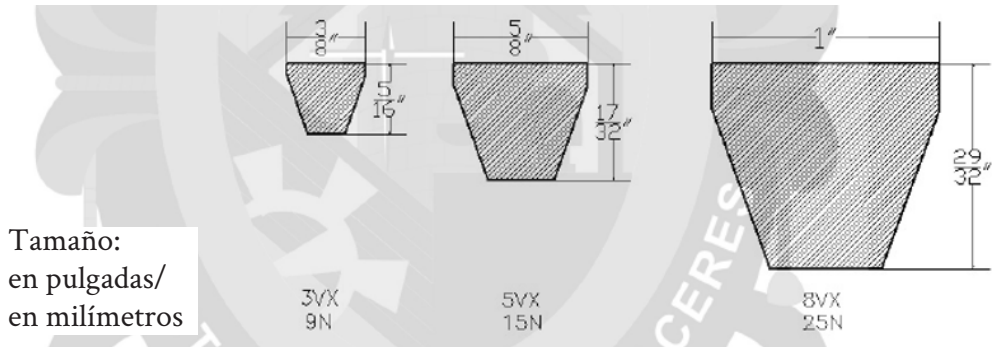


Figura 6

Bandas en V estrechas



2.2.5. Duración de las bandas en V

A la vanguardia de los avances tecnológicos, el fabricante de bandas en V ha presentado una gama de productos con una vida útil notablemente superior, alcanzando las 25.000 horas en pruebas de laboratorio. Observamos en la Figura 7 las bandas Optibelt VB bandas en V clásicas.

Figura 7

Bandas en V clásicas

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Optibelt VB Bandas en V Clásicas

DIN 2214/ ISO 4184

Estructura/ Propiedades

Las bandas Optibelt VB bandas en V clásicas son manufacturadas usando los mismos procesos de producción que las bandas de cuña SK de alta performance.

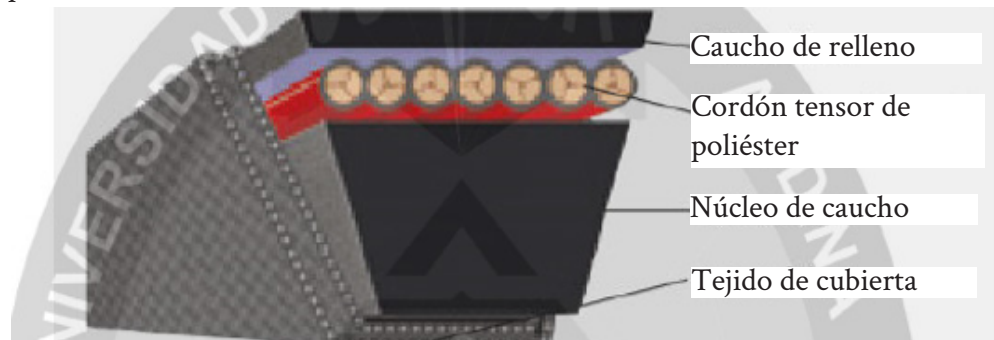


Figura 8

Duración de la banda en V Red Power III

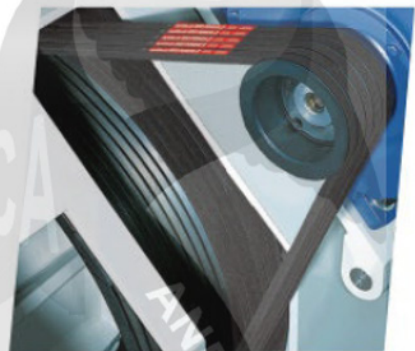
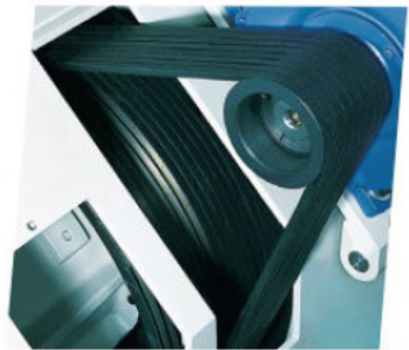
RED POWER A PRUEBA

Prueba de resistencia, en simulación de prensa peletizadora de alimentos, con funcionamiento de 16 horas diarias, 260 días al año. Basado en una vida útil de 25,000 horas, la duración estimada de la correa excede 6 años.

Con RED POWER se obtienen los siguientes resultados:

- La transmisión requirió de 3 correas menos
- No hubo necesidad de realizar mantenimiento (re tensar)
- Se produjo menor desgaste en las poleas

Ahorro estimado en 6 años es de 35%.



Nota: Tomado de Manual Técnico de Optibelt sobre Correas estrechas Red Power III

La Figura 8 muestra una simulación que se realizó para evaluar la durabilidad de una prensa peletizadora de alimentos, considerando un uso de 16 horas diarias durante 260 días al año, con el objetivo de determinar si la prensa podría alcanzar una vida útil de 25 000 horas.

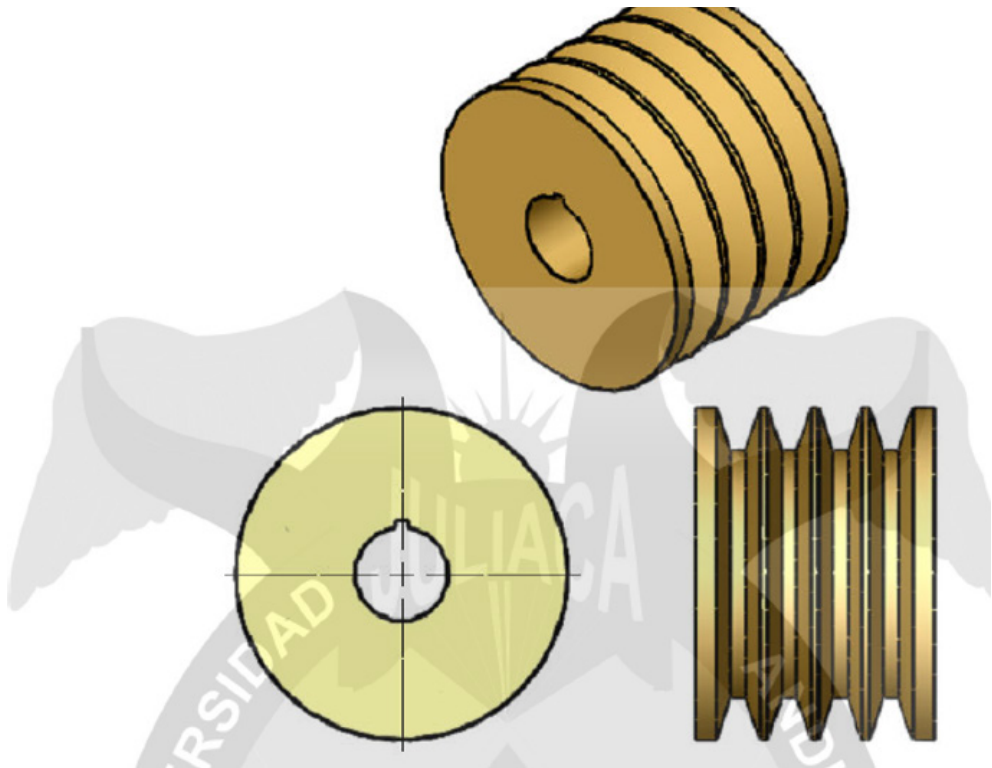
2.2.6. Poleas

Las poleas son elementos mecánicos con ranuras en forma de “V” que alojan correas dentadas. Estas poleas pueden tener uno o varios canales. En las de un solo canal se coloca una sola correa dentada, mientras que en las de varios canales se instalan tantas correas como canales tenga la polea.

Las poleas generalmente se fabrican de fundición gris, aunque en algunos casos pueden ser de alguna aleación de aluminio para reducir su peso. En la Figura 9, se observa una polea conductora de cuatro canales en 3D.

Figura 9

Polea de fundición gris o aleación de aluminio



2.2.7. Procedimiento de los cálculos de las bandas en V

Las fórmulas empleadas para calcular el sistema de transmisión flexible en V se encuentran en el libro “Diseño de elementos de máquinas tomo I” de Fortunato Alva Dávila, publicado en el año 2008. Estas fórmulas gozan de reconocimiento internacional y permiten estimar una vida útil teórica de 25 000 horas para el sistema.

- a. **Potencia de diseño.** La potencia de diseño de un sistema se obtiene considerando la potencia nominal del motor, la cual puede provenir de un motor de corriente alterna o de combustión interna, ya sea monocilíndrico o multicilíndrico. Estos motores transforman la energía eléctrica o química en energía mecánica, la cual es necesaria para el funcionamiento de diferentes tipos de máquinas o equipos.

De acuerdo a Dávila (2008), para determinar la potencia de diseño, se multiplica la potencia nominal del motor por un factor de servicio.

$$P_d = P_n \times f_s$$

Donde:

P_d = Potencia de diseño en HP

P_n = Potencia nominal en HP

f_s = Factor de servicio

El valor del factor de servicio depende del tipo de máquina o equipo que se va a mover. Este factor se clasifica en tres categorías: servicio intermitente, servicio normal y servicio continuo y estos factores se pueden obtener de la Tabla 2.

- b. **Selección de la sección de banda en V.** La elección de la banda en V adecuada para un sistema de transmisión flexible depende de dos factores principales: la potencia de diseño del sistema y las revoluciones por minuto (RPM) de la polea motriz. Con base en estos parámetros, se puede seleccionar el tipo de banda más apropiado.

Tabla 2

Factores de servicio para la transmisión flexible de bandas en V

Máquinas o equipos	Tipos de servicios		
	Servicio intermitente	Servicio nominal	Servicio continuo
Agitadores para líquidos	1.1	1.2	1.3
Agitadores para semilíquidos	1.1	1.2	1.3
Sopladores y aspiradores	1.1	1.2	1.3
Transportadores para trabajo liviano	1.1	1.2	1.3
Ventiladores hasta 10 HP	1.1	1.2	1.3
Transportadores de banda para mesa	1.2	1.3	1.4
Máquinas herramientas	1.2	1.3	1.4
Máquinas para la lavandería	1.2	1.3	1.4
Máquinas para la industria panadera	1.2	1.3	1.4
Líneas de ejes (ejes de transmisión)	1.2	1.3	1.4
Maquinaria para la imprenta	1.2	1.3	1.4
Taladros diversos	1.2	1.3	1.4

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Máquinas o equipos	Tipos de servicios		
	Servicio intermitente	Servicio nominal	Servicio continuo
Prensas diversas	1.2	1.3	1.4
Cribas giratorias y vibratorias	1.2	1.3	1.4
Ventiladores más de 10 HP	1.2	1.3	1.4
Maquinaria para trabajo en madera	1.2	1.3	1.4
Compresores de pistón	1.2	1.3	1.4
Maquinaria para la industria textil	1.2	1.3	1.4
Elevadores de Cangilones	1.2	1.3	1.4
Maquinaria para la industria ladrillera	1.2	1.3	1.4
Bombas de pistón	1.2	1.3	1.4
Pulverizadores	1.2	1.3	1.4
Mezcladores de concreto	1.2	1.3	1.4
Zarandas vibratorias	1.2	1.3	1.4
Trituradores giratorios	1.5	1.6	1.8

Máquinas o equipos	Tipos de servicios		
	Servicio intermitente	Servicio nominal	Servicio continuo
Trituradores de mandíbula	1.5	1.6	1.8
Trituradores de rodillos	1.5	1.6	1.8
Molino de barras	1.5	1.6	1.8
Molino de bolas	1.5	1.6	1.8
Winches	1.5	1.6	1.8
Montacargas	1.5	1.6	1.8
Elevadores	1.5	1.6	1.8
Molino de tubos	1.5	1.6	1.8

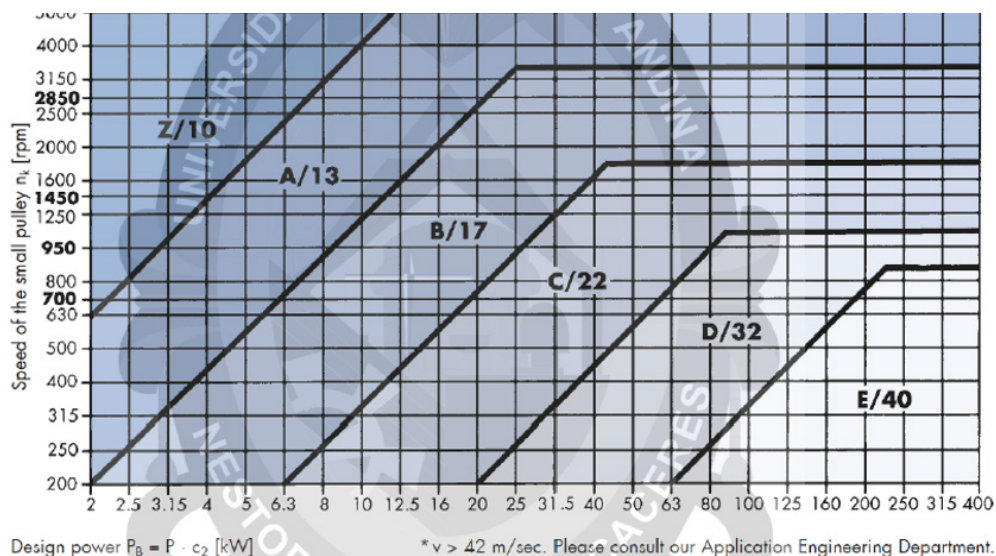
Al utilizar poleas templadoras, agregue al factor de servicio lo siguiente:

Polea templadora en el lado suelto (interior)	Ninguno
Polea templadora en el lado suelto (interior)	0.1
Polea templadora en el lado suelto (interior)	0.1
Polea templadora en el lado suelto (interior)	0.2

Nota: Tomado de Diseño de elementos de máquinas I Ing. Fortunato Alba Dávila

Figura 10

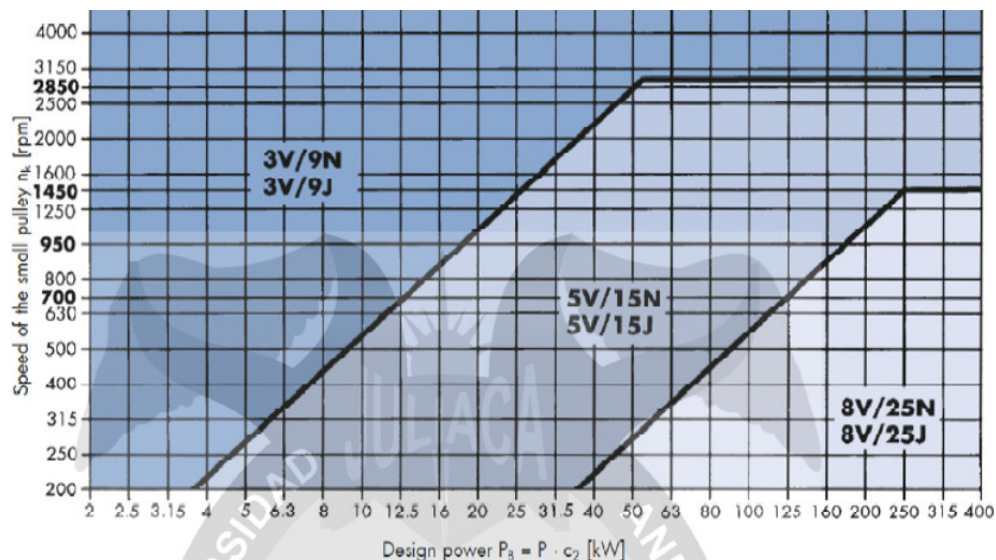
Potencia de diseño para bandas en V clásicas



Nota: Tomado de Technical manual V-belt drives (Optibelt)

Figura 11

Potencia de diseño para bandas estrechas



Nota: Tomado de Technical manual V-belt drives (Optibelt)

En las Figuras 10 y 11 se puede apreciar:

