



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons  
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO TENSADOR DE  
ALAMBRE LISO Y/O DE PÚAS PARA LA INSTALACIÓN DE  
ALAMBRADOS TRADICIONALES.**

**Tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico, que presenta  
el Bachiller:**

**Alexei Javier Castro Chevarria.**

**ASESOR: Dipl. Ing. Jorge Alencastre Miranda.**

**Lima, octubre 2008**

**RESUMEN:**

En el presente trabajo se busca solucionar el problema de incomodidad y largas jornadas de trabajo en la instalación de alambrados tradicionales, entendiéndose por alambrado un sistema constituido por uno o mas alambres horizontales generalmente paralelos al suelo los cuales están sostenidos por postes verticales y grapas para mantenerlos en su posición de trabajo, este es útil en la división y subdivisión de las áreas de pastoreo del ganado. Se plantea una solución al problema mencionado mediante el diseño, fabricación y puesta a prueba del prototipo de un equipo que tiene como función principal tensar adecuadamente cada uno de los alambres ya sean estos lisos o de púas.

La instalación de alambrados tradicionales consiste en desenrollar uno a uno los alambres y llevarlos alrededor del perímetro que se desea cercar, cada vez que se llega a uno de los postes del alambrado se realiza la difícil labor del tensado de alambre para luego fijarlo al poste mediante una grapa.

El equipo tiene la capacidad de tensar uno, dos o tres alambres al mismo tiempo, además de desenrollarlos y separarlos adecuadamente previamente al tensado, este equipo fue proyectado, diseñado y fabricado bajo el criterio de "Tecnologías Apropriadas" y busca satisfacer las necesidades de los pequeños productores agrícolas y ganaderos de los andes peruanos cuyo nivel adquisitivo es bajo. Usualmente la tarea de instalación de un alambrado es desarrollada en los andes manualmente y emplea largas horas de trabajo, los grupos de trabajo son mayores a tres personas, además la labor es sacrificada debido a que durante el tensado los trabajadores deben tirar del alambre con todo el peso de su cuerpo lo cual les lastima sobre todo las manos.

El diseño fue desarrollado mediante una metodología sistemática de diseño para ingeniería, completado el diseño se fabrica un prototipo y se le realizan todas las pruebas para comprobar que este satisface las principales funciones exigidas.

Este trabajo busca brindar a los pequeños productores agropecuarios de la serranía peruana la tecnología que los ayude a incrementar la eficiencia en sus labores mediante la adecuada administración de las áreas de pastero de ganado, también se espera que este prototipo sea optimizado y sea útil para mejorar el nivel de vida y de trabajo de los productores agropecuarios de los andes peruanos, además de sentar las bases para el uso de tecnologías apropiadas en el tan olvidado sector rural.



**TEMA DE TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**TÍTULO** : DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO  
TENSADOR DE ALAMBRE LISO Y/O DE PÚAS PARA LA  
INSTALACIÓN DE ALAMBRADOS TRADICIONALES.

**ÁREA** : MECÁNICA APLICADA # 14

**PROPUESTO POR** : Dipl. Ing. Jorge Alencastre Miranda

**ASESOR** : Dipl. Ing. Jorge Alencastre Miranda

**ALUMNO** : Alexei Javier Castro Chevarría.

**CÓDIGO** : 1999.2041.4.12

**FECHA** : 17 de mayo del 2005



**DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS**

En las zonas alto-andinas del departamento de Cusco (Canas, Espinar, Chumbivilcas), la crianza de ganado vacuno y ovino es la actividad fundamental complementándose a esta el cultivo de productos para el consumo de las familias y forraje que además de los pastos naturales es necesario para la alimentación del ganado. Estas actividades, sustento de la población de las zonas alto-andinas, tienen serias limitaciones para su desarrollo.

Una de estas limitaciones es la adecuada protección y separación de los campos de cultivo ya que es importante mantener al ganado en áreas cercadas para protegerlo, suministrarle alimento de acuerdo a su etapa de crecimiento y a las estaciones del año, así mismo tener un mayor y más adecuado control sobre este, además de un mejor aprovechamiento de las áreas de pastoreo, tanto naturales como mejoradas. La facilidad en la instalación de alambrados proporcionaría a dichas zonas una solución a las limitaciones antes mencionadas, ahorrándole tiempo y haciendo que su labor en miras de un mejor nivel de vida sea menos tediosa, fomentando además la creatividad y el manejo de tecnología apropiada en el olvidado y tan necesitado sector rural.

El objetivo principal es: Diseñar, fabricar y poner en funcionamiento un equipo que sea capaz de tensar alambre liso y/o de púas para la instalación de alambrados de manera fácil, rápida, segura y económica; además debe ser posible fabricarlo en poblados del interior del país y con los medios adecuados para las zonas alto-andinas. Además de sentar las bases para el estudio, investigación y desarrollo de nuevos proyectos de mecánica orientados al fomento del desarrollo de la actividad agropecuaria en las zonas alto-andinas del Perú mediante el uso de tecnologías apropiadas, debido a que este tema específico de la ingeniería mecánica se encuentra poco difundido y es de gran necesidad para el desarrollo de las zonas más emergentes de nuestro país.



# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

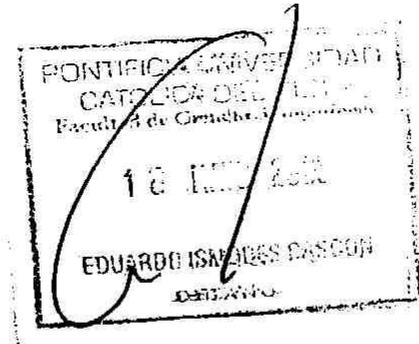
## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

### TEMA DE TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO

### DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO TENSADOR DE ALAMBRE LISO Y/O DE PÚAS PARA LA INSTALACIÓN DE ALAMBRADOS TRADICIONALES.

#### INTRODUCCIÓN:

1. Descripción del problema.
2. Diseño.
3. Planos y consideraciones para la fabricación.
4. Fabricación.
5. Pruebas de funcionamiento.
6. Costos.



#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXOS

*Máximo 100 páginas*

Asesor:

*Jorge Alencastre Miranda*  
Dipl. Ing. Jorge Alencastre Miranda

*Jorge Alencastre Miranda*  
17/May/2005

**A mis padres, Atilio y Amparo;  
por su permanente esfuerzo y sacrificio para  
brindarnos siempre lo mejor,  
A mis hermanos Alvaro, Fernando y Tatiana;  
por su amistad y ejemplo,  
A mi novia Kathy; por su amor incondicional  
y su perseverante motivación para ser cada día mejor.**



### **AGRADECIMIENTOS:**

Dipl. – Ing. Jorge Alencastre Miranda, por el planteamiento del tema, por su amistad y asesoría a lo largo del desarrollo del proyecto.

Sr. Daniel Postigo, por su confianza y colaboración al permitir que realizara las pruebas de funcionamiento en su propiedad brindándome todas las facilidades correspondientes.

Sr. David Moreno, por su amistad, colaboración y asesoría en la fabricación del prototipo.

Sr. Julio Paredes Hurtado, por su apoyo en la realización de las pruebas de campo.

Sr. Herbet Yepez Castillo, por su apoyo en el inicio del proyecto.

## INDICE

INDICE.....	1
LISTA DE SIMBOLOS:.....	4
INTRODUCCIÓN:.....	6
1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.1.ACTIVIDAD PECUARIA EN EL PERÚ:.....	8
1.2. IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD PECUARIA EN EL PERÚ:.....	9
1.3.PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PECUARIO EN LA ECONOMIA NACIONAL:.....	10
1.4.PASTOS NATURALES:.....	12
1.5.PASTOS NATURALES EN LA SIERRA:.....	14
1.6.POBLACIÓN GANADERA NACIONAL:.....	16
1.7. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES GANADERAS DE LA SIERRA PERUANA:.....	17
1.7.1.OVINOS:.....	17
1.7.2.VACUNOS DE LECHE:.....	18
PASO DE PRODUCCION EXTENSIVA A SEMI-INTENSIVA.....	19
1.7.3.VACUNOS DE DOBLE PROPOSITO:.....	19
1.7.3.1.SISTEMA DE PRODUCCIÓN EXTENSIVO:.....	19
1.7.3.2.SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI-INTENSIVO:.....	19
1.8.CONSUMO PER-CÁPITA DE LAS PRINCIPALES CARNES Y LECHE:.....	20
1.8.1.PRINCIPALES CARNES:.....	20
1.8.2.CONSUMO PER-CÁPITA DE LECHE:.....	20
1.9.DESARROLLO POTENCIAL DE LA ACTIVIDAD GANADERA:.....	21
1.10.ALAMBRADO TRADICIONAL:.....	23
1.10.1.DEFINICIÓN:.....	23
1.10.2.IMPORTANCIA DE UN ALAMBRADO:.....	23
1.10.3.RAZONES Y BENEFICIOS DE SUBDIVIDIR:.....	24
1.10.4.CARACTERIZTICAS DE UN BUEN ALAMBRADO:.....	24
1.10.5. PASOS A SEGUIR EN LA INSTALACIÓN DE UN ALAMBRADO TRADICIONAL:.....	25
1.10.5.1.PLANTADO DE POSTES:.....	25
1.10.5.2.TENDIDO DEL ALAMBRE:.....	25
1.10.5.3.TENSADO DEL ALAMBRE:.....	26
1.10.5.4.FIJAR EL ALAMBRE A LOS POSTES:.....	28
1.11.SINTESIS:.....	28
1.11.1.CAPACIDAD Y EFICIENCIA:.....	28
1.11.2.PESO Y TRANSPORTABILIDAD:.....	28
1.11.3.GEOMETRÍA Y DIMENSIONES:.....	29
1.11.4.FABRICACIÓN EN TALLERES RURALES:.....	29
1.11.5.ENERGÍA:.....	29
1.11.6.NIVEL DE RUIDO:.....	29
2.DISEÑO.....	30
2.1.METODOLOGÍA DEL DISEÑO:.....	30
2.1.1.COMPRENSION DE LA SOLICITUD:.....	30
2.1.2.CONCEPCIÓN DE LA SOLUCIÓN:.....	30
2.1.3.ELABORACIÓN DEL PROYECTO:.....	31
2.1.4.ELABORACIÓN DE DETALLES:.....	31
2.1.5.ESTADO DEL ARTE PREVIO:.....	31
2.2.MAQUINAS Y SISTEMAS CONSTRUIDOS, PROBADOS Y COMERCIALIZADOS:.....	32
2.2.1.MAXTENSOR MX 1:.....	32
2.2.1.1.VENTAJAS DEL MAXTENSOR MX1:.....	32
2.2.1.2.DESVENTAJAS DEL MAXTENSOR MX1:.....	32
2.2.2.MAXTENSOR MX 2 Ó TENSOR GRIPPLE:.....	33
2.2.2.1.VENTAJAS DEL MAXTENSOR MX2 ó tensor GRIPPLE:.....	33
2.2.2.2.DESVENTAJAS DEL MAXTENSOR MX2:.....	34
2.2.3.THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL:.....	34
2.2.3.1.VENTAJAS DEL THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL:.....	35
2.2.3.2.DESVENTAJAS DEL THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL:.....	35
2.2.4.SPLICE – IN TENSIONER:.....	35
2.2.4.1.VENTAJAS DEL SPLICE – IN TENSIONER:.....	36

2.2.4.2. DESVENTAJAS DEL SPLICE - IN :	36
2.2.5. SLOTTED DRUM TENSIONER:	36
2.2.5.1. VENTAJAS DEL SLOTTED DRUM TENSIONER:	36
2.2.5.2. DESVENTAJAS DEL SLOTTED DRUM TENSIONER:	37
2.3. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS Y PATENTES REGISTRADAS:	37
2.3.1. TOOL AND METHOD FOR TENSIONING WIRE (Herramienta y procedimiento para tensar alambre.) Invento de O'Connor; Michael.	37
2.3.2. RESILIENTLY COMPENSATED WIRE TENSIONER PARTICULARLY FOR USE IN THE FIELD OF VINE GROWING (Compensador resistente para mantener la tension de alambres en cercas de cultivos de vid.) Invento de Bortolussi, Claudio.	37
2.4. LISTA DE EXIGENCIAS:	39
2.5. ESTRUCTURA DE FUNCIONES:	43
2.5.1. CAJA NEGRA (Black box.)	43
2.5.1.1. DESENROLLADO Y TENSADO DE ALAMBRES:	43
2.5.1.2. PROCESOS TÉCNICOS:	44
2.6. ESTRUCTURA DE FUNCIONES:	45
2.6.1. ESTRUCTURA DE FUNCIONES ALTERNATIVA 1:	45
2.6.2. ESTRUCTURA DE FUNCIONES ALTERNATIVA 2:	46
2.6.3. ESTRUCTURA DE FUNCIONES ALTERNATIVA 3:	46
2.7. MATRIZ MORFOLÓGICA:	47
2.7.2. CONSIDERACIONES SOBRE LOS PORTADORES DE SOLUCIÓN:	47
2.7.2.1. TRASLADAR:	48
2.7.2.2. SUJETAR LOS ALAMBRES:	48
2.7.2.3. TENSAR LOS ALAMBRES:	49
2.7.2.4. MANTENER TENSOS LOS ALAMBRES:	49
2.8. CONCEPTOS DE SOLUCIÓN:	50
2.8.1. CONCEPTO DE SOLUCION 1:	50
2.8.2. CONCEPTO DE SOLUCION 2:	51
2.8.3. CONCEPTO DE SOLUCION 3:	52
2.9. EVALUACIÓN DE CONCEPTOS DE SOLUCIÓN Y PROYECTOS:	53
2.9.1. EVALUACIÓN TÉCNICA:	53
2.9.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA:	54
2.10. DETERMINACIÓN DEL DISEÑO PRELIMINAR:	56
2.10.1. SISTEMA TENSADOR:	56
2.10.1.1. PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA SECCIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ:	56
2.10.1.2. CONSIDERACIONES:	56
2.10.2. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A MAYOR ESFUERZO:	57
2.10.2.1. ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO DEL EJE TRANSMISOR :	57
2.10.2.2. ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PALANCA (ELEMENTO CON EL QUE SE APLICA LA FUERZA.):	61
2.10.2.3. UNIÓN ENTRE EJE DE TRANSMISION Y TRINQUETE (ELEMENTO ANTIRRETORNO) POR CHAVETA PARALELA PLANA:	63
2.10.2.4. DIMENSIONAMIENTO DEL TRINQUETE Y UÑA:	64
2.10.2.5. DIMENSIONAMIENTO DE LOS GANCHOS:	66
2.10.2.6. ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL SOPORTE DEL EJE:	68
2.10.2.7. CÁLCULO A LA RIGIDEZ DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES:	70
3. PLANOS Y CONSIDERACIONES PARA LA FABRICACIÓN:	74
3.1. PLANOS:	74
3.2. CONSIDERACIONES PARA LA FABRICACIÓN:	75
3.2.1. SOPORTE PRINCIPAL:	75
3.2.2. BASE DEL TENSADOR Y CAJA DE RODAMIENTO:	75
3.3. EQUIVALENCIA DE MATERIALES ENTRE LAS NORMAS DIN Y ANSI/SAE:	75
4. FABRICACIÓN:	76
4.1. SOPORTE PRINCIPAL:	76
4.2. EJE TENSADOR:	77
4.3. BASE DEL TENSADOR Y CAJA DE RODAMIENTO:	78
4.4. APOYO Y CAJA DE BOCINA:	78
4.5. TRINQUETE:	79
4.6. UÑA:	79
4.7. PALANCA Y MANGOS:	79
4.8. BASE DEL DESENROLLADOR:	79

4.9. CILINDRO GIRATORIO:	80
5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:	81
5.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INICIALES:	81
5.1.1. TRANSPORTE DEL EQUIPO DE LOS TALLERES DE FABRICACIÓN A LOS LUGARES DE OPERACIÓN:	81
5.1.2. TRANSPORTE DEL EQUIPO Y COLOCACIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRE PREVIAS A LA OPERACIÓN:	82
5.1.3. DESENLROLLADO Y TENSADO DE LOS ALAMBRES PARA LA INSTALACIÓN DEL ALAMBRADO TRADICIONAL:	83
5.2. MODIFICACIONES REALIZADAS AL EQUIPO LUEGO SE LA PRIMERA PRUEBA:	84
5.2.1. IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTO PARA EMPUJAR EL EQUIPO:	84
5.2.2. CAMBIO DE TRES RUEDAS (UNA CON UN GRADO DE LIBERTAD) A CUATRO RUEDAS:	85
5.3. PRUEBAS FINALES DE FUNCIONAMIENTO:	85
5.3.1. TEMPLADO DEL PRIMER POSTE:	85
5.3.2. COLOCACION Y SEPARACIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRE EN EL EQUIPO:	86
5.3.3. FIJACIÓN DE LOS ALAMBRES AL PRIMER POSTE:	87
5.3.4. TRANSPORTE DEL EQUIPO DURANTE SU OPERACIÓN Y DESENLROLLADO DE ALAMBRES:	87
5.3.5. TENSADO Y FIJACIÓN DE LOS ALAMBRES EN LOS POSTES DE MADERA DEL ALAMBRADO:	88
6. COSTOS:	90
6.1. COSTOS DE INVESTIGACIÓN:	90
6.2. COSTOS DE MATERIALES Y FABRICACIÓN:	90
6.3. COSTOS DE MODIFICACIONES:	91
6.4. COSTOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:	91
6.5. COSTOS TOTALES:	92
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA:</b>	<b>99</b>

**LISTA DE SIMBOLOS:**

T: Momento torsor.

T<sub>1</sub>: Momento torsor en el punto 1.

T<sub>2</sub>: Momento torsor en el punto 2.

T<sub>3</sub>: Momento torsor en el punto 3.

T<sub>x</sub>: Momento torsor en el punto x.

F: Fuerza.

R<sub>1</sub>: Reacción en el punto 1.

R<sub>2</sub>: Reacción en el punto 2.

M: Momento flector.

V: Fuerza cortante.

$\sigma_{eq}$ : Esfuerzo equivalente.

$\sigma_f$ : Esfuerzo debido a flexión.

$\tau$  : Esfuerzo cortante.

$\tau_V$  : Esfuerzo cortante debido a fuerza cortante.

$\tau_T$  : Esfuerzo cortante debido a momento torsor.

A: Área.

$\sigma_B$ : Esfuerzo máximo.

$\sigma_{falt}$ : Esfuerzo a flexión alternante.

FSP: Factor de seguridad previo.

d: Diámetro.

M<sub>A</sub>: Momento flector respecto al punto A.

R<sub>A</sub>: Reacción en el punto A.

T<sub>A</sub>: Momento torsor en el punto A.

FS: Factor de seguridad.

b: Base.

h: Altura.

b': Base prima.

h': Altura prima.

t<sub>1</sub>: Aplanamiento del árbol.

t<sub>2</sub>: Altura de la cabeza de la chaveta.

P<sub>adm</sub>: Presión admisible.

l<sub>1</sub>: Longitud recomendada de la chaveta.

l<sub>min</sub>: Longitud mínima recomendada.

L<sub>CUBO</sub>: Ancho del cubo del trinquete.

D<sub>n</sub>: Diámetro externo del trinquete.

P: Presión.

A<sub>contacto</sub>: Área de contacto.

L<sub>arcomin</sub>: Longitud de arco mínimo.

σ<sub>adm</sub>: Esfuerzo admisible.

σ<sub>pul</sub>: Esfuerzo debido a carga pulsa

a: Distancia "a"

b: Distancia "b"

L: Longitud.

E: Modulo de elasticidad de Young.

I: Momento de Inercia

Def<sub>max</sub>: Deflexión máxima.

A<sub>LM</sub>: Area encerrada por la linea media.

t: Espesor.

## INTRODUCCIÓN:

El presente trabajo esta orientado a la actividad agropecuaria principalmente la ganadería en la región andina del país, << El desarrollo de la ganadería en el Perú se remonta a tiempos ancestrales, en que los primeros pobladores peruanos domesticaron la alpaca, llama y el cuy, criando estas especies con el fin de beneficiarse de sus productos. Esta ganadería tuvo su auge durante las épocas pre-incaica e incaica. Posteriormente durante la etapa de la conquista se inició la importación de especies exóticas, estableciéndose la crianza de ovinos, vacunos, cabras, aves y equinos, causando un desplazamiento geográfico de las poblaciones de las especies nativas domesticas hacia zonas marginales y en sistemas de crianza familiar. Esta importación causó la diversificación de la producción pecuaria con nuevos productos como leche, huevos y carnes de otras especies, el incremento en la población del nuevo ganado y la creciente demanda de sus productos posibilitó el desarrollo de la ganadería, generándose por un lado las cuencas lecheras de Lima, Arequipa, Cajamarca y el Mantaro y por otro lado en las zonas alto andinas de Puno, Junín y Pasco la crianza a gran escala de ovinos y alpacas.

El proceso de la reforma agraria significó un cambio en la tenencia de la tierra y el ganado, pero a su vez la disminución de los niveles tecnológicos de producción. Actualmente la ganadería en el Perú, se desarrolla a nivel de las tres regiones naturales, configurándose una serie de sistemas y modos de producción de acuerdo a las condiciones de propiedad de la tierra, las características geográficas y altitudinales donde se desarrolla dicha actividad. Como característica predominante destaca la crianza a nivel del minifundio, donde los productores desarrollan la actividad con fines de supervivencia más que para obtener ganancias. En la costa y valles interandinos, se combina la actividad ganadera con la actividad agrícola, adquiriendo más importancia la segunda, mientras que en la zona alto andina la ganadería se constituirá en fundamental, pues las condiciones climáticas dificultan la actividad agrícola aunque favorecen el desarrollo de una gran extensión de pastos naturales. Aproximadamente el 80% de la ganadería nacional se localiza en la región de la sierra, y el 20% restante se distribuye entre las regiones de la costa y selva. >><sup>1</sup>

Por lo anterior es necesario buscar métodos y tecnología que sirvan de herramienta para un desarrollo sostenido de la actividad pecuaria en las zonas altoandinas además de facilitar su labor en aras del progreso y prosperidad económica. Uno de los principales problemas que se presenta en la actividad ganadera de la región andina es la adecuada

<sup>1</sup> <http://www.portalagrario.gob.pe>

administración de las áreas de pastoreo, la instalación de alambrados que da solución a dicho problema es una tarea larga y extenuante ya que es realizada manualmente en la mayor parte de los casos.

Los pequeños productores campesinos están organizados en comunidades, lo cual les permite reunir recursos y tener un volumen de producción que individualmente les sería imposible, a pesar de esto a dichas comunidades les es muy difícil adquirir la maquinaria industrial que se ofrece en el mercado, por ello es necesario buscar las herramientas que los introduzcan al uso de tecnología a un costo que este a su alcance, bajo esa premisa surge la necesidad de tecnologías apropiadas.

El concepto de tecnología apropiada es extenso pero es necesario tenerlo claro para entender el objetivo principal de este proyecto, el ITACAB (Instituto de Transferencia de Tecnologías Apropiadas para Sectores Marginales, del Convenio Andrés Bello) lo define de la siguiente manera: << Conjunto sistemático de conocimientos y procedimientos para la organización y producción de bienes y servicios que satisfacen necesidades de las poblaciones; las mismas que se asumen e interiorizan cotidianamente respetando la identidad cultural y el medio ambiente >><sup>2</sup>

El concepto de tecnologías apropiadas incluye los siguientes criterios:

Dan respuesta a las necesidades básicas y problemas socioeconómicos de las poblaciones que las utilizan dentro de un ecosistema definido.

Aprovechan los recursos del ecosistema en el que se desarrollan, ya sea materia prima o energía, para la producción y mantenimiento de bienes y servicios.

Se generan en concordancia con la cultura y los intereses de la comunidad en la que se desarrolla, promueven la preservación cultural e impulsan el desarrollo de las potencialidades de dicha comunidad.

Contribuyen con la preservación del medio ambiente mediante el empleo de fuentes alternas de energía.

Su empleo genera y afianza la participación activa y organizada de los miembros de la comunidad en la que se desarrolla.

Por todo lo anterior el objetivo de este proyecto es desarrollar un tipo de tecnología apropiada que facilite la difícil tarea de instalación de alambrados para una adecuada administración de las áreas de pastoreo.

---

<sup>2</sup> ITACAB, <<Manual de Transferencia de Tecnologías Apropiadas>>, Lima, 1993.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

### 1.1. ACTIVIDAD PECUARIA EN EL PERÚ:

<< La actividad pecuaria en el país, constituye un componente importante de nuestra economía, siendo necesario investigar sus principales variables, con el objeto de explicar su comportamiento, en el contexto del desarrollo del país.

Desde el año 1964 en que se organiza y se sistematiza la actividad estadística, como una especialidad dentro del Ministerio de Agricultura, no se le ha dado en estos 33 años un desarrollo coherente, progresivo y permanente en el tiempo de las metodologías orientadas a la actividad pecuaria; dando mayor prominencia a la actividad agrícola, debido a que las metodologías se concebían y estaban orientadas principalmente hacia la investigación de ésta actividad.

Durante las últimas cinco décadas, la actividad ganadera nacional ha sufrido descensos debido a múltiples factores externos e internos, como la crisis económica nacional, la reforma agraria, presencia de fenómenos sociales y fenómenos naturales, la falta de apoyo permanente del estado y los gobiernos de turno; lo que ha generado un letargo y postergación, viéndonos obligados a recurrir a las importaciones por nuestra incapacidad de autoabastecimiento de productos de origen pecuario para cubrir la demanda insatisfecha, lo que como consecuencia perjudica aún más el desarrollo de la actividad ganadera nacional al no poder competir en igualdad de condiciones con ganaderías extranjeras las que generalmente son subsidiadas, presentando ventajas comparativas y competitivas significativas, producto de la aplicación de economías de escala, aplicación de tecnología de punta y en general mejores condiciones productivas.

Dada la importancia de la actividad, su participación en el VBP, así como la población involucrada a nivel nacional amerita y urge contar con un Plan de desarrollo a corto, mediano y largo plazo con políticas y estrategias que respondan un objetivo integral de desarrollo técnico, económico y social del sector pecuario con la participación de todos los agentes involucrados teniendo en consideración nuestra realidad geográfica y las exigencias del mercado interno y externo.

El sector pecuario aún no muestra un desarrollo consistente como rubro productivo, que incentive la inversión privada, sin embargo es importante resaltar que en el ámbito nacional existen condiciones óptimas y con potencial para la producción ganadera, por lo tanto es prioritario implementar planes, programas y proyectos que se encuentren enmarcados, dentro de un Plan de Desarrollo Integral para cada región natural y especie pecuaria priorizada de acuerdo a sus potencialidades.

Desarrollo del sector como fuente generadora de empleo y proveedora de alimentos de origen animal para una población necesitada y demandante en crecimiento, en el marco de un mundo globalizado con mercados altamente competitivos en busca de mejorar la calidad de vida y los ingresos de los productores pecuarios. >><sup>3</sup>

## 1.2. IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD PECUARIA EN EL PERÚ:

<< Un medio para conceptuar la importancia de la actividad pecuaria es a través del aporte porcentual dentro del Producto Bruto Interno o de su participación como actividad generadora de empleo, divisas y de la capacidad de generar el autoabastecimiento del mercado evitando la dependencia alimentaria externa.

Consideremos, según las estadísticas existentes, que más del 80% de la ganadería nacional esta localizada en la sierra y particularmente en el trapecio andino, ya que en esta región se ubican el 100% de camélidos, 92% de ovinos, 88% de los bovinos, 65% de los porcinos y el 60% de los caprinos >><sup>4</sup>, es decir que promoviendo el uso de tecnología probada y sencilla que sirva como herramienta para: Mejorar la crianza, brindar un adecuado manejo, alimentar satisfaciendo los requerimientos nutricionales, procurar un permanente mejoramiento animal, brindar un adecuado cruzamiento, así como mantener una vigilante sanidad animal; se puede en el mediano plazo obtener resultados muy satisfactorios en ganadería los que favorecerán a los pequeños y medianos productores y consecuentemente repercutirán a favor de nuestro país.

<< Si tenemos en cuenta que del total de tierras no agrícolas que posee el país, el 55 % (más de 16 millones de Has) están constituidas por pastos naturales y que los pequeños productores con menos de 5 Ha poseen el 58% de vacunos, 52% de ovinos, el 53% de camélidos y el 66% de equinos; se desprende la trascendencia social que tiene la producción animal en el desarrollo sostenido del País. En este mismo contexto y con el fin de tomar conciencia en lo referente a la necesidad imperiosa de reactivar el agro como medio de elevar el nivel de vida del campesino en particular y de toda la población en general es que no se puede dejar de considerar los análisis de la FAO, que precisan la existencia de millones de personas que padecen de hambre y desnutrición en los países subdesarrollados (15 % de la población mundial), muriendo en el mundo más de 35,000 personas diariamente, encontrándose el Perú dentro de los países con mayor grado de desnutrición.

<sup>3</sup> <http://www.minag.gob.pe>

<sup>4</sup> IDEM 3

Estos argumentos deben justificar cualquier acción de emergencia o excepción para revertir la situación del agro nacional y en especial el sub sector pecuario que, a pesar de que sus actuales índices de crecimiento son notorios, en especial los ligados al Producto Bruto Interno, requiere de una serie de medidas planificadas que complementen y aceleren su reactivación, ya que por su propia naturaleza y características, el sector agrario es de lenta capitalización y recuperación.

Es necesario sopesar las ventajas de la aplicación de normas específicas y de excepción, que permitan el desarrollo del agro del que depende el estrato de la población más deprimida del país y en especial del poblador alto andino, que no cuenta con otro recurso alternativo, que la explotación de su precaria ganadería por razones de la fragilidad ecológica del medio en el que habita. >><sup>5</sup>

### 1.3. PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PECUARIO EN LA ECONOMIA

#### NACIONAL:

<< La importancia del sector pecuario se refleja en su participación al Valor de la Producción Agropecuaria, aportando el 42 %, siendo las actividades avícola, cárnica y lechera las de mayor incidencia con 19.9%, 7.9% y 3.9% respectivamente, con una contribución total de S/. 6,6 millones de nuevos soles según los datos del 2003, constituyéndose la ganadería vacuna en la segunda actividad agropecuaria que aporta al VPA, como se observa en el cuadro.

**Valor de la Producción Agropecuaria según Sub-Sectores  
Periodo enero - diciembre 2002 - 2003  
(Miles de nuevos soles a precios 1994)**

PRODUCTOS	2002		2003	
	Miles de S/.	%	Miles de S/.	%
<b>SECTOR AGROPECUARIO</b>	15.516.479	100	15.873.049	100
Sub sector Agrícola	9.072.445	58.5	9.232.808	58.2
Consumo humano	5.089.838	32.8	5.101.774	32.1
Consumo industrial	2.185.830	14.1	2.249.418	14.2
Pastos cultivados	931.316	6.0	937.482	5.9
Otros	865.461	5.6	944.135	5.9
Sub sector Pecuario	6.444.034	42	6.640.241	42
Ave	3.024.679	19.5	3.156.338	19.9
Carne vacuno	1.227.257	7.9	1.256.990	7.9
Carne otros	932.541	6.0	945.454	6.0
Huevo	381.358	2.5	381.74	2.4
Leche	605.535	3.9	621.655	3.9
Fibra	36.501	0.2	35.923	0.2
Lana	45.696	0.3	45.875	0.3
Otros	190.467	1.2	196.266	1.2

Fuente: Dirección de Crianzas DGPA-MINAG 2004

<sup>5</sup> IDEM 3

Así mismo, si analizamos la composición del Valor de la Producción Agro Industrial, se observa que la participación de la producción de leche evaporada y pasteurizada llega al 21%, representando la segunda actividad que aporta a dicho indicador después de la participación de harinas y derivados, con una contribución de S/. 829 millones de soles según los datos del 2003.

**Evaluación de la Producción Agroindustrial  
según principales productos  
(Millones de Nuevos Soles a Precios 1994)**

Productos	2002	2003	Var %
<b>TOTAL GENERAL</b>	3,720,879	3,865,731	3.9
<b>Aceites y grasas</b>	701,545	727,194	3.7
<b>Alimentos Balanceados</b>	736,232	773,843	5.1
<b>Avena elaborada</b>	25,448	28,814	13.2
<b>Embutidos y carnes preparadas</b>	163,345	170,482	4.4
<b>Espárragos</b>	153,345	167,497	9.2
<b>Fideos</b>	358,357	349,568	-2.5
<b>Harina y derivados</b>	825,062	819,253	-0.7
<b>Leche</b>	757,545	829,080	9.4
<b>Pasteurizada</b>	683,546	754,591	10.4
	73,999	74,488	0.7

Fuente: Dirección de Crianzas DGPA-MINAG

La ganadería en el Perú se desarrolla en más de 1 millón 200 mil hogares rurales o unidades agropecuarias, las mismas que se dedican a la crianza de ganado mayor principalmente camélidos, bovinos, ovinos, caprinos y porcinos; pero predominan el minifundio existiendo 0.6% de productores sin tierras, 67.7% de productores con menos de 10Ha, 19.9% entre 10 y 49 Has; y solo el 11.8% posee más de 50Has, predominantemente ubicados en selva. Alrededor del 68% de la población pecuaria se cría en forma extensiva desarrollándose principalmente en sierra y selva, representando esta actividad para el productor rural la fuente ahorro tracción, producción y autoconsumo. A nivel nacional según datos del INIEA la actividad pecuaria involucra a más de 6 millones de personas.

La mayor parte de las especies que se crían a base de una ganadería extensiva presentan un estancamiento, debido básicamente a que el factor limitante lo constituyen los pastos, que como sabemos existe en el país un déficit de piso forrajero aunado al mal manejo de las pasturas existentes.

Es importante señalar que existen zonas y cuencas ganaderas en las que aplicando un adecuado manejo técnico y de pastos se obtienen rendimientos superiores al promedio nacional, como es el caso de Lima donde se obtienen 234 kg / carcasa de vacuno versus el promedio 141 kg/carcasa de vacuno así como de leche

en Arequipa y Tacna donde se logra 3000 Kg/vaca/año versus el promedio nacional que no llega a 2000 Kg/vaca/año.

Según los indicadores de evaluación nuestro país no solo es deficitario en consumo de proteína animal, sino que presentamos altos índices de desnutrición, encontrándonos actualmente con un consumo de leche de 46 Kg/persona/año, mientras que la FAO recomienda un mínimo de 120 Kg/persona/año. Siendo en carnes rojas equivalente a 6.9 Kg per cápita, índice inferior en 25% al consumo promedio mundial.

