



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL CONTEO Y SEPARACIÓN DE VARILLA CORRUGADA CON INTERFAZ GRAFICA (HMI), EN EL ÁREA DEL TRANSFERIDOR DEL TREN DE LAMINACIÓN UNO DE LA EMPRESA NOVACERO S.A. PLANTA INDUSTRIAL LASSO”

MUSO AMORES ALEX WLADIMIR

TORO RUBIO JAIME PATRICIO

2012

INGENIERÍA MECATRÓNICA

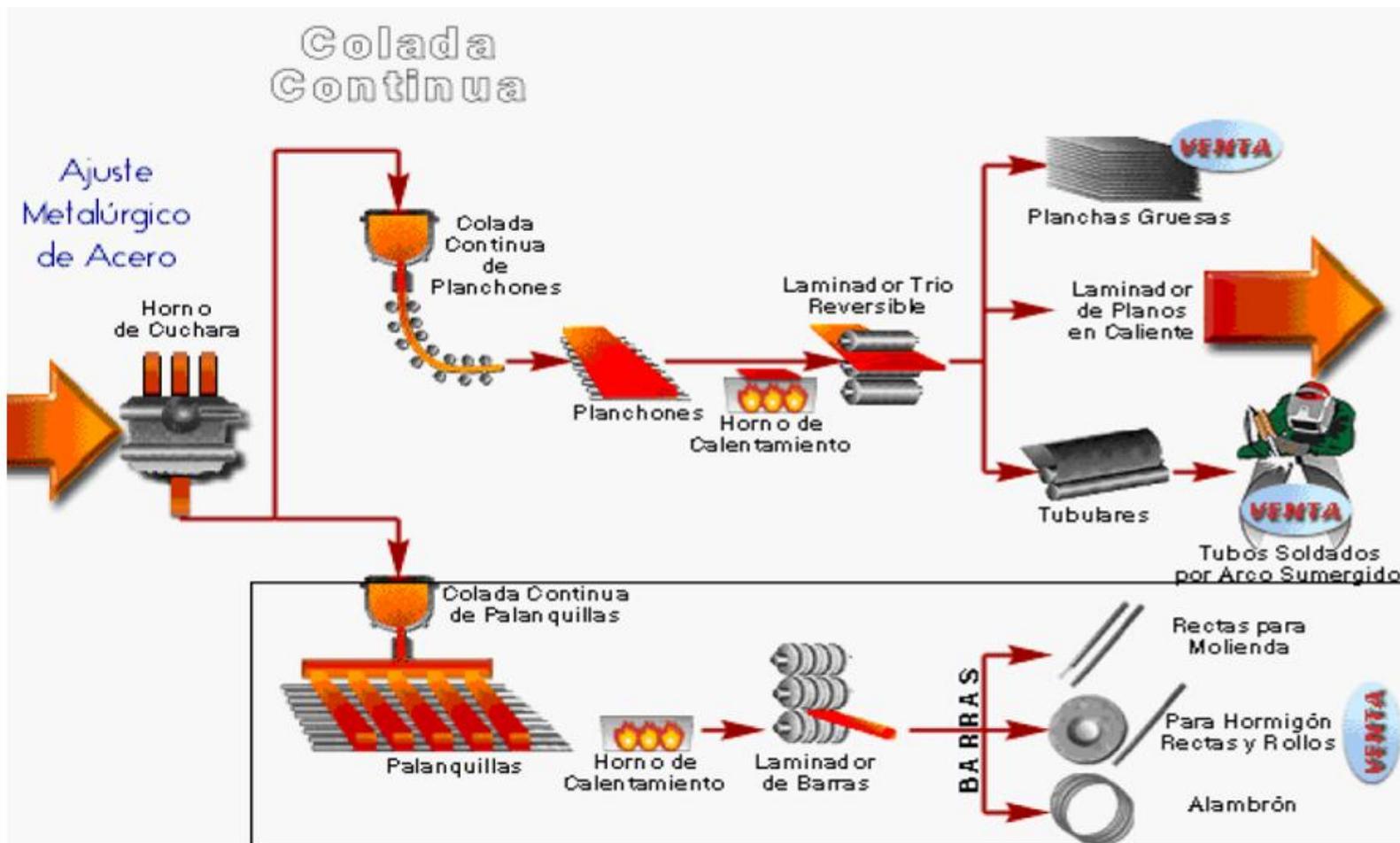
CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

FUNDICIÓN Y LAMINADO

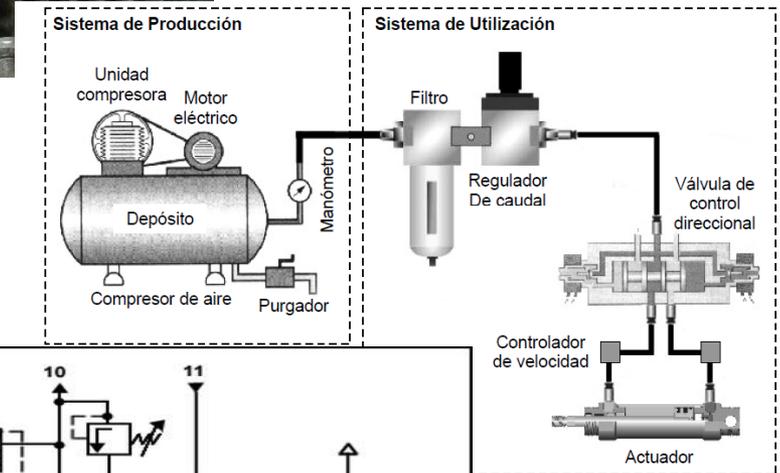


SISTEMAS MECÁNICOS

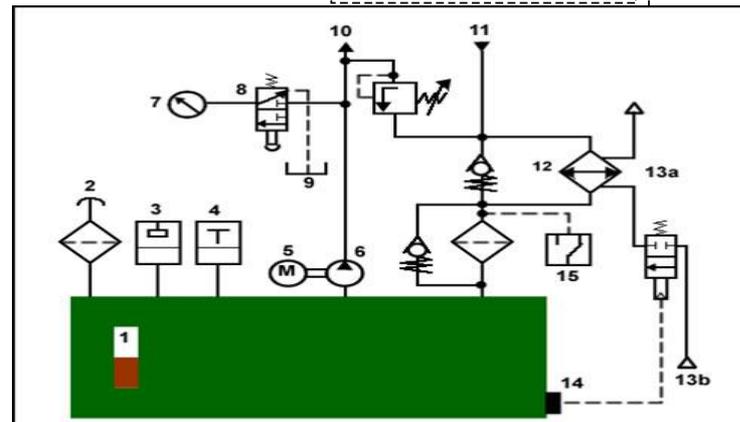
➤ Mecanismos



➤ Sistema neumático



➤ Sistema hidráulico



SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

- Elementos de captación de variables físicas
- Elementos operativos constitutivos
- Controlador
- Comunicación