- Las bandas clásicas, como Z/10, A/13, B/17, C/22, D/32 y E/40, y
 - Las bandas estrechas, como 3V/9N, 5V/15N, 8V/25N.
- c. Relación de transmisión. Según Dávila (2008), existen dos métodos para calcular la relación de transmisión entre las poleas de un sistema:
- Dividiendo el diámetro de paso de la polea conducida por el diámetro de paso de la polea motriz:

$$mg = \frac{D}{d}$$

Donde:

mg = Relación de transmisión de las poleas

D = Diámetro de paso polea conducida en pulgadas

d = Diámetro de paso polea motriz en pulgada

- Dividiendo las revoluciones por minuto (RPM) de la polea motriz por las RPM de la polea conducida:

$$mg = \frac{n_1}{n_2}$$

Donde:

mg = Relación de transmisión de las poleas

n_1 = Número de RPM de la polea motriz

n_2 = Número de RPM de la polea conducida

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Tabla 3

Potencia nominal para banda clásica A/13

Pulleys	v [m/s]	n ₁ [min ⁻¹]	Datum diameter of small pulley d ₁ [mm]														Additional power [kW] per belt for speed ratio i			
			71	80	90	95	100	106	112	118	125	132	140	150	160	180	1.01 to 1.05	1.06 to 1.26	1.27 to 1.57	> 1.57
②	700	0.52	0.74	0.97	1.09	1.21	1.35	1.48	1.62	1.78	1.94	2.12	2.34	2.56	2.99	0.02	0.08	0.12	0.14	
	950	0.63	0.92	1.23	1.38	1.53	1.71	1.89	2.07	2.28	2.49	2.72	3.01	3.29	3.85	0.02	0.10	0.16	0.18	
	1450	0.81	1.22	1.67	1.89	2.11	2.37	2.62	2.88	3.17	3.46	3.79	4.19	4.59	5.36	0.03	0.16	0.25	0.28	
	2850	1.04	1.75	2.51	2.88	3.25	3.67	4.09	4.50	4.96	5.41	5.90	6.48	7.03	8.03	0.06	0.31	0.49	0.55	
	100	0.12	0.16	0.20	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.37	0.40	0.44	0.48	0.53	0.00	0.01	0.02	0.02	
	200	0.21	0.28	0.36	0.39	0.43	0.48	0.52	0.57	0.62	0.67	0.73	0.80	0.87	1.02	0.00	0.02	0.03	0.04	
	300	0.29	0.39	0.50	0.55	0.61	0.67	0.74	0.80	0.88	0.95	1.03	1.14	1.24	1.45	0.01	0.03	0.05	0.06	
	400	0.35	0.48	0.63	0.70	0.77	0.85	0.94	1.02	1.12	1.21	1.32	1.46	1.59	1.86	0.01	0.04	0.07	0.08	
	500	0.41	0.57	0.75	0.84	0.92	1.02	1.13	1.23	1.35	1.46	1.60	1.76	1.93	2.25	0.01	0.05	0.09	0.10	
	600	0.47	0.66	0.86	0.97	1.07	1.19	1.31	1.43	1.57	1.71	1.86	2.04	2.25	2.63	0.01	0.06	0.10	0.12	
	700	0.52	0.74	0.97	1.09	1.21	1.35	1.48	1.62	1.78	1.94	2.12	2.34	2.56	2.99	0.02	0.08	0.12	0.14	
	800	0.57	0.81	1.08	1.21	1.34	1.50	1.65	1.81	1.99	2.16	2.36	2.61	2.89	3.34	0.02	0.09	0.14	0.16	
	900	0.61	0.88	1.18	1.32	1.47	1.64	1.82	1.99	2.18	2.38	2.60	2.88	3.15	3.69	0.02	0.10	0.16	0.18	
	1000	0.65	0.95	1.27	1.44	1.59	1.78	1.97	2.14	2.38	2.59	2.83	3.13	3.43	4.01	0.02	0.11	0.17	0.20	
	1100	0.69	1.01	1.37	1.54	1.71	1.92	2.13	2.33	2.56	2.79	3.06	3.38	3.70	4.33	0.02	0.12	0.19	0.21	
	1200	0.73	1.08	1.46	1.64	1.83	2.05	2.27	2.49	2.74	2.99	3.28	3.62	3.97	4.64	0.03	0.13	0.21	0.23	
	1300	0.76	1.14	1.54	1.74	1.94	2.18	2.42	2.65	2.92	3.19	3.49	3.86	4.22	4.94	0.03	0.14	0.22	0.25	
1400	0.79	1.19	1.63	1.84	2.05	2.30	2.55	2.80	3.09	3.37	3.69	4.08	4.47	5.22	0.03	0.15	0.24	0.27		
1500	0.82	1.24	1.71	1.93	2.16	2.42	2.69	2.95	3.25	3.55	3.89	4.30	4.71	5.50	0.03	0.16	0.26	0.29		
1600	0.85	1.30	1.78	2.02	2.26	2.54	2.82	3.10	3.41	3.73	4.08	4.51	4.94	5.76	0.03	0.17	0.28	0.31		
1700	0.88	1.34	1.86	2.11	2.36	2.65	2.95	3.23	3.57	3.90	4.26	4.72	5.16	6.02	0.04	0.18	0.29	0.33		
1800	0.90	1.39	1.93	2.19	2.45	2.76	3.07	3.37	3.72	4.06	4.44	4.91	5.37	6.26	0.04	0.19	0.31	0.35		
1900	0.92	1.44	2.00	2.27	2.54	2.87	3.19	3.50	3.86	4.22	4.62	5.10	5.58	6.49	0.04	0.21	0.33	0.37		
2000	0.94	1.48	2.06	2.35	2.63	2.97	3.30	3.62	4.00	4.37	4.78	5.28	5.77	6.71	0.04	0.22	0.35	0.39		
2100	0.96	1.52	2.12	2.42	2.72	3.06	3.41	3.75	4.13	4.51	4.94	5.46	5.96	6.91	0.05	0.23	0.36	0.41		
2200	0.97	1.55	2.18	2.49	2.80	3.16	3.51	3.86	4.26	4.65	5.09	5.62	6.13	7.10	0.05	0.24	0.38	0.43		
2300	0.99	1.59	2.24	2.56	2.88	3.25	3.61	3.97	4.38	4.79	5.23	5.78	6.30	7.28	0.05	0.25	0.40	0.45		
2400	1.00	1.62	2.30	2.63	2.95	3.32	3.71	4.08	4.50	4.91	5.37	5.93	6.46	7.45	0.05	0.26	0.42	0.47		
2500	1.01	1.66	2.35	2.69	3.02	3.42	3.80	4.18	4.61	5.03	5.50	6.06	6.60	7.60	0.05	0.27	0.43	0.49		
2600	1.02	1.68	2.40	2.75	3.09	3.50	3.89	4.28	4.72	5.15	5.62	6.20	6.74	7.74	0.06	0.28	0.45	0.51		
2700	1.03	1.71	2.45	2.80	3.16	3.57	3.98	4.37	4.82	5.26	5.74	6.32	6.86	7.87	0.06	0.29	0.47	0.53		
2800	1.04	1.74	2.49	2.86	3.22	3.64	4.05	4.46	4.92	5.36	5.85	6.43	6.98	7.98	0.06	0.30	0.48	0.54		
2900	1.04	1.76	2.53	2.91	3.28	3.71	4.13	4.54	5.01	5.45	5.95	6.53	7.08	8.07	0.06	0.31	0.50	0.56		
3000	1.04	1.78	2.57	2.95	3.33	3.77	4.20	4.62	5.09	5.54	6.04	6.63	7.18	8.15	0.06	0.32	0.52	0.58		
3100	1.04	1.80	2.61	3.00	3.38	3.83	4.27	4.69	5.17	5.62	6.12	6.71	7.26	8.21	0.07	0.34	0.54	0.60		
3200	1.04	1.81	2.64	3.04	3.43	3.88	4.33	4.75	5.24	5.70	6.20	6.79	7.33	8.28	0.07	0.35	0.55	0.62		
3300	1.04	1.83	2.67	3.08	3.47	3.93	4.38	4.82	5.30	5.76	6.27	6.85	7.38	8.29	0.07	0.36	0.57	0.64		
3400	1.04	1.84	2.70	3.11	3.51	3.98	4.43	4.87	5.36	5.82	6.32	6.90	7.43	8.30	0.07	0.37	0.59	0.66		
3500	1.03	1.85	2.72	3.14	3.55	4.02	4.48	4.92	5.41	5.87	6.37	6.95	7.46	8.30	0.08	0.38	0.61	0.68		
3600	1.02	1.86	2.74	3.17	3.58	4.06	4.52	4.96	5.45	5.92	6.41	6.98	7.48		0.08	0.39	0.62	0.70		
3700	1.01	1.86	2.76	3.19	3.61	4.09	4.56	5.00	5.49	5.95	6.44	7.00	7.48		0.08	0.40	0.64	0.72		
3800	1.00	1.87	2.78	3.21	3.64	4.12	4.59	5.03	5.52	5.98	6.47	7.01	7.47		0.08	0.41	0.64	0.74		
3900	0.99	1.87	2.79	3.23	3.66	4.15	4.62	5.06	5.55	6.00	6.48	7.01	7.45		0.08	0.42	0.67	0.76		
4000	0.98	1.87	2.80	3.24	3.67	4.17	4.64	5.08	5.57	6.01	6.48	6.99	7.42		0.09	0.43	0.69	0.78		
4100	0.96	1.86	2.81	3.25	3.69	4.18	4.65	5.09	5.58	6.02	6.47	6.97	7.37		0.09	0.44	0.71	0.80		
4200	0.94	1.86	2.81	3.26	3.70	4.19	4.66	5.10	5.58	6.01	6.46	6.93			0.09	0.45	0.73	0.82		
4300	0.92	1.85	2.81	3.26	3.70	4.20	4.66	5.10	5.57	6.00	6.43	6.88			0.09	0.46	0.74	0.84		
4400	0.90	1.84	2.81	3.26	3.70	4.20	4.66	5.10	5.56	5.98	6.39	6.82			0.10	0.48	0.76	0.86		
4500	0.88	1.82	2.80	3.26	3.70	4.19	4.64	5.08	5.54	5.94	6.34	6.74			0.10	0.49	0.78	0.88		
4600	0.85	1.81	2.79	3.25	3.69	4.18	4.64	5.07	5.51	5.90					0.10	0.50	0.80	0.89		
4700	0.83	1.79	2.78	3.24	3.68	4.17	4.62	5.04	5.47	5.85					0.10	0.51	0.81	0.91		
4800	0.80	1.77	2.76	3.22	3.66	4.15	4.60	5.01	5.43	5.79					0.10	0.52	0.83	0.93		
4900	0.77	1.75	2.74	3.20	3.64	4.12	4.57	4.97	5.38	5.72					0.11	0.53	0.85	0.95		
5000	0.73	1.72	2.72	3.18	3.61	4.09	4.53	4.92	5.31	5.64					0.11	0.54	0.87	0.97		
5100	0.70	1.69	2.69	3.15	3.58	4.06	4.48	4.86							0.11	0.55	0.88	0.99		
5200	0.66	1.66	2.66	3.12	3.55	4.01	4.43	4.80							0.11	0.56	0.90	1.01		
5300	0.62	1.63	2.63	3.08	3.51	3.97	4.38	4.73							0.11	0.57	0.92	1.03		
5400	0.58	1.59	2.59	3.04	3.46	3.91	4.31	4.66							0.12	0.58	0.93	1.05		
5500	0.54	1.55	2.55	3.00	3.41	3.86	4.24	4.57							0.12	0.59	0.95	1.07		
5600	0.50	1.51	2.51	2.95	3.36	3.79									0.12	0.61	0.97	1.09		
5700	0.45	1.47	2.46	2.90	3.30	3.72									0.12	0.62	0.99	1.11		
5800	0.40	1.42	2.41	2.84	3.23	3.64									0.13	0.63	1.00	1.13		
5900	0.35	1.37	2.35	2.78	3.16	3.56									0.13	0.64	1.02	1.15		
6000	0.30	1.32	2.29	2.71	3.09	3.47									0.13	0.65	1.04	1.17		
②⑤	700	0.52	0.74	0.97	1.09	1.21	1.35	1.48	1.62	1.78	1.94	2.12	2.34	2.56	2.99	0.02	0.08	0.12	0.14	
	950	0.63	0.92	1.23	1.38	1.53	1.71	1.89	2.07	2.28	2.49	2.72	3.01	3.29	3.85	0.02	0.10	0.16	0.18	

v > 30 m/s.
Please consult our
Application Engineering
Department.

②⑤

③⑥

Dynamically balanced (for details see DIN 2211)

Pulleys

v [m/s]

