



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE HUATUSCO**

**REDISEÑO y ANALISIS DE INSTALACION DE CONDUCTOR
HELICOIDAL EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE AZÚCAR.**

OPCIÓN DE TITULACIÓN
TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:
C. CARLOS EDUARDO MARTINEZ VAZQUEZ

DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL
DR. LENIN JACOBO ROSAS ORTIZ

HUATUSCO, VER.

MAYO 2025.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido al éxito de mi proyecto de residencias. Esta etapa ha sido una experiencia enriquecedora y transformadora.

Agradezco de manera especial a mi tutor de residencias, **DR. LENIN JACOBO ROSAS ORTIZ**, por su orientación experta, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso. Su sabiduría y apoyo fueron fundamentales para mi crecimiento profesional y académico.

Mis sinceros agradecimientos también van para **“Soluciones de ingeniería OLSA”**, quienes me brindaron la oportunidad de aplicar mis conocimientos teóricos en un entorno práctico. La experiencia adquirida ha sido invaluable para mi desarrollo profesional.

Agradezco a mi madre **C. GUADALUPE VAZQUEZ HERNANDEZ** por su constante apoyo y comprensión durante este periodo. Su aliento y ánimo fueron la fuerza impulsora que necesitaba para superar los desafíos.

Agradezco a mi novia **LIC. ABIGAIL MARTÍNEZ CONTRERAS**, que desde el primer momento siempre me ha apoyado, me ha dado consejos, su apoyo y compañía fueron esenciales estos últimos meses

Finalmente, quiero agradecerme por creer en mí mismo, quiero agradecerme por todo el trabajo duro, quiero agradecerme por nunca abandonar y agradecerme a mí mismo por buscar ser mejor día con día de ser una mejor persona.

Este proyecto no solo representa mi esfuerzo individual, sino la culminación del apoyo colectivo que he recibido. Gracias a todos los que han sido parte de este viaje y han contribuido a mi crecimiento profesional y personal.

Con gratitud,

CARLOS EDUARDO MARTINEZ VAZQUEZ

RESUMEN

En el presente proyecto se contiene información sobre una mejora en el proceso de transporte de azúcar en la empresa azucarera “Ingenio san Nicolás”, la cual con la competencia creciente dentro del sector debe de buscar la mejora a través de sus procesos, contando con las mejores condiciones en sus instalaciones y equipos.

Siendo parte de la empresa soluciones de ingeniería OLSA, una empresa dedicada a la metalmecánica, en un entorno industrial como lo es el ingenio San Nicolás donde se emplean equipos tal como lo es un transportador helicoidal para mover el producto principal el azúcar de caña.

Por consiguiente, se propone el reemplazo inmediato del conductor helicoidal. Este proceso implica la adquisición e instalación de un nuevo componente que cumpla con las especificaciones técnicas y estándares de calidad necesarios para garantizar un desempeño óptimo y seguro del sistema.

Tras reemplazar al conductor helicoidal y realizar las pruebas mecánicas con el equipo vacío se pudieron tener mejores resultados y una óptima calidad en el producto final.

Se realizó una propuesta de plan de mantenimiento para poder mantener en mejores condiciones por un tiempo prolongado el conductor helicoidal que se instaló.

Índice de contenido

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN	3
HIPOTESIS	8
CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
1.1. Historia de los Ingenios Azucareros	9
1.1.1. Historia del Ingenio San Nicolás S.A. de C.V.....	11
1.2. Proceso del Azúcar de Caña.....	16
1.2.1. Cosecha.	16
1.2.2. Transporte y recepción.....	16
1.2.3. Molienda.....	16
1.2.4. Clarificación.....	17
1.2.5. Evaporación.....	17
1.2.6. Cristalización.....	17
1.2.7. Refinación.....	18
1.2.8. Empaque y almacenamiento.....	18
1.2.9. Subproductos.....	18
1.2.10. Control de calidad.....	18
1.3. La Tecnología en los Ingenios Azucareros	19
1.3.1. La mecanización de la molienda.....	19
1.3.2. Automatización y control de procesos.....	19
1.3.3. Innovaciones en la clarificación y evaporación.....	20
1.3.4. Tecnologías de refinación.....	20
1.3.5. Energía y sostenibilidad.....	20
1.3.6. Innovaciones en la agricultura.....	21
CAPITULO II. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	23
INTRODUCCIÓN	23
2.1. Descripción de la empresa.....	23
2.1.1. Antecedentes de la empresa	23
2.1.2 Localización	24
2.1.3 Enfoque estratégico	25
2.1.4. Análisis FODA	26
2.1.5. Estructura organizacional	26
2.2 Problema a resolver	27
2.3 Objetivos	28

2.3.1 Objetivo general	28
2.3.2 Objetivos específicos	28
2.4 Justificación	29
CAPITULO III. CONDUCTOR HELICOIDAL.....	30
3.1 Conceptos	30
3.1.1 ¿Qué es un conductor helicoidal?	30
3.1.2 Componentes de un conductor helicoidal.....	31
3.1.3. Tipos y usos	32
3.2.1 Fabricación e instalación.....	37
3.2.2. Diseño del Conductor Helicoidal.....	37
3.2.2.1 Materiales	37
3.2.2.2. Proceso de Fabricación.....	37
3.2.2.3. Tratamientos Térmicos y de Superficie	38
3.2.2.4. Inspección de Calidad.....	38
3.2.2.5. Embalaje y Transporte	38
3.2.2.6. Documentación y Certificaciones	38
3.2.2.7. Instalación	38
3.3 Materiales	52
CAPITULO IV. REEMPLAZO DEL CONDUCTOR HELICOIDAL.....	61
4.1. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	61
4.1.1 Tipo de investigación	61
4.1.2 Análisis de la situación actual	62
4.1.3 Etapas de la investigación	62
4.1.4 Proceso de reemplazo del conductor helicoidal.....	63
CAPITULO V. RESULTADOS	74
5.1. Beneficios del reemplazo de conductor helicoidal.....	74
5.2. Planes de mantenimiento	75
BIBLIOGRAFÍA	78

Índice de imágenes

Imagen 1.1. Trapiche panelero, predecesor del Ingenio San Nicolás (ISN). (Domino Comercio, 2022).	11
Imagen 1.2. Grúa alzadora de caña, propiedad de ISN. (Domino Comercio, 2022).	12
Imagen 1.3. Nueva sede. (Domino Comercio, 2022).	12

Imagen 1.4. Instalaciones del ISN, vista frontal. (Domino Comercio, 2022).	13
Imagen 1.5. Jardines de ISN. (Domino Comercio, 2022).	14
Imagen 1.6. Patios de ISN. (Domino Comercio, 2022).	14
Imagen 1.7. Producto final, de la marca Domino. (Domino Comercio, 2022).	15
Imagen 1.8. Alzadora de caña propiedad de INS.	21
Imagen 1.9. Procesadora de caña picada propiedad de ISN.	22
Imagen 2.1 Maps. Se muestra la ubicación del Ingenio San Nicolás.	24
Imagen 2.2 Se muestra la ubicación de las oficinas de SOLUCIONES DE INGENIERIA OL S.A. de C.V.	24
Imagen 2.3 Cronograma de Soluciones de ingeniería OL S.A. de C.V. Elaboración propia.	26
Imagen 3.1. Partes de las que se compone un conductor helicoidal.	31
Imagen 3.2. Transportador helicoidal estándar tomado de bega helicoidales (2022).	32
Imagen 3.3. Transportador helicoidal cónico, tomado de bega helicoidales (2022).	32
Imagen 3.4. Transportador helicoidal paso reducido, tomado de bega helicoidales (2022).	33
Imagen 3.5. Transportador helicoidal de paletas, tomado de bega helicoidales (2022).	33
Imagen 3.6. Transportador helicoidal progresivo, tomado de bega helicoidales (2022).	34
Imagen 3.7. Transportador helicoidal con doble o triple paso, tomado de bega helicoidales (2022).	34
Imagen 3.8. y 3.9. Transportador helicoidal con corte o muescas, tomado de bega helicoidales (2022).	35
Imagen 3.10. Transportador helicoidal sin eje, tomado de bega helicoidales (2022).	35
Imagen 3.11. Transportador helicoidal con hélice hueca, tomado de bega helicoidales (2022).	36
Imagen 3.12. Transportador helicoidal listón con poste, tomado de bega helicoidales (2022).	36
Imagen 3.13. Transportador helicoidal con eje cónico, tomado de bega helicoidales (2022).	36
Imagen 3.14. Presentación interna de un conductor helicoidal.	37
Imagen 3.15. Longitud de transporte de conductor helicoidal (Ingemecanica, s.f.).	39
Imagen 3.16. Preparación y método utilizado para poder dar el paso y forma final del listón que se va a utilizar en el conductor helicoidal.	40
Imagen 3.17. Segundo punto de sujeción.	41
Imagen 3.18. Proceso de conformado.	42
Imagen 3.19. Conformado final.	43
Imagen 3.20. Conformado preeliminar.	44
Imagen 3.21. Sección secundaria terminada previo al proceso de soldadura.	45
Imagen 3.22. Unión de secciones del conductor para corroborar la correcta secuencia del listón y determinar la correcta dirección de giro.	46
Imagen 3.23. Verificación del paso y longitud del listón sobre su eje final.	47
Imagen 3.24. Se aprecian todas las secciones que forman parte del conductor.	48
Imagen 3.25. Ensamblado final total de conductor helicoidal.	49

Imagen 3.26. Vista lateral.	50
Imagen 3.27. Motorreductor alineado.	51
Imagen 4.2. Conductor helicoidal a cambiar.	63
Imagen 4.3. Desensamble.	64
Imagen 4.4. Desplazamiento.	64
Imagen 4.6. Tornillo sin fin a nivel cero.	65
Imagen 4.7. Seccionamiento de artesas.	66
Imagen 4.8. Desmantelamiento.	66
Imagen 4.9. Partes de antiguo conductor.	66
Imagen 4.10. Nuevo conductor helicoidal.	67
Imagen 4.11. Maniobra con grúa viajera.	67
Imagen 4.12. Elevación en dos niveles.	68
Imagen 4.13. Transporte a lugar final.	68
Imagen 4.14. Elevación de la primera sección de conductor.	69
Imagen 4.15. Segunda sección de artesas del conductor.	69
Imagen 4.16. Colocación de las partes, con supervisión.	70
Imagen 4.17. Ensamble de las piezas.	70
Imagen 4.18. Instalación de puentes intermedios con buje.	71
Imagen 4.19. Inspección de las piezas.	71
Imagen 4.20. Prueba con nivel digital y láser.	72

HIPOTESIS

El uso de un conductor helicoidal fabricado completamente en acero inoxidable 316 grado alimenticio, en placa de 3/8, en el sistema de transporte de azúcar mejora la eficiencia operativa y la capacidad de transporte del sistema ya que cuenta con una longitud de 12.40 mts. 80 cm de ancho y una altura de 97cm. Debido a sus propiedades de resistencia a la corrosión y menor fricción en comparación con los conductores convencionales, además se espera que la durabilidad del conductor helicoidal de acero inoxidable se incremente significativamente, reduciendo la frecuencia de mantenimiento y reparación, lo que a su vez disminuirá los costos operativos a largo plazo y aumentará la vida útil del sistema de transporte de azúcar.

Puntos clave:

1. **Eficiencia operativa:** El acero inoxidable reduce la fricción y la corrosión, lo que puede mejorar la eficiencia.
2. **Capacidad de transporte:** La durabilidad y resistencia del material podrían permitir un mayor rendimiento sin necesidad de reemplazos frecuentes.
3. **Durabilidad y costo:** Aumento de la vida útil del sistema y reducción de costos de mantenimiento y reparación, comparado con materiales tradicionales.

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Historia de los Ingenios Azucareros

La evolución de la agricultura, la tecnología y la economía mundial están estrechamente relacionadas con la historia de los ingenios azucareros. La caña de azúcar, una planta originaria del sudeste asiático, tiene una historia de cultivo que se remonta a miles de años. La caña de azúcar se cultivó por primera vez en la antigua India y China, donde se utilizaba principalmente como fuente de dulzor y para la producción de jarabes. Las primeras rutas comerciales entre Asia, Europa y el Medio Oriente permitieron que la caña de azúcar se expandiera hacia otros lugares del mundo.

Los árabes introdujeron el cultivo de la caña de azúcar en el Mediterráneo durante la Edad Media, especialmente en áreas como El sur de España y Sicilia. Los primeros ingenios azucareros de tipo rudimentario surgieron en estas áreas, utilizando métodos básicos para extraer el jugo de la caña y procesarlo en azúcar crudo. No obstante, estos ingenios iniciales eran de menor tamaño y no eran capaces de cubrir la creciente necesidad de azúcar en Europa.