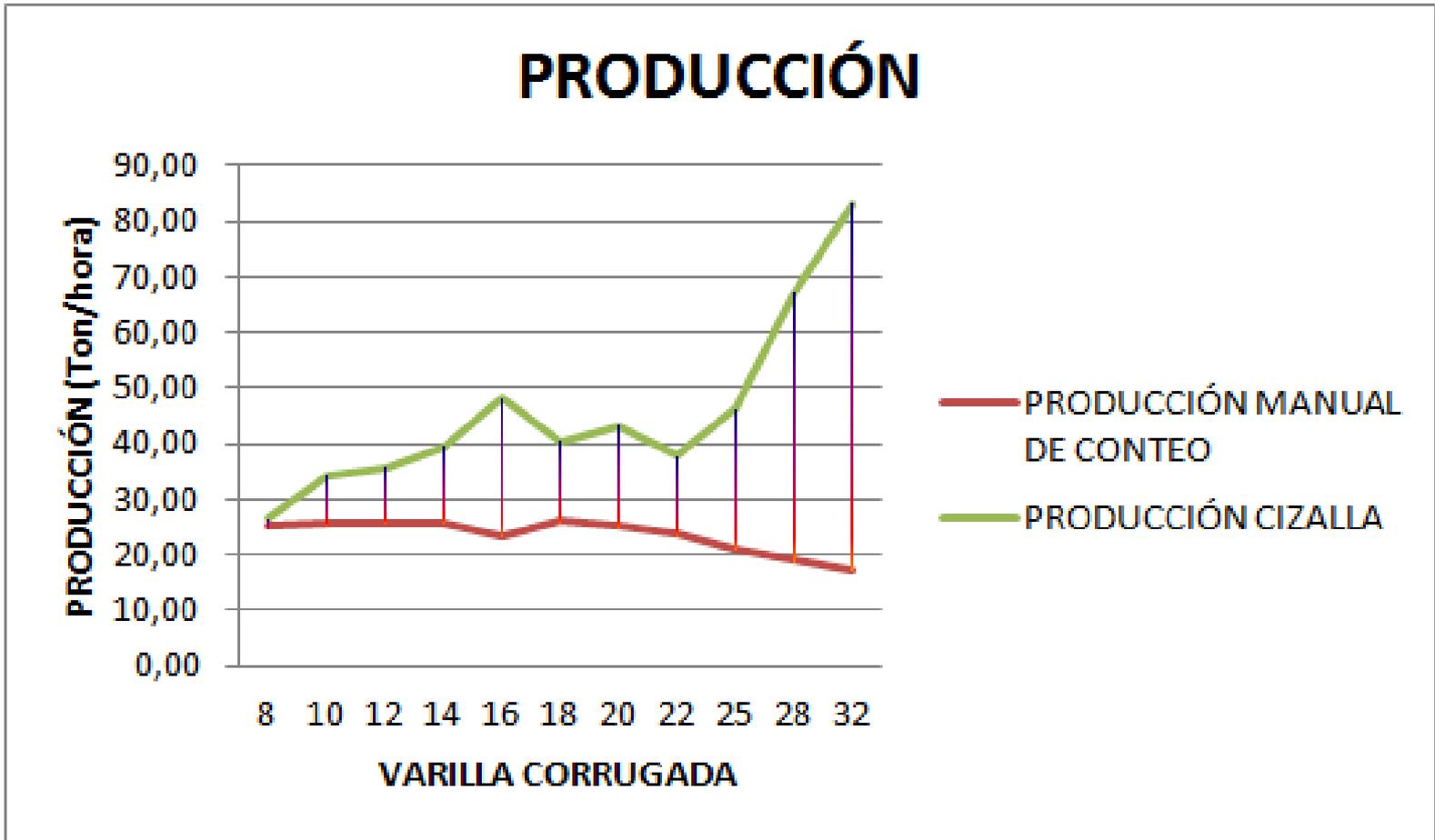


CAPÍTULO II

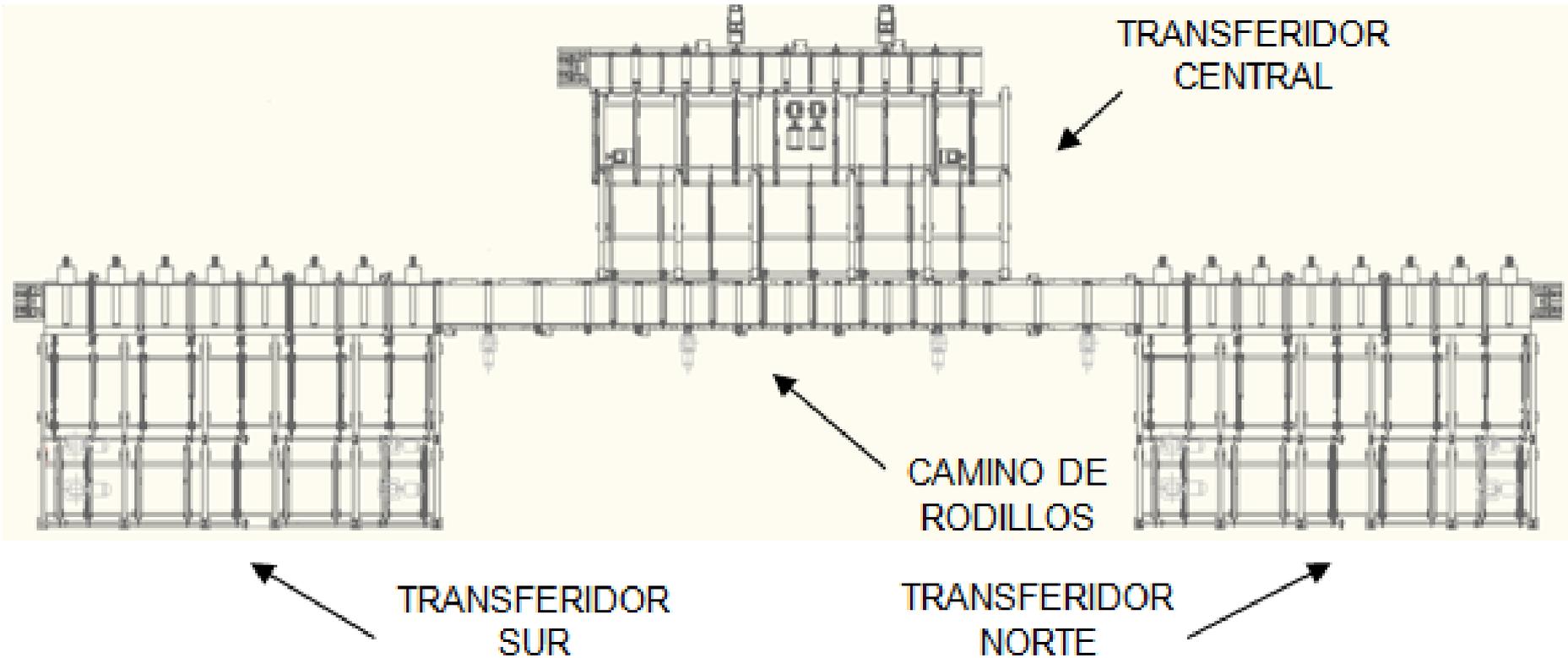
DISEÑO DEL SISTEMA MECÁNICO Y ELÉCTRICO



IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

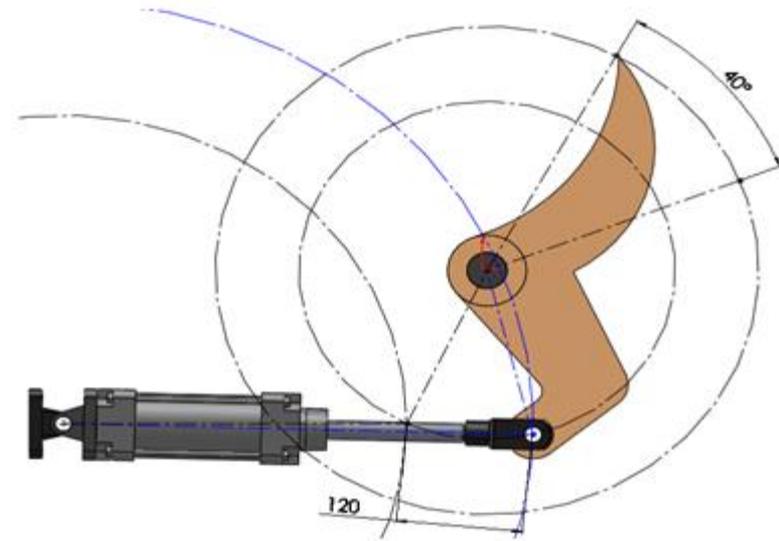
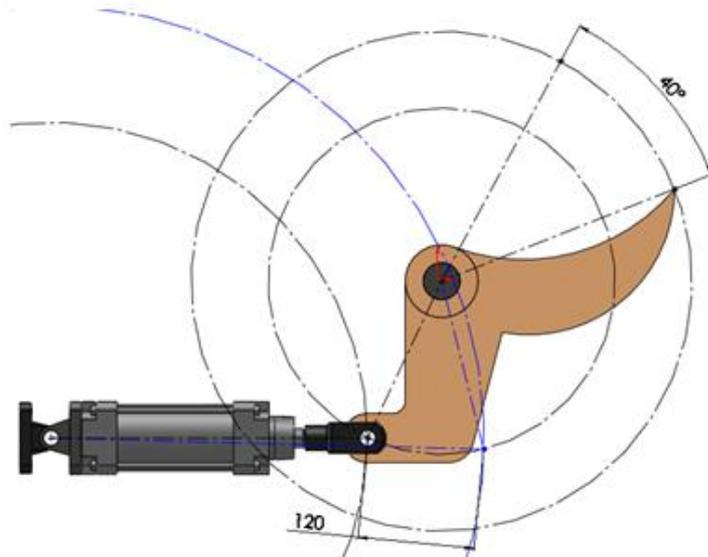
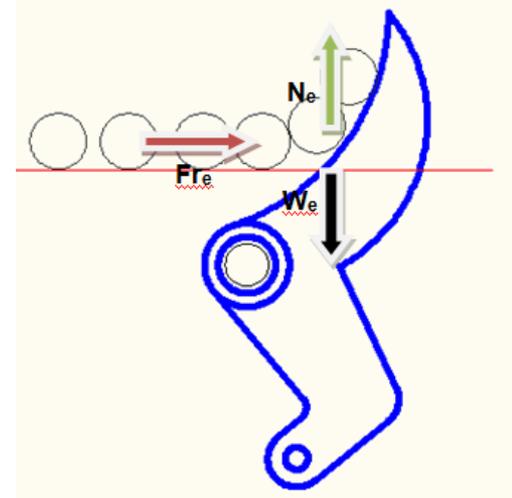


ZONA DE TRANSFERENCIA Y CONTEO DE MATERIAL



UÑA DE ENTRADA

- Geometría uña de entrada
- Mecanismo
 - Actuador de desplazamiento neumático:
 - Carga 1265.15 N
 - Embolo \varnothing 63 mm
 - Velocidad de acción 0.1506 m/s
 - Presión 6 Bar



Análisis de esfuerzos UÑA DE ENTRA

Material: ASTM A 30

Módulo Elástico: 250 MPa

Esfuerzos

$$\sigma_{flex} = 51.13 \text{ MPa}$$

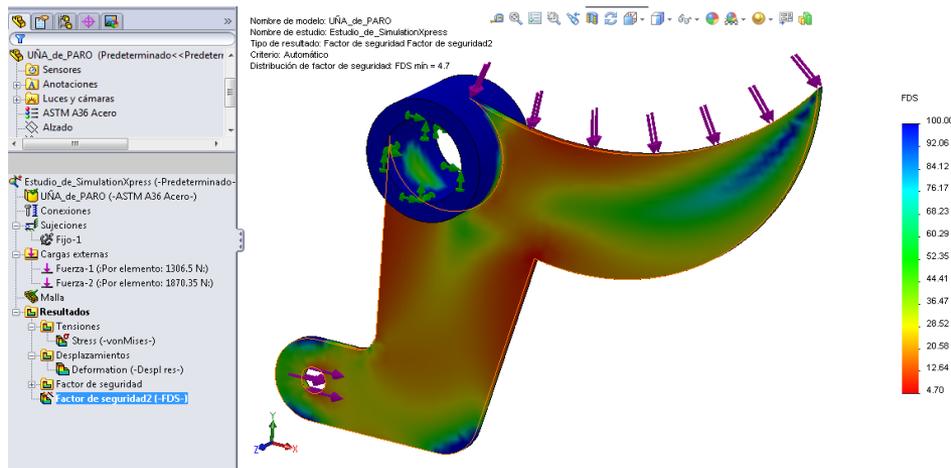
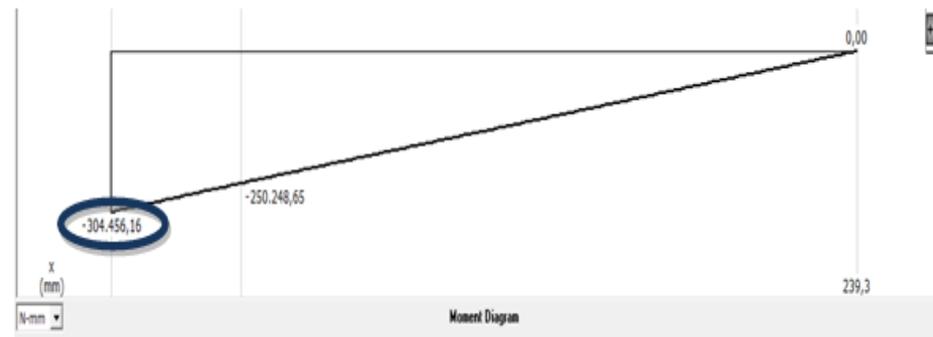
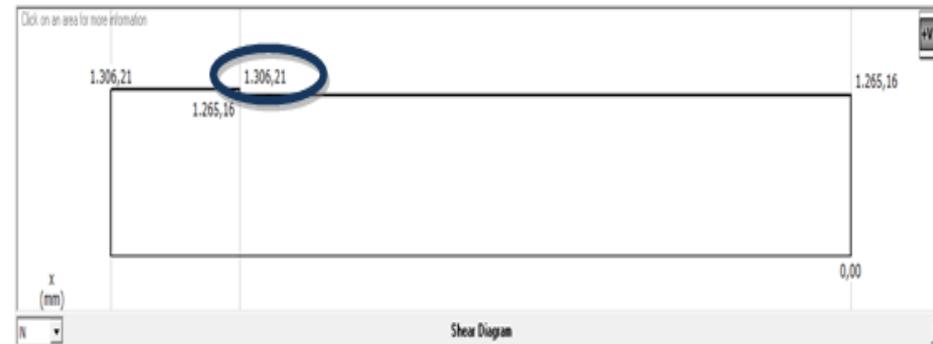
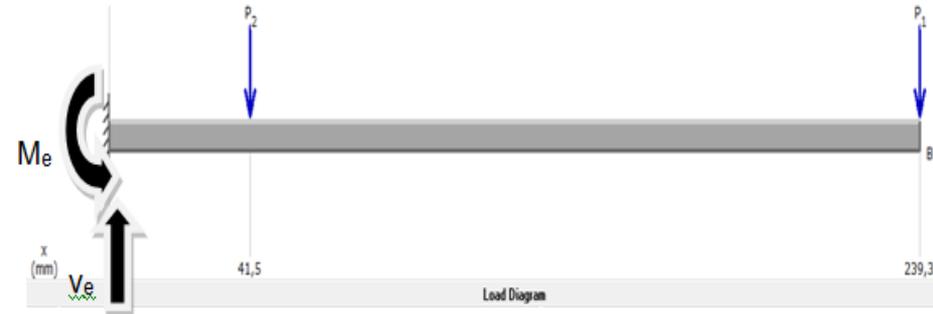
$$\tau_{corte} = 4.1 \text{ Mpa}$$

