



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**  
**DE INGENIERO INDUSTRIAL, MENCIÓN MANTENIMIENTO**

**TÍTULO DEL PROYECTO**

**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ACCIONAMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE UN PUENTE ABATIBLE  
QUE UNE LA ZONA ECOLÓGICA SOBRE EL ESTERO BELÍN DE LA  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**Autor:**

**Jaramillo Reyes Juan Pablo**

**Milagro, Agosto 2012**

**Ecuador**

## **ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de TUTOR de proyecto de investigación, nombrado por el consejo Directivo de La Unidad de Ciencias de la Ingeniería de La Universidad Estatal de Milagro.

Hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por el señor Juan Jaramillo Reyes, para optar al título de Ingeniero Industrial mención Mantenimiento y que acepto tutoriar al estudiante, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Milagro, a los 18 días del mes de Julio del 2012

---

Ing. Víctor Gallino

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Por medio de la presente declaramos ante el Consejo Directivo de la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título o Grado de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los 18 días del mes de Julio de 2012

Juan Jaramillo Reyes.

---

CI: 0921006581

## CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL, MENCIÓN MANTENIMIENTO, otorga al presente proyecto de investigación las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTÍFICA	[ ]
DEFENSA ORAL	[ ]
TOTAL	[ ]
EQUIVALENTE	[ ]

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

PROFESOR DELEGADO

---

PROFESOR SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a las personas que más amo en este mundo como son mis pequeños hijos Joan y Michael, quienes durante mi época de estudio tuvieron que sentir mi ausencia y sé que cuando sean grandes lo comprenderán.

A mi esposa, por compartir todo este tiempo a mi lado.

A mi madre que estuvo brindándome su apoyo incondicional.

Juan Jaramillo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por cuanto es el que nos da la vida las fuerzas, la inteligencia y mediante su bondad nos permitió seguir adelante en este ascenso para alcanzar con éxito la meta.

De igual manera a la noble institución educativa “UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO” sumados a su excelentísimo cuerpo docente que hicieron de nosotros personas de buen proceder con la capacidad y criterio para comprometernos con cada una de nuestras acciones y manteniendo siempre nuestro espíritu de nobleza actuar con actitud positiva siempre con ética.

Así mismo acentúo mi agradecimiento a quien fue nuestro guía esencial en el desarrollo y culminación de este proyecto al mostrarse con una gran voluntad y predisposición. Ing. Víctor Gallino.

Juan Jaramillo

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Máster

Jaime Orozco Hernández

---

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Tercer Nivel, cuyo tema fue “Análisis, Diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible que une la zona ecológica sobre el estero Belín de la Universidad Estatal de Milagro” y que corresponde a la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería.

Milagro, 18 de Julio del 2012

Juan Jaramillo Reyes

---

CI: 0921006581

## INDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Justificación.....	4
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>5</b>
2.1 Marco Teórico.....	5
2.2 Marco Conceptual.....	27
2.3 Hipótesis y variables.....	35
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>39</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	39
3.2 Los métodos y las técnicas.....	40

## **CAPITULO IV**

<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1 Análisis de la situación actual.....	41
4.2 Análisis comparativo, evolución, tendencia, y perspectiva.....	47
4.3 Resultados.....	50
4.4 Verificación de la hipótesis.....	52

## **CAPITULO V**

5.1 Tema.....	53
5.2 Fundamentación.....	53
5.3 Justificación.....	54
5.4 Objetivos.....	54
5.5 Ubicación.....	55
5.6 Factibilidad.....	56
5.7 Descripción de la propuesta.....	56

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
--------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
-----------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>84</b>
--------------------------	-----------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>
--------------------	-----------

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	
Operacionalización de las variables.....	38
Cuadro 2:	
Factores para cadenas de rodillos.....	64
Cuadro 3:	
Análisis de costos de la obra civil.....	77
Cuadro 4:	
Análisis de costos de estructura.....	77
Cuadro 5:	
Análisis de costo del sistema de elevación.....	78
Cuadro 6:	
Cronograma de actividades.....	80

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	
Puente de arco .....	.6
Figura 2:	
Puente colgante.....	.7
Figura 3:	
Puente atirantado.....	.8
Figura 4:	
Longitud de la carga a levantar.....	20
Figura 5:	
Ancho de la carga a levantar.....	20
Figura 6:	
Diagrama del cuerpo libre del puente en modo estático.....	22
Figura 7:	
Diagrama del cuerpo libre del puente en modo abatible .....	23
Figura 8:	
Estado de la carga y arriostamiento de la estructura metálica.....	25
Figura 9:	
Esfuerzo máximo producido en estructura del puente peatonal .....	26

Figura 10:	
Deflexión máxima producida en estructura del puente peatonal.....	27
Figura 11:	
Resultado de las entrevistas de los tipos de accionamiento.....	41
Figura 12:	
Análisis para seleccionar el sistema de accionamiento adecuado.....	42
Figura 13:	
Resultado del sistema de accionamiento recomendado.....	43
Figura 14:	
Ventajas y desventajas del sistema electromecánico.....	43
Figura 15:	
Resultado de la entrevista para evitar el desgaste de los elementos.....	44
Figura 16:	
Riesgos de desgaste entre las partes que conforman el sistema.....	44
Figura 17:	
Ventajas de los contrapesos en el sistema electromecánico.....	45
Figura 18:	
Ubicación geográfica de la universidad estatal de milagro.....	55
Figura 19:	
Vista satelital de la universidad estatal de milagro.....	55
Figura 20:	
Vista en isométrica del puente peatonal levadizo.....	56

Figura 21:	
Vista en elevación del puente peatonal levadizo.....	57
Figura 22:	
Vista en planta del puente peatonal levadizo.....	57
Figura 23:	
Vista en isométrica del puente peatonal estático.....	58
Figura 24:	
Vista en elevación del puente peatonal estático .....	58
Figura 25:	
Vista en planta del puente peatonal estático.....	58
Figura 27:	
Diagrama de cuerpo libre del puente peatonal.....	60
Figura 28:	
Diseño de la fuerza ejercida sobre el tambor arrollador.....	61
Figura 29:	
Circuito de control del puente levadizo.....	65
Figura 30:	
Circuito de fuerza del puente levadizo.....	65
Figura 31:	
Procedimiento del cambio de aceite del reductor.....	71

Figura 32:	
Procedimiento del desensamble del reductor.....	71
Figura 33:	
Vista en corte del reductor.....	72
Figura 34:	
Comprobación normal del tensado de cadena.....	74

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se diseñó un puente de estructura metálica con bases de hormigón para cubrir la necesidad de la UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO de enlazar la ribera del estero de Belín y dar acceso a un área del campus que a futuro formara parte activa de la universidad. En la primera parte de esta tesis se realizó un análisis dinámico de fuerzas en el puente y luego el diseño del sistema de elevación, después se procedió a la construcción y montaje de uno de ellos, el puente construido ha sido diseñado para ser un puente levadizo, esto con fines didácticos. Finalmente, en el presente trabajo se elaboró un manual de operación, inspección y mantenimiento del puente, el cual servirá para alargar la vida útil del mismo.

Palabras claves: estructura metálica, hormigón, sistema de elevación, manual de Operación.

## **INTRODUCCIÓN**

La tesis desarrolla Análisis, Diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible que une la zona ecológica sobre el estero Belín de la Universidad Estatal de Milagro por lo que se ha considerado que esta implementación le permite al puente peatonal sea levadizo, por lo cual su diseño técnico le permite realzar la zona ecológica ubicada dentro del predio universitario.

Es por eso que el trabajo final de graduación está orientado a brindar la solución a la población de la Universidad Estatal de Milagro que requiere de un puente peatonal con un sistema de accionamiento electromecánico para realizar sus actividades en los alrededores del campus, dichos trabajos no pueden realizarse debido al estero de río llamado de Belín que atraviesa el predio universitario.

## **CAPÍTULO I EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1 Problematización**

La Universidad Estatal De Milagro dentro la sinergia existente a nivel mundial en lo referente a la gestión ambiental, ha querido por nuestro intermedio limitar el acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica ubicada dentro de los predios de la Universidad estatal de Milagro cantón Milagro en los mismos se encuentran áreas verdes donde existen un estero (BELIN) y un islote.

#### **1.1.2 Delimitación del problema**

El análisis, diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánica está dirigido a la excelencia académica de la Universidad Estatal de Milagro, Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería. Debido a que este sistema ayudará a limitar y preservar las áreas verdes de la zona ecológica ubicada dentro de los predios de la universidad estatal de milagro.

#### **1.1.3 Formulación del problema**

¿Qué factores originan en la limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica de la Universidad estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas?

La necesidad para limitar el acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica a llevado a los estudiantes de la universidad estatal de

milagro a interesarse en los estudios técnicos apropiados para el control y cuidado de la naturaleza comprendiendo que los estudios e implementaciones electromecánicas aparte de ayudar a la división tecnología ayuda también al buen manejo y cuidado de la naturaleza, incluyendo los estudios técnicos apropiados.

#### **1.1.4 Sistematización del problema**

Para explicar éste proceso iniciamos con la formulación de preguntas, las cuales deberán describir el problema a investigar y el desarrollo de la investigación responderá las preguntas, cuyas respuestas o soluciones, contribuirá con la ejecución del proyecto.

Las preguntas se detallan a continuación:

- Ø ¿Cómo influyen el flujo de los visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro en la falta de seguridad en la zona ecológica para los visitantes?
- Ø ¿Cuál de los procedimientos tiene mayor incidencia para la falta de confiabilidad en la operación del puente peatonal abatible metálico con la inexistencia de medidas de seguridad para el accionamiento electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro?
- Ø ¿Qué factores originan la inexistencia de un manual de mantenimiento para la reducción de la vida útil del sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible metálico ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro?

#### **1.1.5 Determinación del tema**

En muchos parques ecológicos de distintos lugares no tienen el cuidado necesario para poderlos preservar, es por ello que esta tesis de análisis, diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico está orientado para la limitación y preservación de la

zona ecológica dentro universidad estatal de milagro, siendo este sistema el más apropiado para un puente peatonal que une a la comunidad universitaria con la zona ecológica.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Identificar los factores que originan la limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica de la Universidad estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Ø Determinar el nivel de flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro y la seguridad en la zona ecológica.
- Ø Determinar los procedimientos que tienen mayor incidencia para la falta de confiabilidad en la operación del puente peatonal.
- Ø Identificar los factores que originan la inexistencia de un manual de mantenimiento para el sistema de accionamiento electromecánico.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1 Justificación de la investigación**

El diseño de este proyecto permite regularizar el flujo de personas de aproximadamente 3,500 estudiantes hacia la zona ecológica a través de un puente peatonal aplicando seguridad para el puente y la preservación de las áreas verdes. Concientizando el cuidado de la naturaleza, aplicación de los conocimientos adquiridos en todo el pensum académico y el desarrollo general para la universidad estatal de milagro.

## **CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1 Antecedentes históricos**

La Universidad Estatal de Milagro desde sus inicios de creación siempre ha contado con árboles y especies nativas en los alrededores de ella.

Entre los años 2006 y 2007 la administración de la Universidad Estatal De Milagro ha ido incrementando sus áreas verdes incursionando en lo ambiental con relación a la naturaleza, sembrando plantaciones, que realzan la iniciativa del cuidado ambiental en la universidad.

Por lo que se formó una zona ecológica dentro de los predios universitarios y en mismo existe un puente peatonal y para lo cual surgió la necesidad de limitar el acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica para mantener y cuidar las plantaciones sembradas dentro de la universidad estatal de milagro.

#### **2.1.2 Antecedentes referenciales**

##### **2.1.2.1 Tipos de Accionamiento en Puentes**

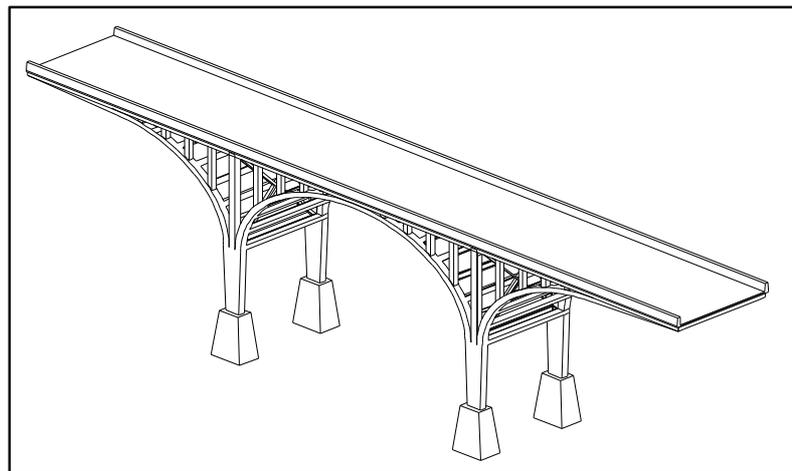
Existen varios tipos de accionamientos principales en puentes los cuales son: puentes vigas, en ménsulas, en arco, colgante, atirantados y apuntados. El resto de tipos son derivados de estos.

**Puentes de arcos:** es un puente con apoyos a los extremos de la luz, entre los cuales se hace una estructura con forma de arco con la que se

transmiten las cargas. El tablero del puente puede estar ligado o adaptado a la estructura principal, desarrollando los diversos tipos de puentes que existen en la actualidad.

Los puentes en arco cumplen la función del traslado del peso total del puente y las sobrecargas usando los apoyos mediante la compresión del arco, donde convierte un empuje horizontal a una carga vertical.

Normalmente la elegancia del arco es alta, con una relación entre la flecha máxima y la luz, haciendo que los esfuerzos horizontales sean mucho mayores que los verticales. Por esta razón son acentuados en sitios con capacidad para proporcionar una buena resistencia al empuje horizontal.



**Figura 1:** Puente de Arco

**Puentes vigas:** es un puente cuyos vanos son soportados por vigas. Este tipo de puentes deriva directamente del puente tronco. Se construyen con madera, acero u hormigón (armado, pretensado o post tensado).

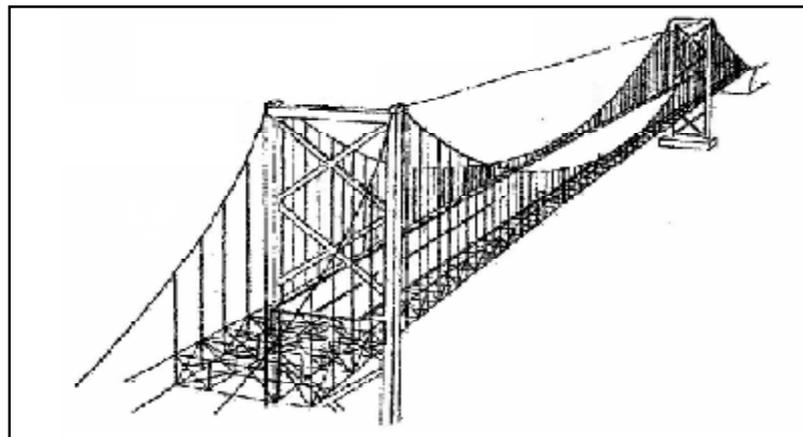
Se utiliza vigas en forma de I, en forma de caja hueca, etcétera. En consecuencia, este puente arquitectónicamente es el más simple de todos los puentes. Y Se utilizan en vanos cortos e intermedios (con

hormigón pretensado). Comúnmente son utilizados en las pasarelas peatonales sobre autovías.

**Puente colgante:** es un puente mantenido por un arco invertido formado por varios cables de acero, del que se sostiene el tablero del puente mediante tirantes verticales.

Desde tiempo atrás este tipo de puentes han sido empleado por la humanidad para salvar obstáculos.

A través de los años, con la introducción y avance de distintos materiales de construcción, este tipo de puentes son capaces en la actualidad de resistir el tráfico rodado e incluso líneas de ferrocarril ligeras.



**Figura 2:** Puente colgante

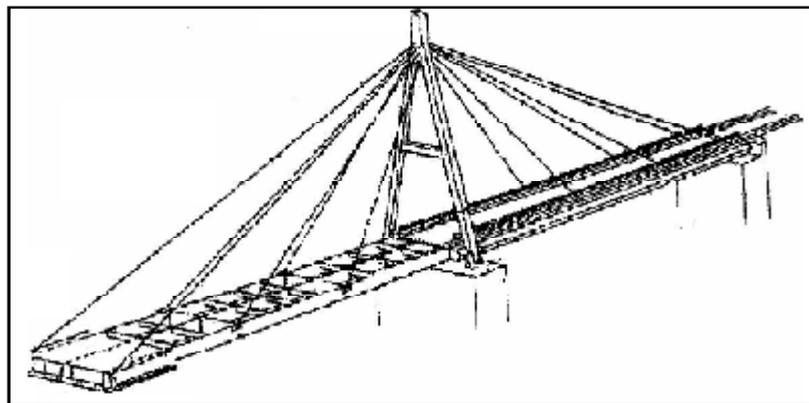
**Puentes de ménsula:** Es un puente en el cual una o más vigas principales trabajan como ménsula o voladizo. Generalmente, las estructuras se construyen por la técnica de volados sucesivos, mediante ménsulas consecutivas que se proyectan en el espacio a partir de la ménsula previa.

Los puentes peatonales en algunos casos se construyen con vigas simples, pero los puentes de mayor importancia se construyen con grandes estructuras reticuladas de acero o vigas tipo cajón de hormigón post tensado, o mediante estructuras colgadas.

**Puente atirantado:** Es aquel cuyo tablero está suspendido de uno o varios pilones centrales mediante obenques.

Se distingue de los puentes colgantes porque en éstos los cables principales se disponen de pila a pila, sosteniendo el tablero mediante cables secundarios verticales, y porque los puentes colgantes trabajan principalmente a tracción, y los atirantados tienen partes que trabajan a tracción y otras a compresión.

También hay variantes de estos puentes en que los tirantes van desde el tablero al pilar situado a un lado, y de ahí al suelo, o bien están unidos a un único pilar.



**Figura 3:** Puente Atirantado

**Puentes apuntalados:** son en los cuales su estructura está formada por cables que lo sujetan de diferentes puntos de amarre, los cuales sirven para sostener la estructura del puente de cierta manera es un tipo de ayuda para el soporte del puente.

### 2.1.2.2 Puentes Peatonales

El puente peatonal como construcción cerrada, permite el paso de peatones sobre cuerpos de agua vías de tráfico o valles en las montañas. Se pueden construir en diferentes tipos de materiales.

Los hay estáticos y móviles (que se pliegan, giran o elevan). Los tamaños son muy diversos desde unos metros hasta cientos de metros. Debido a

la poca carga para la que están concebidos y a la limitada longitud que han de atravesar, el diseño de los mismos puede ser muy diversos.

Desde el punto de vista de planificación de transporte la gran ventaja de estas estructuras es que no dificultan el tráfico. Desde el punto de vista del puente este tipo de estructuras alargan el camino con respecto a un paso de cebra o con semáforo.

Los puentes peatonales son parte de la infraestructura vial que permite el cruce seguro de los peatones a través de vías donde las velocidades vehiculares no permiten un cruce seguro a nivel.

Con estas obras los peatones teóricamente, no pondrían en riesgo su seguridad y tampoco interferiría con rápido desplazamiento del transporte público y privado pero lamentablemente esto no siempre es así.

### **2.1.2.3 Elementos Electromecánicos**

Los elementos son modelos o abstracciones que constituyen la base para el estudio de los componentes de un sistema en general. Así, los elementos aparecen en un listado de dispositivos que forman un circuito.

Estos elementos que se basan en la tecnología eléctrica, y que podríamos dividir en:

#### **Generadores de movimiento**

Son los que alimentándose por una corriente eléctrica dan lugar a un movimiento mecánico.

1. **Motores:** dan lugar a un movimiento giratorio.
2. **Solenoides:** dan lugar a un movimiento lineal de longitud limitada

## **De control y Maniobra**

Permiten la regulación de otros elementos eléctricos para máquinas:

1. Pulsador
2. Interruptor
3. Conmutador
4. Relé
5. Contactor

## **Electrónicos**

Dependiendo de la potencia de la máquina, los controles desde la perspectiva de la electrónica pueden ser PLC, DCL, Y PICs, todos estos son sistemas programables en los que con una configuración llamada SCADDA, es posible observar y controlar el rendimiento de dicha máquina a través de una PC equipada con los periféricos de entrada adecuados.

## **Pulsador**

Es un dispositivo utilizado para activar alguna función. Los botones son de diversa forma y tamaño y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos o electrónicos.

Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA.

## **Tipos**

Existen diferentes tipos de pulsadores: (a) Basculante. (b) Pulsador timbre. (c) Con señalizador. (d) Circular. (e) Extraplano.

## **Funcionamiento**

Un botón de un dispositivo electrónico, funciona comúnmente como interruptor eléctrico, en su interior tiene dos contactos, uno, es un

dispositivo NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado), con lo que al pulsarlo se activará la función inversa de la que en ese momento este realizando.

## **Usos**

En varias aplicaciones los botones pueden trabajar unidos entre sí por una articulación mecánica para que el acto de pulsar un botón opere al otro botón para ser puesto en libertad. De esta manera, el botón de parada se puede "forzar" un botón de inicio para ser puesto en libertad. Este método de unión es utilizado en simples operaciones manuales en las que la máquina o proceso no poseen circuitos eléctricos para el control.

## **Diseño**

Hay que considerar, al momento de diseñar circuitos electrónicos, que la excesiva acumulación de botones, puede confundir al usuario, por lo que se puede tenderse a su uso más imprescindible.

También existen "botones virtuales", cuya aplicación debe ser igual al de los "físicos"; y su uso queda restringido para pantallas táctiles o manejadas por otros dispositivos electrónicos.

## **Colores**

Los botones normalmente utilizan un código de colores para asociarlos con su función de tal manera que el operador no pulse el botón equivocado por error. Los colores comúnmente utilizados son: el color rojo para detener el equipo o proceso, y el verde para arrancar el equipo o proceso.

## **Interruptor**

Un interruptor eléctrico es en su acepción más básica un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el

mundo moderno sus tipos y aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora<sup>1</sup>.

Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen mediante un actuante para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.

## **Clasificación de los Interruptores**

### **Actuantes**

Los actuantes de los interruptores suelen ser normalmente abiertos, en cuyo caso al accionarlos se cierra el circuito (el caso del timbre) o normalmente cerrados en cuyo caso al accionarlos se abre el circuito.

Son el número de circuitos individuales que controla el interruptor. El interruptor de un solo polo que se utiliza para iniciar o activar una lámpara. Los hay de 2 o más polos. Por ejemplo si queremos encender un motor de 220 voltios y a la vez un indicador luminoso de 12 voltios necesitaremos un interruptor de 2 polos, un polo para el circuito de 220 voltios y otro para el de 12 voltios.

### **Cantidad de Vías (tiros)**

Es la cantidad de posiciones que tiene un interruptor. Nuevamente el ejemplo del interruptor de una sola vía es el utilizado para encender una lámpara, en una posición enciende la lámpara mientras que en la otra se apaga.

---

<sup>1</sup>RANGEL, Armando: *Operadores y sistemas eléctricos*, [http://moptinjaca.bligoo.com.co/media/users/17/886044/files/179805/taller\\_de\\_tecnologia\\_grado\\_8\\_3P.pdf](http://moptinjaca.bligoo.com.co/media/users/17/886044/files/179805/taller_de_tecnologia_grado_8_3P.pdf).

## **Interruptor de doble vía**

Los hay de 2 o más vías. Un ejemplo de un interruptor de 3 vías es el que podríamos usar para controlar un semáforo donde se enciende una bombilla de cada color por cada una de las posiciones o vías.

## **Combinaciones**

Se pueden combinar las tres clases anteriores para crear diferentes tipos de interruptores. En el gráfico inferior podemos ver un ejemplo de un interruptor DPDT.

## **Corriente y Tensión Eléctrica**

Los interruptores están diseñados para soportar una corriente y una tensión máxima, la misma que tiene que estar determinada en amperios y en voltaje.

En la selección se debe escoger el interruptor apropiado para el uso que se le vaya a otorgar, pues de lo contrario se está acortando su vida útil o en casos extremos se corre el riesgo de destruirlo.

Esquema de un interruptor para alto voltaje. Algunos pueden trabajar en líneas de 800 kV.

## **Tipos de Interruptores Eléctricos**

- El Interruptor magneto térmico o Interruptor automático se caracteriza por poseer dos tipos de protección incorporados, actuando en caso de cortocircuito o en caso de sobrecarga de corriente. Este tipo de interruptor se utiliza comúnmente en los cuadros eléctricos de viviendas, comercios o industrias para controlar y proteger cada circuito individualmente. Su uso se complementa con el de interruptores diferenciales.
- Interruptor diferencial es el tipo de protección eléctrica orientada a proteger a las personas de las derivaciones o fugas de corriente

causadas por faltas de aislamiento. Se especializan en una alta sensibilidad (detectan diferencias de corriente orden de los mA) y una rápida operación.

- Reed switch es un interruptor encapsulado en un tubo de vidrio al vacío que se activa al encontrar un campo magnético.
- Interruptor centrífugo se activa o desactiva a determinada fuerza centrífuga. Es usado en los motores como protección.
- Interruptores de transferencia trasladan la carga de un circuito a otro en caso de falla de energía. Son normalmente Utilizados en subestaciones eléctricas como también en industrias.
- Interruptor DIP viene del inglés "dual in-line package" en electrónica y se refiere a una línea doble de contactos. Originalmente por una serie de múltiples micro interruptores unidos entre sí.
- Hall-effect switch también usado en electrónica, es un contador que permite leer la cantidad de vueltas por minuto que está dando un imán permanente y entregar pulsos.
- Interruptor inercial (o de aceleración) mide la aceleración o desaceleración del eje de coordenadas sobre el cual esté montado. Por ejemplo los instalados para disparar las bolsas de aire de los automóviles. En este caso de deben instalar laterales y frontales para activar las bolsas de aire laterales o frontales según donde el auto reciba el impacto.
- Interruptor de membrana (o burbuja) generalmente colocado directamente sobre un circuito impreso. De estos varios son utilizado para los controles remotos, y los paneles de control de microondas.
- Interruptor de nivel, es comúnmente utilizado para detectar el nivel de un fluido en un tanque o recipiente cerrado.

- Sensor de flujo es un tipo de interruptor que está conformado por un imán y un reed switch.
- Interruptor de mercurio es utilizado para detectar o localizar la inclinación, la cual consiste en colocar una gota de mercurio dentro de un tubo de vidrio completamente cerrado herméticamente, y en la posición correcta el mercurio colocando dos contactos de metal.

## **Relé**

El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Su funcionamiento como interruptor controlado por un circuito eléctrico y en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé está diseñado para controlar un circuito de salida con mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal funcionaban en telegrafía, realizando la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores". De ahí el nombre de "relé".

## **Estructura y Funcionamiento**

El electroimán realiza en balanceo de la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.A ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado). Si se le aplica un voltaje a la bobina un campo magnético es generado haciendo que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permiten que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

## Tipos de Relés

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de la intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc. Cuando controlan grandes potencias se les llama contactores en lugar de relés.

### Relés electromecánicos

- Relés de tipo armadura: pese a ser los más antiguos siguen siendo lo más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado).
- Relés de núcleo móvil: a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido a su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes.
- Relé tipo *reed* o de lengüeta: están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.
- Relés polarizados o biestables: se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

## **Relé de estado sólido**

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un opto acoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.

## **Relé de corriente alterna**

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, resultando una fuerza pulsante, con dobles frecuencia, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en algunos lugares, como varios países de Europa y Latinoamérica oscilarán a 50 Hz y en otros, como en Estados Unidos lo harán a 60 Hz.

Este hecho se aprovecha en algunos timbres, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se rectifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

## **Relé de láminas**

Esta clase de relé se utilizaba para distanciar varias frecuencias. Consiste en un electroimán alterado con la corriente alterna de entrada, la cual atrae varias varillas sintonizadas para resonar a sendas frecuencias de interés. La varilla que resuena acciona su contacto; las

demás, no. Los relés de láminas fueron utilizados en el aeromodelismo y otros sistemas de telecontrol.

### **Ventajas del uso de relés**

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control. En el caso presentado podemos ver un grupo de relés en bases interface que son controlado por módulos digitales programables que permiten crear funciones de temporización y contador como si de un mini PLC (Circuito Lógico Programable) se tratase. Con estos modernos sistemas los relés pueden actuar de forma programada e independiente lo que supone grandes ventajas en su aplicación aumentando su uso en aplicaciones sin necesidad de utilizar controles como PLC's u otros medios para comandarlos, Se puede encender una bombilla o motor y al encenderlo se apaga el otro motor o bombilla.

### **Conmutador**

Un conmutador es un elemento eléctrico o electrónico que ayuda a modificar el camino en el cual deben seguir los electrones.

Los manuales son típicos, como los utilizados en las viviendas, en dispositivos eléctricos y en los que poseen algunos componentes eléctricos o electrónicos como el relé.

Se igualan a los interruptores en su forma exterior, pero los conmutadores a la vez que desconectan un circuito, conectan otro.

## **Contactador**

Un Contactador es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

Un Contactador es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

## **Conmutación**

La función conmutación todo o nada establece e interrumpe la alimentación de los receptores. Esta suele ser la función de los contactores electromagnéticos.

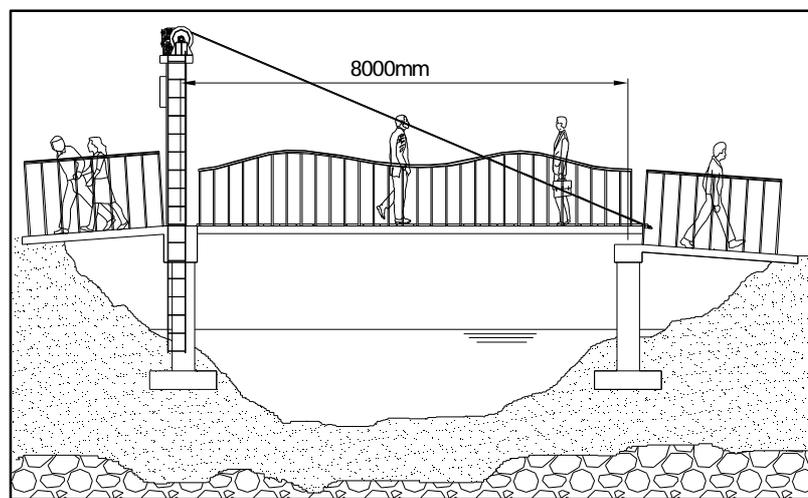
En la mayoría de los casos, el control a distancia resulta imprescindible para facilitar la utilización así como la tarea del operario, que suele estar alejado de los mandos de control de potencia. Como norma general, dicho control ofrece información sobre la acción desarrollada que se puede visualizar a través de los pilotos luminosos o de un segundo dispositivo.

Estos circuitos eléctricos complementarios llamados "circuitos de esclavización y de señalización" se realizan mediante contactos auxiliares que se incorporan a los contactores, a los contactores auxiliares o a los relés de automatismo, o que ya están incluidos en los bloques aditivos que se montan en los contactores y los contactores auxiliares.

La conmutación todo o nada también puede realizarse con relés y contactores estáticos. Del mismo modo, puede integrarse en aparatos de funciones múltiples, como los disyuntores motores o los contactores disyuntores.

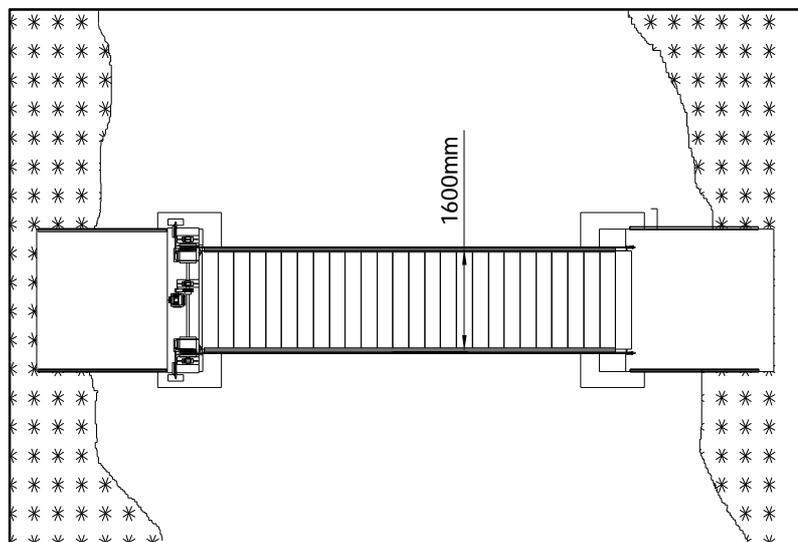
#### 2.1.2.4 Dimensionamiento de la Carga

Entre las dimensiones de la carga (Estructura) tenemos que la longitud de la estructura es de 8000 mm, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 4:** Longitud de la carga

Entre el dimensionamiento también consta el ancho de la carga que es de 1600 mm, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 5:** Ancho de la carga

### **2.1.2.5 Cálculo de la Carga**

La estructura del puente esta diseñado bajo las normas de la AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, con el método de factor de diseño de resistencia y carga (L.R.F.D.), el cual es el más utilizado para el diseño de estructuras metálicas.

Se empleara el programa de diseño mecánico AUTODESK INVENTOR 2012 para el diseño y calculo estructural del puente, este programa posee dos módulos para el cálculo de esfuerzos, uno emplea el método de elementos para hallar la resistencia de cuerpos sólidos bajo cargas estáticas, y un modulo adicional que utiliza el mismo método pero aplicado al cálculo de esfuerzos en estructuras metálicas.

El programa utiliza el código de construcción de la AISC por lo que podemos utilizarlo con toda confianza, luego de dibujar el modelo en 3D se deben ingresar datos como material del elemento mecánico, tipo de cargas, magnitud de las cargas, dirección de las cargas, puntos de aplicación de las cargas y puntos o áreas del elemento mecánico donde esta arriostrado, es decir donde está apoyado.

Mediante el método de elementos finitos el programa calcula el esfuerzo en puntos dentro y en la superficie del modelo 3D, y presenta la variación del esfuerzo como una variación de colores.

El programa suministra resultados como el esfuerzo máximo en el modelo, donde este se produce.

El diseño estructural calculará el tablero el cual es la estructura metálica por donde los peatones transitaran, esta estructura debe soportar el peso propio y el peso de las personas.

Previo al diseño de la estructural del puente se debe analizar las fuerzas que se producen cuando el puente este en funcionamiento.

Hay dos escenarios para el análisis, una es cuando el puente esta estático apoyado en las dos bases de concreto y el segundo cuando se encuentra elevado.

Analizaremos primeramente el primer escenario.

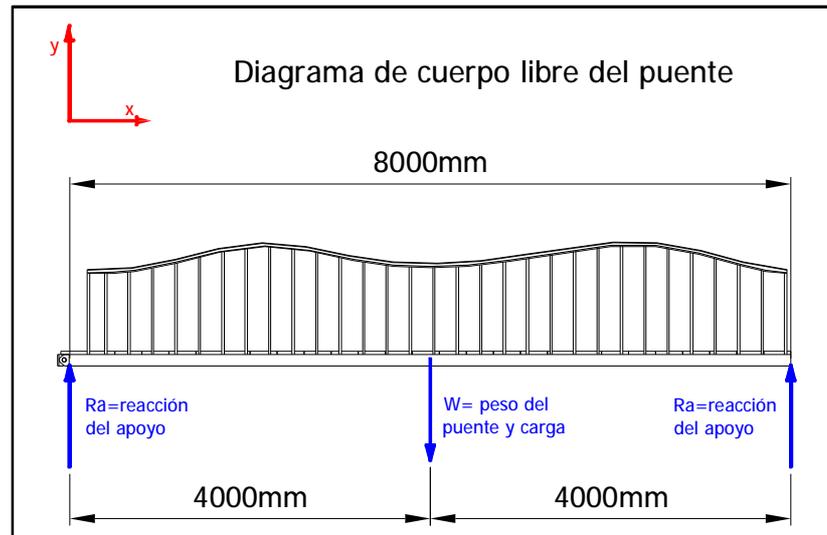


Figura 6: Diagrama del cuerpo libre de un puente estático

Para hallar las reacciones en los apoyos se debe aplicar las leyes de equilibrio, el peso del puente se estima en 1000Kg más una carga máxima producida por 30 peatones de un promedio de 80Kg de peso. En total tendríamos 3400 Kgf o 33320N.

Aplicando la ecuación de equilibrio en el eje de las y

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\ Ra + Ra - W &= 0 \\ 2Ra - W &= 0 \\ Ra &= \frac{W}{2} = \frac{3400Kg \times 9.8 \frac{m}{s^2}}{2} = 16660 N \\ Ra &= 16660 N\end{aligned}$$

Esta fuerza se utilizara para diseñar los apoyos.

Cuando se requiera elevar el puente se acciona el moto-reductor que ejerce una fuerza en el extremo del puente a través de un cable de acero, el extremo se separa del apoyo y el puente gira alrededor del otro apoyo el cual esta pivoteado. En este instante ocurre el segundo escenario y aparecen nuevas fuerzas que deben ser analizadas, la figura 7 muestra el diagrama del cuerpo libre del puente en el instante en que comienza a elevarse el puente.

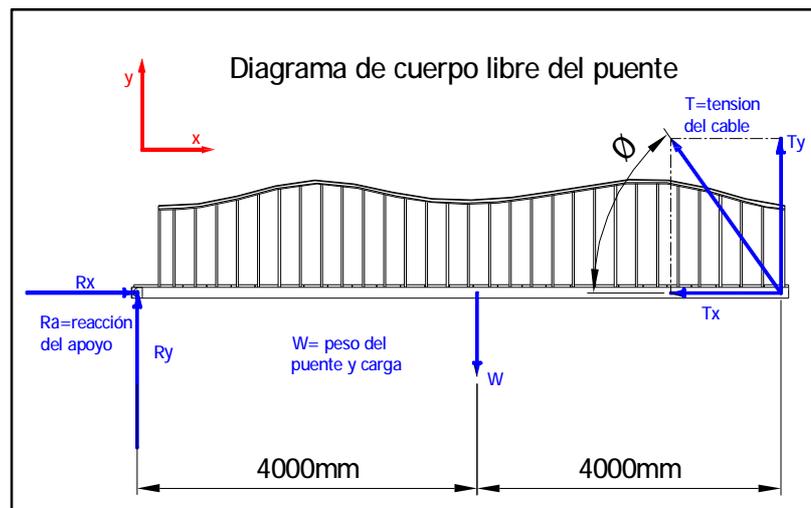


Figura 7: Diagrama del cuerpo libre de un puente abatible

El ángulo  $\phi$  que forma el cable con la horizontal se estimara en  $25^\circ$ .  
Aplicando la sumatoria de momentos en el extremo pivoteado del puente

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 0 \\ W \times 4000\text{mm} - T_y \times 8000\text{mm} &= 0 \\ W \times 4000\text{mm} - T \times \text{sen}25^\circ \times 8000\text{mm} &= 0 \\ T &= \frac{W \times 4000\text{mm}}{\text{sen}25^\circ \times 8000\text{mm}} = \frac{33332\text{N} \times 4000\text{mm}}{\text{sen}25^\circ \times 8000\text{mm}} \\ T &= 39421\text{N}\end{aligned}$$

Esta es la tensión del cable al iniciar la elevación del puente peatonal. Aplicando la ecuación de equilibrio en el eje de las x se obtiene la reacción en x.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\begin{aligned}
 Rx - Tx &= 0 \\
 Rx = Tx &= T \times \cos 25^\circ \\
 Rx &= 39421 \times \cos 25^\circ \\
 Rx &= 35727.56N
 \end{aligned}$$

Aplicando la ecuación de equilibrio en el eje de las y se obtiene la reacción en y

$$\begin{aligned}
 \Sigma F_y &= 0 \\
 Ry + Ty - W &= 0 \\
 Ry = -Ty + W &= 0 \\
 Ry &= -T \times \sin 25^\circ + W \\
 Ry &= -39421 \times \sin 25^\circ + 33332 \\
 Ry &= 16672N
 \end{aligned}$$

La reacción resultante será:

$$\begin{aligned}
 R &= \sqrt{Rx^2 + Ry^2} \\
 R &= \sqrt{35727.56^2 + 16672^2} \\
 R &= 39426N
 \end{aligned}$$

Con esta fuerza se diseñara el pin

La estructura metálica del tablero es la siguiente:

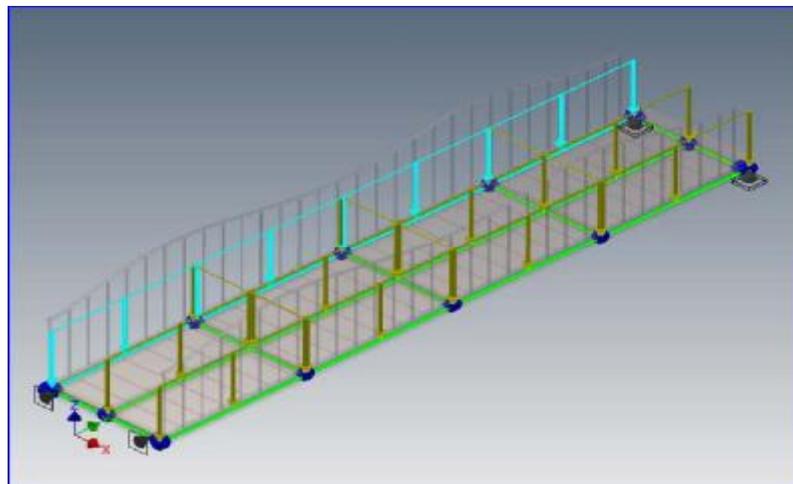
- § Se escogerá un perfil C para la estructura y se creara el modelo 3D con las dimensiones dadas.
- § Se escogerá como material para el modelo el acero estructural A-36, el cual es el acero comercialmente más barato y usado para este tipo de estructuras.
- § Se ingresa la carga distribuida sobre la estructura aplicada en las vigas principales y las vigas de arriostamiento.
- § Finalmente se fija los extremos de la estructura para simular los

apoyos, y se corre el programa.