La colonización europea de las Américas a partir del siglo XV marcó el verdadero auge de la industria azucarera. Cuando Cristóbal Colón llegó al Caribe en 1492, los europeos se dieron cuenta de que el clima de la región era ideal para el cultivo de caña de azúcar. La caña se cultivó rápidamente desde que llegó a las Antillas.

Su cultivo se extendió rápidamente a otros países de América Latina, como Brasil, México y Perú, desde allí.

La expansión del comercio transatlántico de esclavos coincidió con la introducción de la caña de azúcar en el Nuevo Mundo. Los europeos comenzaron a construir grandes plantaciones de caña de azúcar que necesitaban mucha mano de obra. Millones de africanos fueron capturados y transportados a las Américas, donde fueron obligados a trabajar en condiciones extremadamente duras en los ingenios azucareros para satisfacer esta demanda. En muchas partes de América Latina y el Caribe, el sistema económico colonial se construyó sobre esta combinación de plantaciones y esclavitud.

Los ingenios azucareros de esta época eran instalaciones industriales relativamente simples pero masivas en su escala.

La producción de azúcar requería mucha mano de obra y requería una serie de operaciones coordinadas: la cosecha de la caña, el transporte al ingenio, la molienda para extraer el jugo, la clarificación, la evaporación y finalmente la cristalización. Cada una de estas etapas

requería técnicas que, aunque eran primitivas desde una perspectiva actual, constituían un avance tecnológico significativo para su época.

La industria azucarera continuó creciendo y mejorando durante los siglos XVII y XVIII. Para mejorar la eficiencia de la molienda, los ingenios azucareros comenzaron a utilizar molinos impulsados por agua y viento. La pureza del azúcar producido se mejoró gracias a la introducción de métodos de clarificación más sofisticados. Sin embargo, en muchos aspectos, el proceso seguía siendo artesanal y la producción de azúcar continuaba siendo un proceso largo y laborioso.

Los ingenios azucareros experimentaron una transformación importante con la llegada de la Revolución Industrial en el siglo XIX. La invención de la máquina de vapor llevó al proceso de molienda a ser mecanizado, lo que aumentó significativamente la capacidad de producción. Para producir energía, los ingenios azucareros comenzaron a emplear calderas a vapor, y la introducción de centrifugadoras permitió una separación más efectiva del azúcar y la melaza.

La abolición de la esclavitud en la mayoría de los países productores de azúcar obligó a los ingenios a buscar nuevas fuentes de mano de obra, lo que llevó a la contratación de trabajadores libres, inmigrantes y, en algunos casos, a la introducción de tecnologías adicionales para reducir la dependencia de la mano de obra.

La producción de azúcar y el desarrollo de infraestructuras como ferrocarriles, puertos y comunidades enteras fueron impulsados por los ingenios azucareros, que se convirtieron en verdaderos motores económicos en sus regiones.

La industria azucarera continuó evolucionando a lo largo del siglo XX con la incorporación de nuevas tecnologías. Cada vez más, la refinación del azúcar se convierte en un proceso automatizado, y la eficiencia energética es un tema importante. La expansión de la industria también resultó en la unificación de los ingenios azucareros, lo que resultó en la formación de grandes conglomerados que tenían el control de tanto la producción de caña como la refinación y venta del azúcar.

Actualmente, los ingenios azucareros son empresas altamente tecnificadas que cumplen con estrictas normas de calidad.

La industria enfrenta numerosos desafíos, incluida la competencia internacional, las fluctuaciones de los precios del azúcar en el mercado global y la presión para reducir su impacto en el medio ambiente. Sin embargo, en diversas áreas del planeta, la industria sigue desempeñando un papel importante en la economía, y los ingenios azucareros siguen siendo un símbolo de la historia y la cultura en naciones como Brasil, México, Cuba, entre otras.

1.1.1. Historia del Ingenio San Nicolás S.A. de C.V.

Fue fundado en el 15 de febrero de 1950, se constituye durante 20 años por la compañía industrial cerro blanco.

Cuyo fin principal es la elaboración de Piloncillo, Azúcar y Alcohol. La ciudad de Córdoba en Veracruz es la elegida como sede. Sus antecedentes los constituye un trapiche panelero, que tiempo después paso a ser la Compañía Industrial "Cerro Blanco" cual se utilizaba para la producción de piloncillo y alcohol. Las primeras dos zafras en 1951 1952 produjeron piloncillo. Luego, por los siguientes 23 años se produjo azúcar mascabado. Fue en 1977 cuando el ingenio se adaptó para la fabricación de azúcar blanca estándar.



Imagen 1.1. Trapiche panelero, predecesor del Ingenio San Nicolás (ISN). (Domino Comercio, 2022).

Enero de 1970: Se prorroga la duración de la sociedad a 99 años.

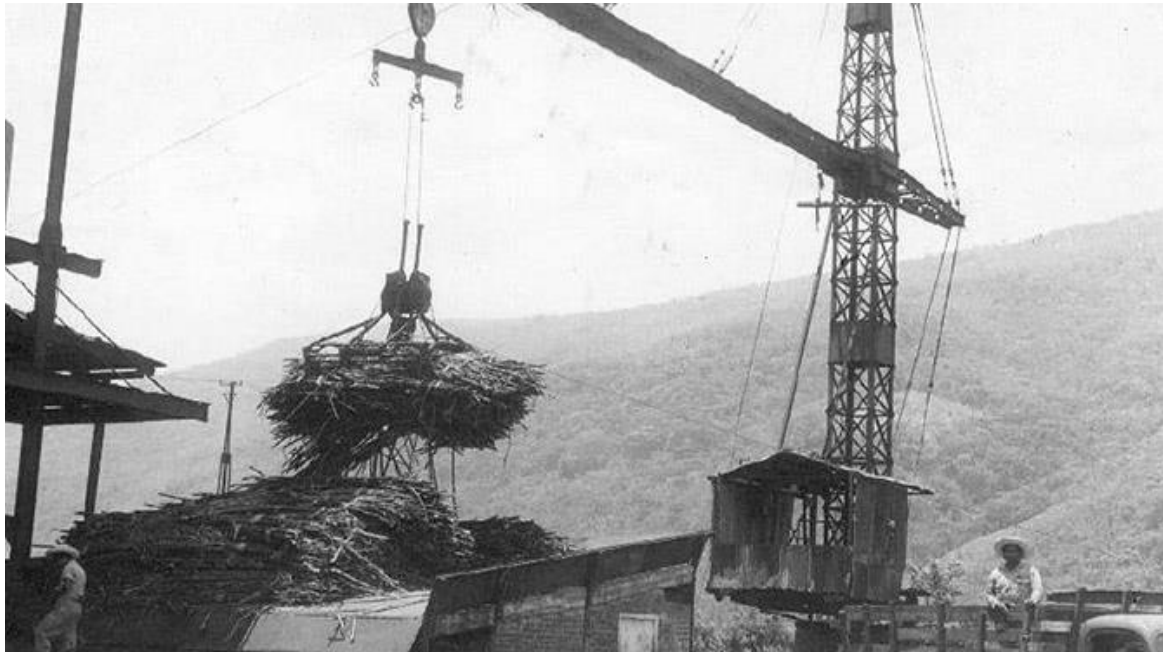


Imagen 1.2. Grúa alzadora de caña, propiedad de ISN. (Domino Comercio, 2022).

17 de mayo de 1987: La ciudad de Naucalpan de Juárez es seleccionada como nueva sede.



Imagen 1.3. Nueva sede. (Domino Comercio, 2022).

1 de enero de 1989: La sede de la Compañía Industrial Cerro Blanco, S.A. vuelve a ser La Ciudad de México, Distrito Federal.

12 de abril de 1992: Se realiza un cambio de razón social, la Compañía Cerro Blanes S.A., pasa a llamarse Ingenio San Nicolás S.A., la duración de la sociedad se establece en 90 años.



Imagen 1.4. Instalaciones del ISN, vista frontal. (Domino Comercio, 2022).

1 de enero de 1994: La sociedad mercantil Ingenio San Nicolás, S.A. se transforma en una Sociedad Anónima de Capital Variable, S. A de C. V por sus siglas. La sociedad se estableció para la fabricación de Azúcar, Alcohol, y Piloncillo además de comprar, vender, comercializar, importar y exportar Azúcar, Alcohol Piloncillo, Mieles y productos similares Se establece un periodo de 90 años como duración.



Imagen 1.5. Jardines de ISN. (Domino Comercio, 2022).

30 de noviembre de 2007: American Sugar Refining, Inc. y ASR Holding de México, S. A de C. V adquieren al Ingenio San Nicolás, S. A de C. V. La empresa establece su sede en Cuichapa, México.



Imagen 1.6. Patios de ISN. (Domino Comercio, 2022).

2017 El ingenio San Nicolás, S.A. de C.V posee y opera un ingenio que procesa más de un millón de toneladas de caña al año. Las facilidades producen azúcar refinada y mascabado bajo la marca Domino con los más altos estándares de calidad. El azúcar producido por el ingenio San Nicolás es distribuido por Domino Comercio S. A de C.V. Ubicado, en el Estado de Veracruz, municipio de Cuichapa, a 15 minutos de la Ciudad de Córdoba.



Imagen 1.7. Producto final, de la marca Domino. (Domino Comercio, 2022).

En marzo de 2019 - actualidad:

El ingenio azucarero de ISN se convirtió en el primero en México en obtener la certificación Bonsucro. Actualmente, ISN produce azúcar cruda, demerara, 'estándar' y refinada. ISN produce la mayor diversificación de productos azucareros en México.

1.2. Proceso del Azúcar de Caña

El proceso de producción de azúcar de caña en un ingenio azucarero es un procedimiento altamente tecnificado y multifásico, que abarca desde la cosecha de la caña hasta la refinación del azúcar para su comercialización. A continuación, se describe en detalle cada una de las etapas clave del proceso de producción de azúcar de caña.

1.2.1. Cosecha.

La cosecha de la caña de azúcar es el primer paso en el proceso de producción y es crucial para garantizar la calidad del producto final. La cosecha se realizaba tradicionalmente manualmente, con trabajadores cortando la caña con machetes. Aunque era efectivo, este método era extremadamente difícil y requería una gran cantidad de mano de obra. Sin embargo, muchos ingenios han adoptado el uso de cosechadoras mecánicas, que pueden cortar grandes extensiones de caña en un tiempo mucho más corto gracias al avance de la tecnología.

La cosecha debe realizarse en el momento óptimo de maduración de la caña, cuando su contenido de sacarosa es máximo. El tiempo es crucial porque una vez cortada, la actividad enzimática y microbiana de la caña comienza a perder su contenido de azúcar. Por esta razón, después de la cosecha, la caña debe ser transportada al ingenio y procesada lo más rápido posible.

1.2.2. Transporte y recepción.

Una vez cosechada, la caña de azúcar es transportada al ingenio en camiones o, en algunos casos, a través de sistemas de ferrocarril dedicados. En el ingenio, la caña es pesada y sometida a una inspección inicial para determinar su calidad. Esta etapa es crucial para asegurar que la caña recibida cumpla con los estándares de calidad necesarios para la producción de azúcar de alta pureza.

1.2.3. Molienda.

La molienda es una de las etapas más importantes en el proceso de producción de azúcar. Durante esta fase, la caña es lavada para eliminar impurezas como tierra y restos de hojas. Luego, la caña pasa por una serie de molinos que la trituran para extraer su jugo, conocido como guarapo. Los molinos consisten en grandes rodillos de metal que aplican presión a la caña para extraer el jugo.

El jugo extraído contiene una mezcla de agua, sacarosa, fibras y otras impurezas. El bagazo, que es el residuo fibroso que queda después de la extracción del jugo, es separado y generalmente utilizado como combustible en las calderas del ingenio para generar energía.

1.2.4. Clarificación.

El guarapo extraído durante la molienda contiene una variedad de impurezas que deben ser eliminadas antes de que el jugo pueda ser concentrado y cristalizado en azúcar. En la etapa de clarificación, el jugo es tratado con cal y calor para precipitar las impurezas, que forman una masa densa que se separa del jugo claro. Este proceso de clarificación permite obtener un jugo más limpio y de mejor calidad.

Existen varios métodos de clarificación, incluyendo la clarificación por sedimentación y la clarificación por flotación. La elección del método depende de las características del jugo y de las tecnologías disponibles en el ingenio.

1.2.5. Evaporación.

Después de la clarificación, el jugo clarificado se somete a un proceso de evaporación para eliminar el exceso de agua y concentrar el contenido de sacarosa. Este proceso se realiza en evaporadores, que son grandes recipientes donde el jugo es calentado a presión reducida para facilitar la evaporación del agua.

