



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

**SISTEMA DE TRANSPORTE DE ÁRIDOS  
DESDE TOLVA DE ALIMENTACIÓN  
HASTA MÁQUINA CRIBADORA,  
INCLUYENDO DOS TRAMOS DE  
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL Y  
UNO DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL**

---

**DOCUMENTO N°1 – MEMORIA  
DESCRIPTIVA**

Titulación: Grado en Ingeniería  
Intensificación: Mecánica  
Alumno/a: Javier Espín Ballesta  
Director/a/s: Miguel Lucas Rodríguez

Cartagena, 30 de septiembre de 2014



### **1.- ANTECEDENTES**

A petición del departamento de ingeniería mecánica la Universidad Politécnica de Cartagena y como propuesta de proyecto fin de carrera para la obtención del grado en ingeniería mecánica, se procede a la redacción del presente proyecto por el alumno Javier Espín Ballesta, para el diseño de un sistema de transporte de áridos desde tolva de alimentación hasta maquina cribadora, incluyendo dos tramos de desplazamiento horizontal y uno de desplazamiento vertical, siendo su tutor, el profesor de la U.P.C.T. Don Miguel Lucas Rodríguez.

### **2.- OBJETO**

El presente proyecto tiene por objeto la dimensionalización de la máquina citada en el apartado anterior, con los correspondientes cálculos de sus elementos y el cálculo de la estructura que lo soporta. Estos cálculos se realizan en base a la legislación vigente, teniendo en cuenta las normas de seguridad así como de la solicitud a los organismos competentes de la autorización de las instalaciones proyectadas.

### **3.- REGLAMENTACIÓN INDUSTRIAL APLICADA**

Las leyes, reglamentos, normas y ordenanzas que a continuación se citan han sido utilizadas para llevar a cabo el cálculo y desarrollo del presente proyecto:

- Norma UNE 58203:1975 : Aparatos de manutención continua. Reglas generales relativas a los aparatos para graneles sólidos o cargas aisladas.
- Norma UNE 58205:1971 : Aparatos de manutención continua. Reglas de seguridad particulares de los aparatos para la distribución y el transporte por tornillo sin fin.
- Norma UNE 58207:1989 : Aparatos de manutención continua para productos a granel. Transportadores de tornillo sin fin.
- Norma UNE 58211:1985 : Aparatos de manutención continua. Código de seguridad. Reglas generales.
- Norma UNE 58214:2000 : Aparatos móviles de manutención continua para productos a granel. Reglas para el cálculo de estructuras de acero.
- Norma UNE 58217:1986 : Aparatos de manutención continua. Código de seguridad. Reglas particulares.



- Norma UNE 58224:1988 : Aparatos de manutención continua para graneles. Transportadores de tornillo sin fin. Reglas para el diseño de los accionamientos.
- Reglamento de seguridad en máquinas (RSM)
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales

#### **4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

Los datos de partida son:

- El caudal; transportar 5 toneladas por jornada de trabajo. Esto se reduce a 625 kilogramos por hora, debido a que en la fábrica donde se va a realizar la instalación tienen jornadas de trabajo de 8 horas. Esto se traduce a un caudal volumétrico de  $0.6 \text{ m}^3$  por hora.
- El material a transportar: sales de baño. Éstas tienen una densidad cercana al agua de unos  $1100 \text{ Kg/m}^3$ , y al ser un fluido no newtoniano da la posibilidad de poder desplazarlo con tornillos sin fin, siempre que la velocidad angular del eje del tornillo no sea demasiado elevada.
- Tramos que se deben desplazar, sus longitudes y pendientes: El presente proyecto tendrá el requerimiento de tener tres tramos de transporte de material. El primer tramo ha de tener una longitud de seis metros en el plano horizontal y recibe el material a transportar por la tolva de alimentación; el segundo de tres metros pero de manera vertical, estará colocado con un ángulo de  $80^\circ$  respecto a la horizontal, para conseguir un mayor rendimiento; por último, el tercer tramo será perpendicular al primero en el plano horizontal, con una longitud de tres metros, y transportará el árido hasta la máquina cribadora la cual separa el árido dependiendo de su estado y tamaños.

Dentro de los sistemas de transporte de áridos existen diferentes tipos como son:

- Cintas transportadoras con elevadores de canchales.
- Sistemas de transporte neumático.
- Transporte de áridos mediante lechos fluidos.
- Tornillos sin fin.

Según los datos comentados de partida, se ha visto recomendable el uso de tornillos sin fin por una serie de razones:

- Es más barato que los demás, comparado con el sistema neumático y de lechos fluidos, que requieren más instalaciones que las necesarias para un tornillo sin fin, lo que repercute en el precio de manera importante.