§ Se verifica si la estructura resiste las cargas si el factor de seguridad mínimo en la estructura es mayor que lo establece la norma de construcción es decir mayor a 1.35, si es mayor termina el cálculo y se toma el perfil como el óptimo, en caso contrario se rediseña la estructura cambiando el perfil por uno de mayor tamaño, y se repite el cálculo hasta encontrar el perfil más óptimo.

Este procedimiento se repite las veces que sean necesario, puede converger un resultado a la primera iteración como puede ser necesario varias iteraciones.

Se muestra el modelo 3D que representa la estructura metálica sometida a las cargas y arriostrada en sus extremos, un extremo es un apoyo simple, mientras que el otro es un apoyo de pasador.



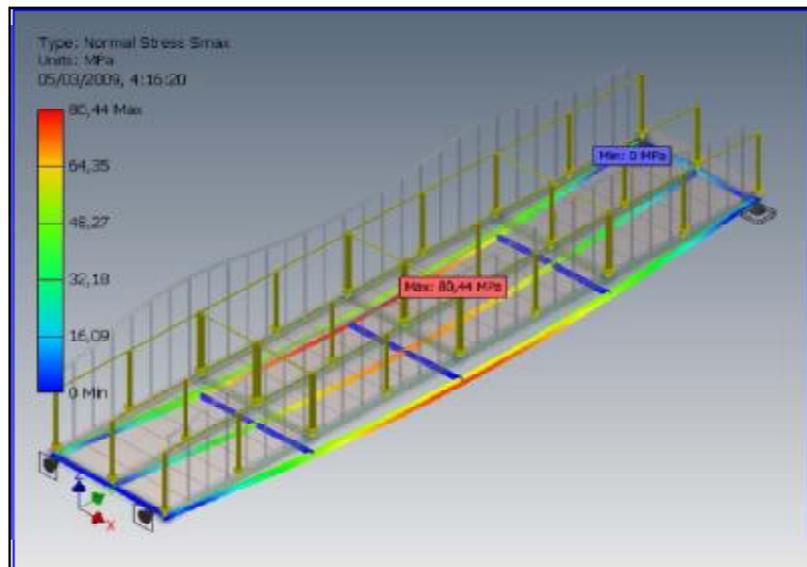
**Figura 8:** Estado de carga y arriostramiento de la estructura metálica

Una vez ejecutado el programa aparece en pantalla el resultado de la simulación.

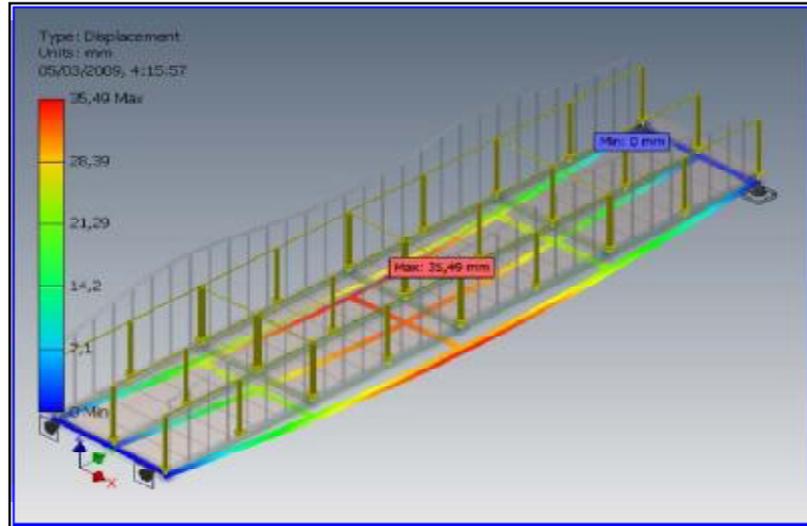
El esfuerzo máximo producido en medio del puente es de 80.44MPa, el mínimo es 0 y se produce en los apoyos, la figura se muestra en colores la distribución de los esfuerzos.

El esfuerzo de fluencia en el acero estructural A-36 es de 250MPa por lo que resistirá el esfuerzo de 80.44MPa. Es de notarse que las vigas principales soportan la mayor cantidad de carga no así las vigas de arriostramiento, ya que como se observa en la figura 14 prácticamente el esfuerzo es nulo.

En la práctica para puentes de mayor longitud y tamaño estas vigas de arriostramiento se diseñan de un perfil mucho más pequeño, porque no tiene sentido gastar material en elementos que no soportan mayor esfuerzo. La figura 9 muestra en distribución de colores la deflexión de la estructura, como se observa en la mitad del puente la deflexión es de 35.5mm, será necesario reforzar las vigas laterales con pequeño entramado de varilla para disminuir esta deflexión, que no representa peligro para la estabilidad del puente, pero si incomodara a los peatones.



**Figura 9:** Esfuerzos máximos producidos en estructura de puente peatonal



**Figura 10:** Deflexiones máximas producidas en estructura de puente peatonal

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

**Acceso:** entrada o paso al puente.

**Acero estructural:** empleado para las estructuras de construcciones civiles tales como puentes, casas y armazones, a los cuales se exige buena ductilidad, necesaria no sólo para absorber las puntas de tensión, sino también para poder efectuar fácilmente todas las elaboraciones que implican la deformación plástica del material.

**Alambre:** hilo de un metal cualquiera. El alambre laminado, el más grueso, se obtiene por laminación de lingotes o tochos pre laminados y constituye el material de partida para la obtención del alambre fino por estiramiento.

**Anclaje:** enlace de las partes de una construcción mediante elementos metálicos (tirantes, pernos, anclas, etc.) que aseguran la inmovilidad del conjunto.

**Amperio:** unidad de medida de la corriente eléctrica, que debe su nombre al físico francés André Marie Ampere, y representa el número de

cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1 Amperio = 1 coulomb/segundo).

**Arco:** construcción curvilínea que cubre el vano de un muro o la luz entre los pilares. Curvatura de una bóveda.

**Armadura:** estructuras formadas por elementos simples unidos de muy diversas maneras para que las construcciones no se derrumben.

**Armazón:** conjunto de piezas sobre las que se arma algo.

**Arriostramiento:** dispositivo para evitar la deformación y el derrumbamiento de las armaduras de vigas, por medio de riostras, tornapuntas o bridas ensambladas.

**Articulación:** unión móvil de dos partes.

**Cable de alambre:** el que se hace de hilos de alambres torciéndolos en espiral.

**Calzada:** parte del puente en especial dispuesta y preparada para el tráfico y circulación de vehículos.

**Carga:** fuerzas directamente aplicadas sobre las estructuras y en resultado causan los posibles movimientos y deformaciones.

**Cemento:** conjunto de sustancias pulverulentas capaces de formar con el agua pastas blandas que se endurecen espontáneamente al contacto del aire o del agua, y sirven para formar bloques o para unir los elementos de la construcción.

**Cercha:** estructura articulada plana. Están contenidas en un solo plano, en el cual se encuentran también todas las cargas aplicadas. Frecuentemente se utilizan por parejas para sostener puentes.

**Chapa:** placa metálica plana de espesor entre 3 y 20 mm, obtenida por laminación en frío o en caliente, y de superficie por lo común lisa, o que presenta a veces relieves, estrías.

**Cimientos:** elementos de los puentes formados por las rocas, enormes masas de hormigón armado (zapatas), terreno o pilotes que soportan el peso de estribos y pilas. Éstos transmiten las tensiones a los cimientos que a su vez las disipan en el terreno circundante.

**Columna:** pieza arquitectónica, generalmente cilíndrica, de mucha mayor altura que diámetro, que sirve para sostén y apoyo o sólo para adorno.

**Corriente Eléctrica:** es el flujo eléctrico que pasa por un material conductor; siendo su unidad de medida el amperio. representada por la letra I.

**Corriente Eléctrica Alterna:** es el flujo de corriente que atraviesa por un circuito que varía periódicamente de sentido. Se le denota como corriente A.C. (Altern current) o C.A. (Corriente alterna).

**Corriente Eléctrica Continua:** es el flujo de corriente en un circuito producido siempre en una misma dirección. Se le denota como corriente D.C. (Direct current) o C.C. (Corriente continua).

**Erosión:** desgaste o merma que se produce en la superficie de un cuerpo por acción de agentes naturales como la lluvia, viento, sol, o agentes artificiales como la contaminación.

**Estribos:** apoyos del puente situados en los extremos y sostienen los terraplenes que conducen a él.

**Electricidad:** fenómeno físico resultado de la existencia e interacción de cargas eléctricas. Cuando una carga es estática, esta produce fuerzas sobre objetos en regiones adyacentes y cuando se encuentra en movimiento producirá efectos magnéticos.

**Flecha:** altura que desciende la fibra neutra de una pieza horizontal sometida a una carga transversal. Altura de la clave de un arco o bóveda sobre la línea de los arranques.

**Generación de Energía:** comprende la producción de energía eléctrica a través de la transformación de otro tipo de energía (mecánica, química, potencial, eólica, etc) utilizando para ello las denominadas centrales eléctricas (termoeléctricas, hidroeléctricas, eólicas, nucleares, etc.)

**Generador:** dispositivo electromecánico utilizado para convertir energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética.

**Hierro corrugado:** barras de hierro con salientes en aletas o en espiral ("arrugas") para aumentar la adherencia entre acero y hormigón en el hormigón armado.

**Hormigón:** es una piedra artificial, más concretamente un conglomerado, formado por grava y arena mezcladas con un conglomerante hidráulico, el cemento, que endurece al mezclarse con el agua. El hormigón ofrece una resistencia a la compresión que a veces supera la de las piedras naturales; pero tiene escasa resistencia a la tracción.

**Hormigón armado:** estructura mixta constituida por hormigón ordinario y una serie de barras de hierro tales que hacen a la estructura resistente

también a la tracción. Las barras de hierro (armadura) se disponen oportunamente en las zonas del hormigón sometidas a esfuerzos de tracción.

**Infraestructura:** conjunto de un puente formado por los cimientos, los estribos y las pilas que soportan los tramos.

**Junta:** separación entre dos elementos contiguos. Las juntas tienen capacidad de absorber las dilataciones de todas las superficies y son separadas para evitar deformaciones y esfuerzos en la estructura.

**Larguero:** palo o barrote puesto a lo largo de una obra de carpintería.

**Luz:** es la distancia horizontal entre los apoyos de un arco o entre pilas contiguos de un puente.

**Ménsulas:** grandes escuadras colocadas a ambos lados de la orilla de un río y sobre las cuales se apoya un puente.

**Momento flector:** para una sección transversal de una pieza sometida a flexión, suma algebraica de los momentos de todas las fuerzas que actúan sobre la sección, a un mismo lado de ésta.

**Motor eléctrico:** el motor eléctrico permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra, mediante la rotación de un campo magnético alrededor de una espira o bobinado que toma diferentes formas.

**Pandeo:** el fenómeno de pandeo se produce en una estructura que soporta fuerzas de compresión excesivas y los soportes son demasiado delgados o débiles para soportar el esfuerzo.

**Pasarela:** puente ligero, para uso exclusivo de peatones.

**Perfil:** vista que representa la sección que se produce, o se produciría, en un cuerpo o en un terreno al ser cortado por un plano vertical.

**Puente:** construcción de material resistente, que enlaza ambas orillas de un río, foso, sima o similares, para permitir pasarlo.

**Puente atirantado:** los elementos fundamentales de la estructura resistente del puente atirantado son los tirantes, que son cables rectos que atirantan el tablero, proporcionándole una serie de apoyos intermedios más o menos rígidos.

**Puente basculante:** gira alrededor de un eje horizontal situado en una línea de apoyo (se incluyen los puentes levadizos).

**Puente cantiléver:** adecuados para tramos muy largos, están formados por dos vanos simétricos, llamados brazos, que se proyectan desde las pilas hacia el centro, y cuyos extremos se unen mediante vigas simplemente apoyadas y que se anclan en los lados simétricamente opuestos, mediante los vanos de anclaje, para sostener los extremos de dos tramos suspendidos.

**Puente colgante:** está formado por un tablero sostenido mediante tirantes o vigas de celosía de dos o más cables que se apoyan en la cúspide de torres levantadas sobre las pilas y que se anclan por sus extremos a los pilares de sujeción. El puente colgante es, igual que el arco, una estructura que resiste gracias a su forma; en este caso salva una determinada luz mediante un mecanismo resistente que funciona exclusivamente a tracción, evitando gracias a su flexibilidad, que aparezcan flexiones en él.

**Puente continuo:** la superestructura rígida se apoya en tres o más luces sin interrupciones.

Permiten economizar material respecto a los de una sola luz, pero presentan el inconveniente de ser muy sensibles a los asentamientos de las pilas.

**Puente de arco:** conocidos desde la antigüedad, han experimentado un formidable desarrollo gracias al acero y hormigón armado y pretensado, que permiten salvar grandes luces con pequeñas curvaturas.

**Puente de desplazamiento horizontal:** el puente se desplaza longitudinalmente sobre rodillos, avanzando o retrocediendo en voladizo libre hasta llegar al apoyo de la otra orilla. La mayoría de los puentes actuales de desplazamiento horizontal son flotantes.

**Puente de desplazamiento vertical:** son tableros simplemente apoyados, cuyos apoyos se pueden mover verticalmente para elevarlos a la cota que requiere el gálibo de navegación.

**Puente de armadura rígida:** se aúna la estructura de los puentes de placa con la de los puentes de viga, formando construcciones monolíticas de gran utilidad en cruces de carreteras y ferrocarriles. Se construyen de hormigón armado o pretensado, o mixtos de acero y hormigón.

**Puentes de largueros:** son los puentes de vigas o viguetas que no utilizan pilas intermedias. Se llaman simples para diferenciarse de los continuos.

**Puente ferroviario:** puente situado en una vía férrea.

**Puente giratorio:** la plataforma gira alrededor de un eje vertical, situado en una pila central. Los brazos del piso o de la plataforma pueden ser iguales o desiguales. Este tipo de puente tiene el inconveniente de requerir gran espacio libre horizontal para su maniobra.

**Puente levadizo:** tienen parte del tablero formado por una o dos estructuras móviles con el eje de giro horizontal situado en el extremo del tramo a levantar.

**Puente transbordador:** consiste en una viga fija, situada a la altura requerida por el gálibo, de la que cuelga una plataforma móvil, generalmente mediante cables, que transporta los vehículos de una orilla a la opuesta.

**Puentes fijos:** puentes permanentes.

**Puentes móviles:** son puentes cuya razón de ser es la interferencia de los tráficos marítimo y terrestre. Los enormes barcos requieren un gálibo muy alto, y ello condiciona de forma radical los puentes que se construyen sobre los canales de navegación.

**Puentes viales:** puentes para el tránsito de una carretera ordinaria.

**Riostras:** piezas que se colocan oblicuamente y aseguran la invariabilidad de forma de una estructura.

**Rotura:** cuando los elementos estructurales sufren la acción de fuerzas con intensidad mayor a la que su resistencia es capaz de soportar, se produce la rotura o la deformación definitiva. La rotura de un material depende de su límite de elasticidad.

**Superestructura:** conjunto de los tramos que salvan los vanos situados entre los soportes de un puente.

**Tablero:** piso del puente. Soporta directamente las cargas dinámicas (tráfico) y por medio de las armaduras transmite sus tensiones a estribos y pilas, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o terreno circundantes.

**Tensión:** fuerza que impide separarse unas de otras a las partes de un cuerpo cuando se encuentra en dicho estado.

**Tirante:** se suele denominar así, al elemento de una armadura sometido a un esfuerzo de tracción.

**Tramo:** amplitud longitudinal del arco.

**Transformador:** dispositivo utilizado para elevar o reducir el voltaje. Está formado por dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí.

**Transmisión:** comprende la interconexión, transformación y transporte de grandes bloques de electricidad, hacia los centros urbanos de distribución, a través de las redes eléctricas y en niveles de tensión que van desde 115.000 Volts, hasta 800.000 Volt.

**Viga:** elemento de construcción de material diverso (madera, hierro, hormigón, etc.) que se usa para formar techos y sostener construcciones.

**Voltímetro:** es un instrumento utilizado para medir la diferencia de voltaje de dos puntos distintos y su conexión dentro de un circuito eléctrico es en paralelo.

**Zapata:** estructura de hormigón armado sobre la que se apoya el pilar y cuya función es la de distribuir la elevada carga del pilar sobre una superficie que sea lo más amplia posible.

## 2.3 HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.3.1 Hipótesis General

La Inexistencia de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible incide en la limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica de la Universidad estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.

### **2.3.2 Hipótesis Particulares**

El flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro incide en la falta de seguridad en la zona ecológica para los visitantes de la Universidad Estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.

La falta de Confiabilidad para la operación del puente peatonal abatible metálico ubicado en la zona del parque ecológico de la universidad estatal de milagro incide en la inexistencia de medidas de seguridad para el accionamiento electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro.

La Inexistencia de un manual de mantenimiento para el sistema electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro incide en la reducción de la vida útil del sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro.

### **2.3.3 Declaración de las variables**

#### **a) Variables independientes**

- Inexistencia de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible para la zona del parque ecológico de la Universidad Estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.
- Flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.
- Falta de Confiabilidad para la operación del puente peatonal abatible metálico ubicado en la zona del parque ecológico de la universidad estatal de milagro.

- Inexistencia de un manual de mantenimiento para el sistema electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro.

**b) Variables dependientes**

- Limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica de la Universidad estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.
- Falta de seguridad en la zona ecológica para los visitantes de la Universidad Estatal de Milagro cantón Milagro provincia del Guayas.
- Inexistencia de medidas de seguridad para el accionamiento electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro.
- Reducción de la vida útil del sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro.

## 2.3.4 Operacionalización de las variables

Cuadro 1. Operacionalización de las variables

VARIABLES		
DEPENDIENTES X	INDEPENDIENTES Y	EMPÍRICAS
Inexistencia de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible para la zona del parque ecológico de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	Limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecológica de la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	X: accionamiento electromecánico
		Y: limitación del acceso
Flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	Falta de seguridad en la zona ecológica para los visitantes de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	X: Flujo de visitantes
		Y: falta de seguridad
Falta de Confiabilidad para la operación del puente peatonal abatible metálico ubicado en la zona del parque ecológico de la universidad estatal de milagro	Inexistencia de medidas de seguridad para el accionamiento electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro	X: Falta de confiabilidad
		Y: Inexistencia de Medidas de seguridad
Inexistencia de un manual de mantenimiento para el sistema electromecánico de un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro	Reducción de la vida útil del sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible ubicado en el parque ecológico de la universidad estatal de milagro	X: Manual de mantenimiento
		Y: Reducción de la vida útil

Fuente: Juan Jaramillo

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y SU PERSPECTIVA GENERAL**

En el presente estudio de acuerdo a su finalidad la investigación será de tipo aplicada, debido a que el propósito principal es solucionar un problema práctico, presentada el ámbito real, Además busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren.

