



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA ESTACIÓN PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE VACIADO Y LLENADO CON ACEITE DE LOS MÓDULOS DE LAS HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA SCHLUMBERGER QUE OPERAN EN EL FONDO DEL POZO DURANTE LA PERFORACIÓN

**CHRISTIAN MARCELO ESTÉVEZ JIMÉNEZ
IRINA TATIANA GARCÉS ARGÜELLO**

**DIRECTOR: INGENIERO CARLOS NARANJO
CODIRECTOR: INGENIERO LUIS ECHEVERRÍA**

SANGOLQUÍ, MAYO DEL 2014

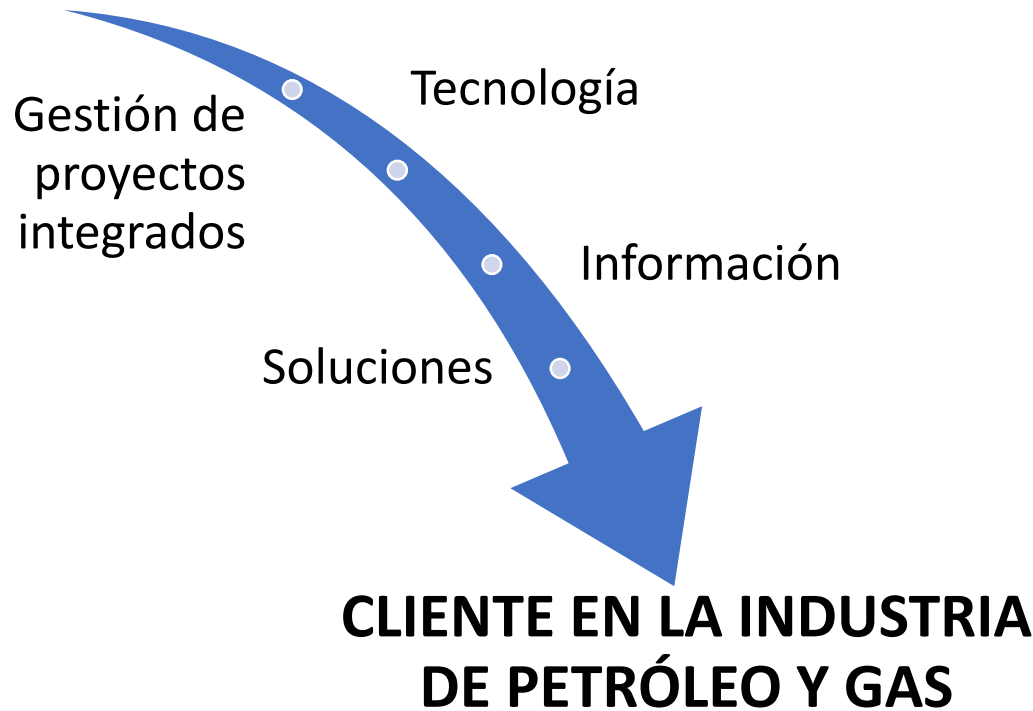


GENERALIDADES

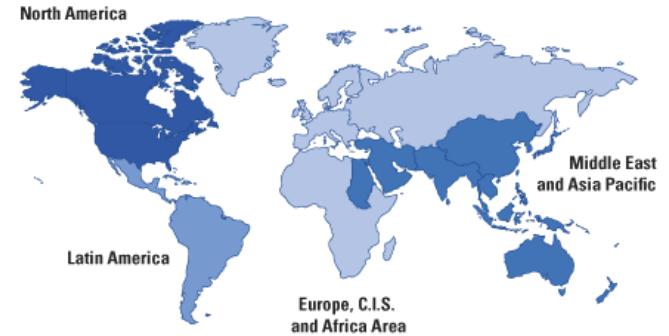


ANTECEDENTES

SCHLUMBERGER



- Emplea aproximadamente 120000 personas más de 140 nacionalidades.



Operaciones de Schlumberger (SLB 2013)



ANTECEDENTES

- El segmento D&M: realización de mediciones y registro de datos durante el taladrado.
 - MWD (Measurements While Drilling)- entrega de datos.
 - LWD (Logging While Drilling)-adquisición de datos.