El objetivo de la evaporación es obtener un jarabe denso con una alta concentración de sacarosa. Este jarabe concentrado es la materia prima para la siguiente etapa del proceso, que es la cristalización.

1.2.6. Cristalización.

La cristalización es el proceso mediante el cual el jarabe concentrado se enfría y se agita para formar cristales de azúcar. Este es un proceso crítico, ya que la calidad y el tamaño de los cristales de azúcar dependen de las condiciones de enfriamiento y agitación.

El jarabe se introduce en cristalizadores, donde se enfría lentamente mientras se agita para promover la formación de cristales uniformes. Una vez que los cristales han alcanzado el tamaño deseado, el jarabe cristalizado es enviado a centrifugadoras, donde los cristales de azúcar son separados del líquido remanente, conocido como melaza.

12.7. Refinación.

En algunos ingenios, el azúcar crudo obtenido después de la cristalización es sometido a un proceso adicional de refinación para producir azúcar blanco de alta pureza. Este proceso incluye la disolución del azúcar crudo en agua caliente para formar un jarabe, que luego es sometido a un tratamiento adicional para eliminar impurezas.

El jarabe refinado es nuevamente cristalizado y centrifugado para obtener azúcar blanco. Este azúcar es secado, clasificado según su tamaño de cristal, y empaquetado para su distribución y comercialización.

1.2.8. Empaque y almacenamiento.

Una vez refinado, el azúcar es transportado a la sección de empaque del ingenio, donde es envasado en sacos, bolsas, o contenedores, dependiendo de las necesidades del mercado. El azúcar empaquetado se almacena en bodegas controladas antes de ser distribuido a los mercados nacionales e internacionales.

1.2.9. Subproductos.

Además del azúcar, el proceso de producción genera varios subproductos, como la melaza y el bagazo. La melaza es utilizada en la producción de alcohol, como el ron, y en la industria alimentaria, mientras que el bagazo se utiliza como combustible en las calderas del ingenio o como materia prima para la producción de papel y otros productos industriales.

1.2.10. Control de calidad.

A lo largo de todo el proceso, se llevan a cabo controles de calidad rigurosos para garantizar que el azúcar producido cumpla con los estándares requeridos. Estos controles incluyen análisis de laboratorio del jugo, el jarabe, y el azúcar en diferentes etapas del proceso, así como inspecciones físicas y químicas del producto final.

En resumen, el proceso de producción de azúcar de caña es un procedimiento complejo y altamente tecnificado que involucra múltiples etapas de procesamiento y control. Cada una de estas etapas es crucial para asegurar la calidad y pureza del azúcar producido, y para maximizar la eficiencia y sostenibilidad del ingenio azucarero.

1.3. La Tecnología en los Ingenios Azucareros

La tecnología ha sido un motor clave en la evolución de los ingenios azucareros desde sus inicios rudimentarios hasta las instalaciones modernas y altamente tecnificadas que conocemos hoy en día. A lo largo de los siglos, la industria azucarera ha experimentado una serie de transformaciones tecnológicas que han permitido mejorar la eficiencia, la calidad del producto y la sostenibilidad del proceso de producción de azúcar. A continuación, se detallan algunas de las principales innovaciones tecnológicas que han marcado la historia de los ingenios azucareros.

1.3.1. La mecanización de la molienda.

Uno de los avances más significativos en la historia de los ingenios azucareros fue la mecanización de la molienda de la caña de azúcar. En los primeros ingenios, la molienda se realizaba utilizando molinos de madera o piedra accionados por fuerza animal o hidráulica. Estos primeros molinos eran rudimentarios y tenían una capacidad limitada para extraer el jugo de la caña.

Con la llegada de la Revolución Industrial en el siglo XIX, los ingenios azucareros comenzaron a incorporar maquinaria de vapor para accionar los molinos. Los rodillos de metal reemplazaron a los antiguos molinos de madera, lo que permitió una extracción más eficiente del jugo de la caña y una mayor capacidad de producción. Este cambio tecnológico no solo aumentó la productividad, sino que también redujo la dependencia de la mano de obra intensiva en los ingenios.

1.3.2. Automatización y control de procesos.

En el siglo XX, la automatización y el control de procesos se convirtieron en una de las áreas de mayor innovación en los ingenios azucareros. La introducción de sistemas de control computarizado permitió una monitorización y gestión más precisa de las diferentes etapas del proceso de producción, desde la molienda hasta la cristalización y refinación del azúcar.

Los sistemas de control automático, equipados con sensores avanzados, permiten ajustar parámetros clave como la temperatura, la presión y el flujo de materiales en tiempo real. Esto no solo mejora la eficiencia del proceso, sino que también garantiza una mayor consistencia en la calidad del producto final. Además, la automatización ha permitido reducir el consumo de energía y minimizar el desperdicio de recursos, lo que ha contribuido a mejorar la sostenibilidad ambiental de los ingenios.

1.3.3. Innovaciones en la clarificación y evaporación.

Las tecnologías utilizadas en las etapas de clarificación y evaporación han evolucionado significativamente a lo largo de los años. En la clarificación, el uso de productos químicos como la cal y el empleo de métodos como la flotación por aire disuelto han permitido obtener jugos más limpios y de mejor calidad. Estas tecnologías han mejorado la capacidad de los ingenios para eliminar impurezas y producir un azúcar de mayor pureza.

En la evaporación, la introducción de evaporadores de múltiple efecto ha sido un avance crucial. Estos dispositivos permiten una evaporación más eficiente al reutilizar el calor generado en una etapa del proceso para calentar el jugo en etapas subsiguientes. Esto no solo reduce el consumo de energía, sino que también aumenta la capacidad de procesamiento del ingenio. Los evaporadores modernos están diseñados para operar a presiones reducidas, lo que permite evaporar el jugo a temperaturas más bajas, preservando la calidad del azúcar.

1.3.4. Tecnologías de refinación.

La refinación del azúcar ha visto avances significativos en las últimas décadas, con la introducción de nuevas tecnologías que permiten obtener un producto final de alta pureza. Los ingenios modernos utilizan técnicas avanzadas de filtración y adsorción para eliminar impurezas residuales en el azúcar crudo. Además, el uso de columnas de intercambio iónico y sistemas de cristalización controlada ha permitido mejorar la blancura y consistencia del azúcar refinado.

Otra innovación importante ha sido la implementación de técnicas de secado y enfriamiento mejoradas. Estas tecnologías permiten secar y enfriar el azúcar de manera más uniforme, lo que reduce el riesgo de formación de grumos y mejora la estabilidad del producto durante el almacenamiento y transporte.

1.3.5. Energía y sostenibilidad.

La sostenibilidad se ha convertido en una prioridad clave para la industria azucarera en el siglo XXI. Los ingenios azucareros han adoptado una serie de tecnologías orientadas a reducir su huella ambiental y mejorar la eficiencia energética. Uno de los avances más destacados en este sentido es el uso del bagazo, el residuo fibroso de la caña de azúcar, como fuente de energía renovable. En lugar de desechar el bagazo, muchos ingenios lo utilizan como combustible en calderas de alta eficiencia para generar vapor y electricidad.

Además, se han desarrollado sistemas de cogeneración que permiten a los ingenios producir electricidad no solo para su propio consumo, sino también para abastecer a las redes eléctricas locales. Esto convierte a los ingenios en productores de energía limpia, contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

1.3.6. Innovaciones en la agricultura.

La tecnología no se limita al proceso industrial dentro del ingenio; también ha habido avances significativos en la agricultura de caña de azúcar. El desarrollo de variedades de caña genéticamente mejoradas ha permitido aumentar los rendimientos por hectárea y mejorar la resistencia a enfermedades y plagas. Además, la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación y el uso eficiente del agua, ha contribuido a una producción más responsable y respetuosa con el medio ambiente.

Los ingenios también han comenzado a utilizar tecnologías de agricultura de precisión, como el uso de drones y sensores de suelo, para monitorear las condiciones de los cultivos y optimizar el uso de insumos agrícolas. Estas tecnologías permiten a los productores de caña tomar decisiones informadas y mejorar la productividad de manera sostenible.

En resumen, la tecnología ha transformado la industria azucarera a lo largo de los siglos, permitiendo a los ingenios aumentar su eficiencia, mejorar la calidad del azúcar y reducir su impacto ambiental. A medida que la industria continúa enfrentando desafíos globales, como el cambio climático y la competencia internacional, la innovación tecnológica seguirá siendo un factor clave para su éxito y sostenibilidad a largo plazo.



Imagen 1.8. Alzadora de caña propiedad de INS.



Imagen 1.9. Procesadora de caña picada propiedad de ISN.

CAPITULO II. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

2.1. Descripción de la empresa.

2.1.1. Antecedentes de la empresa

OL S.A. de C.V. es una empresa de construcción y metalmecánica dedicada al desarrollo de proyectos industriales con más de 30 años de experiencia en dicho desarrollo de proyectos dentro del sector como la construcción, metalmecánica, Ingeniería civil, cimentaciones de estructuras, cimentaciones de turbogeneradores, conductores de caña, volcadores de camiones, fábricas de alcohol, cimentaciones de molinos, tuberías, tanques, bodegas de almacenamiento, tachos, evaporadores, transportadores de bandas y recipientes a presión.

2.1.2 Localización

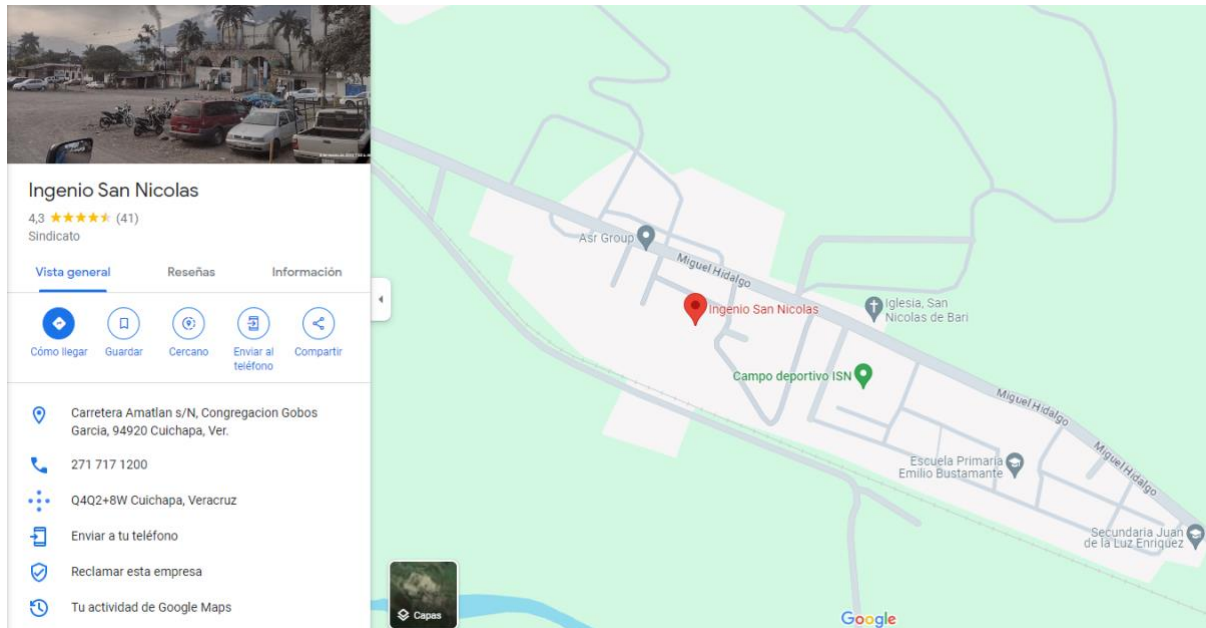


Imagen 2.1 Maps. Se muestra la ubicación del Ingenio San Nicolás.

Ingenio san Nicolás, por parte de la empresa de metalmecánica SOLUCIONES DE INGENIERÍA OL S.A de C.V.