Factor de servicio calculado

$$F_s = 4.84$$

Factor de servicio simulado

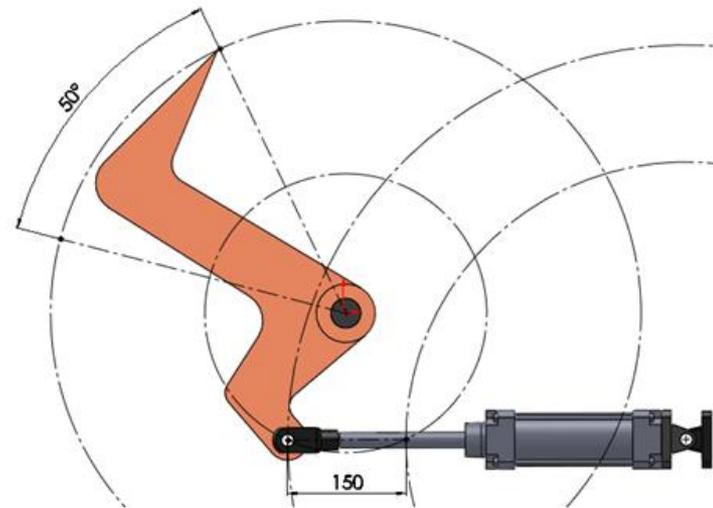
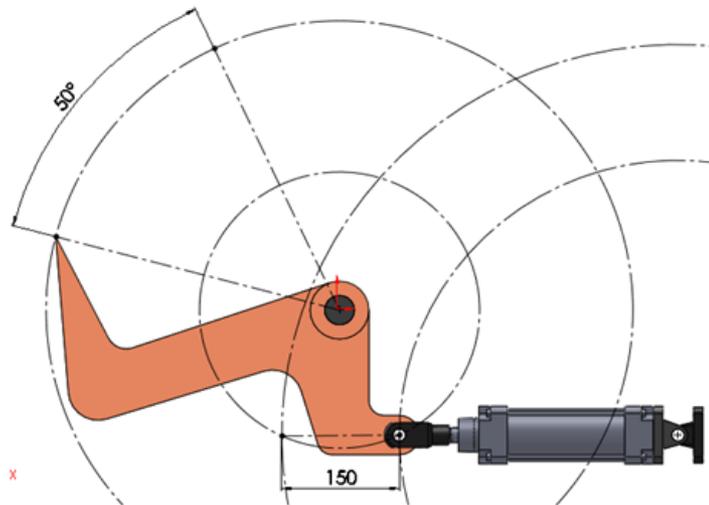
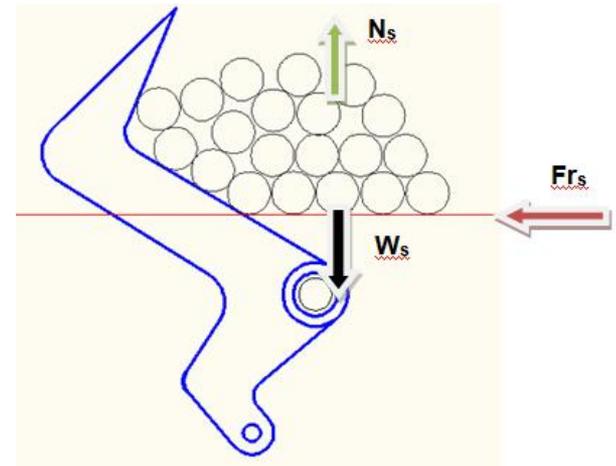
$$F_s = 4.7$$



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

UÑA DE SALIDA

- Geometría uña de salida
- Mecanismo
 - Actuador de desplazamiento neumático:
 - Carga 836.71 N
 - Embolo \varnothing 63 mm
 - Velocidad de acción 0.1883 m/s
 - Presión 6 Bar



Análisis de esfuerzos UÑA DE SALIDA

Material: ASTM A 30

Módulo Elástico: 250 MPa

Esfuerzos

$$\sigma_{flex} = 48 \text{ MPa}$$

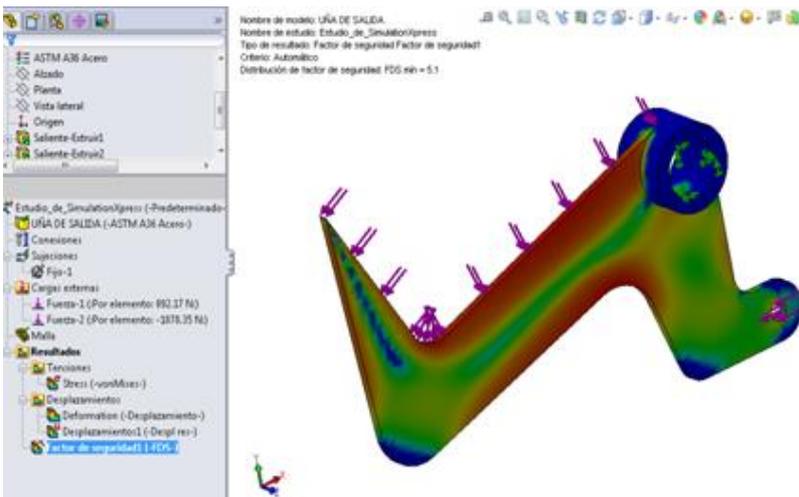
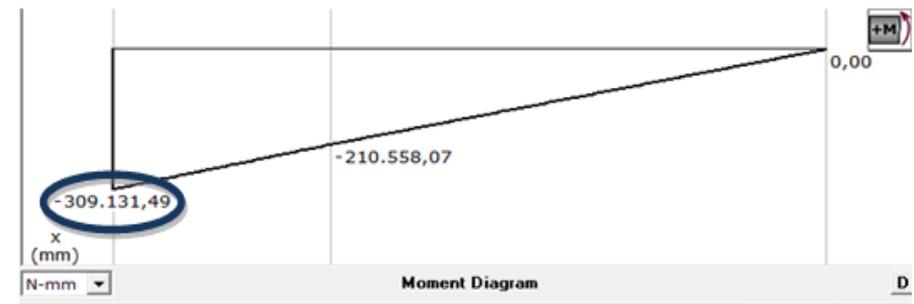
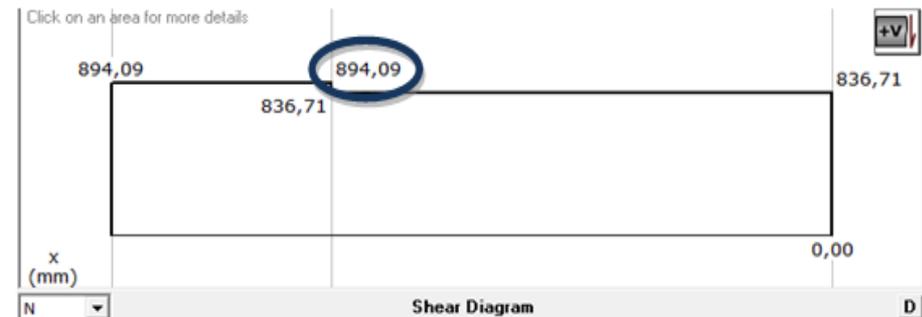
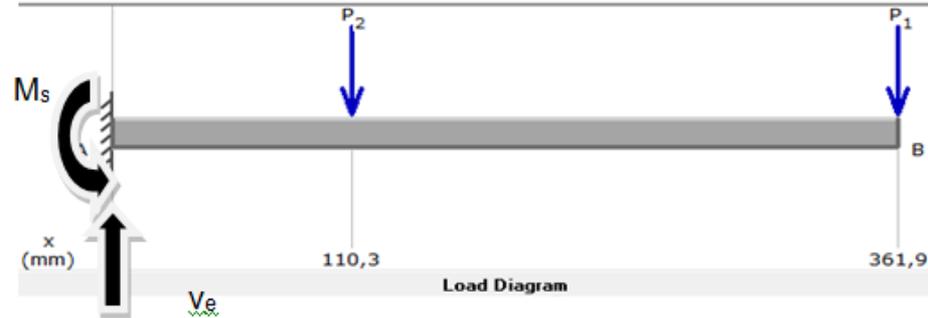
$$\tau_{corte} = 2.7 \text{ Mpa}$$

Factor de servicio calculado

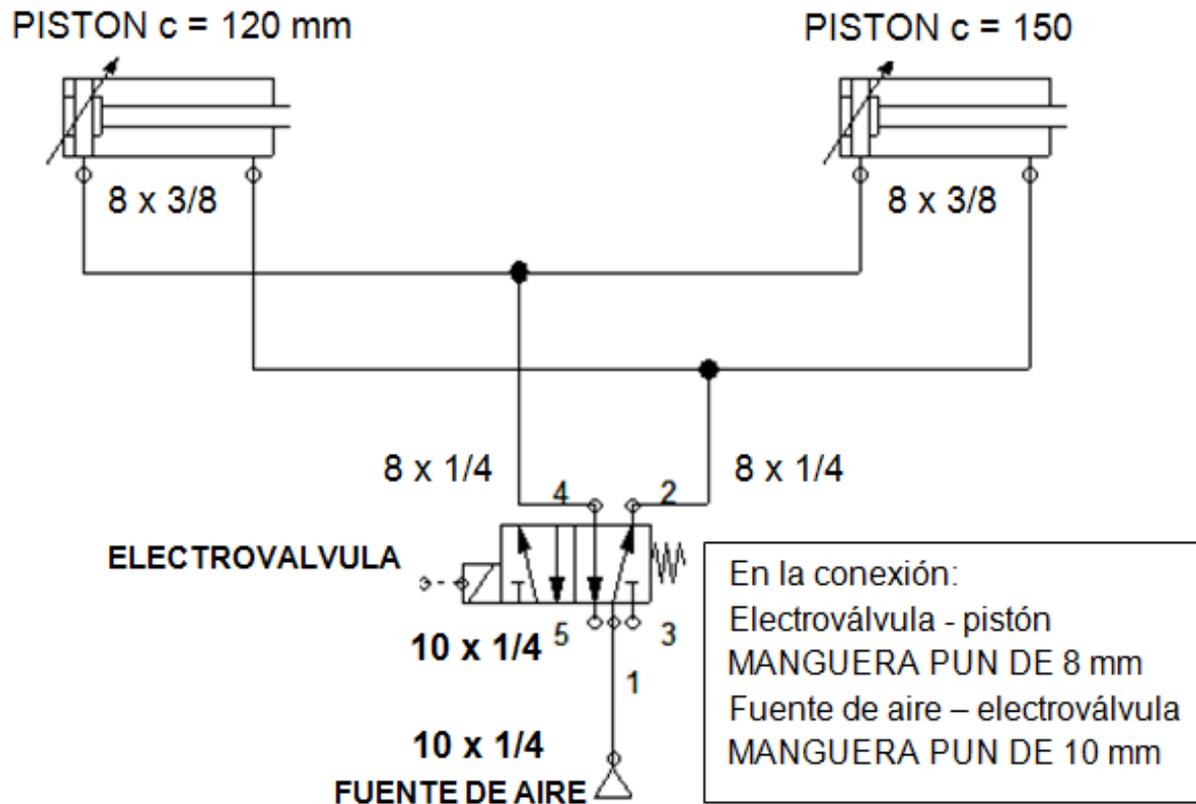
$$F_s = 5.18$$

Factor de servicio simulado

$$F_s = 5.1$$



CIRCUITO NEUMÁTICO



Electroválvula

- ✓ SOV 35 SOS OO
- ✓ SOV = Electroválvula
- ✓ 3 = Racor 1/2"
- ✓ 5 = # de vías
- ✓ SO = Solenoide
- ✓ S = Resorte mecánico
- ✓ OO = 5/2

Pistones

- Ø 63 mm (Embolo)
- Doble efecto
- Carrera 120 mm y 150 mm

Fuente de alimentación

6 Bar



BASES DE SUJECCIÓN DE LOS PISTONES DE ENTRADA Y DE SALIDA

- Geometría de sujeción de los pistones de entrada y de salida.
- Fuerzas y acción de los mecanismos que actúan sobre la pieza = 1870.74 N