También es descriptiva porque no habrá manipulación de sus variables y pueden servir de base para investigaciones que requieran mayor nivel de profundidad.

En relación al lugar de ejecución el proyecto es una investigación de campo por ser un tema que se centra en hacer el estudio donde el fenómeno se origina de manera natural, de este modo se busca conseguir la situación lo mas real posible.

Al mismo tiempo se utilizará el método experimental de a cuerdo a las variables previstas en el estudio mencionado, por el tiempo de ejecución es de un estudio transversal con una metodología cuantitativa por ser la más adecuada para demostrar de forma objetiva orientada a los resultados y con datos sólidos y precisos.

Con el cumplimiento de los métodos descritos, lograremos que durante el proceso de investigación y ejecución del proyecto, tener un pleno conocimiento del problema y formular mecanismos objetivos, claros concretos con la finalidad de cumplir con los objetivos del proyecto.

### **3.2 LOS MÉTODOS Y LAS TÉCNICAS**

Los procedimientos son las distintas operaciones que, en su integración, componen el método. El método se refiere al todo y está relacionado con el objetivo, el procedimiento es la parte que se adecua a las condiciones específicas en que se va desarrollando el método o sea el modo de ejecutar las operaciones.

Los métodos empíricos revelan y explican las características fenomenológicas del objeto. Estos se emplean fundamentalmente en la primera etapa de acumulación de información empírica y en la comprobación experimental de la hipótesis de trabajo.

Dentro de los métodos empíricos fundamentales, utilizamos la experimentación, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecua las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto, que son de utilidad en la investigación.

La técnica es la operación del método que se relaciona con el medio que se utilice. Constituye una operación especial para recolectar, procesar o analizar información.

Para nuestra investigación utilizamos la entrevista a expertos, que es una técnica de adquisición de información enfocado a un extracto de nivel superior, el cual mediante un cuestionario previamente elaborado, se puede conocer un análisis técnico, aportando conocimientos y recomendaciones sobre el asunto dado.

Otra técnica a utilizar también es la consulta bibliográfica, mediante el cual se recolectará información de interés de las partes que conformarán nuestro sistema para luego realizar la selección de los elementos asegurando la confiabilidad del mismo.

## CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se detalla los resultados obtenidos de las entrevistas que se realizó a expertos del área técnica, en este caso se escogió a funcionarios de Una Compañía Azucarera, la misma que es una planta industrial en la cual encontramos expertos con experiencia necesaria para la recolección de la información requerida.

#### 1. ¿Podría Ud. Identificar y mencionar los tipos de accionamiento que existiría para abatir un puente peatonal metálico?

- a) Sistema Electromecánico..... ( 3 )
- b) Sistema Oleo-hidráulico..... ( 2 )
- c) Sistema de Vapor..... ( 1 )
- d) Sistema Neumático..... ( 1 )
- e) Sistema Magnético..... ( 1 )

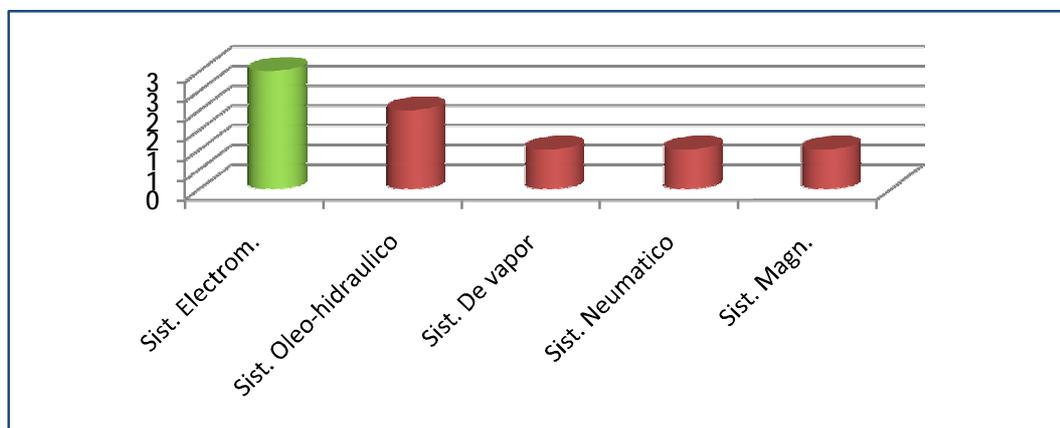
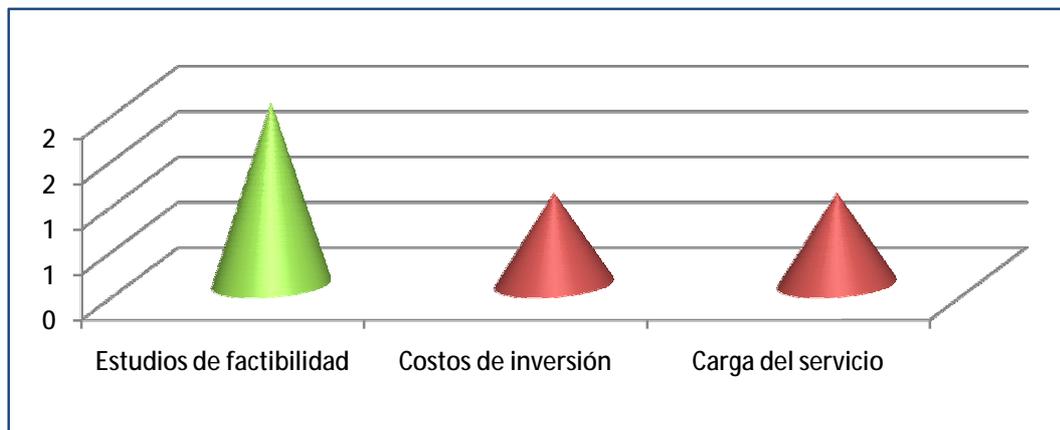


Figura 11: Resultado de entrevistas de sistemas de accionamiento

**2 ¿Cómo seleccionar el sistema adecuado para abatir un puente peatonal metálico?**

Analizando los siguientes parámetros:

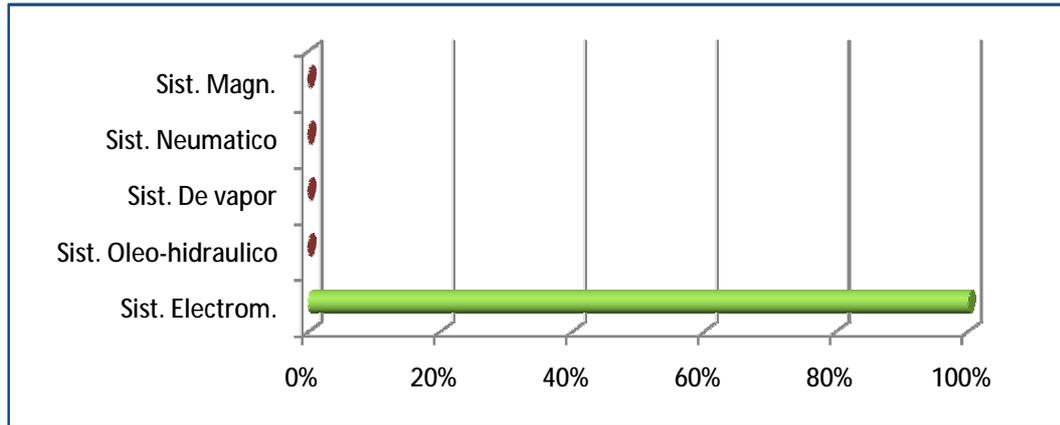
- a) Estudios de confiabilidad.....( 2 )
- b) Costos de inversión.....( 1 )
- c) Considerando la carga del servicio.....( 1 )



**Figura 12:** Análisis para seleccionar el sistema de accionamiento adecuado

**3. ¿Qué sistema de los antes mencionados Ud. Recomendaría para abatir un puente peatonal metálico?**

- a) Sistema Electromecánico..... ( 3 )
- b) Sistema Oleo-hidráulico..... ( 0 )
- c) Sistema de Vapor..... ( 0 )
- d) Sistema Neumático..... ( 0 )
- e) Sistema Magnético..... ( 0 )

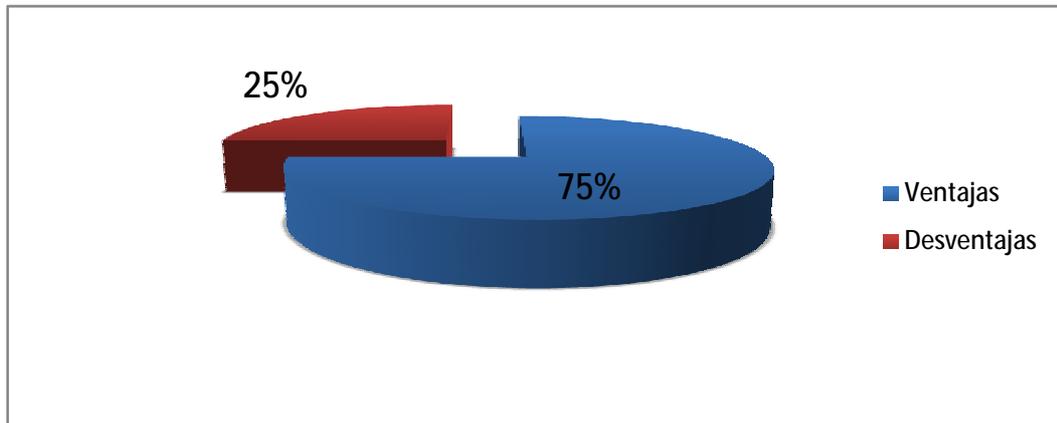


**Figura 13:** Resultado del sistema recomendado

**4. ¿Entre las ventajas y desventajas del sistema electromecánico, cual podría Ud. mencionar?**

Entre las entrevistas realizadas obtenemos los siguientes resultados en cantidades:

- a) Ventajas para la selección del sistema electromecánico.....( 9 )
- b) Desventajas para la selección del sistema electromecánico...( 3 )



**Figura 14:** Ventajas y desventajas del sistema electromecánico

5. ¿Cómo evitar el desgaste de los componentes que conforman el sistema electromecánico?

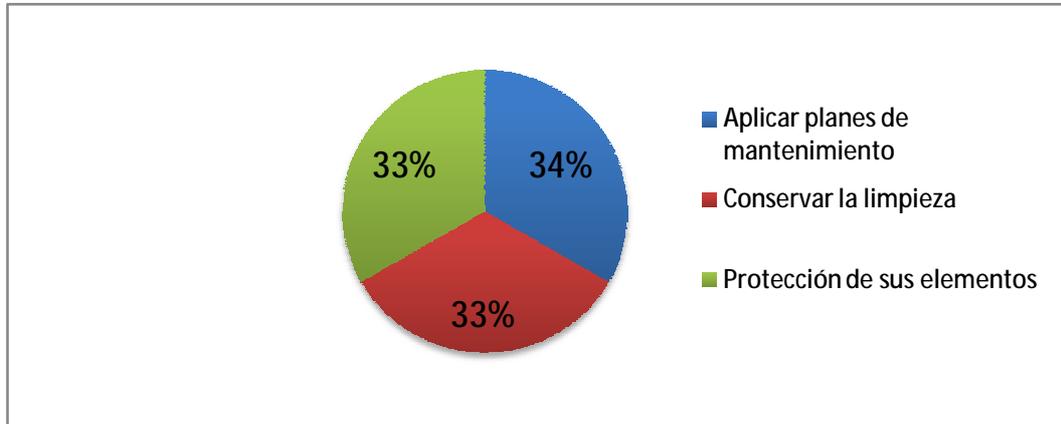


Figura 15: Resultado de las entrevistas para evitar el desgaste de los elementos

6. ¿Entre los componentes que conforman el sistema electromecánico, cuál cree Ud. que es el menos fiable?

En consideración a las partes:

- a) Mecánica.....( 3 )
- b) Eléctrica.....( 0 )

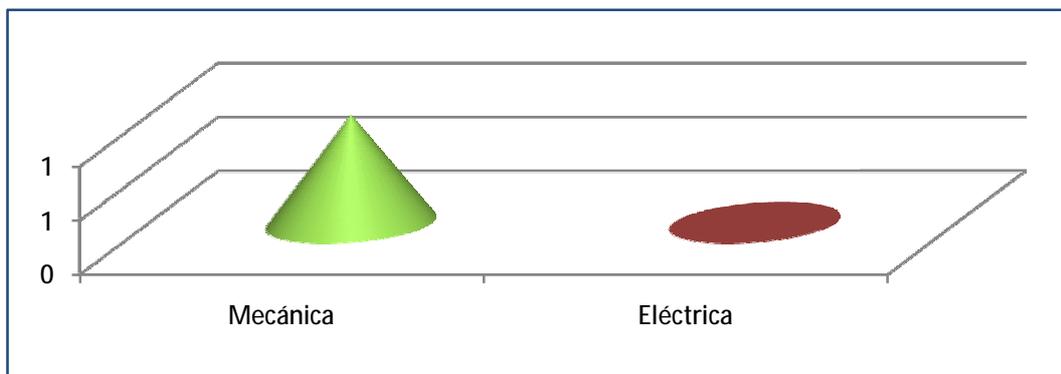
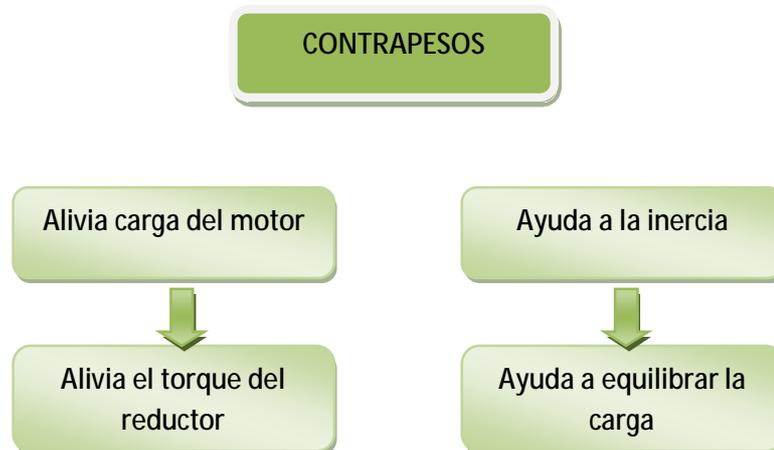


Figura 16: Riesgos de desgaste entre las partes que conforman el sistema electromecánico

**7. ¿En este sistema será necesario colocar contrapesos, porqué?**

Opiniones adquiridas:



**Figura 17:** Ventajas de los contrapesos en el sistema electromecánico

**8. ¿Referente al posicionamiento del sistema electromecánico, donde sería el lugar adecuado para su perfecto funcionamiento?**

Mediante las opiniones adquiridas obtenemos:

- ü En la parte superior sobre un base de hormigón, para obtener rigidez.
- ü En la parte superior sobre un base de Metálica, para obtener estabilidad.
- ü En la parte superior para acortar el recorrido del cable y así minimizar la tensión ejercida en la misma.

**9. ¿En cuanto a normas de seguridad, cuales se podrían establecer?**

- Colocar guardas de protección en las transmisiones.
- Los contrapesos deben estar aislados y protegidos.
- Señalización del área de paso.
- Inspección frecuente de los cables tensores.
- Restringir el acceso al puente al momento de operar el sistema.
- Mantener lo menos posible la carga suspendida.

**10. ¿Cómo recomendación, cual se podría asignar para el sistema de accionamiento electromecánico?**

- Mantener lubricado los elementos metálicos para evitar la corrosión.
- Delegar a una persona para ser la responsable de la inspección del sistema electromecánico.
- Realizar mantenimiento predictivo al motor, reductor y cables tensores.
- Realizar un manual de funcionamiento para el sistema electromecánico.
- Elaborar una lista de verificación (CHECK LIST), para realizar tareas de mantenimiento.
- Desenergizar el sistema cuando se deje de operar.

## 4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO, EVOLUCIÓN, TENDENCIA, Y PERSPECTIVAS

Dentro del análisis de los datos podemos observar lo siguiente:

En la **pregunta 1**, podemos indicar lo siguiente:

Mediante los resultados de las entrevistas a nuestros expertos, tenemos que el sistema de accionamiento electromecánico es el más conocido y utilizado en comparación a los demás para abatir un puente peatonal metálico.

En la **pregunta 2**, se obtiene lo siguiente:

Para realizar la selección se debe analizar factores y realizar estudios muy considerables para su ejecución, como lo son: estudios de factibilidad, estudios de fiabilidad, estudios de confiabilidad, seguridad operacional y análisis de costos.

En la **pregunta 3**, encontramos que:

Es recomendable el sistema electromecánico ya que mediante los estudios y experiencia de nuestros expertos garantizan la confiabilidad, seguridad y el buen desempeño que realizará en el proyecto propuesto.

En la **pregunta 4**, podemos decir:

Observamos claramente que el sistema de accionamiento electromecánico cuenta con mayor número de ventajas en comparación a las desventajas, los cuales se pueden mostrar a continuación:

### Ventajas

1. Mayor confiabilidad manteniendo la carga suspendida, por su sistema de engranajes.
2. Fácil adquisición de sus componentes en el mercado.
3. Bajo costos de mantenimiento.
4. Durabilidad de sus componentes.
5. Obtiene el torque requerido para la operación del trabajo.

6. Diseño y funcionamiento simples.
7. Bajo costos de mantenimiento.
8. Mayor eficiencia en la operación.
9. Bajo costos de inversión.

### Desventajas

1. Rutas de inspección muy frecuentes para garantizar su funcionamiento.
2. Propenso fallos en caso de corte de energía.
3. Depende de suministro de energía.

En la **pregunta 5**, encontramos:

Para todo sistema electromecánico es inevitable el desgaste de sus elementos, por lo que es recomendable realizar mantenimiento preventivo a sus partes para minimizar el desgaste y así alargar la vida útil del sistema.

En la **pregunta 6**, tenemos:

Se ha considerado tres puntos de observación entre los menos fiable del sistema, para su mayor atención los cuales son:

- Cable tensor: si no se le da el mantenimiento adecuado puede con el pasar del tiempo deshilacharse, provocando luego su posterior ruptura.
- Pernos de sujeción de las chumaceras: este puede darse siempre y cuando empiece a existir exagerada vibración entre el motor y reductor, provocando luego el desprendimiento de los mismos.
- La banda que trabajará entre el motor y el reductor: ya que por el constante movimiento que ejercerá en la operación tiende a sobrecalentar, la misma que también luego de un largo periodo tiende al desgaste.

En la **pregunta 7**, se determina que:

Los contrapesos son muy recomendables en este sistema puesto que aportarán aliviando la carga del motor, el torque del reductor, y además equilibrarían la carga a la cual será sometido todo el conjunto.

En la **pregunta 8**, se obtiene lo siguiente:

Mediante los análisis de las entrevistas realizadas, para el posicionamiento adecuado de nuestro sistema se obtiene que el mejor sitio para la implementación sea sobre una base sólida en la parte superior del puente peatonal abatible, ya que se considera las siguientes razones:

- § Para obtener mayor rigidez.
- § Para obtener una mejor estabilidad.
- § Para acortar el recorrido del cable y así minimizar la tensión ejercida en la misma.

En la **pregunta 9**, se determina que:

La seguridad es un requisito fundamental hoy en día, por lo que se establece lo siguiente:

- Colocar guardas de protección en las transmisiones.
- Los contrapesos deben estar aislados y protegidos.
- Señalización del área de paso.
- Inspección frecuente de los cables tensores.
- Restringir el acceso al puente al momento de operar el sistema.
- Mantener lo menos posible la carga suspendida.

En la **pregunta 10**, se recomienda que:

Es importante la inspección frecuente del sistema, y que para ello se debe delegar a una persona específica para realizar esta tarea mediante un CHECK LIST, previamente elaborado.

También es recomendable mantener lubricado los engranajes del sistema de transmisión, como también la cadena y los cables tensores para su perfecto funcionamiento.

Además se recomienda elaborar un manual de operación y la desenergización del sistema cada vez que se lo deje de operar por un largo periodo, ya que esto nos ayudará a minimizar los riesgos de una inadecuada manipulación del sistema por personal no autorizado.

### **4.3 RESULTADOS**

Luego de haber realizado el análisis de los datos, obtenidos en la entrevista podemos llegar a determinar los resultados, los que nos ayudarán a enfocar la problemática existente y de esta forma llegar a plantear la solución al problema encontrado, para lo cual analizaremos por cada pregunta los resultados obtenidos.