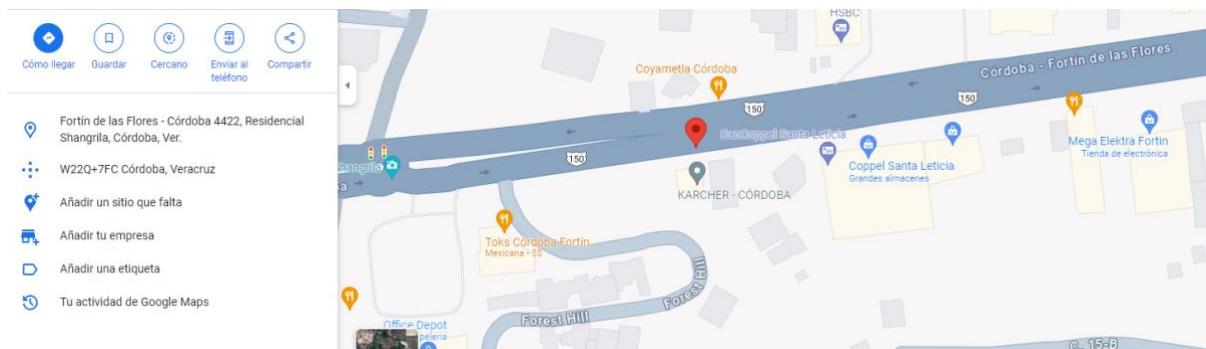


Imagen 2.2 Se muestra la ubicación de las oficinas de SOLUCIONES DE INGENIERIA OL S.A. de C.V.

Dirección: Boulevard Córdoba-Fortín, KM335, entre calles Forest Hill y calle 44, número 4420 piso 2, col. Shangrila, CP. 94550, Córdoba Ver.

Tel +52 2716882925

2.1.3 Enfoque estratégico

Misión

“Nuestra misión es producir y proveer productos de alta calidad en el sector de la metalmecánica, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes y contribuyendo al desarrollo de la industria. Manteniendo siempre altos estándares de calidad y servicio. Además, nos esforzamos por mantener relaciones sólidas y duraderas con nuestros proveedores y colaboradores, fomentando el crecimiento y el desarrollo conjunto.” (OLSA, 2021)

Visión

“Ser una empresa líder a nivel nacional e internacional, dominar nuestro mercado, así como, seguir revolucionando y transformando nuestros procesos para ser totalmente autosustentables” (OLSA, 2021)

2.1.4. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
- Personal experimentado - Conocimiento del proceso de fabricación	- Exportaciones internacionales - Expansión a más ingenios de los estados aledaños.
Debilidades	Amenazas
- Supervisores que no están capacitados - Mal ambiente laboral - Falta de comunicación y empatía	- Competencia directa de empresas de metalmecánica - Mayor uso de máquinas.

2.1.5. Estructura organizacional

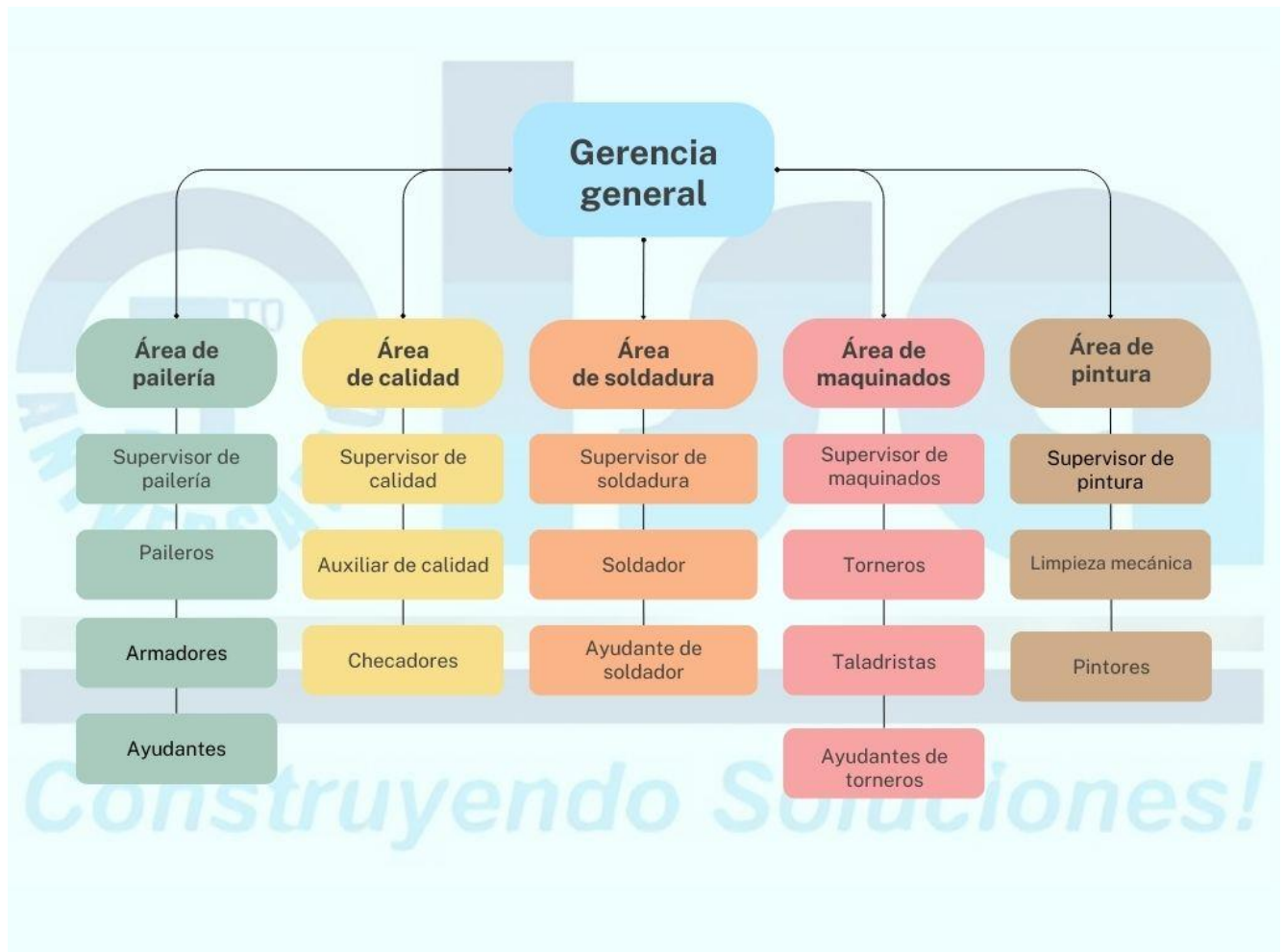


Imagen 2.3 Cronograma de Soluciones de ingeniería OL S.A. de C.V. Elaboración propia.

2.2 Problema a resolver

En un entorno industrial como lo es el ingenio San Nicolás donde se emplean equipos tal como lo es un transportador helicoidal para mover el producto principal (El azúcar de caña).

El conductor helicoidal puede experimentar desgaste debido a varios factores:

- Abrasión y fricción constante: El contacto continuo con los materiales transportados puede causar desgaste en las hélices del conductor helicoidal. Partículas abrasivas derivadas de materiales sólidos, pueden erosionar gradualmente las superficies del conductor.
- Corrosión y degradación química: En entornos donde hay exposición a sustancias corrosivas o químicos agresivos, el conductor helicoidal puede deteriorarse, comprometiendo su integridad estructural y funcionalidad.
- Fatiga por carga cíclica: En aplicaciones donde se somete el conductor helicoidal a cargas variables o ciclos repetitivos de carga y descarga, se pueden generar puntos de tensión que eventualmente provocan fisuras o deformaciones en el material.

Impacto del problema:

- Reducción del rendimiento y eficiencia: El desgaste del conductor helicoidal puede provocar una disminución en la capacidad de transporte, aumentando el tiempo de inactividad para mantenimiento y reparaciones frecuentes.
- Aumento de costos operativos: Los reemplazos frecuentes o reparaciones incrementan los costos de operación y mantenimiento, afectando la rentabilidad y la eficiencia del proceso industrial.
- Riesgo de fallos o interrupciones en la producción: El deterioro progresivo del conductor helicoidal puede llevar a fallos inesperados en el sistema, causando interrupciones no planificadas en la producción y posibles pérdidas económicas.

La resolución de este problema requiere una combinación de enfoques que consideren tanto el diseño mejorado del conductor helicoidal como la implementación de estrategias de mantenimiento adecuadas, buscando maximizar la durabilidad y eficiencia del sistema de transporte industrial.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Mejorar el proceso de transporte de azúcar refinada mediante el reemplazo e implementación de un conductor helicoidal estándar.

2.3.2 Objetivos específicos

- Mejorar el proceso de transporte de azúcar refinada
- Mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de transporte
- Garantizar la seguridad del transporte del producto.

2.4 Justificación

Se ha identificado que el conductor helicoidal actual presenta signos evidentes de desgaste y deterioro. Estos indicios incluyen corrosión, deformación y disminución en su capacidad para transmitir de manera efectiva el material procesado.

El deterioro observado en el conductor helicoidal tiene repercusiones directas en la operatividad del sistema en el que se emplea. El mal funcionamiento de este componente conlleva un riesgo considerable para la integridad del sistema en su conjunto, así como para la seguridad de los trabajadores y el entorno circundante. Además, su bajo rendimiento podría resultar en fallos inesperados, lo que afectaría negativamente la continuidad de nuestras operaciones.

El reemplazo oportuno del conductor helicoidal con una unidad nueva y funcional no solo restauraría la eficiencia operativa del sistema, sino que también garantizaría la seguridad de las instalaciones y el personal involucrado. Un conductor helicoidal en óptimas condiciones contribuirá significativamente a mantener la integridad del sistema y su capacidad para operar de manera consistente y confiable.

Por consiguiente, se propone el reemplazo inmediato del conductor helicoidal. Este proceso implica la adquisición e instalación de un nuevo componente que cumpla con las especificaciones técnicas y estándares de calidad necesarios para garantizar un desempeño óptimo y seguro del sistema.

CAPITULO III. CONDUCTOR HELICOIDAL

3.1 Conceptos

3.1.1 ¿Qué es un conductor helicoidal?

Un transportador de helicoidal o de tornillo es un artefacto que impulsa fluidos, polvos y gránulos con el uso de cuchillas helicoidales que están girando (llamadas "alas" o "hélices") y que normalmente se encuentran alojadas dentro de un conducto o tubería en forma de "U". Se emplean dentro de diversas áreas de tratamiento en grupo. En la industria actual, los transportadores que usan tornillos suelen usarse de forma horizontal o con un ligero declive para trasladar productos entre el medio de un cuerpo como huesos de fauna, astillas de madera, cereales, cenizas de calderas y harinas de carne y huesos. El primer prototipo de tornillo que se utilizó con el fin de trasladar agua para fertilizar el suelo fue el tornillo de Arquímedes, el cual se encuentra en uso desde tiempos antiguos con el fin de trasladar agua para regar la tierra.

Este tipo de transporte de material es muy útil y versátil, debido a que no solo puede ser empleado como dispositivo dosificador sino también como mezclador o agitador.

Entre sus ventajas de uso se encuentran:

- Sencillez de fabricación, con diseño compacto de fácil instalación.
- Sistema de bajo costo.
- Facilidad para volverlo un sistema hermético.
- Evita la expulsión de polvos y exhalaciones molestas.
- Posibilidad de colocar bocas y descarga en diversos puntos del conductor.

3.1.2 Componentes de un conductor helicoidal

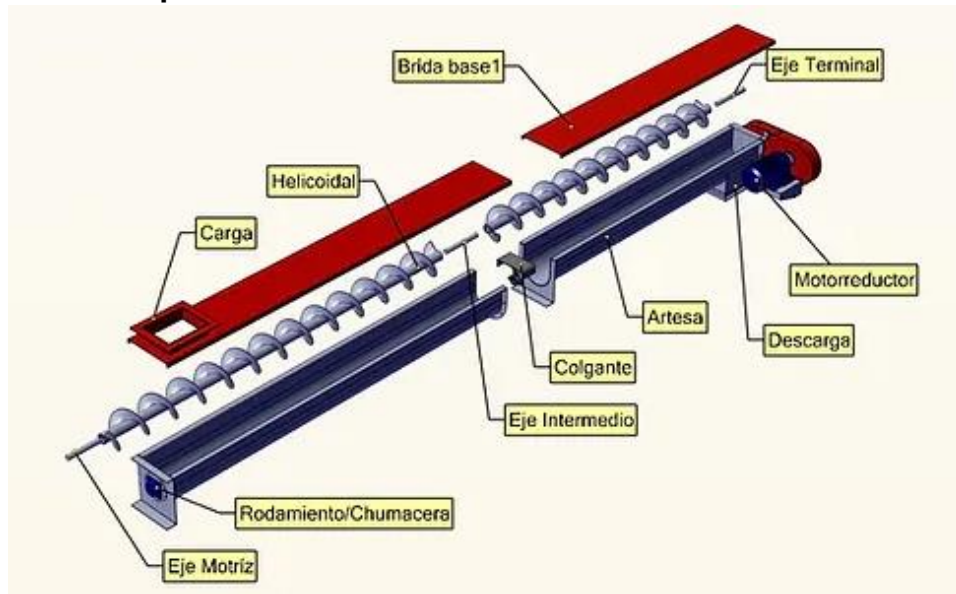


Imagen 3.1. Partes de las que se compone un conductor helicoidal.