Esfuerzos

$$\sigma_{flex} = 19.19 \text{ MPa}$$

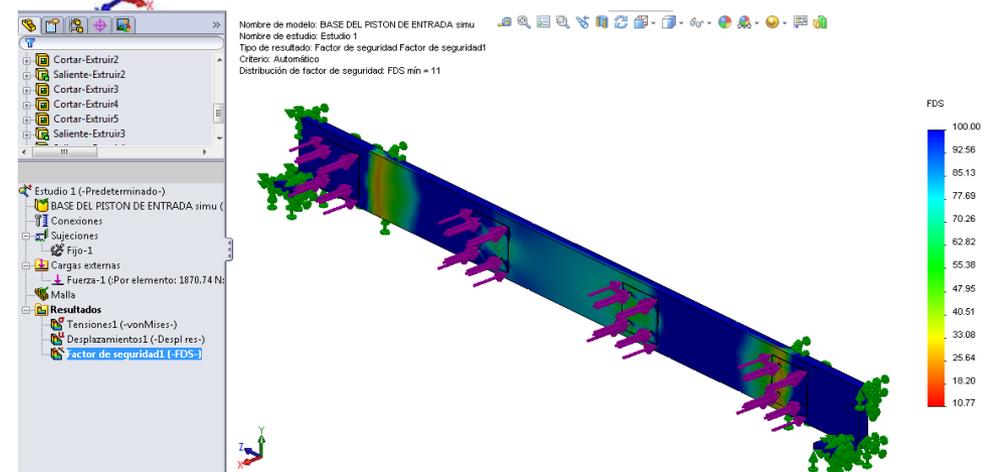
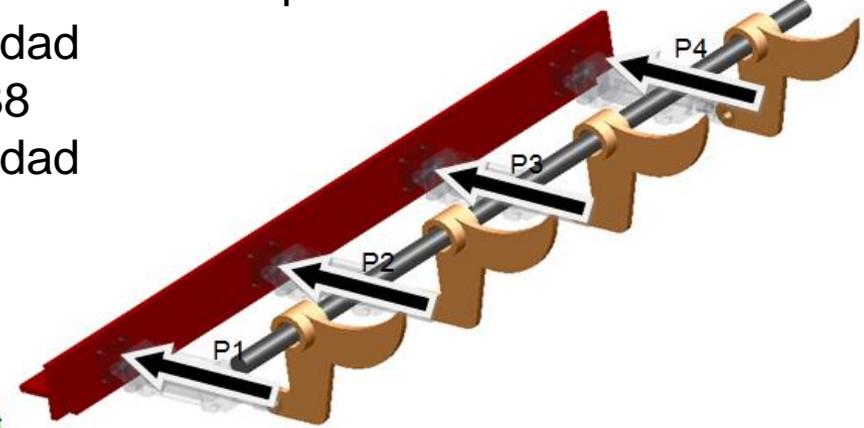
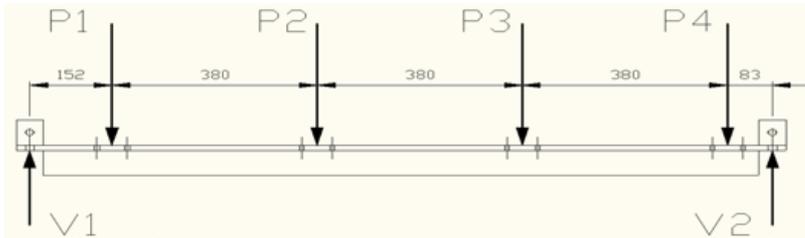
$$\tau_{corte} = 3.44 \text{ Mpa}$$

Factor de seguridad

calculado = 12.38

Factor de seguridad

simulado = 11



DISEÑO DEL EJE DE BALANCEO DE LAS UÑAS DE ENTRADA Y SALIDA

- Geometría de sujeción de los pistones de entrada y de salida.
- Fuerzas y acción de los mecanismos que actúan sobre la pieza = 1870.74 N

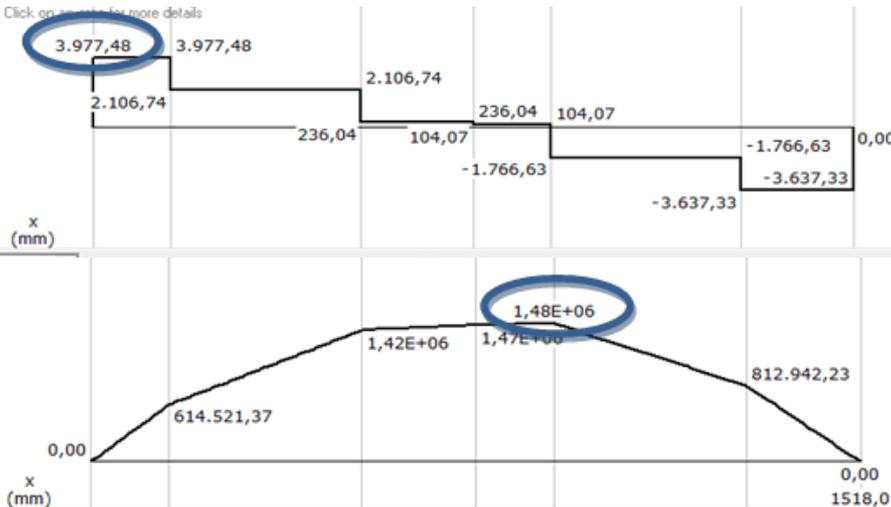
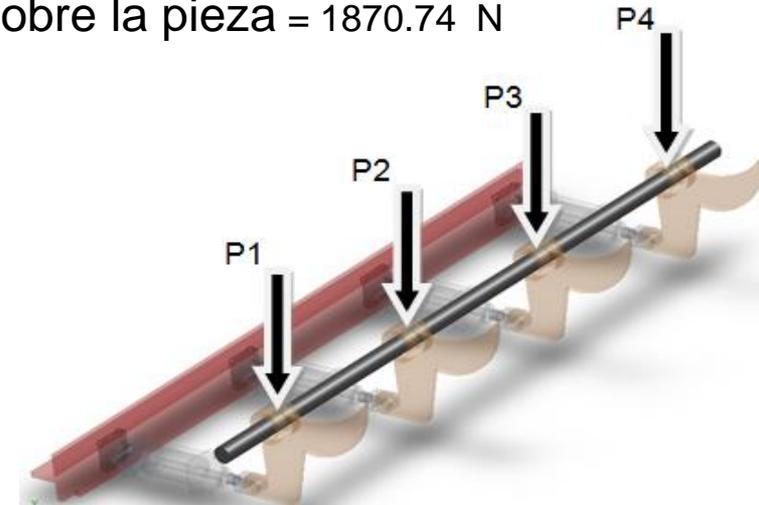
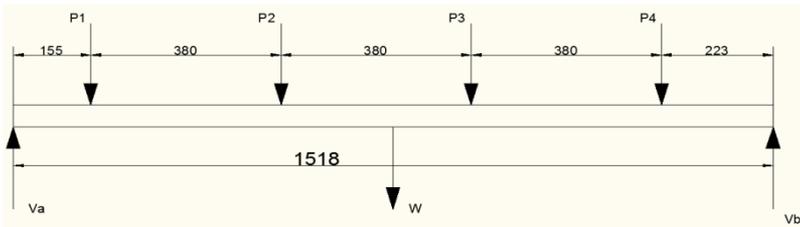
Esfuerzos

$$\sigma_{flex} = 120.6 \text{ MPa}$$

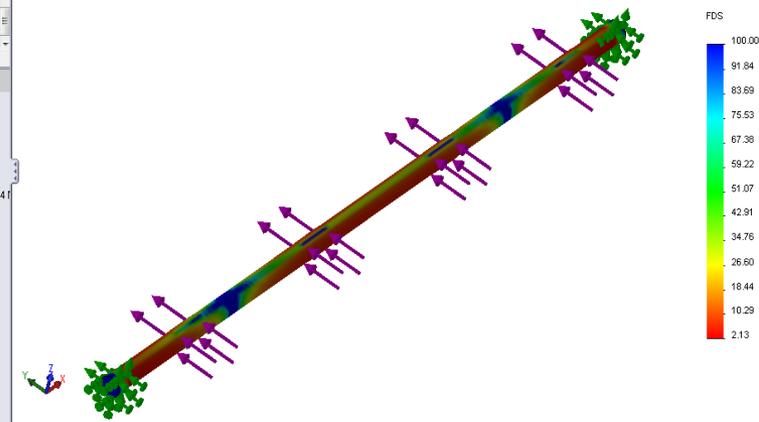
$$\tau_{corte} = 2.7 \text{ Mpa}$$

Factor de seguridad
calculado = 2.91

Factor de seguridad
simulado = 2.1



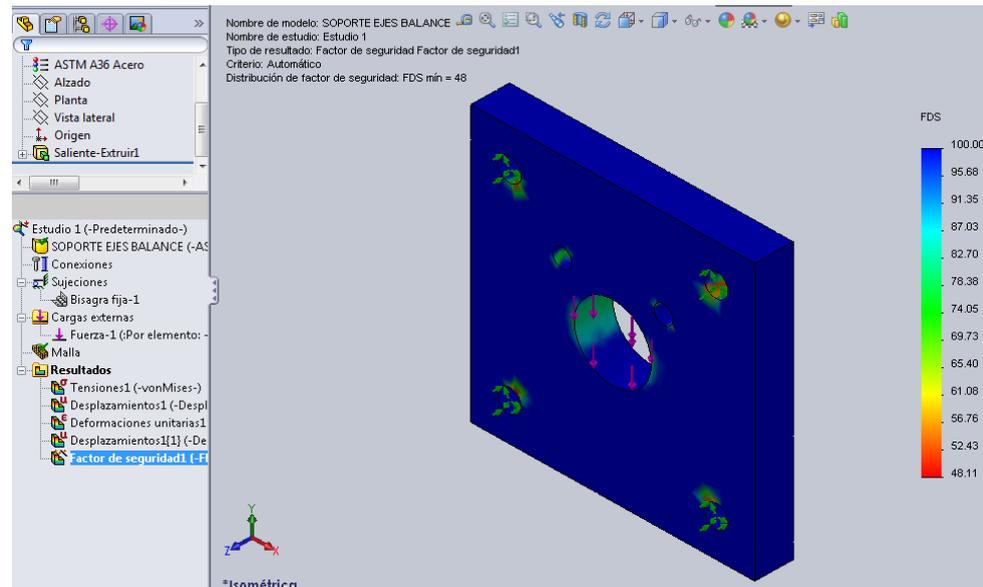
Nombre de modelo: eje de rotacion
 Nombre de estudio: Estudio 1
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.1



DISEÑO DEL BUJE PARA EL EJE DE SOPORTE DE LAS UÑAS DE ENTRADA Y DE SALIDA

Fuerza aplicada = 3911.55 N

Factor de seguridad = 48

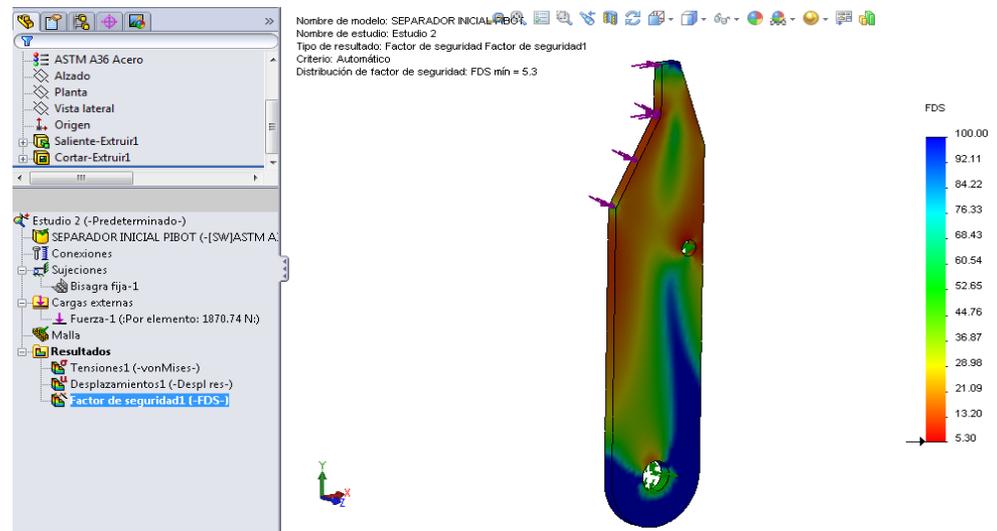
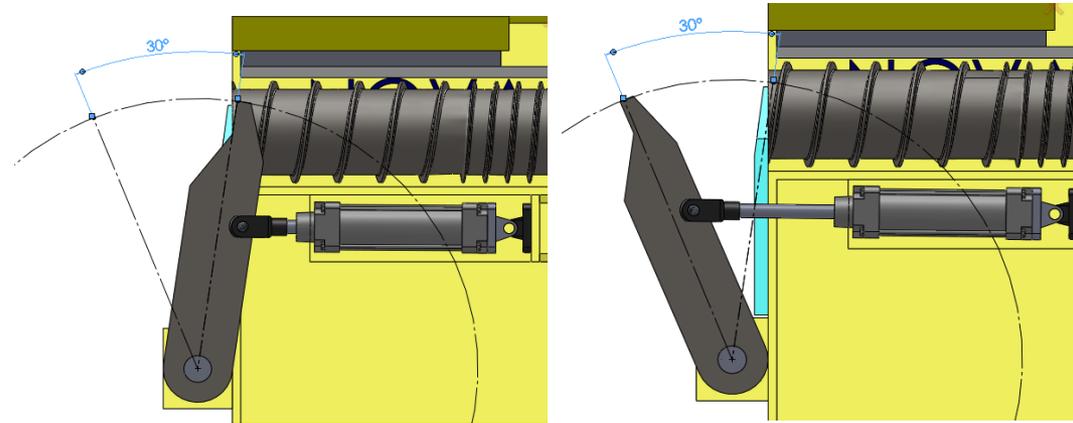