**Pregunta 1.-** Se determina que el sistema comúnmente aplicado para ejercer las funciones presentada en nuestra necesidad es el sistema electromecánico.

**Pregunta 2.-** Se determina que para la implementación del sistema electromecánico de debe analizar los costos de inversión tomando el más apropiado mediante los estudios de confiabilidad realizados.

**Pregunta 3.-** Se determina la selección del sistema de accionamiento electromecánico, en base a los resultados obtenidos de nuestros expertos, que tienen una larga trayectoria en el área técnica e industrial, también en base a las consultas bibliográficas realizadas.

**Pregunta 4.-** Se determina que mediante el análisis realizado de nuestras entrevistas con expertos técnicos, obtenemos la mayoría de ventajas que obtendremos con la implementación de nuestro sistema.

**Pregunta 5.-** Se determina como condición realizar planes de mantenimiento para garantizar en buen funcionamiento y desempeño del sistema electromecánico, ayudando a la prolongación de la vida útil de las partes que conformarán nuestro sistema.

**Pregunta 6.-** luego del análisis realizado entre los puntos o elementos menos fiables del sistema se identificaron 3 elementos en el cual existe la probabilidad de fallar, por lo que se determina realizar planes de mantenimiento preventivo adecuado para nuestro sistema.

**Pregunta 7.-** En este análisis se determina la implementación de contrapesos para minimizar las cargas aplicadas al motor y al reductor, como también para mantener el equilibrio de la estructura.

**Pregunta 8.-** Se determina diseñar columnas de apoyo con una losa donde se instalará el sistema de accionamiento electromecánico sobre el puente peatonal para así acortar el recorrido de los cables tensores, lo cual minimizará la tensión ejercida en los cables.

**Pregunta 9.-** Se determina como condición necesaria e inexistente, la implementación de guardas de protección en las transmisiones para precautelar cualquier tipo de accidente inesperado al momento de operar el sistema.

**Pregunta 10.-** Mediante este análisis se recomienda designar una persona con conocimientos técnicos necesario, la misma que mediante una lista de tareas que se presentará para el inspector, pueda realizar las inspecciones frecuentes del sistema de accionamiento electromecánico,

En base a lo expuesto se determina la problemática existente y se plantea como aporte y solución “Análisis, diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible que une la zona ecológica sobre le estero Belín de la universidad estatal de milagro”, el mismo que limitará el acceso de comunidad universitaria hacia la zona del parque ecológico para la protección de las áreas verdes y la conservación del puente abatible.

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

El análisis, diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible que une la zona ecológica sobre el estero Belín de la universidad estatal de milagro, nos permitirá limitar el acceso de comunidad universitaria hacia la zona del parque ecológico para la protección de las áreas verdes, la conservación del puente abatible.

Esta implementación contribuirá con los estudiantes para la realización de estudios a futuro sobre la automatización del sistema, el mismo que contribuirá al desarrollo de la universidad estatal de milagro.

## **CAPITULO V PROPUESTA**

### **5.1 TEMA**

Análisis, diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible que une la zona ecológica sobre el estero Belín de la universidad estatal de milagro.

### **5.2 FUNDAMENTACIÓN**

En este proyecto se diseñaran puentes de tipo viga, ya que los márgenes del estero no supera los 15 metros, el cual muestra el diseño de forma del puente, apoyos de hormigón, losa de aproximación de concreto, estructura metálica de acero y piso de madera.

El puente tendrá una longitud entre apoyos de 8000mm, una altura de 2500mm aproximadamente hasta el lecho del estero, el ancho del puente se fijara en 1600mm para que puedan atravesarlo dos personas al mismo tiempo.

El puente levadizo tendrá una estructura soporte para el motoreductor y el mecanismo de elevación el cual será elevado mediante 2 cables de acero acoplados a ambos lados de los extremos del tablero y pivoteado en el otro extremo, el cable jalara en puente y se enrollara en 2 tambores que estarán unidos por sus ejes, y serán accionados por un sistema de motor y reductor.

Para diseñar el sistema de elevación primeramente se realiza un análisis dinámico de las fuerzas involucradas en elevarlo, en el momento en que parte el puente del reposo se desarrollara la máxima fuerza, ya que el motor debe vencer la inercia.

### **5.3 JUSTIFICACIÓN**

El sistema de accionamiento electromecánico permite regularizar el flujo de personas de aproximadamente 3,500 estudiantes hacia la zona ecológica a través de un puente peatonal aplicando seguridad para la conservación del puente y ayuda a preservar las áreas verdes. Concientizando el cuidado de la naturaleza, aplicando todos los discernimientos adquiridos en el pensum académico para el desarrollo en general de la universidad estatal de milagro.

### **5.4 OBJETIVOS**

#### **5.4.1 Objetivo General de la Propuesta**

Identificar, diseñar e implementar un sistema que ayude a controlar el acceso de la comunidad universitaria hacia la zona del parque ecológico de la universidad estatal de milagro.

#### **5.4.2 Objetivo Específico de la Propuesta**

- ü Limitar el acceso de la comunidad universitaria hacia la zona del parque ecológico.
- ü Conservar y preservar las áreas verdes de la zona ecológica.
- ü Controlar el peso ejercido sobre la estructura del puente abatible ubicado en los predios de la universidad estatal de milagro.



## 5.6 FACTIBILIDAD

Este proyecto cumple con todas las expectativas de factibilidad técnica gracias a los estudios realizados para su elaboración y selección del material debido a que todos sus elementos son de fácil adquisición dentro del mercado local.

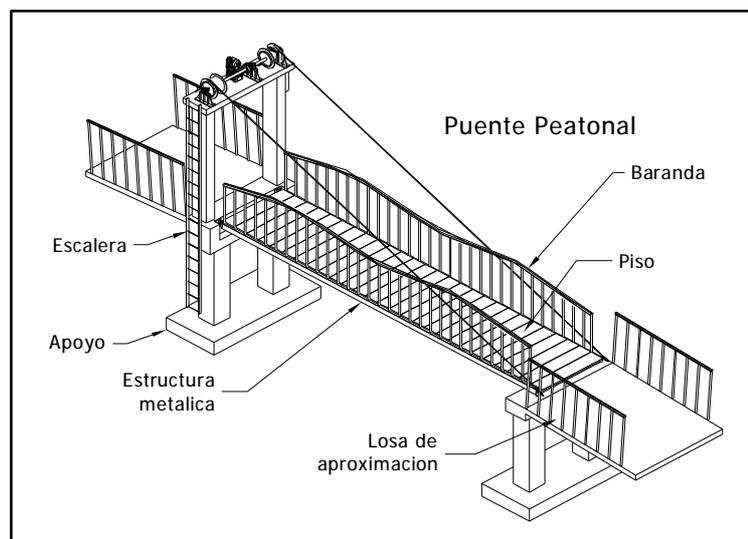
Por lo que de existir la necesidad de remplazar cualquier elemento por una u otra razón no habría inconvenientes en adquirirlo en cualquier almacén de la ciudad.

## 5.7 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

### 5.7.1 Actividades

#### 5.7.1.1 Diseño del Sistema de Accionamiento Electromecánico

Para el proyecto se diseñaran puentes de tipo viga, ya que los márgenes de del estero no supera los 15 metros, en la figura se muestra el diseño de forma del puente, apoyos de hormigón, losa de aproximación de concreto, estructura metálica de acero y piso de madera.

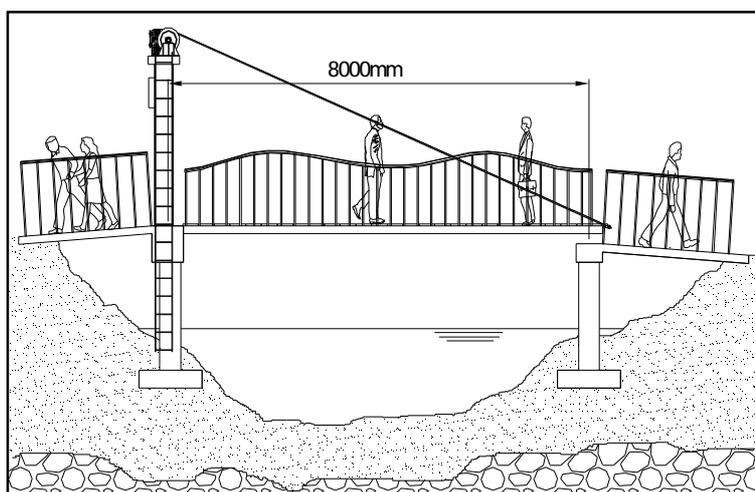


**Figura 20:** vista en isométrica de puente peatonal levadizo

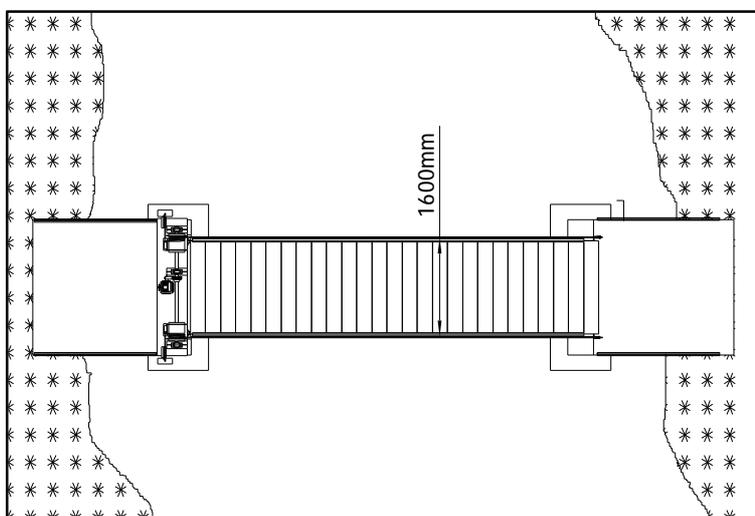
El puente tendra una longitud entre apoyos de 8000mm, una altura de 2500mm aproximadamente hasta el lecho del estero, el ancho del puente se fijara en 1600mm para que puedan atravesarlo dos personas al mismo tiempo.

El puente levadizo tendra una estructura soporte para el motoreductor y el mecanismo de elevacion.

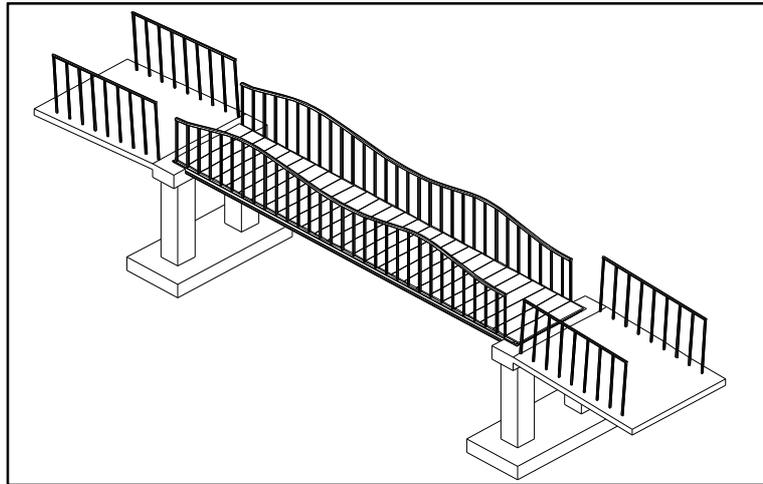
La figura muestra una vista en planta del puente, y la figura muestra una proyeccion en elevacion del puente.



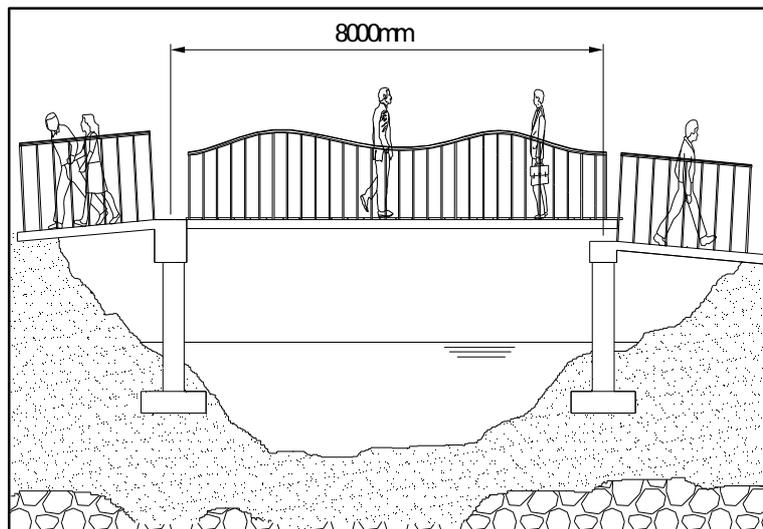
**Figura 21:** vista en elevación del puente peatonal levadizo



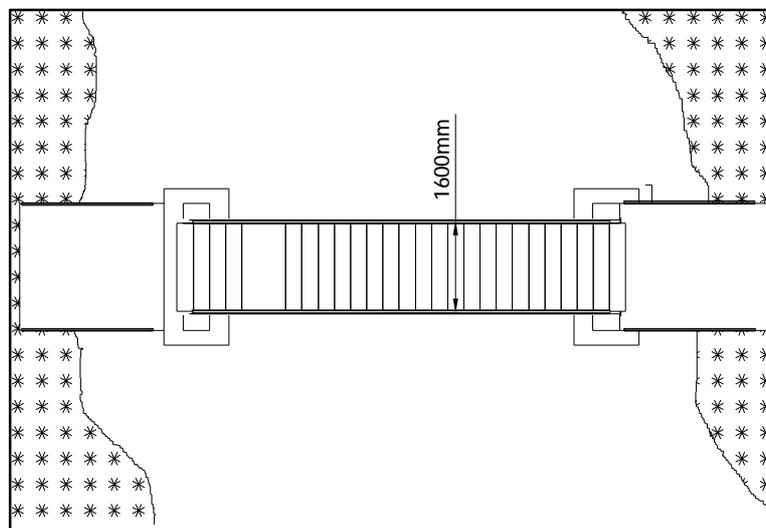
**Figura 22:** vista en planta del puente peatonal levadizo



**Figura 23:** vista en isométrica de puente peatonal estático



**Figura 24:** vista en elevación de puente peatonal estático



**Figura 25:** vista en planta de un puente peatonal estático

### 5.7.1.2 Diseño del Sistema de Elevación

El puente será elevado mediante 2 cables de acero acoplados a ambos lados de los extremos del tablero y pivotado en el otro extremo, el cable jalara en puente y se enrollara en 2 tambores que estarán unidos por sus ejes, y serán accionados por un sistema de motor y reductor.

Para diseñar el sistema de elevación primeramente se realiza un análisis dinámico de las fuerzas involucradas en elevarlo, en el momento en que parte el puente del reposo se desarrollara la máxima fuerza, ya que el motor debe vencer la inercia.

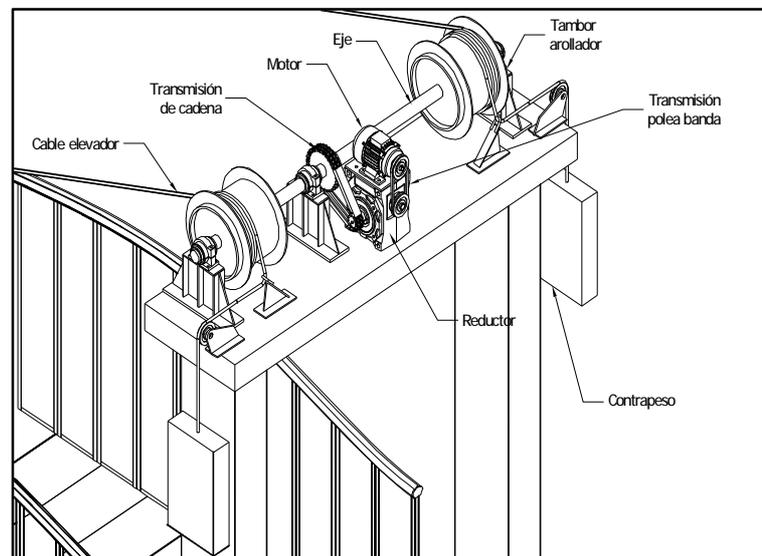


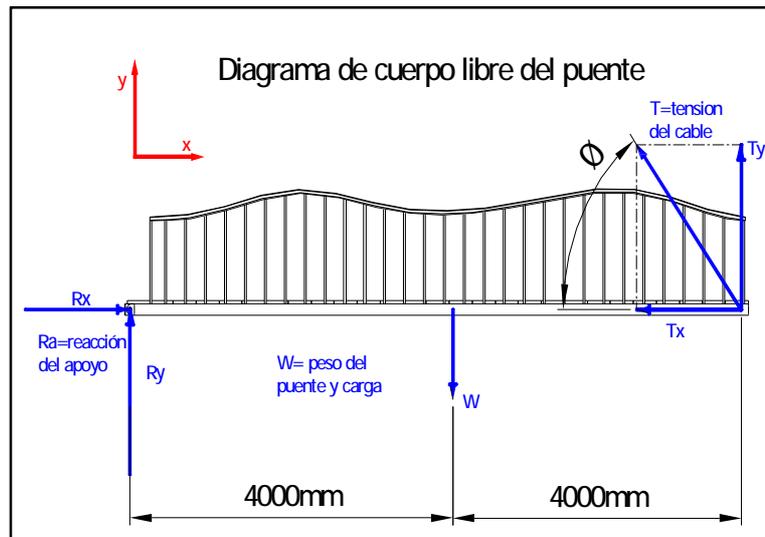
Figura 26: Sistema de elevación del puente peatonal

### 5.7.1.3 Análisis de Fuerzas Dinámicas en el Puente Peatonal

Previo al diseño del sistema de elevación del puente se debe analizar las fuerzas que se producen cuando el puente esté en funcionamiento.

Hay dos escenarios para el análisis, una es cuando el puente esta estático apoyado en las dos bases de concreto y el segundo cuando se encuentra en proceso de elevación.

En esta tesis se analizará el segundo escenario, la figura 27 muestra el diagrama de cuerpo libre del puente peatonal sometido a la fuerza de elevación del cable.



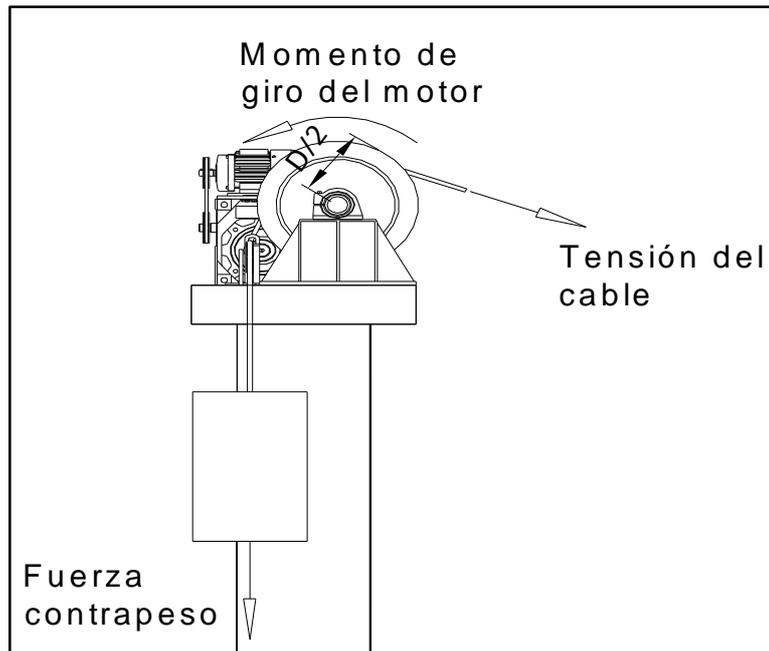
**Figura 27:** Diagrama de cuerpo libre del puente peatonal

Para hallar las reacciones en los apoyos se debe aplicar las leyes de equilibrio, el peso del puente se estima en 1000Kg es decir 9800N

Aplicando la ecuación de equilibrio de momentos en el punto de aplicación de la reacción se tendrá:

$$\begin{aligned} \Sigma M_o &= 0 \\ -W \times \frac{L}{2} + Ty \times L &= 0 \\ Ty &= W/2 \\ Ty &= T \times \text{sen}\theta = \frac{W}{2} \\ T &= \frac{W}{2 \times \text{sen}\theta} \end{aligned}$$

El ángulo  $\theta$  que forma el cable con la horizontal se estimara en  $25^\circ$ . Esta fórmula representa la tensión en el cable elevador que es generada por el motor eléctrico al hacer girar el tambor arrollador. En la figura se muestra las fuerzas sobre el tambor.