3.1.3. Tipos y usos

Transportador helicoidal estándar.



Imagen 3.2. Transportador helicoidal estándar tomado de bega helicoidales (2022).

Este tipo de tornillo sin fin se considera estándar debido a que el paso de avance es igual al diámetro, son apropiados para diversos materiales en su configuración horizontal.

Transportador helicoidal cónico.

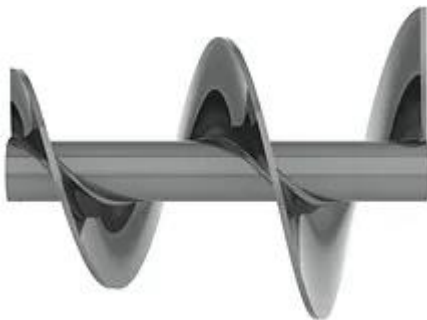


Imagen 3.3. Transportador helicoidal cónico, tomado de bega helicoidales (2022).

Este tipo de tornillo cambia incremental continuo en el volumen de extracción, con lo que se reduce la tolva completa.

Transportador helicoidal paso reducido.



Imagen 3.4. Transportador helicoidal paso reducido, tomado de bega helicoidales (2022).

Este tipo de tornillos helicoidales son utilizados en transportadores inclinados, con ello se puede inspeccionar la alimentación en la entrada y se reduce la descarga de materiales con flujo libre.

Transportador helicoidal de paletas.



Imagen 3.5. Transportador helicoidal de paletas, tomado de bega helicoidales (2022).

Las paletas se ubican alrededor de un tubo central cuadrado o redondo para formar una espiral segmentada. Se usa sobre todo para mezclar productos secos y se les agrega algún líquido en el proceso.

Transportador helicoidal progresivo.



Imagen 3.6. Transportador helicoidal progresivo, tomado de bega helicoidales (2022).

Conocidos como de paso variable se usan para controlar el material arrastrado por la tolva.

Si aumentamos el paso de avance en un tornillo sin fin, aumenta gradualmente el volumen de producto que puede ingresar a nuestro conductor.

Transportador helicoidal con doble o triple paso.



Imagen 3.7. Transportador helicoidal con doble o triple paso, tomado de bega helicoidales (2022).

Este transporte helicoidal se usa para acelerar el transporte en la entrada del transportador del tornillo y compensarlo en el efecto de salida.

Transportador helicoidal con corte o muescas.



Imagen 3.8. y 3.9. Transportador helicoidal con corte o muescas, tomado de bega helicoidales (2022).

Este tipo de tornillos son utilizados para proporcionar una acción de mezcla suave,

Sirve para mezclar diferentes materiales durante el transporte.

Transportador helicoidal sin eje. (Shaftless)



Imagen 3.10. Transportador helicoidal sin eje, tomado de bega helicoidales (2022).

Transportes sin eje o de gusano son utilizados para mover materiales con una textura pegajosa o grumosa que tiende a enrollarse o atascarse en el tubo central.

Transportador helicoidal con hélice hueca.



Imagen 3.11. Transportador helicoidal con hélice hueca, tomado de bega helicoidales (2022).
Este tipo de tornillos son utilizados para pasar líquidos de calefacción o refrigeración.

Transportador helicoidal listón con poste.



Imagen 3.12. Transportador helicoidal listón con poste, tomado de bega helicoidales (2022).
Este tipo de tornillo transportador se utiliza para materiales pegajosos o cohesivos,
Ya que suelen acumularse en la interfaz del tubo de nuestro transportador.

Transportador helicoidal con eje cónico.



Imagen 3.13. Transportador helicoidal con eje cónico, tomado de bega helicoidales (2022).
Su centro proporciona un cambio el cual se incrementa, mantiene continuo el volumen que se transporta. El tornillo cónico proporciona la mejor extracción uniforme de la tolva.

3.2.1 Fabricación e instalación

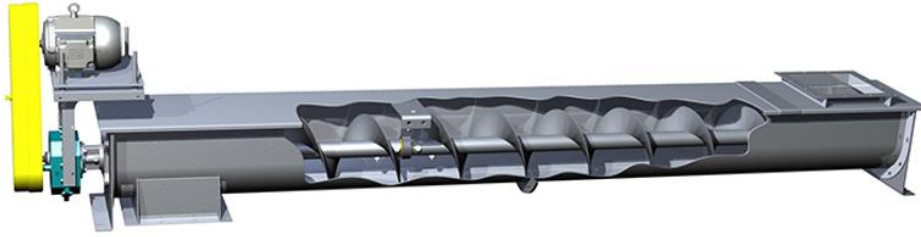


Imagen 3.14. Presentación interna de un conductor helicoidal.

La fabricación completa de un conductor helicoidal implica varios pasos y elementos.

A continuación, se presenta una lista general de los componentes y procesos involucrados en la fabricación de un conductor helicoidal:

3.2.2. Diseño del Conductor Helicoidal

- Especificaciones de diseño que incluyen diámetro, longitud, paso de la hélice, número de vueltas y tipo de material.
- Consideraciones geotécnicas y de carga para adaptarse a las condiciones específicas del sitio y la aplicación.

3.2.2.1 Materiales

- Selección de materiales apropiados, como acero al carbono, acero inoxidable u otras aleaciones, dependiendo de las necesidades de resistencia, corrosión y aplicación específica.

3.2.2.2. Proceso de Fabricación

- Materia Prima: Adquisición de barras o placas de acero según las especificaciones del diseño.
- Corte: Corte de las materias primas en segmentos de longitud adecuada.
- Forjado o Formado: Proceso de dar forma al conductor helicoidal mediante forja o procesos de conformado en frío o caliente.
- Maquinado: Proceso de mecanizado para lograr tolerancias precisas y acabados superficiales.
- Soldadura: Ensamblaje de segmentos individuales para formar una hélice continua.

3.2.2.3. Tratamientos Térmicos y de Superficie

- Tratamientos térmicos para mejorar las propiedades mecánicas del material.
- Revestimientos protectores o tratamientos de superficie para resistir la corrosión.

3.2.2.4. Inspección de Calidad

- Pruebas no destructivas (ultrasonido, radiografía) para garantizar la integridad del material y las soldaduras.
- Inspección dimensional para asegurar que las piezas cumplan con las tolerancias especificadas.

3.2.2.5. Embalaje y Transporte

- Embalaje seguro para proteger el conductor helicoidal durante el transporte.
- Coordinación logística para la entrega eficiente a los sitios de instalación.

3.2.2.6. Documentación y Certificaciones

- Generación de documentación técnica, incluyendo planos, manuales de instalación y certificados de calidad.
- Certificaciones que aseguren el cumplimiento de estándares y regulaciones aplicables.

3.2.2.7. Instalación

- Desarrollo de procedimientos de instalación, considerando las condiciones del suelo, la alineación y la capacidad de carga.
- Coordinación con equipos de construcción para garantizar una instalación segura y eficiente.

Cada elemento contribuye a la fabricación exitosa y a la funcionalidad de un conductor helicoidal. La coordinación eficiente de estos pasos es esencial para garantizar la calidad del producto final.

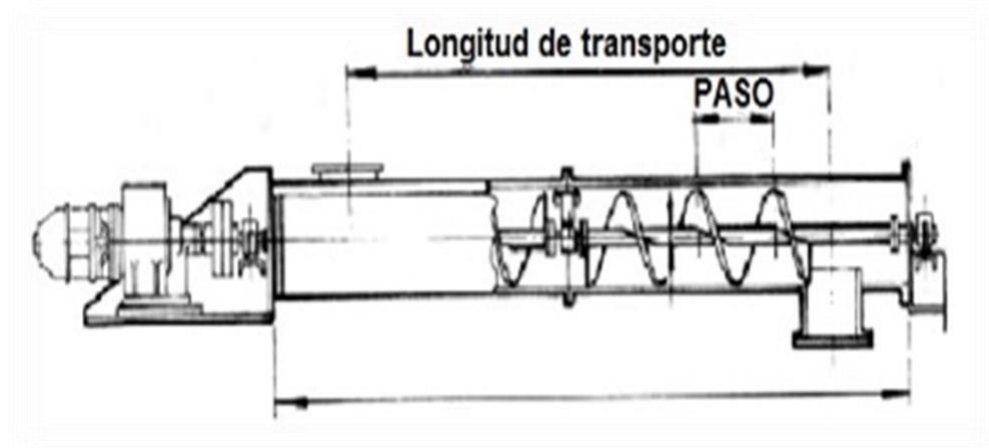


Imagen 3.15. Longitud de transporte de conductor helicoidal (Ingemecanica, s.f.).

Normalmente, la dimensión para el paso de los transportadores de tornillo suele estar comprendida entre 0,5 y 1 veces la medida del diámetro del mismo, siendo mayor cuanto más ligera sea la carga que se requiera transportar con el tornillo.

En cuanto al diámetro de la hélice del tornillo, para velocidades de giro más elevadas supondrá un tornillo de hélices más estrechas.

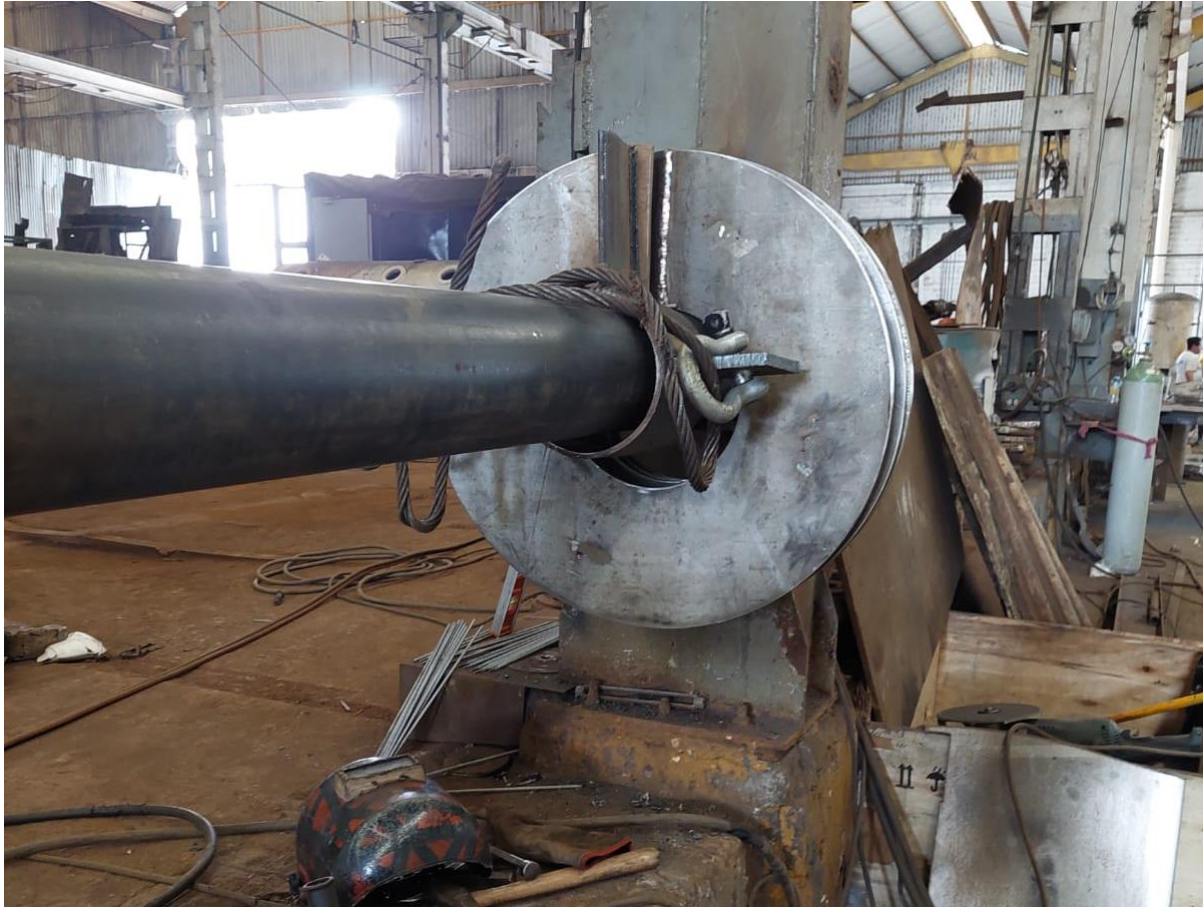


Imagen 3.16. Preparación y método utilizado para poder dar el paso y forma final del listón que se va a utilizar en el conductor helicoidal.