DISEÑO DEL SEPARADOR INICIAL

Geometría del separador y forma del mecanismo

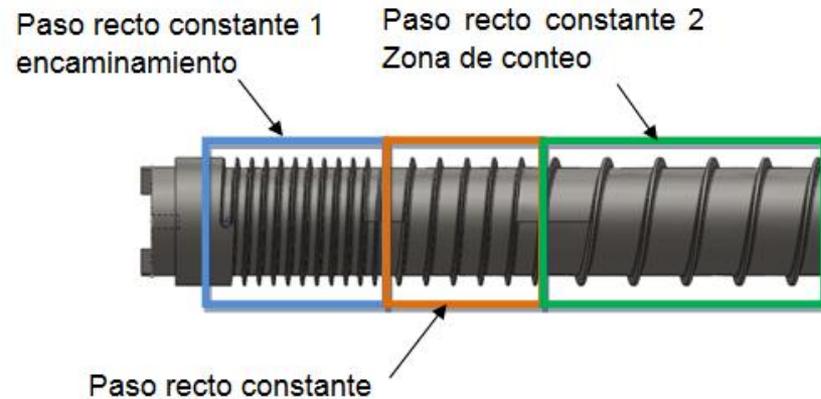
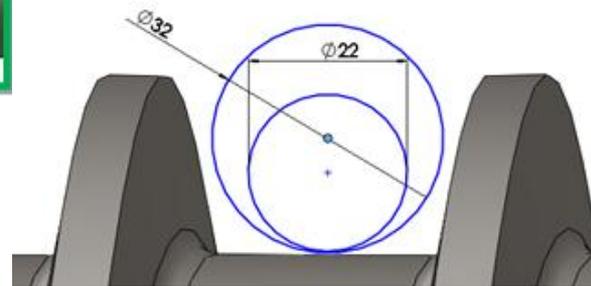
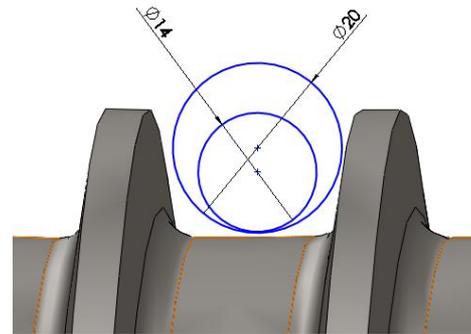
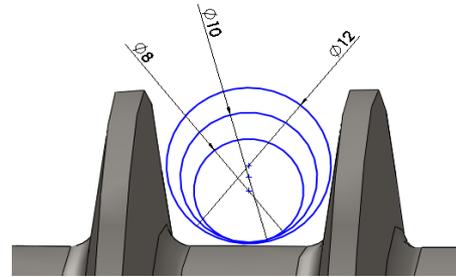
Pistón \varnothing 63 mm de émbolo
Carrera 120 mm

Carga = 500 N
Factor de seguridad 5.3

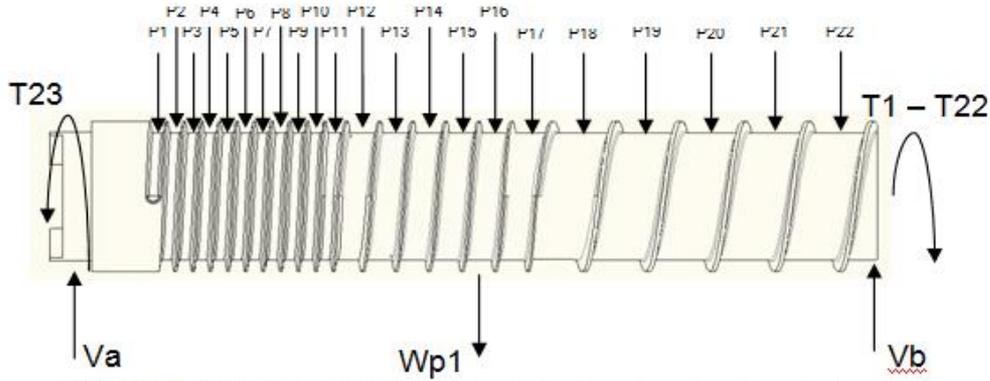


MATRICES DE CONTEO

MATRICES	PRODUCTO
MATRIZ UNO	VC 8, VC 10, VC 12
MATRIZ DOS	VC 14, VC 16, VC 18, VC 20
MATRIZ TRES	VC 22, VC 25, VC 28, VC32



MATRIZ 1



Cargas:

P1-P22 = 26.12 N

Fr1 – Fr22 = 4.96

Factor de

seguridad

calculado = 1267

Esfuerzos

$\sigma_{flex} = 0.46$ MPa

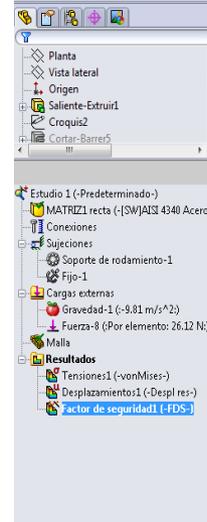
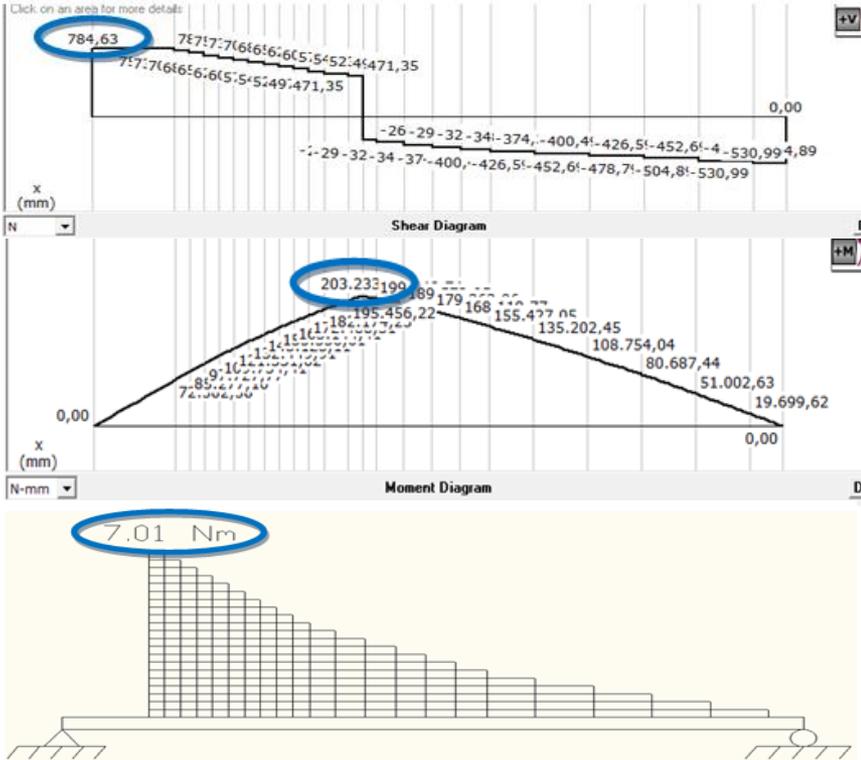
$\tau_{cort} = 0.16$ MPa

$\tau_{torsión} = 0.018$ MPa

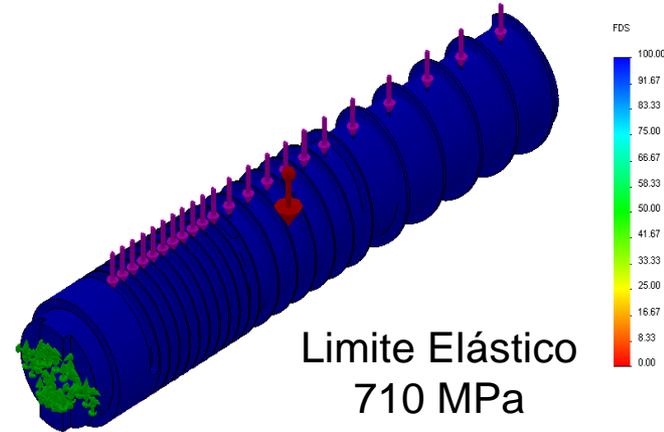
Factor de

seguridad

simulado = 900



Nombre de modelo: MATRIZ1 recta
 Nombre de estudio: Estudio 1
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS min = 9e+002

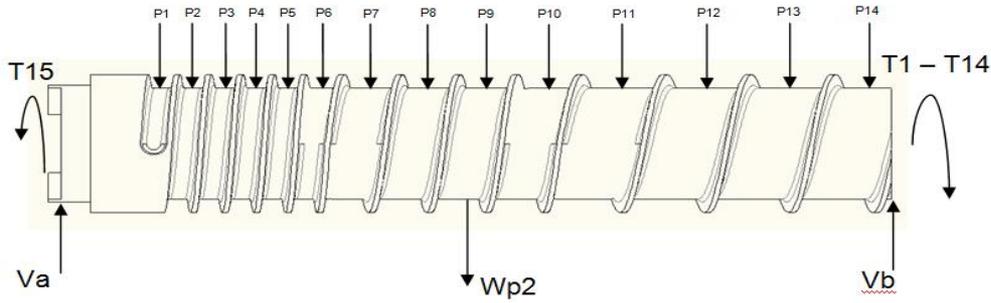


Limite Elástico
710 MPa



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

MATRIZ 2



Cargas:

P1-P14 = 72.5 N

Fr1 - Fr22 = 13.78 N

Factor de seguridad

calculado = 913.38

Esfuerzos

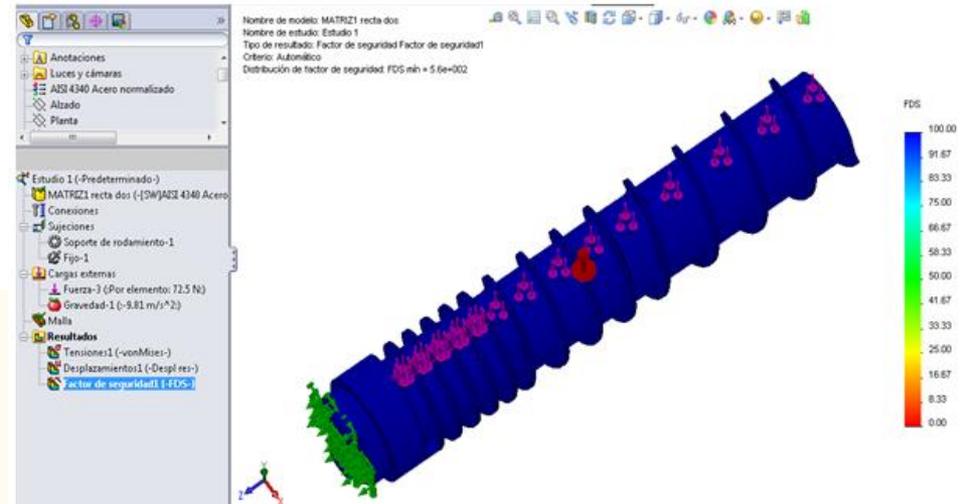
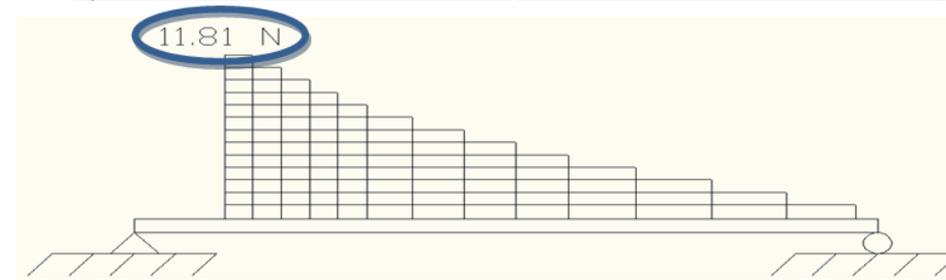
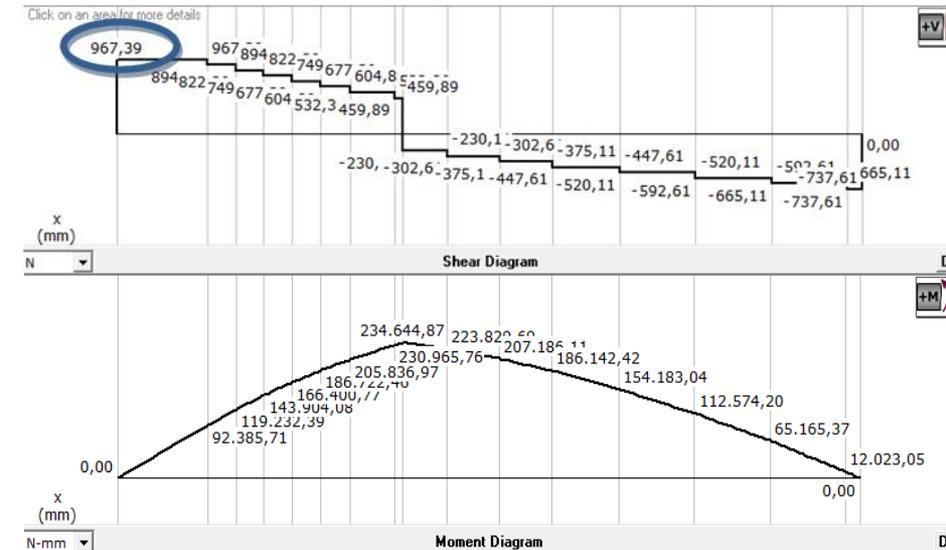
$\sigma_{flex} = 0.64 \text{ MPa}$