**Figura 28:** Fuerzas sobre el tambor arrollador

El par que ejerce el motor eléctrico sobre el tambor se equilibra con los momentos torsores producidos por las fuerzas del contrapeso y la tensión del cable.

$$\begin{aligned} \Sigma M_o &= 0 \\ M_{motor\ electrico} - M_{tension\ cable} + M_{tension\ contrapeso} &= 0 \\ M_{motor} &= \frac{Potencia}{velocidad\ angular} = \frac{Pot}{\omega} \end{aligned}$$

Se reemplaza la fuerza de tensión del cable previamente hallada y así se obtiene el momento torsor que ejerce el cable sobre el tambor:

$$M_{tension\ cable} = T \times \frac{D}{2} = \frac{W \times D}{4 \times \text{sen}\phi}$$

El momento torsor que ejerce el contrapeso sobre el tambor será:

$$M_{motor} = \frac{W_c \times D}{2}$$

Combinando las ecuaciones se tendrá:

$$\frac{Pot}{\omega} - \frac{W \times D}{4 \times \text{sen}\phi} + \frac{W_c \times D}{2} = 0$$
$$Pot = \frac{W \times D \times \omega}{4 \times \text{sen}\phi} - \frac{W_c \times D \times \omega}{2}$$

#### 5.7.1.4 Cálculo de Potencia de Elevación

Para calcular la potencia del motor se utilizara la ecuación anterior, con los siguientes datos:

D = diámetro del tambor = 0.4m

W = peso de la estructura a elevar = 1000Kg

W<sub>c</sub> = contrapeso = 95% del peso de la estructura a elevar = 950Kg

ϕ = ángulo que forma el cable elevador con la horizontal al momento inicial de elevación ≈ 25°

ω = velocidad angular con la que gira el eje del tambor.

La potencia suministrada al sistema de elevación proviene de un motor eléctrico trifásico con una velocidad angular estándar de 1400 rpm, esta velocidad se la reduce mediante un reductor de tornillo sinfín y una transmisión de piñón cadena hasta la velocidad que girara el tambor.

El reductor tendrá un ratio de 30 ya que es el más común encontrado en el mercado y la transmisión de piñón cadena tendrá una relación de reducción de 3 a 1, que es la recomendada por la mayoría de los fabricantes para tener una vida útil larga. En total se tendrá una reducción de 30x3 = 90, es decir la velocidad del tambor es de 1400/90 = 15.55rpm o 1.63 radianes por segundo.

La potencia será entonces:

$$Pot = \frac{W \times D \times \omega}{4 \times \text{sen}\phi} - \frac{W_c \times D \times \omega}{2}$$
$$Pot = \frac{1000 \times 9.8 \times 0.4 \times 1.63}{4 \times \text{sen}25} - \frac{950 \times 9.8 \times 0.4 \times 1.63}{2}$$
$$Pot = 744.71 W = 0.9986 HP$$

Es decir que se necesitara un motor con una potencia de 1 HP

#### 5.7.1.5 Selección de Reductor

Como se diseño anteriormente el reductor deberá transmitir una potencia de 1HP y tener un ratio de por lo menos 30 a 1, en el catalogo de reductores Morse que se encuentra en el anexo A1, se escoge el reductor de velocidad apropiado.

Se dispone del reductor 40RW-B que tiene un peso de 119 lbs. y una distancia entre centros de 4 pulgadas, el motor eléctrico se montara encima del reductor para ahorrar espacio y se acoplaran mediante una transmisión de polea banda, la cual tendrá una relación de transmisión de 1.

#### 5.7.1.6 Selección de Transmisión de Cadena

A la salida de reductor se instalara una transmisión de cadena para acoplarlo al eje de los tambores de elevación, esta transmisión reducirá la velocidad angular e incrementara el par de torsión de manera que ayude a elevar el puente.

Se selecciona la transmisión de cadena tomando en cuenta que transmitirá una potencia de 1 Hp a una velocidad angular de  $1400\text{rpm}/30 = 46.66 \text{ rpm}$ , en la grafica de selección de pasos de cadena que se encuentra en el anexo A2, con la potencia y velocidad se halla el paso de la cadena.

La potencia de diseño es:

$$P_D = P_{transmitir} \times f$$

Donde f es el factor de seguridad, el cual se escoge de la siguiente tabla

**Cuadro 2** Factores de para cadenas de rodillos

Condiciones de trabajo	Motor eléctrico		Motor Diesel	
	8-10 horas	24 horas	8-10 horas	24 horas
Uniforme	1	1.25	1.25	1.5
Semi-pesado	1.25	1.5	1.5	1.75
Pesado	1.5	1.75	1.75	2

**FUENTE:** Libro diseño de ingeniería mecánica Mc. Graw Hill

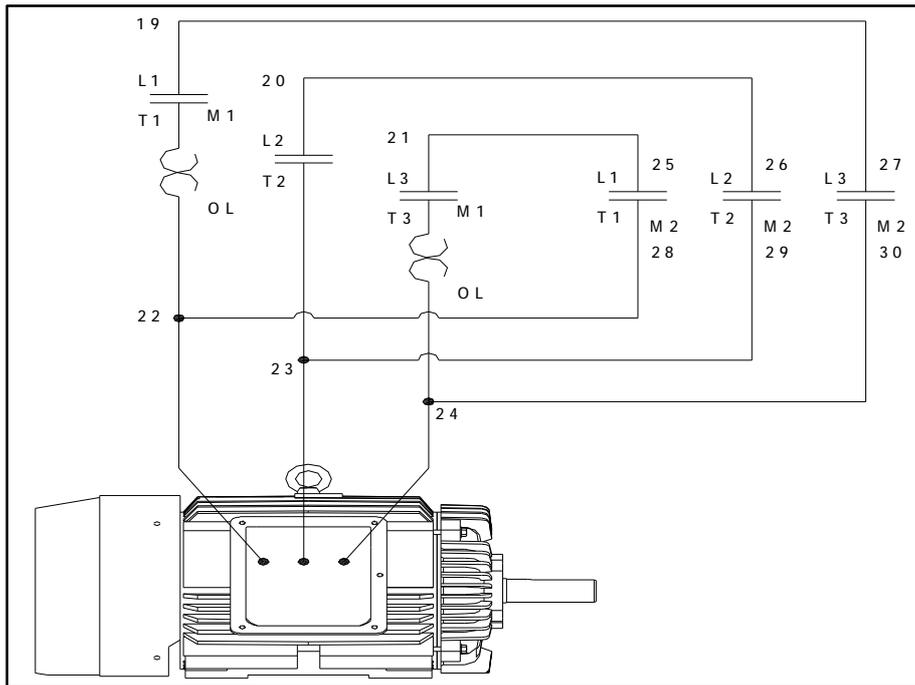
El sistema de elevación del puente trabajara no más de 20 minutos al día a un régimen uniforme y será accionado por un motor eléctrico por lo que el factor de seguridad seleccionado es de 1, la potencia de diseño será de 1 HP.

De la grafica se obtiene un paso de  $\frac{3}{4}$ ", se instalara cadena d paso 1" ya que es la más común en el mercado y dará mayor seguridad.

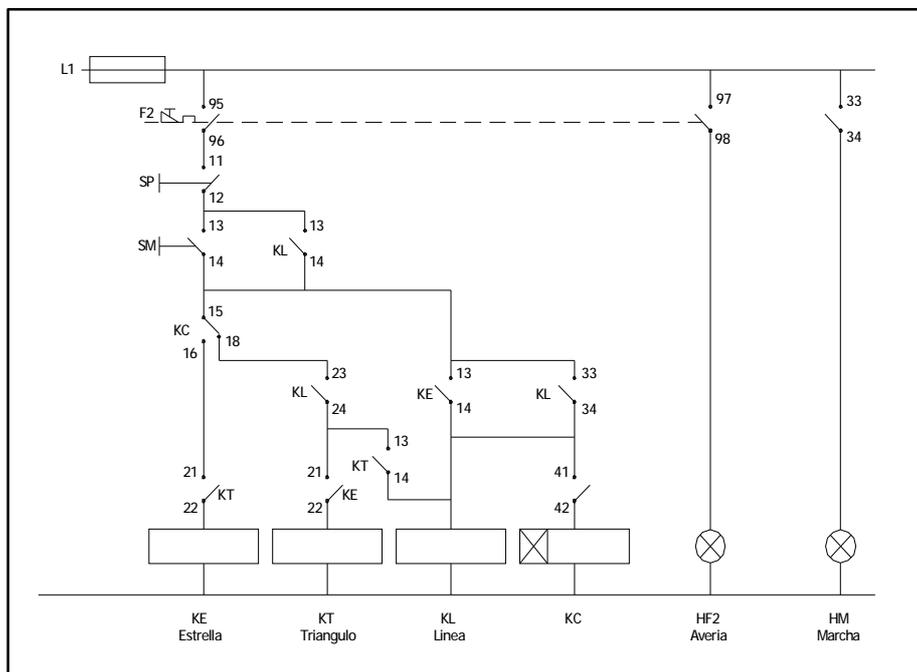
#### 5.7.1.7 Diseño del Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico del puente está conformado por dos circuitos uno de control y otro de fuerza, el circuito de control como su nombre lo indica sirve para controlar el movimiento de giro del motor eléctrico. En la figura 11 se muestra un esquema del circuito de control el cual consta de luces de aviso.

En la figura se muestra el circuito de fuerza el cual controla el encendido y apagado del motor eléctrico.



**Figura 29:** Circuito de control de puente levadizo



**Figura 30:** Circuito de fuerza de puente elevadizo

Los materiales empleados en los circuitos son:

- 2 luces piloto color verde
- 1 luz piloto color amarillo
- 1 luz piloto color roja
- 10m de cable flexible #10 por fase para alimentación del motor
- 1 breaker doble de 30A marca General Electric
- 6 borneras 8AWG1
- 25 metros de cable de control calibre #18
- 3 contactores
- 3 contactos frontales con contacto abierto y cerrado
- 2 enclavamientos mecánicos
- 1 relé térmico
- 2 pulsadores de marcha
- 2 pulsadores de paro
- 2 pulsadores de emergencia
- 1 breaker de control doble de 6A
- 1 barra de cobre de 1/8" x 1/2" x 15cm para puesta a tierra.

El circuito eléctrico será alimentado del tablero principal de la UNEMI para ello se deberá instalarse una acometida hasta el lugar donde se encuentra el puente levadizo mediante un conductor flexible #10, se espera a que a futuro la UNEMI instale postes de alumbrado en las proximidades del puente levadizo para de esta forma tomar energía de un punto cercano.

#### **5.7.1.8 Manual de Operación y Mantenimiento**

#### **5.7.1.9 Actividades para el Mantenimiento del Sistema de Accionamiento Electromecánico**

El objetivo principal de este manual es describir los procedimientos y métodos para realizar y evaluar su deterioro.

La información recopilada durante la inspección es fundamental para programar el mantenimiento oportuno, de su calidad dependerá el buen funcionamiento del sistema dado, que las estructuras continúan envejeciendo y deteriorándose, una evaluación precisa y completa es esencial para mantener en servicio una red vial confiable.

Con el fin de que la información anterior sea la correcta, se debe contar con un grupo de inspectores calificados que comprendan todos los conceptos, responsabilidades y deberes contenidos en este manual.

### **Cable Elevador**

Los factores principales que acortan la vida de los cables de acero son los defectos y fallas en el equipo en que se instalan. Las siguientes sugerencias son una guía para revisar las partes del equipo que causan la mayor parte de los problemas.

ü Inspeccionar cuidadosamente el sistema de anclaje del cable tanto en los tambores como en la carga, asegurándose de que los terminales estén correctamente colocados. Presten especial atención a que los dispositivos de seguridad funcionan adecuadamente.

ü Inspeccionar los canales, gargantas y superficies de todos los tambores, rodillos y poleas. Usar calibradores de poleas para comprobar los diámetros correctos. Ver que todas las superficies que hacen contacto con el cable sean lisas y estén libres de corrugaciones u otras condiciones de abrasión.

ü Comprobar el libre movimiento de las poleas de transmisión y la alineación correcta entre sus ejes y rodamientos. Es necesario que los rodamientos proporcionen la ayuda y el apoyo adecuado para que estén libres de bamboleo.

ü Comprobar al momento del enrollado del cable en el tambor, el mismo que debe ser uniforme. El enrollado irregular produce aplastamiento del cable.

ü Revisar la ubicación de los rellenos iniciales y elevadores en el tambor, en caso de que sean usadas. Si su ubicación es incorrecta causaría "cocas" y "cruces" entre las varias capas de cables y en consecuencia acortarán su vida útil.

ü Si es posible, revisar y seguir el recorrido del cable, localizando los puntos del equipo que aparezcan gastados o cortados por el cable en su movimiento. La colocación de protectores o rodillos en esos puntos disminuirá el desgaste abrasivo.

### **Frecuencia de Inspección de los Cables**

Los cables de acero deben ser revisados cuidadosamente en intervalos regulares; esta inspección debe ser más cuidadosa y frecuente, y aún más cuando el cable ha prestado servicio mucho tiempo o en los casos de servicio pesado.

La inspección frecuente de los cables y del equipo en que se utilizan tiene un triple propósito:

- ü Revelado del estado del cable e indica la necesidad de cambiarlo
- ü Refleja si se está utilizando el tipo de cable apropiado para el trabajo requerido.
- ü Descubre y corrige las fallas en el equipo o en la forma de operarlo, las mismas que pueden causar desgaste acelerado y costoso del cable.

La ruta de inspección deberá ser realizada por una persona que por medio de la experiencia y práctica, conozca los detalles de los puntos a inspeccionar, y sea capaz de explicar y juzgar la importancia de los signos anormales que pudieran aparecer.

La información obtenida de la inspección servirá como guía para resolver con mayor precisión el servicio que se debe esperar de un cable de acero.

### **Inspección de los Cables**

Los puntos más relevantes que deben ser tomados en cuenta para la inspección son éstos:

**1. Diámetro del cable:** Una reducción evidente en el diámetro del cable, es un signo seguro de que se acerca el momento de cambiarlo. Esta reducción del cable puede ser el origen de varias causas, cualquiera de las cuales hace necesario retirar el cable del servicio. La reducción del diámetro del cable puede ser causada por el constante deterioro del "alma", originada por carga excesiva o por carga de impacto repetidas; también por desgaste interno y fallas en los alambres por falta de lubricación o corrosión interna. Y en consecuencia como el daño es interno y no puede ser observado ni medido, lo recomendable es retirar el cable de inmediato.

**2. Paso del Cable:** Un aumento apreciable en el "paso de cable" es frecuentemente el resultado de una falla del alma del cable, que estará acompañada de la reducción de diámetro ya descrita. Si el paso del cable aumenta sin reducir el diámetro, el cable está siendo restringido en su movimiento de rotación mientras opera, o la causa puede ser que un extremo no esté fijo sino rotando.

Cuando es existente esta situación, el cable puede expulsar el alma o en consecuencia desbalancearse, permitiendo que toda la carga sea soportada por uno o dos torones. Si el extremo libre está en movimiento, se debe utilizar un cable estabilizador (tag line), sobre la carga.

**3. Desgaste Externo:** El desgaste abrasivo resulta del roce del cable contra algún objeto externo; siempre que sea posible, ese objeto debe ser eliminado de la trayectoria del cable, o ésta debe ser modificada. El desgaste por impacto (Peening), es originada cuando el cable golpea regularmente contra objetos externos o contra sí mismo. En general se coloca protectores entre el cable y un objeto externo, pero cuando el cable se golpea contra sí mismo es poco lo que puede hacerse, salvo seleccionar un cable más apropiado y asegurarse de que enrolle en forma correcta sobre el tambor. El desgaste por frotamiento sucede a causa del desplazamiento de los torones y alambres forzados por el roce contra un objeto externo o contra el mismo cable. El frotamiento en objetos externos puede ser evitado, pero igual que en el caso anterior la única medida que se puede adoptar contra el frotamiento del cable contra sí mismo, es enrollarlo correctamente.

**4. Fallas por Fatiga:** Las fallas del alambre, cuando se observan extremos planos y poco desgaste superficial, son llamadas "fallas por fatiga". Generalmente se producen en la cresta de los torones o en los puntos de contacto de un torón y otro. En gran parte de los casos las fallas son originadas por esfuerzos de flexión excesivos o por vibraciones. Si no es posible aumentar el diámetro de las poleas o tambores se debe utilizar un cable más flexible. Y si ha llegado al límite de la flexibilidad, la única medida que puede prolongar la vida del cable es desplazarlo a lo largo del sistema, de forma que la sección de cable sometida a los esfuerzos de flexión cambie de posición antes de que la pérdida de resistencia alcance un nivel crítico.

5. **Corrosión:** La corrosión es casi siempre un signo de falta de lubricante. No únicamente ataca a los alambres originando pérdida de la ductilidad, sino que también impide el libre desplazamiento de las partes del cable durante el trabajo. Todo esto ocasiona fatiga prematura a los alambres y reduce notablemente la vida del cable. Un cable que muestre daños por corrosión debe ser suspendido o retirado inmediatamente, ya que no es posible medir con precisión la magnitud del daño. Para impedir que la corrosión aumente y ataque a los cables, éstos deben ser lubricados cuidadosamente, y en casos de corrosión extrema, se debe recurrir a cables galvanizados.

#### 5.7.1.10 Mantenimiento del Moto Reductor

En el mantenimiento del motoreductor es indispensable el desarmado, las piezas internas al no estar expuestas no es posible una inspección visual. El primer paso para desarmar un motoreductor es quitarle el aceite lubricante.

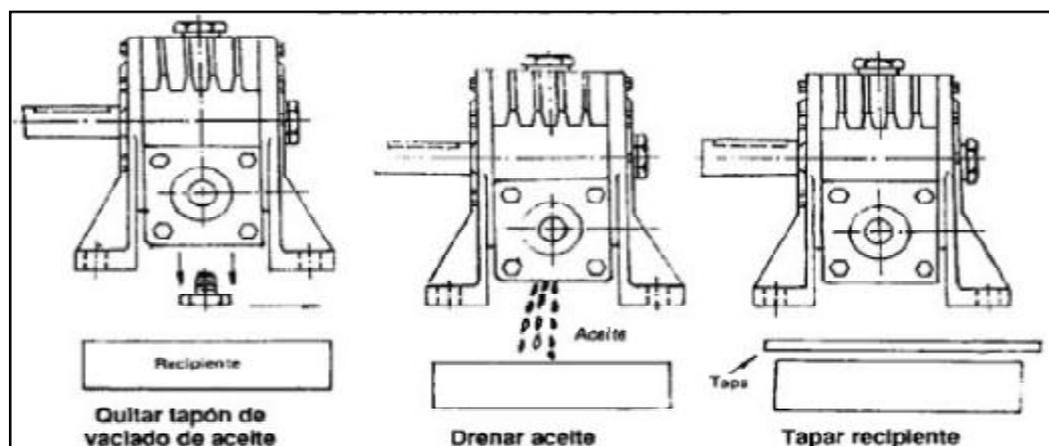
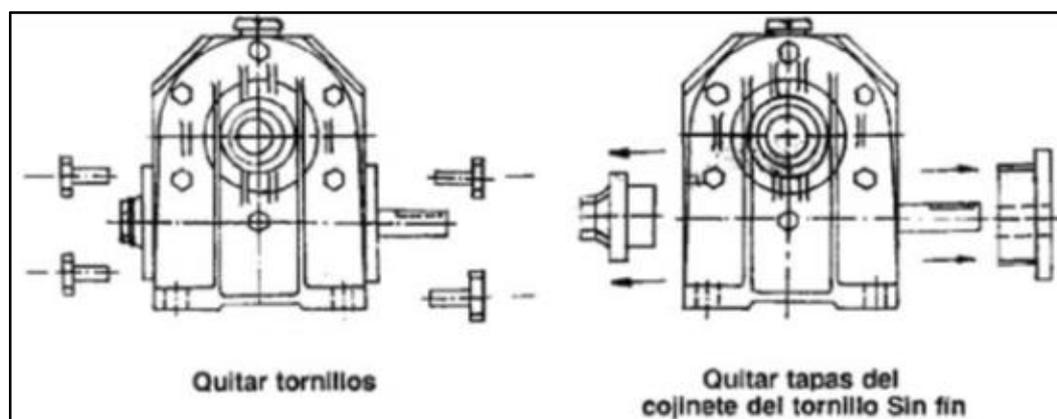


Figura 31: Procedimiento del cambio de aceite en el reductor

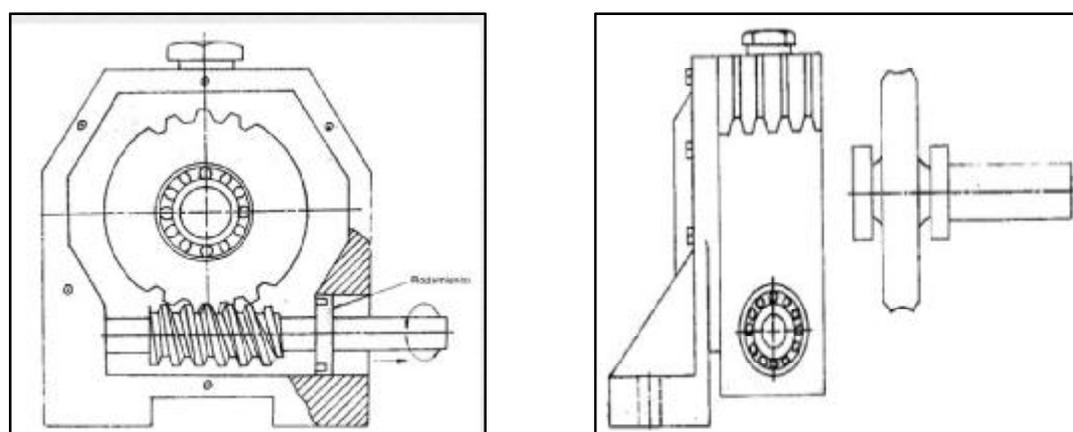
Es importante tapar el recipiente donde se almacenara el aceite lubricante ya que podría ingresar elementos extraños que al momento de volver a poner el aceite causarían daños a los dientes de los engranajes, una sola viruta podría rayar la superficie de los dientes, acortando drásticamente la vida útil de los engranajes.