Se debe utilizar un diferencial de 5 toneladas , 2 grilletes de 4 toneladas y un estrobo de 1” de diámetro y 1 metro de longitud. Así mismo se fabricó un aditamento, que, aunque rudimentario es altamente eficaz en la función para la cual se necesita, ya que ayuda a mantener la tensión del diferencial de manera horizontal conforme se va estirando y aumentando el número de anillos del listón.



Imagen 3.17. Segundo punto de sujeción.

Se debe utilizar un diferencial de 5 toneladas , 2 grilletes de 4 toneladas y un estrobo de 1" de diámetro y 1 metro de longitud. Así mismo se fabricó un aditamento, que, aunque rudimentario es altamente eficaz en la función para la cual se necesita, ya que ayuda a mantener la tensión del diferencial de manera horizontal conforme se va estirando y aumentando el número de anillos del listón.



Imagen 3.18. Proceso de conformado.

En la imagen se puede observar el avance y la forma en que se va estirando y así se puede proceder a dar el paso y altura deseada para el conductor helicoidal. Para garantizar que los anillos soporten la tensión a la que son sometidos al estirarlos, se utiliza el proceso de soldadura GMAW utilizando el electrodo UTP 65 que es austenítico-ferrítico especial para trabajos críticos, con excelentes características mecánicas. Posee alta resistencia a la fisuración al soldar metales base de difícil soldabilidad y uniones disímiles entre aceros austeníticos y ferríticos, aceros al manganeso (ASTM A 128 Hadfield) con aceros aleados y no aleados, aceros de alta resistencia.



Imagen 3.19. Conformado final.

En la fotografía se puede apreciar de manera más detallada el proceso empleado para lograr el paso del conductor helicoidal, así como el aditamento antes mencionado.

El proceso debe ser repetido en diferentes ocasiones, dependiendo de las secciones y longitud del conductor helicoidal.



Imagen 3.20. Conformado preeliminar.

Se aprecia la segunda sección de la hélice, cabe mencionar que para este proceso no se utiliza el eje final , sino que se utiliza un tubo o eje del mismo diametro al que se va a usar finalmente, esto con el fin de no dañar y/o torcer el eje, ya que debido a la tensión ejercida por el diferencial tiende a doblarse.



Imagen 3.21. Sección secundaria terminada previo al proceso de soldadura.
Se aprecia la hélice montada sobre su eje final.



Imagen 3.22.Unión de secciones del conductor para corroborar la correcta secuencia del listón y determinar la correcta dirección de giro.

Se aprecian las distintas secciones y la preparación de la sección final ya que el conductor mide 12 mts. De longitud.



Imagen 3.23. Verificación del paso y longitud del listón sobre su eje final.

La sección de mayor longitud ya montada sobre su eje final , para posteriormente pasar al departamento de soldadura.



Imagen 3.24. Se aprecian todas las secciones que forman parte del conductor.

La primera parte montada en su eje final y las siguientes listas para pasar por el proceso final de conformado antes de proceder a aplicar la soldadura.



Imagen 3.25. Ensamblado final total de conductor helicoidal.

Se aprecia la primera seccion del conductor helicoidal completamente armado, ya con el motorreductor encargado de generar la potencia necesaria para poder mover el mecanismo del conductor.

En este paso debemos tener extrema cautela al montar y alinear el motorreductor para garantizar un correcto funcionamiento del mismo, buscando minimizar las vibraciones.



Imagen 3.26. Vista lateral.

En este paso debemos tener extrema cautela al montar y alinear el motorreductor para garantizar un correcto funcionamiento del mismo, buscando minimizar las vibraciones.



Imagen 3.27. Motorreductor alineado.

Motorreductor perfectamente alineado, para lograr esto se utiliza un nivel laser, niveles de gota y escuadres a medida.

3.3 Materiales

Acero inoxidable 316L:

El acero inoxidable 316L , se fabrica a través de un proceso de fusión y aleación . Este proceso implica varias etapas para asegurar que el acero tenga las propiedades deseadas, como la resistencia a la corrosión, la dureza y la forma adecuada para diversas aplicaciones.

El acero inoxidable 316L tiene una microestructura austenítica , lo que significa que sus átomos de hierro están organizados en una estructura cristalina cúbica centrada en las caras (FCC). Esta microestructura le da al acero inoxidable 316L propiedades superiores de resistencia a la corrosión y ductilidad . La adición de molibdeno es lo que le da la ventaja adicional frente a la corrosión en ambientes con cloruros, lo que no se encuentra en muchos otros aceros inoxidables, como el 304.

Los aceros inoxidables se llaman “austeníticos” si contienen más de un 7% de Níquel, ya que tienen una estructura metalográfica en estado recocido, formada básicamente por austenita. No son magnéticos en estado recocido, y por tanto no son atraídos por un imán. Estos aceros se pueden endurecer por deformación, pasando su estructura metalográfica a contener "martensita". La L denota el bajo contenido de carbono en el acero.

La ferrita Es otra posible fase en algunos aceros inoxidables, pero el 316L está compuesto casi exclusivamente de la fase austenítica, lo que lo hace menos susceptible a la fragilización por exposición a bajas temperaturas y más resistente a las grietas inducidas por la corrosión.

1. Fusión inicial:

- El proceso de obtención comienza con la fusión de materias primas. como mineral de hierro, cromo , níquel , molibdeno , manganeso , entre otros. Esta fusión se realiza en un horno de arco eléctrico o en un horno de inducción, donde se funden estos metales a temperaturas extremadamente altas.

2. Refinación:

- Una vez que los metales se funden, se realizan procesos de refinación para eliminar impurezas y ajustar la composición química del acero . Durante esta etapa, se controla la cantidad de carbono y otros elementos de aleación para obtener el grado 316L, que es el de bajo carbono .

- El bajo contenido de carbono en el 316L es una de las características que lo diferencia de otros aceros inoxidables. Este bajo nivel de carbono mejora la resistencia a la corrosión y previene la formación de carburo de cromo en las uniones.

3. Moldeado y conformado:

- Después de la refinación, el acero se vierte en lingotes o se procesa en forma de barras, planchas, tubos, alambres. Esto dependiendo de la aplicación para la que se destinará.

4. Tratamiento térmico:

A pesar de que el acero inoxidable 316L tiene una excelente resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas, se puede someter a varios tratamientos térmicos para mejorar sus propiedades según sea necesario. Sin embargo, debido a su bajo contenido de carbono, no es necesario un tratamiento térmico de solución (que es necesario en otros aceros inoxidables) para prevenir la corrosión intergranular después de la soldadura. Algunas de las opciones de tratamiento térmico que se pueden usar son:

Recocido: Este tratamiento térmico se utiliza para aliviar tensiones internas y mejorar la ductilidad. Se realiza a temperaturas entre 1.000 °C y 1.100 °C y se enfrió rápidamente en agua o aire.

Templado: Aunque el acero inoxidable 316L no se utiliza comúnmente en aplicaciones donde se necesita un endurecimiento por templado, se puede temprar para aumentar ligeramente su dureza superficial.

Recocido (Reformado): En algunos casos, el acero inoxidable 316L se somete a un proceso de recocido para mejorar su formabilidad y disminuir la dureza. Este proceso ayuda a optimizar la estructura cristalina.

Enfriamiento y acabado :

Una vez conformado, el acero se enfría y se le da el acabado deseado. Se puede pulir o tratar para mejorar la apariencia estética y la resistencia al desgaste . El acero inoxidable 316L puede ser pulido hasta obtener un acabado brillante y suave.

Composición química del acero inoxidable 316L

La composición química del acero inoxidable 316L es fundamental para sus propiedades, sobre todo la resistencia a la corrosión y la resistencia a las altas temperaturas . A continuación, se muestra la composición química típica del acero inoxidable 316L:

- Cromo (Cr): 16.0 - 18.0%
El cromo es el principal elemento de aleación que da al acero inoxidable su resistencia a la corrosión y forma una capa protectora pasiva en la superficie.
- Níquel (Ni): 10.0 - 14.0%
El níquel proporciona estabilidad estructural y mejora la resistencia a la corrosión en ambientes más agresivos, como los que contienen cloruros (por ejemplo, el agua salada).
- Molibdeno (Mo): 2.0 - 3.0%
El molibdeno es clave para mejorar la resistencia a la corrosión , especialmente contra el ataque de ácidos y cloruros, lo que hace que el 316L sea ideal para ambientes marinos y ácidos.
- Carbono (C): $\leq 0.03\%$
El bajo contenido de carbono es lo que distingue al 316L del 316 estándar. El bajo carbono previene la formación de carburo de cromo en las uniones, lo que mejora la resistencia a la corrosión intergranular .
- Manganeso (Mn): 2.0 - 3.0%
El manganeso ayuda a mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia a las altas temperaturas , además de contribuir a la estabilidad estructural del acero.
- Silicio (Si): $\leq 1.0\%$
El silicio contribuye a la resistencia a la oxidación y también actúa como desoxidante durante la fusión.
- Fósforo (P): $\leq 0.045\%$
El fósforo es un contaminante que puede disminuir la tenacidad y la resistencia al impacto. Se controla en niveles muy bajos para evitar efectos negativos en el acero.

- Azufre (S): $\leq 0,03\%$

El azufre es otro contaminante que puede afectar la maquinabilidad del acero. Se mantiene en niveles bajos para evitar problemas de fragilidad y mejorar la soldabilidad.

- Hierro (Fe): El resto (aproximadamente 60-65%)

El hierro es el componente principal del acero inoxidable, y la mayoría de los elementos de aleación se mezclan con él para formar la estructura de la aleación.

Resumen de la composición química del acero inoxidable 316L.

- Cromo (Cr): 16,0 - 18,0%
- Níquel (Ni): 10,0 - 14,0%
- Molibdeno (Mo): 2,0 - 3,0%
- Carbono (C): $\leq 0,03\%$
- Manganeseo (Mn): 2,0 - 3,0%
- Silicio (Si): $\leq 1,0\%$
- Fósforo (P): $\leq 0,045\%$
- Azúcar (S): $\leq 0,03\%$
- Hierro (Fe): Resto

Importancia de la baja cantidad de carbono (0,03%)

La baja cantidad de carbono en el 316L es crucial porque:

- Previene la corrosión intergranular que puede ocurrir cuando se exponen a altas temperaturas en el proceso de soldadura.
- Mantiene la resistencia del acero a la corrosión sin comprometer su resistencia mecánica .

Resistencia a la corrosión:

Una de las razones clave por las que el acero inoxidable 316L es tan apreciado es su extraordinaria resistencia a la corrosión en una amplia variedad de ambientes. Algunas características importantes de su resistencia a la corrosión incluyen:

- Resistencia al ataque por cloruros: Es resistente a la corrosión por agua salada , por lo que se usa mucho en la industria marítima y en aplicaciones de procesamiento de alimentos donde el contacto con el agua salada es frecuente.
- Corrosión por picaduras y grietas: El 316L es menos susceptible a la corrosión por picaduras , lo que lo hace adecuado para aplicaciones en las que el acero entra en contacto con líquidos corrosivos o productos químicos agresivos.
- Resistencia a la corrosión intergranular: Debido a su bajo contenido de carbono, el 316L presenta una excelente resistencia a la corrosión intergranular , un fenómeno que se produce cuando el acero se calienta a ciertas temperaturas, lo que puede provocar la formación de carburo de cromo a lo largo de los bordes de los granos y debilitamiento del material.

Comparación con otros aceros inoxidables

El acero inoxidable 316L se compara frecuentemente con el acero inoxidable 304, que es uno de los más utilizados. Las principales diferencias entre ambos son:

- Resistencia a la corrosión: El 316L tiene una resistencia significativamente mejor a la corrosión en comparación con el 304, especialmente en entornos con cloruros (por ejemplo, agua salada).
- Costo: El acero inoxidable 316L suele ser más caro que el 304, debido a la adición de molibdeno (mejora la resistencia a la corrosión).
- Resistencia a temperaturas elevadas: Ambos aceros son resistentes a altas temperaturas, pero el 316L tiene una mejor resistencia frente a la oxidación en temperaturas más altas debido a su mayor contenido de molibdeno.

Propiedades de la soldadura.

El acero inoxidable 316L es muy adecuado para soldadura debido a su bajo contenido de carbono. Esto minimiza la formación de carburo de cromo en la zona afectada por el calor (ZAC), lo que reduce la susceptibilidad a la corrosión intergranular. El 316L también tiene una excelente resistencia a la fatiga y las cargas alternas en las uniones sueldadas.

Sin embargo, al ser una aleación con un mayor contenido de molibdeno, puede ser más difícil de soldar que aceros inoxidables como el 304, especialmente en secciones gruesas, debido a la posibilidad de que se forme una mayor cantidad de escoria.

Sostenibilidad y reciclaje del acero inoxidable 316L.