La producción pecuaria en nuestro país adquiere un carácter de importancia por cuanto representa el sustento de un gran sector de la población que participa dentro de un sistema integrado como componente de la cadena productiva – comercial, constituyéndose en fuente de generación de ingresos, especialmente en zonas donde el desarrollo de la agricultura es limitado por condiciones climáticas y de altitud.

#### **1.4. PASTOS NATURALES:**

<< Los pastos naturales han tenido y tienen un rol significativo en el desarrollo de la ganadería alto andina. Según los expertos proveen el 100% de forraje consumido por los camélidos y más del 70% consumido por ovinos y vacunos. Los pastizales de la zona alto andina en el país tienen características especiales dado que soportan bajas temperaturas nocturnas durante casi todo el año y en las épocas de lluvia se pueden cultivar en las laderas y áreas protegidas de las heladas.

Dada las características climatológicas de nuestro país y la periodicidad de las lluvias, los pastos tienen dos periodos claramente definidos, uno de crecimiento y en la época de seca, el de descanso. A través de la historia la producción de forrajes tiene una curva cíclica con picos de alta producción durante seis y siete meses del año, siendo los restantes épocas de escasez que afecta drásticamente la alimentación del ganado que de las pasturas depende; esto sin considerar la presencia de fenómenos naturales extraordinarios como heladas, friajes o sequías que afectan drásticamente la alimentación y por ende la vida de los animales que los consumen.

Es evidente que la situación actual del manejo, infraestructura de riego y utilización de los pastos determina las condiciones actuales de nuestros pastos en la zona alto andina, la cual se encuentra sobre pastoreada.

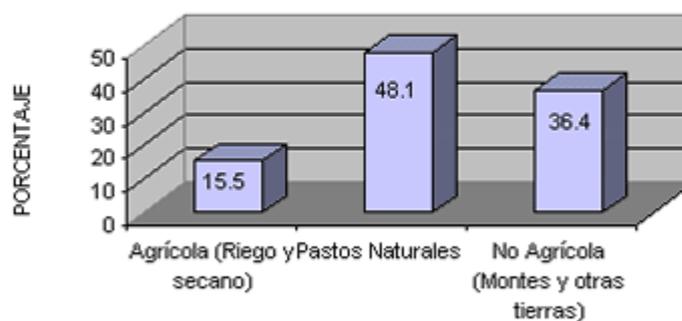
Se estima que al menos el 60% de la vegetación nativa se encuentra en condición pobre y solamente el 9.5% se encuentra en buena condición, esto debido principalmente al mal manejo y sobre pastoreo.

Al realizarse un balance entre las Unidades Animales y las capacidades de carga de los pastos existentes, se tienen que hay un déficit para alimentar a 6'447,431 UA. Así mismo de estudios efectuados se estima que el 96.8% de las hectáreas con pastos no reciben manejo alguno y solo el 3.2% (aproximadamente 550 mil Ha) son manejadas con alguna tecnología de conservación, es decir recibe fertilización, utilizan rotación o están cercadas.

La escasa disponibilidad de pastos cultivados y la baja capacidad receptiva de los pastos naturales se considera como uno de los factores críticos fundamentales que limitan el desarrollo ganadero en el país, ya que, la mayor o menor existencia de una ganadería depende básicamente, de la mayor o menor disponibilidad de los recursos forrajeros o pastizales.

En el Perú los recursos forrajeros, llámense pastizales se encuentran principalmente en manos de las comunidades campesinas y son pobremente manejados, es por ello que para generar y transferir tecnología mejorada debe enfatizarse los esfuerzos en aquellas comunidades que no han podido desarrollar un modelo de organización adecuado para manejar su ganado y sus recursos forrajeros, como es sabido las formas de pasturas naturales tanto permanentes como temporales se estiman en unos 20 millones de has, las cuales se presentan en aproximadamente 95 % en la Puna. La superficie del país cubierta por pastos naturales llega a cerca de 19.6 millones de Ha (15% de la superficie nacional), distribuidas en la Costa (18 %), en la Sierra ( 70.2 %) y en la Selva (5 %). >><sup>6</sup>

### Distribución de la Superficie Agropecuaria



Fuente: MINAG - III CENAGRO, 1994

<sup>6</sup> IDEM 3

Principales Departamentos con Pastos Naturales		
Departamento	Área(Ha)	Cantidad del total departamental(%)
Puno	4 000 000	59.7
Cusco	2 220 000	31.0
Arequipa	2 200 000	34.7
Apurímac	1 135 000	54.3
Junín	1 275 000	28.7
Ayacucho	1 870 000	42.7
Huancavelica	1 180 000	53.3
Lima	1 050 000	30.2

Fuente: Brack y Mendiola, Ecología del Perú 2,000

### 1.5. PASTOS NATURALES EN LA SIERRA:

<< La sierra constituye el área de pastos naturales más importante, distribuidos entre los 3,300 y los 4,400 msnm. La superficie total calculada llega a cerca de 18 millones de has. En esa región la actividad agrícola es muy limitada por los factores climáticos de altura, frío, heladas, precipitaciones bajas y estacionales, etc. Sin embargo, cerca del 46% de la superficie de la Sierra esta cubierta de pastos naturales, lo que constituye el recurso renovable más importante. La mayor extensión de pastizales se encuentra en la zona sur y centro del país, siendo uno de los principales problemas la degradación de los pastizales, que son ocasionados por el sobrepastoreo, prácticas de manejo inadecuadas, la quema indiscriminada y falta de prácticas conservacionistas.



Los pastos naturales de la Sierra albergan la casi totalidad de la población ganadera nacional: 97% de los ovinos, 70% de los vacunos, 80% de los equinos y el 100 % de los camélidos. >><sup>7</sup>

<sup>7</sup> IDEM 3

**PRINCIPALES ESPECIES Y RAZAS DE ANIMALES DE IMPORTANCIA EN EL PERÚ:**

Especie	Población	Razas	Variedades/Tipos	Localizació
<b>Alpaca</b>	3.041.598	Suri Huacaya	----- -----	Zonas altoandinas
<b>Llama</b>	1.103.896	----- -----	Chaku Ccara	Zonas altoandinas
<b>Ovino</b>	14.259.053	Criollo Corriedale Junin Hampshire Black Belly	----- ----- ----- -----	Zonas altoandinas Valles interandinos y costeños Zonas altoandinas Valles interandinos Selva central, Costa norte y centro
<b>Vacuno</b>	4.977.504	Criollo Holstein Cebu Brown Yersey	----- ----- ----- ----- -----	Valles interandinos, vertientes occidentales y zonas altoandinas Valles costeños e interandinos Selva alta y selva baja Valles interandinos y zonas altoandinas Valles costeños
<b>Porcinos</b>	2.779.550	Criollo Yorkshire Duroc Hampshire Landrace	----- ----- ----- ----- -----	Valles costeños, valles interandinos y vertientes Valles costeños
<b>Caprinos</b>	2.004.374	Criollo	-----	Valles costeños, vertiente occidental y oriental
<b>Pavos(*)</b>	1.081.112	Criollo -----	----- Líneas híbridas	Valles costeños
<b>Gallinas Gallos(*)</b>	22.213.716	Criollo -----	----- Líneas híbridas	Valles costeños y interandinos, vertientes. Valles costeños
<b>Patos (*)</b>	1.097.785	Criollo Pekín	-----	Valles costeños y selva baja Valles costeños
<b>Pollos (*)</b>	47.621.446	-----	Líneas híbridas	Valles costeños
<b>Cuyes (*)</b>	6.884.938	-----	Tipos: 1,2,3,4 mejoradas	Valles interandinos y costeños
<b>Conejos (*)</b>	1.417.856	California Nueva Zelanda Rex Leonado de Borgoña		Valles costeños e interandinos.

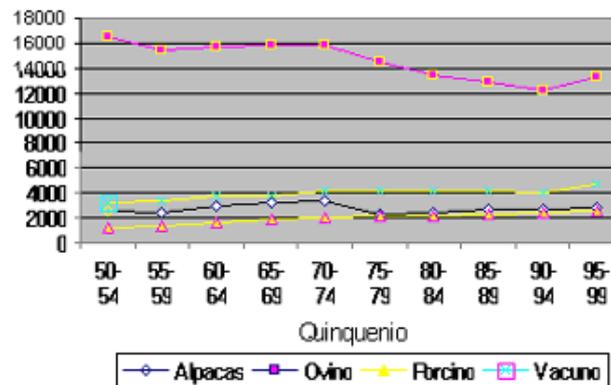
<< Nota: La información sobre población se basa en datos del MINAG para el año 2000.  
 (\*) Población según el censo de 1994. Información global sobre población de aves al 2000 indica una  
 población de 84.742.774  
 Elaborado en base a: Gutiérrez y Sigüeñas (2002) >><sup>8</sup>

<sup>8</sup> IDEM 3

## 1.6. POBLACIÓN GANADERA NACIONAL:

<< Las aves representan las mayores cantidades de población a nivel nacional, estimándose que existen 84 742 774 millones de aves para el año 2000, En el caso de los mamíferos, las principales especies ganaderas que se desarrollan en el país son: los ovinos, vacunos, alpacas y porcinos. La mayor población está conformada por los ovinos que en el quinquenio 95-99 llegaron a alcanzar una población de 13 251 miles de animales, mostrando una tendencia creciente. Luego siguen los vacunos con un promedio para el período 95-99 de 4 656 miles de animales, manteniendo una tendencia creciente. En el caso de los camélidos, destacan las alpacas que mantiene sus niveles poblacionales en 2 768 miles de animales y los porcinos con 2 547 miles de cabezas.

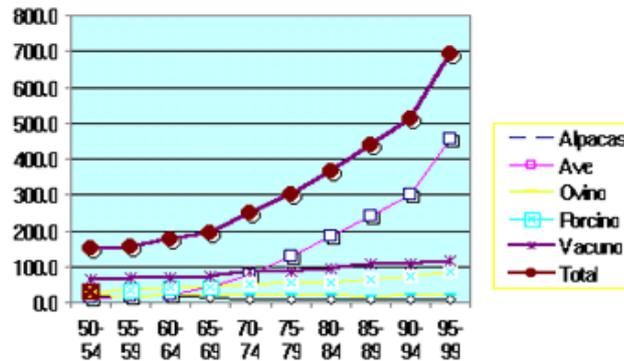
Población Nacional Promedio por Quinquenio 50-99  
(miles de cabezas)



Esta población a su vez se manifestará en volúmenes de producción orientados a satisfacer las necesidades de alimentación, vivienda y vestimenta. En el cuadro se muestra las tendencias de producción de carnes por quinquenios, para el período 1950 - 99, la cual muestra una tendencia creciente, siendo la más pronunciada la correspondiente a las aves. >><sup>9</sup>

<sup>9</sup> IDEM 3

Producción Nacional de Carne por Quinquenio  
50-99 (miles de TM)

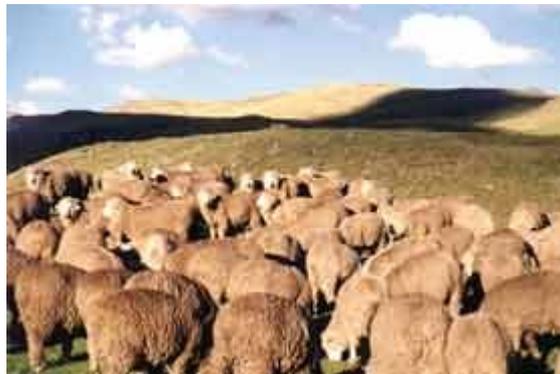


## 1.7. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES

### GANADERAS DE LA SIERRA PERUANA:

#### 1.7.1.OVINOS:

<< En esta región predominan los sistemas de producción extensivos, en las zonas alto andinas en base al pastoreo de praderas nativas, pastos cultivados mientras que en los valles se combina los residuos de cosecha con malezas y pastos naturales.



El ovino es un rumiante, por lo que su alimentación deberá tener una base de forrajes y adicionalmente se suplementa con concentrados. Los requerimientos nutritivos del ovino pueden encontrarse en las Tablas de National Research Council (NRC, 1985).

La alimentación de ovinos en pastos naturales se realiza manejando la rotación de los campos de pastoreo y la carga animal de acuerdo a la condición de las praderas. Las praderas de condición excelente presentan una carga optima de 4 unidades ovinos/ha y las de condición muy pobre de 0.25 unidades ovinos/ha (Florez y Malpartida, 1988). Los pastos cultivados como la asociación ryegrass-trébol es usada para la alimentación del ganado de plantel y el engorde de ovinos

para saca, dependiendo de la condición de la pastura y la época pueden soportar una carga de 20 a 40 unidades ovino/ha. >><sup>10</sup>

### 1.7.2.VACUNOS DE LECHE:

<< El sistema de producción extensivo y semi-intensivo son los que predominan en las zonas alto andinas y los valles interandinos; el sistema extensivo consiste en una alimentación al pastoreo con pastos naturales y cultivados como el cultivo de alfalfa, phalaris y la asociación de gramíneas como el Rye grass con leguminosas como trébol blanco y trébol rojo, este método de producción tiene como resultado:

- Baja producción de leche se puede presentar alrededor de 1,000Lt /vaca/campaña.
- Bajos Costos de producción.
- Utilización de mano de obra familiar.
- No requiere de costosas instalaciones (Mangas de manejo, corrales de ordeño, comederos, etc.).
- El pastoreo es mixto, es decir en conjunto con otras especies como ovinos.
- Este tipo de explotación representan el 15.4% del total nacional de sistemas de producción lechera, con una superficie promedio de 59.2 hectáreas.
- Predomina el sistema de reproducción por monta natural.

Por otro lado tenemos el sistema de producción semi-intensivo que predomina en los valles interandinos el cual consiste en un sistema de alimentación basado en el pastoreo pero complementado con concentrados elaborados con insumos agroindustriales, además se mantiene a los animales en un encierro parcial, en el día pastorean y en la noche son llevados a confinamiento este sistema representa al 38.4% del total nacional de establos lecheros, con una superficie promedio de 68.3 has, este sistema tiene como resultado:

- Mediana producción de leche, puede presentar alrededor de 3,500Lt./vaca/campaña.
- Son pequeñas explotaciones con venta de leche al porongueo y la manufacturación de quesos.

---

<sup>10</sup> IDEM 3

- Utilizan sistemas de reproducción por Inseminación Artificial y Monta natural. >><sup>11</sup>

Por lo tanto uno de los impactos que tendría un equipo el cual facilite la instalación de alambrados, una mejor administración de las áreas de pastoreo y control del ganado sería el paso de la producción extensiva a una producción semi intensiva.



PASO DE PRODUCCION EXTENSIVA A SEMI-INTENSIVA.

### 1.7.3.VACUNOS DE DOBLE PROPOSITO:

Al igual que el caso anterior en las zonas alto-andinas y valles interandinos predominan los sistemas de producción extensivos y semi intensivos los cuales tienen las siguientes características:

#### 1.7.3.1.SISTEMA DE PRODUCCIÓN EXTENSIVO:

<< Alimentación al pastoreo (pastos naturales y/o cultivados).

- Baja ganancia de peso y por lo tanto menor calidad de carcasa.
- Largo período de engorde (mayor a los 2 meses).
- Bajos Costos de producción (no requiere uso de concentrados en su alimentación).
- Menor uso de mano de obra calificada (el pastoreo lo realizan niños y mujeres).
- No requiere de costosas instalaciones, pero sí, de grandes extensiones de terreno.
- Predomina el ganado criollo y criollo mejorado en las regiones andinas (mayor 2,300 msnm) y el cebú cruzado en la Costa y Selva norte del Perú.

#### 1.7.3.2.SISTEMA DE PRODUCCIÓN SEMI-INTENSIVO:

- Es un sistema de engorde al pastoreo con suplemento alimenticio.
- Es utilizado para dar mayor valor agregado a la producción agrícola de la zona.

<sup>11</sup> IDEM 3

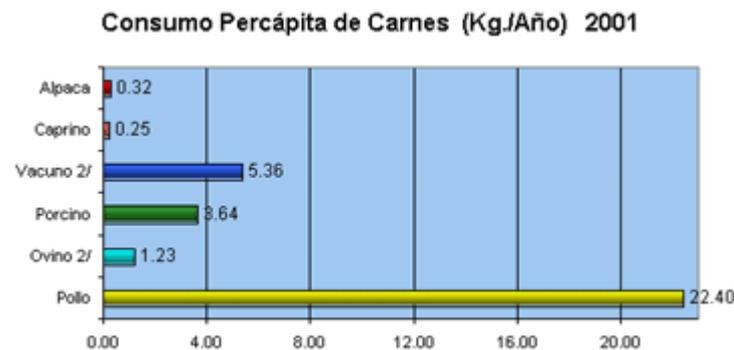
- Se mantiene a los animales en un encierro parcial (De noche son trasladados a establos).
- Son pequeñas explotaciones, constituyendo una etapa de pre-engorde. >><sup>12</sup>

Al igual que el caso anterior lo que se busca con el desarrollo de este proyecto es pasar de sistemas productivos extensivos a semi-intensivos.

## 1.8. CONSUMO PER-CÁPITA DE LAS PRINCIPALES CARNES Y LECHE:

### 1.8.1. PRINCIPALES CARNES:

<< Los Patrones de consumo en carnes, han variado en las últimas décadas, orientándose hacia el consumo de carnes blancas, en detrimento de las rojas. En el cuadro adjunto, presentamos el consumo per cápita promedio de las principales carnes.



Como se observa, la carne de pollo es la que reporta los mayores volúmenes de consumo con 22.40 kilos por persona al año, le sigue la carne de vacuno (5.36 Kg/per cápita/año) y muy marginalmente las carnes de alpaca (0.32 Kg/per cápita/año) y el caprino (0.25 Kg/per cápita/año).

Estos indicadores comparándolos con el consumo per cápita en otras regiones, son sumamente reducidos. Así, en el Caso de Argentina, el consumo per cápita anual de carnes es de 69.9 kilos, en EE. UU. 45.6, Colombia 17.2 y Ecuador 13.3

### 1.8.2. CONSUMO PER-CÁPITA DE LECHE:

La leche de vaca se asemeja a la leche materna por lo que se constituye en un alimento insustituible en la dieta humana, puesto que contiene prácticamente todos los aminoácidos esenciales, ácidos grasos, minerales y vitaminas.

<sup>12</sup> IDEM 3

Un consumo deficitario de leche puede producir graves deficiencias mentales y físicas, que pueden lesionar el cerebro y la inteligencia, en especial en niños menores de dos años, que a su vez pueden ser afectados en su peso y tamaño físico.

Según la tabla de requerimientos nutricionales publicados por el Instituto Nacional de Nutrición, el consumo anual de leche debe ser de 120 kilos como mínimo, mientras que el consumo per cápita nacional promedio para el año 1999 es de 54.6 kilos. Cubriendo apenas el 45.5% del requerimiento total. >><sup>13</sup>



Fuente: MINAG – OIA

### 1.9. DESARROLLO POTENCIAL DE LA ACTIVIDAD GANADERA:

<< El impulsar al sector pecuario, contribuirá al tan ansiado desarrollo nacional, por la importancia económica y social del sector, para lo cual se debe priorizar los ámbitos y las especies con potencial que presentan ventajas competitivas dentro de los mercados locales y externos, fijando objetivos como poder autoabastecernos de leche y carne, así mismo reconocer que en la región alto andina es una de las pocas actividades económicas que se pueden desarrollar. La actividad ganadera en el Perú muestra un gran potencial de desarrollo en las tres regiones naturales pero en zonas o ámbitos con potencial productivo y económico.

En la costa se tiene la disponibilidad de subproductos agrícolas y agroindustriales, lo que a su vez se complementa con un clima adecuado que permite desarrollar la actividad sin generar mayor inversión en infraestructura complicada. Orientando a la ganadería lechera estabulada, crianza avícola y porcina.

En la sierra se cuenta con una gran extensión de pastos naturales que pueden cubrir los requerimientos alimenticios de una ganadería de doble propósito y la explotación eficiente de camélidos, existiendo las condiciones a su vez de desarrollar pastos cultivados.

<sup>13</sup> IDEM 3

En la Selva, se cuenta con amplias zonas adecuadas para desarrollar ganadería de doble propósito con los cruces adecuados, masificando la siembra y manejo de pastos cultivados.

El incremento de la producción de bienes de origen ganadero para atender las necesidades de la población, no sólo se debe ver desde la perspectiva de abastecer el mercado nacional, sino también para abastecer las necesidades del mercado internacional, más aún cuando contamos con productos casi exclusivos como la fibra de alpaca, fibra de vicuña, carne de cuy, carne de camélidos, etc., a lo que debemos agregar las posibilidades de desarrollar la ganadería orgánica.

Estar atentos y contribuir entre todos los agentes económicos involucrados a los esfuerzos desplegados por la Industria Láctea, Avícola y Porcina, que vienen desarrollando mercados externos para sus productos y derivados, cumpliendo con las exigencias de calidad y sanidad que fija el País de destino. Ello permitirá la necesidad de incrementar los volúmenes de producción nacional, mayores oportunidades de trabajo, de ingreso a la población y por ende más divisas al país.

>><sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> IDEM 3

## 1.10.ALAMBRADO TRADICIONAL:

### 1.10.1.DEFINICIÓN:

Es una herramienta indispensable para subdividir un campo, un alambrado es básicamente un sistema constituido por uno o más alambres generalmente paralelos al suelo los mismos están sostenidos por postes verticales y una serie de diferentes elementos necesarios, generalmente grapas, para mantener a los alambres en su posición de trabajo. Un alambrado tradicional contiene generalmente entre 4 y 7 alambres ya sean estos de púas, lisos o la combinación de ambos, el alambrado debe de oponer una fuerte resistencia al pasaje de los animales o personas que intenten cruzarlo, es decir actúa como una barrera física pero aprovecha su flexibilidad ya que después de sufrir el embiste de un animal tiene la capacidad de recobrar su forma original.



Alambrado de 6 hilos en línea recta, el largo total de la línea es de aproximadamente 800 m.

### 1.10.2.IMPORTANCIA DE UN ALAMBRADO:

Un alambrado es útil para aumentar y retener los beneficios del campo, es una herramienta de manejo y un envase el cual contiene el capital del productor siendo uno de los elementos más importantes de todo buen sistema de producción. Al subdividir se debe lograr un equilibrio entre el beneficio para el ganado, la mejor utilización de las áreas de pastoreo y la comodidad para quién trabaja. El numero de potreros, los días de pastoreo y las áreas definitivas son determinantes para el buen funcionamiento del sistema.

La subdivisión se realiza para un mejor aprovechamiento de las áreas de pastoreo tanto naturales como mejoradas, resulta evidente que la Subdivisión existente en las áreas de pastoreo no permite la utilización del actual potencial de las pasturas naturales y menos aún el de las mejoradas.

<< Pese a que normalmente se considera que el alambrar es caro, el subdividir los campos es de las inversiones más rentables que puede realizar el productor. >><sup>15</sup>

### 1.10.3. RAZONES Y BENEFICIOS DE SUBDIVIDIR:

- Clasificación del ganado por categorías lo cual permite un trabajo mas eficiente.
- Clasificación del ganado de acuerdo a sus necesidades de alimentación ya sea por edad, raza, etapa de crecimiento, etc. por lo cual no se malgastan las áreas de pastoreo.
- Separación de distintos tipos de campo para no malgastar los recursos.
- Permite reservar forraje para emplearlo en las estaciones mas criticas del año.
- Permite una mejor limpieza de potreros lo cual conlleva a un aumento de la productividad por Ha.
- Genera un consumo uniforme del abono animal para evitar desperdicios de pasturas.
- Distribución uniforme del abono animal lo cual uniformiza la fertilidad de las tierras.
- Disminución de infestación por parásitos lo cual genera un ahorro de dinero en específicos.

### 1.10.4. CARACTERIZTICAS DE UN BUEN ALAMBRADO:

Un buen alambrado debe tener los siguientes principios fundamentales:

- **Confiabilidad:** Un alambrado debe cumplir con su función aun en situaciones extremas, el sistema debe ofrecer una total confianza al productor para la protección de sus bienes.
- **Economía:** El sistema elegido debe ser la combinación adecuada entre la inversión inicial y el costo de mantenimiento para mantenerlo afinado.
- **Seguridad:** La instalación y operación de un alambrado no debe ser riesgosa para personas y/o animales, el sistema debe proteger los bienes del productor con la mínima posibilidad de ocasionar daños o accidentes a personas animales o cosas ya sean propias o ajenas.

<sup>15</sup> FUCREA -6a. JORNADA DE PORTERAS ABIERTAS, 1974 - Florida

### 1.10.5. PASOS A SEGUIR EN LA INSTALACIÓN DE UN ALAMBRADO TRADICIONAL:

La instalación de un alambrado tiene los siguientes pasos:

#### 1.10.5.1. PLANTADO DE POSTES:

Consiste en abrir agujeros de aproximadamente 15 cm. de diámetro y 50 cm. de profundidad con un espacio de 5 a 15 m entre estos alrededor del perímetro que se desea cercar, luego se introducen los postes de eucalipto de 2 m. de longitud en dichos agujeros y se ajusta con la tierra extraída previamente, con una barreta se golpea la tierra para que esta se haga compacta con lo cual el poste se mantiene firme.

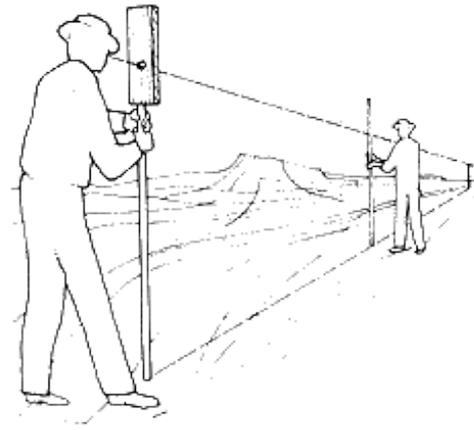


#### 1.10.5.2. TENDIDO DEL ALAMBRE:

Se fija el alambre, sea este liso o de púas, a un primer poste mediante un lazo y una grapa y se procede a desenrollar el alambre hasta llegar al siguiente poste en donde se realiza la tarea de tensado y fijación del alambre, esto se repite hasta completar el perímetro a ser cercado.



FIJACION DEL ALAMBRE AL PRIMER POSTE

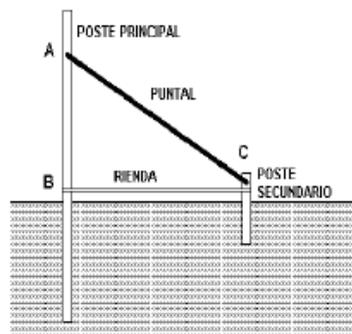


TENDIDO DE ALAMBRE

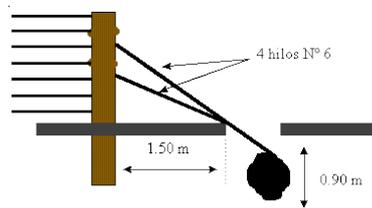
**1.10.5.3.TENSADO DEL ALAMBRE:**

Este es el paso más difícil y complicado en la instalación de un alambrado y consiste en tensar el alambre adecuadamente, estirándolo hasta que quede completamente rígido, para que pueda resistir el embiste de un animal y luego pueda recobrar su forma original.

Previamente al tensado se debe instalar un soporte en el poste principal que contrarreste la fuerza de tensión y sirva de apoyo para que el poste no sea derribado.



APOYO MEDIANTE POSTE SECUNDARIO.

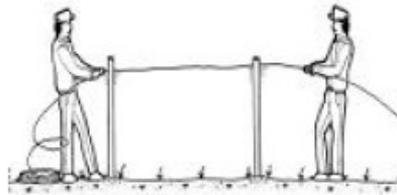


APOYO O ANCLAJE MEDIANTE ROCA

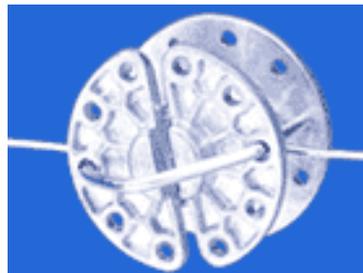
A continuación presentare los métodos y equipos utilizados en la actualidad para realizar dicha labor.

- **Tensado manual:** Una vez tendido el alambre hasta el poste en el que va a ser fijado y fijo en el primer poste o en el poste anterior, dos personas

provistas de trapos o guantes para proteger sus manos comienzan a tirar el alambre con las manos y echando sus cuerpos para atrás para ayudarse con el peso de los mismos, cuando esta hecho el mayor esfuerzo y el alambre se encuentra aparentemente tenso se procede la fijación del mismo al poste correspondiente, luego se comprueba que la tensión sea correcta, de ser así se continua, caso contrario se quita elemento fijador y se procede a tensar nuevamente hasta que la tensión sea la adecuada.

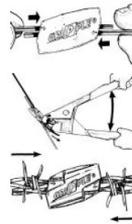


- **Tensado mediante enrollamiento:** Se utilizan tensadores fijos es decir que se quedan instalados en cada uno de los alambres del cerco, su principio de funcionamiento es el enrollamiento, se fijan los 2 extremos del alambre en un disco y se procede a girar el mencionado disco, enrollándose ambos extremos del alambre hasta que este quede completamente tenso, una vez tenso el alambre se procede a asegurar el disco mediante un pin o una grapa para que la fuerza de tensión no desenrolle los alambres del disco.



TENSADOR BASADO EN EL PRINCIPIO DE ENROLLAMIENTO.

- **Tensado mediante sistema antirretorno:** En este caso se utilizan también tensadores fijos los cuales funcionan bajo el principio de antirretorno, al igual que el caso anterior se toman los dos extremos del alambre a tensar y se hacen pasar a través de los agujeros del elemento antirretorno, luego a través de una tenaza se hace correr dicho elemento, el cual permite el paso de los alambres en una sola dirección, al no retornar los extremos del alambre, este se va ajustando hasta quedar completamente tenso.



SENSADOR BASADO EN EL PRINCIPIO ANTI-RETORNO.

#### 1.10.5.4.FIJAR EL ALAMBRE A LOS POSTES:

Dicha labor se realiza una vez tensado correctamente el alambre, esto a través de una grapa que se coloca de manera inclinada, dicha grapa es clavada en el poste con la ayuda de un martillo y sujetara los alambres fuertemente permitiendo que permanezcan fijos y bien tensos.

#### 1.11.SINTESIS:

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, teniendo en consideración la incidencia e importancia de la actividad pecuaria no solo en el pequeño y mediano productor de las zonas alto andinas, sino también en la economía, desarrollo y nutrición de los pobladores del país entero, y observando como dicha actividad podría incrementarse potencialmente mediante un adecuado manejo de las áreas de pastoreo.

Pasare a resumir a continuación los diversos requerimientos de los medianos y pequeños productores campesinos para que a través de un equipo puedan realizar mejor y mas fácilmente la labor de instalación de alambrados, esto a su vez contribuirá con una mejor administración de sus áreas de pastoreo lo cual impulsara a una mejora en la producción, productividad y calidad de los productos pecuarios.

##### 1.11.1.CAPACIDAD Y EFICIENCIA:

Para brindar ventajas reales frente a los métodos actuales y facilitar la labor de la instalación de alambrados el equipo a diseñar en este proyecto tendrá la capacidad de tensar 1, 2 ó 3 alambres, ya sean estos lisos o de púas, al mismo tiempo, así mismo será capaz de desenrollar los alambres durante el tendido y separarlos adecuadamente previamente al tensado. Además no necesitará más de 2 personas para su operación y hará la labor mucho mas cómoda que con los métodos actuales.

La eficiencia del equipo radica en el ahorro de tiempo y de personal ya que tendrá la capacidad de tensar tres alambres a la vez así como solo requerirá 1 ó 2 personas para la instalación del alambrado.

##### 1.11.2.PESO Y TRANSPORTABILIDAD:

Debido a que durante su operación el equipo será permanentemente trasladado es importante que este no sea pesado ya que además de transportar

su propio peso cargara consigo los rollos de alambres que ira desenrollando a lo largo del perímetro a cercar.

El equipo debe estar en la capacidad de desarrollar la labor para el que fue diseñado en la geografía accidentada de la serranía peruana, además durante su operación, de ser necesario este será jalado por un animal de carga (burro), lo cual dará como resultado que la tarea de tendido sea menos tediosa.

#### **1.11.3.GEOMETRÍA Y DIMENSIONES:**

El equipo deberá ser lo mas compacto posible y de dimensiones que no generen esfuerzos adicionales durante su operación, es decir que el mecanismo de tensado deberá estar a una altura adecuada para que el operador emplee toda la fuerza necesaria en el tensado sin que esto le cause incomodidad, así mismo estará en la capacidad de recorrer las trochas por las que opere y dar las curvas sin mayor problema lo que implica que tendrá dimensiones de largo y ancho adecuadas para dichas aplicaciones.

#### **1.11.4.FABRICACIÓN EN TALLERES RURALES:**

El equipo tensador de alambres tendrá la capacidad de fabricarse en las zonas alto andinas del país mediante procesos de manufactura básicos y en talleres con herramientas fundamentales como: Torno, fresadora, soldadora de arco eléctrico y taladro, generando la menor cantidad posible de desperdicios durante su fabricación.

#### **1.11.5.ENERGÍA:**

La energía que empleara el equipo para su transporte será la de un animal de carga (burro), si fuera necesario, como se manifestó en el ítem 1.10.2., y para realizar el tensado se empleara la fuerza de un hombre adulto, proyectando y diseñando de tal manera que dicha energía sea suficiente para cumplir con los requerimientos de capacidad y eficiencia antes mencionados.

#### **1.11.6.NIVEL DE RUIDO:**

El equipo no deberá producir un ruido excesivo durante su operación ya que el ruido puede causar daños a la salud los cuales solo se manifiestan con el transcurrir de los años, el ruido es estresante y causa tensión psíquica y anímica en el hombre además de tener un efecto dañino al medio ambiente, por lo que es importante que durante su operación el equipo no genere un nivel de ruido mayor a 90 dB (Decibeles) el cual es el nivel máximo permitido en condiciones normales de trabajo.

## 2. DISEÑO

Se trata de una actividad creadora, en la cual se piensa y desarrolla completamente un producto técnico, que luego con los documentos generados por la misma actividad del diseño se puede materializar dicho producto mediante su fabricación.

### 2.1. METODOLOGÍA DEL DISEÑO:

En el presente proyecto se usara un método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño, << los métodos de diseño se han hecho principalmente para ordenar la actividad creadora del diseñador, y procurar acelerar dicha actividad hasta limites deseados. >><sup>16</sup>

Un método normalizado es el desarrollado por la asociación alemana de ingenieros VDI (Verein Deutscher Ingenieure), VDI 2222 hoja 1 (Anexo 1) el cual se puede aplicar con mucha facilidad en nuestro medio.