$\tau_{cort} = 0.22 \text{ MPa}$

$\tau_{torsión} = 0.035 \text{ MPa}$

Factor de seguridad

simulado = 560



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

MATRIZ 3

Cargas:

$$P1-P9 = 235 \text{ N}$$

$$Fr1 - Fr9 = 44.65 \text{ N}$$

Esfuerzos

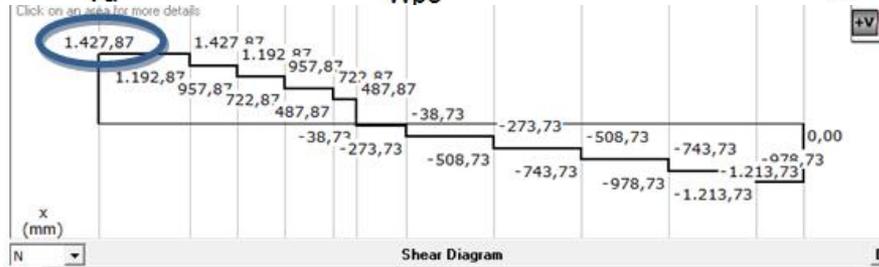
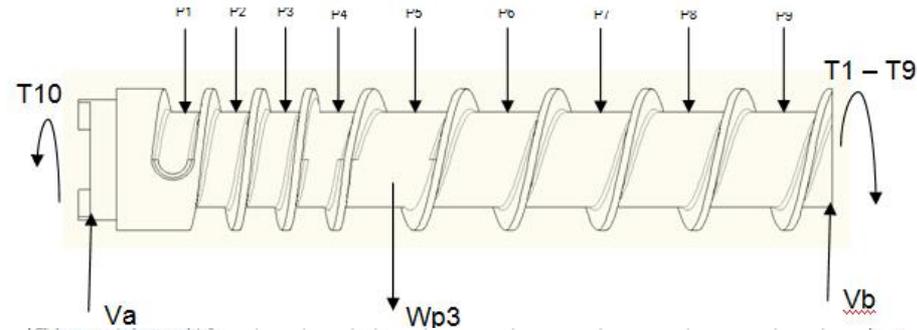
$$\sigma_{flex} = 1.78 \text{ MPa}$$

$$\tau_{cort} = 0.53 \text{ MPa}$$

$$\tau_{torsión} = 0.11 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad
calculado = 339.56

Factor de seguridad
simulado = 150



Ø MÍNIMO MATRIZ 3

Acero 4340

$S_{ut} = 250$ Kpsi. (Resistencia a la tensión) = Resistencia $S'_e = 100$ Kpsi

Factor de superficie $K_a = 0.625$ (Maquinado o laminado en frío)

Factor de tamaño $K_b = 0.73$ $0.91d^{-0.157}$ $2 < d \leq 10$ in

Factor de carga $K_c = 1$ (Flexión = 1)

Factor de temperatura $K_d = 1.020$ (Temperatura 100°C)

Factor de confiabilidad $K_e = 0.814$ (confiabilidad 99%)

Factor de efectos diversos $K_f = 1$ (Resultado de los factores mencionados)

Límite de resistencia a la fatiga $S_e = 37.9$ Kpsi

Para los factores $K_t = 2.2$ (Flexión) y $K_{ts} = 3$ (Torsión) (Cuñero fresado)

Muesca $q_f = 0.98$ (Redondeos 4 mm)

Elementos sometidos a torsión $q_t = 1$

Factores de concentración de esfuerzo por fatiga de flexión y la torsión $K_f = 2.176$ y $K_{fs} = 3$

$M_{\text{máx}} = 310.7$ Nm = $M_a = 2748.82$ lb.pulg

$T_{\text{máx}} = 20.52$ Nm = $T_m = 181.54$ lb.pulg

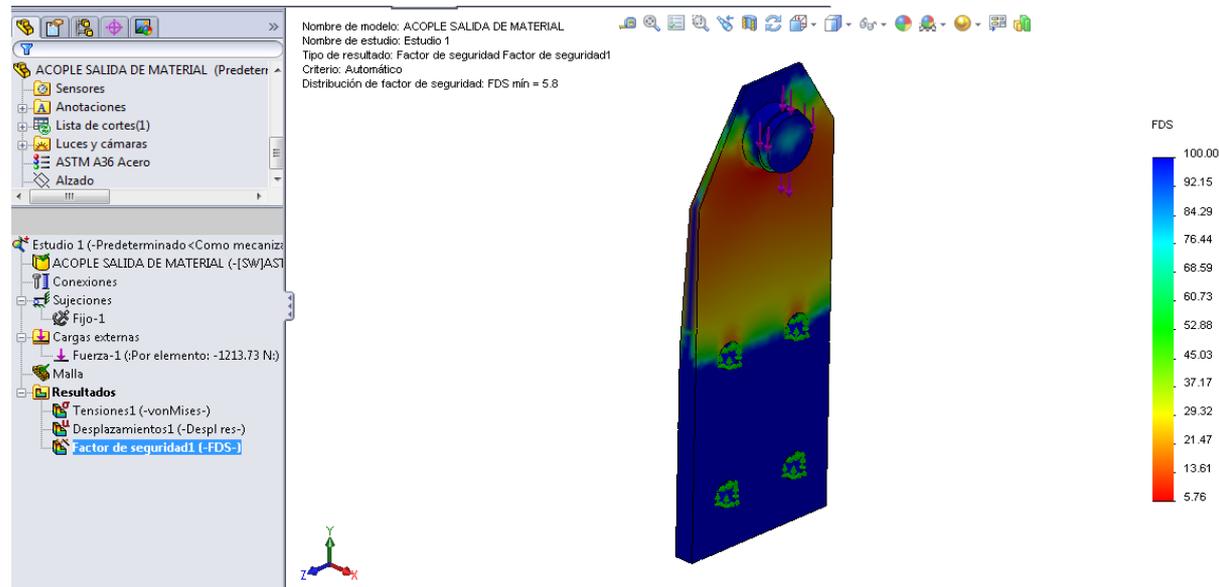
En base al método de DE-Soderberg **Ø MÍNIMO MATRIZ = 1.9 pulgadas**



DISEÑO DEL SOPORTE FRONTAL

Carga = 1213.73 N

Factor de seguridad = 5.8



Rodamiento de soporte 61808-2RZ

Carga dinámica de 4.94 KN

Carga estática de 3.45 KN

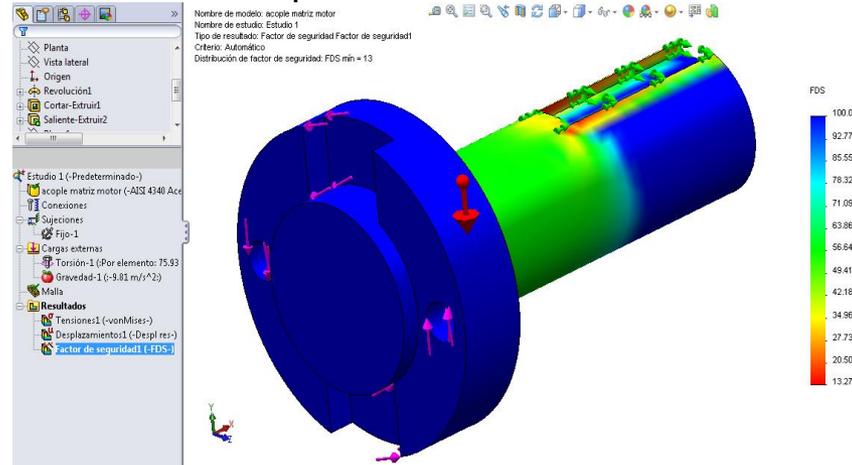
RPM 13000



DISEÑO DEL EJE DE TRACCIÓN POSTERIOR

Torque total generado por el arranque de la matriz:

$$T_T = 75.93 \text{ Nm}$$



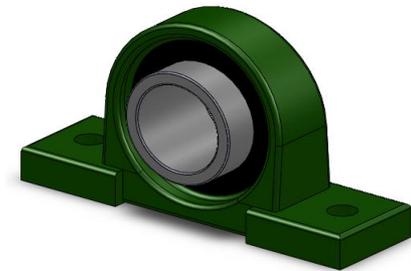
Factor de Seguridad = 13
Material 4340

Elemento de soporte (Chumacera de piso 212)

Carga total en el punto = 792.66 N

Características según el catalogo:

750 RPM soporta una carga de 3180 N



POTENCIA DEL IMPULSOR MECÁNICO

Parámetros:

$$T_{Tm} = 91.82 \text{ Nm}$$

Velocidad angular = 60 rad/seg

POTENCIA = 7.7 hp

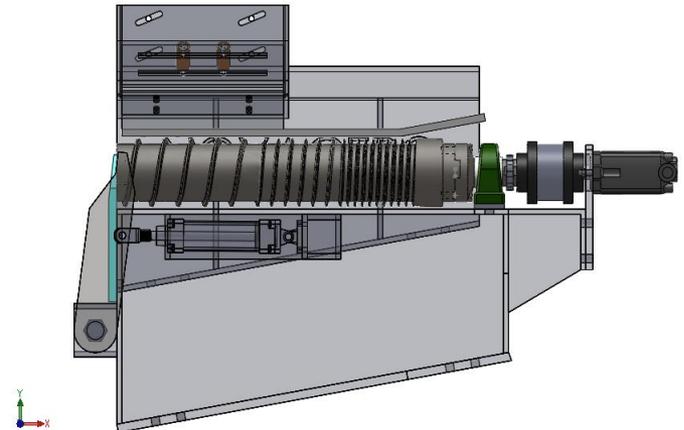
MOTOR HIDRÁULICO

CHAR-LYNN 104-1064

Presión: 3000 psi continuos y 3750 psi intermitentes

Velocidad: 447 RPM continuos y 713 RPM intermitentes.