El acero inoxidable 316L es un material altamente reciclable, lo que significa que puede ser reutilizado en su totalidad al final de su vida útil, reduciendo la necesidad de materias primas y ayudando a reducir el impacto ambiental. De hecho, el acero inoxidable es uno de los materiales más reciclados del mundo debido a su valor y alta demanda.

Aplicaciones más avanzadas

Además de las aplicaciones más comunes mencionadas anteriormente, el acero inoxidable 316L tiene aplicaciones muy específicas y avanzadas:

- **Implantes quirúrgicos y dispositivos médicos:** Gracias a su biocompatibilidad, es ampliamente utilizado en implantes quirúrgicos, como prótesis articulares, y en otros dispositivos médicos.
- **Turbinas eólicas:** Se utiliza en la fabricación de componentes de turbinas eólicas para la industria de energías renovables debido a su resistencia a la corrosión en ambientes exteriores y la durabilidad que ofrece.
- **Industria aeroespacial:** En componentes aeronáuticos, donde la resistencia a la corrosión y la alta resistencia a temperaturas extremas son cruciales.
- **Filtros y equipos de procesamiento de alimentos:** Es una elección preferida para la fabricación de filtros y otros equipos de procesamiento de alimentos debido a la facilidad de limpieza y la resistencia a la corrosión que ofrece.

Alternativas al acero inoxidable 316L

Aunque el acero inoxidable 316L es muy versátil y resistente, también existen alternativas dependiendo de la aplicación específica:

- Acero inoxidable 304: Menor resistencia a la corrosión, pero más barato.
- Acero inoxidable 317L: Ofrece mejor resistencia a la corrosión que el 316L, pero es aún más caro.
- Titanio: Utilizado en aplicaciones donde se requiere una resistencia extremadamente alta a la corrosión (por ejemplo, en equipos de la industria química y farmacéutica de alta gama), aunque es más caro.

El acero inoxidable 316L es una aleación excelente para una amplia gama de aplicaciones industriales debido a sus excepcionales propiedades de resistencia a la corrosión, alta durabilidad y capacidad para soportar condiciones extremas. Sin embargo, su costo más alto y las dificultades en el mecanizado son aspectos a considerar en su elección.

Puntos a favor de utilizar acero inoxidable 316L en la construcción del conductor helicoidal:

1. Alta resistencia a la corrosión :

- El acero inoxidable 316L tiene una excelente resistencia a la corrosión , especialmente en ambientes donde puede haber exposición a productos corrosivos como la humedad, productos químicos o incluso agua.
- En la industria alimentaria, los azúcares pueden tener humedad o residuos líquidos que podrían provocar la corrosión en materiales menos resistentes. El 316L, por su bajo contenido de carbono y su mayor proporción de molibdeno, evita la corrosión incluso en ambientes de alta humedad y contacto con sustancias agresivas .

2. Cumplimiento con normativas de seguridad alimentaria :

- En el sector alimentario, los materiales en contacto con los productos deben cumplir con normas de seguridad alimentaria . El acero inoxidable 316L es ampliamente aceptado por su biocompatibilidad y facilidad de limpieza .

- Este material no libera sustancias tóxicas ni contaminantes, lo cual es crucial en el transporte de alimentos como el azúcar, ya que garantiza la pureza del producto y reduce el riesgo de contaminación.

3. Durabilidad y vida útil extendida:

- El acero inoxidable 316L tiene una alta durabilidad , lo que significa que el conductor helicoidal será resistente al desgaste y a las deformaciones, incluso bajo condiciones de uso intensivo.
- La resistencia a la abrasión es otro factor importante, ya que el azúcar en forma de cristales puede ser abrasivo, pero el 316L resiste bien el contacto con materiales abrasivos, aumentando la vida útil del transportador.

4. Resistencia a altas temperaturas:

- El acero inoxidable 316L soporta altas temperaturas sin perder sus propiedades mecánicas, lo cual es importante si el azúcar está expuesto a temperaturas elevadas durante el proceso de transporte.
- La resistencia al calor del 316L también es relevante si el sistema de transporte se utiliza en procesos térmicos, como el enfriamiento o calentamiento del azúcar.

5. Instalación de mantenimiento y limpieza:

- El 316L es fácil de limpiar debido a su superficie lisa y no porosa . En la industria alimentaria, los sistemas de transporte deben ser fáciles de desinfectar para cumplir con los estándares de higiene.
- La capacidad de limpieza reduce el riesgo de contaminación cruzada y permite un mantenimiento eficiente, lo que es esencial para mantener seguro un entorno de producción de alimentos.

6. Propiedades mecánicas estables:

- El 316L tiene una excelente resistencia mecánica, lo que le permite soportar cargas de trabajo y tensiones sin comprometer su integridad estructural. En el caso de un

conductor helicoidal, esto significa que el material puede soportar las fuerzas generadas durante el proceso de transporte del azúcar, asegurando que el sistema no se dañe ni se deforme.

- La alta ductilidad del 316L también permite que el conductor helicoidal tenga una mayor resistencia a las grietas o fracturas que podrían ocurrir bajo esfuerzos repetidos o dinámicos.

7. Bajo mantenimiento y costos operativos reducidos:

- Dado que el 316L es extremadamente resistente a la corrosión, la abrasión y las altas temperaturas, el mantenimiento del conductor helicoidal se reduce considerablemente en comparación con otros materiales más propensos al desgaste o a la corrosión.
- Esto se traduce en menores costos operativos , ya que el desgaste y las fallas del equipo se reducen, lo que también puede implicar menos tiempo de inactividad en el proceso de producción.

8. Estabilidad frente a condiciones difíciles:

- El azúcar es un producto que puede generar humedad y, en algunas circunstancias, puede tener compuestos residuales. El 316L es resistente tanto a ambientes húmedos como a contactos con residuos de azúcar o sus derivados. Esto mejora la confiabilidad y la estabilidad del transportador a lo largo del tiempo.

9. Propiedades estéticas:

- Aunque no es una ventaja técnica directa para el rendimiento, el acero inoxidable 316L tiene una apariencia estética pulida y limpia, lo que puede ser un factor positivo en términos de imagen corporativa y presentación del proceso de fabricación, especialmente en industrias donde la higiene y la presentación del producto son importantes.

CAPITULO IV. REEMPLAZO DEL CONDUCTOR HELICOIDAL

4.1. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

4.1.1 Tipo de investigación

Al tener identificado el problema a resolver se decide el tipo de investigación a realizar para poder llevar al desarrollo los objetivos planteados con anterioridad.

El enfoque de la investigación es de manera cualitativa y de campo, debido a que es una investigación la cual estará con un foco a la calidad del producto, mayormente en recopilar que el funcionamiento sea el idóneo para poder dar un producto de calidad, el cual pueda ser del que el ingenio San Nicolás espera para su producto final.

El enfoque en ser una investigación de campo se da en que se estará haciendo participación activa durante la instalación del conductor helicoidal, es decir, se estará dentro de las instalaciones del Ingenio San Nicolás, involucrándose en el desarrollo, producción e instalación del tornillo sin fin.

La investigación cualitativa tiene diferentes alcances, en las cuales se encuentran exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Con ello se busca tener una base para la investigación que se pretende realizar y con ello alcanzar los objetivos generales, así como específicos que fueron propuestos.

Investigación exploratoria: Este tipo de investigación es efectuado cuando el objetivo es poder examinar un problema de investigación que no ha sido estudiado con anterioridad.

Investigación descriptiva: Es llevado a cabo para poder describir las características de una población o fenómeno de estudio.

Investigación correlacional: Se trata de hallar una relación entre dos o más posibles variables.

Investigación explicativa: Con esta investigación se busca una explicación y determinación de los fenómenos. (Ramos, 2020).

En este caso, con los tipos de investigación presentada, se definió en que será descriptiva ya que se evaluarán las características funcionamiento del tornillo sin fin.

4.1.2 Análisis de la situación actual

Es necesario conocer la situación en que se encuentra el área del conductor helicoidal del ingenio San Nicolás, a la fecha del estudio se han presentado las siguientes fallas:

- Obstrucciones: En reiteradas ocasiones ya se han presentado bloqueos, ralentizando la producción del azúcar de caña.
- Desgaste: El material con el que se encuentra presentado el conductor helicoidal no ha sido de las mejores condiciones, por lo cual es que se ha presentado la necesidad de cambio.
- Ineficiencia: Debido a su mal funcionamiento también ha sido afectada la energía eléctrica, al retomar actividades la reconexión a la energía se vuelva más desgastante.
- Inactividad: Por los constantes paros debido a fallos, se han tenido tiempos en lo que no se puede seguir con la producción de azúcar de caña, significando en pérdidas.
- Deterioro de la calidad: El producto final ha presentado en ocasiones rebabas o del material el cual se desprendió del tornillo sin fin.

4.1.3 Etapas de la investigación

En primer lugar, se realizó una descripción detallada de las actividades que se estarían desarrollando para poder llevar a cabo el reemplazo del conductor helicoidal, tomando en cuenta el desmontaje, armado, traslado y la nueva instalación del reemplazo.

		AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE	
		SEMANAS 2023																	
FLUJO DE ACTIVIDADES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Desmontaje de bandas de transmisión, guarda , (1) motor eléctrico y (1) reductores de velocidad de conductor actual, bajarlo a nivel de operación de tachos de R.																		
2	Desmontaje de tolvas de alimentación de elevadores de azúcar húmeda hacia conductor aéreo, bajarlas a nivel cero y disponerlas en el confinamiento de chatarra.																		
3	Desarmado de conductor helicoidal existente de 11 metros de longitud y bajarlo a nivel cero para llevarlo al confinamiento de chatarra.																		
4	Rasurado de zona y revisión de estructura de carga de conductor helicoidal para reforzamiento de estructura de carga:																		
5	Colocación de (6) pzas de vigueta de carga de 8" del desplante hasta la plataforma de carga a una altura de 0.00 mts																		
6	Colocación de refuerzos de canal U de 8" para estructura de carga de conductor helicoidal.																		
7	Fabricación de soporte necesario para maniobra de carga de conductor nuevo por secciones para evitar flexión o daño al equipo.																		
8	Trasladar conductor nuevo en secciones a la fábrica para subirlo hasta el piso de operación más cercano para maniobra de montaje.																		
9	Maniobra de montaje de secciones de conductor helicoidal nuevo, fabricación de bases y colocación de tornillería. Suministrada por el proveedor.																		
10	Armado completo de conductor helicoidal nuevo, colocación de empaques y tapas superiores.																		
11	Colocación de shutes de alimentación de elevador de azúcar húmeda No. 1 y 2 al conductor helicoidal nuevo. Suministradas por el Ingenio.																		
12	Montaje de (1) motor eléctrico, (1) reductor de velocidad, bandas de transmisión y guarda. Suministrada por el Ingenio.																		
13	Alineación de poleas y verificación de tensión de bandas.																		
14	Prueba de equipo en vacío.																		

Imagen 4.1. Gráfica de Gantt, elaboración propia.

4.1.4 Proceso de reemplazo del conductor helicoidal.



Imagen 4.2. Conductor helicoidal a cambiar.

Fotografía del conductor helicoidal actual



Imagen 4.3. Desensamble.

Después de tomar medidas y anotaciones sobre el funcionamiento actual se procede a realizar el desensamble y las maniobras necesarias para desmontar el conductor antiguo.



Imagen 4.4. Desplazamiento.

Después de desensamblar el gusano (tornillo sin fin)

Se desplaza por pasillos angostos



Imagen 4.5. Traslado de tornillo, por el personal.

La mejor manera para poder transportar los segmentos del conductor antiguo fue con la ayuda de al menos 6-8 personas.



Imagen 4.6. Tornillo sin fin a nivel cero.

Los segmentos del tornillo sin fin, después de bajarlos a nivel cero.



Imagen 4.7. Seccionamiento de artesas.

Después se continúa desarmando y seccionando las artesas del conductor para poder bajarlas y trasportarlas de manera similar, como lo que se mostró en el procedimiento anterior.



Imagen 4.8. Desmantelamiento.

Se continúa desmantelando el conductor helicoidal antiguo.



Imagen 4.9. Partes de antiguo conductor.

Terminando de bajar todas las partes del antiguo conductor para poder trasportarlas al área de chatarra.

Conductor helicoidal nuevo:



Imagen 4.10. Nuevo conductor helicoidal.

Este es el nuevo conductor, se debe transportar de su lugar de almacenamiento hasta el área donde se montará para instalarlo.



Imagen 4.11. Maniobra con grúa viajera.

Con ayuda de una grúa viajera se realiza la maniobra para subirlo a un vehículo y así se facilita la tarea de transporte (se traslada por 400 metros aprox.)