Este método tiene la facilidad de ser utilizado por diseñadores con o sin experiencia además de buscar la optimización en cada una de sus fases haciendo que las soluciones tiendan siempre a ser las mejores.

Las etapas más importantes de este método son las de comprensión de la solicitud, concepción de la solución, elaboración del proyecto y elaboración de detalles las cuales se pasara a describir y explicar a continuación:

#### 2.1.1. COMPRESION DE LA SOLICITUD:

En esta primera etapa lo que se hace es aclarar el problema al cual se desea dar solución para lo cual se desarrollan los siguientes pasos: Asumir el problema en forma crítica, averiguar el estado actual de tecnología, analizar la situación del problema comprobando las posibilidades de realización, completar las exigencias que se deben cumplir para darle solución, ordenar, cuantificar y dar prioridades a dichas exigencias. Como resultado de esta etapa tendremos una detallada lista de exigencias y estaremos listos para preparar, planear y organizar el desarrollo de la solución al problema.

#### 2.1.2. CONCEPCIÓN DE LA SOLUCIÓN:

Es la parte del proceso de diseño en la cual se formula una estructura de funciones y se busca principios adecuados de solución a cada una de las funciones, así como también se procesa la combinación de las posibles vías de solución, esto se realiza después de detallar adecuadamente el problema mediante la abstracción del mismo, y dará como resultado un concepto optimo de solución mediante la determinación de principios tecnológicos y secuencias de

<sup>16</sup> BARRIGA G, Benjamín << DISEÑO MECANICO 1 >>, PUCP, Lima, 1985.

operaciones, fijando los procesos, determinando la aplicación y limitaciones de los sistemas técnicos, agrupando funciones, determinando y representando la mencionada estructura de funciones, buscando los portadores de solución a cada función y a la combinación de las mismas, y determinando una disposición básica.

### **2.1.3.ELABORACIÓN DEL PROYECTO:**

En esta etapa se buscara llegar a un proyecto definitivo a partir del concepto de solución óptimo al que se llego en la anterior fase. Todos los esfuerzos se concentraran en concretar el diseño mediante un proyecto preliminar el cual esta destinado a convertirse en el proyecto definitivo, para esto se desarrollan los siguientes procedimientos: Elaboración de la forma, dar dimensiones en parte, determinar tipos de material a usarse y procesos de fabricación, representar el proyecto preliminar y optimizarlo dándole las dimensiones y características definitivas.

### **2.1.4.ELABORACIÓN DE DETALLES:**

A partir del proyecto definitivo del sistema técnico el proceso de diseño entra en su fase final, en la que se complementara y elaborara la documentación necesaria para su fabricación, se completaran los cálculos dando las dimensiones y formas definitivas a todos y cada uno de los componentes del equipo diseñado esto mediante la sustentación del funcionamiento del conjunto, determinando completa y definitivamente los procesos de fabricación, tolerancias y calidad del acabado superficial, desarrollando el estado del montaje y detallando los planos de ensamble, sub-ensamble, despiece y proporcionando toda la documentación complementaria.

### **2.1.5.ESTADO DEL ARTE PREVIO:**

Los antecedentes al equipo diseñado en el presente proyecto se han clasificado en dos grupos, el primero consta de las herramientas que han sido diseñadas, probadas y son comercializadas, y el segundo es aquel que ha sido extraído de bibliografía y patentes registradas en el mundo, ahora se proseguirá a dar la relación de los productos técnicos mas difundidos y comercializados así como también las patentes registradas mas importantes y que buscan dar solución a problemas similares explicando sus principios de funcionamiento y mostrando sus ventajas y desventajas.

## **2.2. MAQUINAS Y SISTEMAS CONSTRUIDOS, PROBADOS Y COMERCIALIZADOS:**

### **2.2.1. MAXTENSOR MX 1:**

Es un tensor diseñado para el final de línea de emparrados de viñedos, su principio de funcionamiento es el de anti-retorno, es decir el elemento maxtensor 1 deja pasar el alambre en una sola dirección y cuando este intenta retornar se bloquea, este sistema se utiliza en los extremos de los alambrados y ejerce su fuerza contra el poste en el que es instalado por lo que el alambre debe también traspasar el poste, es mayormente usado con alambre liso debido a que las púas no pueden pasar a través de los agujeros por donde pasa el alambre, para trabajar con dicho alambre se tendría que extraerle las púas en el sector donde se va a instalar el MX1 para realizar el tensado. Cada maxtensor tiene un costo aproximado de US \$ 1.00, además la tenaza especial para realizar el tensado tiene un costo de aproximadamente US \$ 60.00. (Anexo 2.)

#### **2.2.1.1. VENTAJAS DEL MAXTENSOR MX1:**

- Ahorro de un 70% de tiempo en la instalación.
- Es reutilizable.
- Resistente a la corrosión, y buena durabilidad.
- Se puede realizar un retesado o afinar el tensado una vez instalado el alambrado con el MX1.

#### **2.2.1.2. DESVENTAJAS DEL MAXTENSOR MX1:**

- Se debe utilizar un MX1 para cada alambre que constituye el alambrado, además dicho elemento debe permanecer en el alambre.
- Para grandes extensiones perimetrales se debe usar uno en cada poste del alambrado.
- Requiere de una tenaza especial para tensar lo que incrementa su costo.
- Difícil en el trabajo con alambres de púas.



SISTEMA ANTIRRETORNO MAXTENSOR MX1.

### 2.2.2. MAXTENSOR MX 2 Ó TENSOR GRIPPLE:

Es un tensor diseñado para unir o conectar 2 alambres o para realizar el tensado tomando los dos extremos de un solo alambre, funciona basado en el principio de anti-retorno, para realizar la unión de 2 alambres o el tensado de un alambre se hacen pasar cada uno de los alambres o los dos extremos del mismo alambre a través de los agujeros del MX2 o tensor GRIPPLE, y mediante una tenaza su procede a realizar el ajuste hasta que el alambre quede completamente tenso o en el caso de unión de alambres hasta que ambos alambres queden en la posición requerida y tensados adecuadamente. Los MX 2 o tensores GRIPPLE pueden ser adquirido en varios tamaños de acuerdo al alambre que se va a utilizar. Al igual que el caso anterior es muy dificultoso trabajar con alambres de púas, si se desea trabajar con dicho alambre se deben extraer las púas del sector en donde se va a realizar la unión ya sea de 2 alambres distintos o los dos extremos de un mismo alambre.

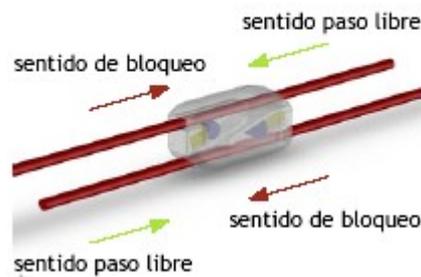
Cada Maxtensor MX 2 o tensor GRIPPLE tiene un costo de entre US \$ 0.30 y US \$ 1.00, además se requiere de una tenaza especial para realizar ya sea la labor de unión o de tensado. (Anexo 3.)

#### 2.2.2.1. VENTAJAS DEL MAXTENSOR MX2 ó tensor GRIPPLE:

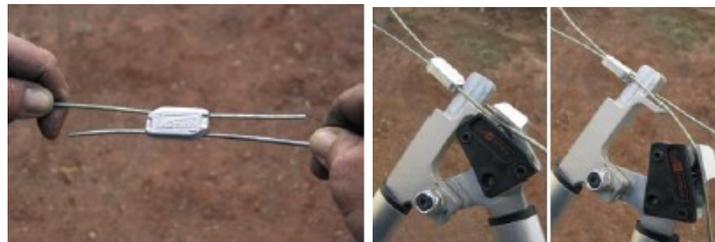
- Ahorro de un 70% de tiempo en la instalación.
- Es reutilizable.
- Resistente a la corrosión, y buena durabilidad.
- Se puede realizar un retesado o afinar el tensado una vez instalado.
- Se pueden unir dos alambres y tensarlos adecuadamente.

### 2.2.2.2.DESVENTAJAS DEL MAXTENSOR MX2:

- Se debe utilizar un MX2 o tensor GRIPPLE para cada alambre que constituye el alambrado, además dicho elemento debe permanecer en el alambre.
- Dificultoso en trabajos de grandes extensiones perimetrales es ya que para el tensado se requiere unir los 2 extremos del alambre.
- Requiere de una tenaza especial para tensar lo que incrementa su costo.
- Dificultoso en el trabajo con alambres de púas.



SISTEMA ANTIRRETORNO MX 2 O TENSOR GRIPPLE.



MAXTENSOR MX 2 Y TENAZA PERA REALIZAR EL TENSADO.



GRIPPLE.

### 2.2.3.THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL:

Herramienta de tensado de cables, esta herramienta se soporta del poste donde se va a realizar el fijado del alambre y a través de su mecanismo y palanca hace pasar el alambre sin permitir que este retorne cuando se le aplica fuerza. Primero de debe realizar un pretensado y hacer pasar el alambre a través de una grapa a punto de ser fijada, luego se coloca el alambre y el pie de giro del instrumento se apoya en el poste, el alambre debe ser sostenido por sus mandíbulas, se hace girar la palanca del instrumento para cerrar las mandíbulas

sobre el cable y finalmente se tira de la palanca para lograr la tensión deseada y fijar el alambre al poste. (Anexo 4.)



THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL.

#### 2.2.3.1.VENTAJAS DEL THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL:

- Se puede realizar un retesado o afinar el tensado una vez instalado el alambrado.
- No requiere de accesorios adicionales como Gripple o Max Tensor.
- De fácil transportabilidad y uso sencillo.

#### 2.2.3.2.DESVENTAJAS DEL THE FENCE WIRE TENSIONING TOOL.:

- Dificultoso en trabajos de grandes extensiones perimetrales.
- Dificultoso en el trabajo con alambres de púas.
- Solo puede tensar alambres de hasta 4 mm. de diámetro.
- Se debe mantener la tensión manualmente no posee un antirretorno, lo que dificulta su labor a la hora del fijado del alambre.

#### 2.2.4.SPLICE – IN TENSIONER:

Esta herramienta tiene como principio de funcionamiento el enrollamiento, es decir se enrolla el alambre hasta lograr la tensión deseada y luego mediante un pin se evita que el alambre retorne a su posición original, el alambre debe cortarse y un extremo del alambre se amarra al SPLICE – IN TENSIONER, y el otro extremo del alambre se va enrollando en el tambor respectivo hasta lograr la tensión adecuada, luego se coloca el pin asegurador. (Anexo 5.)



SPLICE – IN TENSIONER.

#### 2.2.4.1.VENTAJAS DEL SPLICE – IN TENSIONER:

- Se puede realizar un retesado o afinar el tensado una vez instalado el alambrado.
- De fácil transportabilidad y uso sencillo.
- Es reutilizable.
- Resistente a la corrosión, y buena durabilidad.

#### 2.2.4.2.DESVENTAJAS DEL SPLICE - IN :

- Difícil en trabajos de grandes extensiones perimetrales.
- No se puede realizar el trabajo con alambres de púas.
- Utiliza un SPLICE – IN por cada alambre que constituye el alambrado.
- En caso de trabajos de grandes extensiones se utilizan varios SPLICE – IN por alambre.

#### 2.2.5.SLOTTED DRUM TENSIONER:

Esta herramienta tiene como principio de funcionamiento el enrollamiento, es decir se enrolla el alambre hasta lograr la tensión deseada, sirve principalmente para realizar retensado ya que es necesario tener tendido el alambrado para usarlo. El tambor tiene una ranura para permitir que el SLOTTED DRUM TENSIONER sea colocado en cualquier lugar del alambrado, en este caso el alambre no debe cortarse, se hace pasar el alambre por las ranuras del elemento y se procede a enrollar hasta lograr la tensión adecuada, luego se asegura con grapas para que no se desenrolle. (Anexo 5.)



SLOTTED DRUM TENSIONER.

#### 2.2.5.1.VENTAJAS DEL SLOTTED DRUM TENSIONER:

- Principalmente se puede realizar un retesado o afinar el tensado una vez instalado el alambrado.
- De fácil transportabilidad y uso sencillo.
- Es reutilizable.
- Resistente a la corrosión, y buena durabilidad.

### 2.2.5.2.DESVENTAJAS DEL SLOTTED DRUM TENSIONER:

- Dificultoso en trabajos de grandes extensiones perimetrales, solo sirve para realizar retensados.
- No se puede realizar el trabajo con alambres de púas.
- Utiliza un SLOTTED DRUM por cada alambre que constituye el alambrado.
- En caso de trabajos de grandes extensiones se utilizan varios SLOTTED DRUM por alambre.

### 2.3.ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS Y PATENTES REGISTRADAS:

En libros y bases de patentes resaltan:

#### 2.3.1.TOOL AND METHOD FOR TENSIONING WIRE (Herramienta y procedimiento para tensar alambre.) Invento de O'Connor; Michael.

Es un instrumento que posee una manija girada que sin regularidad retrae una manga para cerrar mandíbulas, las cuales presionan el cable para realizar el tensado. El alambre a ser tensionado es avanzado axialmente mediante el mecanismo, y las mandíbulas admiten el cable y sostienen el mismo contra altas cargas de tensión. Un control manual permite la retirada axial de las mandíbulas del alambre, después que este ha sido fijado en un poste. Los métodos son revelados para tensionar y conectar dos longitudes de cable que usa el instrumento presente. Los instrumentos para enrollar alambre son revelados facilitando la práctica de los métodos. (Anexo 6.)

#### 2.3.2.RESILIENTLY COMPENSATED WIRE TENSIONER PARTICULARLY FOR USE IN THE FIELD OF VINE GROWING (Compensador resistente para mantener la tension de alambres en cercas de cultivos de vid.) Invento de Bortolussi, Claudio.

Esta invención se relaciona con un dispositivo particular que se pueda utilizar a los alambres de tensión en general y particularmente para alambres de contención usados en varios tipos de estructuras que normalmente se aplican para cercar cultivos de vid y otras frutas. Además de abarcar los elementos convenientes para producir la tensión adecuada a los alambres para los que se usa, tiene un elemento que mantiene tenso el alambre.

Esencialmente esta constituido por un resorte helicoidal, el cual por un lado se fija al poste mediante un mecanismo de enganche, por el otro lado se fija a los alambres que constituyen el alambrado. Su función es compensar y mantener

tenso el alambrado a través del tiempo mediante la recuperación de la elasticidad del resorte, este elemento sirve principalmente para mantener la tensión inicial (tensión que se logro cuando fue instalado el alambrado) durante un periodo largo de tiempo, así mismo compensa las deformaciones por cambios de temperatura y efectos climatológicos. (Anexo 3.)

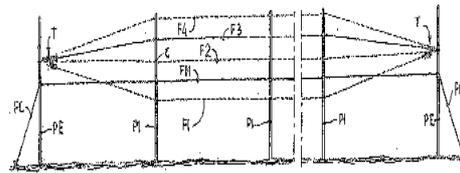
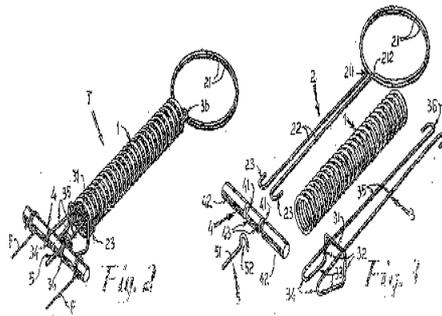


Fig 1



RESILIENTLY COMPENSATED WIRE TENSIONER PARTICULARLY FOR USE IN THE FIELD OF VINE GROWING.

**2.4. LISTA DE EXIGENCIAS:**

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION	Pag. 1 de 4
PROYECTO: Equipo tensorador de alambre liso y/o de púas para la construcción de alambrados tradicionales.		CLIENTE AREA DE DISEÑO.	Nº de Identificación Redactada por: Alexei Castro Chevarría. Fecha : 08/05/2005
Cambios (Fecha)	D o E	EXIGENCIAS	Responsable
<b>FUNCIONES</b>			
	E	El equipo tensará hasta 3 alambres lisos, de púas o la combinación de estos.	Alexei Castro Ch.
	E	Los cercos de alambre tendrán una altura máxima de 1.5 m y la siguiente disposición: Entre el piso y el 1er alambre una distancia máxima de 20 cm. Entre el 2do y 3er, 3er y 4to, 4to y 5to alambre separaciones de 30 ± 5 cm.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo debe dejar los alambres correctamente tensados, y la separación entre estos debe mantenerse constante a lo largo de todo el cerco.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo desenrollará los alambres a medida que se vaya construyendo el cerco.	Alexei Castro Ch.
	D	El equipo enrollará los alambres en caso de recoger un cerco o para realizar un retensado.	Alexei Castro Ch.
<b>GEOMETRIA</b>			
	E	El equipo tendrá las dimensiones adecuadas para trasladar 3 rollos de alambre liso, de púas o la combinación de estos.	Alexei Castro Ch.
	D	El equipo deberá ser lo más compacto posible para no ocupar demasiado espacio cuando no este siendo utilizado y para facilitar su transporte a su lugar de operación.	Alexei Castro Ch.
<b>CINEMÁTICA</b>			
	E	El equipo será movido a una velocidad moderada durante el desenrollado o enrollado de alambre.	Alexei Castro Ch.
<b>FUERZAS</b>			
	E	El equipo tendrá la capacidad de desarrollar hasta 2520 N (257 Kgf), fuerza máxima necesaria para tensar apropiadamente 3 alambres.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo contará con un accesorio el cual contrarrestará las fuerzas de tensado en los postes, evitará que los postes se flexionen, desplanten o queden inclinados.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo será rígido para soportar las cargas de cada uno de sus accesorios y componentes.	Alexei Castro Ch.

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION	Pag. 2 de 4
PROYECTO: Equipo tensador de alambre liso y/o de púas para la construcción de alambrados tradicionales.		CLIENTE AREA DE DISEÑO.	Nº de Identificación Redactada por: Alexei Castro Chevarría. Fecha : 08/05/2005
Cambios (Fecha)	D o E	EXIGENCIAS	Responsable
<b>FUERZAS</b>			
	E	El equipo será rígido para soportar la carga de hasta 3 rollos de alambre con un peso máximo de 50 Kg cada uno.	Alexei Castro Ch.
	D	El equipo será liviano para facilidad de transporte.	Alexei Castro Ch.
<b>ENERGIA</b>			
	E	El equipo funcionará con energía mecánica empleando la potencia de 2 hombres adultos y un burro de ser necesario.	Alexei Castro Ch.
	D	Se minimizarán las perdidas por fricción mecánica.	Alexei Castro Ch.
<b>MATERIALES</b>			
	E	El alambre liso o de púas no sufrirá ningún daño o pérdida de propiedades a causa del funcionamiento del equipo.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo será fabricado con materiales de fácil adquisición en el mercado local.	Alexei Castro Ch.
	E	La maquina deberá estar fabricada con materiales que resistan los máximos esfuerzos que se presentaran durante su operación	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo tendrá un recubrimiento adecuado o pintura para prevenir el ataque corrosivo.	Alexei Castro Ch.
	D	El equipo será fabricado con materiales livianos en lo posible.	Alexei Castro Ch.
<b>SEÑALES</b>			
	E	El equipo contará con un manual el que contará con instrucciones y precauciones que se deben seguir durante su operación y mantenimiento.	Alexei Castro Ch.
	D	El equipo contará con un indicador de la fuerza desarrollada durante el tensado.	Alexei Castro Ch.
<b>SEGURIDAD</b>			
	E	El equipo brindará seguridad a sus operadores tanto durante su operación como en su mantenimiento.	Alexei Castro Ch.
	E	Se protegerán todos los dispositivos que pueden ser dañados durante su operación así como aquellos que puedan causar daño a sus operadores.	Alexei Castro Ch.

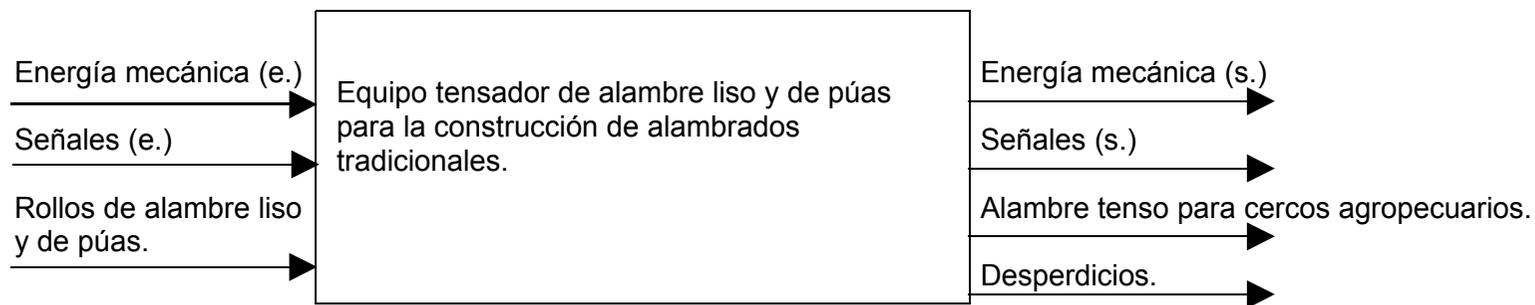
LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION	Pag. 3 de 4
<b>PROYECTO:</b> Equipo tensador de alambre liso y/o de púas para la construcción de alambrados tradicionales.		<b>CLIENTE</b> AREA DE DISEÑO.	N° de Identificación Redactada por: Alexei Castro Chevarría. Fecha : 08/05/2005
Cambios (Fecha)	D o E	EXIGENCIAS	Responsable
<b>ERGONOMIA</b>			
	E	Los dispositivos de manejo y aplicación de fuerzas estarán a una altura adecuada de tal modo que se podrá operar el equipo con comodidad.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo podrá ser jalado por un burro sin causarle a este daño o mayor incomodidad	Alexei Castro Ch.
<b>FABRICACION</b>			
	E	El equipo podrá ser fabricado en talleres de producción pequeños, que empleen procesos de manufactura básicos y que puedan encontrarse en poblados pequeños al interior del país.	Alexei Castro Ch.
	D	Se empleará la siguiente maquinaria durante su fabricación: Torno, Fresadora, Taladro y Soldadura	Alexei Castro Ch.
	D	Se desperdiciará la menor cantidad posible de material durante la fabricación del equipo.	Alexei Castro Ch.
<b>MONTAJE</b>			
	E	El equipo será de fácil montaje y desmontaje para su operación y mantenimiento	Alexei Castro Ch.
	E	Los rollos de alambre podrán ser montados y desmontados del equipo con facilidad antes y después de su operación.	Alexei Castro Ch.
	E	El accesorio que equilibra las fuerzas en los postes deberá ser montado antes de realizar el tensado de alambre.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo será fijado a uno de los postes de eucalipto el cual le brindará la estabilidad necesaria para realizar el tensado de alambres.	Alexei Castro Ch.

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION	Pag. 4 de 4
PROYECTO: Equipo tensador de alambre liso y/o de púas para la construcción de alambrados tradicionales.		CLIENTE AREA DE DISEÑO.	N° de Identificación Redactada por: Alexei Castro Chevarría. Fecha : 08/05/2005
Cambios (Fecha)	D o E	EXIGENCIAS	Responsable
<b>TRANSPORTE</b>			
	E	El equipo será transportado de ser necesario por un burro durante su operación.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo transportará hasta 3 rollos de alambre liso, de púas o la combinación de estos durante la construcción del cerco.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo será trasladado por terrenos planos, accidentados, con pendientes de subida y bajada durante su operación.	Alexei Castro Ch.
	D	El equipo podrá ser transportado por trochas.	
<b>USO</b>			
	E	El equipo no deberá producir ruido excesivo durante su operación de manera que no afecte la salud de los operadores, el medio ambiente y no sea incomodo al operarlo.	Alexei Castro Ch.
	E	El equipo podrá ser usado durante todas las estaciones del año.	Alexei Castro Ch.
	D	El desgaste del equipo será mínimo.	Alexei Castro Ch.
<b>MANTENIMIENTO</b>			
	E	Se elaborará un manual sobre la operación, mantenimiento, instrucciones de montaje, desmontaje y recomendaciones para el uso del equipo.	Alexei Castro Ch.
	E	Se indicarán periodos, frecuencias y procedimientos para la inspección, lubricación, limpieza, pintado, reparación y cambio de piezas en el equipo.	Alexei Castro Ch.
<b>COSTOS</b>			
	E	El equipo y sus accesorios tendrán un costo máximo de fabricación de S/.1000 (mil nuevos soles)	Alexei Castro Ch.
	E	Los costos de mantenimiento serán mínimos.	Alexei Castro Ch.

## 2.5. ESTRUCTURA DE FUNCIONES:

### 2.5.1. CAJA NEGRA (Black box.)

#### 2.5.1.1. DESEENROLLADO Y TENSADO DE ALAMBRES:



#### - Entradas:

Energía: Mecánica, proveniente de los músculos del hombre.

Señales: Alambres fijos a primer poste para inicio de la operación del equipo.

Material: Rollos de alambre liso y/o de púas.

#### - Salidas:

Energía: Fuerza necesaria para tensar los alambres y mantenerlos tensos.

Señales: Alambre tenso fijo para realizar fijado en poste.

Material: Alambre tenso para cerco agropecuario, desperdicios.

### **2.5.1.2.PROCESOS TÉCNICOS:**

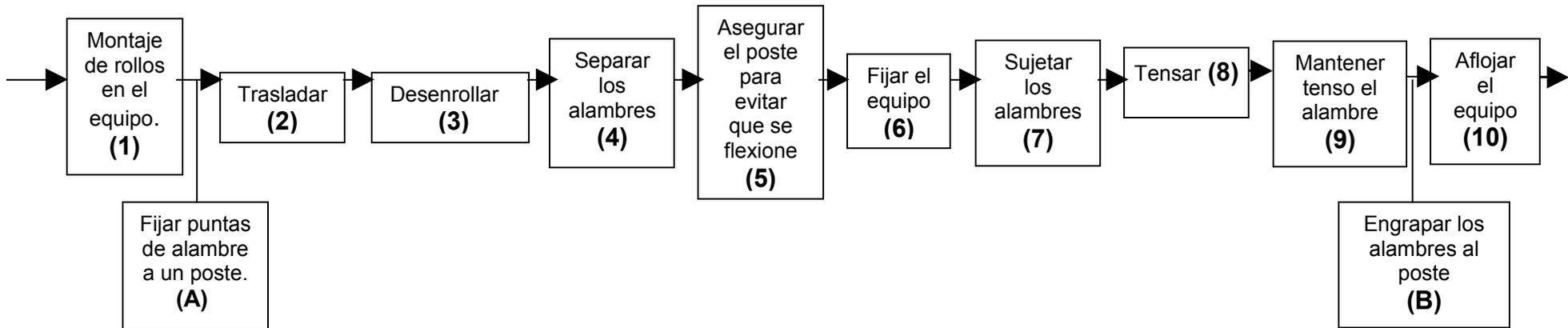
- Se han reconocido 10 procesos básicos:

1. Montaje de rollos de alambre liso y/o de púas en el equipo.
2. Trasladar equipo.
3. Desenrollar alambres.
4. Separar alambres.
5. Asegurar el poste para evitar que se flexione.
6. Fijar el equipo al poste.
7. Sujetar los alambres.
8. Tensar alambres.
9. Mantener tensos los alambres.
10. Aflojar el equipo del poste.

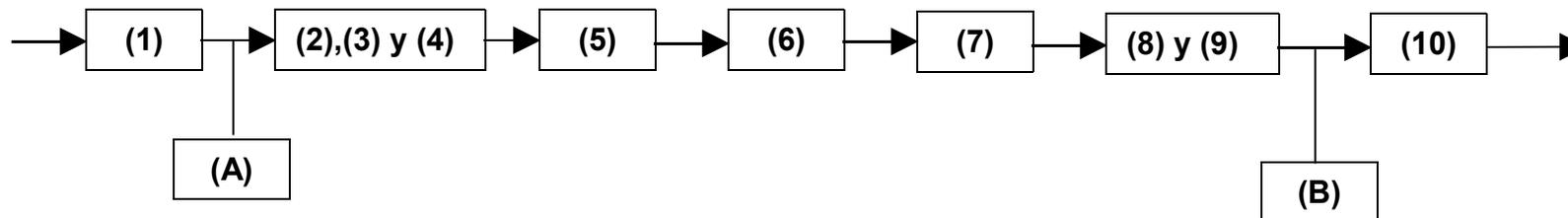
- Adicionalmente se identificaron 2 procesos paralelos:

- a. Fijar puntas de alambre en el primer poste.
- b. Engrapando los alambres al poste para que queden fijos

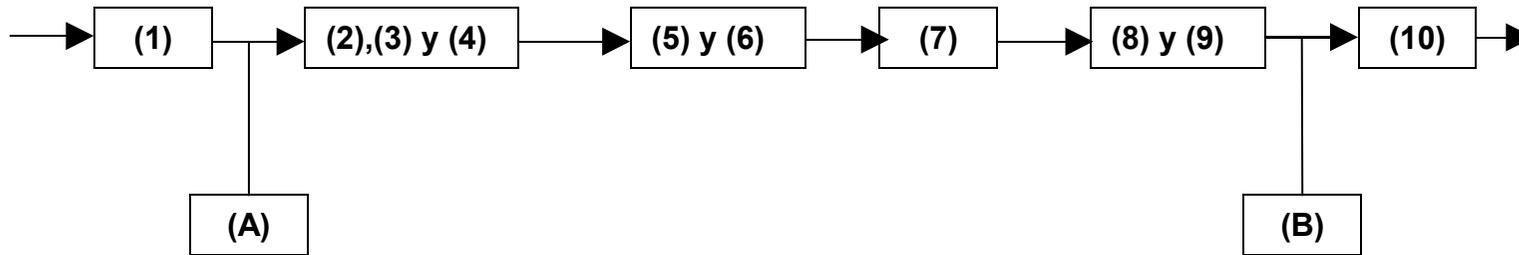
## 2.6. ESTRUCTURA DE FUNCIONES:



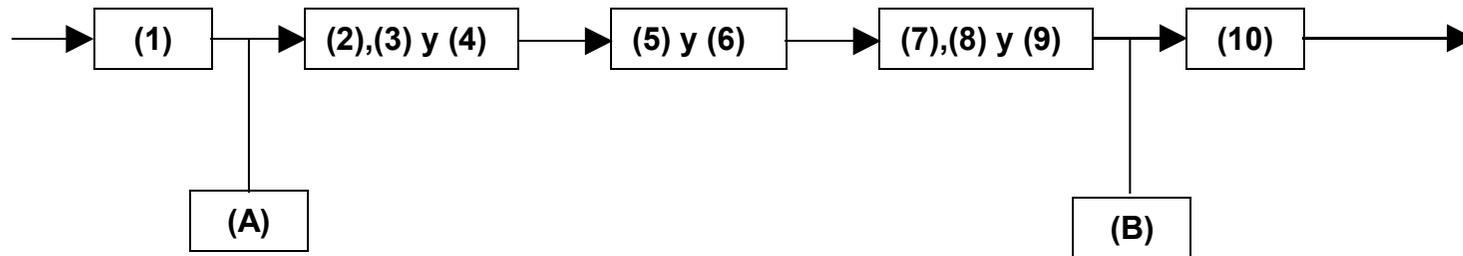
### 2.6.1. ESTRUCTURA DE FUNCIONES ALTERNATIVA 1:



**2.6.2. ESTRUCTURA DE FUNCIONES ALTERNATIVA 2:**



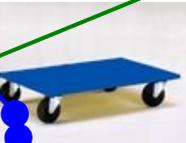
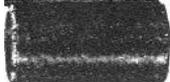
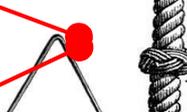
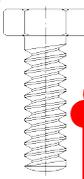
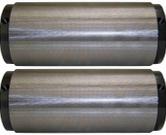
**2.6.3. ESTRUCTURA DE FUNCIONES ALTERNATIVA 3:**

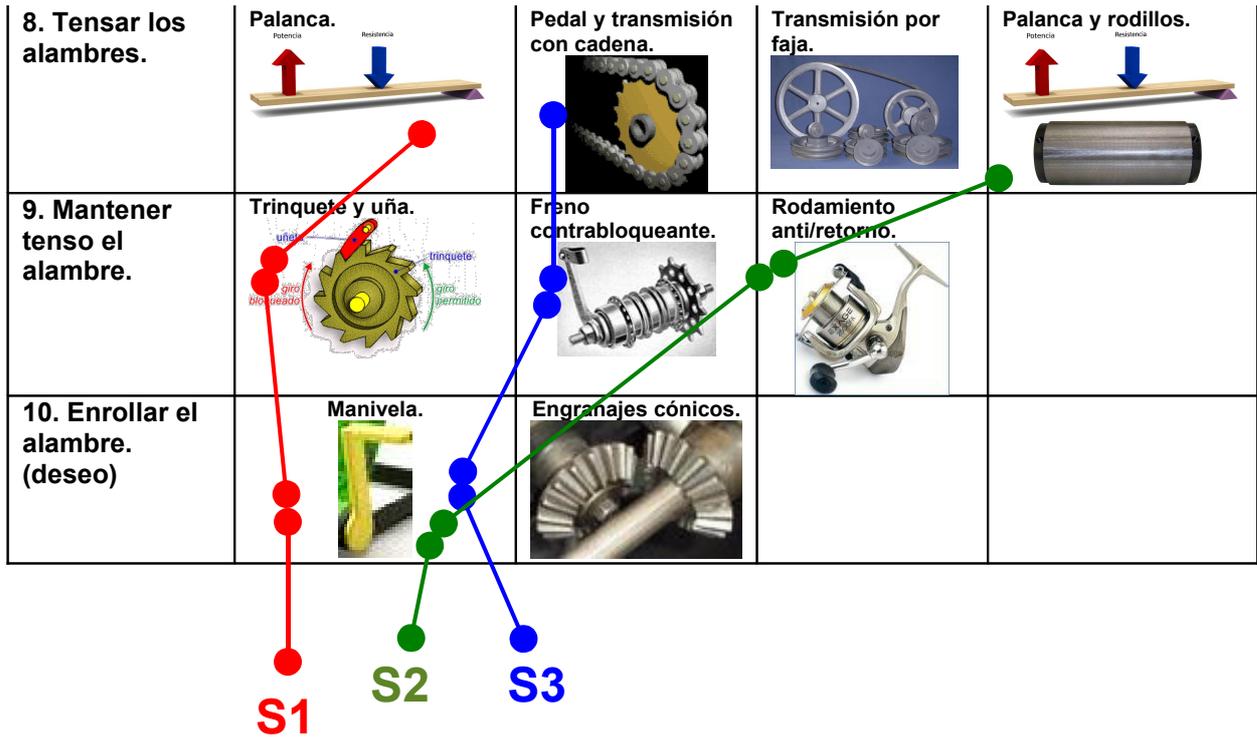


## 2.7. MATRIZ MORFOLÓGICA:

### 2.7.1. DESARROLLO DE LA MATRIZ MORFOLÓGICA:

Matriz morfológica.