Tabla 4

Potencia nominal para bandas 3V/9N Red Power III

Pulleys	v [m/s]	n_1 [min ⁻¹]	Datum diameter of small pulley d_a [mm]														Additional power [kW] per belt for speed ratio i				
			63	71	80	85	90	95	100	112	125	132	140	150	160	180	200	1.01 to 1.05	1.06 to 1.26	1.27 to 1.57	> 1.57
			63	71	80	85	90	95	100	112	125	132	140	150	160	180	200	1.01 to 1.05	1.06 to 1.26	1.27 to 1.57	> 1.57
⑤	700	0.72	0.96	1.22	1.37	1.51	1.66	1.80	2.14	2.50	2.70	2.92	3.19	3.47	4.02	4.56	0.01	0.06	0.09	0.11	
	950	0.92	1.24	1.58	1.78	1.97	2.16	2.35	2.80	3.29	3.54	3.84	4.20	4.56	5.28	5.99	0.01	0.09	0.12	0.15	
	1450	1.30	1.76	2.27	2.56	2.83	3.12	3.40	4.06	4.75	5.14	5.56	6.08	6.60	7.63	8.63	0.02	0.13	0.19	0.23	
	2850	2.16	3.00	3.94	4.44	4.94	5.44	5.93	7.08	8.28	8.92	9.61	10.46	11.29	12.84	14.26	0.04	0.26	0.37	0.46	
	100	0.13	0.18	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.37	0.43	0.46	0.49	0.54	0.59	0.67	0.77	0.00	0.01	0.01	0.02	
	200	0.25	0.32	0.41	0.46	0.49	0.54	0.59	0.70	0.80	0.86	0.94	1.02	1.10	1.28	1.45	0.00	0.02	0.03	0.03	
	300	0.36	0.46	0.58	0.65	0.71	0.78	0.84	1.00	1.16	1.25	1.36	1.49	1.61	1.86	2.11	0.00	0.03	0.04	0.05	
	400	0.46	0.59	0.74	0.83	0.92	1.01	1.09	1.30	1.51	1.63	1.76	1.93	2.09	2.42	2.75	0.01	0.04	0.05	0.06	
	500	0.54	0.72	0.91	1.02	1.12	1.22	1.33	1.58	1.85	1.99	2.16	2.36	2.56	2.96	3.36	0.01	0.05	0.07	0.08	
	600	0.64	0.84	1.07	1.19	1.32	1.44	1.56	1.86	2.18	2.35	2.54	2.78	3.02	3.49	3.96	0.01	0.06	0.08	0.10	
	700	0.72	0.96	1.22	1.37	1.51	1.66	1.80	2.14	2.50	2.70	2.92	3.19	3.47	4.02	4.56	0.01	0.06	0.09	0.11	
	800	0.80	1.07	1.37	1.54	1.69	1.86	2.02	2.40	2.82	3.04	3.29	3.60	3.91	4.52	5.14	0.01	0.07	0.11	0.13	
	900	0.89	1.19	1.51	1.69	1.88	2.06	2.24	2.66	3.13	3.37	3.66	4.01	4.34	5.03	5.70	0.01	0.08	0.12	0.15	
	1000	0.96	1.30	1.66	1.86	2.06	2.26	2.46	2.93	3.43	3.71	4.02	4.39	4.78	5.52	6.26	0.01	0.09	0.13	0.16	
	1100	1.04	1.40	1.80	2.02	2.23	2.46	2.68	3.19	3.74	4.03	4.37	4.79	5.20	6.01	6.80	0.02	0.10	0.14	0.18	
	1200	1.12	1.50	1.99	2.17	2.41	2.65	2.90	3.44	4.03	4.36	4.72	5.16	5.60	6.40	7.34	0.02	0.11	0.16	0.21	
	1300	1.19	1.61	2.08	2.33	2.58	2.83	3.08	3.68	4.33	4.67	5.05	5.53	6.01	6.95	7.86	0.02	0.12	0.17	0.21	
	1400	1.26	1.72	2.21	2.48	2.75	3.02	3.29	3.94	4.62	4.99	5.39	5.90	6.41	7.40	8.38	0.02	0.13	0.18	0.23	
	1500	1.33	1.81	2.34	2.63	2.92	3.20	3.49	4.18	4.90	5.23	5.72	6.26	6.80	7.85	8.88	0.02	0.14	0.20	0.24	
	1600	1.40	1.91	2.47	2.77	3.08	3.38	3.70	4.42	5.17	5.53	6.05	6.62	7.19	8.29	9.36	0.02	0.15	0.21	0.26	
	1700	1.48	2.00	2.59	2.93	3.24	3.56	3.89	4.64	5.45	5.83	6.37	6.97	7.56	8.71	9.84	0.02	0.16	0.22	0.27	
	1800	1.54	2.10	2.72	3.06	3.41	3.74	4.08	4.87	5.72	6.17	6.68	7.31	7.93	9.13	10.30	0.03	0.17	0.24	0.29	
	1900	1.61	2.20	2.84	3.20	3.56	3.91	4.27	5.10	5.99	6.46	6.98	7.64	8.29	9.54	10.75	0.03	0.18	0.25	0.31	
	2000	1.67	2.28	2.96	3.35	3.72	4.09	4.45	5.33	6.25	6.74	7.30	7.97	8.64	9.94	11.18	0.03	0.19	0.26	0.32	
2100	1.73	2.38	3.08	3.48	3.86	4.26	4.64	5.54	6.50	7.02	7.58	8.29	8.99	10.32	11.60	0.03	0.19	0.28	0.34		
2200	1.79	2.46	3.20	3.61	4.02	4.42	4.82	5.76	6.76	7.23	7.88	8.60	9.32	10.69	12.01	0.03	0.20	0.29	0.35		
2300	1.85	2.56	3.32	3.74	4.16	4.58	4.99	5.98	7.01	7.53	8.16	8.92	9.65	11.06	12.40	0.03	0.21	0.30	0.37		
2400	1.91	2.64	3.44	3.88	4.31	4.74	5.17	6.18	7.25	7.81	8.44	9.22	9.97	11.41	12.77	0.03	0.22	0.32	0.39		
2500	1.97	2.72	3.55	4.01	4.45	4.91	5.34	6.38	7.49	8.06	8.71	9.50	10.27	11.75	13.13	0.04	0.23	0.33	0.40		
2600	2.03	2.81	3.66	4.13	4.60	5.06	5.52	6.59	7.72	8.32	8.98	9.79	10.58	12.08	13.48	0.04	0.24	0.34	0.42		
2700	2.09	2.88	3.77	4.26	4.74	5.21	5.68	6.79	7.94	8.56	9.24	10.07	10.87	12.40	13.80	0.04	0.25	0.35	0.44		
2800	2.14	2.96	3.88	4.38	4.87	5.36	5.84	6.98	8.17	8.80	9.49	10.33	11.15	12.70	14.11	0.04	0.26	0.37	0.45		
2900	2.20	3.05	3.98	4.50	5.00	5.51	6.01	7.18	8.39	9.02	9.73	10.60	11.42	12.98	14.40	0.04	0.27	0.38	0.47		
3000	2.24	3.12	4.09	4.62	5.14	5.65	6.17	7.36	8.60	9.25	9.97	10.85	11.69	13.26	14.68	0.04	0.28	0.39	0.48		
3100	2.29	3.19	4.19	4.73	5.27	5.80	6.32	7.54	8.81	9.47	10.20	11.09	11.94	13.52	14.93	0.04	0.29	0.41	0.50		
3200	2.34	3.28	4.30	4.85	5.40	5.94	6.47	7.72	9.01	9.68	10.43	11.33	12.18	13.76	15.17	0.05	0.30	0.42	0.52		
3300	2.39	3.35	4.39	4.96	5.52	6.07	6.62	7.90	9.20	9.89	10.64	11.56	12.42	14.00	15.37	0.05	0.31	0.43	0.53		
3400	2.44	3.42	4.49	5.06	5.64	6.20	6.77	8.06	9.40	10.09	10.86	11.77	12.64	14.22	15.58	0.05	0.31	0.44	0.54		
3500	2.48	3.48	4.58	5.17	5.76	6.34	6.90	8.22	9.59	10.23	11.05	11.98	12.84	14.41	15.74	0.05	0.32	0.46	0.56		
3600	2.53	3.55	4.67	5.28	5.88	6.47	7.04	8.39	9.77	10.43	11.26	12.18	13.04	14.60	15.90	0.05	0.33	0.47	0.58		
3700	2.58	3.62	4.76	5.39	5.99	6.59	7.18	8.54	9.94	10.61	11.44	12.36	13.22	14.77	16.03	0.05	0.34	0.49	0.60		
3800	2.62	3.68	4.85	5.48	6.11	6.72	7.31	8.69	10.10	10.82	11.62	12.54	13.40	14.92	16.14	0.05	0.35	0.50	0.61		
3900	2.66	3.74	4.94	5.58	6.22	6.84	7.44	8.84	10.27	10.99	11.78	12.71	13.57	15.06	16.22	0.06	0.36	0.51	0.63		
4000	2.70	3.82	5.03	5.68	6.32	6.95	7.56	8.99	10.42	11.15	11.94	12.86	13.72	15.18	16.28	0.06	0.37	0.53	0.64		
4100	2.75	3.88	5.11	5.77	6.42	7.07	7.69	9.12	10.57	11.30	12.10	13.01	13.85	15.28	16.32	0.06	0.38	0.54	0.66		
4200	2.78	3.94	5.18	5.87	6.53	7.18	7.80	9.25	10.72	11.45	12.24	13.15	13.98	15.36	16.33	0.06	0.39	0.55	0.68		
4300	2.82	4.00	5.27	5.95	6.62	7.28	7.92	9.38	10.85	11.58	12.37	13.27	14.09	15.42	16.32	0.06	0.40	0.57	0.69		
4400	2.86	4.04	5.34	6.04	6.72	7.38	8.03	9.50	10.98	11.71	12.49	13.39	14.18	15.47	16.28	0.06	0.41	0.58	0.71		
4500	2.89	4.10	5.41	6.12	6.82	7.49	8.14	9.62	11.10	11.83	12.61	13.49	14.27	15.49	16.21	0.06	0.42	0.59	0.73		
4600	2.93	4.15	5.50	6.20	6.90	7.58	8.24	9.73	11.21	11.94	12.71	13.58	14.34	15.49	16.13	0.07	0.43	0.60	0.74		
4700	2.96	4.21	5.56	6.29	7.00	7.68	8.34	9.84	11.32	12.05	12.80	13.66	14.40	15.48	16.01	0.07	0.44	0.62	0.76		
4800	2.99	4.26	5.63	6.36	7.08	7.76	8.44	9.95	11.42	12.14	12.89	13.73	14.44	15.44	15.86	0.07	0.44	0.63	0.77		
4900	3.02	4.31	5.70	6.43	7.15	7.85	8.53	10.04	11.51	12.23	12.97	13.79	14.45	15.38	15.68	0.07	0.45	0.64	0.79		
5000	3.05	4.36	5.76	6.50	7.24	7.93	8.62	10.14	11.60	12.30	13.03	13.82	14.47	15.31	15.48	0.07	0.46	0.66	0.81		
5100	3.08	4.40	5.82	6.58	7.31	8.02	8.70	10.22	11.68	12.37	13.09	13.85	14.47	15.22	15.25	0.07	0.47	0.67	0.82		
5200	3.11	4.44	5.88	6.64	7.38	8.09	8.77	10.30	11.75	12.43	13.13	13.87	14.45	15.10	14.99	0.07	0.48	0.68	0.84		
5300	3.13	4.49	5.94	6.71	7.45	8.16	8.86	10.37	11.81	12.43	13.16	13.87	14.41	14.95		0.08	0.49	0.70	0.85		
5400	3.16	4.52	5.99	6.77	7.51	8.23	8.92	10.44	11.87	12.53	13.19	13.86	14.36	14.78		0.08	0.50	0.71	0.87		
5500	3.18	4.54	6.04	6.83	7.57	8.29	8.98	10.50	11.90	12.57	13.20	13.84	14.29	14.69		0.08	0.51	0.72	0.88		
5600	3.20	4.60	6.10	6.88	7.63	8.36	9.05	10.56	11.95	12.59	13.22	13.80	14.21	14.39		0.08	0.52	0.74	0.90		
5800	3.24	4.68	6.18																		

Ambas ecuaciones proporcionan el mismo resultado, indicando cuántas veces gira la polea conducida por cada giro de la polea motriz.

- d. Selección de los diámetros de las poleas. Las Tablas 3 y 4 proporcionan información detallada sobre la capacidad de transferencia de potencia nominal para bandas en V clásicas como A/13 y bandas estrechas del tipo Red Power III 3V/9N. Estas tablas incluyen datos sobre el diámetro de las poleas motrices, las revoluciones por minuto (RPM) de la polea motriz, la potencia transmitida por cada polea a una RPM específica y la potencia adicional que se puede obtener según la relación de transmisión (Dávila, 2008).
- e. Velocidad de la banda. Para lograr un diseño económico en transmisiones flexibles de banda en V, se recomienda mantener la velocidad de la banda entre 4000 y 4500 ppm (20,32 a 22,86 m/s). Esta velocidad se calcula multiplicando la constante π por el diámetro de paso de la polea motriz y el número de revoluciones por minuto, dividiendo por 12 para convertir las pulgadas en pies por minuto (Dávila, 2008).

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{12}$$

Donde:

V = Velocidad tangencial de la banda en ppm

d = Diámetro de la polea en pulgadas

N = Número de revoluciones de la polea en rpm

- f. Distancia entre centros de poleas. La distancia entre centros inicial para una transmisión de banda en V debe ser mayor o igual a tres veces el diámetro de la polea motriz, más el diámetro de paso de la polea conducida, dividido por dos. Sin embargo, si no hay restricciones de espacio para la instalación de la polea conducida, se recomienda que la

distancia entre centros sea mayor o igual al diámetro de paso de la polea conducida (Dávila, 2008).

$$C \geq \frac{D + 3 \times d}{2} ; C \geq D$$

Donde:

C = Distancia entre centros en pulgada.

d = Diámetro de la polea motriz en pulgada.

D = Diámetro de la polea conducida en pulgada.

- g. Selección de la longitud estándar de la banda. La longitud aproximada de una banda en V se puede calcular utilizando la siguiente manera: multiplicar 2 veces la distancia entre centros más 1,65 por la suma de la polea conducida y motriz.

$$L \approx 2 \times C + 1.65(D + d)$$

Dónde

C = Distancia entre centros en pulgadas

d = Diámetro de la polea motriz en pulgadas

D = Diámetro de la polea conducida en pulgadas

L = Longitud de la banda en pulgadas

Luego, se debe seleccionar la banda estándar de las tablas 5, 6 y 7, ya sea de las bandas clásicas o estrechas de uso industrial.

Tabla 5

Longitud de bandas clásicas y factor de longitud

LONGITUD DE PASO DE LA BANDA EN V Y FACTOR POR LONGITUD								
SECCION A			SECCION B			SECCION C		
Nro BANDA	LONG. PASO PULG	KL	Nro BANDA	LONG. PASO PULG	KL	Nro BANDA	LONG. PASO PULG	KL
A26	27,3	0,81	B35	36,8	0,81	C51	53,9	0,80
A30	31,3	0,83	B38	39,8	0,83	C60	62,9	0,82
A31	32,3	0,84	B42	43,8	0,85	C68	70,9	0,85
A33	34,3	0,85	B46	47,8	0,87	C75	77,9	0,87
A35	36,3	0,87	B51	52,8	0,89	C81	83,9	0,89
A36	37,3	0,87	B53	54,8	0,89	C85	87,9	0,90
A37	38,3	0,88	B55	56,8	0,90	C90	92,9	0,91
A38	39,3	0,88	B58	59,8	0,91	C96	98,9	0,92
A40	41,3	0,89	B60	61,8	0,92	C100	102,9	0,92
A42	43,3	0,90	B62	63,8	0,92	C105	107,9	0,94
A43	44,3	0,90	B64	65,8	0,93	C112	114,9	0,95
A46	47,3	0,92	B66	67,8	0,93	C120	122,9	0,97
A47	48,3	0,93	B68	69,8	0,95	C124	126,9	0,97
A48	49,3	0,93	B71	72,8	0,95	C128	130,9	0,98
A51	52,3	0,94	B75	76,8	0,97	C136	138,9	0,99
A53	54,3	0,95	B78	79,8	0,97	C144	146,9	1,00
A55	56,3	0,95	B81	82,8	0,98	C158	160,9	1,02
A58	59,3	0,97	B83	84,8	0,98	C162	164,9	1,03
A60	61,3	0,98	B85	86,8	0,99	C173	175,9	1,04
A62	63,3	0,98	B90	91,8	1,00	C180	182,9	1,05
A64	65,3	0,99	B93	94,8	1,01	C195	197,9	1,07
A65	66,3	0,99	B97	98,8	1,02	C210	212,9	1,08
A66	67,3	0,99	B103	104,8	1,04	C225	227,9	1,10
A67	68,3	1,00	B105	106,8	1,05	C240	242,9	1,11
A68	69,3	1,00	B112	113,8	1,05	C255	257,9	1,12
A69	70,3	1,00	B120	121,8	1,07	C270	272,9	1,14
A71	72,3	1,01	B128	129,8	1,08	C300	302,9	1,16
A72	73,3	1,01	B130	131,8	1,08	C310	312,9	1,17
A74	75,3	1,01	B136	137,8	1,09	C330	332,9	1,19
A75	76,3	1,02	B144	145,8	1,11	C360	362,9	1,21
A78	79,3	1,03	B158	159,8	1,13	C390	392,9	1,23
A80	81,3	1,04	B173	174,8	1,15	C420	422,9	1,24
A85	86,3	1,05	B180	181,8	1,16			
A90	91,3	1,06	B195	196,8	1,18			
A96	97,3	1,08	B210	211,8	1,19			
A105	106,3	1,10	B240	241,8	1,22			
A112	113,3	1,11	B270	271,8	1,25			
A120	121,3	1,13	B300	301,8	1,27			
A128	129,3	1,14						

Nota: Tomado de Diseño de elementos de máquinas I Ing. Fortunato Alba Dávila

Tabla 6

Longitud de bandas clásicas D y E

SECCION D			SECCION E		
FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K _L	FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K _L
D120	123,3	0,86	E144	148,5	0,90
D128	131,3	0,87	E180	184,5	0,91
D144	147,3	0,90	E195	199,5	0,92
D158	161,3	0,92	E210	214,5	0,94
D162	165,3	0,92	E225	226,0	0,95
D173	176,3	0,93	E240	241,0	0,96
D180	183,3	0,94	E270	271,0	0,99
D195	198,3	0,96	E300	301,0	1,01
D210	213,3	0,96	E330	331,0	1,03
D225	225,8	0,99	E360	361,0	1,05
D240	240,8	1,00	E390	391,0	1,07
D255	255,8	1,01	E420	421,0	1,09
D270	270,8	1,03	E480	481,0	1,12
D300	300,8	1,05	E540	541,0	1,14
D315	315,8	1,06	E600	601,0	1,17
D330	330,8	1,07	E660	661,0	1,19
D360	360,8	1,09			
D390	390,8	1,11			
D420	420,8	1,12			
D480	480,8	1,16			
D540	540,8	1,18			
D600	600,8	1,20			
D660	660,8	1,23			