Imagen 4.12. Elevación en dos niveles.

Una vez que se acerca lo más posible se debe de acercar y elevarlo 2 niveles, esto con ayuda de una grúa viajera de 15 toneladas.



Imagen 4.13. Transporte a lugar final.

Se empieza a transportar igual que el antiguo transportador, haciendo el mismo procedimiento para cada parte del tornillo.



Imagen 4.14. Elevación de la primera sección de conductor.

Una vez asegurado, se subirá la primera sección del conductor.

Es muy importante colocar a nivel la primera pieza, para poder garantizar un correcto funcionamiento del equipo.



Imagen 4.15. Segunda sección de artesas del conductor.

Se continúan haciendo maniobras para proseguir con el ensamble de piezas.

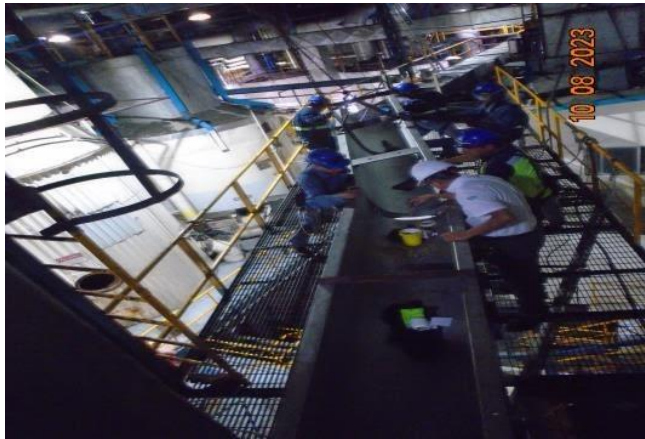


Imagen 4.16. Colocación de las partes, con supervisión.

Se puede observar la labor que lleva colocar cada una de las partes que componen el conductor, con la supervisión de personal interno.



Imagen 4.17. Ensamble de las piezas.

Se continuaron ensamblando las piezas, siempre cuidando que las piezas fueran quedando niveladas.



Imagen 4.18. Instalación de puentes intermedios con buje.

Instalando los puentes intermedios con buje (Sirven para dar soporte, además están diseñados para que tengan una obstrucción mínima en el flujo de materiales).



Imagen 4.19. Inspección de las piezas.

Una vez terminado de instalar todas las piezas, se realiza una inspección de tallada con personal interno del ingenio “San Nicolás” donde se verifica que el equipo cuente con los niveles y medidas requeridas.



Imagen 4.20. Prueba con nivel digital y láser.

Evidencia de la prueba que se realizó con un nivel digital y láser demostrando que el conductor helicoidal quedo a nivel perfectamente horizontal sin ningún tipo de inclinación.



En estas dos últimas imágenes se aprecia el conductor helicoidal ya terminado justo después de haber probado el funcionamiento del equipo en vacío.

Actividad	Número de trabajadores involucrados	Tiempo de realización (días)	Material
Desensamble.	5	7	Equipo de oxicorte Planta de soldar Esmeriladora.
Desplazamiento.	9	1	Guantes, diferenciales y grúa.
Seccionamiento de artesas .	6	2	Equipo de oxicorte y diferenciales.
Bajar las Partes del conductor antiguo a nivel cero.	6	1	Grúa viajera y tortugas.
Transporte del nuevo conductor.	8	2	Grúa viajera, llaves, diferenciales y vehículo de carga.
Elevación de artesas.	8	2	Grúa viajera y eslingas.
Transporte alugar final.	9-12	1	Todo este recorrido se realiza con la fuerza y ayuda del personal.
Elevación y colocación final.	6	1	Eslingas, diferencial, nivel de gota y digital.
Ensamble y nivelado.	4	1.5	Nivel de gota y digital, llaves y tornillería.
Instalación de puentes intermedios.	3	1	Nivel de gota escuadras y llaves Allen.
Inspección de piezas.	3	1	Nivel óptico y nivel laser.
Evidencia de alineación y nivel.	2	1	Nivel digital e inclinómetro.

CAPITULO V. RESULTADOS

5.1. Beneficios del reemplazo de conductor helicoidal

Eficiencia en el transporte: Los conductores helicoidales están diseñados para facilitar el transporte eficiente de materiales a granel como lo es el azúcar (Refinada y mascabado). La disposición helicoidal permite un movimiento suave y continuo del material a lo largo del transportador, reduciendo la posibilidad de obstrucciones y facilitando la descarga controlada.

Menos pérdida de material: al ser un conductor helicoidal estándar se minimiza la pérdida de producto durante el transporte. La estructura helicoidal ayuda a contener y guiar el azúcar a lo largo del transportador, evitando derrames y reduciendo la cantidad de material perdido durante el proceso.

Versatilidad: Los conductores helicoidales son versátiles y pueden adaptarse a diferentes configuraciones y requisitos de transporte. Esto los hace adecuados para una variedad de industrias y aplicaciones, incluido el transporte de azúcar.

Mantenimiento más sencillo: En comparación con otros sistemas de transporte, los conductores helicoidales pueden ser más fáciles de mantener. La disposición simple de la hélice y la estructura del transportador facilita la inspección y el mantenimiento, lo que se traduce en un menor tiempo de inactividad y costos .

Menor riesgo de contaminación: Los conductores helicoidales bien diseñados pueden reducir el riesgo de contaminación cruzada entre lotes de material transportado. Esto es especialmente importante en la industria alimentaria, donde la contaminación puede tener consecuencias graves para la calidad y la seguridad del producto.

Ahorro de energía: Algunos diseños de conductores helicoidales están optimizados para minimizar la fricción y mejorar la eficiencia energética. Esto puede traducirse en un ahorro de costos a largo plazo, especialmente en aplicaciones donde se requiere un transporte continuo a largas distancias.

5.2. Planes de mantenimiento

Realizar inspecciones visuales periódicas: Es importante realizar inspecciones visuales regulares para verificar posibles desgastes, corrosión o daños en la superficie del conductor helicoidal. Se deben examinar minuciosamente todas las partes del conductor, prestando especial atención a las áreas de mayor fricción o tensión.

Utilizar herramientas de medición: Además de la inspección visual, se pueden utilizar herramientas de medición, como calibradores o micrómetros, para verificar las dimensiones del conductor helicoidal y asegurarse de que se encuentre dentro de las tolerancias aceptables.

Documentar los hallazgos: Es necesario documentar detalladamente cualquier irregularidad encontrada durante la inspección, incluyendo su ubicación y la naturaleza del problema. Se deben tomar fotografías de las irregularidades encontradas y registrarlas en un informe detallado.

Realizar la limpieza del conductor helicoidal: Para mantener el conductor helicoidal en óptimas condiciones, se deben seguir los pasos adecuados para limpiarlo. Se recomienda aplicar un solvente adecuado en la superficie del conductor, utilizar un cepillo de alambre para limpiar la superficie y verificar que la superficie esté completamente limpia.

Aplicar lubricante especializado: Para reducir la fricción y proteger contra el desgaste, se debe aplicar un lubricante especializado en el conductor helicoidal. Es importante seleccionar un lubricante de base sintética de alta calidad que cumpla con las características necesarias. Antes de la aplicación, se debe limpiar adecuadamente el conductor helicoidal y luego aplicar el lubricante de manera uniforme sobre toda la superficie.

Establecer un programa de mantenimiento regular: Es fundamental establecer un programa de mantenimiento regular para el conductor helicoidal, incluyendo la aplicación periódica del lubricante. La frecuencia de aplicación dependerá del uso y las condiciones de funcionamiento del conductor helicoidal, pero se recomienda realizar la lubricación al menos una vez al mes.

Realizar acciones de mantenimiento necesarias: Si durante las inspecciones se detectan partes dañadas o desgastadas, es importante realizar su reemplazo de inmediato. Además,

se deben realizar ajustes y calibraciones según sea necesario para garantizar un funcionamiento óptimo del conductor helicoidal.

Llevar un registro detallado: Es fundamental llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el conductor helicoidal, incluyendo las inspecciones, limpiezas, aplicaciones de lubricante y cualquier intervención adicional. Este registro facilitará el seguimiento y la planificación futura del mantenimiento.

Al llevar un plan de mantenimiento adecuado para un conductor helicoidal se garantiza su óptimo funcionamiento y prolonga su vida útil.

CONCLUSIONES

La integración del conductor helicoidal ha resultado ser una solución altamente efectiva para abordar los desafíos de transporte de azúcar refinada. Los objetivos establecidos, centrados en la optimización del proceso de transporte, el aumento de la eficiencia operativa y la garantía de la seguridad del producto, han sido alcanzados satisfactoriamente durante la ejecución de este proyecto.

En un primer plano, la introducción del conductor helicoidal ha marcado un avance sustancial en el procedimiento de transporte de la azúcar refinada. Su diseño en espiral ha permitido un movimiento fluido del material, reduciendo de manera considerable los tiempos asociados a la carga y descarga y, en consecuencia, mejorando la eficiencia logística de manera general.

El aumento de la eficiencia y calidad del proceso de transporte se ha manifestado claramente con la implementación del conductor helicoidal. La disposición helicoidal ha garantizado una distribución uniforme del material, minimizando los problemas de segregación y asegurando una consistencia notable en la calidad del producto transportado. Este mejoramiento directo en la calidad repercute en un producto final más uniforme y de calidad superior.

La seguridad en el transporte del producto ha sido un foco central en la implementación del conductor helicoidal. La disposición controlada del material ha reducido de forma significativa los riesgos asociados a derrames y contaminación. Asimismo, la robusta estructura del conductor helicoidal asegura la estabilidad durante el transporte, disminuyendo de manera efectiva las posibilidades de daños al producto.

En resumen, la implementación exitosa del conductor helicoidal ha cumplido de manera eficaz con los objetivos previamente establecidos para mejorar el transporte de azúcar refinada. Esta solución no solo ha superado las expectativas operativas, sino que también sienta las bases para futuras mejoras en la cadena de suministro de productos afines, representando un paso significativo en la eficiencia y seguridad del transporte de mercancías.

BIBLIOGRAFÍA

Bega helicoidales (2022). Tipos de Transportadores Helicoidales de Tornillo, Usos y Aplicaciones. <https://www.begahelicoidales.com/tipos-transportadores-helicoidales>

Domino Comercio. (2022). *Ingenio San Nicolás, S.A de C.V.*
<https://www.dominocomercio.com/refineria-isn>

Google Maps. (s.f.). [Dirección de Ingenio San Nicolás]. Recuperado el 21 de marzo de 2024, de <https://maps.app.goo.gl/YJFkoh9qTPwENdZ88>

Google Maps. (s.f.). [Dirección de Soluciones de Ingeniería OL, S.A. de C.V.]. Recuperado el 19 de diciembre de 2024, de <https://maps.app.goo.gl/c9GFECtNyNgeaq7w8>

Huang, R. (2019, 3 mayo). Stainless steel 300-series: Comparing 304, 316 and 316L. High Purity Systems, Inc. <https://www.highpurity.com/stainless-steel-300-series-comparing-304-316-and-316l/>

Ingemecanica (s. f.). *Cálculo de Transportadores de Tornillo Sin Fin.*
<https://www.ingemecanica.com/tutoriales/calculo-de-transportadores-de-tornillo-sin-fin.html>

Integrinox Monterrey. (s.f.) Acero Inoxidable AISI 316L (Low Carbon)
<https://www.integrinox.com/tipos-de-acero/aisi316L.php>

Pérez, A. (2021) ¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?. OBS Business school.
<https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>

Ramos-Galarza, C. (2020) Los alcances de una investigación. CienciAmérica (2020) Vol. 9 (3). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>.

Silva, Gilbert & Rodrigues, Márcia & Triches, Eliandra & Cardoso, Katia. (2013). Preparation and Characterization of Stainless Steel 316L/HA Biocomposite. Materials Research. 16.

https://www.researchgate.net/publication/262512785_Preparation_and_Characterization_of_Stainless_Steel_316LHA_Biocomposite

SSAVER. (2023). CURSO-VIRTUAL: “HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE SALUD”.

<https://www.ssaver.gob.mx/ccs/wp-content/uploads/sites/35/2023/03/5.-GRAFICA-DE-GANTT.pdf>

Stainless France. (2023, 29 marzo). El grado 1.4404 o 316L - Acero Inoxidable Austenítico |

Stainless France. <https://www.stainless.eu/es/productos/aceros-inoxidables/316l/>

Universitat Politècnica de Catalunya. (s. f.). Propiedades del acero inoxidable.

BarcelonaTech. Recuperado 1 de febrero de 2025, P. de 5 a 15.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3319/55868-4.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

NOSOTROS – Grupo Olvera. (2021). <https://grupo-olsa.mx/nosotros/>