Funciones parciales	Alternativas.			
1. Montaje de rollos en el equipo.	Horizontal. 	Vertical. 	Escalera. 	Vertical (Rollos horizontales.) 
2. Trasladar.	2 ruedas y apoyo 	3 ruedas 	4 ruedas 	
3. Desenrollar.	Conos giratorios. 	Cilindros giratorios. 	Bandejas. 	Cilindro giratorio (horizontal). 
4. Separar los alambres.	Tubos. 	Argollas. 		
5. Asegurar el poste para que no se flexione.	Cuerda. 	Barra. 		
6. Fijar y aflojar el equipo (6 y 10.)	1 anillo ajustable. 	2 anillos ajustables. 	Apoyo y ajuste con cuerda 	
7. Sujetar los alambres.	Tuerca. 	Gancho. 	Presión. 	



### 2.7.2.CONSIDERACIONES SOBRE LOS PORTADORES DE SOLUCIÓN:

Los portadores de solución se establecieron en base a literatura especializada y mediante pruebas cualitativas, a continuación hacemos la explicación de los se consideran más importantes:

#### 2.7.2.1.TRASLADAR:

##### - VEHICULO DE TRES RUEDAS O CUATRO RUEDAS:

La función principal de este objeto es trasladar los rollos de alambres a medida que estos se van desenrollando dando la estabilidad adecuada considerando que el equipo trabajara en superficies accidentadas, el vehículo de tres ruedas provee al equipo una adecuada estabilidad además de la posibilidad de darle giro libre a la rueda delantera con lo que se facilitarían las maniobras en curvas ya que se trabajara con un animal de carga, mientras que el vehículo de 4 ruedas provee mayor estabilidad al equipo, pero darle dirección a las ruedas delanteras para facilitar su maniobrabilidad se hace más complejo.

#### 2.7.2.2.SUJETAR LOS ALAMBRES:

##### - PERNO Y TUERCA O GANCHO:

Este elemento es importante ya que será el que sostenga el alambre para iniciar la tarea de tensado, ya sea mediante perno con tuerca o gancho que son elementos sencillos y de bajo costo se podrá mantener el alambre sujeto,

para luego mediante un elemento giratorio enrollar el alambre hasta lograr la tensión adecuada.

**- PRESIÓN:**

En este caso se realizaron pruebas mediante 2 cilindros que presionaban uno contra el otro y al girar en sentido opuesto hacían pasar el alambre manteniéndolo sujeto, pero esta tarea es muy complicada de realizar con alambres de púas ya que las púas no pasan a través de ambos cilindros y se atascan.

**2.7.2.3.TENSAR LOS ALAMBRES:**

Los objetos descritos en este punto serán los encargados de transmitir la fuerza necesaria para proporcionar el tensado deseado a los alambres.

**2.7.2.4.MANTENER TENSOS LOS ALAMBRES:**

**- TRINQUETE Y UÑA:**

Es un elemento dentado que permite el giro de un elemento en un solo sentido ya que mediante una uña impide un sentido de giro, la ventaja de este sistema es que si por algún motivo se desea hacer girar el elemento en ambos sentidos se retira la uña correspondiente consiguiendo así lo deseado.

**- FRENO CONTRABLOQUEANTE:**

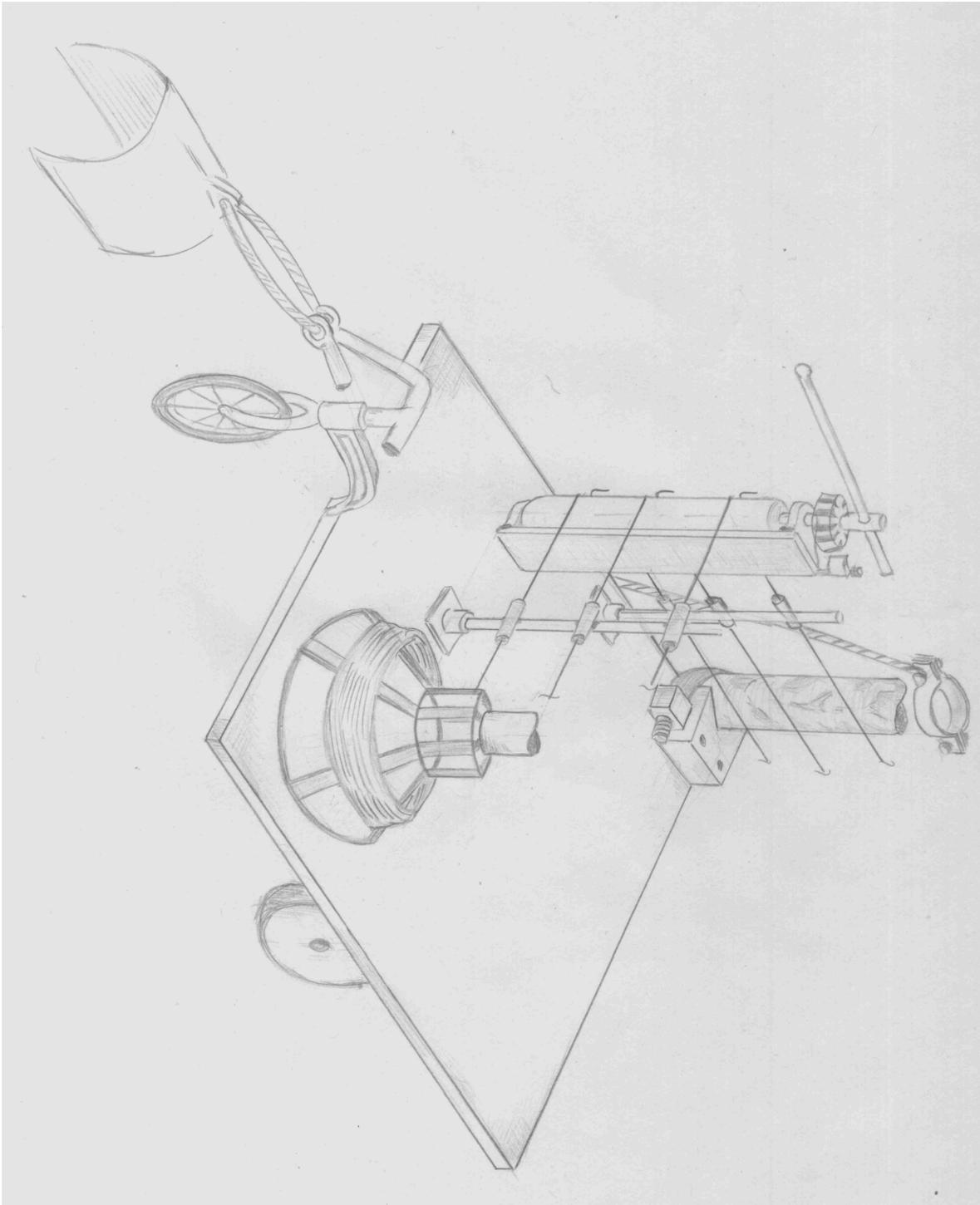
Al igual que el elemento antes descrito este sistema de freno permite el giro de un elemento en el que se ha instalado en un solo sentido, al intentar girar en sentido contrario el elemento mencionado este automáticamente se bloquea sin permitir el giro en sentido opuesto. Dicho elemento se puede apreciar en las bicicletas contra-pedal en las cuales apenas se gira en sentido contrario los pedales se activan los frenos.

**- RODAMIENTO UNIDIRECCIONAL:**

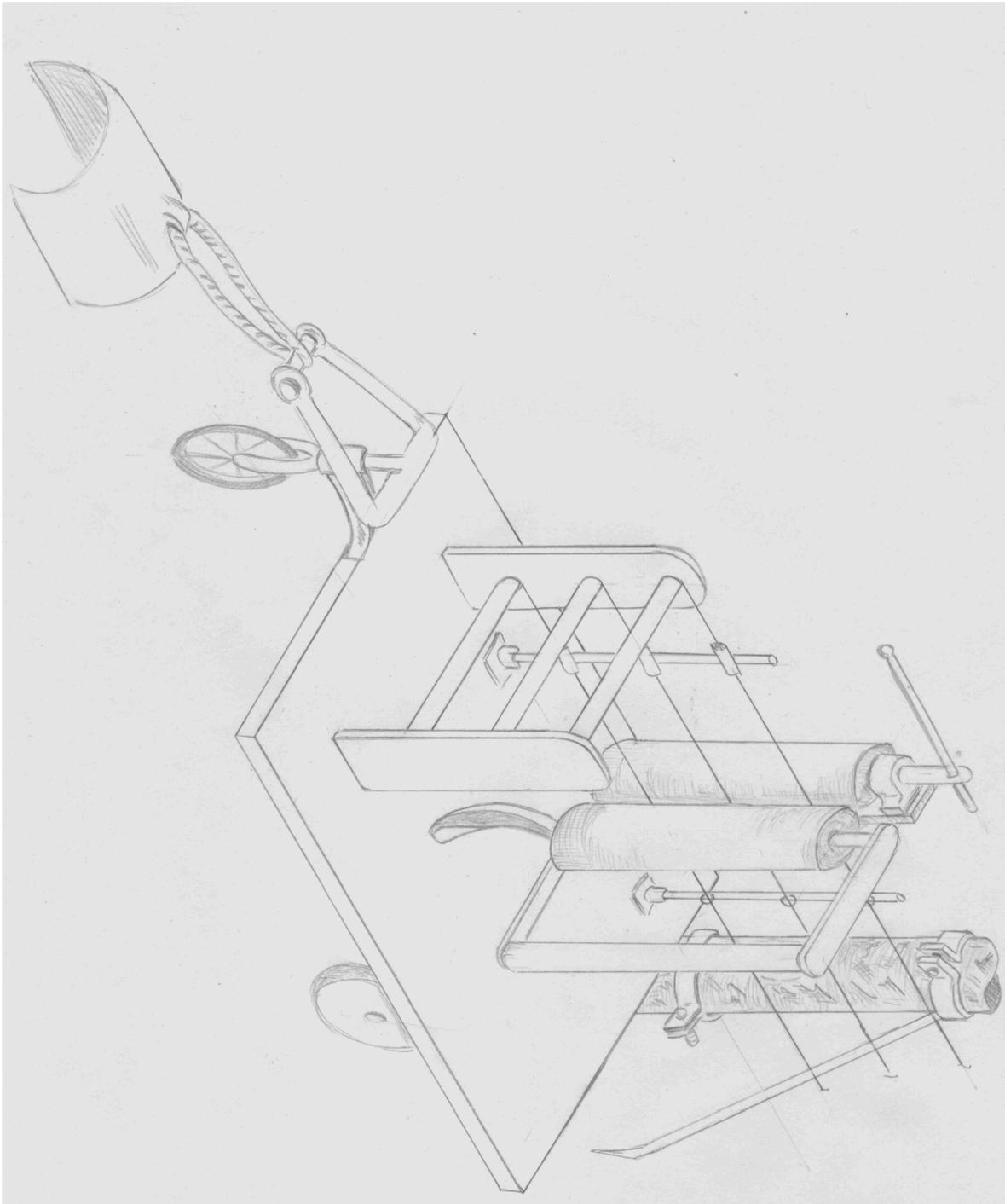
Al igual que los 2 elementos antes descritos, este permite el giro en un solo sentido del elemento en el que va instalado, la desventaja es que si por algún motivo se quisiera hacer girar dicho elemento el que va instalado en ambos sentidos, es necesario retirar este rodamiento para colocar uno normal (que permita giro en ambos sentidos.)

## 2.8. CONCEPTOS DE SOLUCIÓN:

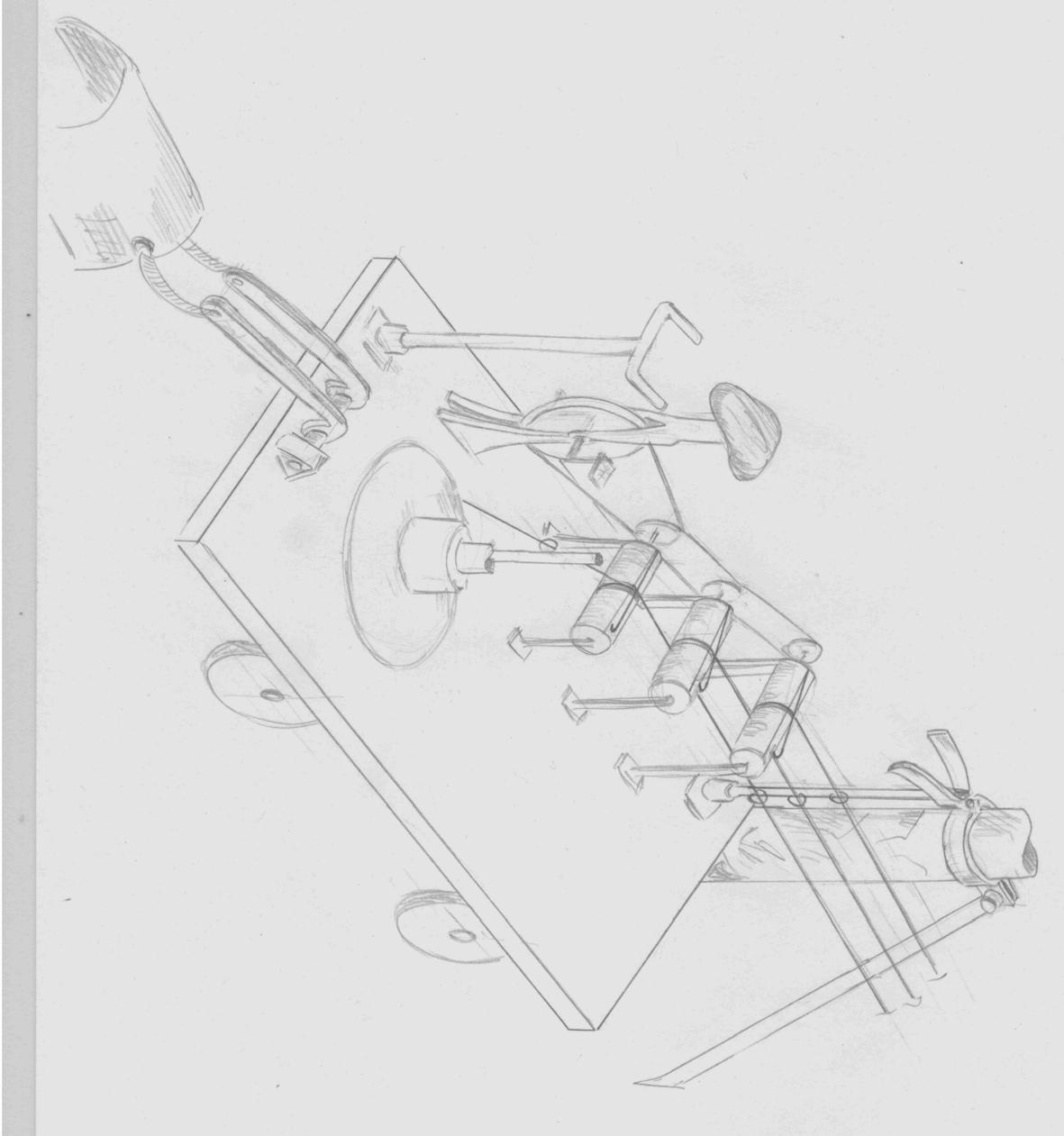
### 2.8.1. CONCEPTO DE SOLUCION 1:



### 2.8.2. CONCEPTO DE SOLUCION 2:



### 2.8.3. CONCEPTO DE SOLUCION 3:



## 2.9. EVALUACIÓN DE CONCEPTOS DE SOLUCIÓN Y PROYECTOS:

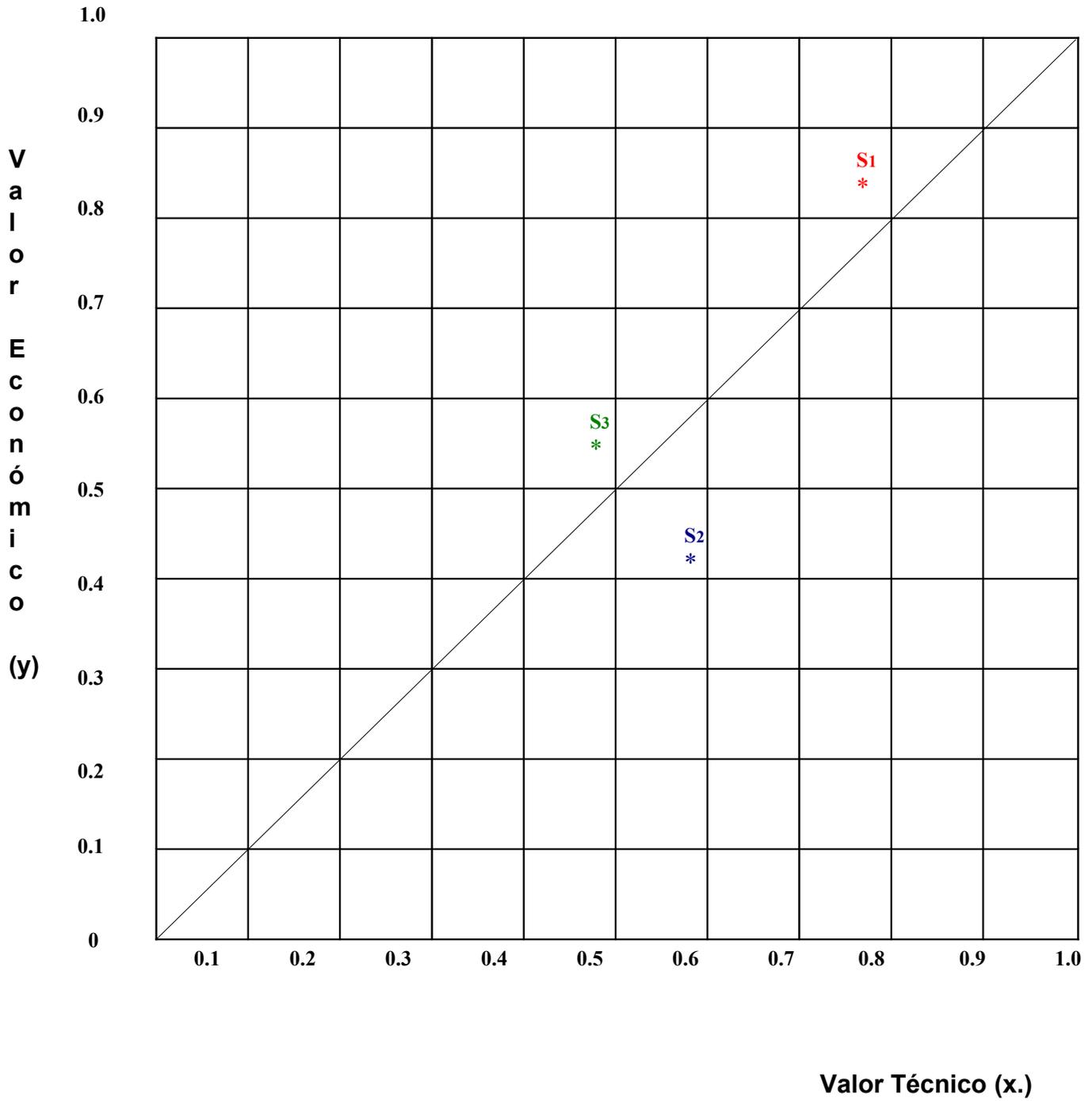
### 2.9.1. EVALUACIÓN TÉCNICA:

<b>DISEÑO MECÁNICO – EVALUACIÓN DE PROYECTOS</b>										Área de Diseño y Manufactura	
<b>Proyecto:</b> Diseño y fabricación de un equipo tensador de alambre liso y/o de púas para la instalación de alambrados tradicionales.											
Escala de valores según VDI 2225 con puntaje <b>p</b> de 0 a 4: 0 = No Satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 Muy Bien (ideal)											
Criterios técnicos de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos											
Variantes de Concepto / Proyectos			<b>S<sub>1</sub></b>			<b>S<sub>2</sub></b>		<b>S<sub>3</sub></b>		<b>S ideal</b>	
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	
1	Función	4	3	12	3	12	0	0	4	16	
2	Forma	2	3	6	2	6	1	3	4	8	
3	Diseño	3	4	12	3	12	2	6	4	12	
4	Seguridad	2	3	6	3	6	2	6	4	8	
5	Ergonomía	3	3	9	3	9	4	12	4	12	
6	Fabricación	4	3	12	2	8	2	8	4	16	
7	Montaje	3	4	12	1	3	1	3	4	12	
8	Transporte	1	3	3	3	3	3	3	4	4	
9	Uso	2	3	6	1	2	4	8	4	8	
10	Mantenimiento	1	3	3	2	2	2	2	4	4	
PUNTAJE MÁXIMO:				81		63		51		104	
Valor Técnico				0.78		0.6		0.49		1	
Orden				1		2		3			
Si Soluciones / g Peso Ponderado / p Puntaje / xi Valor técnico / yi Valor económico											

**2.9.2.EVALUACIÓN ECONÓMICA:**

<b>DISEÑO MECÁNICO – EVALUACIÓN DE PROYECTOS</b>										Área de Diseño y Manufactura		
<b>Proyecto:</b> Diseño y fabricación de un equipo tensador de alambre liso y/o de púas para la instalación de alambrados tradicionales.												
Escala de valores según VDI 2225 con puntaje <b>p</b> de 0 a 4: 0 = No Satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 Muy Bien (ideal)												
Criterios económicos de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos												
Variantes de Concepto / Proyectos					<b>S<sub>1</sub></b>		<b>S<sub>2</sub></b>		<b>S<sub>3</sub></b>		<b>S ideal</b>	
<b>Nº</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>g</b>	<b>p</b>	<b>gp</b>	<b>p</b>	<b>gp</b>	<b>p</b>	<b>gp</b>	<b>p</b>	<b>gp</b>	<b>p</b>	<b>gp</b>
1	Diseño	2	3	6	2	4	2	4	2	4	4	8
2	Fabricación	4	3	12	1	4	2	8	2	8	4	16
3	Transporte	2	2	4	2	4	2	4	2	4	4	8
4	Mantenimiento	3	4	12	2	6	3	9	3	9	4	12
5	Costos	4	4	16	2	8	2	8	2	8	4	16
6	Plazos	1	3	3	1	1	2	2	2	2	4	4
<b>PUNTAJE MÁXIMO:</b>						53		27		35		64
Valor Económico.						0.83		0.42		0.55		1
Orden						1		3		2		
Si Soluciones / g Peso Ponderado / p Puntaje / xi Valor técnico / yi Valor económico												

2.9.3. DIAGRAMA DE EVALUACIÓN SEGÚN VDI 2225.



## 2.10.DETERMINACIÓN DEL DISEÑO PRELIMINAR:

Según la evaluación hecha previamente el concepto de solución que se acerca más al concepto de solución ideal es el #1 el cual esta compuesto principalmente por un desenrollador de alambres, dos separadores, un sistema de tensado, y una carreta para transportar el equipo.

En esta sección se evaluara cada una de las partes y mediante el uso de criterios y cálculos se procederá a dar las dimensiones finales para cada componente del equipo tensor de alambre liso y/o de púas.

### 2.10.1.SISTEMA TENSADOR:

Es el encargado de transmitir la fuerza necesaria a los alambres para lograr un adecuado tensado del alambrado tradicional, además debe mantener tensos dichos alambres mientras se realiza su fijación en cada poste que conforma el mencionado alambrado.

#### 2.10.1.1.PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA SECCIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ:

- **Ensayo de tracción de un alambre liso calibre BWG 12 ( $\phi = 2.808$  mm.)**

Datos Obtenidos:

Fuerza máxima de rotura: 2,7 kN.

Fuerza limite de fluencia: 2,0 kN.

- **Ensayo de tracción de un alambre de púas (Compuesto por 2 alambres ASTM A475 – 95) ( $\phi = 1.6$  mm. c/u)**

Datos Obtenidos:

Fuerza máxima de rotura: 3,4 kN.

Fuerza limite de fluencia: 2,8 kN.

#### 2.10.1.2. CONSIDERACIONES:

- Un alambrado es una barrera física pero actúa en base a su flexibilidad, cede ante el embiste de un animal pero vuelve a su posición original, por ello no conviene tensar demasiado los alambres que lo componen.
- De la consideración previa y para que el alambrado tradicional se encuentre a una tensión adecuada, aplicaremos a cada uno de los alambres que lo componen una fuerza máxima del 30% de la fuerza límite de fluencia.

- Se tomara como fuerza limite de fluencia referencial el valor obtenido al ensayo de tracción de un alambre de púas debido a que es la fuerza más critica (2,8 kN > 2,0 kN.)
- La longitud del eje transmisor será de aproximadamente 1350 mm; que encima de la carreta transportadora (Altura aproximada entre el piso y la carreta transportadora = 150 mm) alcanzara una longitud de 1500 mm la cual es la altura máxima del alambre superior que conforma un alambrado tradicional.
- Por razones ergonómicas se considera que la palanca con la cual se aplicara la fuerza necesaria para realizar el tensado de los alambres tendrá una longitud de 600 mm.
- Se definirán las medidas finales de la carreta transportadora geoméricamente de tal manera que los elementos transportados no excedan su superficie.

## 2.10.2.CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A MAYOR ESFUERZO:

### 2.10.2.1.ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO DEL EJE TRANSMISOR

- **Fuerza de tension necesaria:**

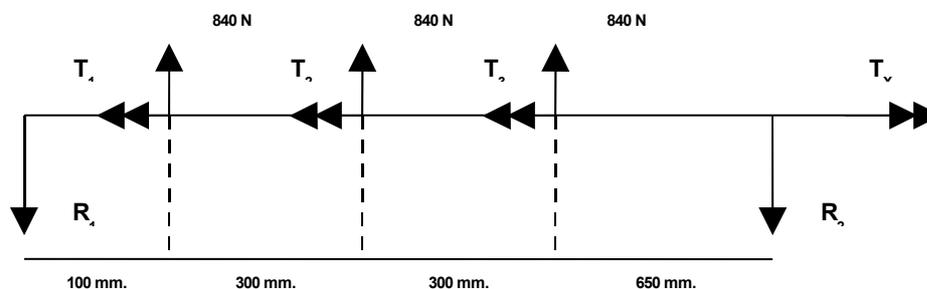
Fuerza necesaria para tensar adecuadamente 1 alambre:

$$30\% (2,8 \text{ kN.}) = 0,84 \text{ kN.}$$

Fuerza necesaria para tensar adecuadamente 3 alambres:

$$3 \times 0,84 \text{ kN.} = 2,52 \text{ kN.}$$

- **Diagrama de cuerpo libre:**



- **Equilibrio de Momentos Torsores: ( $\Sigma T = 0$ )**

$$T_x = T_1 + T_2 + T_3$$

$$T_x = 840x\frac{d}{2} + 840x\frac{d}{2} + 840x\frac{d}{2}$$

$$T_x = 1260d \quad (\text{N x mm.})$$

- **Equilibrio de Fuerzas Cortantes: ( $\Sigma F = 0$ )**

$$R_1 + R_2 = 840 + 840 + 840$$

$$R_1 + R_2 = 2520 \quad (\text{N.}) \quad \dots(1.)$$

- **Equilibrio de Momentos Flectores: ( $\Sigma M = 0$ )**

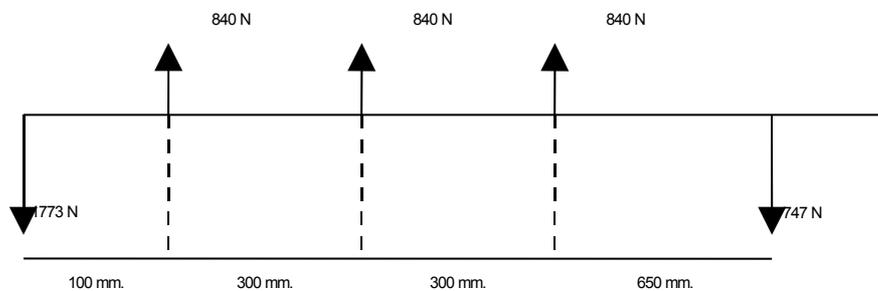
Punto de referencia = 2 ( $\Sigma M_2 = 0$ )

$$1350xR_1 = 840x1250 + 840x950 + 840x650 \quad (\text{N x mm.}) \quad \dots(2.)$$

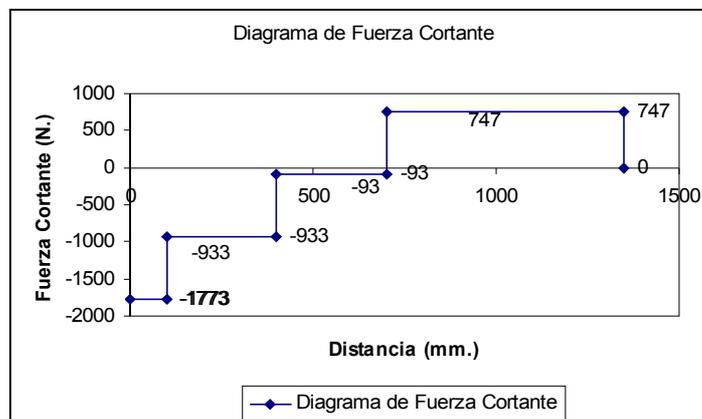
Resolviendo:  $R_1 = 1747 \quad (\text{N.})$

Reemplazando en la ecuación 1:  $R_2 = 747 \quad (\text{N.})$

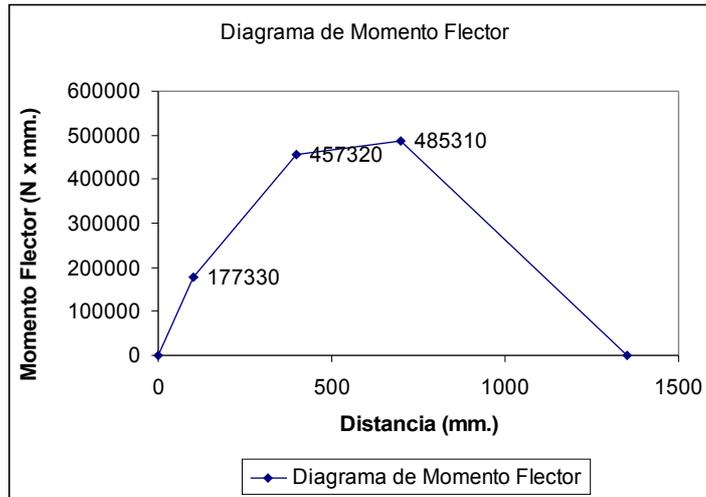
- **Diagrama de cuerpo libre con fuerzas definidas:**



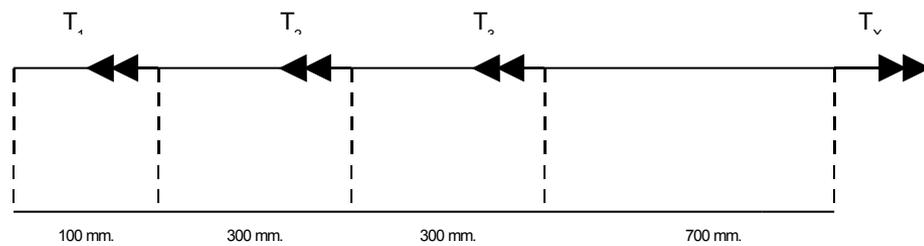
- **Diagrama de Fuerza Cortante:**



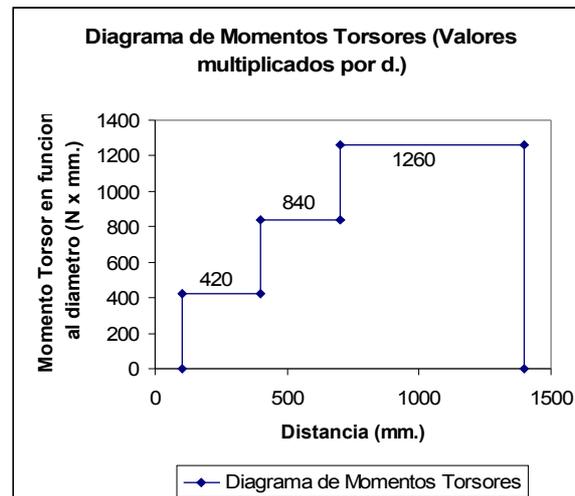
- **Diagrama de Momento Flector:**



- **Diagrama de Cuerpo Libre de Momentos Torsores:**



- **Diagrama de Momento Torsor:**



- **Análisis de la sección más crítica: (Sometida a mayor esfuerzo)**

Distancia = 700 mm.

Momento Flector (M.) = 485310 (N x mm.)

Momento Torsor (Tx.) = 1260 x d (N x mm.) ... (3.)

Fuerza Cortante (V.) = 747 (N.)

- **Esfuerzo equivalente de esfuerzos producidos por Flexión y Torsión:**

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_f = \frac{32.M}{\pi .d^3}$$

$$\tau = \sqrt{\tau_T^2 + \tau_V^2}$$

$$\tau_T = \frac{16.T_x}{\pi d^3}$$

$$\tau_V = F/A$$

- Desarrollando:

$$\sigma_f = \frac{32x485310}{\pi d^3}$$

$$\tau_T = \frac{16x1260d}{\pi d^3}$$

$$\tau_V = \frac{747}{\pi d^2}$$

- Entonces:

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{16x1260}{\pi d^2}\right)^2 + \left(\frac{4x747}{\pi d^2}\right)^2}$$

- Finalmente tenemos:

$$\sigma_f = \frac{4943315,5}{d^3}$$

$$\tau = \frac{6487,15}{d^2}$$

- Por consiguiente:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{4943315,5}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{6487,15}{d^2}\right)^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

- Material del Eje: St 50

$$\sigma_B = 500 - 600 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{falt} = 250 \text{ N/mm}^2$$

$$FS_p = 4 - 6$$

- Como sabemos:

$$\sigma_{eq} \leq \frac{\sigma_{falt}}{FS_p} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{eq} \leq \frac{250}{4} \quad \text{ó} \quad \sigma_{eq} \leq \frac{250}{6}$$

- Desarrollando:

$$\sigma_{eq} \leq \frac{250}{4} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{eq} \leq 62,5$$

$$\Rightarrow \sqrt{\left(\frac{4943315,5}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{6487,15}{d^2}\right)^2} \leq 62,5$$

$$\Rightarrow d \geq 42,95$$

$$\sigma_{eq} \leq \frac{250}{6} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{eq} \leq 41,66$$

$$\Rightarrow \sqrt{\left(\frac{4943315,5}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{6487,15}{d^2}\right)^2} \leq 41,66$$

$$\Rightarrow d \geq 49,17$$

- Tomamos como diámetro más delgado del eje: 50 mm.