Caudal: 20 GPM continuos y 30 GPM intermitentes



BOMBA HIDRÁULICA

BOMBA
HIDRAULICA DE
PALETAS,
SENCILLA 25VQ,
21 GPM@1200
RPM, 2700 RPM
MAX., 3000 PSI
MAX, 44 GPM
Max.Movil



25VQ-
21A-
11C-20

MOTOR ELÉCTRICO

Requerimientos:

Q = 25 GPM

PRESIÓN = 140 BAR

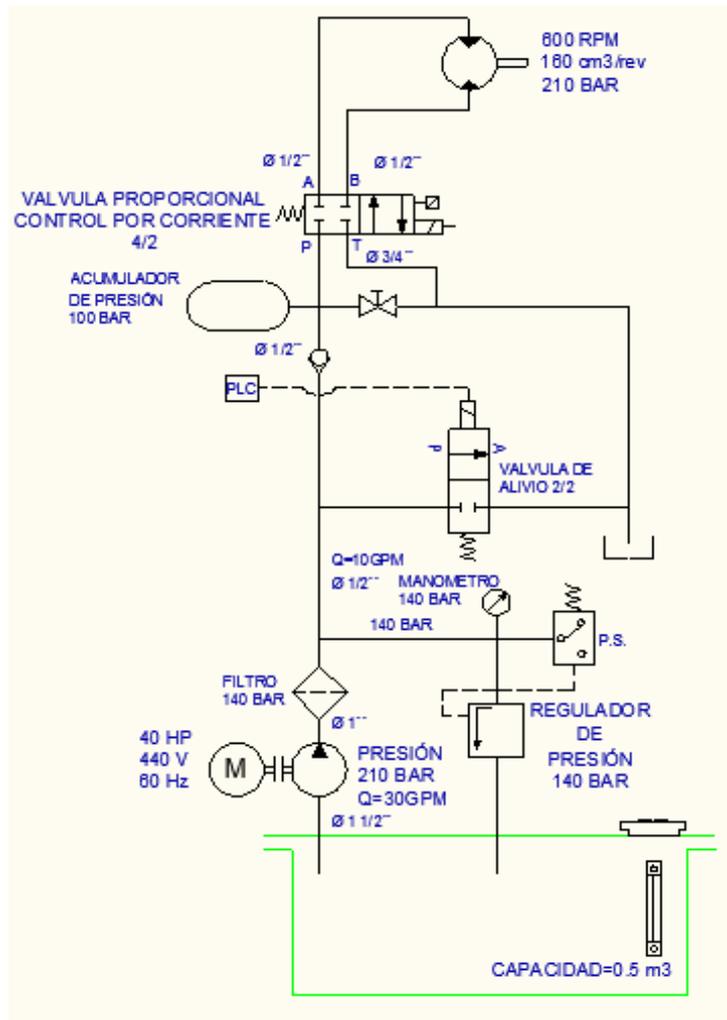
1800 RPM

POTENCIA = 40 HP



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CIRCUITO DE CONTROL HIDRÁULICO



FLUIDO
ACEITE RANDO 68
PRESIÓN > 1000 PSI



SISTEMA ELÉCTRICO y de CONTROL

DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES

Corriente nominal $I_n = 49.46$ Amp

SELECCIÓN DE CONDUCTORES

$I_c = 56.88$ Amp

Conductor #18 AWG (control) y # 6 AWG (Potencia)

SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

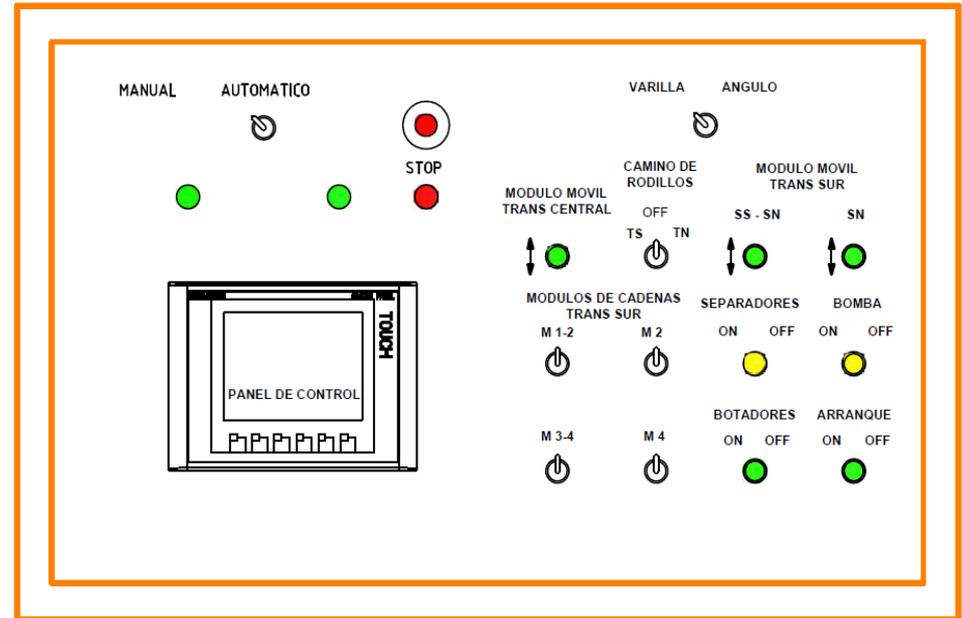
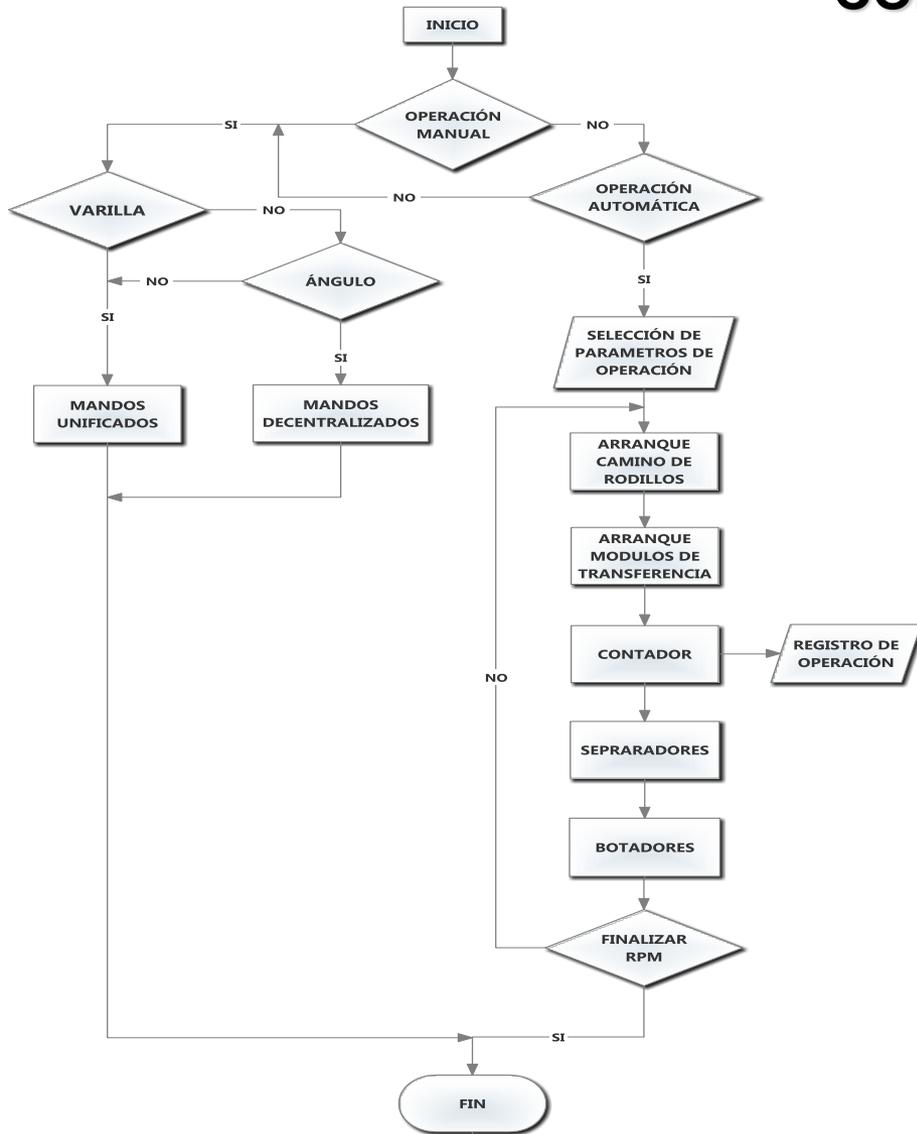
$I_p = 132.38$ Amp (EZC250H-3P)

PARTES DEL SISTEMA DE CONTROL

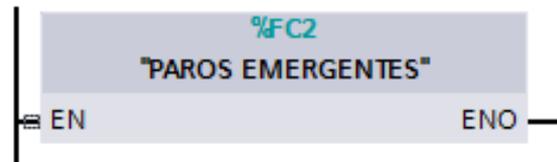
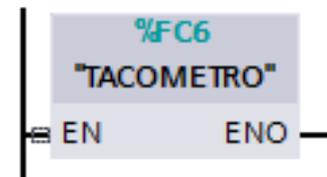
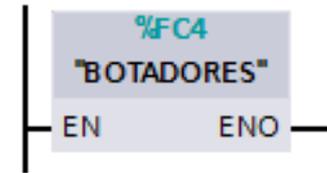
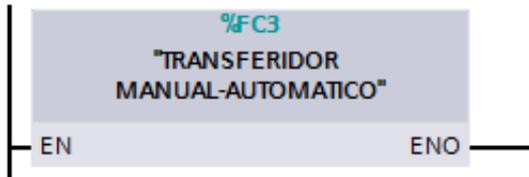
- ✓ PLC S7 300 313 C
- ✓ Modulo de salidas Digitales SM322 32DO 24 Vdc 0,5 A
- ✓ Sensor óptico reflexivo WL160-F440
- ✓ Sensor inductivo NPN
- ✓ Pantalla KTP600DP



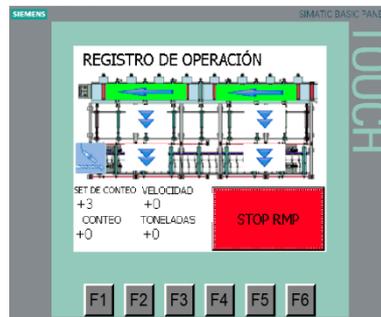
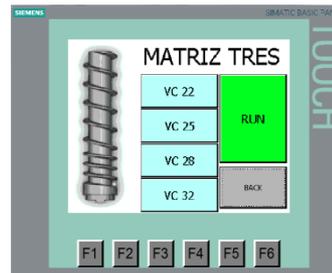
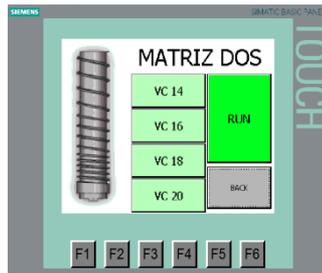
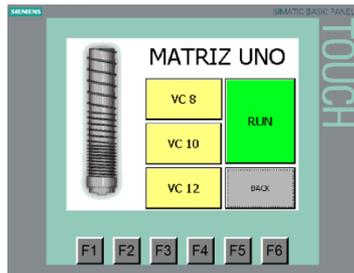
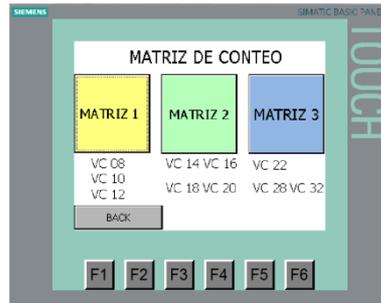
DIAGRAMA DE FLUJO CONTADOR DE BARRAS y TABLERO DE CONTROL