Después se debe quitar tornillos y tapas del soporte de la corona, al retirar las tapas tener cuidado con los empaques.



**Figura 32:** Procedimiento de desensamblaje del reductor

Para extraer tornillo sin-fin se hace girar el eje del tornillo sin-fin en el sentido que indica la flecha y según el sentido del filete del sin-fin, ejerciendo presión para extraerlo.



**Figura 33:** Vista en corte del reductor

En el lavado de piezas no es recomendable el uso de derivados de hidrocarburos a pesar de ser lo más usado por la facilidad de adquisición y por ser menos costoso. Se encuentran en el comercio productos detergentes que pueden ser aplicados puros o en solución con agua, los que presentan las siguientes ventajas:

- No son corrosivos.
- No contienen sustancias alcalinas.
- No son tóxicos.
- No son inflamables.
- No presentan problemas de contaminación.
- Su uso no presenta peligro para las partes del cuerpo que estén en contacto.
- No requieren del uso de aire o presión para el secado.

Cuando se utilizan derivados del petróleo, se recurre a aire a presión para acelerar el secado de piezas cuidando que el aire que se utiliza esté seco.

### **Inspección del Reductor**

- 1. Revisión de rodamientos:** Aplicar los conocimientos adquiridos sobre rodamientos. Al encontrar juego excesivo, pistas deterioradas o aros partidos, se debe cambiar el rodamiento. Vida útil del rodamiento.
- 2. Revisión de corona y tornillo sin-fin:** Verificación visual y al tacto del estado de los dientes de la corona y del espiral del sin-fin. El juego excesivo entre corona y sin-fin no es reparable, salvo construyendo un sin-fin o una corona que elimine ese juego. Revisar bujes si los hay.
- 3. Rearmado del reductor:** Aceitar ligeramente los rodamientos y hacerlos girar para cubrir las pistas de lubricante. Los reductores para baja transmisión utilizan rodamientos rígidos de bolas y los de alta potencia, utilizan rodamientos de rodillos cónicos. Para el montaje de rodamientos de rodillos cónicos se aplica el montaje en disposición en "X".

Antes de montar la tapa verifique el estado del empaque; si es necesario, repóngalo construyendo uno nuevo o aplicando un material para sellamiento después de haber limpiado correctamente la superficie. Para la aplicación de productos de sellamiento basta con cubrir una de las superficies, que al montar la tapa y ajustar los tornillos, ésta se esparce

homogéneamente.

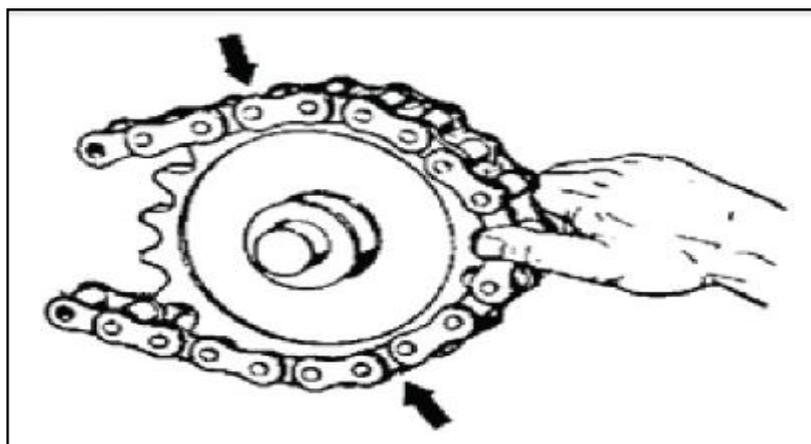
#### **Llenado de aceite:**

- Monte tapón de drenaje.
- Retire tapón de llenado.
- Retire tapón de nivel de aceite.
- Vierta aceite lentamente hasta que comience a salir por el orificio para nivel 1/20 1/3 de la mirilla.
- Monte tapón para nivel.
- Revise y limpie orificio de respiración.
- Monte tapón de llenado y revise fugas

#### **5.7.1.11 Mantenimiento de la Transmisión de Cadena**

Como en el caso de cualquier mecanismo construido con precisión, el mantenimiento apropiado contribuye a una duración en servicio larga y satisfactoria; A las cadenas se les inspecciona frecuentemente, aplicando las siguientes normas prácticas:

- 1. Verifique periódicamente el alineamiento:** Cuando los lados de los dientes del piñón o las superficies interiores de los eslabones de la cadena muestran desgaste, es una indicación definitiva de un mal alineamiento. De inmediato deben darse los pasos necesarios para re alinear la transmisión.
- 2. Compruebe si hay flojedad excesiva:** Si la cadena está corriendo cerca de las puntas de los dientes de las ruedas más grandes, debe ser reemplazada. Esto se puede comprobar levantando la cadena de la rueda dentada mayor, asegurándose de que la cadena está engranando en los dientes de la misma, según lo indica la Figura en las respectivas flechas.



**Figura 34:** Comprobación del manual de tensado de cadena

Este exceso de huelgo es evidencia definitiva de que la cadena se ha alargado y ninguna cantidad de tensión la mantendría engranada con los dientes de la rueda. Para cadenas cuya distancia entre centros es larga la tensión debe hacerse por tensores de piñones ya sea externo o interno, automática o manual.

**3. Cambio de ruedas:** Las ruedas gastadas deben ser reemplazadas para asegurar un ajuste apropiado de la cadena, esto elimina la posibilidad de un desgaste prematuro en la cadena de recambio.

**4. Retirar trozos de material extraño** La acumulación de material extraño entre los dientes de la rueda ocasiona que la cadena se monte sobre los dientes de la rueda ejerciendo un esfuerzo indebido y acelerando el desgaste de la cadena.

**5. Comprobar sistema de lubricación:** El sistema de lubricación que se está utilizando debe funcionar eficientemente; controle la cantidad de aceite del sistema.

**6. Limpieza periódica:** Una cadena expuesta a un medio de suciedad requiere limpiezas frecuentes. Para limpiar una cadena podemos hacerlo así:

- Remuévase las cadenas de las ruedas dentadas.
- Lávese la cadena en kerosén. Si la cadena se muestra muy gomosa sumérgase varias horas en el fluido de limpieza y luego lávese en un fluido fresco.
- Después de drenar el fluido de limpieza sumérgase la cadena en aceite para restaurar
- la lubricación interna.
- Cuélguese la cadena sobre una barra para extraer el exceso de lubricante.
- Inspeccione la cadena en cuanto desgaste y corrosión.

**7. Protección de la cadena:** Los componentes de una cadena se deterioran durante largos períodos de inactividad. Si se tiene que almacenar una cadena cúbrala con aceite pesado o grasa ligera.

Después envuélvase en un papel grueso resistente a la grasa (parafinado). Antes de colocar de nuevo la cadena, límpiela totalmente, así mismo las ruedas dentadas para remover la grasa protectora; entonces vuélvase a lubricar la cadena.

## **5.7.2 Recursos, Análisis Financiero**

### **5.7.2.1 Análisis de costo de puente levadizo**

En el siguiente capítulo se detalla los costos de cada uno de las partes del puente levadizo divididos dos grupos, la obra civil con la cimentación y la obra mecánica que es básicamente la fabricación de la estructura, el sistema de elevación.

Solamente se detalla los costos del puente levadizo que va a ser construido en la UNEMI, sin embargo este análisis es válido para el puente levadizo proyectado a ser construido a futuro, no se incluyen los costos de mantenimiento y operación del puente levadizo.

### 5.7.2.2 Costo de la Obra civil

El costo de la cimentación incluye las actividades preliminares como preparación de terreno, relleno y la construcción de las bases, estos costos incluyen la mano de obra, en la tabla 3 se muestra detallado los costos para la cimentación.

**Cuadro 3:** Análisis de costos de obra civil

Ítem	Elemento	Cantidad	Costo	Sub total
1	Excavación manual para bases	1	\$70	\$70
2	Relleno compactado	1	\$90	\$90
3	Zapata	1	\$1193.50	\$1193.50
4	Columna de loza para moto reductor	1	\$403	\$403
5	Loza de aproximación	1	\$582	\$582
6	Loza para moto reductor	1	\$132	\$132
7	Estudio de suelo	1	\$350	\$350
			<b>TOTAL</b>	<b>\$2820.5</b>

**FUENTE:** Juan Jaramillo

### 5.7.2.3 Costo de la Obra mecánica

La estructura metálica está formada por las vigas principales, las de arriostramiento, las barandas, el piso de madera y las articulaciones para elevar el puente, las vigas y perfiles para formar el tablero son compradas y el precio incluye la mano de obra, en los demás elementos el material es puesto por el contratistas y los precios incluyen costos de fabricación.

La tabla 4 muestra en detalle los costos de la estructura metálica para el puente.

**Cuadro 4:** Análisis de costos de estructura

Ítem	Elemento	Cantidad	Costo	Total
1	Vigas principales	1	\$304	\$304
2	Vigas de arriostramiento	1	\$152	\$152
3	Horquillas de articulación	1	\$120	\$120
4	Tablas de madera	1	\$261	\$261
5	articulación	1	\$281	\$281
6	Pin de articulación	1	\$30	\$30
7	Barandas	1	\$339	\$339
8	Pasamanos	1	\$54	\$54
9	Transporte de la estructura	1	\$50	\$50
10	Montaje de la estructura	1	\$100	\$100
11	Soldadura de estructura	1	\$56	\$56
12	Mano de obra	1	\$550	\$550
<b>Total</b>				<b>\$2297</b>

a

FUENTE: Juan Jaramillo

#### 5.7.2.4 Costo del sistema de elevación

El sistema de elevación está formado por una serie de partes que deben adquirirse en el mercado, para abaratar costos se comprará partes ya usadas o de segunda mano pero que estén en perfectas condiciones para ajustarse a los requerimientos del puente.

**Cuadro 5:** Análisis de costos del sistema de elevación

Ítem	Elemento	Cantidad	Costo	Total
1	Motor reductor	1	\$450	\$450
2	Cable de elevación	2	\$122	\$122
3	Horquillas del cable	2	\$25	\$25
4	Tambor	2	\$115	\$115
5	Contrapeso	1	\$34	\$34
6	Sproket (rueda)	1	\$160	\$160
7	Cadena	1	\$120	\$120
8	Sproket (Piñón)	1	\$30	\$30
9	eje	1	\$132	\$132
10	Poleas	2	\$13.5	\$27
11	Bandas	2	\$6.5	\$13
12	Chumacera	3	\$48	\$144
13	Bases chumaceras	3	\$27	\$81
<b>Total</b>				<b>\$1453</b>

u

FUENTE: Juan Jaramillo

Estos costos incluyen el material, fabricación, traslado, montaje, y ajuste de todo el sistema de elevación del puente.

#### **5.7.2.5 Costo Totales**

El costo total del puente asciende a \$6570.5 los cuales son aportes de los realizadores de esta tesis de grado, se ha buscado un diseño lo más económico posible sin sacrificar la eficiencia y seguridad de operación del puente elevador.

Este valor puede servir de referencia para la construcción del puente no levadizo, si en algún momento se decide la universidad a construirlo.

#### **5.7.3 Impacto**

Análisis, diseño e implementación de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible que une la zona ecológica sobre el estero Belín de la universidad estatal de milagro, encontramos que lograremos algunos beneficios en diferentes áreas. Como por ejemplo en el área ambiental, ya que este sistema ayudará a controlar el tránsito de personas sobre el puente hacia la zona del parque ecológica, ayudando a conservar las áreas verdes del parque ecológico.

En el área experimental podrá servir para que a futuro estudiantes de la facultad puedan desarrollar estudios de automatización en este sistema para el mejor funcionamiento del mismo.

#### **5.7.4 Cronograma**

Este proyecto contó con lapso de tiempo estimado para su ejecución, dividiéndose entre sí en análisis, diseño e implementación, ayudados con las ramas enfocadas a la ingeniería las cuales tenemos:

- ü Obra Civil
- ü Herrería y Cerrajería
- ü Mecánica Industrial
- ü Eléctrica



### **5.7.5 Lineamiento para evaluar la propuesta**

Con la finalidad de que la implementación de un sistema electromecánico en un puente abatible, permita levantar el puente metálico para regular el flujo de personas hacia la zona del parque ecológico, tomamos los siguientes lineamientos:

- Transformar el puente abatible metálico, en levadizo por medio de un sistema de accionamiento electromecánico, para regular el flujo de personas hacia la zona del parque ecológico.
- Preservar la estructura metálica del puente, para así alargar su vida útil, controlando el flujo de personas a través del puente.
- Conservar las áreas verdes del parque ecológico, limitando el acceso de las personas a través del puente abatible.
- Incentivar el turismo hacia la zona del parque ecológico, implementando el sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible, ubicado en una zona estratégica de la universidad estatal de milagro.

## CONCLUSIONES

La universidad estatal de milagro cuenta con una zona de áreas verdes, que está ubicada en un islote en el mismo existe un parque ecológico, el cual para llegar a él hay que atravesar un estero llamado BELÍN por un puente peatonal metálico.

El punto de partida fue observa, analizar e identificar la problemática y la necesidad de proteger las áreas verdes, conservando la estructura metálica del puente y creando un centro de atracción entre el puente y el parque ecológico.

Es así como mediante todo el estudio necesario se diseño el sistema de accionamiento electromecánico para que un puente peatonal sea transformado en abatible, cubriendo así las necesidades presentadas en el parque ecológico.

El sistema de accionamiento electromecánico en un puente abatible nos permitirá regular el flujo de personas a través del puente abatible, ya que se tendrá un control determinado para así conservar la vida útil del puente y de la zona ecológica dentro del la universidad estatal de milagro.

Con todos los estudios realizados se concluye que existen aspectos importantes que influyen en el éxito de la propuesta y además servirán como base para su desarrollo constante de la universidad estatal de milagro.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda inspeccionar y dar mantenimiento a sistema de accionamiento electromecánico periódicamente para mantener un funcionamiento óptimo, a los complementos y equipos que conformar el sistema en general.
  
- ✓ Se recomienda mantener limpias las riberas del río para evitar la acumulación de basura en la cercanía del puente.
  
- ✓ Se recomienda mantener engrasado y protegido de la lluvia el sistema de transmisión de cadena ya que el agua escurriría la grasa.
  
- ✓ Se recomienda proteger del sol la banda de transmisión ya que el caucho con el calor se deterioraría rápidamente.

## BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, *Manual of Steel Construction*, Load and Resistance Factor Design, 1995
- CASTANY VALERY, JAVIER; JAVIERRE LARDIÉS, CARLOS, *Criterios de diseño de máquinas y sus elementos : casos prácticos (2003)*, Editor: Onyx 21 Editorial; Prensas Universitarias de, Zaragoza, ISBN 84-95901-95-1
- CORTIZO RODRIGUEZ, JOSÉ L.; *Elementos de máquinas : teoría y problemas (2003)*.
- DECKER, KARL, Editor: *Elementos de máquinas (1979)*, Urmo, S.A. de Ediciones ISBN 84-314-0340-3.
- DIN 1055 – PART 6, *Design Loads for Buildings*, Loads in silo bins, 1897.
- FAIRES, V.M.: *Diseño de elementos de máquinas*, LIMUSA.
- FINK, DONALD G., *Manual de Ingeniería Eléctrica*, Tomo I y II, 13 Edición, Mc Graw-Hill, 1999, México.
- FRANKLIN D., Jones: *Machinery's handbook*, 27th edition de John Amiss, Henry Ryffel, Robert Green, Christopher McCauley, Riccardo Heald, I. Hussain Industrial Press.
- HERNÁNDEZ IBÁÑEZ, S.: *Puentes, Diseño, análisis y construcción*, E.T.S.I.C.C.P. Universidad da Coruña, La Coruña, 2002.
- J. J. y APARICIO, A. C.: *Estribos de puente de tramo recto, Arenas*, E.T.S.I.C.C.P. Universidad de Cantabria, Santander, 1984.

- JOHNSON A. RICHARD: *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*, de Miller y Freund, 3ra. Edición, Prentice Hall, 1997, México.
- JOSEPH EDWARD, Shigley: *Diseño en Ingeniería Mecánica*, MC. GRAW HILL.
- MANTEROLA ARMISÉN, J.: *Puentes. Tomo I*, E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2000.
- MANTEROLA ARMISÉN, J.: *Puentes. Tomo II*, E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2000.
- MARTIN SPROCKET AND GEAR INC. *Catalog 1090*, Arlington Texas USA 1995.
- McCORMAC JACK C. Y NELSON JAMES K., *Análisis de Estructuras Métodos Clásico y Matricial*, Alfaomega Grupo Editor S.A., México 2002.
- MONLEÓN, S.: *Curso de puentes, Vol. I y II*, SPUPV, Valencia.
- PORRAS PIEDRA, ANDRES, *Elementos para la construcción de máquinas (1995)*, Editor: Universidad de Castilla-La Mancha. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola (Ciudad, Real) ,ISBN 84-8250-006-6.
- RAMÓN MOLINER, PEDRO; MARTELL PEREZ, JOAQUIN; RODRIGUEZ; TORRES ALEJANDRO, *Elementos de máquinas (1997)* , Editor: Universidad Nacional de Educación a Distancia, ISBN 84-362-0652-5.
- RANGEL, Armando: *Operadores y sistemas eléctricos*, [http://moptinjaca.bligoo.com.co/media/users/17/886044/files/179805/taller\\_de\\_tecnologia\\_grado\\_8\\_3P.pdf](http://moptinjaca.bligoo.com.co/media/users/17/886044/files/179805/taller_de_tecnologia_grado_8_3P.pdf).

- ROBERT C. JUVINAL: *Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica* LIMUSA.
- ROBERT, NORTON L.: *Diseño de Maquinas* Mc Graw Hill.
- SAMARTÍN QUIROGA, A.: *Cálculo de estructuras de puentes de hormigón*, Editorial Rueda, Madrid, 1983.
- SAP2000, *Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures: Analysis Reference*, 1998.