- Consideraremos un diámetro nominal del eje de 65 mm. Ya que se harán rebajes de diámetro para los apoyos.

### 2.10.2.2. ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PALANCA (ELEMENTO CON EL QUE SE APLICA LA FUERZA.)

De la ecuación 3 tenemos:

$$T_x = 1260.d \quad \Rightarrow \quad T_x = 1260 \times 65$$

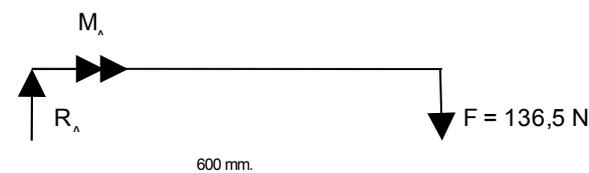
$$T_x = 81900 \text{ (N x mm.)}$$

Además:

$$T_x = Fx l \quad \Rightarrow \quad 81900 = F \times 600$$

$$F = 136,5 \text{ (N.)} \quad \Rightarrow \quad F = 13,91 \text{ (kgf.)}$$

- **Análisis de fuerzas cortantes y momento flector al momento de aplicar la fuerza de trabajo:**
- **Diagrama de cuerpo libre:**



- **Equilibrio de Fuerzas Cortantes: ( $\Sigma F = 0$ )**

$$R_A = 136,5 \text{ (N.)}$$

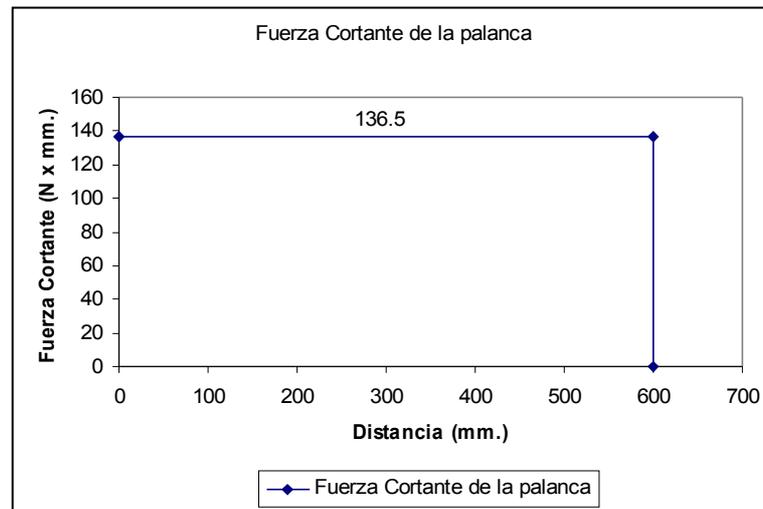
- **Equilibrio de Momentos Flectores: ( $\Sigma M = 0$ )**

Punto de referencia = A ( $\Sigma M_A = 0$ )

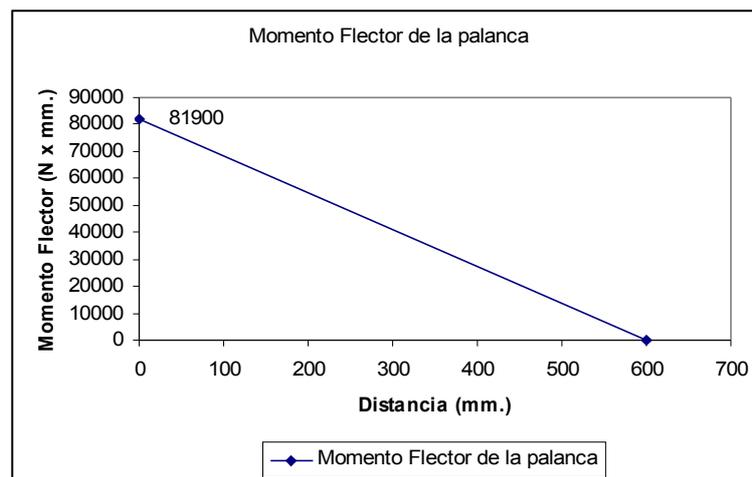
$$M_A = 136,5 \times 600$$

$$M_A = 81900 \text{ (N x mm.)}$$

- **Diagrama de Fuerzas Cortantes:**



- **Diagrama de Momento Flector:**



- **Análisis de la sección más crítica: (Sometida a mayor esfuerzo)**

Distancia = 0 mm.

Momento Flector (M.) = 81900 (N x mm.)

Momento Torsor (T<sub>A</sub>.) = 0 (N x mm.)

Fuerza Cortante (V.) = 136,5 (N.)

- **Esfuerzo equivalente de esfuerzos producidos por Flexión y Torsión:**

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_f = \frac{32.M_A}{\pi .d^3}$$

$$\tau = \sqrt{\tau_T^2 + \tau_V^2}$$

$$\tau_T = \frac{16.T_A}{\pi d^3}$$

$$\tau_V = \frac{F}{A}$$

- Desarrollando:

$$\sigma_f = \frac{32 \times 81900}{\pi d^3}$$

$$\tau_T = 0$$

$$\tau = \tau_V$$

$$\tau_V = \frac{136,5}{\pi d^2 / 4}$$

$$\sigma_f = \frac{2620800}{d^3}$$

$$\tau = \frac{173,8}{d^2}$$

$$\Rightarrow \sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{2620800}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{173,8}{d^2}\right)^2}$$

- Material de la palanca: St 42

$$\sigma_f = 380 \text{ N/mm}^2$$

$$FS = 1,5 - 2$$

$$\sigma_{eq} \leq \frac{\sigma_f}{FS} \Rightarrow \sigma_{eq} \leq \frac{380}{2}$$

$$\Rightarrow \sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{2620800}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{173,8}{d^2}\right)^2} \leq 190$$

$$\sigma_{eq} \leq \frac{380}{1,5}$$

$$\Rightarrow \sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{2620800}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{173,8}{d^2}\right)^2} \leq 253,33$$

- Desarrollando:

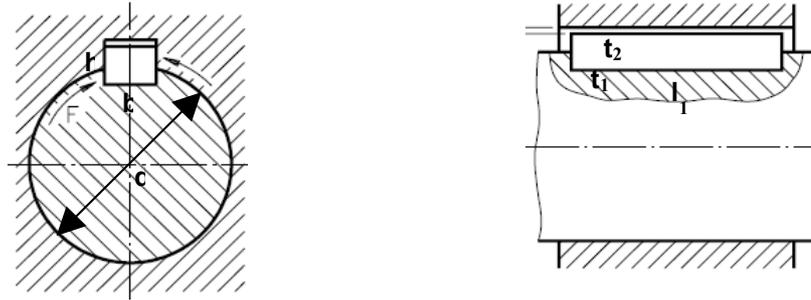
$$d \geq 16,37 \quad \text{y} \quad d \geq 14,87$$

$\Rightarrow$  Tomamos  $d = 16 \text{ mm}$ .

### 2.10.2.3. UNION ENTRE EJE DE TRANSMISION Y TRINQUETE (ELEMENTO ANTIRRETORNO) POR CHAVETA PARALELA PLANA:

- Características de la chaveta:

d	b	h	t1	t2
44 – 50	14	9	5,5	2,9



• **Cálculo de la longitud mínima de la chaveta:**

- Material de la chaveta St 50:  $P_{ad} = 90 \text{ N/mm}^2$ .

$$l = \frac{2.T_x}{d.t.P_{ad}} \quad l_1 = l + b$$

$$t = h - t_1 \quad \Rightarrow \quad t = 9 - 5,5 \quad \Rightarrow \quad t = 3,5$$

$$l = \frac{2 \times 81900}{50 \times 3,5 \times 90} \quad \Rightarrow \quad l = 10,4$$

$$l_1 = 10,4 + 14 \quad \Rightarrow \quad l_1 = 24,4 \quad \Rightarrow \quad l_{\min} = 25 \text{ mm.}$$

**2.10.2.4. DIMENSIONAMIENTO DEL TRINQUETE Y UÑA**

• **Dimensionamiento del trinquete**

- Material del Trinquete y uña: St 50  $\Rightarrow P_{adm} = 90 \text{ N/mm}^2$

• **Agujero del Trinquete:**

$$L_{CUBO} = 1 \times d \quad \Rightarrow \quad L_{CUBO} = 1 \times 50 \quad \Rightarrow \quad L_{CUBO} = 50 \text{ (mm.)}$$

• **Diámetro externo del cubo:**

$$D_n = 1,8d - 2,4d \quad \Rightarrow \quad D_n = 2,4 \times 50$$

$$\Rightarrow D_n = 120 \text{ mm.} \quad \dots (4)$$

• **Dimensiones del contacto entre el trinquete y Uña:**

- Consideración:

El ancho de área de contacto entre el trinquete y uña será de 10 mm.

$$T_x = F.D_n$$

$$T_x = 81900 \text{ N x mm.} \quad \Rightarrow \quad F.D_n = 81900$$

- De la ecuación 4:

$$F \times 120 = 81900 \quad \Rightarrow \quad F = 682,5 \text{ N.}$$

- Sabemos:

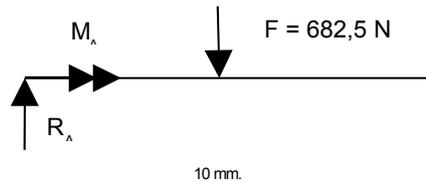
$$P \leq P_{adm} \quad \text{y} \quad P = \frac{F}{A_{\text{contacto}}}$$

$$F/A_{\text{contacto}} \leq 90 \text{ N/mm}^2 \quad \Rightarrow \quad 682,5/A_{\text{contacto}} \leq 90$$

- Resolviendo:

$$A_{\text{contacto}} \geq 7,69 \text{ mm}^2$$

- Dimensionamiento del soporte de la uña:
- Diagrama de cuerpo libre:



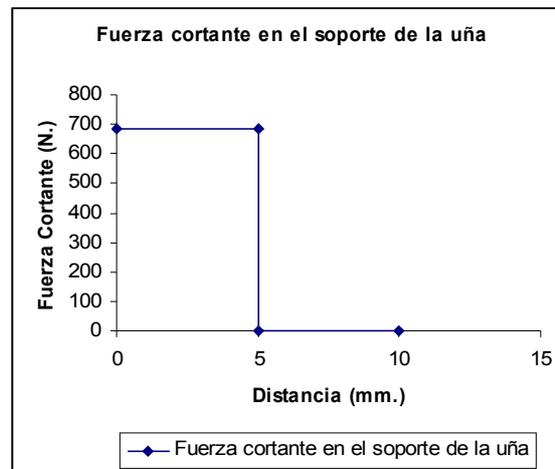
- Equilibrio de fuerzas cortantes ( $\Sigma F=0$ ):

$$R_A = 682,5 \text{ (N.)}$$

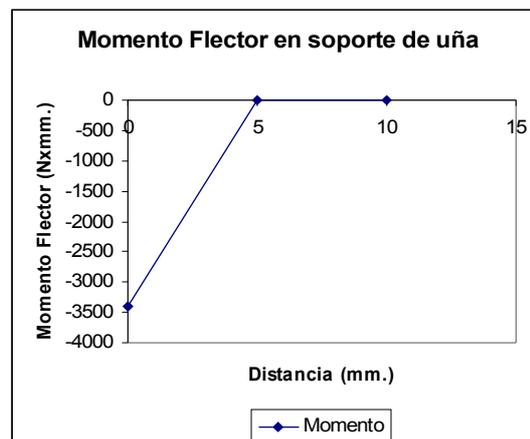
- Equilibrio de momentos flectores ( $\Sigma M=0$ ):

$$M_A = 682,5 \times 5 \quad \Rightarrow \quad M_A = 3412,5 \text{ Nxmm.}$$

- Diagrama de fuerzas cortantes:



- Diagrama de momento flector:



- **Análisis de la sección más crítica:**

$$\sigma_f \leq \frac{\sigma_{adm}}{FS} \qquad \sigma_{adm} = \frac{32xM_A}{\pi d^3}$$

Tenemos:

$$M_A = 3412,5 \text{ (Nxmm.)}$$

Material: St 42.

$$\sigma_{adm} = 240 \text{ N/mm}^2$$

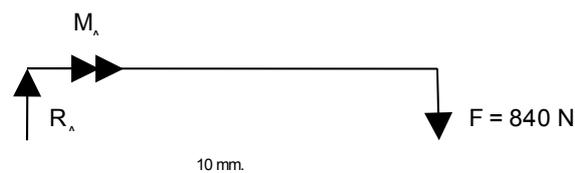
Además consideraremos: FS = 2

Reemplazando y resolviendo:

$$\sigma_f = \frac{32 \times 3412,5}{\pi d^3} \leq \frac{240}{2} \Rightarrow d \geq 6,61 \text{ mm.}$$

### 2.10.2.5.DIMENSIONAMIENTO DE LOS GANCHOS:

- **Diagrama de cuerpo libre:**



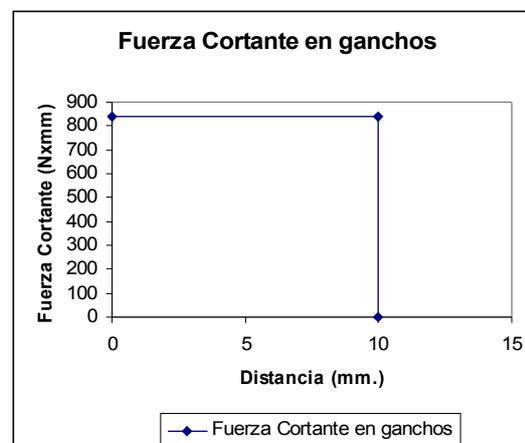
- **Equilibrio de fuerzas cortantes ( $\Sigma F=0$ ):**

$$R_A = 840 \text{ (N.)}$$

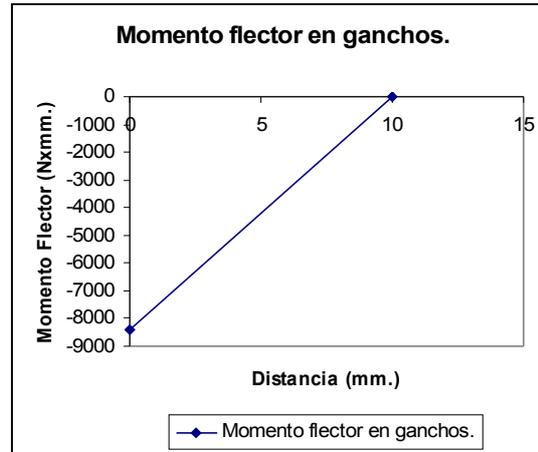
- **Equilibrio de momentos flectores ( $\Sigma M=0$ ):**

$$M_A = 840 \times 10 \Rightarrow M_A = 8400 \text{ Nxmm}$$

- **Diagrama de fuerzas cortantes:**



• Diagrama de momento flector:



• Análisis de la sección más crítica:

$$\sigma_f \leq \frac{\sigma_{pul}}{FS} \qquad \sigma_f = \frac{32M_A}{\pi d^3}$$

- Tenemos:

$M_A = 8400$  (Nxmm.)

- Material: Clase 8.8

$\sigma_{pul} = 320$  N/mm<sup>2</sup>

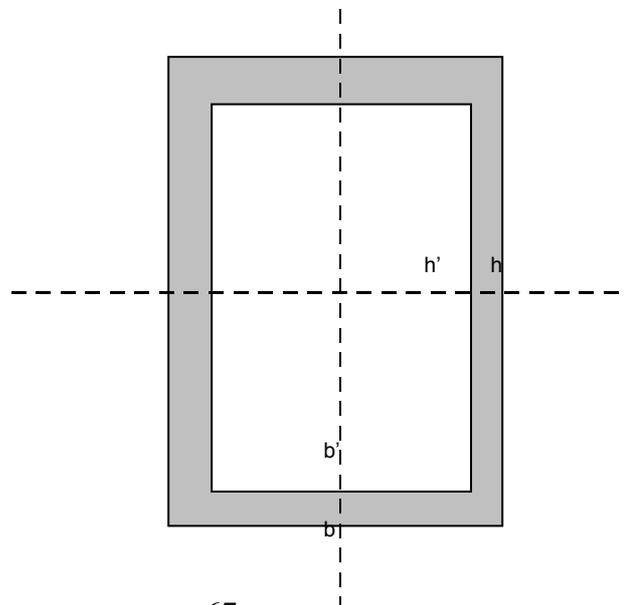
Además consideraremos:  $FS = 2$

Reemplazando y resolviendo:

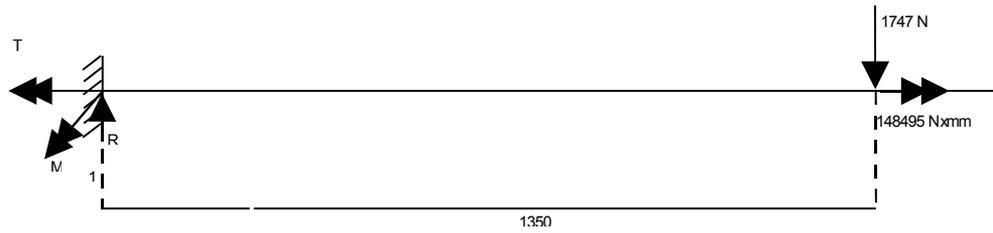
$$\sigma_f = \frac{32 \times 8400}{\pi d^3} \leq \frac{320}{2} \Rightarrow d \geq 8,11 \text{ mm.}$$

Entonces se utilizarán tornillos hexagonales como ganchos los cuales tendrán un diámetro mínimo M8.

**2.10.2.6. ANALISIS DE ESFUERZOS EN EL SOPORTE DEL EJE:**



- Diagrama de cuerpo libre:



- Equilibrio de Momentos Torsores: ( $\Sigma T = 0$ )

$$T = 148495 \text{ (N x mm.)}$$

- Equilibrio de Fuerzas Cortantes: ( $\Sigma F = 0$ )

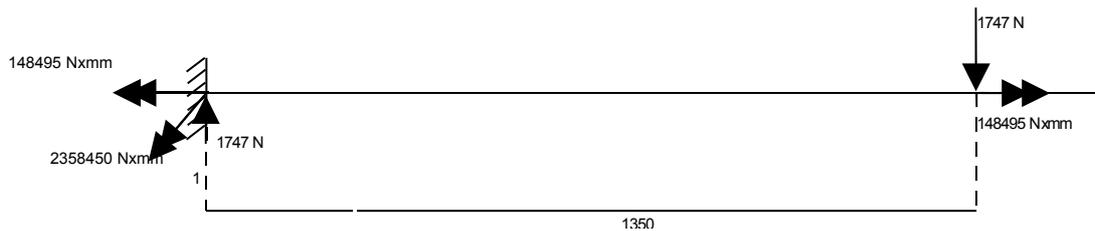
$$R = 1747 \text{ (N.)}$$

- Equilibrio de Momentos Flectores: ( $\Sigma M = 0$ )

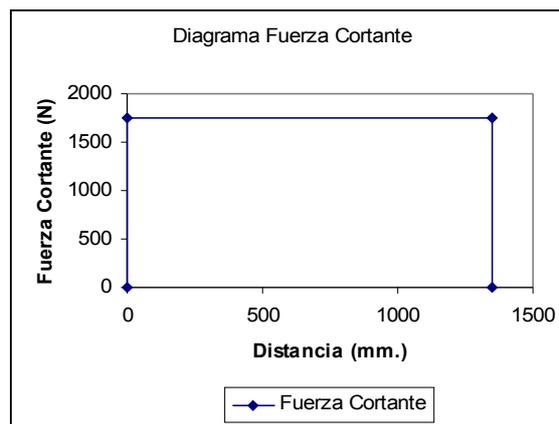
Punto de referencia = 1 ( $\Sigma M_1 = 0$ )

$$M = 1747 \times 1350 = 2358450 \text{ (N x mm.)}$$

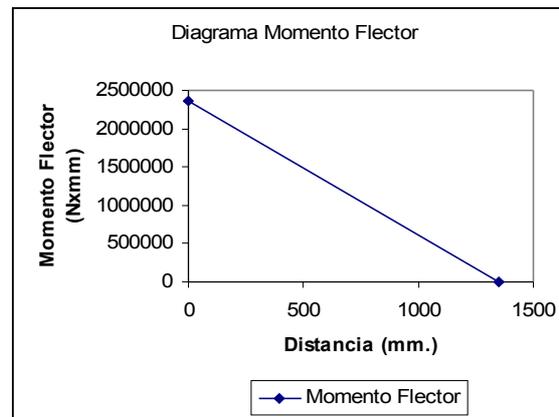
- Diagrama de cuerpo libre con fuerzas definidas:



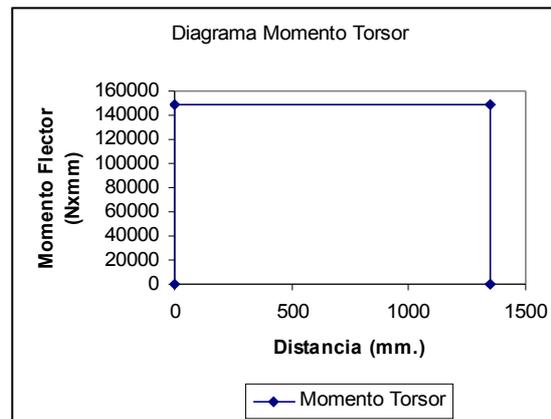
- Diagrama de Fuerza Cortante:



- **Diagrama de Momento Flector:**



- **Diagrama de Momento Torsor:**



- **Análisis de la sección más crítica: (Sometida a mayor esfuerzo)**

Distancia = 0 mm.

Momento Flector (M.) = 2358450 (N x mm.)

Momento Torsor (Tx.) = 148495 (N x mm.)

Fuerza Cortante (V.) = 1747 (N.)

- **Esfuerzo equivalente de esfuerzos producidos por Flexión y Torsión:**

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_f = \frac{M \times h/2}{I}$$

**Asumimos:**  $\tau = \tau_T$

$$\tau_T = \frac{T}{2A_{LM} \times t}$$

- Desarrollando:

$$\sigma_f = \frac{2,35 \times 10^6 \times 75}{13,85 \times 10^6} \quad \sigma_f = 12,725 \text{ (N x mm.)}$$

$$\tau_T = \frac{148495}{2 \times 45 \times 145 \times 5} \quad \tau_T = 2,27 \text{ (N x mm)}$$

- Finalmente tenemos:

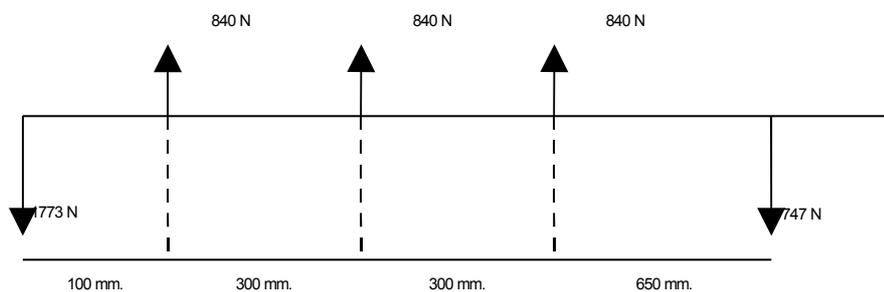
$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_f^2 + \tau_T^2} \text{ (N/mm2.)}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{12,725^2 + 2,27^2}$$

$$\sigma_{eq} = 12,925 \text{ (N/mm2.)}$$

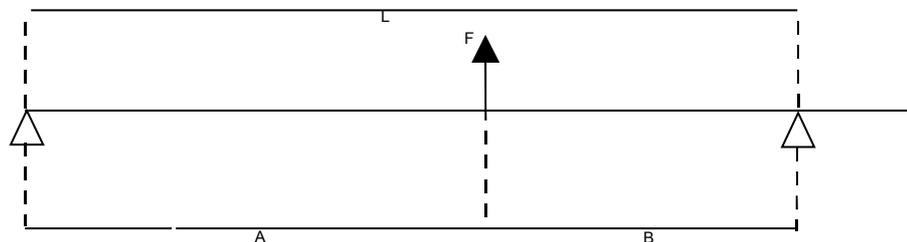
### 2.10.2.7. CÁLCULO A LA RIGIDEZ DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES:

- Desplazamientos pequeños en el eje transmisor en el momento del tensado



- Diagrama de cuerpo libre con las fuerzas definidas:

- Sabemos:



- Deflexión máxima (para  $a > b$ ):

$$Def_{max} = \frac{Fb(L^2 - b^2)^{3/2}}{9\sqrt{3}EIL}$$

- Modulo de Elasticidad de Young.

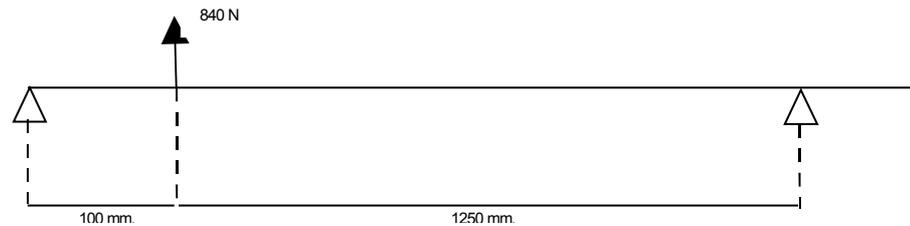
$$E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

- Momento de Inercia de la sección a analizar:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{\pi (63,5)^4}{64} \quad \Rightarrow \quad I = 12,769 \times 10^6$$

- Deflexiones máximas debido a cada una de las fuerzas de reacción en los alambres:

- **Caso I:**

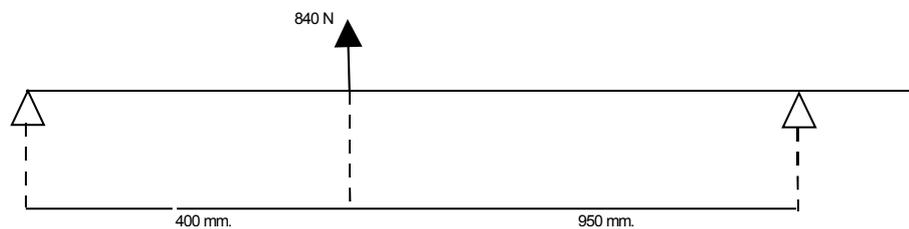


- Tenemos:

$$Def_{\max} = \frac{840 \times 100 (1350^2 - 100^2)^{3/2}}{9\sqrt{3} \times (2,1 \times 10^5) \times (12,769 \times 10^6) \times 1350}$$

$$Def_{\max} = 3,63 \mu m$$

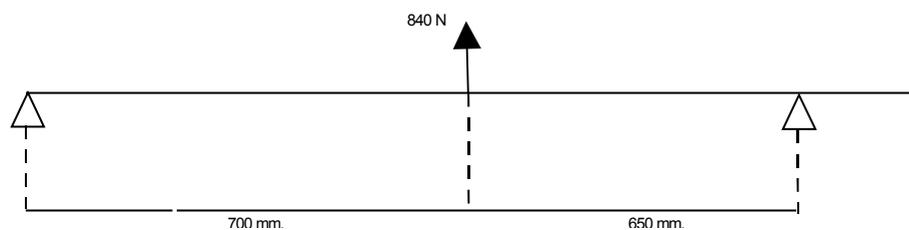
- **Caso II:**



$$Def_{\max} = \frac{840 \times 400 (1350^2 - 400^2)^{3/2}}{9\sqrt{3} \times (2,1 \times 10^5) \times (12,769 \times 10^6) \times 1350}$$

$$Def_{\max} = 12,76 \mu m$$

- **Caso III:**



$$Def_{\max} = \frac{840 \times 650 (1350^2 - 650^2)^{3/2}}{9\sqrt{3} \times (2,1 \times 10^5) \times (12,769 \times 10^6) \times 1350}$$

$$Def_{\max} = 16 \mu m$$

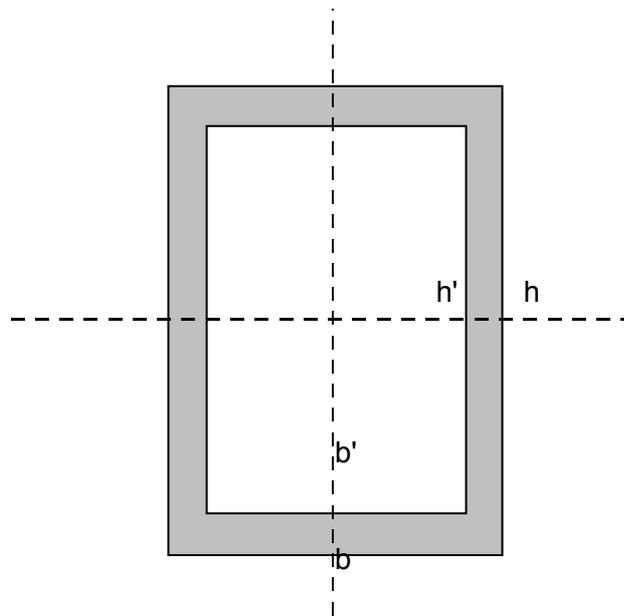
- Deflexiones máxima en el soporte del eje debido a las reacciones en los apoyos del eje:



- Sabemos:

$$Def_{\max} = \frac{FL^3}{3EI}$$

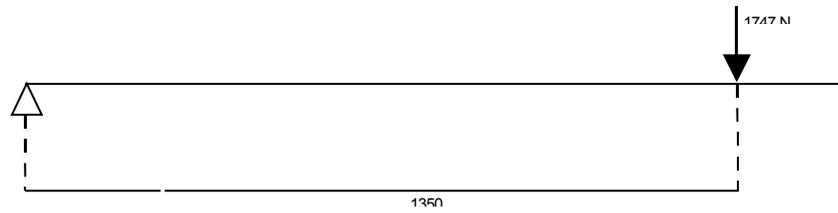
- El soporte donde va montado el eje es un poste cuya sección es un perfil rectangular que tiene 50 mm de base, 150 mm de altura y 5 mm de espesor.



$$I = \frac{bh^3}{12} - \frac{b'h'^3}{12} \Rightarrow I = \frac{50 \times (150)^3}{12} - \frac{40 \times (140)^3}{12}$$

$$\Rightarrow I = 13,85 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

- Analizando la situación más crítica, cuando se tensan los alambres superiores.



$$Def_{\max} = \frac{1747 \times (1350)^3}{3 \times (2,1 \times 10^5) \times (13,85 \times 10^6)} \Rightarrow Def_{\max} = 0,49 \text{ mm}$$

### 3. PLANOS Y CONSIDERACIONES PARA LA FABRICACIÓN:

En este capítulo se mostrarán los planos del equipo y se describirán las consideraciones más importantes a tener en cuenta en la fabricación de los componentes cuya fabricación presenta mayor dificultad, el proceso de fabricación completo se describirá en el siguiente capítulo.

#### 3.1. PLANOS:

Se han definido tres estructuras o sistemas principales:

- Base y estructura de transporte.
- Sistema tensor.
- Desenrollador.

Los planos son los siguientes:

##### 1. Ensamble:

- Equipo tensor de alambre liso y/o de púas para la instalación de alambrados tradicionales.

##### 2. Despiece:

- Soporte Principal.
- Eje de transmisión.
- Soporte y caja de rodamiento.
- Amarre
- Apoyo y caja de bocina.
- Cilindro giratorio.
- Desenrollador.
- Palanca.
- Regulador.
- Tapa de caja de rodamiento.
- Trinquete.
- Bocina.
- Chaveta 14x9x25.
- Mango.
- Separador.
- Uña.

### 3.2. CONSIDERACIONES PARA LA FABRICACIÓN:

#### 3.2.1. SOPORTE PRINCIPAL:

Primero se debe hacer el marco con los perfiles L, luego el triángulo que ira como apoyo en el poste de madera se fabrica por separado mediante dobles y soldadura para soldarse al marco de perfiles L.

Las manijas mediante las cuales se empuja el equipo deben ser soldadas al marco de perfiles L, luego de que dicho marco ya se encuentre con las maderas correspondientes colocadas y los pernos de las manijas que van montados en dicho tablón de maderas debe estar correctamente ajustado, luego se procede con la soldadura.

#### 3.2.2. BASE DEL TENSADOR Y CAJA DE RODAMIENTO:

Primero se fabrica la base y caja en la que se colocara el rodamiento, luego esta base se emperna al tablón de maderas y soporte principal del equipo, para posteriormente realizar la unión del poste cuadrado a la mencionada base y caja de rodamiento mediante soldadura.

### 3.3. EQUIVALENCIA DE MATERIALES ENTRE LAS NORMAS DIN Y ANSI/SAE:

La siguiente tabla busca facilitar la adquisición de los materiales que se usaran para la fabricación del equipo.

DIN	ANSI/SAE
St 37	A570 Gr. 36
St 42	
Ck 45	SAE 1045

#### 4. FABRICACIÓN:

Los elementos principales se fabricaron en un taller de mediana infraestructura en la provincia de Arequipa, el taller contaba con los equipos básicos para la fabricación tales como: Torno, fresadora, taladro vertical, soldadora de arco, doblador artesanal, además de implementos básicos como mesas, caballetes, instrumentos de medición y trazado, etc.

Por otro lado elementos como rodamientos, llantas, anillos de retención seeger, pernos y tuercas, fueron adquiridos en centros comerciales de Arequipa en donde los precios son bajos, inclusive algunos de estos elementos fueron adquiridos de segundo uso para minimizar los costos de fabricación.

Cabe resaltar que la experiencia en fabricación de los operarios del taller donde se fabricó el equipo permitió optimizar el proceso de fabricación, logrando menor desperdicio de material y aplicando las técnicas adecuadas para aquellas piezas en las que la fabricación fue más complicada.

##### 4.1. SOPORTE PRINCIPAL:

Se procedió a cortar los perfiles "L" a las medidas indicadas en el plano D-1.1, luego las esquinas se cortaron en un ángulo de 45° y unieron mediante soldadura constituyendo el marco de metal para la base. A este marco se le soldaron los dos perfiles transversales donde se soportaría el sistema tensor.



MARCO BASE DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

Por otro lado se fabricó la pequeña base triangular donde encaja el poste de madera para el funcionamiento del equipo, esta se realizó mediante doblado de dos platinas, una se doblo en "U", y la otra en "L", luego se soldaron los extremos de la "U" con los extremos de la "L". Al marco principal se le unieron el apoyo triangular y los ejes, previamente torneados, en donde se colocarían las ruedas mediante soldadura.