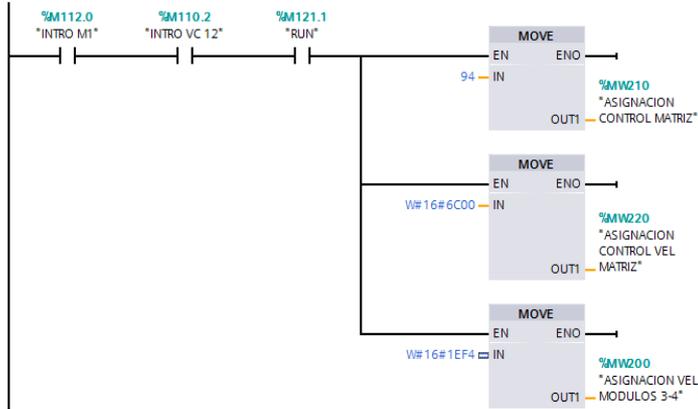
BLOQUES DE PROGRAMACIÓN



CONTADOR DE VARILLA Y PANEL HMI

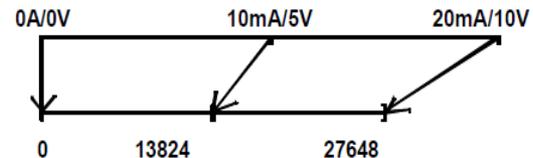


CONTADOR DE VARILLA PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN



VC	ESPIRAS MATRIZ	CAUDAL (GPM)	RPM MOTOR	TIEMPO DE PASO (seg)	VELOCIDAD DE PASO (m/s)	VEL. MOTOR M 3-4 (RPM)	FRECUENCIA MOTOR (Hz)
VC 8	23	25	568	2,428	0,2839	515,91	17,197
VC 10	23	25	568	2,428	0,2839	515,91	17,197
VC 12	23	25	568	2,428	0,2839	515,91	17,197
VC 14	13	22	500	1,560	0,4420	803,23	26,774
VC 16	13	22	500	1,560	0,4420	803,23	26,774
VC 18	13	22	500	1,560	0,4420	803,23	26,774
VC 20	13	22	500	1,560	0,4420	803,23	26,774
VC 22	8	20	455	1,056	0,6530	1186,59	39,553
VC 25	8	20	455	1,056	0,6530	1186,59	39,553
VC 28	8	20	455	1,056	0,6530	1186,59	39,553
VC 32	8	20	455	1,056	0,6530	1186,59	39,553

VC	PARAMETRO MOTOR M 3-4	PARAMETRO VALVULA	VOLTAJE MOTOR M 3-4 (V)	VOLTAJE VALVULA (V)
VC 8	7924	27648	2,87	10
VC 10	7924	27648	2,87	10
VC 12	7924	27648	2,87	10
VC 14	12338	24330	4,46	8,8
VC 16	12338	24330	4,46	8,8
VC 18	12338	24330	4,46	8,8
VC 20	12338	24330	4,46	8,8
VC 22	18226	22118	6,59	8
VC 25	18226	22118	6,59	8
VC 28	18226	22118	6,59	8
VC 32	18226	22118	6,59	8



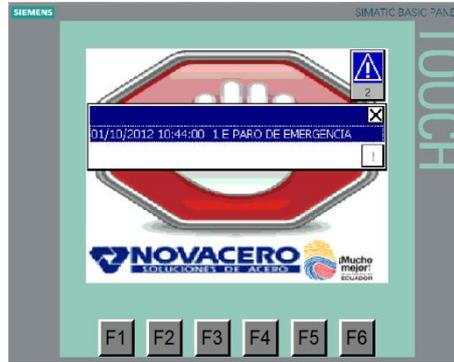
Rango Nominal del valor analógico

Valor digitalizado que será procesado en el PLC



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

HMI PAROS EMERGENTES Y CONTROL MANUAL



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE



INICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTADOR DE BARRAS



IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

IMPLEMENTACIÓN ELÉCTRICA Y DE CONTROL



ITEGRACIÓN CONTADOR DE BARRAS



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

VC	UNIDADES/ CAMA	CAMAS/ TONELADA	PROCESO CONTEO (seg)	TIEMPO TOTAL (seg/ton)	PRODUCCIÓN REAL (Ton/hora)
VC 8	80	2,64	11,15	25,19	142,93
VC 10	50	2,70	11,41	25,50	141,18
VC 12	34	2,76	11,69	25,82	139,41
VC 14	25	2,76	7,49	25,80	139,53
VC 16	23	2,30	6,26	23,52	153,05
VC 18	15	2,80	7,60	26,00	138,46
VC 20	13	2,62	7,10	25,08	143,56
VC 22	12	2,33	4,29	23,67	152,11
VC 25	12	1,83	3,37	21,17	170,08
VC 28	12	1,42	2,60	19,08	188,65
VC 32	12	1,08	1,99	17,42	206,70

VC	# DE VARILLAS (TONELAD A)	TIEMPO MUESTRA/ EMPAQUE DE 4 TON		TIEMPO DE PROCESAMIE NTO (seg)	PROCESAMIENTO (Ton/hora)
		min	seg		
VC8	211	8	30	127,5	28,24
VC10	135	8	0	120	30,00
VC12	94	7	57	119,25	30,19
VC14	69	7	15	108,75	33,10
VC16	53	7	42	115,5	31,17
VC18	42	7	25	111,25	32,36
VC20	34	7	13	108,25	33,26
VC22	28	7	7	106,75	33,72
VC25	22	6	50	102,5	35,12
VC28	17	6	40	100	36,00
VC32	13	6	44	101	35,64

PRODUCCIÓN



VC	UNIDADE S/CAMA	CAMAS/ TONELADA	PROCESO CONTEO (seg)	TIEMPO TOTAL (seg/ton)	PRODUCCIÓN REAL (Ton/hora)
VC 8	80	2,64	11,15	25,19	142,93
VC 10	50	2,70	11,41	25,50	141,18
VC 12	34	2,76	11,69	25,82	139,41
VC 14	25	2,76	7,49	25,80	139,53
VC 16	23	2,30	6,26	23,52	153,05
VC 18	15	2,80	7,60	26,00	138,46
VC 20	13	2,62	7,10	25,08	143,56
VC 22	12	2,33	4,29	23,67	152,11
VC 25	12	1,83	3,37	21,17	170,08
VC 28	12	1,42	2,60	19,08	188,65
VC 32	12	1,08	1,99	17,42	206,70

VC	DIA. (mm)	LONGITUD (m)	CORTE (m)	# de TIRAS (UN)	# DE VARILLAS (CAMINO DE RODILLOS)	PRODUCCIÓN (Ton/hora)
VC8	8	1513,73	60,00	25,23	88	26,5
VC10	10	968,79	60,00	16,15	50	34,3
VC12	12	672,77	60,00	11,21	34	35,7
VC14	14	494,28	60,00	8,24	25	39,4
VC16	16	378,43	60,00	6,31	23	48,1
VC18	18	299,01	60,00	4,98	15	40,5
VC20	20	242,20	60,00	4,04	13	43,3
VC22	22	200,16	60,00	3,34	12	37,8
VC25	25	155,01	60,00	2,58	12	46,4
VC28	28	123,57	60,00	2,06	12	67,3
VC32	32	94,61	60,00	1,58	12	83,2

PRODUCCIÓN



ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Valor del proyecto



283813.22 USD

Perdidas por problemas en el conteo = 8 horas al mes

Producción/hora (Promedio) = 30.19

Rentabilidad = 22.57 %

Tiempo de recuperación de la inversión

5.7 meses



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES

- Al concluir el proyecto se cumplió con el objetivo general trazado de automatizar la zona de conteo y separación para de esta manera disminuir los tiempos de producción, eliminar al personal operativo de la función y crear un sistema automático.
- Se reacondiciono la zona de acabado en la línea de producción del Tren de laminación 1 para aumentar la eficiencia del contador de varilla.
- Una vez analizados los requerimientos de producción y las características de los materiales y equipos necesarios se diseño el proyecto, con la finalidad de cumplir con el objetivo principal.
- La inversión realizada en el proyecto se recupera en 5.75 meses, únicamente tomando en cuenta que se eliminan los tiempos de perdida por mal conteo en la zona.
- Con la implementación del proyecto se aumenta en un promedio de 4.5 veces más la producción en la zona, con respecto a la que se tenía cuando el conteo se realizaba de forma manual.
- Con respecto al ritmo de producción de la cizalla de corte en frio el contador de barras sobrepasa en un promedio de 4.8, lo que quiere decir que eliminamos el problema de paro de producción por problemas en el conteo.
- Dentro del proceso de conteo no se tiene participación de operarios, cumpliendo con el objetivo de salvaguardar la integridad física de los mismos.
- El elemento mecánico más importante dentro del contador de varilla es la matriz de conteo por la organización que debe dar al material antes de la ejecución de conteo.



- El control de la maquina debe relacionar de manera efectiva las velocidades de desplazamiento en la ejecución, tanto lineales como rotacionales, para tener armonía de funcionamiento dentro del sistema y su aplicación.
- El panel HMI de la maquina muestra el estado en tiempo real del proceso además del registro de producción y la velocidad de conteo, datos necesarios por la característica de la máquina y su modo de operación.
- El diseño de la aplicación HMI deben ser minimalistas, es decir, contener la información necesaria y no abundante de manera que sea amigable para el usuario final, que no está obligado a conocer detalles técnicos del proceso.
- La distribución del panel de control y el modo de operación de la interface HMI, está diseñada he implementada de una manera clara y objetiva, para que el operador sin problemas pueda manejar la máquina de una forma segura.
- El sistema de control fue diseñado e implementado tomando en cuenta las medidas de seguridad establecidas y sugerencias por parte del departamento de producción.
- Para la implementación del sistema mecánico, eléctrico y de control tomo en cuenta la homologación y estandarización de materiales, puesto que este definirá la plataforma de desarrollo del proyecto y la selección de componentes.
- Las recetas precargadas en el panel operador para la operación de la máquina en los distintos productos toman en cuenta factores físicos, como la inercia, el rozamiento y la carga mecánica para efectuar acciones de arranque y frenado.
- En nuestro país existe el talento humano y los materiales necesarios para realizar este tipo de maquinas que contribuyen con el desarrollo de nuestra nación.



RECOMENDACIONES

- Dentro de las industrias, la seguridad es un aspecto principal que debe intervenir en la ejecución de un proceso y una tarea, por lo cual es necesario conocer las normas de seguridad que rigen dentro de la empresa para realizar cualquier procedimiento.
- Para el desarrollo de un proyecto de automatización industrial, se debe establecer previamente todos los parámetros y análisis que se realizó en el capítulo 2.
- Antes del montaje de cualquier equipo eléctrico y electrónico se debe leer detenidamente los manuales y especificaciones técnicas para la puesta en marcha del mismo.
- Es necesario realizar una distribución de entradas salidas y memorias del PLC para no tener conflictos de operación, ni mucho menos pérdidas de tiempo en encontrar parámetros ejecución en la programación.
- Para la selección de materiales mecánicos se debe determinar todas las características de su entorno de trabajo además de los parámetros físicos que actúan en su aplicación.
- Es necesario tomar las debidas medidas de seguridad en sistemas hidráulicos y mucho más cuando estos manejan presiones altas, ya que si no se eligen los materiales adecuados se puede causar la pérdida del equipo e incluso accidentes con operadores.



- Debido al alto nivel de polvo en el ambiente que rodea la máquina se recomienda realizar la limpieza del sensor fotoeléctrico de conteo, tableros eléctricos y panel de control.
- Para el mantenimiento del equipo se recomienda quitar la energía en todo el sistema, para evitar de esta manera acciones y condiciones inseguras que puedan atentar contra la integridad del sistema.
- Para agilizar el proceso final es necesario automatizar la zona de empaque de esta manera el contador de barras podrá trabajar efectivamente.
- En el caso de modificaciones de diseño es necesario actualizar los planos y señalar las partes que han sido objeto de cambio y su justificación.
- Para prolongar la vida útil de los componentes del proyecto es necesario realizar planificaciones de mantenimiento oportunos.
- Se debe tener un módulo de conteo armado por emergencia en caso de sustitución o avería, por las características de acción de la maquina.
- Debido al proceso de transición tecnológica que presenta el país en el sector industrial y a los resultados obtenidos en el proyecto, se recomienda realizar proyectos de aplicación a gran escala que conlleven tal vez sacrificio o exigencia pero a la vez realzamos el nombre de nuestra institución y nos permiten tener nuevos conocimientos sobre la tecnología vigente en aplicaciones industriales de beneficio y desarrollo industrial.