Nota: Tomado de Diseño de elementos de máquinas I Ing. Fortunato Alba Dávila

Tabla 7

Longitud de bandas en V y el factor de longitud 3V, 5V y 8v

LONGITUD EXTERIOR DE LA BANDA EN V Y FACTOR POR LONGITUD								
SECCION 3V			SECCION 5V			SECCION 8V		
Nro BANDA	LONG. EXT. Pulg.	KL	Nro BANDA	LONG. EXT. Pulg.	KL	Nro BANDA	LONG. EXT. Pulg.	KL
250	25.00	0,84	500	50	0,84	1000	100.00	0,87
265	26.50	0,84	530	52.99	0,85	1060	105.98	0,87
280	27.99	0,85	560	55.98	0,85	1120	112.01	0,88
300	30.00	0,86	600	60.00	0,87	1180	117.99	0,89
315	31.50	0,87	630	62.99	0,87	1250	125.00	0,90
335	33.50	0,88	670	67.01	0,88	1320	132.01	0,91
355	35.51	0,90	710	70.98	0,89	1400	140.00	0,92
375	37.48	0,91	750	75.00	0,90	1500	150.00	0,93
400	40.00	0,92	800	80.00	0,91	1600	160.00	0,93
425	42.48	0,93	850	85.00	0,92	1700	170.00	0,94
450	45.00	0,94	900	90.00	0,93	1800	180.00	0,95
475	47.48	0,95	950	95.00	0,94	1900	190.00	0,97
500	50.00	0,96	1000	100.00	0,95	2000	200.00	0,95
530	52.99	0,97	1060	105.98	0,96	2120	212.01	0,98
560	55.98	0,98	1120	112.01	0,96	2240	224.02	0,98
600	60.00	0,99	1180	117.99	0,97	2360	235.98	0,99
630	62.99	1,00	1250	125.00	0,98	2500	250.00	1,00
670	67.01	1,01	1320	132.01	0,99	2650	265.00	1,01
710	70.98	1,02	1400	140.00	1,00	2800	280.00	1,02
750	75.00	1,03	1500	150.00	1,00	3000	300.00	1,03
800	80.00	1,04	1600	160.00	1,01	3150	315.00	1,03
850	85.00	1,05	1700	170.00	1,02	3350	335.00	1,04
900	90.00	1,06	1800	180.00	1,02	3550	355.00	1,05
950	95.00	1,07	1900	190.00	1,03	3750	375.00	1,06
1000	100.00	1,08	2000	200.00	1,03	4000	400.00	1,07
1060	105.98	1,09	2120	212.01	1,04	4250	425.00	1,08
1120	112.01	1,10	2240	224.02	1,05	4500	450.00	1,09
1180	117.99	1,11	2360	235.98	1,06	4750	475.00	1,09
1250	125.00	1,12	2500	250.00	1,06	5000	500.00	1,10
1320	132.01	1,13	2650	265.00	1,07	5300	530.00	1,11
1400	140.00	1,14	2800	280.00	1,08	5600	560.00	1,12

Nota: Tomado de Diseño de elementos de máquinas I Ing. Fortunato Alba Dávila

Las Tablas 5 y 6 presentan información detallada sobre las bandas clásicas, incluyendo su denominación (número de banda), longitud de paso en pulgadas y factor de longitud.

La Tabla 7 presenta la longitud de las bandas en pulgadas de 3V, 5V y 8V del tipo estrechas, al igual que se puede apreciar el factor de longitud de las bandas.

- h. Distancia real entre centros de poleas. Tras determinar una aproximación de la distancia entre los centros de las poleas, se elige el tipo de banda adecuado consultando las tablas 4, 5 o 6, según corresponda. Con esto, se podrá calcular la distancia real entre las poleas con la siguiente fórmula (Dávila, 2008):

$$L_p = 2 \times C + \frac{\pi}{2} (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 \times C}$$

Donde:

L_p = Longitud de la banda en pulgadas

C = Distancia entre centros en pulgadas

d = Diámetro de la polea motriz en pulgadas

D = Diámetro de la polea conducida en pulgadas

- i. Ángulo de contacto de poleas. Se recomienda que el ángulo de contacto entre la banda y la polea, especialmente en la polea más pequeña, sea superior a 120 grados para asegurar un contacto adecuado y eficiente. Esto se calcula a través de las siguientes fórmulas (Dávila, 2008):

$$\theta_1 = 180 - 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{D - d}{2 \times C} \right)$$

$$\theta_2 = 180 + 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{D - d}{2 \times C} \right)$$

Donde:

θ_1 = Ángulo de contacto de la polea motriz en grados

θ_2 = Angulo de contacto de la polea conducida en grados

C = Distancia entre centros en pulgadas

d = Diámetro de la polea motriz en pulgadas

D = Diámetro de la polea conducida en pulgadas

- j. Potencia por banda. El factor del ángulo de contacto, un parámetro crucial para determinar la potencia de la banda, se calcula específicamente para la polea más crítica, generalmente la polea motriz. Este cálculo implica restar el diámetro de paso de la polea motriz del diámetro de paso de la polea conducida y luego dividir el resultado por la distancia real entre centros de las poleas.

Para determinar la potencia transmitida por una banda en V, Consultar las tablas 2 o 3, según corresponda a bandas clásicas o estrechas, para identificar la potencia por banda correspondiente a la banda en cuestión. Luego, sumar la potencia adicional por relación de transmisión, también disponible en las mismas tablas (2 o 3). Después, multiplicar el resultado por el factor de contacto angular y el factor de longitud. Estos factores se encuentran en las tablas 4, 5 y 6. El producto obtenido representa la potencia final transmitida por la banda en V (Dávila, 2008).

$$\frac{D - d}{C}$$

$$\frac{HP}{\text{banda}} = \left[\left(\frac{HP}{\text{banda}}_{\text{tabla}} \right) + HP_{\text{adicional}} \right] K_{\theta} \times K_L$$

Donde:

- C = Distancia entre centros en pulgadas
- d = Diámetro de la polea motriz en pulgadas
- D = Diámetro de la polea conducida en pulgadas
- $\frac{HP}{\text{banda}}$ = Potencia por banda en HP/banda
- HP_{adicional} = Potencia adicional en HP
- K_L = Factor de corrección por longitud de banda
- K_θ = Factor de corrección por ángulo de contacto

Tabla 8
Factor para el ángulo de contacto

$\frac{D - d}{C}$	θ	Radianes	K _θ
0.00	180°	3.14	1.00
0.10	147°	2.56	0.99
0.20	169°	2.95	0.97
0.30	163°	2.84	0.96
0.40	157°	2.74	0.94
0.50	151°	2.63	0.93
0.60	145°	2.53	0.91
0.70	139°	2.43	0.89

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

$\frac{D-d}{C}$	θ	Radianes	K_{θ}
0.80	127°	2.32	0.87
0.90	120°	2.22	0.85
0.100	113°	2.09	0.82
0.110	106°	1.97	0.80
0.120	106°	1.85	0.77
0.130	99°	1.73	0.73
0.140	91°	1.59	0.70
0.150	83°	1.45	0.65

La Tabla 8 presenta el ángulo de contacto en grados y radianes para las poleas del sistema de transmisión flexible, las cuales son utilizadas por la polea motriz.

- k. Número de bandas. Para determinar el número de bandas requerido para un sistema de transmisión de banda en V, dividimos la potencia de diseño entre la potencia que puede transmitir una sola banda. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$N_{\text{rodebandas}} = \frac{P_d}{\frac{HP}{\text{banda}}}$$

Donde:

$N_{\text{rodebandas}}$ = número de bandas del sistema flexible.

P_d = Potencia de diseño en Hp

$\frac{HP}{\text{banda}}$ = Potencia por banda

1. Duración de las bandas en V. Si bien la transmisión de potencia base de las bandas en V depende de las especificaciones de cada fabricante, la mayoría de ellas no proporcionan parámetros específicos de durabilidad. Sin embargo, empresas como Optibelt y Gates Rubber Company sí mencionan una vida útil estimada de 25 000 horas para sus bandas clásicas y estrechas. Es importante tener en cuenta que esta vida útil es solo una estimación y puede variar significativamente dependiendo de diversos factores, como las condiciones de funcionamiento, la carga aplicada y el mantenimiento adecuado.

Debido a la variabilidad de la vida útil real, el número de bandas en V que se utilizan en un sistema debe ser un número entero. Esto garantiza que el sistema tenga la capacidad de transmitir la potencia requerida incluso si una o más bandas fallan prematuramente.

La clasificación de las bandas en V se basa en varios criterios, incluyendo:

- **Duración:** Se mide en número de pasadas de la banda o en horas de funcionamiento.
- **Diámetros de poleas:** Las bandas deben funcionar con diámetros de poleas iguales para lograr una cobertura de 180 grados, lo que optimiza la transmisión de potencia.
- **Longitud:** Se busca una longitud moderada que equilibre la eficiencia con la flexibilidad.
- **Carga:** La transmisión de potencia por las bandas en V debe ser con una carga constante para un funcionamiento adecuado.

En otras palabras, al seleccionar una banda en V, se deben considerar factores como la cantidad de horas que la banda funcionará por día, el tamaño de las poleas y la potencia que se necesita transmitir. Las ban-

das con mayor duración y mayor capacidad de carga son generalmente más costosas, por lo que es importante elegir la banda adecuada para la aplicación específica.

La Gates Rubber Company declaro que su coeficiente de fricción efectivo es de:

$$\frac{F_1 - F_C}{F_2 - F_C} = \exp (0.5123 \times \theta)$$

0,5123 para bandas en V, de ese modo:

Donde:

F_1 = Tensión en el lado tirante en lbf

F_2 = Tensión en el lado flojo en lbf

F_C = Tensión centrífuga en lbf

θ = Angulo de contacto de la polea en radianes

Para calcular la tensión centrífuga se debe multiplicar la constante K_c por la velocidad de la banda en V entre 1000, luego lo elevamos al cuadrado. Asimismo, se determina con la siguiente fórmula:

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

Donde:

V = Velocidad de la banda en V en ppm

K_c = Ver la Tabla 9

Para hallar la diferencia de tensión, se multiplica 63025 por la potencia de diseño, luego dividir el resultado por el número de bandas. Después, dividir el nuevo resultado por las revoluciones por minuto de la polea motriz., a su vez, multiplicar por el diámetro de paso de la polea motriz dividirlo por 2.

Se determina con la siguiente fórmula:

$$\Delta F = \frac{63025 \times \frac{H_d}{N_b}}{n \times \frac{d}{2}}$$

Donde:

ΔF = Diferencia de tensión en lbf

H_d = Potencia de diseño en Hp

N_b = Numero de bandas en V en unidad

n = Revoluciones por minuto de la polea motriz en rpm

d = Diámetro de paso de la polea motriz en pulgadas

La tensión máxima se obtiene sumando la fuerza centrífuga a la potencia transmitida por cada banda, multiplicada por el exponente del coeficiente de fricción y el ángulo de contacto en radianes. Todo esto se divide por la diferencia entre el exponente del coeficiente de fricción y uno. La fórmula para calcular esta tensión se presenta a continuación.

$$F_1 = F_C + \frac{\Delta F \times \exp(0.5123 \times \theta)}{\exp(0.5123 \times \theta) - 1}$$

Donde:

F_1 = Tensión en el lado tirante en lbf

F_c = Tensión centrífuga en lbf

ΔF = Diferencia de tensión en lbf

θ = Ángulo de contacto de la polea en radianes

Para calcular la tensión en el lado flojo, se resta la diferencia de tensiones y la tensión mayor por cada banda. Se obtiene a través de la siguiente fórmula.

$$F_2 = F_1 + \Delta F$$

Donde

F_1 = Tensión en el lado tirante en lbf

F_c = Tensión centrífuga en lbf

ΔF = Diferencia de tensión en lbf

La vida útil de las bandas en V se ve afectada por la flexión, que genera esfuerzos adicionales en la banda. Estas tensiones adicionales, denominadas F_{b1} para la banda en V y F_{b2} para la polea conducida, deben sumarse a la tensión máxima para obtener una medida precisa de la tensión total a la que está sometida la banda. Esto complica las fórmulas utilizadas para estimar la durabilidad de las bandas en V. Se halla de la siguiente manera:

$$T_1 = F_1 + \frac{K_b}{d}$$

$$T_2 = F_1 + \frac{K_b}{D}$$

Donde:

T_1 = Tensión máxima en el lado tenso en lbf

T_2 = Tensión máxima en el lado flojo en lbf

F_1 = Tensión en el lado tirante en lbf

Tabla 9

Parámetros de bandas en V

Sección de la banda	K_b	K_C
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1 098	1.217
8V	4 830	3.288

Nota: Tomado de Mechanical Engineering Design R. Budinas y J. Nisbett

La empresa Gates Rubber Company utiliza la siguiente ecuación para relacionar la tensión con la deformación, donde el valor de K_b se obtiene de la Tabla 9:

$$T^b = N_p \times K_b$$

Donde:

T^b = Relacion tension-pasada

N_p = Numero de pasadas

K_b = Valor de tabla 9

En la Tabla 9, se observa los parámetros para las bandas clásicas y estrechas como A, B, C, D E, y 3V, 5V y 8V, respectivamente, donde para cada una se tiene los valores K_b y K_c .

La regla de miner es empleada para sumar el daño que origina los picos de tensión en las bandas en V.

$$N_p = \left[\left(\frac{K}{T_1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T_2} \right)^{-b} \right]^{-1}$$

Donde:

N_p = Numero de pasadas

T_1 = Tensión máxima en el lado tenso en lbf

T_2 = Tensión máxima en el lado flojo en lbf

b = De la tabla 9

La Tabla 10 proporciona los valores de las constantes b y K , que dependen del tipo de banda utilizada (clásica A, B, C, D o E, o estrecha 3V, 5V o 8V). Estos valores varían en función de las fuerzas de pico y los diámetros mínimos recomendados para las poleas.

Tabla 10

Parámetros de durabilidad para las bandas en V

Sección de la banda	Fuerzas de pico 10 ⁸ a 10 ⁹		Fuerzas de pico 10 ⁹ a 10 ¹⁰		Diámetros mínimos para las poleas
	K	b	K	b	
A	674	11.089	–	–	3.0
B	1 193	10.926	–	–	5.0
C	2 038	11.173	–	–	8.5
D	4 208	11.105	–	–	13.0
E	6 061	11.100	–	–	21.6
3V	728	12.464	1 062	10.153	2.65
5V	1 654	12.593	2 394	10.283	7.1
8V	3 638	12.629	5 253	10.319	12.5

Nota: Adaptado de Mechanical Engineering Design R. Budinas y J. Nisbett

La vida en horas se calcula con la siguiente formula:

$$t = \frac{N_p \times L_p}{720 \times V}$$

Donde:

t = Tiempo en horas

N_p = Numero de pasadas

L_p = Longitud de la banda en Pulg

V = Velocidad de la banda en V en ppm

2.2.8. Mitcalc

Figura 12

Mitcalc



Nota: Adaptado de Google images: Mitcalc (*Mechanical Industrial and Technical Calculation*)

Mitcalc es un *software* de ingeniería que permite realizar cálculos mecánicos complejos para una amplia variedad de componentes de máquinas y mecanismos. Entre sus funciones se encuentran:

- Cálculo de engranajes: rectos, helicoidales, de cremallera, hipoides y de tornillo sin fin.
- Análisis de transmisiones flexibles: bandas en V, cadenas y correas dentadas.
- Diseño de cojinetes: de bolas, balines y rodillos.
- Cálculo de resortes.
- Evaluación del pandeo: en vigas y flechas.
- Análisis de conexiones: de pernos y soldaduras.
- Evaluación de tolerancias: dimensionales y geométricas.