El paso siguiente fue colocar las maderas que sirven de plataforma del equipo y hacer los agujeros para empernar las maderas al marco metálico para que queden completamente fijas.

Finalmente se fabricaron las manijas para empujar el equipo, una vez listas se emperno el componente de dichas manijas que va en la plataforma de madera y se procedieron a soldar al marco de metal los otros dos extremos de las mencionadas manijas.

#### 4.2. EJE TENSADOR:

Se compro un eje de 2 ½" (63 mm.), para no desperdiciar material el eje fue alineado en un torno, luego se hicieron los rebajes correspondientes según plano D-2.1 y los respectivos agujeros en el taladro vertical.



FABRICACIÓN DEL EJE PRINCIPAL.

Finalmente se le paso macho a los agujeros en donde se colocarían pernos para realizar el tensado.



AGUJERO ROSCADO PARA PERNOS TENSADORES.

#### 4.3. BASE DEL TENSADOR Y CAJA DE RODAMIENTO:

Se soldaron dos planchas una sobre otra, según plano D-2.3.



**SOLDADO DE PLANCHAS PARA BASE DEL TENSADOR.**

Luego se procedió a realizar el agujero, donde se coloca el rodamiento en un torno y proseguimos con la elaboración de los agujeros pasantes para pernos.



**REALIZACIÓN DE AGUJERO PARA RODAMIENTO.**

Esta base y caja de rodamiento se emperno a la plataforma de madera y al soporte principal, una vez empernada se realizó la unión del perfil rectangular que sostiene el eje mediante soldadura. Finalmente se colocó el soporte donde va montada la uña y resorte, luego de ensamblar el eje y el trinquete en el equipo, para que la coincidencia entre trinquete y uña sea lo más precisa posible.

#### 4.4. APOYO Y CAJA DE BOCINA:

Para fabricar este componente se unieron dos planchas rectangulares mediante soldadura, a una de ellas previamente se le hizo un agujero, al cual se le introdujo un perfil redondo de acero y se procedió a soldar alrededor del tubo según plano D-2.3, esto para incrementar el área de contacto de la bocina.



**APOYO Y CAJA DE BOCINA.**

#### 4.5. TRINQUETE:

Esta pieza se fabricó en un torno, donde se le dieron las medidas finales según plano D-2.4, luego en la fresadora se le hizo el canal chavetero y cada uno de los respectivos dientes con los que cuenta.



TRINQUETE.

#### 4.6. UÑA:

Para fabricar esta pieza se cortó una plancha tomando la figura del plano D-2.5, luego en la fresadora se le dieron las dimensiones finales, y con el taladro se procedió a hacerle el agujero respectivo.

#### 4.7. PALANCA Y MANGOS:

Esta pieza se fabricará en el torno. A una barra metálica se le dio la forma según el plano D-2.6, luego mediante roscado se procederá a colocarle ambos mangos, torneados previamente.



PALANCA.

#### 4.8. BASE DEL DESEENROLLADOR:

Para ese elemento se utilizó una placa de acero cuadrada a la cual se le hicieron los agujeros para los tornillos pasantes según plano D-3.1, luego se procedió a empernar dicha placa a la plataforma de madera para finalmente soldarle el perfil redondo sobre el que giran los cilindros correspondientes, los cuales producen el desenrollado de los rollos de alambre.



BASE DEL DESEENROLLADOR CON CLINDROS GIRATORIOS.

#### 4.9. CILINDRO GIRATORIO:

Este elemento se fabricó de la siguiente manera: Primero se le dieron las medidas finales a las placas circulares según plano D-3.4 y se le hicieron los agujeros correspondientes, luego a cada una de las placas circulares se le soldó un perfil redondo. Finalmente se procedieron a unir mediante soldadura a los dos extremos de cada una de las 4 platinas los elementos antes fabricados.



CILINDROS GIRATORIOS.

## 5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:

Las pruebas de funcionamiento iniciales se hicieron en el distrito de Sachaca, provincia y departamento de Arequipa, esta es una zona donde se práctica la ganadería y agricultura. Las pruebas finales, con las modificaciones concluidas que se observaron de las primeras pruebas, se realizaron en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú, donde se plantaron los postes para posteriormente realizar el tensado tal y como se haría en los lugares donde se utilizará el equipo.



GANADO OVINO EN SACHACA AREQUIPA.



GANADO VACUNO EN SACHACA AREQUIPA.

### 5.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INICIALES:

#### 5.1.1. TRANSPORTE DEL EQUIPO DE LOS TALLERES DE FABRICACIÓN A LOS LUGARES DE OPERACIÓN:

Las dimensiones máximas que ocupa el equipo son de 1.1 metros por 0.9 metros de base, con una altura máxima de 1.60 metros, por lo que para su transporte hacia el lugar de donde operaría no fue necesario desarmarlo, y se llevo correctamente fijo en la tolva de una camioneta doble cabina donde entro sin problemas.

### 5.1.2. TRANSPORTE DEL EQUIPO Y COLOCACIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRE PREVIAS A LA OPERACIÓN:

En el diseño original se consideró que el equipo sería transportado por un animal de carga (un burro), por lo que la primera prueba que se realizó fue atar al burro adecuadamente para que jale el equipo, luego se procedió a guiarlo alrededor del área donde se iba a realizar la instalación del alambrado, sin realizar aun las labores de desenrollado y tensado de los alambres. En esta prueba el burro por el ruido que producía el equipo, así como por no estar adecuado a esta labor se asusto y empezó a trotar jalando el equipo hasta que salto una zanja donde el equipo se atoro y se volteo, dañándose el timón de giro que proporcionaba mayor facilidad para dar curvas y que servía para que el burro jale el equipo.



ANIMAL CARGA UTILIZADO EN LAS PRIMERAS PRUEBAS.

De igual forma se continuaron con las pruebas primero enrollando el alambre, de un alambrado tradicional viejo, en los cilindros giratorios del equipo, así mismo dividiendo el rollo de alambre nuevo en los otros dos cilindros giratorios.



SEPARACIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRE Y ENROLLAMIENTO DE ALAMBRE VIEJO.

### 5.1.3. DESEÑOLLADO Y TENSADO DE LOS ALAMBRES PARA LA INSTALACIÓN DEL ALAMBRADO TRADICIONAL:

Al no tener animal de carga para realizar las labores de transporte y desenrollado de los alambres tuvimos que hacerla nosotros mismos, percatándonos de que empujar el equipo facilitaba dichas labores.



EMPUJAR EL EQUIPO FACILITABA LA LABOR DE TRANSPORTE.

Se llevó el equipo al primer poste de madera, que constituye el alambrado, en donde se fijaron los alambres guardando la distancia apropiada entre uno y otro, luego se procedió a trasladar el equipo hasta el siguiente poste donde se realizaron las labores de tensado y fijado de los alambres, al realizar el tensado se pudo observar que el equipo se levantaba.

El equipo genera sin problemas la fuerza adecuada para dejar los alambres completamente tensos así mismo desenrolla sin problemas los rollos de alambre a medida que se avanza, y mantiene tensos los alambres para realizar el fijado de los mismos.



FIJACIÓN DE ALAMBRES AL POSTE DE MADERA



ALAMBRADO INSTALADO EN LA LOCALIDAD DE SACHACA AREQUIPA.

## 5.2. MODIFICACIONES REALIZADAS AL EQUIPO LUEGO SE LA PRIMERA PRUEBA:

Debido a que el equipo en su primera prueba cumplió con todas las funciones principales para el que fue diseñado, solo se le realizaron dos modificaciones:

### 5.2.1. IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTO PARA EMPUJAR EL EQUIPO:

Debido a que para la operación del equipo, ya no sería necesaria la utilización de un animal de carga y que en las pruebas de funcionamiento se comprobó que existe facilidad en trasladar el equipo empujándolo, se implementó y adicionó al soporte principal del equipo un elemento que consta de dos agarraderas, las cuales van unidas a la estructura principal mediante soldadura, y como refuerzo tienen un aditamento el cual se emperna a la plataforma de madera.

Este elemento brinda facilidad para trasladar el equipo empujándolo.



AGARRADERAS PARA EMPUJAR EL EQUIPO.

### 5.2.2.CAMBIO DE TRES RUEDAS (UNA CON UN GRADO DE LIBERTAD) A CUATRO RUEDAS.

Debido a que para trasladar el equipo este no iba a ser jalado, sino empujado, se retiró la rueda delantera con grado de libertad para giro del equipo, y se reubicaron las otras dos ruedas, luego se adicionaron dos ruedas para proporcionar al equipo la estabilidad adecuada.



EQUIPO TENSADOR DE ALAMBRES CON CUATRO RUEDAS.

### 5.3. PRUEBAS FINALES DE FUNCIONAMIENTO:

Las pruebas finales luego de las modificaciones realizadas en el equipo se realizaron en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú, donde se plantaron postes de madera y se siguió el procedimiento de instalación de un alambrado tradicional tal y como se mostrará en las siguientes imágenes:

#### 5.3.1. TEMPLADO DEL PRIMER POSTE:

El primer poste como se verá más adelante en las recomendaciones debe ir con un fraguado de cemento para mantenerse rígido, para las pruebas se utilizó un templador (una cuerda con un aditamento para clavarse en el piso) el cual evitará que el poste se flexione durante la operación de tensado en la instalación del alambrado.



TEMPLADO DEL PRIMER POSTE PARA EVITAR SU FLEXIÓN.

### 5.3.2.COLOCACION Y SEPARACIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRE EN EL EQUIPO:



SEPARACIÓN DE UN ROLLO DE ALAMBRE EN DOS.



COLOCACIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRE EN EL EQUIPO.

**5.3.3.FIJACIÓN DE LOS ALAMBRES AL PRIMER POSTE:**



**FIJACIÓN DE LOS ALAMBRES AL PRIMER POSTE.**

**5.3.4.TRANSPORTE DEL EQUIPO DURANTE SU OPERACIÓN Y DESENLROLLADO DE ALAMBRES:**



**DESENLROLLADO DE LOS ALAMBRES DURANTE EL TRANSPORTE DEL EQUIPO.**

### 5.3.5. TENSADO Y FIJACIÓN DE LOS ALAMBRES EN LOS POSTES DE MADERA DEL ALAMBRADO:



FIJACIÓN DEL EQUIPO A LOS GANCHOS DEL TENSADOR.



TENSADO DE LOS ALAMBRES.



FIJACIÓN DE LOS ALAMBRES A LOS POSTES.



ALAMBRADO INSTALADO EN LA PUCP.



ALAMBRADO INSTALADO EN EL CAMPUS DE LA PUCP.

## 6. COSTOS:

El desarrollo de este trabajo a tomado aproximadamente 4 meses de tiempo efectivo, es decir de dedicación a tiempo completo del alumno investigador y realizador de la tesis, además involucró la asesoría de un asesor universitario, y un asesor técnico que intervino sobre todo para optimizar el proceso de fabricación del equipo.

Los costos básicamente se pueden dividir en dos grupos principales, costos de investigación, y costos de materiales y fabricación. Cada uno de ellos se detallará a continuación:

### 6.1. COSTOS DE INVESTIGACIÓN:

	Costo de tiempo empleado.	Total de tiempo empleado.	Costo Total.
<b>Asesor principal.</b>	S/. 80.00/hr.	60 hrs.	S/. 4,800.00
<b>Asesor técnico.</b>	S/. 32.00/hr.	35 hrs.	S/. 1,120.00
<b>Alumno investigador.</b>	S/. 1,000.00/mes	6 meses.	S/. 6,000.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/. 11,920.00</b>

DETALLE DE COSTOS DE INVESTIGACIÓN.

Por lo tanto tenemos que la investigación tuvo un costo de S/.11,920.00 (Once mil novecientos veinte con 00/100 Nuevos Soles.)

### 6.2. COSTOS DE MATERIALES Y FABRICACIÓN:

Para la fabricación del equipo se utilizó principalmente material nuevo que fue adquirido en el mercado local, pero para algunos elementos y material específico fue adquirido de segundo uso esto para minimizar los costos de fabricación del equipo, así mismo en el taller en el que se realizó la fabricación se pactó un precio por la fabricación y ensamblaje del equipo completo el cual incluye gastos de electrodos para soldar. Los costos se detallan a continuación:

COMPONENTE DEL EQUIPO	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Eje principal.	Eje de $\varnothing=1\frac{1}{2}$ "	1.40m	S/. 124.50
Soporte principal.	Perfil del $1\frac{1}{2}$ "x $1\frac{1}{2}$ "x $\frac{1}{4}$ "	6 m.	S/. 30.00
	Estructura de rueda delantera y rueda	1	S/. 25.00
Base y caja de rodamiento	Plancha de acero de $\frac{3}{4}$ " x 9" x 9"	1	S/. 13.00
	Plancha de acero de $\frac{1}{2}$ " x 5" x 4"	1	S/. 8.50
	Perfil rectangular de 6" x 2" x 52"	1	S/. 20.00
Soporte y caja de bocina	Plancha de acero de $\frac{1}{2}$ " x 5" x 4"	2	S/.15.00
Trinquete	Plancha redonda de $\varnothing=5$ " y esp. = $\frac{3}{4}$ "	1	S/. 18.00
Palanca	Barra de acero de $\varnothing=\frac{3}{4}$ "	0.60 m	S/.16.00
Desenrollador	Plancha cuadrada de $\frac{1}{2}$ " x $2\frac{1}{2}$ " x $2\frac{1}{2}$ "	1	S/. 5.00

COMPONENTE DEL EQUIPO	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Desenrollador	Perfil redondo de $\varnothing=1"$	2 m.	S/. 12.00
Cilindros Giratorios	Platina de acero de $1" \times \frac{1}{4}"$ esp.	6 m.	S/. 16.00
	Plancha redonda de $\varnothing=6", \frac{1}{4}"$ esp.	6	S/. 18.00
	Perfil Redondo de $\varnothing=1\frac{1}{4}"$	2 m.	S/. 6.00
Otros accesorios	Llantas 4,10/3,5-4	2	S/. 30.00
	Rodamiento 6010	1	S/. 8.00
	Tablones de madera	5	S/. 80.00
	Pernos M16 Clase 8.8 con tuerca y arandela	8	S/. 28.00
	Pernos M12 Clase 8.8	9	S/. 18.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/. 491.00</b>

#### COSTO DE MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL EQUIPO.

El costo de fabricación y ensamblaje del equipo en el taller de mediana infraestructura en la ciudad de Arequipa fue de S/. 500.00 (Quinientos nuevos soles con 00/100.), por lo tanto el costo total de fabricación y materiales es de S/. 991.00 (Novecientos noventa y uno nuevos soles).

#### 6.3. COSTOS DE MODIFICACIONES:

Se incurrieron en los siguientes costos al realizar las modificaciones al equipo:

COMPONENTE DEL EQUIPO	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Agarraderas para empujar el equipo.	Perfil redondo de $\varnothing=1"$	6 m.	S/. 18.00
Llantas	Llantas 4,10/3,5-4	2	S/. 30.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/. 48.00</b>

#### COSTOS DE MODIFICACIONES.

Adicionalmente, se pago por mano de obra de las modificaciones un total de S/. 75.00 (Setenta y con 00/100 nuevos soles.)

Por lo tanto el costo total de las modificaciones fue de S/.123.00 (Ciento veintitrés con 00/100 nuevos soles.)

#### 6.4. COSTOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:

Adicionalmente se incurrieron en los siguientes principales costos para la realización de las pruebas de funcionamiento respectivas:

CONCEPTO	COSTO.
1 Rollo de alambre de púas de 200 m. y 2 rollos de 50 m.	S/. 90.00
5 Postes de eucalipto	S/. 30.00
5 Kg. De alambre liso 12 BWG	S/.30.00
Plantado de postes	S/. 20.00
Movilización del equipo para todas las pruebas	S/. 100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 270.00</b>

#### COSTOS PRINCIPALES EN PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

## 6.5. COSTOS TOTALES:

CONCEPTO	COSTO.
Costo total de investigacion	S/. 11,920.00
Costo total de materiales y fabricacion	S/. 991.00
Costo total de modificaciones	S/. 123.00
Costo total de pruebas de funcionamiento	S/. 270.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 13,304.00</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### Acerca del sector pecuario del país:

1. Dada la importancia de la actividad pecuaria en el Perú, la población involucrada en dicha actividad y las condiciones en las que se desarrolla actualmente, urge la necesidad de contar con un plan de desarrollo técnico, económico y social, a corto, mediano y largo plazo, con la participación de todos los agentes involucrados y considerando nuestra realidad geográfica. Proyectos como el actual de diseño y fabricación de equipos y maquinaria empleando tecnologías apropiadas son los cimientos del desarrollo técnico a corto plazo, e introducen a las poblaciones de la serranía peruana al uso de tecnología, para que a largo plazo tengan menor dificultad en el uso de tecnologías más modernas y automáticas.
2. El sector pecuario aún no muestra un desarrollo consistente como rubro productivo, que incentive la inversión privada, sin embargo es importante resaltar que en el ámbito nacional existen condiciones optimas y con potencial para la producción ganadera, por lo tanto es deber del estado y de las casas de estudios superiores, sean estas nacionales o particulares, promover el desarrollo de tecnología que facilite la potenciación de la actividad pecuaria del país aprovechando las condiciones optimas que existen.
3. Según las estadísticas existentes, más del 80% de la ganadería nacional esta localizada en la sierra y particularmente en el trapecio andino, así mismo esta es una de las zonas más deprimidas del país. La potenciación de la ganadería a través del uso de tecnologías apropiadas llevará desarrollo y posibilidad de trabajo a la población, generando desarrollo económico y mejor nivel de vida.
4. Del total de tierras no agrícolas que posee el país, el 55 % (más de 16 millones de Has) están constituidas por pastos naturales, además los pequeños productores con menos de 5 Ha poseen el 58% de vacunos, 52% de ovinos, el 53% de camélidos y el 66% de equinos. Una adecuada administración de las áreas de pastoreo y una buena distribución del ganado en dichas áreas posibilitará un mejor aprovechamiento de los recursos que posee el país, el equipo tensor de

- alambre es una herramienta muy útil que facilita la división de campos y la adecuada distribución del ganado, así para cada necesidad que conlleve a la potenciación de la actividad pecuaria, se debe desarrollar una herramienta tecnológica que haga más fácil las labores y que introduzca al uso de la tecnología a las poblaciones alto-andinas.
5. La importancia del sector pecuario se refleja en su participación al Valor de la Producción Agropecuaria, aportando el 42 %, siendo las actividades avícola, cárnica y lechera las de mayor incidencia con 19.9%, 7.9% y 3.9% respectivamente, según data del 2003, como vemos la actividad cárnica y lechera tienen aun un pequeño porcentaje de participación, sin embargo existe un gran potencial para su desarrollo, por lo tanto surge como necesidad imperiosa proveer los medios para el desarrollo de dicha actividad, principalmente el aporte tecnológico y las de vías de comunicación son los que mayor incidencia tendrán, generando una mayor producción y productividad, por lo tanto mayor nivel de adquisición y vida de los pobladores de las regiones que desarrollan esta actividad.
  6. Existen zonas y cuencas ganaderas en las que aplicando un adecuado manejo técnico y de pastos se obtienen rendimientos superiores al promedio nacional, como es el caso de Lima donde se obtienen 234 kg /carcasa de vacuno versus el promedio 141 kg/carcasa de vacuno así como de leche en Arequipa y Tacna donde se logra 3000 Kg/vaca/año versus el promedio nacional que no llega a 2000 Kg/vaca/año. Por lo tanto es necesario extender la adecuada administración de los pastos a todos los lugares donde se desarrolla la actividad pecuaria, para hacerlo es necesario que se enseñe a las comunidades como se deben administrar los campos y cual es la mejor manera de alimentar y nutrir a los animales, esta enseñanza debe ir acompañada de tecnología apropiada, la cual sea fácil de entender y usar por los productores, que le brinde las facilidades para realizar una adecuada labor. El proyecto actual constituye así parte de las herramientas e instrumentos de los cuales deben ser provistos los productores pecuarios nacionales.
  7. Según los indicadores de evaluación, nuestro país no solo es deficitario en consumo de proteína animal, sino que presentamos altos índices de desnutrición, encontrándonos actualmente con un consumo de leche de 46 Kg/persona/año, mientras que la FAO recomienda un mínimo de 120 Kg/persona/año. Por otro lado en lo que respecta a consumo de carnes rojas tenemos un equivalente a 6.9 Kg per cápita, índice inferior en 25% al consumo promedio mundial. La potenciación de la actividad pecuaria del país no solo llevara consigo un mayor nivel de

- adquisición en los productores pecuarios, sino que promoverá que haya mayor oferta de productos cárnicos y derivados de lácteos lo cual trae como consecuencia lógica la disminución en los precios de los mismos, luego un mayor número de personas podrán acceder a dichos productos disminuyendo así los elevados índices de desnutrición en los que nos encontramos.
8. Actualmente, se estima que el 96.8% de las hectáreas con pastos no reciben manejo alguno y solo el 3.2% (aproximadamente 550 mil Ha) son manejadas con alguna tecnología de conservación, es decir recibe fertilización, utilizan rotación o están cercadas. La escasa disponibilidad de pastos cultivados y la baja capacidad receptiva de los pastos naturales se considera como uno de los factores críticos fundamentales que limitan el desarrollo ganadero en el país, ya que, la mayor o menor existencia de una ganadería depende básicamente, de la mayor o menor disponibilidad de los recursos forrajeros o pastizales. Por lo tanto el estado y la sociedad en su conjunto son responsables de brindar el conocimiento y la tecnología adecuada para un buen manejo de los pastos, como parte de la sociedad, este proyecto alcanza a cubrir la necesidad de facilitar la ardua labor que constituye la instalación de alambrados para la división de las áreas de pastoreo, así mismo facilita y da versatilidad al cambio de ubicación de dichos alambrados sin dañar o contaminar el medio en el que será utilizado.
  9. La mayor población de mamíferos dentro de la actividad pecuaria está conformada por los ovinos que en el quinquenio 95-99 llegaron a alcanzar una población de 13 251 miles de animales, mostrando una tendencia creciente. Luego siguen los vacunos con un promedio para el período 95-99 de 4 656 miles de animales, manteniendo una tendencia creciente. En el caso de los camélidos, destacan las alpacas que mantiene sus niveles poblacionales en 2 768 miles de animales y los porcinos con 2 547 miles de cabezas. Esta población a su vez se manifestará en volúmenes de producción orientados a satisfacer las necesidades de alimentación, vivienda y vestimenta. Un adecuado manejo de las áreas de pastoreo mediante una buena utilización de fertilizantes, división y subdivisión de los pastos (para las dos últimas se cuenta ya con una herramienta de gran utilidad) hará posible que el incremento de la población de animales ganaderos acelere su nivel de crecimiento, también proporcionará mayor cantidad y calidad de los productos (lana, carne, leche, cuero, etc.) y finalmente será posible satisfacer cada vez mayores necesidades de alimentación, vivienda y vestimenta.
  10. Actualmente la mayor parte de la actividad pecuaria en el país es desarrollada en forma extensiva, trayendo como consecuencia baja producción y productividad. Con la utilización de tecnologías apropiadas para cada necesidad de mejora que

potencie la actividad pecuaria, es posible pasar a un manejo semi-intensivo el cual incrementará notablemente la producción y productividad de la actividad, trayendo consigo mayor producción nacional, mayores puestos de trabajo, posibilidad de acceder a tecnología más moderna, disminución en los niveles de desnutrición, y un crecimiento sostenido para disminuir los niveles de pobreza del país.

11. El impulsar el sector pecuario, contribuirá al tan ansiado desarrollo nacional, por la importancia económica y social del sector, para lo cual se debe priorizar los ámbitos y las especies con potencial que presentan ventajas competitivas dentro de los mercados locales y externos, promoviendo el uso y desarrollo de tecnologías apropiadas, acorde con la realidad de la serranía que es el principal lugar donde existe potencial para su desarrollo, fijando objetivos como poder autoabastecernos de leche y carne, los cuales constituyen componentes fundamentales para la nutrición y desarrollo de los niños y futuras generaciones, trayendo mejora en las defensas y salud de las personas, creando mayores aptitudes para el desarrollo intelectual, y fomentando la dignidad con mejores y mayores posibilidades de trabajo.

#### **Acerca de los Alambrados Tradicionales y su instalación:**

1. Un alambrado es útil para aumentar y retener los beneficios del campo, es una herramienta de manejo y un envase el cual contiene el capital del productor siendo uno de los elementos más importantes de todo buen sistema de producción, por lo tanto el uso de alambrados en nuestra actividad pecuaria permitirá administrar de manera adecuada el uso de los pastos así mismo protegerá las áreas que se determinen como inaccesibles, enriquecerá la calidad de los pastos, los cuales proporcionarán mayores nutrientes a los animales con lo que se obtendrá una mayor cantidad productiva de mejor calidad.
2. El plantado de postes se debe hacer de la siguiente manera: El primer poste de cada 5 postes que constituyan el alambrado debe llevar en la base una fragua de Cemento para evitar que al tensar el alambre este se flexione. Para plantar un poste de madera de 2 m; Se debe hacer un agujero de 50 cm; luego se debe fijar adecuadamente y con una barreta llenar de tierra hasta que el poste quede lo más rígido posible, el uso de templadores solo debe realizarse en aquellos postes que no lleven fragua de cemento en su base.



POSTE SIN FRAGUA DE CEMENTO, CON TEMPLADOR.

3. Como se observa en la figura el uso de templador no evita que el poste se flexione por lo que es necesario el uso de fragua de cemento cada 5 postes del alambrado.
4. En las pruebas de funcionamiento se pudo comprobar la facilidad y versatilidad del equipo tensor de alambres de púas para la instalación de los alambrados correspondientes.

#### Acerca del Equipo:

1. El prototipo del equipo se considera que está dentro del área de tecnología apropiada para la sierra peruana, ya que cumple principalmente con los siguientes criterios:
2. Da respuesta a un problema de la población que lo utilizará.
3. Aprovecha la fuerza del hombre, produciendo el servicio de instalación de alambrados para una adecuada administración de las áreas de pastoreo.
4. Esta en concordancia con la cultura y los intereses de las comunidades que la utilizarán, además impulsará el desarrollo de la actividad pecuaria que desarrollan dichas comunidades.
5. No afecta al medio ambiente ya que usa como recurso principal la energía del hombre, adicionalmente con un adecuado mantenimiento el nivel de ruido es mínimo.
6. El empleo del equipo promueve la participación activa de la comunidad en la que se utiliza, facilitando sus labores e incentivando la mejora continua.
7. Los equipos y herramientas que existían hasta el momento solo brindaban la facilidad para realizar el tensado de un alambre, mientras que el proyecto actual involucra toda la labor de instalación de alambrados, facilitando el transporte de los rollos de alambres, desenrollando y tensando adecuadamente los alambres, reduciendo notablemente los tiempos de instalación.
8. El equipó cumple todas las funciones principales para las que fue diseñado, teniendo la capacidad comprobada de tensar hasta tres alambres, de púas, lisos o la combinación de estos, a la vez, así mismo es capaz de desenrollar cinco rollos de alambres a medida que se transporta a lo largo del perímetro al que se le va instalar el cerco, pudiendo luego tensarlos uno por uno y así alambrar todo el

- perímetro designado con un solo recorrido, además en sus aditamentos portarrollos (cilindros giratorios) es posible enrollar el alambre viejo de un alambrado para reutilizarlo.
9. El equipo cuenta con las dimensiones adecuadas para ser trasladado en la tolva de una camioneta doble cabina, así mismo este es capaz de transitar por trochas irregulares para realizar el tensado de los alambres.
  10. El equipo tiene la capacidad de desarrollar la fuerza necesaria para tensar tres alambres de púas al mismo tiempo, así mismo su estructura posee la rigidez para soportar las cargas y esfuerzos a la que es sometido tanto durante su transporte como en operación, además su peso hace posible que este pueda ser transportado por un hombre, sin necesidad de emplear un animal de carga para dicha labor.
  11. La energía con la que funciona el equipo es puramente mecánica, y la proporciona un hombre adulto.
  12. El equipo ha sido fabricado con materiales estandarizados de fácil adquisición en el mercado local, ya que son fabricados en el Perú (Aceros Arequipa.), así mismo el equipo durante su operación no genera ningún daño en los alambres que se utilizan.
  13. El equipo cuenta con una guía de instrucciones para su operación y mantenimiento que será de gran utilidad para las personas que lo utilicen.
  14. El equipo es seguro tanto como para su operación y su mantenimiento, así mismo los elementos con los que se opera están a una altura adecuada para que no constituya un peligro en caso de presencia de niños, pero cabe resaltar que durante su operación es mejor mantener a los niños alejados ya que al manipular alambre de púas sometidos a tensión estos constituyen un riesgo.
  15. Los dispositivos de manejo del equipo se encuentran aproximadamente a 1.50m. por encima de la plataforma de madera donde se parará el operador para realizar el tensado, por lo que al momento de aplicar la fuerza correspondiente no tendrá necesidad de agacharse o tomar una posición que le pueda ocasionar algún daño en la columna, así mismo para el transporte las manijas se encuentran a una altura adecuada para que pueda empujar el equipo sin dificultad.
  16. La fabricación fue realizada en un taller de mediana infraestructura en la ciudad de Arequipa, se utilizaron herramientas y procesos básicos tales como fresado, torneado, soldadura, además se compraron algunos elementos fabricados de segundo uso para minimizar los costos de fabricación y materiales del equipo.
  17. El equipo se puede montar y desmontar con facilidad para su transporte, en caso de que se requiera, ya que todos los elementos accesorios que los constituyen

han sido unidos a la plataforma o estructura principal mediante unión por tornillo y tuerca.

18. El equipo tuvo un costo de fabricación total incluida la adquisición de los materiales de S/. 991.00, costo accesible para los beneficios y ahorro que producirá, adicionalmente cabe resaltar que este costo es por la fabricación de una unidad (prototipo.) como es sabido la adquisición de materiales, la mano de obra, así como el uso de herramientas y equipos reducen sus costos cuando se fabrican lotes de varios equipos.
19. Las pruebas de funcionamiento del prototipo en campo, sirvieron para mejorar y modificar algunos componentes que harán que el equipo tenga un funcionamiento más eficiente.
20. Un proceso de diseño de una maquina, herramienta, componente o equipo, queda incompleto sin el proceso de fabricación y pruebas de funcionamiento correspondientes.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- ACINDAR, Aceros para la industria, el agro y la construcción, [www.acindar.com.ar](http://www.acindar.com.ar) , visitado en el 2005.
- ALAMBRESA, Manual del Alambrador, [www.alambresa.com.uy/empresa/ManualAlambrador.html](http://www.alambresa.com.uy/empresa/ManualAlambrador.html) , visitado en 2005.
- BARRIGA, BENJAMÍN, Diseño Mecánico 1, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1985.
- BORTOLUSSI, CLAUDIO, Resiliently compensated wire tensioner particularly for use in the field of vine growing, Europe Patent, 2005.
- FUCREA, Sexta jornada de potreras abiertas, Florida, 1974.
- ITACAB, Manual de Transferencia de Tecnologías Apropriadas, Lima, 1993.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ, [www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe) , visitado en el 2005.
- NIEMANN, G, Elementos de Maquinas Volumen I, Proyecto y cálculo de uniones, cojinetes y árboles, Labor S.A; Barcelona, 1987.
- O'CONNOR MICHAEL, Tool and method for tensioning wire, U.S. Patent, 1990.
- OFICINA DE PATENTES DE ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA, [www.uspto.gov/patft/index.html](http://www.uspto.gov/patft/index.html) , visitado en el 2006.
- OFICINA EUROPEA DE PATENTES, <http://ep.espacenet.com> , visitado en el 2006.
- PAHL, G; BEITZ, W; Engineering Design a Systematic Approach, Springer – Verlag, London, 1996.
- PLAZA, ORLANDO, Desarrollo rural enfoques y métodos alternativos, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1998.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Dibujo Mecánico 1, Lima, 2001.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Dibujo Mecánico 2, Lima, 2001.
- PORTAL AGRARIO DEL GOBIERNO PERUANO, [www.portalagrario.gob.pe](http://www.portalagrario.gob.pe) , visitado en el 2005.
- RESOURCE MANAGEMENT BRANCH, [www.agf.gov.bc.ca/resmgmt](http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt) , visitado en el 2005.
- RODRIGUEZ, JORGE, Resistencia de Materiales 2-A, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2002.
- VIDAL, AUGUSTO, Diseño y fabricación de una maquina limpiadora de trigo, Lima, 2004.



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO TENSADOR DE ALAMBRE LISO  
Y/O DE PÚAS PARA LA INSTALACIÓN DE ALAMBRADOS  
TRADICIONALES.**

**ANEXOS**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECANICO**

**PRESENTADA POR:**

**ALEXEI JAVIER CASTRO CHEVARRÍA**

**Lima, 2007**

**ANEXOS:**

**Anexo 1:** VDI (Verein Deutscher Ingenieure), VDI 2222 hoja 1

**Anexo 2:** Max Tensor MX1.

**Anexo 3:** Max Tensor MX2.

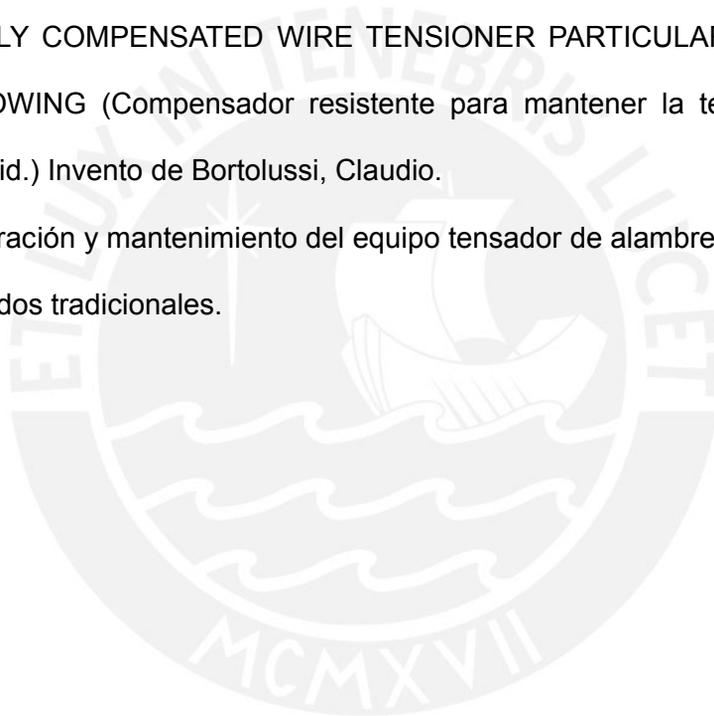
**Anexo 4:** The fence wire tensioning tool.