ANEXO 1

A1. Operacionalización de las variables

CAUSAS	PROBLEMA	FORMULACIÓN	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES			INDICADOR	ITEM	FUENTE	INSTRUMENTO
					DEPENDIENTES X	INDEPENDIENTES	EMPÍRICAS				
Inexistencia de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible para la zona del parque ecologico de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	Limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecologica de la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	¿Que factores originan en la limitacion del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecologica de la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas?	Identificar los factores que originan la limitacion del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecologica de la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	La Inexistencia de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible incide en la limitacion del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecologica de la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas.	Inexistencia de un sistema de accionamiento electromecánico de un puente abatible para la zona del parque ecologico de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	Limitación del acceso de la comunidad universitaria hacia la zona ecologica de la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	X: accionamiento electromecanico  Y: limitacion del acceso	Consulta a expertos		Ingenieros del área tecnica de una empresa industrial	entrevistas
	SUB PROBLEMA	SISTEMATIZACIÓN	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS PARTICULAR							
Flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	Falta de seguridad en la zona ecologica para los visitantes de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	¿Cómo influyen el flujo de los visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro en la falta de seguridad en la zona ecologica para los visitantes?	Determinar el nivel de la flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro y la seguridad en la zona ecologica.	El flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro incide en la falta de seguridad en la zona ecologica para los visitantes de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas.	Flujo de visitantes de las ciudadelas aledañas hacia la Universidad estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	Falta de seguridad en la zona ecologica para los visitantes de la Universidad Estatal de Milagro canton Milagro provincia del Guayas	X: Flujo de visitantes  Y: falta de seguridad	Números de ciudadelas aledañas al paquete ecológico de la universidad estatal de milagro		Municipalidad del canton milagro	* Archivos, documentos

## ANEXO 2

### A2. Formato de entrevistas

#### ENTREVISTAS A EXPERTOS DEL ÁREA TÉCNICA PARA DETERMINAR EL ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ACCIONAMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE UN PUENTE ABATIBLE

NOMBRE: .....

EMPRESA: .....

PROFESIÓN:.....

CARGO: .....

1. ¿Podría Ud. Identificar y mencionar los tipos de accionamiento que existiría para abatir un puente peatonal metálico?
2. ¿Cómo seleccionar el sistema adecuado para abatir un puente peatonal metálico?
3. ¿Qué sistema de los antes mencionados Ud. Recomendaría para abatir un puente peatonal metálico?
4. ¿Entre las ventajas y desventajas del sistema electromecánico, cual podría Ud. mencionar?

#### Ventajas



**10. ¿Cómo recomendación, cual se podría asignar para el sistema de accionamiento electromecánico?**

---

**Entrevistado**

## ANEXO 3

### A3. Catálogo de reductores

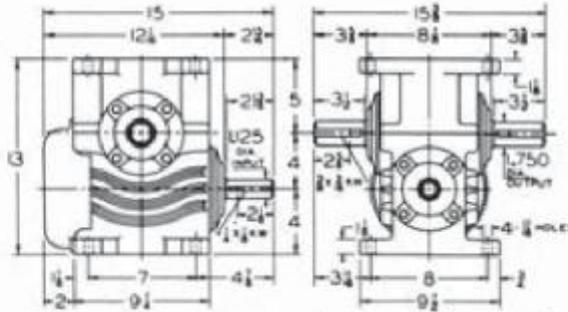
**40** *Morse*

**WORM GEAR REDUCERS**

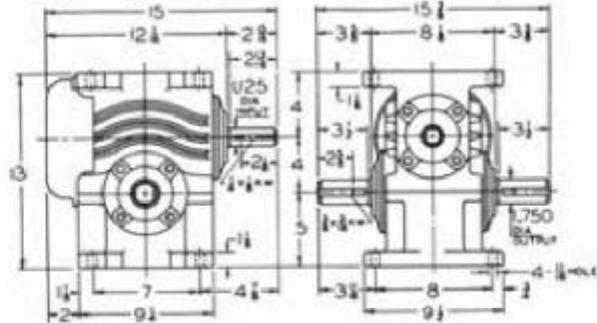
**POWERGEAR®**

**RW-B, RW-T and RW-V SERIES**

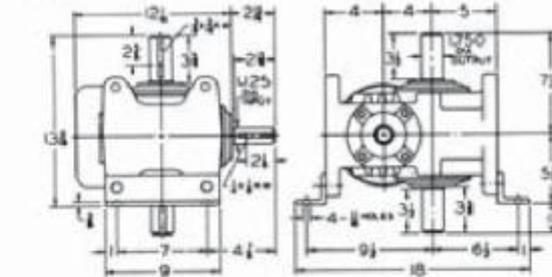
**40RW-B**  
Net wt. 119 lbs.  
4.0" C.D.



**40RW-T**  
Net wt. 119 lbs.  
4.0" C.D.



**40RW-V**  
Net wt. 119 lbs.  
4.0" C.D.



Angle brackets are not included with the reducer.

© 2 1/2" WITH SINGLE OIL SEAL. © 2 1/2" WITH DOUBLE OIL SEAL.

**1.00 Service Factor\* - Single Reduction Wormgear - 40 RW POWERGEAR® Universal Model**

RATIO	TORQUE and HORSEPOWER RATINGS																	
	AT 1750 RPM INPUT			AT 1150 RPM INPUT			AT 870 RPM INPUT			AT 580 RPM INPUT			AT 300 RPM INPUT			AT 100 RPM INPUT		
	Input HP	R.P.M.	Torque	Input HP	R.P.M.	Torque	Input HP	R.P.M.	Torque	Input HP	R.P.M.	Torque	Input HP	R.P.M.	Torque	Input HP	R.P.M.	Torque
5	15.15	350.0	2570	12.65	230.0	3233	11.27	174.0	3781	9.05	116.0	4498	5.65	60.0	5306	2.16	20.0	5925
	10.03	175.0	3321	8.52	115.0	4229	7.48	87.0	4845	5.87	58.0	5608	3.58	30.0	6427	1.37	10.0	7041
	7.44	116.6	3502	6.38	76.6	4580	5.57	58.0	5222	4.38	38.7	6014	2.88	20.0	6846	1.04	6.6	7483
20	5.89	87.5	3685	5.06	57.5	4702	4.43	43.5	5244	3.49	29.0	6127	2.15	15.0	6949	.84	5.0	7566
	4.87	70.0	3712	4.14	46.0	4695	3.69	34.8	5299	2.81	23.2	6002	1.71	12.0	6722	.67	4.0	7262
	4.22	58.4	3793	3.65	38.4	4760	3.23	29.0	5412	2.57	19.3	6213	1.61	10.0	7043	.64	3.3	7679
40	3.31	43.7	3710	2.88	28.7	4705	2.55	21.8	5340	2.04	14.5	6106	1.29	7.5	6916	.52	2.5	7515
	2.63	35.0	3555	2.29	23.0	4493	2.02	17.4	5066	1.61	11.6	5724	1.01	6.0	6408	.41	2.0	6904
	2.15	29.2	3372	1.86	19.2	4226	1.63	14.5	4724	1.30	9.7	5293	.81	5.0	5877	.33	1.6	6345

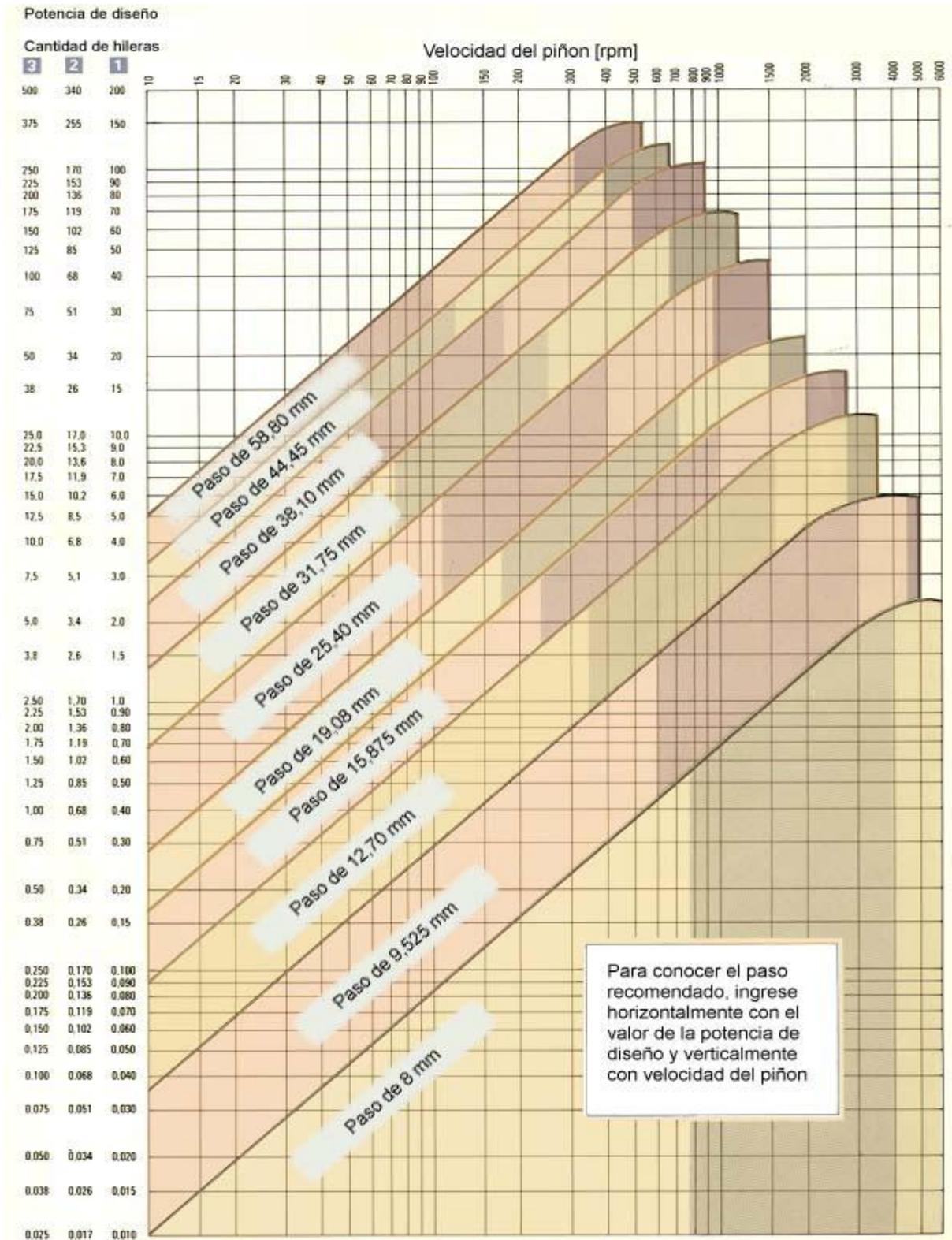
▲ Inch-pounds

Overhung load (O.H.L.) for 40RW-B, RW-T is 2736 pounds, for 40RW-V is 2423 pounds at one shaft diameter from housing.

\* Refer to page 114 for other service factors. Refer to page 152 for shaft arrangements.

## ANEXO 4

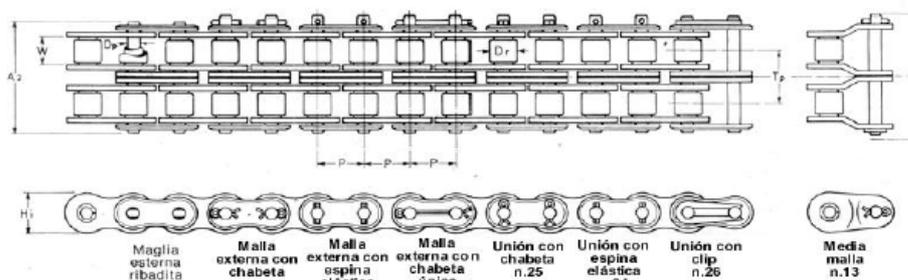
### A4. Grafica para selección de paso de cadena



## ANEXO 5

### A5. Catalogo de cadenas

CADENA DE RODILLOS DOBLE



PASO P		LUZ INTERIOR W		DIAM. DEL RODILLO D		Paso Transversal T	Carga de Rotura	Norma
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Kg.	
6,35 *	1/4	3,17	1/8	3,30	0,130	6,45	400	ASA 25
8	0,314	3	0,118	5	0,196	5,64	450	BS
9,53	3/8	4,76	3/16	5,08	0,200	10,16	950	ASA 35
9,53 *	3/8	5,70	7/32	6,35	1/4	10,24	910	BS
12,70 *	1/2	3,30	1/8	7,75	0,306	---	800	BS
12,70	1/2	4,90	3/16	7,75	0,306	---	850/1100	BS
12,70	1/2	5,20	0,204	8,51	0,334	---	1800	BS
12,70	1/2	6,35	1/4	7,75	0,306	---	910/1500	ASA 41
12,70	1/2	6,35	1/4	8,51	0,334	---	1800	BS
12,70	1/2	7,91	5/16	7,91	5/16	14,30	1600	ASA 40
12,70 *	1/2	7,91	5/16	8,51	0,334	13,92	1800	BS
15,80	5/8	6,35	1/4	10,16	0,400	---	2600	ASA
15,80 *	5/8	9,52	3/8	10,16	0,400	17,95	2600	ASA 50
15,80 *	5/8	9,70	3/8	10,16	0,400	16,59	2500	BS
19,05 *	3/4	12,70	1/2	11,91	0,469	22,65	3300	ASA 60
19,05 *	3/4	11,70	7/18	12,07	0,474	19,46	3100	BS
25,40 *	1	15,80	5/8	15,80	5/8	29,46	6500	ASA 80
25,40 *	1	17	0,669	15,80	5/8	31,83	6500	BS
31,75 *	1 1/4	19,05	3/4	19,05	3/4	35,84	10500	ASA 100
31,75 *	1 1/4	19,60	3/4	19,05	3/4	36,45	10500	BS
38,10 *	1 1/2	25,40	1	22,22	7/8	45,62	15000	ASA 120
38,10	1 1/2	25,40	1	25,40	1	48,36	16000	BS
44,45 *	1 3/4	25,40	1	25,40	1	49	20500	ASA 140
44,45	1 3/4	31	1 1/4	27,94	1,100	59,56	21000	BS
50,80 *	2	31,75	1 1/4	28,57	1 1/8	58,44	26000	ASA 160
50,80	2	31	1 1/4	29,21	1,150	58,55	26000	BS
63,50 *	2 1/2	38,10	1 1/2	39,67	1,560	71,12	43000	ASA 200
63,50	2 1/2	38,10	1 1/2	39,37	1,550	72,29	42000	BS

Nota: Las cadenas de 2 o más hileras de rodillos son de idénticas medidas que las de simple hilera, siendo su carga de rotura 2 o más veces mayor según sea la cantidad de hileras.

Al proyectar instalaciones nuevas es conveniente adoptar las cadenas marcadas con el asterisco, pues son de más fácil reposición, como así también los respectivos engranajes.

ASA: Norma Americana

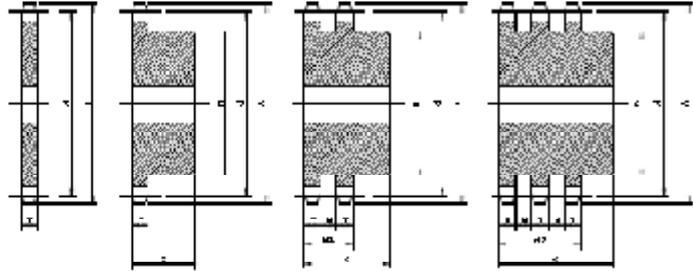
BS: Norma Británica

## ANEXO 6

### A6. Catálogo de Sprockets

**ANGEL LARREINA S.A.**  
elementos de transmisión

**Discos, Piñones y Ruedas de Acero**  
para Transmisiones de Cadenas  
**Sprockets and Plate Wheels**  
for Roller Chain



- Maciz:  
Solid
- Cubo soldado  
Welded Hub
- Pieza soldada  
Welded Piece

Z	Paso - Pitch 1" / 25,4 mm		ASA 80 / BS 16			ØRodillo - Roller 15,88 mm		
	Diámetro Hombros (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Cubo (Hombros) (mm)			Largo Total (mm)		
			S	D	T	S	D	T
9	74.26	85.03	50	50	50	40	70	100
10	82.20	93.41	55	56	56	40	70	100
11	91.16	101.74	61	64	64	40	70	100
12	98.14	110.03	69	72	72	40	70	100
13	106.14	118.29	78	80	80	40	70	100
14	114.15	126.52	84	88	88	40	70	100
15	122.17	134.71	92	96	96	45	70	100
16	130.20	142.93	100	104	104	45	70	100
17	138.23	151.12	100	112	112	45	70	100
18	146.27	159.29	100	120	120	45	70	100
19	154.32	167.45	100	128	128	45	70	100
20	162.37	175.61	100	130	130	45	70	100
21	170.42	183.76	110	130	130	50	70	100
22	178.48	191.90	110	140	140	50	70	100
23	186.54	200.04	110	130	130	50	70	100
24	194.60	208.17	110	130	130	50	70	100
25	202.66	216.30	110	130	130	50	70	100
26	210.72	224.43	120	130	130	50	70	100
27	218.79	232.55	120	130	130	50	70	100
28	226.86	240.67	120	130	130	50	70	100
29	234.93	248.79	120	140	140	50	70	100
30	242.90	256.90	120	130	130	50	70	100
35	289.96	297.46	120	140	150	50	70	100
38	307.98	321.77	120	140	150	50	75	100
40	325.91	345.98	120	140	150	50	75	100
45	364.12	378.48	120	140	150	70	75	100
50	404.19	418.96	125	140	150	70	80	100
57	461.38	475.62	125	150	160	70	90	100
60	489.73	499.90	125	150	160	80	90	110
70	614.94	629.36	140	150	160	80	95	110
95	769.22	783.01	140	160	180	80	95	120
114	921.21	936.70	150	160	180	80	95	130

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI)  
Measurement for American type (ASA - ANSI)

ANSI/ASA	T	N	M2	V2	T'
ASA80 (1)	14	15.2	43.4	72.7	14.6

Dimensiones para tipo Europeo - (BS - ISO)  
Measurement for European type (BS - ISO)

BS/ISO	T	N	M2	V2	T'
15-1	15.5	16.1	47.7	75.5	15

Los diámetros y largos están sujetos a modificación sin previo aviso por razones de fabricación.  
Diameters and lengths can be modified without any previous advise due to production reasons.

## ANEXO 7

### A7. Catalogo de bandas

	<b>CATÁLOGO DE CORREAS INDUSTRIALES</b>	<b>2010</b>
---	---	-------------

<b>DAYCO GOLD LABEL V - MM</b> <b>CORREAS TRAPECIALES DE SECCIÓN CONVENCIONAL</b>	
--	---

#### SECCIÓN "A" (13 x 8 mm.)

TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
A37,50	953	986
A38	965	998
A38,50	978	1011
A39	991	1024
A39,50	1003	1036
A40	1016	1049
A40,50	1029	1062
A41	1041	1074
A41,50	1054	1087
A41,75	1060	1093
A42	1067	1100
A42,50	1080	1113
A43	1092	1125
A43,50	1105	1138
A43,75	1111	1144
A44	1118	1151
A44,50	1130	1163
A45	1143	1176
A45,50	1156	1189
A46	1168	1201
A46,50	1181	1214
A47	1194	1227
A48	1219	1252
A48,25	1226	1259
A49	1245	1278
A50	1270	1303
A51	1295	1328
A51,50	1308	1341
A52	1321	1354
A52,50	1334	1367
A53	1346	1379
A53,25	1353	1386
A54	1372	1405
A55	1397	1430
A56	1422	1455
A57	1448	1481
A58	1473	1506
A59	1499	1532
A60	1524	1557
A61	1549	1582
A62	1575	1608
A63	1600	1633

PESO EN gr./m. = 100

#### SECCIÓN "A" (13 x 8 mm.)

TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
A64	1626	1659
A65	1651	1684
A66	1676	1709
A67	1702	1735
A68	1727	1760
A69	1753	1786
A70	1778	1811
A70,75	1797	1830
A71	1803	1836
A72	1829	1862
A73	1854	1887
A74	1880	1913
A75	1905	1938
A76	1930	1963
A77	1956	1989
A78	1981	2014
A79	2007	2040
A80	2032	2065
A81	2057	2090
A82	2083	2116
A83	2108	2141
A83,50	2121	2154
A84	2134	2167
A85	2159	2192
A86	2184	2217
A87	2210	2243
A88	2235	2268
A89	2261	2294
A90	2286	2319
A91	2311	2344
A92	2337	2370
A93	2362	2395
A94	2388	2421
A95	2413	2446
A96	2438	2471
A97	2464	2497
A97,50	2477	2510
A98	2489	2522
A99	2515	2548
A100	2540	2573
A101	2565	2598
A102	2591	2624

PESO EN gr./m. = 100