Mitcalc facilita el trabajo de ingenieros y diseñadores al automatizar cálculos complejos y proporcionar resultados precisos. Su interfaz intuitiva y su conexión con Excel lo hacen accesible incluso para usuarios sin experiencia en programación.

El programa de Mitcalc se puede descargar de la página web <http://www.mitcalc.com/en/download.htm>, el paquete de instalación permite el uso de programa por 30 días de prueba sin restricción.

2.2.9. SolidWorks

SolidWorks es un *software* de diseño 3D que permite crear modelos virtuales de piezas y ensamblajes mecánicos. Este *software* ofrece una amplia gama de herramientas para el diseño, análisis y fabricación de productos. Sus características principales son las siguientes:

- Diseño 3D: Permite crear modelos tridimensionales precisos de piezas y ensamblajes mecánicos.
- CAD (Diseño Asistido por Computadora): Ofrece herramientas para crear geometrías complejas, editar modelos y realizar simulaciones de ensamblaje.

- CAE (Ingeniería Asistida por Computadora): Permite analizar el comportamiento de los diseños bajo diferentes condiciones de carga y verificar su resistencia.
- Generación de planos: Crea planos técnicos detallados para la fabricación de las piezas.
- CAM (Manufactura Asistida por Computadora): Envía información de diseño a máquinas de control numérico (CNC) para su mecanizado.

Figura 13

Logotipo de Solidworks



Nota: Tomado de Google images

Beneficios de SolidWorks:

- Mejora la productividad: Agiliza el proceso de diseño y desarrollo de productos.
- Reduce costos: Permite identificar y corregir errores de diseño antes de la fabricación.

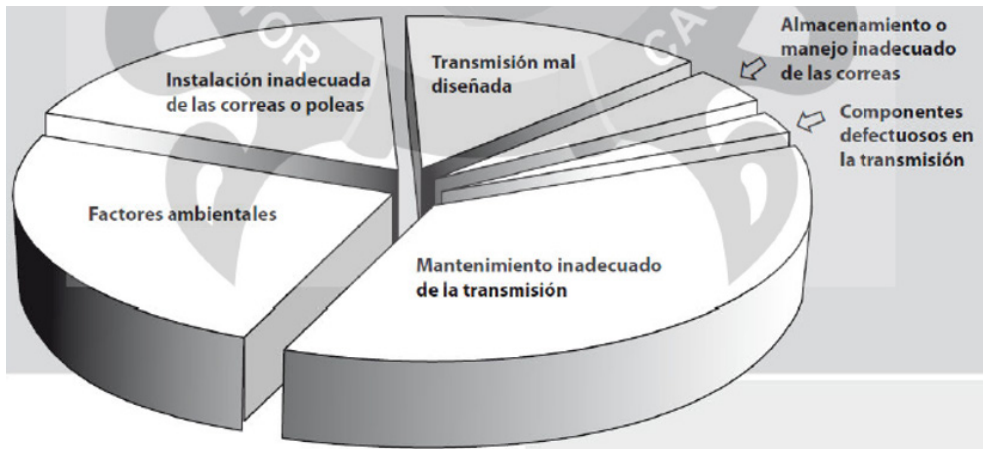
- Mejora la calidad del producto: Permite crear productos más resistentes y confiables.
- Facilita la comunicación: Permite compartir diseños de manera eficiente con clientes y proveedores.

El programa de Solidworks se puede descargar de la página de internet de la empresa Dassault Systemes en su versión de prueba por 60 días, a través del siguiente enlace: <https://www.solidworks.es/sw/education/solidworks-edu-60-day-trial.htm>

2.2.10. Causas de problemas de los sistemas de transmisiones flexibles en V

Figura 14

Causas de problemas de los sistemas de transmisiones flexibles



Nota: Adaptado de *Mantenimiento preventivo de correas y transmisiones* (Gates)

Los problemas en los sistemas de transmisión flexible en V son frecuentes y, como se muestra en la figura 14, la principal causa es un mantenimiento inadecuado. Esto incluye la falta de monitoreo regular de la instalación, la verificación insuficiente del estado de las bandas en V y el descuido del alineamiento, entre otros aspectos.

Factores que afectan los sistemas de transmisión flexible en V:

- Factores ambientales:
 - Operación en ambientes con agentes agresivos: La exposición a elementos como cemento, arena o productos químicos puede deteriorar las bandas en V y otros componentes del sistema.
- Instalación inadecuada:
 - Tensión excesiva: El uso de herramientas como palancas o destornilladores para tensar las bandas en V puede provocar un desgaste prematuro.
- Diseño y dimensionamiento:
 - Transmisión mal diseñada o subdimensionada: Una transmisión que no ha sido diseñada o dimensionada adecuadamente puede generar cargas excesivas en las bandas en V, lo que conduce a un desgaste prematuro.
- Almacenamiento y manejo:
 - Almacenamiento en lugares con alta temperatura: Guardar las bandas en V en ambientes con temperaturas elevadas puede deteriorar el material y afectar su vida útil.
- Componentes defectuosos o dañados:
 - Operación con poleas dañadas: El uso de poleas desgastadas, deformadas o con defectos de fabricación puede provocar un desgaste prematuro y excesivo de las bandas en V.
- Prevención y solución:
 - Capacitación del personal: Brindar capacitación adecuada a los técnicos encargados de la instalación y mantenimiento de los sistemas

de transmisión flexible en V puede ayudar a prevenir problemas tales como la instalación inadecuada y el manejo incorrecto de las bandas.

- **Diseño y dimensionamiento adecuados:** Es crucial contar con un diseño y dimensionamiento correctos de la transmisión para garantizar que las cargas sean las adecuadas para las bandas en V.
- **Almacenamiento adecuado:** Las bandas en V deben almacenarse en lugares frescos, secos y alejados de la luz solar directa.
- **Inspecciones regulares:** Realizar inspecciones periódicas de las poleas y otros componentes de la transmisión flexible en V es crucial para detectar y corregir cualquier daño o defecto.
- **Reemplazo de componentes defectuosos:** Las poleas dañadas o defectuosas deben reemplazarse de inmediato para evitar un desgaste prematuro de las bandas en V.

2.2.11. Inspecciones de las transmisiones flexibles en V

- a. **Alineamiento paralelo de poleas.** Al retirar las bandas de transmisión, se puede observar si existen desgastes anormales o daños en las poleas motriz y conducida. Sin embargo, el desgaste no siempre es evidente a simple vista, por lo que se recomienda utilizar galgas para verificar el perfil de las ranuras trapezoidales.

La alineación y el montaje correctos de las poleas motriz y conducida en sus respectivos ejes son cruciales para el buen funcionamiento de un sistema de transmisión flexible en V. Una desalineación, incluso pequeña, puede reducir considerablemente la vida útil de las bandas en V y provocar problemas como desgaste prematuro, vibraciones y ruido excesivo.

Figura 15

Alineamiento paralelo y desalineamiento angular de las poleas

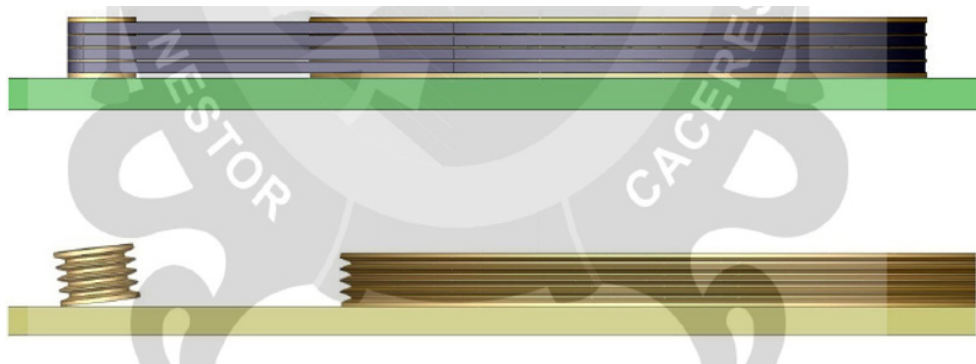


Figura 16

Verificación de las poleas con regla



Nota: Adaptado de Manual técnico Optibelt

Estas son las principales causas de desalineación entre poleas:

- Mala instalación de las poleas en sus ejes.
- Los ejes de la polea motriz y conducida no son paralelos.

- Las poleas muestran inclinación respecto a sus ejes.

Para verificar la alineación de las poleas en un sistema de transmisión flexible en V, se pueden utilizar dos métodos: una cuerda para sistemas de centros de poleas largos o una regla para sistemas de centros de poleas cortos a lo largo del lado liso de las poleas, como se muestra en la Figura 16.

Si la cuerda (o regla) toca todas las poleas por igual, la alineación es correcta. Si la cuerda (o regla) presenta holgura en alguna polea, existe desalineación.

El método de medición de la alineación de las poleas a través de la parte exterior y el primer canal, como se muestra en la Figura 16, es altamente confiable. Este método permite no solo verificar la alineación horizontal, sino también detectar cualquier inclinación de las poleas utilizando un nivel de burbuja.

- b. Alineamiento angular. La desalineación angular sucede cuando no existe paralelismo entre los ejes de las poleas (como se puede observar en la Figura 15) y estas pueden ser las más difíciles de solucionar.
- c. Inspecciones de las bandas. Para calcular las distintas clases de daños o señales de desgaste que ayude a reconocer y rectificar los posibles problemas en la transmisión flexible en V, se debe realizar una inspección exhaustiva de las bandas y poleas.

El proceso comienza marcando una banda con un plumón (en caso de múltiples bandas). Posteriormente, se debe revisar cuidadosamente las bandas en busca de grietas, roturas, cortes o desgaste anormal. Además, se debe verificar la temperatura de operación de la banda, asegurándose de que no exceda los 45°C (113°F), lo que la mano humana puede soportar sin molestia. Si las bandas superan este límite, es necesario revisar los procedimientos de mantenimiento actuales. La temperatura

de la banda ofrece una buena referencia: si no se puede sostener con la mano, se debe investigar la causa del exceso de calor.

También se debe cambiar las bandas en caso de daños. La presencia de grietas, roturas o desgaste anormal en las bandas es una señal clara de que deben ser reemplazadas de inmediato.

Asimismo, verificar manualmente el guiado de banda. Para confirmar el correcto guiado de la banda o bandas en una transmisión flexible, es necesario girarla manualmente. Sin embargo, se debe extremar la precaución para evitar que los dedos queden atrapados entre la polea y la banda, lo que podría ocasionar lesiones graves o incluso amputaciones.

La Figura 17 ilustra el proceso de inspección manual de las bandas en V, donde se combina la rotación de la transmisión con una revisión visual detallada de las bandas. Esta inspección permite detectar posibles daños, desgaste o desalineación que podrían afectar el rendimiento del sistema.

Figura 17

Inspección de la banda en V



Nota: Adaptado de Manual técnico Optibelt

d. Consecuencias de la desalineación de las bandas. El desalineamiento de las bandas en V en un sistema de transmisión flexible trae consigo una serie de consecuencias nefastas que pueden afectar gravemente el rendimiento y la vida útil de sus componentes. Entre las más importantes encontramos:

- Daño prematuro en las bandas.
- Desgaste prematuro o desigual de las poleas.
- Operación de la banda a mayor temperatura.
- Excesivo consumo de energía.
- Desgaste asimétrico de las bandas.
- Salidas de las bandas de la polea.
- Mayor vibración del sistema.
- Inestabilidad de la transmisión flexible.

2.3. Conceptos básicos

2.3.1. Diseño óptimo

El diseño óptimo de un elemento mecánico se basa en la selección estratégica del material y los valores de sus parámetros geométricos independientes. El objetivo principal es minimizar un efecto indeseable o maximizar un requerimiento funcional específico, siempre y cuando el elemento cumpla con otros requerimientos funcionales y los efectos indeseables restantes se mantengan dentro de límites tolerables.

El diseño óptimo involucra la selección cuidadosa del material, la definición del objetivo explícito, la identificación de variables independientes, el ensamblaje del modelo, la optimización y la evaluación final. Este proceso permite encontrar la mejor solución posible para un problema de diseño mecánico específico, tomando en cuenta múltiples factores y restricciones.

En la búsqueda de la configuración óptima para un sistema o proceso, existen dos caminos principales: la experimentación directa y el uso de modelos.

- Experimentación directa:
 - a. Fijación de variables: Se establecen valores específicos para las variables independientes del sistema.
 - b. Operación del sistema: Se pone en marcha el sistema bajo las condiciones establecidas.
 - c. Evaluación del rendimiento: Se mide el índice de rendimiento del sistema en base a los resultados observados.
 - d. Optimización iterativa: Se utiliza un método de optimización para predecir mejores valores para las variables independientes y se repiten los pasos anteriores hasta encontrar la configuración óptima.
- Uso de modelos: En la práctica, la mayoría de los estudios de optimización se realizan utilizando modelos, representaciones matemáticas simplificadas del sistema real. Esto se debe a que la experimentación directa suele ser costosa, lenta y hasta riesgosa.

El empleo de modelos es beneficioso por que brinda un costo reducido, también permiten realizar simulaciones y análisis de manera rápida, acelerando el proceso de optimización.

Asimismo, el modelo se compone de un material básico, de ecuaciones de balance, de relaciones de diseño y de ecuaciones de propiedades físicas, que describen las propiedades de los materiales y los fenómenos físicos que ocurren en el sistema.

En resumen, la elección entre la experimentación directa y el uso de modelos depende de diversos factores, como el costo, la complejidad del sistema y el tiempo disponible. Los modelos ofrecen una herramienta valiosa para la optimización, permitiendo realizar estudios rápidos, seguros y económicos, pero es importante considerar que son representaciones simplificadas y no siempre reflejan perfectamente la realidad del sistema.

2.3.2. Diseño mecánico

Un sistema mecánico es una fascinante red de componentes como eslabones, engranes, bandas planas en V, cables, ejes y otros elementos que trabajan en conjunto para lograr un objetivo común: transmitir movimiento y potencia desde una fuente de energía hasta un punto de aplicación.

2.3.3. Transmisión de potencia

La transmisión de potencia es el arte de llevar la energía desde donde se genera hasta donde se necesita. Ya sea un motor de combustión interna, un motor eléctrico o una turbina, esta energía bruta, en forma de potencia mecánica, debe ser canalizada hacia un punto específico donde pueda ser utilizada para realizar un trabajo.

Aquí es donde entra en juego la transmisión de potencia. Es como un sistema de transporte sofisticado que toma la energía mecánica en forma de movimiento rotatorio y la lleva a su destino. Existen diversas formas de lograr esta transferencia, a través de engranes, transmisión flexible (como las poleas y cadenas) y ejes.

En resumen, la transmisión de potencia es un proceso fundamental en la

ingeniería mecánica, ya que permite aprovechar la energía generada en un punto y aplicarla en otro, impulsando máquinas, herramientas y dispositivos que hacen posible nuestro mundo moderno.

2.3.4. Bandas en V

Una banda en V es una tira de caucho y otros materiales dúctiles que transporta energía rotacional de un eje a otro. Su forma trapezoidal, como una cuña, le permite encajar a la perfección en las poleas, asegurando una transferencia de potencia eficiente.

Las poleas, montadas sobre los ejes, sirven como puntos de apoyo para la banda, guiándola en su recorrido. La unión entre la banda y las poleas puede ser a presión, mediante chavetas o estrías, dependiendo del diseño del sistema. Asimismo, las bandas en V no solo transmiten movimiento en un solo sentido, también pueden invertir la dirección de giro (Budynas Nisbett, 2008).

2.3.5. Sistema de transmisión flexible en V

En el mundo de la transmisión de potencia, las bandas en V son como puentes flexibles que salvan distancias. Cuando los ejes a conectar están separados por un espacio considerable, estas bandas entran en escena.

Su secreto radica en su diseño en forma de V. La polea, con su ranura en forma de V, abraza la banda creando un ajuste perfecto. La tensión en los lados de la banda la aprieta aún más contra la polea, aumentando la fuerza normal y la fricción. Gracias a este ingenioso mecanismo, las bandas en V pueden transmitir un torque mayor sin patinar en la polea (Mott, 2006).