**Anexo 5:** FENCE WIRE: Dispensing, Stapling, Joining, Tying, Tensioning, and Grounding.

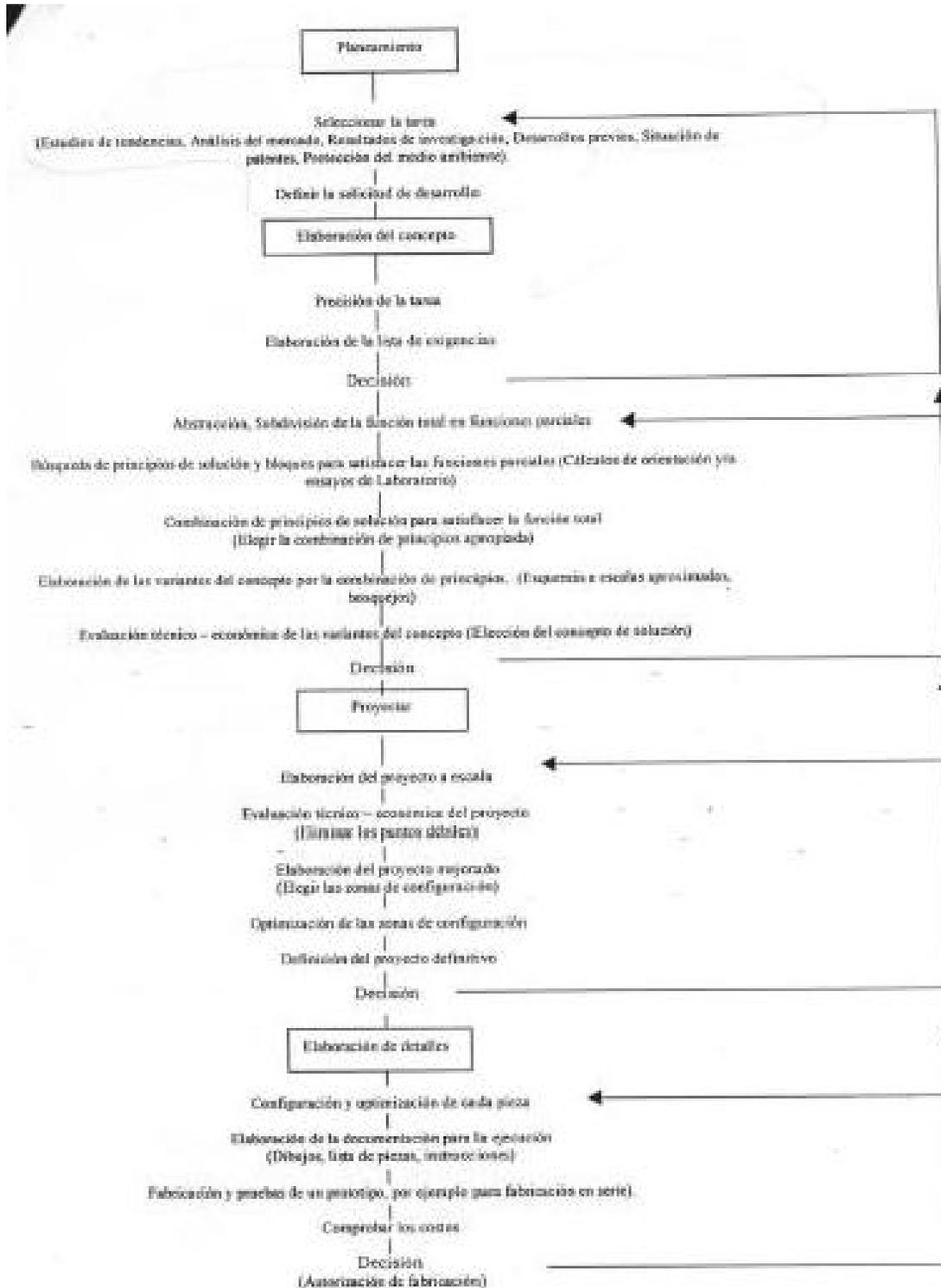
**Anexo 6:** TOOL AND METHOD FOR TENSIONING WIRE (Herramienta y procedimiento para tensar alambre.) Invento de O'Connor; Michael P.

**Anexo 7:** RESILIENTLY COMPENSATED WIRE TENSIONER PARTICULARLY FOR USE IN THE FIELD OF VINE GROWING (Compensador resistente para mantener la tensión de alambres en cercas de cultivos de vid.) Invento de Bortolussi, Claudio.

**Anexo 8:** Guía de operación y mantenimiento del equipo tensador de alambre liso y/o de púas para la instalación de alambrados tradicionales.



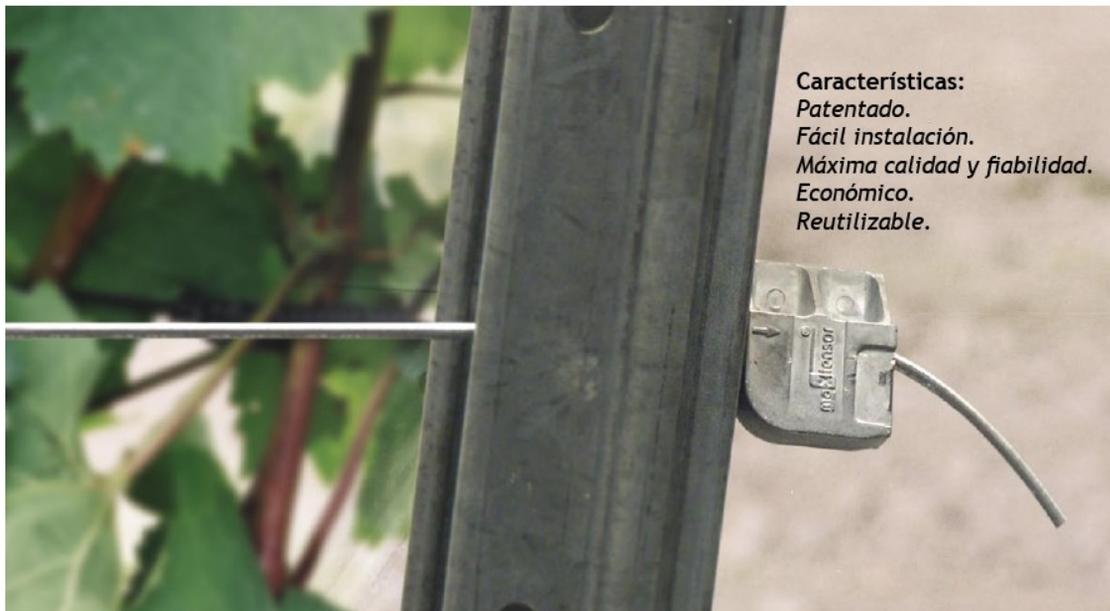
Anexo 1: VDI (Verein Deutscher Ingenieure), VDI 2222 hoja 1



VDI 2222 HOJA 1 (KONSTRUKTIONSMETHODIK, KONZIPEREN TECHNISCHER PRODUKTE, 1973)  
Fig. 1.01. Plan de Trabajo para obtener nuevos productos.

Anexo 2: Maxtensor MX1:

**maxtensor**®



Características:  
Patentado.  
Fácil instalación.  
Máxima calidad y fiabilidad.  
Económico.  
Reutilizable.

▼ **mx1**  
tensor



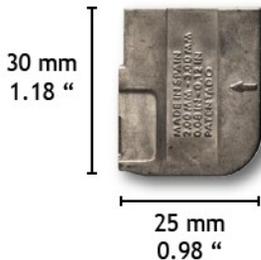
MAXTENSOR INTERNACIONAL, S.L.  
Valencia (España).  
Email: [mxt@maxtensor.com](mailto:mxt@maxtensor.com)  
Web: <http://www.maxtensor.com>

TENSOR PARA FINAL DE LÍNEA DE  
EMPARRADOS DE VIÑEDOS

Ahorro de un 70% de tiempo en la  
instalación.

Distribuidor:

# maxtensor<sup>®</sup> mx1 tensor



### ▲ Patentado

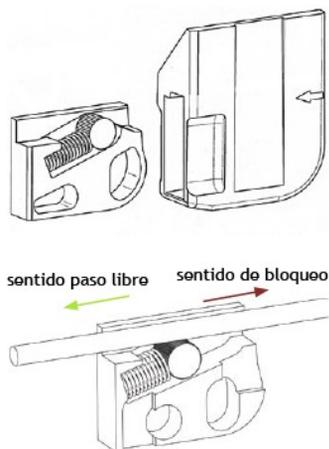
Tipos de alambre recomendado:  
Triple duro galvanizado.  
Con recubrimiento Zinc-Aluminio (CRAPAL® o similares).  
Hilo DELTEX®.

Diámetro de alambre recomendado entre 1.8 y 3.25 milímetros (entre 0.07 y 0.13 inches).

Materiales: Carcasa cuerpo realizado con aleación de alta calidad; Rodillo de bloqueo de aleación de alta resistencia y dureza; Muelle de acero inoxidable.

Fabricado con más material que otros sistemas del mercado, portanto, es más robusto y resistente.

Sistema patentado que garantiza un funcionamiento más suave y fiable.



### ▼ Características técnicas

En el ensayo de tracción, no se llega nunca a la rotura del tensor MX1, ya que se produce primero la rotura del alambre. Tras el ensayo, el tensor MX1 sigue funcionando correctamente. Estos son los resultados obtenidos en el ensayo de tracción con alambre de diferentes diámetros:

Muestra	CARGA MÁXIMA ENSAYO (kg)
Alambre galvanizado diámetro 2.7 mm	337.8
Alambre galvanizado diámetro 3.5 mm	435.0



### ▼ Resistente y duradero

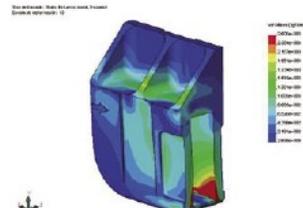
Fabricado con materiales de alta calidad. Excelente resultado en condiciones climáticas extremas. El producto ha pasado con éxito las pruebas y ensayos más exigentes para asegurar unas condiciones máximas de calidad y seguridad.

### ▼ Resistencia a la corrosión

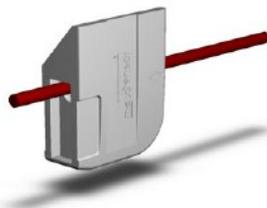
Las piezas de MAXTENSOR superaron con creces los máximos niveles del exigente ensayo de envejecimiento acelerado en ambiente salino.

### ▼ Máxima Calidad

MAXTENSOR® MX1 es el resultado de un esfuerzo considerable de Innovación, Investigación y Desarrollo Tecnológico.



MAXTENSOR® MX1 ha sido diseñado con las más avanzadas tecnologías de desarrollo de producto.



### ▼ Fácil instalación

Este sistema supone un ahorro de tiempo del 70% con respecto a los sistemas tradicionales. El tensor MX1 es REUTILIZABLE.



Anexo 3: Maxtensor MX2:



Características:  
*Patentado.*  
*Fácil instalación.*  
*Máxima calidad y fiabilidad.*  
*Económico.*  
*Reutilizable.*

▼ **mx2**  
 conector y tensor



MAXTENSOR INTERNACIONAL, S.L.  
 Valencia (España).  
 Email: [mxt@maxtensor.com](mailto:mxt@maxtensor.com)  
 Web: <http://www.maxtensor.com>

CONECTOR Y TENSOR DE CABLES  
 DE LÍNEA DE EMPARRADOS DE  
 VIÑEDOS

Ahorro de un 70% de tiempo en la  
 instalación.

Distribuidor:

**maxtensor**

**mx2** conector y tensor



▼ Características técnicas

En el ensayo de tracción, no se llega nunca a la rotura del tensor MX2, ya que se produce primero la rotura del alambre. Tras el ensayo, el tensor MX2 sigue funcionando correctamente. Estos son los resultados obtenidos en el ensayo de tracción con alambre de diferentes diámetros:

Muestra	CARGA MÁXIMA ENSAYO (kg)
Alambre galvanizado diámetro 2.7 mm	337.8
Alambre galvanizado diámetro 3.5 mm	435.0



▲ Patentado

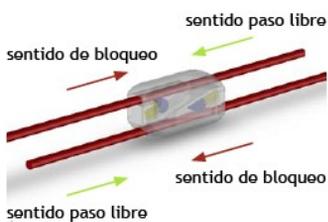
Tipos de alambre recomendado:  
Triple duro galvanizado.  
Con recubrimiento Zinc-Aluminio (CRAPAL® o similares).  
Hilo DELTEX®.

Diámetro de alambre recomendado entre 1.8 y 3.25 milímetros (entre 0.07 y 0.13 inches).

Materiales: Carcasa cuerpo realizado con aleación de alta calidad; Rodillo de bloqueo de aleación de alta resistencia y dureza; Muelle de acero inoxidable.

Fabricado con más material que otros sistemas del mercado, portantoo, es más robusto y resistente.

Sistema patentado que garantiza un funcionamiento más suave y fiable.



▼ Resistencia a la corrosión

Las piezas de MAXTENSOR superaron con creces los máximos niveles del exigente ensayo de envejecimiento acelerado en ambiente salino.

Imagen de las piezas a la finalización del ensayo en cámara de niebla salina como si hubiesen pasado 10 años en condiciones climatológicas extremas.



▼ Resistente y duradero

Fabricado con materiales de alta calidad. Excelente resultado en condiciones climáticas extremas. El producto ha pasado con éxito las pruebas y ensayos más exigentes para asegurar unas condiciones máximas de calidad y seguridad.

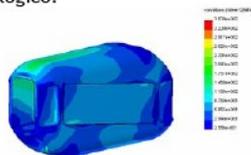
▼ Fácil instalación

Este sistema supone un ahorro de tiempo del 70% con respecto a los sistemas tradicionales. El tensor MX2 es REUTILIZABLE.

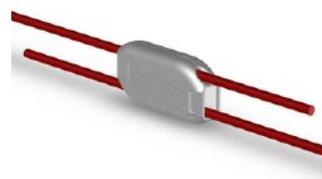


▼ Máxima Calidad

MAXTENSOR® MX2 es el resultado de un esfuerzo considerable de Innovación, Investigación y Desarrollo Tecnológico.



MAXTENSOR® MX2 ha sido diseñado con las más avanzadas tecnologías de desarrollo de producto.



## The FENCE WIRE TENSIONING TOOL



This new innovative tool for stretching all types of fence wire is being distributed by Draper Tools Ltd (Southampton) UK, and is likely to be of particular interest to farmers, ranchers, stock breeders, cattlemen, fence contractors, foresters, smallholders, landscapers, local councils, parks departments, gardeners, homeowners and DIY enthusiasts.

**The Fence Wire Tensioning Tool** is remarkably uncomplicated in its design and has been designed for simplicity of use and ease of operation in situations where monkey pullers, come-alongs and deer clamps, have up until now been the only available and sometimes expensive solution to what is often a consuming and difficult job. Working from post to post along the fence line, it can cope with plain, barbed and stock wire up to 4mm in diameter and is suitable for quick repairs or when an operator is working alone or in a sloping or uneven environment. Stock wires can be individually tightened and tired fences can be tightened up easily and with total control over reducing the risk of breakage.

This tool will so improve your productivity that you will wonder how you ever managed without it.



construction situations now, been a time run, it will particularly restricted, tensioned straining - so

you really

The Fence Wire Tensioning Tool (Stock No 57547) is being distributed in the UK and EIRE by [DRAPER TOOLS](http://www.drapertools.com/) Phone: 023 8026 6355 or Fax: 023 8026 0784 and is available at your local DRAPER TOOL Stockist or on-line at <http://www.drapertools.com/> (use stock No. 57547 to identify this tool or search the

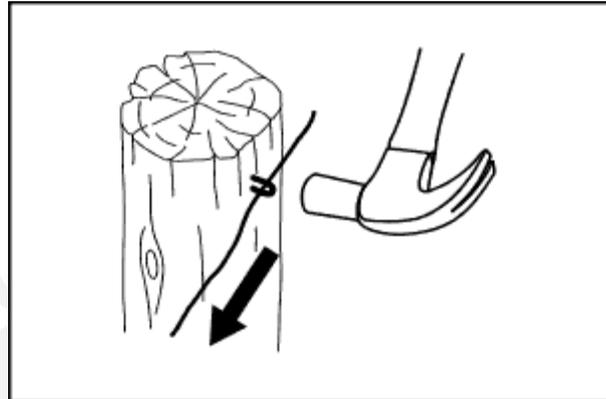
on-line catalogue database for FWTT). Go to the [Sales Information page](#) for more details, particularly if you live outside the UK.

The FWTT is priced at £25.00 + VAT. (even less in some stores and on-line !)

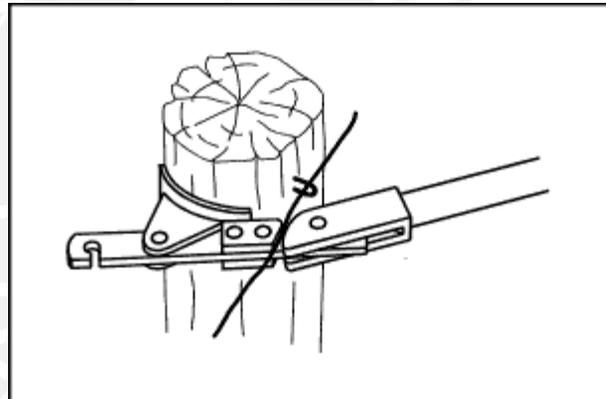
## How it Works

Using the FWTT is simplicity itself as you can see.

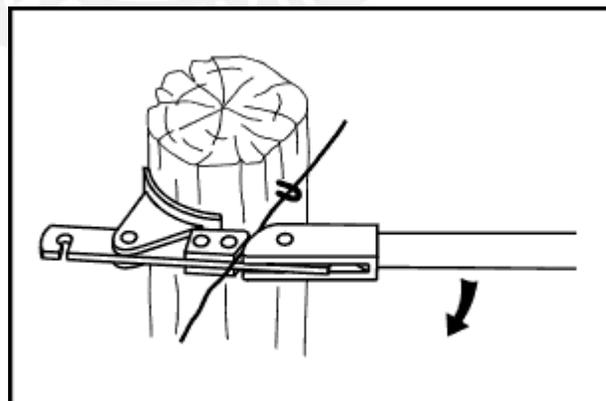
Locate the wire position on the fence post by loose tacking with a staple. Pull the wire tight by hand to take up any slack and pull barbs through as necessary.



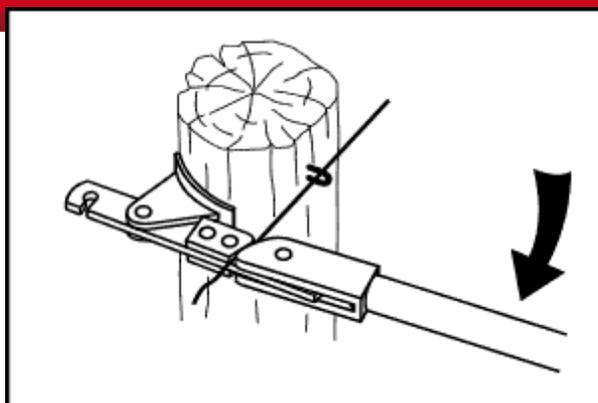
Position the pivoting foot of the tool against the fence post with the wire lying between the jaws. Adjust gripping position to exert maximum leverage as required.



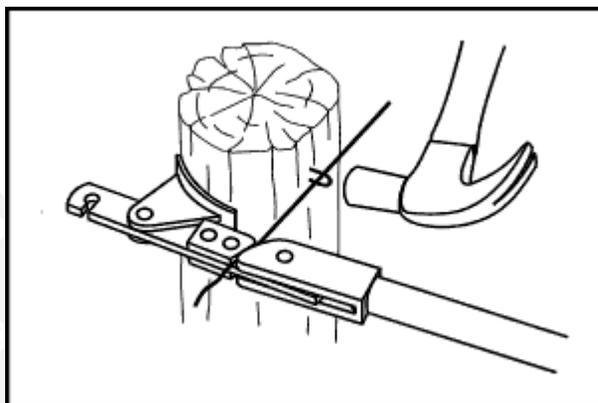
Rotate the handle to close the jaws on the wire. This can be done one handed while taking up any slack on the wire with the other hand.



With the jaws closed and gripping the wire - continue to lever the tool against the fence post in order to stretch the wire to the desired tension.



Pass the handle between hands while maintaining tension on the wire then hammer in the staple to secure the wire to the fence post.



You release the tension on the wire by simply moving the handle back towards the post. A spring mechanism assists in opening the jaws so there is no snagging, jamming or anything to unclamp. You can now move on to the next wire or the next post.

**YES - it is as easy as that. It even has a handy hook to hang it on the wire when you stop for lunch!**

## Innovation

### Tool Specification

- Attaches to and releases from the wire in one quick and easy movement.
- Single handed holding operation leaves the other hand free to hammer in staples.
- Works right or left handed - from either side of the post - above or below the wire.
- Only two moving parts - no accessories to get lost.
- Automatic adjustment to size and type of wire being stretched.
- Ribbed pivoting foot provides a really positive grip against the post when levering.
- Smooth jaws minimise damage to wire section and surface coating.
- Narrow profile gives easy access through stock wire (field fence) and game fence.
- Integral hook for hanging on wire to prevent tool loss in undergrowth.
- Quality manufacture in high carbon steel to BS EN ISO 9002. ([view current certificate](#))

### Ease and speed of use

- Incredibly quick and easy to use.
- Tremendous pulling power when stretching.
- Grip and tension wire in one easy movement.
- Improves operator productivity, particularly when working alone.
- Ideal for contoured ground or difficult access in hedges and brush.

- Pull stock or game wire easily around corners.
- Work one post at a time if needed.
- Erect temporary fences and make repairs in minutes.
- Can be used with confidence by any user.

### Concern for users Health and Safety

- Completely safe in operation - no wide closing surfaces to nip or trap the fingers.
- Wire tension controlled by operator - reducing the risk of snapping and recoil.
- Wire gripping does not rely on the strength of the operator - so reducing fatigue.
- No clamps or nuts to tighten, no handles to squeeze.
- Nothing to jam, snag or kick back when releasing tension.
- Tool weighs only 2.5Kg. - easy to carry and store.
  - Plastic handgrip for positive and comfortable control.



# Fencing FACTSHEET



Order No. 307.100-2  
Agdex: 724  
March 1996

## FENCE WIRE

### Dispensing, Stapling, Joining, Tying, Tensioning, and Grounding

This Factsheet outlines handling information for barbed wire, high tensile smooth wire (htsw) and woven wire.

#### DISPENSING WIRE

Fence wire must be dispensed or played out in a uniform manner that does not damage the wire or its galvanized coating. Wire can either be pulled off a stationary roll or the wire tied to an end post and unrolled along the fence line. The choice depends on the packaging of the wire (loose roll or drum roll), the type of wire and the equipment available.

#### Dispensing Barbed Wire

Standard barbed wire is sold in rolls on a wire drum. The wire should be rolled off this drum in the same manner it was packaged, by rotating the drum. Do not loop the wire off the side of the drum as it may kink and weaken.

By inserting a rod through the drum, it can be mounted (on a tractor 3 point hitch or pickup truck box) to rotate as the wire is pulled off. Alternatively, two people can carry the rod/drum along the fence line unrolling wire as they proceed. Due to the nature of barbed wire, it tangles very easily. Each strand should be installed on the posts before the next one is played out.

#### Dispensing HTSW

High tensile smooth fencing wire has been available in two types of packages, loose roll and drum roll. As with barbed wire this wire must be dispensed by rotating the roll not by pulling loops off the side of the roll. This is very important with htsw as it is subject to breakage if kinked.

The loose roll package is not commonly produced because it is less convenient to dispense than the drum roll. Whereas the drum roll only requires a rod inserted through the drum to dispense, the loose roll required a special tool called a "spinning jenny". The drum roll package is now standard in B.C. As with barbed wire, the drum roll can be either set stationary or rolled out along the fence. However, because htsw has no barbs it does not tangle as readily and more than one strand can be dispensed at one time. By dispensing all wires in one pass along the fence line considerable construction time is saved. Refer to [Factsheet 307.600-1](#).

#### Dispensing Woven Wire

A standard woven wire roll is 330 feet that may weigh from 150 to 400 lb and is not carried by hand. The roll can either be laid on the ground and rolled out (terrain and vegetation permitting) or mounted horizontally or vertically on a tractor for dispensing. Farm-made devices that mount on a tractor 3 point hitch work well. Two rolls (660 ft) should be the maximum length dispensed per fence section to allow for proper tensioning. Longer sections are difficult to handle and tension correctly.

**Special Equipment**

Wire unrollers and retrieval equipment may be used to aid in construction and recovery of any type of fence wire. Units are available that are tractor mounted and powered or that are truck mounted and electrically powered. Capacities of 500 feet of fence wire per minute are advertised.

**STAPLING WIRE**

Attaching the fence wire to posts is an important aspect in fence construction. How the wire is stapled onto posts may determine the success of the fence.

**Types of Staples**

The common fence staple is slash pointed (the point is not centered like a nail point) so it will provide pullout resistance as it enters the post (see discussion below). Where greater resistance is required, a "barbed" staple is available which has a small cut in each leg forming a projecting barb. This barb acts like a fishhook; it will easily enter the post but grips the post if pulled out.

The table below gives the number per pound and per box of standard fence staples.

**Fence Staples: Numbers per Pound & per Box**

Staple Size (9 ga)	Number per Pound	Approx. Number per 50-lb Box
1½ in	72	3600
1¾ in	61	3050
2 in	58	2900

**Stapling Wire.** Except when stapling at tie off points, fence wire should always be stapled loose as shown in Figure 1, below. To allow for the reduced staple length that can be driven into the post, use a minimum staple size of 9 ga x 1-3/4 in. (preferably 2 in.). Staple cost per mile of fence is very low even when using these larger sizes. Choose hot-dip galvanized (rough surface) over bright, ungalvanized staples for extra life and pull out resistance. By stapling the wire loosely, lateral movement of the wire is permitted. This spreads fence loads over a greater length of wire. In barbed wire fences, stapling loose is preferred but it may have only limited benefit, as the barbs will catch on the staples at some posts. Woven wire fences have limited movement due to the nature of the fabric.

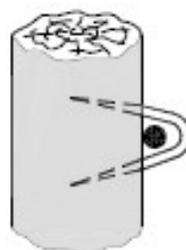


Figure 1 Loose Stapling of Fence Wire

In htsw fences, the wire is free to move from end brace to end brace, transferring fence loads from the entire fence section to the end braces. This allows the elasticity of up to 1320 feet of htsw (versus 30 or 40 feet of barbed wire) to absorb windfall trees, livestock pressure, etc. Note that because of this load transfer, htsw fences require good end brace construction - refer to Factsheets 307.220-1 and 307.220-2.

Wires should be held against the post by the worker when stapling. The staple should not be used to pull the wire to the post. Hitting the wire with the hammer during "misses" will chip off the zinc coating and shorten the wire life.

### Positioning Staples

How a staple is positioned on the post before being driven in is a small but important detail often overlooked. Anyone who has a tin of used staples recovered from an old fence will have seen that some staples have their "legs" crossed while others have their "legs" spread open. It's obvious the staple that spreads out into the post has greater pull out resistance than the one that crosses over on itself (tests indicate 40% increase). How can you ensure this spreading occurs?

Staples are formed with off-centre pointed ends called slash-cut points. Whereas a center pointed nail can be driven straight, slash-cut staples are **expected** to curve as they enter the post, and they **always** curve away from the slash-cut or flat face.

It is well known that a staple should not be driven in parallel to the wood grain (to avoid splitting) but should be turned slightly. Because of the curving nature of the staple legs as they enter the post, **always turn the staple away from the slash-cut** to ensure the staple legs will spread apart providing maximum pullout resistance. Because all staples in a box are made the same this soon becomes second nature. In fact, most staples seem to be made with the same slash point and will be turned slightly clockwise as shown in Figure 2, below.

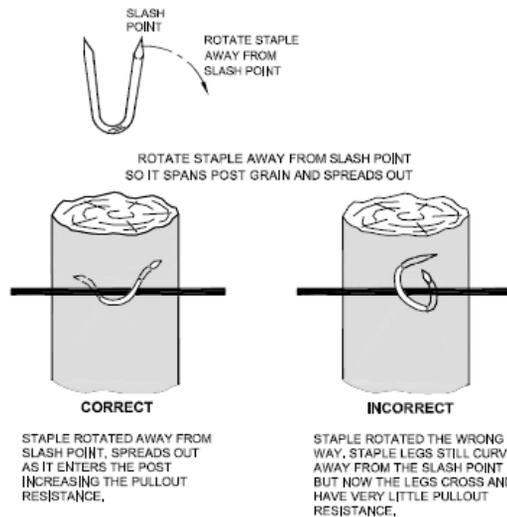


Figure 2 Positioning Staples for Maximum Pullout Resistance

**Special Stapling Situations**

Whenever the fence wire changes direction at a post (rise, dip or corners) special stapling methods are used. The following points are illustrated in Figure 3, below:

- At rise posts - there is downward wire pressure; angle the staple downward into the post; double staple on steep rises.
- At dip posts - there is upward wire pressure; angle the staple upward into the post; double staple on steep dips.
- At shallow corner posts - there is some friction between post and wire; use a single staple with one slider staple.
- At sharp corner posts; there is significant friction between post and wire; use two staples with two slider staples.

Note that there is a “non-staple” option for htsw fences that are short or those with high pressure on both sides - the line posts may be drilled and the wire threaded through without any stapling required.

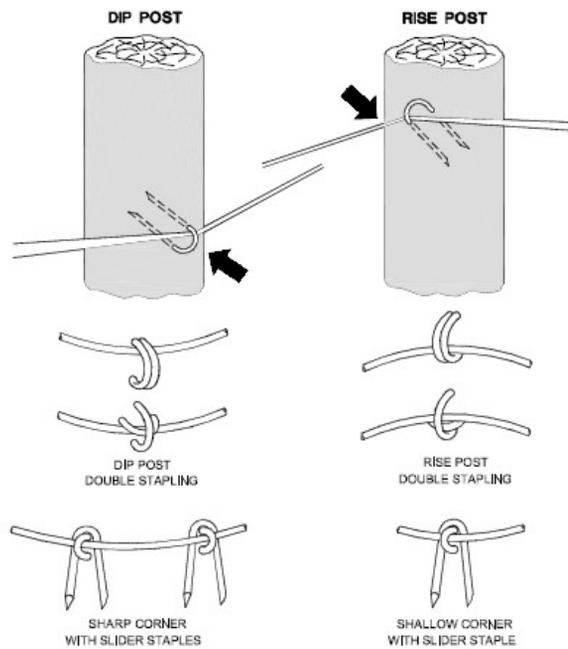


Figure 3 Special Stapling Methods

## JOINING AND TYING WIRE

Wire connecting and tying off wire at the end of runs is done using methods dependent on the type of wire. The main differences are between soft, low tensile wire and the more brittle, high tensile wire.

Whenever a knot is used in any wire, the breaking strength of the wire is reduced, or put more simply, **no knot is as strong as the wire it joins**. Only some mechanical splices offer 100% of wire strength.

### Tie-Off Rule

The distance between tie-off points for wire fences varies by the type of wire:

*Barbed wire* - 660 feet - limited due to the barbs catching on posts.

*High tensile smooth wire* - 1320 feet - longer than other wires due to its elasticity.

*Woven wire* - 660 feet - limited due to handling difficulties on longer lengths.

### Barbed Wire - Joining & Tying Off

The low tensile wire most commonly used in barbed wire can tolerate joints and tie offs made by knotting the wire. These do not vary sufficiently to justify a recommendation for a particular knot. Ease of tying becomes the deciding factor. The knots in Figure 4, below, are commonly used to join and tie off barbed wire and are effective to approximately 80% of the breaking strength of the wire. The "Gripple" mechanical splice (bottom photo) provides 100% of wire strength. Note that the barbed wire cannot pass through the Gripple.



Figure 4 Knots and Mechanical Splice for Barbed Wire

**HTSW -  
Joining &  
Tying Off  
with Knots**

Knots are not generally recommended for the brittle high tensile wire. However, the wire can be tied off using an end post knot (for 1100 lb or 80% of wire strength) and joined using the figure 8 knot (for 1200 lb or 89% of wire strength) as shown in Figure 5, below. Because of this loss of wire strength and the difficulty in knotting htsw, mechanical splices are generally recommended.

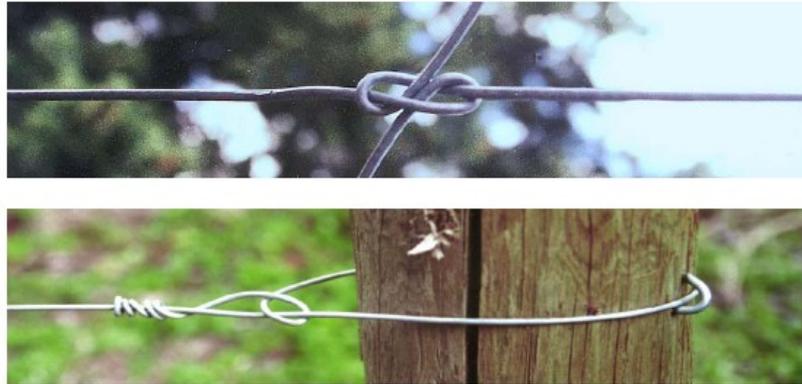


Figure 5 Knots for High Tensile Smooth Wire

**HTSW -  
Joining &  
Tying Off  
with  
Mechanical  
Splices**

To maximize the benefits of this stronger wire, several mechanical splices are available that produce a connection with 100% of the wire strength. Use a splice that is specifically designed for high tensile galvanized steel fence wire.

Four commonly used, commercially available splices are shown in Figure 6, page 7. These mechanical splices all cost more than knots (and some require special tools) but have the advantages of full wire strength, ease of installation and most leave no long "stray" wire ends as do knots. Two types also can be used as wire tensioners.

**Nicopress.** This is a sleeve that slides on to the two wire ends and is compressed with a special tool. Two sleeves are required for a tie off and three for an inline splice. Use sleeve #FW-2-3 for 12 1/2 gauge high tensile fence wire.

**Wirevice/Wirelink.** This is a device with spring loaded tapered jaws that allow the wire to slide in one direction but grip it when pulled in the opposite direction. Wirelink has two sets of jaws and is used for an inline splice. Wirevice has one set of jaws and is set in the end post for tie offs. It can be used to tension the wire.

**Gripple.** Similar to Wirelink but reusable as the wire can pass through the jaws. A special tool allows wire tensioning through the Gripple. A model is available for barbed wire; see Figure 4.