- Es un sistema altamente eficiente, y para los requerimientos de caudal del proyecto funcionará perfectamente.
- Tienen una vida útil muy larga, y al ser un sistema sencillo, no necesita aparatos o piezas susceptibles al fallo un determinado número de horas de funcionamiento.
- Requieren poco mantenimiento.
- Soporta altas temperaturas debido a su fabricación, casi 100% de acero.
- Fácil instalación.
- Requiere soportes y apoyos simples.
- Son compactos.
- Funcionamiento silencioso.

Cada tramo será realizado por un tornillo sin fin, con motores independientes de 0.09KW. Dichos motores estarán anclados directamente mediante tornillos de acero a la estructura metálica. Los motores tendrán una reductora acoplada para garantizar la velocidad proyectada.

La potencia del motor-reductor será transmitida al eje del tornillo sin fin mediante un acoplamiento elástico que garantizará un alineamiento preciso del eje del tornillo y el eje del motor-reductor.

Los tornillos sin fin, las hélices y las carcasas de los mismos, serán fabricados mediante acero inoxidable AISI 304, para evitar la posible corrosión generada por las sales de baño.

La estructura metálica que soportará a toda la instalación será de acero al carbono imprimado y pintado AISI 1020.

La forma de transferencia del material entre los tornillos será mediante la fuerza de la gravedad, pasando a través de unas pequeñas tolvas de salida y entrada que permanecerán prácticamente unidas para evitar la posible pérdida de material.

La instalación dispondrá de las medidas de seguridad exigidas por ley y otras recomendadas por el proyectista.

Cada eje estará soportado por rodamientos de bolas y de rodillos cilíndricos. Estos rodamientos tendrán limitado su movimiento en dirección al eje por unas arandelas y por el conformado del propio eje. En el eje del primer tramo, debido a su longitud, se colocará un rodamiento de rodillos cilíndricos en mitad del mismo, el rodamiento será soportado por una pieza de acero la cual estará atornillada a la carcasa. Para poder montar ese rodamiento intermedio se proyectará la carcasa del primer tramo en dos partes. El eje se proyectará hueco para reducir al máximo los esfuerzos debidos al peso que ha de soportar la estructura, y a la vez reducirá su coste.

La carcasa tendrá forma redonda en toda su longitud, y las tapaderas de las mismas se cerrarán mediante rosca y un tornillo prisionero que garantizará su sujeción.



La estructura se conformará de perfiles de acero en forma cuadrada hueca, estos estarán unidos a una peana mediante soldadura y cuya peana se atornillará al suelo. El extremo superior de la estructura se enfundará en una orejeta de acero inoxidable la cual estará soldada mediante soldadura TIG a la carcasa.

### **5.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

El diseño objeto del presente proyecto se ubicará en una actuación industrial de fabricación de sales de baño, en la cual se procederá a su empaquetado y posterior distribución.

La nave en proyecto se construirá en la Manzana N°26 de la etapa I Parcela N°26 del Polígono Industrial “Los Camachos” de Cartagena. Esta parcela, está situada en la Calle Barrio de dicho polígono.

En los planos N°1 y N°2 se muestra perfectamente la situación y el emplazamiento de dicha parcela.

### **6.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

El diseño del tornillo sin fin se proyectará con acero inoxidable, esto comprende: el eje del tornillo, el helicoides, el tubo de alojamiento del tornillo con forma circular, y las tolvas de entrada y salida del mismo. Específicamente será acero AISI 304 cuya densidad es de  $7930 \text{Kg/m}^3$ .

La estructura que lo soporta será proyectada de acero al carbono AISI 1020 de densidad de  $7872 \text{Kg/m}^3$ .

El resto de componentes de la instalación serán del material recomendado por los fabricantes de los mismos.

### **7.- UNIONES SOLDADAS**

Todas las uniones que se han diseñado en la estructura y el tornillo sin fin se realizarán mediante soldadura

La estructura de acero al carbono se unirá mediante soldeo eléctrico manual, por arco descubierto, con electrodos fusibles revestidos mediante soldadura a tope.

Los componentes de los tornillos sin fin se unirán mediante soldadura TIG, mediante soldeo manual, por arco protegido bajo atmósfera gaseosa con un electrodo refractario de tungsteno no consumible, mediante soldadura a tope y sin metal de aportación.



## **8.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Para evitar condiciones inseguras, se debe seguir estrictamente las siguientes observaciones:

- Un tornillo sin fin nunca debe ser puesto en marcha a no ser que la carcasa del tornillo sin fin evite poder acceder a cualquier elemento en movimiento. Todas las protecciones, carcasas, barandillas o rejillas deberán estar en su lugar. Los sistemas de transmisión de potencia, ejes o rodamientos deberán ser de imposible acceso durante el funcionamiento. Si el tornillo sin fin se abriese para inspeccionarlo, limpiarlo u observarlo, el motor deberá permanecer sin electricidad, con el fin de no poder ser encendido por cualquier otra persona. Únicamente se procederá a su encendido cuando todas las protecciones de seguridad estén cerradas.
- Las protecciones, rejillas, barandillas, y partes de la carcasa serán las necesarias para prevenir a cualquier persona que pueda manipular, alcanzar o caerse dentro del tornillo sin fin, lo cual podría causar serias lesiones.
- Si el tornillo sin fin debiese permanecer abierto para su funcionamiento, deberá permanecer custodiado por una barandilla, una cerca o reja de seguridad robusta.
- Se construirán las aberturas de alimentación, cargador frontal u otro equipo mecánico de tal de manera que el transportador este cubierto por una rejilla resistente. Si la naturaleza del material es tal que no se pueda utilizar dicha rejilla, la sección expuesta del tornillo sin fin debe disponer de una barandilla y se advertirá el riesgo con carteles.
- Prever accidentes colocando carteles en los sitios con mayores riesgos.
- No colocar las manos o pies en cualquier apertura del tornillo sin fin para evitar ser capturados entre el tornillo o las hélices.
- No andar sobre el tornillo sin fin, motor, o reductora para evitar caer dentro o sobre él.
- Si el material se apelmaza o atora, no lo empuje con un palo o barra para desobstruirlo, puesto que podría ser golpeado por el mismo al liberarse el tornillo.
- No sobrecargar el tornillo sin fin, ni usarlo para cualquier cosa que no sea para lo que está proyectado.



- Realizar un buen uso y mantenimiento del tornillo sin fin.

### **9.- FORMA DE PAGO DE LAS OBRAS REALIZADAS**

La forma de pago y las responsabilidades legales de cada una de las partes será la acordada según lo establecido en el pliego de condiciones.

### **10.- JUSTIFICACIÓN DE LOS PRECIOS ADOPTADOS**

Los precios que se han tomado para la realización del Documento n° 4: PRESUPUESTO, se han obtenido mediante los fabricantes de cada elemento del conjunto de la instalación. La justificación de precios de este proyecto se basa en el banco de precios facilitado por el departamento de vialidad del Ayuntamiento de Cartagena, el cual, está elaborado con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales de mercado comúnmente aceptado.

### **11.- GARANTÍAS**

- Las garantías de la instalación serán las siguientes:
  - Para el tornillo sin fin y sus componentes la garantía cubrirá 5 años desde su colocación y puesta en funcionamiento.
  - Para la estructura metálica, se ofrecerá una garantía de 5 años de igual manera a la anterior.

### **12.- PRESUPUESTO**

#### **RESUMEN DEL PRESUPUESTO:**

El resumen del presupuesto del presente proyecto se desglosa según lo visto en las siguientes partidas:

Capítulo 1: Estructuras	986.32€
Capítulo 2: Tornillería	116.54€
Capítulo 3: Elementos suministrados	1218€
Capítulo 4: Parte eléctrica	32.6€
Capítulo 5: Mano de obra	2264€
TOTAL:	4617.46€



Asciende el presupuesto de ejecución material del presente proyecto a la cantidad de: Cuatro mil seiscientos diecisiete euros con cuarenta y seis céntimos. (4617.46€)

- Presupuesto de ejecución material: 4617.46€
- 6% de beneficio industrial : 277.04€
- Asciende el presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto a la cantidad de: Cuatro mil ochocientos noventa y cuatro euros con cincuenta céntimos. (4894.50€)

### **13.- AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradecer a mi tutor Miguel Lucas Rodríguez por su ayuda y buena disposición, sin el cual no hubiera sido posible.

Agradecer a mi novia Sara por aguantarme este mes tan ajetreado.

Mostrar mi infinita gratitud hacia mi padre, mi madre y mi hermano a los cuales no únicamente les debo la vida sino también todo lo demás, y su capacidad de aguante durante estos años de carrera.

Felicidad, que bonito nombre tienes...

### **14.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO**

Los documentos que integran este proyecto son los siguientes:

- Documento nº1: Memoria Descriptiva.
  - Anejo I: Cálculos Justificativos.
- Documento nº 2: Planos.
- Documento nº 3: Pliego de Condiciones.
- Documento nº 4: Presupuesto.





### **15.-BIBLIOGRAFIA**

Libro Transporte y almacenamiento de materias primas en la industria básica, biblioteca UPCT.

Normativa mencionada anteriormente.

Libro de Diseño en ingeniería mecánica de Shigley

Libro de elasticidad y resistencia de materiales, de la UPCT

[www.motores-eléctricos.es](http://www.motores-eléctricos.es)

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

[www.fag.de](http://www.fag.de)

<http://ebasee.spanish.globalmarket.com/>

### **16.- CONCLUSIÓN A LA MEMORIA**

Estimando que para la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las prescripciones de la legislación vigente y que de acuerdo con ellas se han cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregadas por el departamento de ingeniería mecánica de la universidad politécnica de Cartagena, se somete a la aprobación por los organismos oficiales dándolo por terminado en Cartagena a 30/09/2014

El graduado en ingeniería industrial:

Javier Espín Ballesta