En resumen, las bandas en V son aliadas indispensables cuando se necesita transmitir potencia a través de distancias considerables. Su forma en V y su capacidad para generar fricción las convierten en elementos eficientes y confiables en una amplia gama de aplicaciones.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo, diseño y método de investigación

El método que se emplea en el estudio es cuantitativo. La investigación científica cuantitativa es un proceso organizado y metódico que se desarrolla en etapas definidas. Planificar la investigación implica diseñar el trabajo siguiendo una estructura lógica y una estrategia que permita obtener respuestas adecuadas a los problemas planteados. Si bien este proceso es sistemático, no existe un esquema único y universal que se pueda aplicar a cualquier tipo de investigación. Sin embargo, sí es posible identificar elementos comunes que brindan dirección y guía durante la investigación, los cuales se pueden organizar en fases y etapas. Es importante destacar que estos pasos no son una guía rígida, ya que en cada investigación particular algunos de ellos pueden superponerse, ser intercambiables, no seguir la secuencia preestablecida o incluso ser innecesarios (Monje, 2011).

Asimismo, el presente estudio es del tipo de investigación es experimental. Es de nivel explicativo y de diseño experimental.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

En esta investigación se tomó a la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos como la población de estudio (la cual se aprecia en la Figura 1).

3.2.2. Muestra

Se tomó como muestra al sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos (la cual se observa en las figuras 20 al 23).

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para recopilar los datos se empleó la técnica de la observación.

Figura 18

Placa informativa de datos técnicos de la mezcladora de concreto



En cuanto al instrumento, en el caso de la transmisión flexible de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos, se ha utilizado como referencia la placa de la máquina que se encuentra adherida a la misma, como se puede observar en las Figuras 18 y 19.

La Figura 18 muestra la placa informativa de la empresa Edipesa, ubicada en el lado derecho de la mezcladora. La placa certifica que la fabricación de la maquinaria está avalada por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). En ella también se detallan los datos técnicos de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos, como:

- Número de serie
- Modelo
- Capacidad en litros
- Potencia del motor en HP
- Año de fabricación
- Producción por hora
- Peso de la máquina en kg
- RPM del cilindro de la mezcladora de concreto

En la parte inferior de la placa se indica que la máquina está fabricada por el GRUPO EDIPESA en Lima, Perú, y se proporciona su dirección de correo electrónico.

La Figura 19 muestra la ubicación de la placa de información técnica en la parte inferior de la máquina.

Figura 19

Ubicación de la placa informativa de la mezcladora de concreto



3.4. Método para optimizar el sistema de la transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos

Para optimizar el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos, se procederá a identificar el efecto indeseable que presenta el sistema actual.

3.5. Método para realizar la ingeniería inversa del Sistema de la transmisión flexible en V

Para desarrollar la ingeniería inversa se siguieron estos pasos:

- Diámetro de paso de la polea motriz
- Diámetro de paso de la polea conducida

- Longitud de paso de la banda en V
- Número de revoluciones de la polea motriz
- Potencia de diseño
- Sección de la banda en V
- Velocidad de la banda en V
- Distancia entre centros entre la polea motriz y conducida
- Ángulos de contacto de la polea motriz y conducida
- Potencia por banda
- Número de bandas en V

Figura 20

Polea motriz



- Duración de las bandas en V del tipo clásica A-72
- Cálculo con el software Mitcalc
- Poleas en 3D en SolidWorks.

3.5.1. Diámetro de paso de la polea motriz

La polea motriz tiene un diámetro exterior de 2.5 pulgadas, como se muestra en la figura 20. La figura 21 muestra la verificación del diámetro exterior con un vernier, coincidiendo con el valor estampado en la polea.

Para calcular el diámetro de paso (dp), necesario para los cálculos posteriores, se debe restar 0.26 pulgadas al diámetro exterior, según el manual técnico de Optibelt para transmisiones por correas en V.

Figura 21

Medición de la polea motriz



3.5.2. Diámetro de paso de la polea conducida

El diámetro exterior de la polea conducida es de 19 pulgadas, como se muestra en la Figura 22. Este valor coincide con el que está estampado en la polea. Siguiendo el mismo procedimiento utilizado para la polea motriz, se debe restar 0.26 pulgadas al diámetro exterior para obtener el diámetro de paso (dp).

Figura 22

Polea conducida



3.5.3. Longitud de paso de la banda en V

El sistema de transmisión flexible de la máquina utiliza una banda en V clásica tipo A-72, como se verifica en la Figura 23.

De acuerdo a la Tabla 4, que muestra las longitudes de paso para bandas de sección A, la longitud correspondiente a la banda A-72 es de 73,3 pulgadas.

Figura 23

Banda en V



3.5.4. Número de revoluciones de la polea motriz

La placa de la máquina, que se observa en la Figura 18, indica que el cilindro de la mezcladora de concreto gira a una velocidad de 30 revoluciones por minuto (rpm). Esta información se corrobora con la medición realizada y mostrada en la Figura 25.

Para determinar las rpm del motor de combustión interna durante su funcionamiento, es necesario calcular las relaciones de transmisión de los engranajes y las poleas. Para ello, se contaron los dientes de cada engranaje, como se muestra en las Figuras 26 y 27, diferenciando entre el engranaje motriz y el engranaje conducido.

Figura 24

Placa de la máquina, cilindro 30 rpm



Figura 25

Medición 30 rpm del cilindro



Figura 26

Engranaje de 14 dientes



Figura 27

Engranaje de 163 dientes



A partir de las dos relaciones de transmisión calculadas, se puede determinar la relación de transmisión total del sistema, desde el motor de combustión interna hasta el cilindro. Esta relación de transmisión total permitirá calcular la velocidad de rotación del motor de combustión interna Honda.

Figura 28

Velocidad de la polea motriz



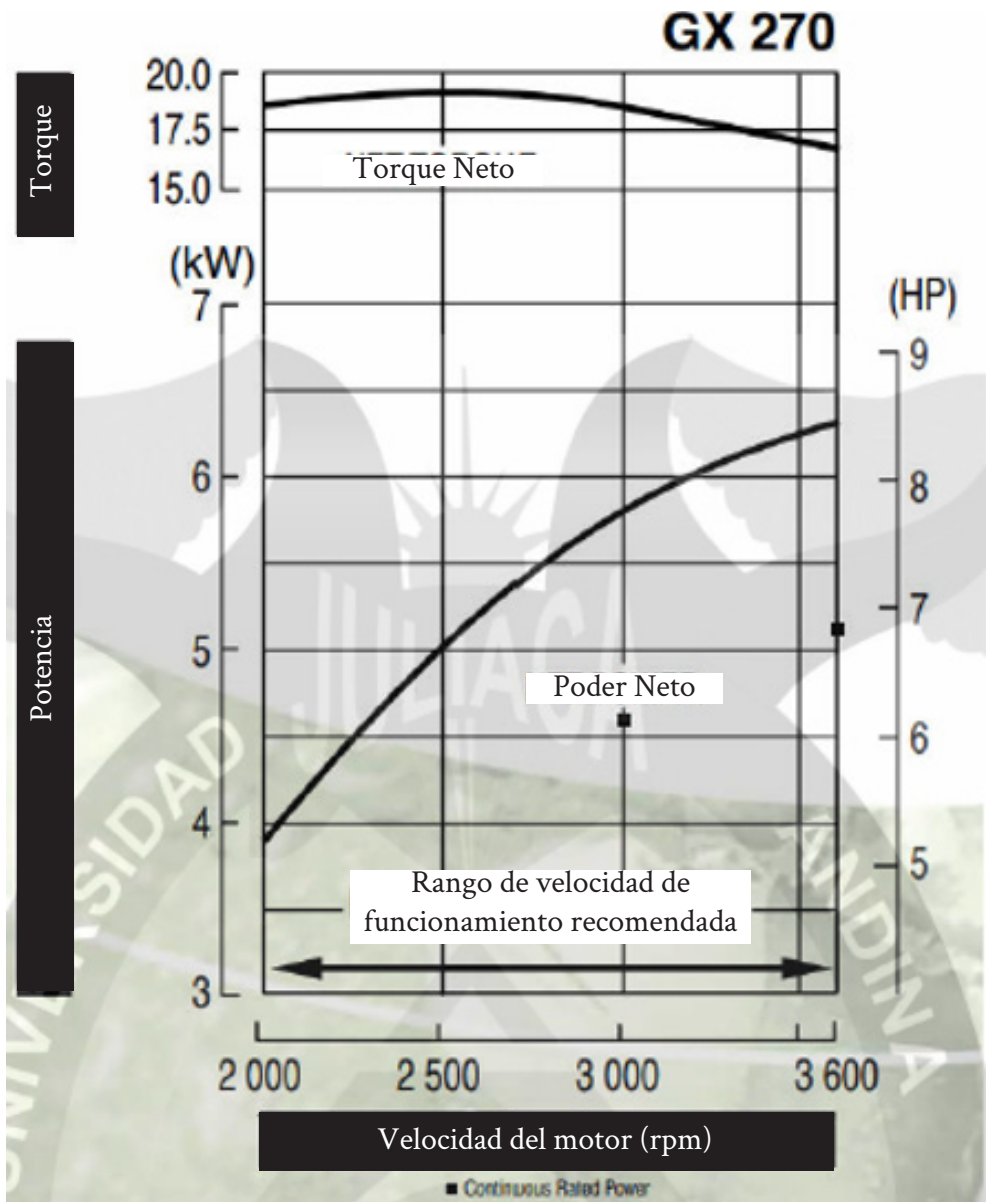
La Figura 28 muestra la medición de las revoluciones por minuto (rpm) de la polea motriz con un tacómetro digital. El valor obtenido es de 2925 rpm, lo cual se aproxima bastante al valor calculado previamente. La diferencia entre ambos valores es de solo 3 rpm.

Esta medición sirve como validación de los cálculos realizados y confirma que el sistema de transmisión funciona según lo esperado.

3.5.5. Potencia de diseño

Figura 29

Diagrama de potencia, torque y rpm del motor Honda de 9 HP



Nota: Adaptado de Fabricante del motor Honda GX 270

Las revoluciones por minuto (rpm) del motor de combustión interna se calcularán utilizando la relación de transmisión total obtenida previamente y se verificarán con un tacómetro. Según los datos del fabricante que se muestran en la figura 29, el motor entrega una potencia de 6.3 Hp en la polea conductora. Este valor se utilizará para calcular la potencia de diseño del sistema. Adicionalmente, de la Tabla 1 se obtiene un factor de servicio de 1.3 para líneas de ejes con servicio normal.

3.5.6. Sección de la banda en V

La Figura 30 muestra la sección de la banda en V que se utiliza en la transmisión de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos. Esta banda es de tipo industrial clásico, con una sección industrial A-72.

Figura 30

Banda en V utilizada en la mezcladora de concreto



3.5.7. Velocidad de la banda en V

Para determinar la velocidad de la banda en V del sistema instalado, se requiere la siguiente información:

- Recomendaciones del fabricante Optibelt: La velocidad máxima permitida para este tipo de banda es de 5906 pies por minuto (ppm).

3.5.8. Distancia entre centros entre la polea motriz y conducida

La distancia entre los centros de la polea motriz y la polea conducida en un sistema de transmisión por banda en V se puede determinar utilizando los siguientes parámetros: Diámetros de paso de las poleas y la longitud de paso de la banda industrial clásica en V.

3.5.9. Ángulos de contacto de la polea motriz y conducida

Si bien el ángulo de contacto mínimo recomendado para la polea motriz en bandas en V es de 120 grados, es fundamental calcular los ángulos de contacto para ambas poleas (motriz y conducida) en el sistema de transmisión específico.

3.5.10. Potencia por banda

Si bien la Tabla 2 de potencias para bandas clásicas A/13 en V de Optibelt indica un diámetro de paso mínimo de 2.8 pulgadas para la polea motriz, la mezcladora de concreto en cuestión utiliza una polea con un diámetro de paso de 2.24 pulgadas. Esta diferencia implica que la potencia nominal de la banda no coincidirá con la indicada en la tabla. Esto se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11

Potencia nominal para la polea de diámetro de paso de 2.24 pulgadas

Potencia que puede transmitir la banda de sección A					
rpm	HP por banda referido al diámetro de paso de la polea menor				
	2.24	2.4	2.6	2.6	3.0
2 900	0.00	0.00	0.41	1.39	2.36
2 922	0.00	0.00	0.41	1.39	2.37
3 000	0.00	0.00	0.39	1.39	2.39

3.5.11. Número de bandas en V

El número de bandas en V necesarias para un sistema de transmisión flexible se determina dividiendo la potencia de diseño total calculada entre la potencia transmitida por cada banda individual.

3.5.12. Duración de las bandas en V del tipo clásica A-72

La regla de Miner es una herramienta útil para estimar la vida útil de la banda en V del tipo A clásica, considerando los daños acumulados por picos de tensión.

3.5.13. Cálculo con el software Mitcalc

El software Mitcalc es una herramienta útil para realizar cálculos relacionados con transmisiones por banda en V. Permite a los usuarios seleccionar los diámetros de paso de las poleas motriz y conducida, y a cambio, proporciona resultados detallados sobre el funcionamiento del sistema.

3.5.14. Poleas en 3D en Solidworks.

El software Mitcalc es una herramienta útil para realizar cálculos relacionados con transmisiones por banda en V. Permite a los usuarios seleccionar los diámetros de paso de las poleas motriz y conducida, y a cambio, proporciona resultados detallados sobre el funcionamiento del sistema.

3.6. Método para el diseño del sistema de la transmisión flexible en V

3.6.1. Diseño optimizado de la transmisión flexible en V con el software Mitcalc

Para este método, se utilizan dos herramientas complementarias:

- Mitcalc: Software especializado en realizar cálculos relacionados con transmisiones por banda en V.
- SolidWorks: Software de diseño asistido por computadora (CAD) para crear modelos 3D detallados y generar planos de fabricación.

3.6.2. Duración de las bandas estrechas 3V de la marca Optibelt del tipo Red Power III

La regla de Miner es una herramienta útil para predecir la vida útil de la banda estrecha 3V Optibelt Red Power III, considerando los daños acumulados por picos de tensión.

3.7. Método para la selección de la banda para el sistema de la transmisión flexible en V

El manual técnico de transmisiones por correa en V de Optibelt sirve como una guía completa para seleccionar la banda en V adecuada para su sistema de transmisión flexible. Este manual proporciona información esencial sobre la sección de la banda, las dimensiones de la banda, la potencia nominal por banda y el tipo de banda industrial.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Proceso de la prueba de hipótesis

4.1.1 Optimizar el sistema de la transmisión flexible en V

El sistema de transmisión flexible en V tiene un problema: las bandas en V se desgastan demasiado rápido, durando solo alrededor de un mes.