**Vineline.** This is a one foot long spiral wire that is twisted onto the fence wire. It has a gritty inner surface. One vineline splice is used for a tie off, two (one wrapped over the other) are used for an inline splice, as shown in bottom photo of Figure 6.

Nicopress



Wirelink



Wirevice



Grippler



Vineline  
(partially installed)



Figure 6 Mechanical Splices for High Tensile Smooth Wire

**Woven Wire -  
Joining &  
Tying Off**

Woven wire is manufactured using both low and high tensile wire so connections can be made using the previously discussed knots and splices. The two commonly used methods are shown in Figure 7, below. If possible the twist-wrap joint should be made where the two verticals meet. End post tie offs will require the removal of several of the last vertical wires (to provide sufficient tie wire) then knotted as in Figure 5, page 6.



Figure 7 Woven Wire Connections: Nicopress sleeves (left) and Twist Wrap Knot (right)

**TENSIONING WIRES**

There are numerous tools available for stretching or tightening fence wire. Some common ones are the corner-post, in-the-crank, walk-along, tree-and-post, gripchain-walking and rope-and-pulley stretcher. Approximately the same tension (250 lb) is required for all nonelectric wire fences. The tension used on electric fence wires is one-half of this (125 lb) or just more than “hand tight.”

If tensioning is done when the air temperature is approximately half way between the maximum and minimum encountered, it will reduce the effects that temperature variation has on wire tension. But as discussed in [Factsheet 307.100-1](#), the increased tension due to temperature changes is not a major concern.

**Tensioning  
Barbed Wire**

New, two strand barbed wire requires pretensioning (refer to [Factsheet 307.100-1](#)). It should be stretched up to an initial 600 lb to pull the two strands tightly together and to “set” the barbs between the line wires. The wire is then relaxed to approximately 250 lb of tension. As barbs have a tendency to “hang up” on the staples, it is important that barbed wire be tensioned before it is stapled to the posts.

**Tensioning  
H T S W**

This wire is tensioned to 250 lb; tension levels above this are difficult to maintain and serve no useful purpose. Permanent inline wire tensioners are available to tension the wire. They remain on the fence wire and are available for future maintenance tensioning.

Permanent wire tensioners should be placed in the middle of the strain for maximum benefit. For level terrain this would be the center of the fence section. In fence sections where several corners or dips and rises occur (more resistance to wire movement) the tensioners should be closer to the resistance points.

There are several inline tensioners available, divided into two basic designs. Both types use removable handles to operate the tensioner and have pins to secure the tensioner from unwinding. One type requires the wire to be cut and the tensioner is spliced in; refer to Figure 8, below. The disadvantage of the splice-in type is the extra effort required to make the attachment to the fence wire. Also, there is a tendency to place this type of tensioner at the end of a fence section (at the tie off post) which is not usually the preferred location (i.e., which is near the middle of the strain).



Figure 8 Splice-In Tensioner for High Tensile Smooth Wire

The second type is placed over the wire (the fence wire is not cut). Drum or half drum designs have a slot to allow easy attachment at any place along the fence wire; refer to Figure 9, below. Note also that two types of splices (Wirevice and Gripple) may be used for tensioning htsw (refer to Figure 6, page 7).

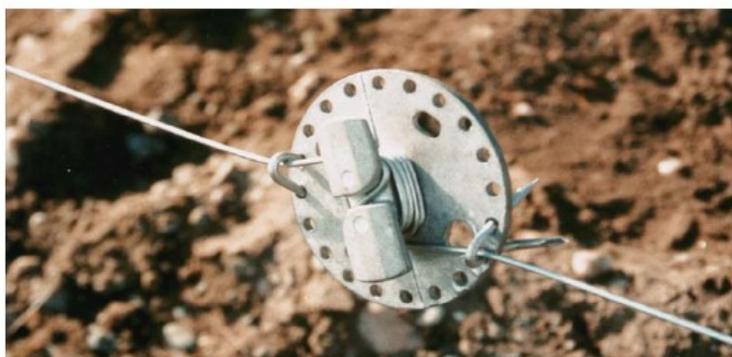


Figure 9 Slotted Drum Tensioner for High Tensile Smooth Wire

**Tensioning  
Woven Wire**

The horizontal strands of woven wire are produced with waves or “tension curves” every six inches or so. When woven wire is tensioned, up to one-half of this curve is removed, leaving enough “tension curve” to allow the wire to absorb fence loads. Refer to Figure 10, below.

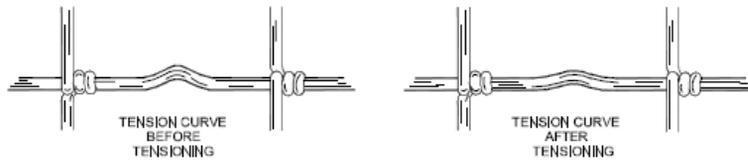


Figure 10 Tension Curve in Woven Wire

Woven wire is tensioned in the upright position. Figure 11, below, illustrates how this wire can be tensioned from one end. To apply tension equally to all line wires, a straining clamp must be used. A typical homemade clamp consists of two hardwood boards (which contact the woven wire) and steel reinforcing to withstand the tensioning load. The straining clamp is pulled using a come-a-long that is suitably anchored, i.e. to a tractor or truck. While a very low “crawl” gear tractor can be used instead of the come-a-long, it is not recommended due to the possibility of over tensioning the wire and the danger to the operator should the wire break.

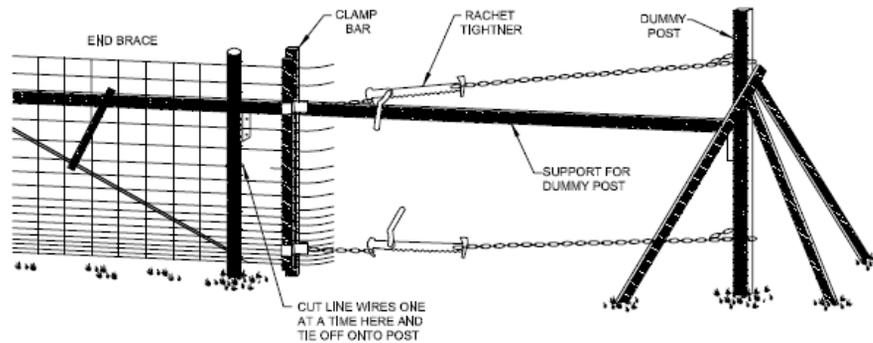


Figure 11 Tensioning Woven Wire from One End

An alternate method is sometimes preferred on long fence sections (greater than one roll - 330 ft) to more easily obtain consistent wire tension. The wires are tied off at each end brace and two straining clamps are used and pulled together as shown in Figure 12, page 11. The distance between the clamps prior to tensioning is determined by the total length of fence, allowing approximately 1 ft per 65 ft of fence. For example, if two rolls (660 ft) are being tensioned, the clamps should be just over 10 feet apart. The joint may be made using either a mechanical splice or knot as shown in Figure 7, page 8.

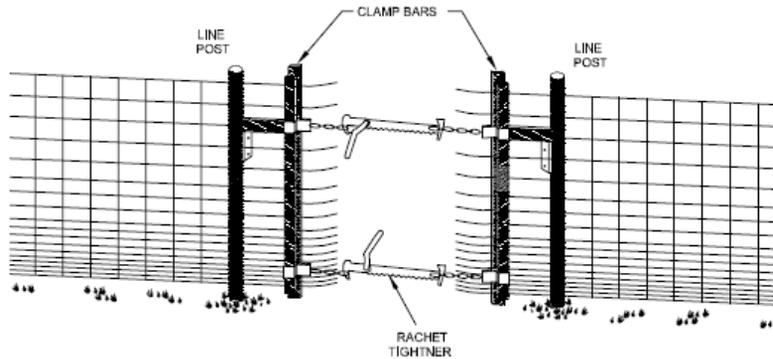


Figure 12 Tensioning Woven Wire from Two Ends

### Measuring Wire Tension

Individual fence line wire tension can be measured using a simple homemade device constructed as shown in Figure 13, below. On a board 42 inches long, drive two nails 40 inches apart (nails 1 and 2) along a center line. The third nail, in the center, should be one half inch below the centre line. Using a small spring scale (while touching the wire with nails 1 and 2) pull the wire until it just touches nail 3. Read the scale and multiply by 20 to get the approximate wire tension. For example, if the scale reads 12.5 lb, then the wire is properly tensioned to 250 lb.

An alternate method is to use inline tension indicator springs. A spring is wired into a fence line wire and the compression of the spring is measured as the fence wire is tensioned. Typical springs that are used compress at the rate of one inch per 150 pound load. Therefore a compression of 1 1/2 to 1 3/4 inches approximates a 250 pound fence wire tension. This method is not commonly used.

These springs are left on the fence and have a secondary use as they provide additional elasticity or "give" to the fence wire when loads are applied. The cost and added complexity may not justify either the tensioning or elasticity benefits.

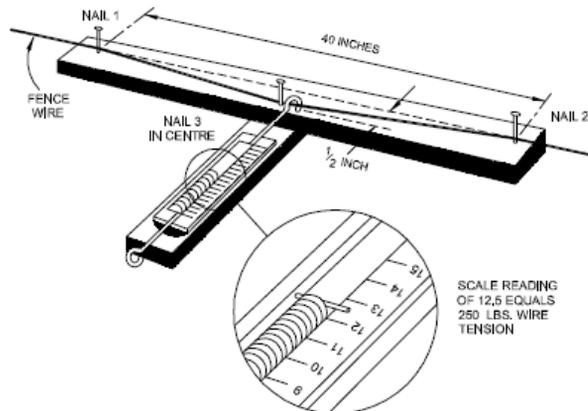


Figure 13 Wire Tension Measuring Device

## GROUNDING NONELECTRIC FENCE WIRES

Steel fence wires on nonconductive (i.e., wooden) posts can act as conductors of electrical currents from lightning, fallen overhead utility wires or other sources. To protect humans and livestock from accidental electrocution, these fences should be grounded. Usually this is only done in high-risk areas.

Presently, there is no Canadian or Provincial code which specifies this requirement and at which interval; however, it is probably advisable to go with 660 feet spacings in wet climatic regions and 330 feet in dry regions.

For proper grounding, a 6 foot long, 5/8 inch diameter galvanized steel rod is driven into the ground. A ground rod clamp is attached to the rod. Five strands of wire (approximately 6 feet long) are attached to the clamp and the wires are woven and twisted through all line wires forming the cable so that all line wires and grounding wires touch. After lacing in the uppermost wire, the five wires are twisted together and securely stapled to a line post as shown in Figure 14, below.

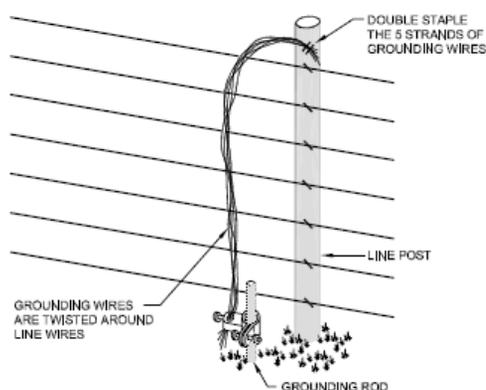


Figure 14 Grounding Nonelectric Fence Wires

### Grounding Along Powerlines

For fences that run parallel to, or cross under, overhead powerlines, precautions must be taken to properly ground the fence. The following information is from BC Hydro (check with them regarding the size of powerline). Fences require grounding stations at intervals indicated under the following conditions:

- Fences on the Hydro right-of-way:
  - 200 ft or more of fence and a 500,000 volt line
  - 400 ft or more of fence and a 360,000 or 230,000 volt line
- Fences parallel to and within 250ft of the outside Hydro conductor:
  - 1000 ft or more of fence and a 500,000 volt line
  - 2000 ft or more of fence and a 360,000 or 230,000 volt line

If a fence requires grounding, both sides of every gate or other break in the fence should also be grounded. Contact BC Hydro regarding these situations and they will assist, perhaps actually doing the grounding.

An electric fence cannot be directly grounded but there are special filters that are attached to remove any current developed due to the fence location near a high voltage line. The electric fence still functions normally. Electric fences require filters when:

- Fences cross or are located on the BC Hydro right-of-way:
  - 100 ft or more of fence
- Fences are located parallel to and within 250 ft of the Hydro outside conductor:
  - 500 ft or more of fence

### Possible Effects from Lightning

Careful observations in Oklahoma on barbed wire fences from 1941 to 1963 indicates possible loss of wire galvanization due to lightning on ungrounded fences. Fences where a “twist-wire” type of fence dropper had been used (and had good ground contact) had wires in good condition after over twenty years. Most other fences had losses of galvanization, ranging from severe on the top wires to minimal on the bottom wires.

Although conditions may vary in B.C., it could be a worthwhile recommendation to consider thorough fence wire grounding in areas known to experience lightning. It may be that the metal style droppers (twist-wire or sheet metal), with good ground contact, could perform this function when placed in each fence panel. In areas expected to receive limited or no lightning, the standard grounding practices discussed above will be sufficient.

For further information on related topics, please visit our website

**Resource Management Branch**

[www.agf.gov.bc.ca/resmgmt](http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt)

Linking to our  
[Publications and Conceptual Plans](#)

**FOR MORE INFORMATION CONTACT**  
 Lance Brown, Regional Engineering Technologist  
 Phone: (250) 371-6064  
 Email: [Lance.Brown@gems6.gov.bc.ca](mailto:Lance.Brown@gems6.gov.bc.ca)

**RESOURCE MANAGEMENT BRANCH**  
 Ministry of Agriculture, Food and Fisheries  
 1767 Angus Campbell Road  
 Abbotsford, BC V3G 2M3 Phone: (604) 556-3100

Page 42 of 43

Anexo 6: TOOL AND METHOD FOR TENSIONING WIRE (Herramienta y procedimiento para

tensar alambre.) Invento de O'Connor; Michael P.

**United States Patent** [19]  
**O'Connor**

[11] **Patent Number:** 5,027,867  
[45] **Date of Patent:** Jul. 2, 1991

[54] **TOOL AND METHOD FOR TENSIONING WIRE**

[76] **Inventor:** Michael P. O'Connor, 9040 Sterling Creek Rd., Jacksonville, Oreg. 97530

[21] **Appl. No.:** 519,819

[22] **Filed:** May 7, 1990

[51] **Int. Cl.:** B21F 9/00

[52] **U.S. Cl.:** 140/123.5; 140/104

[58] **Field of Search:** 140/104, 123.5, 123.6; 254/251, 252, 257; 24/129 R, 129 A

[56] **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

742,903	11/1903	Reed	254/252
867,241	10/1907	Burton	254/252
1,374,681	4/1921	Ray	140/123.6
1,430,388	9/1922	Leslie	140/123.5
2,264,794	12/1941	Gunderson	254/252
2,451,389	10/1948	Howe	140/123.5
2,511,305	6/1950	Tell	254/76
3,003,657	10/1961	Siebol et al.	218/42
3,048,296	8/1962	Heidenwolf	218/42
3,154,210	10/1964	Elliott et al.	218/42

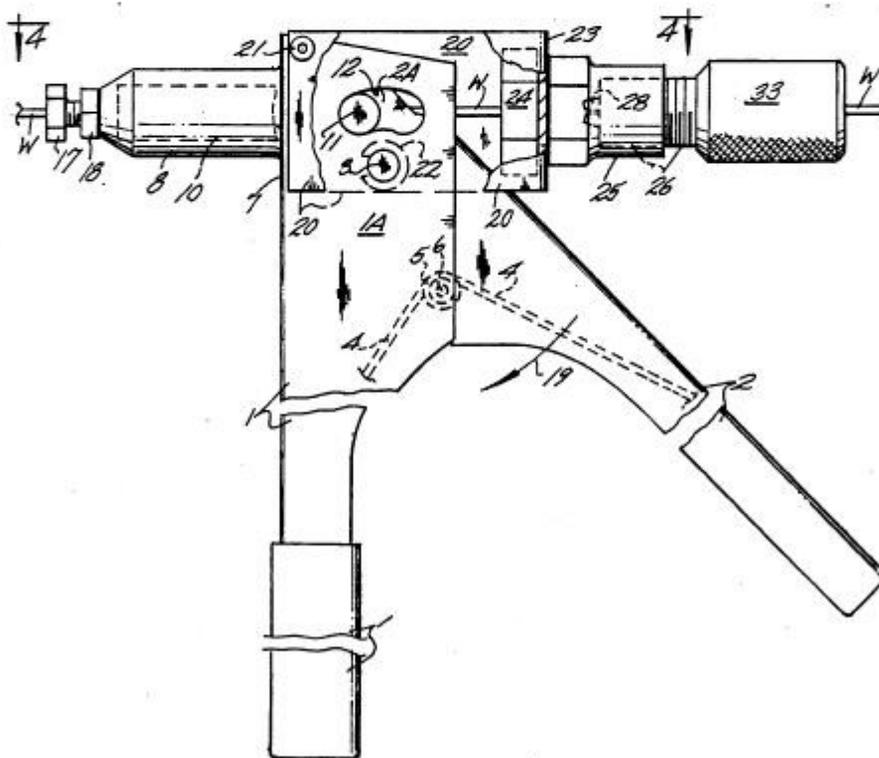
3,824,653	7/1974	Sholler	24/134
4,306,592	12/1981	Drage	140/123.5
4,483,517	11/1984	Cavalleri	254/254
4,615,509	10/1986	Blass	254/264

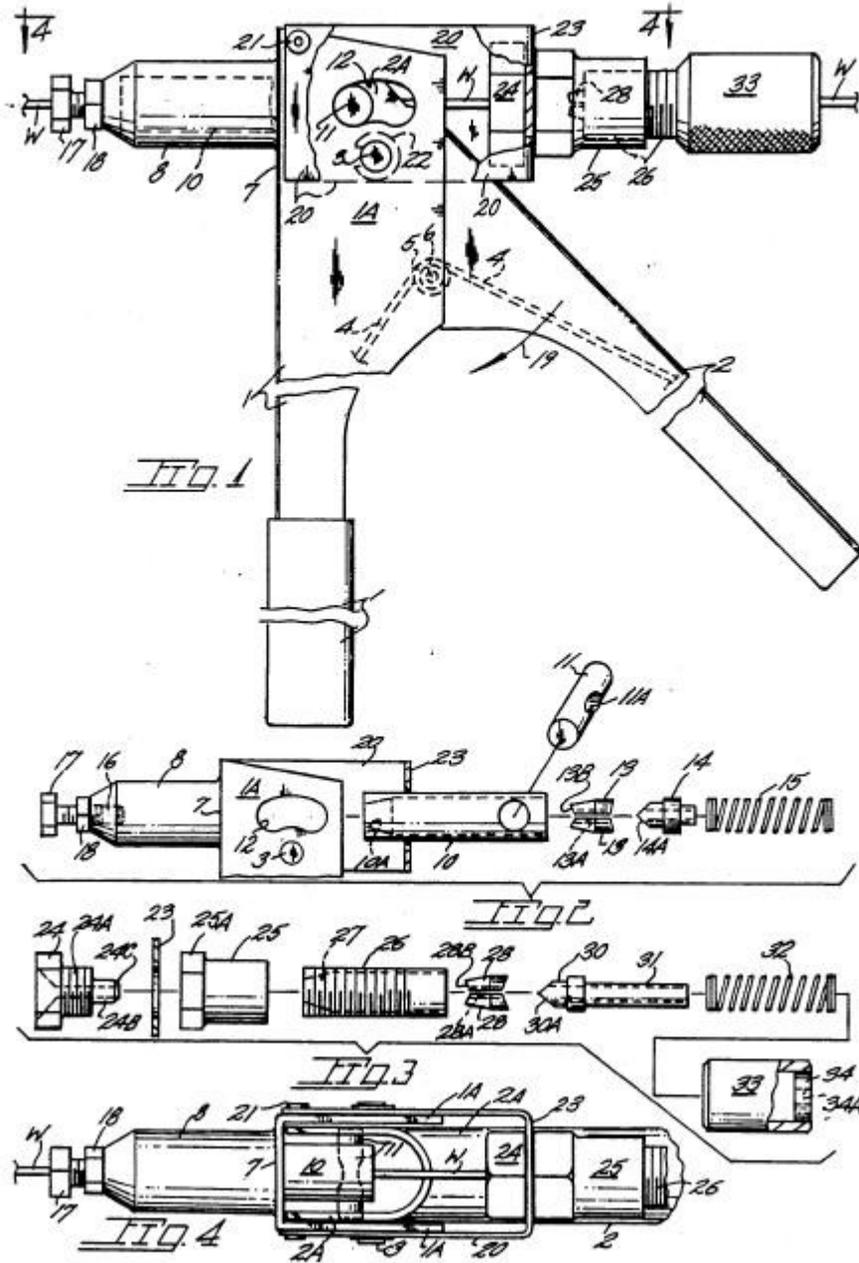
*Primary Examiner*—Lowell A. Larson  
*Attorney, Agent, or Firm*—James D. Givnan, Jr.

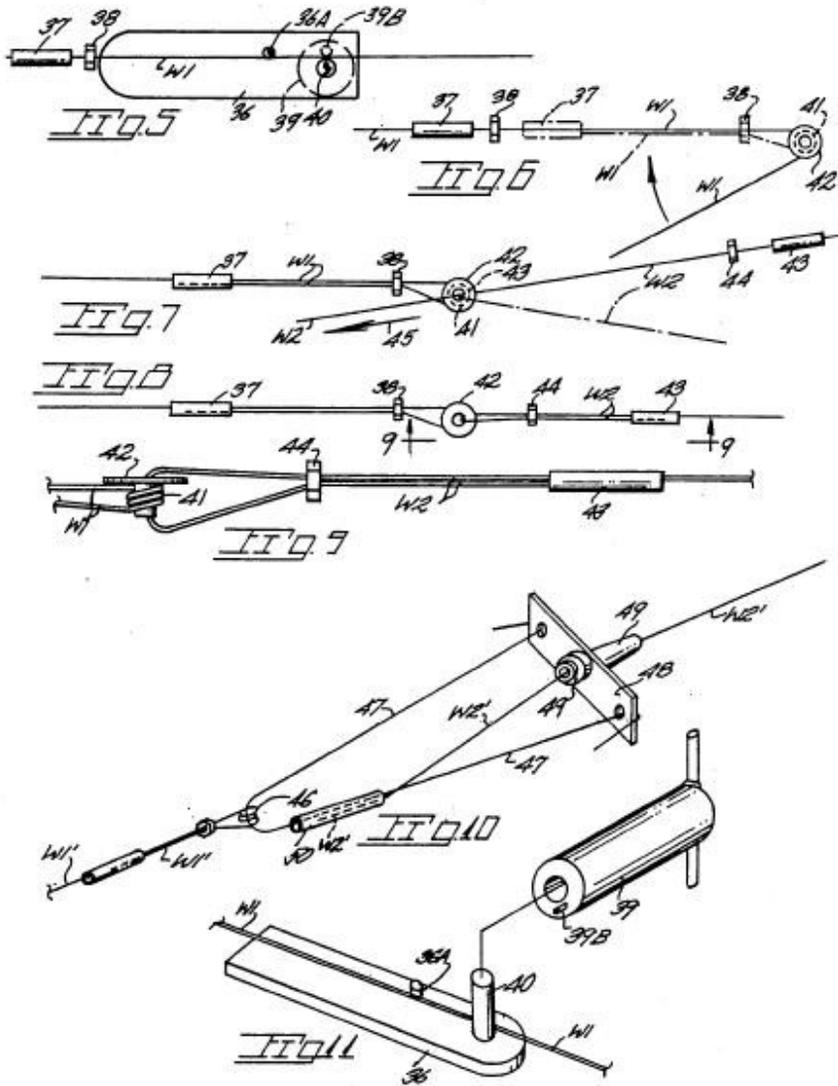
[57] **ABSTRACT**

A tool having a pivoted handle which intermittently retracts a sleeve to close jaws within the sleeve into wire engagement for wire retraction. The wire so tensioned is incrementally advanced axially into a wire retainer assembly and past retainer jaws which admit the wire and hold same against high tension loads. A manual control permits disengagement of the tool retainer jaws from the wire, after wire securement to a support, to enable axial disengagement of the tool from a length of tensioned wire. Methods are disclosed for tensioning and joining two lengths of wire using the present tool. Wire coiling tools are disclosed facilitating the practice of the methods.

11 Claims, 2 Drawing Sheets







**Anexo 7: RESILIENTLY COMPENSATED WIRE TENSIONER PARTICULARLY FOR USE IN THE FIELD OF VINE GROWING (Compensador resistente para mantener la tension de alambres en cercas de cultivos de vid.) Invento de Bortolussi, Claudio.**

Takes the place of EP1699286 (art.158 of the EPC)

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
2 June 2005 (02.06.2005)

PCT

(10) International Publication Number  
**WO 2005/048691 A2**

(51) International Patent Classification: **A01G 17/00**

(21) International Application Number:  
PCT/IB2004/003852

(22) International Filing Date:  
23 November 2004 (23.11.2004)

(25) Filing Language: Italian

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:  
PN2003A000082  
24 November 2003 (24.11.2003) IT

(71) Applicant: **MOLLIFICIO BORTOLUSSI S.R.L.**  
[IT/IT]; Via Trieste, 93, I-33080 Fiume Veneto (PN) (IT).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): **BORTOLUSSI, Claudio** [IT/IT]; C/O MOLLIFICIO BORTOLUSSI S.r.l., Via Trieste, 93, I-33080 Fiume Veneto (IT).

(74) Agent: **DA RIVA, Ermanno**; C/O B.D.R. Agenzia Brevetti "Pordenone" S.r.l., Viale Grigoletti, 90/B, I-33170 Pordenone (IT).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

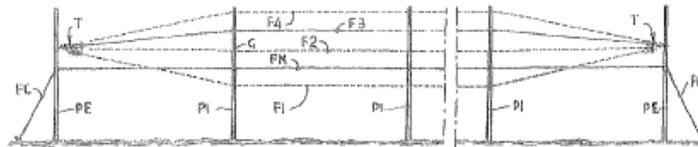
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Declarations under Rule 4.17:**  
— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii)) for all designations  
— as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

**Published:**  
— without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: RESILIENTLY COMPENSATED WIRE TENSIONER PARTICULARLY FOR USE IN THE FIELD OF VINE GROWING



(57) Abstract: Resiliently compensated wire tensioner which can be used especially in the field of vine growing to tension "moving wires" of vine supports. It comprises said wire tensioner (T) a suitable helical spring (1) located between a first hooking member (2) capable of securing it to a corresponding end post (PE) of a support for vines or other plants and a second hooking member (3) suitable for securing it to a winding member (4) to which the ends of the pair of "moving wires" (F) normally used in the construction of the said supports are secured and which when suitably operated in rotation by a suitable tool causes winding and consequent tensioning of the same (F), the said helical spring (1) having turns at some distance from each other so that it can be operated under compression and the corresponding first hooking member (2) and second hooking member (3) being applied thereto in such a way as to stress it only by shortening; a suitable immobilising member (5) capable of securing the said winding member (4) in the appropriate tensioning position being also provided.

WO 2005/048691 A2

WO 2005/048691

1/1

PCT/IB2004/003852

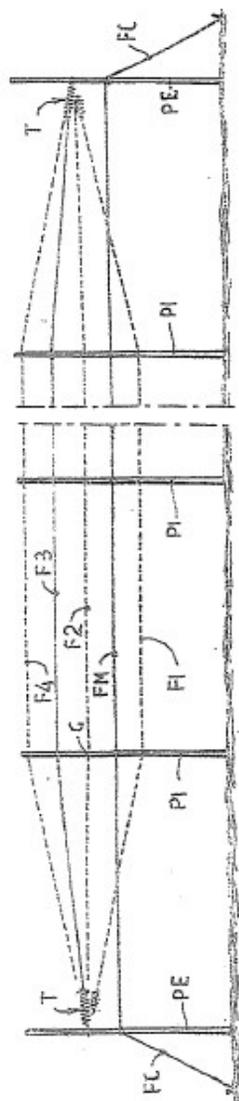


Fig. 1

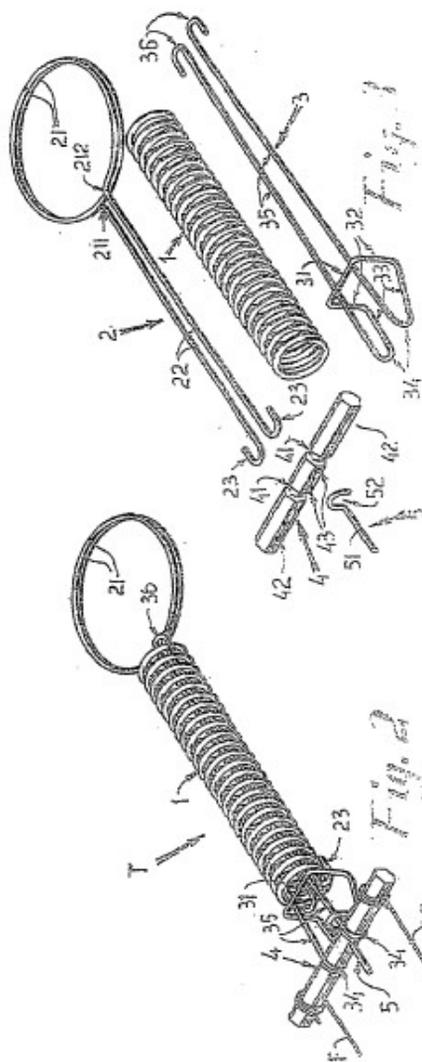


Fig. 2

## Anexo 8: GUIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO TENSADOR DE ALAMBRE

### LISO Y/O DE PÚAS PARA LA INSTALACIÓN DE ALAMBRADOS TRADICIONALES.

#### INTRODUCCIÓN:

El presente manual es una pequeña guía, que será de gran utilidad para una adecuada operación del equipo, para que sea utilizado de manera correcta y con seguridad.

Por otro lado se recomiendan también algunas pautas sobre mantenimiento las cuales servirán de guía para conservar el equipo tanto antes como después de su utilización.

#### PARTES DEL EQUIPO:

DESENROLLADOR CON  
CILINDROS GIRATORIOS.

PLATAFORMA PRINCIPAL.



MECANISMO TENSADOR

PARTES PRINCIPALES DEL EQUIPO TENSADOR.

**OPERACIÓN:**

De acuerdo al perímetro de área a cercar, colocar los respectivos rollos de alambres que se van a utilizar en los cilindros giratorios correspondientes, de ser necesario dividir los rollos en los tres cilindros giratorios.



**DIVISION Y COLOCACION DE ROLLOS EN EL EQUIPO.**

Colocar el equipo en el borde del primer poste plantado, y fijar los alambres al poste de madera, hacer dar 2 ó 3 vueltas el alambre alrededor del poste de madera y luego trenzarlo, de ser necesario asegurar fijando el alambre al poste con una grapa.



**FIJACIÓN DEL ALAMBRE AL PRIMER POSTE.**

Una vez fijos los alambres al primer poste trasladar el equipo hasta el siguiente poste, a medida que este se lleve los rollos de alambre se irán desenrollando, al llegar al siguiente poste colocar fijar el equipo al poste colocado el apoyo triangular en el poste de madera que debe ser previamente asegurado con el templador para evitar que se flexione.



#### TEMPLADO DEL POSTE Y DESENLROLLADO DE ALAMBRES.

Una vez posicionado el equipo, enganchar los alambres en los ganchos correspondientes en el mecanismo tensador, haciendo dar 2 vueltas al alambre alrededor del gancho, y proceder a girar el mecanismo utilizando la palanca hasta lograr la tensión deseada, el mecanismo antiretorno permitirá que el alambre se mantenga tenso para su fijación con grapas en los postes de madera.



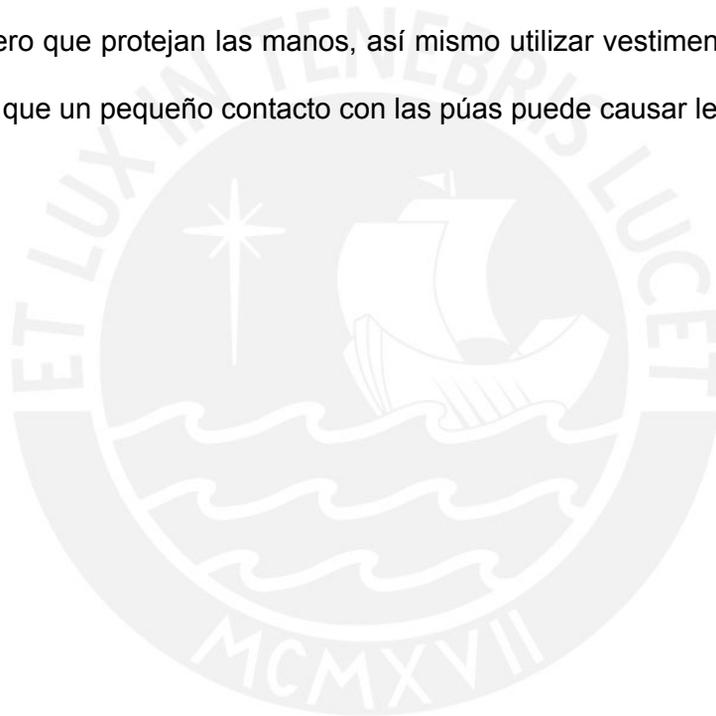
#### ENGANCHAR LOS ALAMBRES EN EL MECANISMO TENSADOR Y PROCEDER A TENSAR.

Una vez lograda la tensión deseada fijar los alambres al poste de madera mediante grapas, luego con precaución girar lentamente la palanca en el sentido permitido y retirar la uña para que se pueda girar en sentido inverso. Girar la palanca en sentido inverso manteniendo la uña separada del trinquete para desenganchar los alambres del mecanismo tensador, luego proceder a trasladar el equipo al siguiente poste y repetir el procedimiento hasta terminar la instalación del alambrado a todo el perímetro que se desea tensar.



**FIJACIÓN DEL ALAMBRE AL POSTE DE MADERA.**

Es recomendable que para la operación del equipo y la manipulación de alambres de púas se utilicen guantes de cuero que protejan las manos, así mismo utilizar vestimenta de manga larga para proteger los brazos ya que un pequeño contacto con las púas puede causar lesiones.



**MANTENIMIENTO:**

Para una adecuada conservación de la maquina es necesario seguir las siguientes recomendaciones antes de utilizar el equipo así como para guardarlo en caso de que no se utilice:

Limpiar quitando todo el polvo que se haya acumulado en el equipo.

Engrasar las siguientes partes antes de su operación y después de la misma si este va a ser guardado sin utilizar por un largo periodo de tiempo (Guardado más de 2 meses.)