4.1.2 Ingeniería inversa

Diámetro de la polea motriz

Datos: $d_{\text{ext}} = 2.5$ pulg

$$dp = d_{\text{ext}} - 0.26$$

$$dp = 2.5 - 0.26$$

$$dp = 2.24 \text{ pulg.}$$

Diámetro de paso de la polea conducida

Datos: $D_{\text{ext}} = 19 \text{ pulg}$

$$D_p = d_{\text{ext}} - 0.26$$

$$D_p = 2.5 - 0.26$$

$$D_p = 2.24 \text{ pulg.}$$

Longitud de paso de la banda en V

$$A_{72} = L_p = 73.3 \text{ pulgadas}$$

Número de revoluciones de la polea motriz

Datos: $d_p = 2.24 \text{ pulg}$

$$D_p = 18.74 \text{ pulg}$$

$$Z_3 = 14 \text{ dientes}$$

$$Z_4 = 163 \text{ dientes}$$

$$n_1 = ?$$

$$n_2 = ?$$

$$n_3 = ?$$

$$n_4 = 30 \text{ rpm}$$

Determinando la relación de transmisión de las poleas (mg_1)

$$mg_1 = \frac{D_p}{d_p}$$

$$mg_1 = \frac{18.74}{2.24}$$

$$mg_1 = 8.366$$

Determinando la relación de transmisión de los engranes (mg_2)

$$mg_2 = \frac{Z_3}{Z_4}$$

$$mg_2 = \frac{163}{14}$$

$$mg_2 = 11.643$$

Determinando número de revoluciones de la polea motriz

$$mg_t = mg_1 \times mg_2$$

$$mg_t = 8.366 \times 11.643$$

$$mg_t = 97.399$$

$$mg_t = \frac{n_1}{n_4}$$

$$n_1 = mg_t \times n_4$$

$$n_1 = 97.399 \times 30$$

$$n_1 = 2922 \text{ rpm}$$

Potencia de diseño

Datos: $P_n = 6,3 \text{ Hp}$

$$f_s = 1.3$$

$$P_d = P_n \times f_s$$

$$P_d = 6.3 \times 1.3$$

$$P_d = 8.19 \text{ Hp}$$

Sección de la banda en V

Banda clásica de tipo A-72.

Velocidad de la banda en V

Datos: $d = 2.24 \text{ Pulg}$

$$n = 2922 \text{ rpm}$$

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{12} \text{ (ppm)}$$

$$V = \frac{\pi \times 2.24 \times 2922}{12} \text{ (ppm)}$$

$$V = 1713.55 \text{ ppm}$$

Distancia entre centros entre la polea motriz y conducida

Datos: $L_p = 73.3 \text{ Pulg}$

$$d_p = 2.24 \text{ rpm}$$

$$D_p = 18.74 \text{ rpm}$$

$$L_p = 2 \times C + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4 \times C}$$

$$73,3 = 2 \times C + \frac{\pi}{2} (18,74 + 2,24) + \frac{(18,74 - 2,24)^2}{4 \times C}$$

$$C = 18.31 \text{ pulg.}$$

Ángulos de contacto de la polea motriz y conducida

Determinando el ángulo de contacto de la polea motriz

$$\theta_1 = 180 - 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{D - d}{2 \times C} \right)$$

$$\theta_1 = 180 - 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{18,74 - 2,24}{2 \times 18,31} \right)$$

$$\theta_1 = 126^\circ$$

Determinando el ángulo de contacto de la polea conducida

$$\theta_2 = 180 + 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{D - d}{2 \times C} \right)$$

$$\theta_2 = 180 + 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{18,74 - 2,24}{2 \times 18,31} \right)$$

$$\theta_2 = 223^\circ$$

Potencia por banda

Datos: $\left(\frac{\text{HP}}{\text{banda}} \right)_{\text{tabla}} = 0 \text{ Hp (según Tabla 8)}$

$$\text{HP}_{\text{adicional}} = 0,75 \text{ Hp}$$

$$K_{\theta} = 0,85 \text{ según tabla}$$

$$K_L = 1,01 \text{ según tabla}$$

$$\frac{HP}{\text{banda}} = \left[\left(\frac{HP}{\text{banda}} \right)_{\text{tabla}} + HP_{\text{adicional}} \right] K_{\theta} \times K_L$$

$$\frac{HP}{\text{banda}} = [0 + 0,75 \times 0,85 \times 1,01]$$

$$\frac{HP}{\text{banda}} = 0,64 \text{ Hp}$$

Número de bandas en V

Datos: $P_d = 8,19 H_p$

$$\frac{HP}{\text{banda}} = 0,64 \text{ Hp}$$

$$N_{\text{rodebandas}} = \frac{8,19}{0,64}$$

$$N_{\text{rodebandas}} = 12,72 \text{ bandas}$$

$$N_{\text{rodebandas}} = 13 \text{ bandas}$$

Duración de las bandas en V clásica del tipo A-72

Determinando la fuerza centrífuga

Datos: $V = 1714 \text{ ppm}$

$$K_C = 0.561 \text{ (de la Tabla 9)}$$

$$F_C = K_C \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

$$F_c = 0,561 \left(\frac{1714}{1000} \right)^2$$

$$F_c = 1,7 \text{ lbf}$$

Determinando la diferencia de tensiones

Datos: $H_d = 8.19 \text{ Hp}$

$$N_b = 2 \text{ bandas A-72}$$

$$n = 2922 \text{ rpm}$$

$$d = 2.24 \text{ pulg}$$

$$\Delta F = \frac{63025 \times \frac{H_d}{N_b}}{n \times \frac{d}{2}}$$

$$\Delta F = \frac{63025 \times \frac{8.19}{2}}{2922 \times \frac{2.24}{2}}$$

$$\Delta F = 79 \text{ lbf}$$

Determinando la tensión mayor

Datos: $FC = 1.7 \text{ lbf}$

$$\Delta F = 79 \text{ lbf}$$

$$\theta = 2.22 \text{ radianes}$$

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \times \exp(0.5123 \times \theta)}{\exp(0.5123 \times \theta) - 1}$$

$$F_1 = 1,7 + \frac{79 \times \exp(0.5123 \times 2,22)}{\exp(0.5123 \times 2,22) - 1}$$

$$F_1 = 118 \text{ lbf}$$

Determinando la tensión en el lado flojo

Datos: $F_1 = 118 \text{ lbf}$

$$\Delta F = 79 \text{ lbf}$$

$$F_2 = F_1 - \Delta F$$

$$F_2 = 118 - 79$$

$$F_2 = 39 \text{ lbf}$$

Determinando la vida de la banda A-72

Determinando la tensión máxima en el lado tenso

Datos: $K_b = 220$ (de la tabla 9)

$$F_1 = 118 \text{ lbf}$$

$$d = 2.24 \text{ pulg}$$

$$T_1 = F_1 + \frac{K_b}{d}$$

$$T_1 = 118 + \frac{220}{2,24}$$

$$T_1 = 216 \text{ lbf}$$

Determinando la tensión máxima en el lado flojo

Datos: $K_b = 220$ (de la tabla 9)

$$F_1 = 118 \text{ lbf}$$

$$D = 18.74 \text{ pulg}$$

$$T_2 = F_1 + \frac{K_b}{D}$$

$$T_2 = 118 + \frac{220}{18.74}$$

$$T_2 = 130 \text{ lbf}$$

Determinando el número de pasadas de la banda

Tabla 12

Parámetros de la banda en V del tipo A

Sección de la banda en V	10 ⁸ a 10 ⁹ picos de fuerza		Diámetro mínimo de polea
	K	b	
A	712	11.077	2.24

Datos: $T_1 = 216 \text{ lbf}$

$$T_2 = 130 \text{ lbf}$$

$$b = 11.077 \text{ (de la tabla 12)}$$

$$N_p = \left[\left(\frac{K}{T_1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T_2} \right)^{-b} \right]^{-1}$$

$$N_p = \left[\left(\frac{712}{216} \right)^{-11,077} + \left(\frac{712}{130} \right)^{-11,077} \right]^{-1}$$

$$N_p = 5,47 \text{ E5 pasadas}$$

Determinando la vida en horas

Datos: $N_p = 5.47 \text{ pasadas}$

$L_p = 73.3 \text{ pulg}$

$V = 1714 \text{ ppm}$

$$t = \frac{N_p \times L_p}{720 \times V}$$

$$t = \frac{5,47 \text{ E5} \times 73,3}{720 \times 1714}$$

$$t = 33 \text{ horas}$$

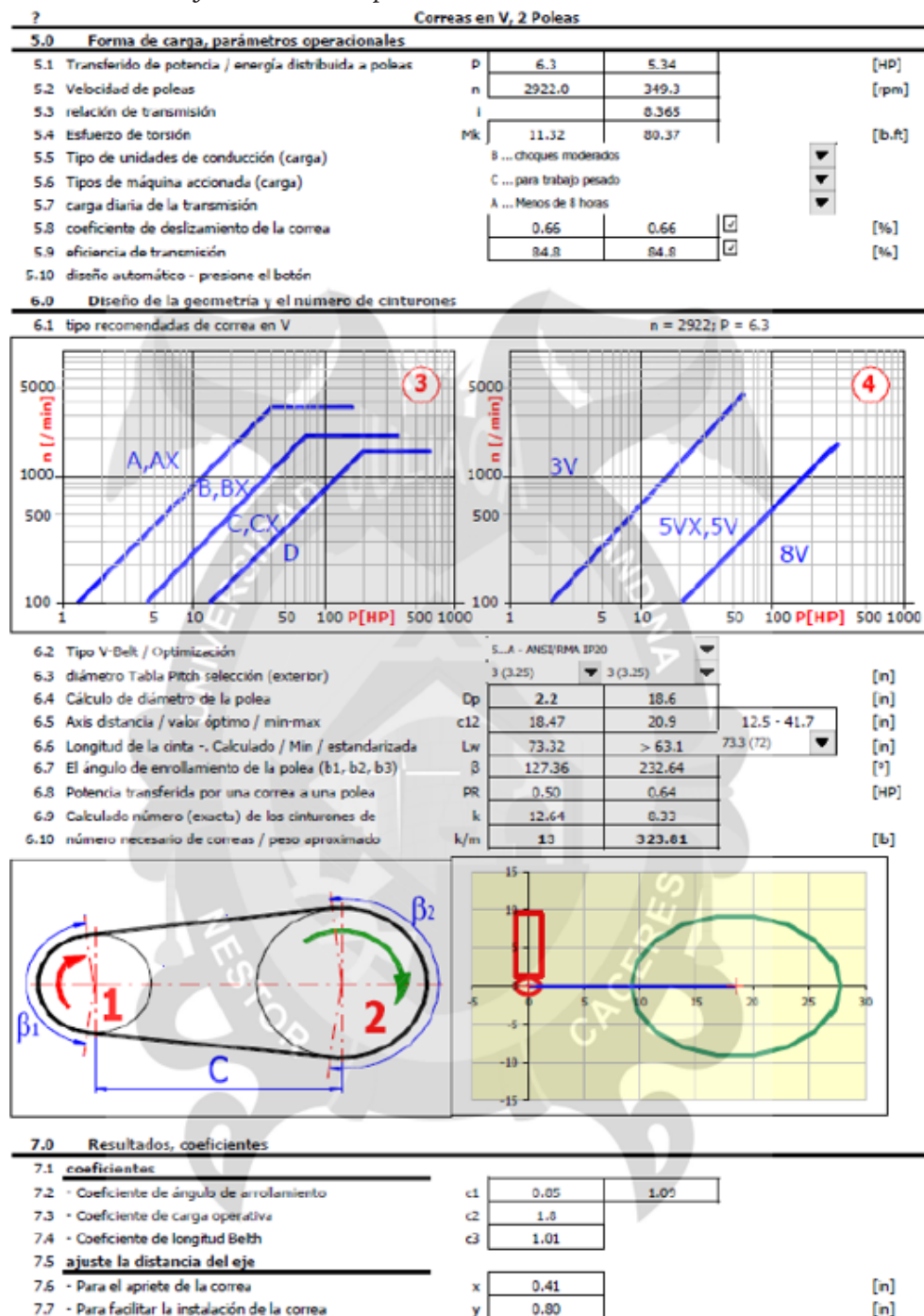
Cálculo con el software Mitcalc

En la Figura 31, se puede apreciar que el software Mitcalc muestra que el sistema de transmisión flexible de la mezcladora de concreto actual requiere 13 bandas en V clásicas A-72. Esta cantidad fue determinada mediante ingeniería inversa.

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Figura 31

Resultado con software Mitcalc para bandas clásicas A-72



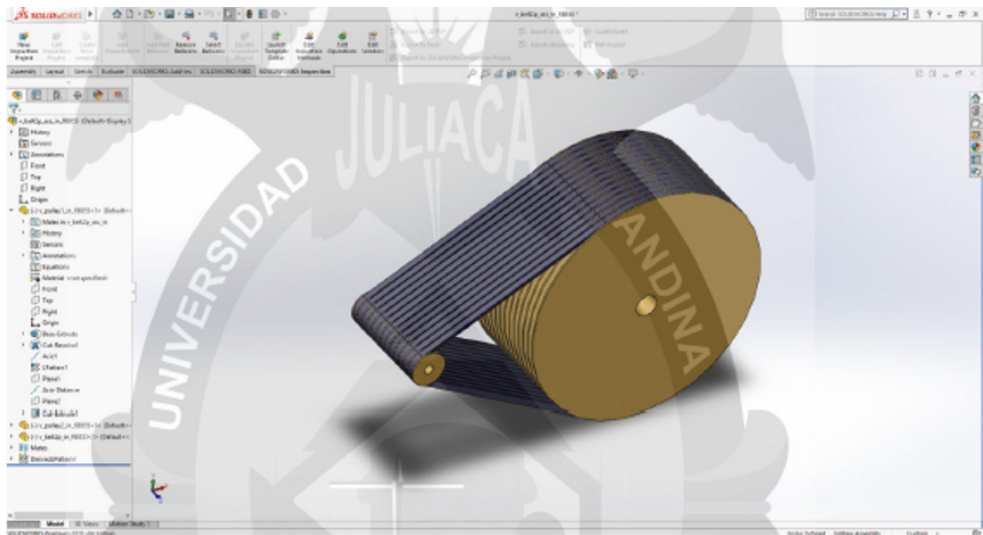
Poleas en 3D en Solidworks

En la Figura 32, se muestra el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto actual. Se aprecian los siguientes componentes:

- Polea motriz: Es la polea de menor tamaño y se encarga de transmitir el movimiento inicial al sistema.
- 13 bandas en V: Son las correas que permiten la transmisión de potencia entre las poleas. En este caso, son del tipo clásicas A-72.
- Polea conducida: Es la polea de mayor tamaño y recibe el movimiento final del sistema.

Figura 32

Dibujo 3D de bandas clásicas del sistema de transmisión con el software Solidworks



Mantenimiento aplicado a la mezcladora de concreto

El sistema de transmisión flexible por banda en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos se repara únicamente cuando las bandas en V fallan. En este caso, se reemplazan las bandas dañadas por otras nuevas. Este enfoque se clasifica como mantenimiento correctivo, ya que se realiza de manera reactiva ante una falla.

Costo del mantenimiento correctivo

- **Mano de obra:** El reemplazo de las bandas en V lo realiza el operario de la máquina, por lo que no hay costo adicional por mano de obra.
- **Materiales:** Cada banda en V tiene un costo de 26 soles. Si se reemplazan todas las bandas durante cada mantenimiento, el costo total en materiales sería de $26 \text{ bandas/mantenimiento} \times 26 \text{ soles/banda} = 676 \text{ soles/mantenimiento}$.
- **Costo total por mantenimiento:** El costo total por mantenimiento, incluyendo materiales, sería de 676 soles/mantenimiento.
- **Costo total para 5.06 años:** Si consideramos una frecuencia de mantenimiento cada 6 meses (0.5 años), el costo total para 5.06 años sería: $5.06 \text{ años} \times 2 \text{ mantenimientos/año} \times 676 \text{ soles/mantenimiento} = 3407.20 \text{ soles}$.
- **Costo promedio anual de las bandas:** El costo promedio anual de las bandas sería de $3407.20 \text{ soles} / 5.06 \text{ años} = 673.36 \text{ soles/año}$.

4.1.3 Diseño propuesto para la transmisión flexible en V con el software Mitcalc

La Figura 33 muestra los resultados de la propuesta de optimización que utiliza bandas en V estrechas. Se observa que:

- Se emplearán 3 bandas del tipo 3V para el sistema de transmisión flexi-

ble.

- La vida útil estimada del sistema con estas bandas es de 11 650 horas.

Duración de las bandas estrechas 3V de la marca Optibelt del tipo Red Power III

Determinando la velocidad de la banda en pulsaciones por minuto

Datos: $d = 2.8$ pulg

$n = 2500$ rpm

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{12} \text{ (ppm)}$$

$$V = \frac{\pi \times 2.8 \times 2500}{12} \text{ (ppm)}$$

$$V = 1833 \text{ ppm}$$

Determinando la velocidad de la banda en caballos de fuerza

Datos: $P_n = 6.7$ Hp

$f_s = 1.3$

$$P_d = P_n \times f_s$$

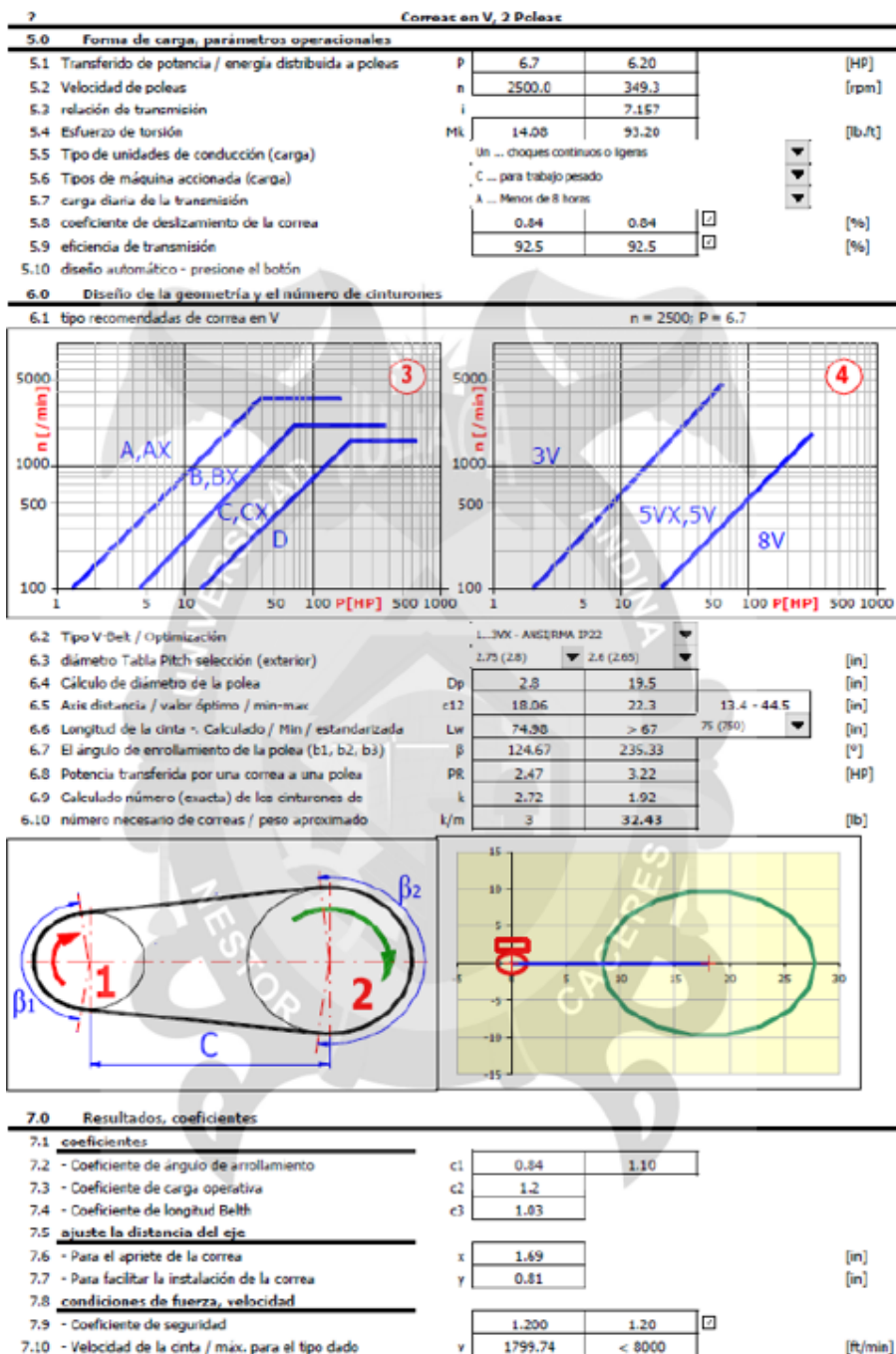
$$P_d = 6,7 \times 1,3$$

$$P_d = 8,7 \text{ Hp}$$

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Figura 33

Resultado optimizado con bandas 3V/9N



Determinando la tensión centrífuga

Datos: $V = 1833 \text{ ppm}$

$K_C = 0.425$ (de la tabla 9)

$$F_C = K_C \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

$$F_C = 0,425 \left(\frac{1833}{1000} \right)^2$$

$$F_C = 1,43 \text{ lbf}$$

Determiannndo la diferencia de tensiones

Datos: $H_d = 8.7 \text{ Hp}$

$N_b = 3$ bandas 3V

$n = 2500 \text{ rpm}$

$d = 2.8 \text{ pulg}$

$$\Delta F = \frac{63025 \times \frac{H_D}{N_b}}{n \times \frac{d}{2}}$$

$$\Delta F = \frac{63025 \times \frac{8,7}{3}}{2500 \times \frac{2,8}{2}}$$

$$\Delta F = 52,22 \text{ lbf}$$

Determinando la tensión mayor

Datos: $F_C = 1.43 \text{ lbf}$

$$\Delta F = 52.22 \text{ lbf}$$

$$\theta = 125 \text{ grados} = 2.18 \text{ radianes}$$

$$F_1 = F_C + \frac{\Delta F \times \exp(0.5123 \times \theta)}{\exp(0.5123 \times \theta) - 1}$$

$$F_1 = 1.43 + \frac{52.22 \times \exp(0.5123 \times 2.18)}{\exp(0.5123 \times 2.18) - 1}$$

$$F_1 = 79.06 \text{ lbf}$$

Determinando la tensión en el lado flojo

Datos: $F_1 = 79.06 \text{ lbf}$

$$\Delta F = 52.22 \text{ lbf}$$

$$F_2 = F_1 - \Delta F$$

$$F_2 = 79.06 - 52.22$$

$$F_2 = 26.84 \text{ lbf}$$

Determinando la vida de la banda A-72

Determinando la tensión máxima en el lado tenso

Datos: $K_b = 230$ (de la tabla 9)

$$F_1 = 79.06 \text{ lbf}$$

$$d = 2.8 \text{ pulg}$$

$$T_1 = F_1 + \frac{K_b}{d}$$

$$T_1 = 79,06 + \frac{230}{2,8}$$

$$T_1 = 161,20 \text{ lbf}$$

Determinando la tensión máxima en el lado flojo

Datos: $K_b = 230$ (de la tabla 9)

$$F_1 = 79.06 \text{ lbf}$$

$$D = 19.5 \text{ pulg}$$

$$T_2 = F_1 + \frac{K_b}{D}$$

$$T_1 = 79,06 + \frac{230}{19,5}$$

$$T_1 = 90,85 \text{ lbf}$$

Determinando el número de pasadas de la banda

Datos: $T_1 = 161.20 \text{ lbf}$

$T_2 = 90.85 \text{ lbf}$

$b = 10.1530$ (de la tabla 10)

$K = 1062$ (de la tabla 10)

$$N_p = \left[\left(\frac{K}{T_1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T_2} \right)^{-b} \right]^{-1}$$

$$N_p = \left[\left(\frac{1063}{161,2} \right)^{-10,153} + \left(\frac{K}{90,85} \right)^{-10,153} \right]^{-1}$$

$N_p = 2,05 \text{ E8 pasadas}$

Determinando la vida en horas

Datos: $N_p = 2.05 \text{ E8 pasadas}$

$L_p = 75 \text{ pulg}$

$V = 1833 \text{ ppm}$

$$t = \frac{N_p \times L_p}{720 \times V}$$

$$t = \frac{N_p \times L_p}{720 \times V}$$

$t = 11650 \text{ horas}$

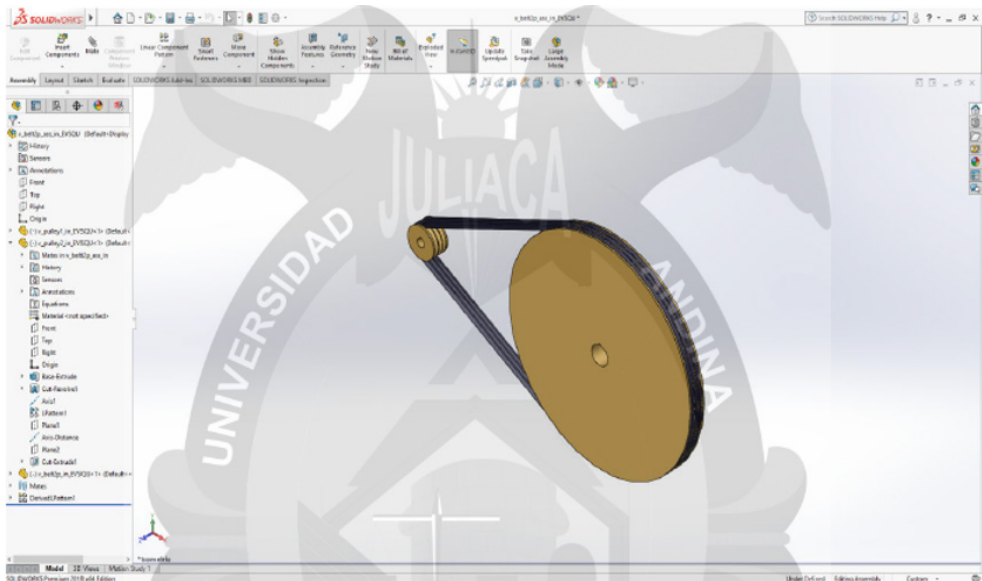
Si la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos funciona 48 horas por semana, las bandas 3V de Red Power III de Optibelt durarán aproximadamente 5,06 años, aproximadamente 5 años, 2 meses y 10 días.

Sólidos de las poleas en 3D

La Figura 34 muestra el sistema de transmisión flexible de bandas en V optimizado. En la Figura se observa claramente que el sistema cuenta con 3 bandas en V.

Figura 34

Dibujo 3D de la propuesta para la transmisión flexible



4.1.4 Selección de la banda en V para el sistema de la transmisión flexible en V

La Figura 35 muestra el *Technical manual V-belt Drives* (Manual Técnico de Transmisiones por Bandas en V) de la marca Optibelt. De este manual se seleccionó la banda estrecha 3V/9N del tipo Red Power III para el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos que se instalará.

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN FLEXIBLE EN V PARA UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 PIES CÚBICOS

Figura 35

Manual técnico de las bandas en V

OPTIBELT products are available from
MARYLAND METRICS
P.O. Box 261 Owings Mills, MD 21117 USA
ph: (410)358-3130 (800)638-1830
fx: (410)358-3142 (800)872-9329
web: <http://mdmetric.com> email: sales@mdmetric.com



OPTIBELT TECHNICAL MANUAL V-BELT DRIVES



4.2. Discusión de los resultados

- La optimización del sistema de transmisión flexible en V para la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos recomienda reemplazar las 2 bandas en V del tipo A/13 existentes por 3 bandas en V del tipo 3V/9N de Red Power III de Optibelt.
- Un análisis de ingeniería inversa del sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos reveló que el diseño original presentaba deficiencias. Esto se comprobó mediante cálculos tradicionales y utilizando el *software* Mitcalc.
- En el estudio, el sistema de transmisión flexible en V fue diseñado para una vida útil estimada de las bandas 3V de aproximadamente 11.650 horas. Actualmente, las bandas en V A-72 que se utilizan en el sistema tienen una vida útil estimada de solo 33 horas.
- El manual técnico de bandas en V de Optibelt (*Technical manual V-belt Drives*) sirvió como base para la selección de la banda 3V/9N Red Power III. Esta banda fue elegida debido a su alta capacidad de transmisión de potencia por unidad de banda en V. En contraste, el sistema de transmisión flexible en V actualmente utiliza bandas A/13, que ofrecen una transmisión de potencia por unidad de banda en V significativamente menor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1. Propuesta de optimización:

El *software* Mitcalc se utilizó para optimizar el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos. La propuesta de optimización consiste en reemplazar las bandas actuales por tres bandas en V estrechas del tipo 3V.

5.1.2. Diseño original deficiente:

Un análisis de ingeniería inversa reveló que el diseño original del sistema de transmisión flexible en V presentaba deficiencias. Esta conclusión se confirmó mediante cálculos tradicionales y el uso del *software* Mitcalc. Además, la ecuación de Gates Rubber Company y la regla de Miner determinaron que las bandas actualmente instaladas solo tienen una vida útil estimada de 33 horas.

5.1.3. *Diseño optimizado y vida útil estimada*

- El software Mitcalc se utilizó para diseñar el sistema de transmisión flexible en V, determinando que se necesitan tres bandas en V del tipo 3V.
- La ecuación de Gates Rubber Company y la regla de Miner se emplearon para calcular la vida útil estimada de las bandas 3V, que se estima en 11.650 horas (equivalente a 5,06 años).
- El *software* Solidworks se utilizó para crear un modelo 3D de la transmisión flexible en V y los planos de las poleas necesarias para su fabricación.

5.1.4. *Selección de la banda en V*

El *Technical Manual V-Belt Drives* de la marca Optibelt se utilizó para seleccionar la banda en V adecuada para el sistema. Tras analizar las opciones disponibles, se seleccionó la banda 3V/9N de Red Power III.

5.2. **Recomendaciones**

5.2.1. *Evaluación de las vibraciones*

Se realizará un análisis vibracional del sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos. El objetivo es determinar el nivel de vibraciones que se genera durante el funcionamiento normal a plena carga. Esta información será útil para identificar posibles problemas y tomar medidas preventivas.

5.2.2. *Fabricación de poleas*

Las poleas motriz y conducida del sistema de transmisión flexible en V se fabricarán utilizando manufactura asistida por computadora (CAM). Se utilizará hierro fundido o aleación de aluminio como material para las poleas, en función de los requisitos específicos del sistema.

5.2.3. Verificación de las revoluciones del motor

Se instalará un tacómetro en el motor de combustión interna GX 270 de Honda. El propósito es verificar que el cigüeñal gira a las 2500 revoluciones por minuto (rpm) recomendadas por el fabricante. Esta velocidad asegura que el motor genere su máximo torque y potencia neta, optimizando el rendimiento de la mezcladora.

5.2.4. Plan de mantenimiento preventivo

Se implementará un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de transmisión flexible en V de la mezcladora de concreto de 9 pies cúbicos. Este plan incluirá inspecciones periódicas, lubricación y ajustes para garantizar el funcionamiento adecuado y prolongar la vida útil del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva, F. (2008). Diseño de elementos de máquinas. Tomo I. I Edición auspiciada por el consejo nacional de ciencia y tecnología (CONCYTEC).

Budinas, R. y Nisbett K. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. 8va edición. McGraw-Hill.

Budinas, R. y Nisbett, K. (2015). Mechanical Engineering design Tenth Edition MC. Graw Hill Education United State of America.

Castaño, A. y Moreno, H. (2004). *Diseño de máquinas*. Universidad Pontificia Bolivariana facultad de Ingeniería Mecánica Medellín.

Dayco. (2010). Catálogo de correas industriales. Honda Engines GX 270 Horizontal shaft gasolina (petrol) engine especificaciones técnicas.

Gates. (2014). Transmisión de potencia industrial Gates una amplia gama de productos.

Intermec. (2011). Transmisión de potencia Poleas en V. Bogotá Colombia Sudamérica.

- Kumar, R. (2010). *Research Methodology*, Third Edition. SAGE Publication Ltd.
- Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. Pearson Educación México.
- Optibelt. *Technical manual V-belt Drives*, USA.
- Sánchez, F., Pérez, A., Sancho, J. & Rodríguez, P. (2006). *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*. 2da ed. Universidad Jaume I, D. L.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (1991). *Manual de mantenimiento Divulgación tecnológica*. Santafé de Bogotá.
- Santiago G. (2012). *Ingeniería de mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Renovetec.