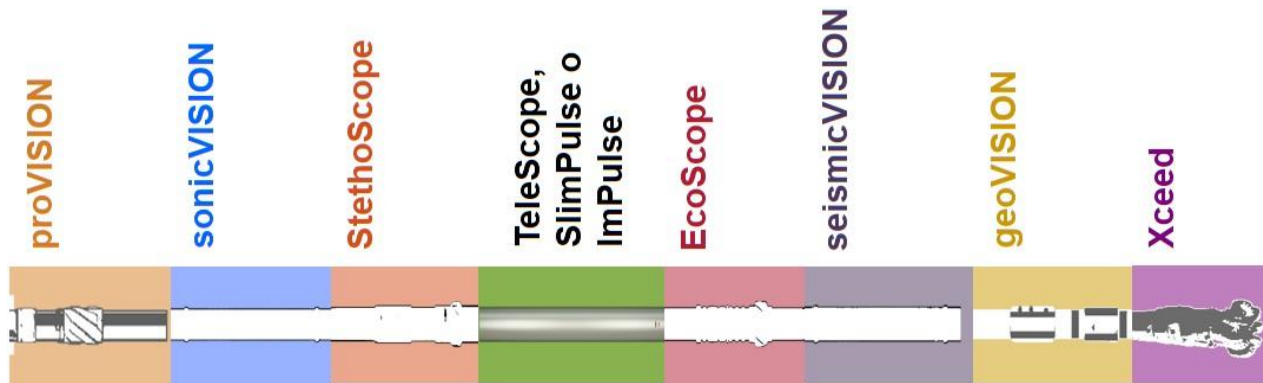
Se llena con aceite para:

1. Lubricar los componentes móviles dentro de la herramienta.
2. Enfriar los componentes internos de la herramienta mediante la disipación del calor generado hacia el lodo que circula alrededor.
3. Evitar la invasión de lodo al interior de la herramienta manteniendo una presión positiva.



ANTECEDENTES

- MMA y MTA-BC → herramienta TeleScope
- IPTA → herramienta ImPulse
- CRSPA 6.75 y CRSPA → herramienta Xceed



Ubicación de los módulos en una de las herramientas
(Patrick, 2013).



DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

- El proceso actual :
 - Frecuente intervención de técnicos
 - Cada ciclo toma 20 minutos y debe repetirse un mínimo de 5 veces (proceso total min. 150 minutos).
- En la Base de el Coca el proceso se repite 15 veces por semana.
- Cada técnico tiene una productividad valorada en 30\$ en promedio por hora.(Gasto semanal de 1125\$)



JUSTIFICACIÓN

- Intervención permanente de un técnico durante periodos de tiempo prolongados = \$ significativos a la empresa.
 - Automatizar el proceso y permitir a los técnicos realizar otras actividades durante el proceso.
- Deseo de realizar un proyecto en el que se aplique los conceptos y principios de la Ingeniería Mecánica.



ALCANCE

- Simular:
 - La automatización del proceso de llenado y vaciado de los módulos
 - MMA y MTA-BC-> herramienta TeleScope
 - IPTA -> herramienta ImPulse
 - CRSPA 6.75 y CRSPA 9.00 -> herramienta Xceed.
- Reducir el tiempo de intervención del técnico al 50%.
- Intervención limitada al:
 - Montaje del módulo
 - Iniciación del proceso de vaciado y llenado
 - Desmontaje del módulo.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y simular una estación que permita visualizar un procedimiento automatizado de vaciado y llenado con aceite para los módulos de las herramientas que operan bajo el pozo de la empresa Schlumberger.



OBJETIVOS

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Caracterizar el procedimiento actual de vaciado y llenado con aceite.
- Realizar el diseño de una estación de vaciado y llenado que limite la intervención del operador al montaje del módulo, iniciación del proceso, y posterior desmontaje.
- Simular la estación de vaciado de manera que se muestre el correcto funcionamiento de la estación, que permita apreciar la reducción de tiempo de intervención del operador, e indique la secuencia de operación a realizarse por parte del operador al someter uno de los módulos al proceso de vaciado y llenado.
- Definir los costos de implementación del sistema.



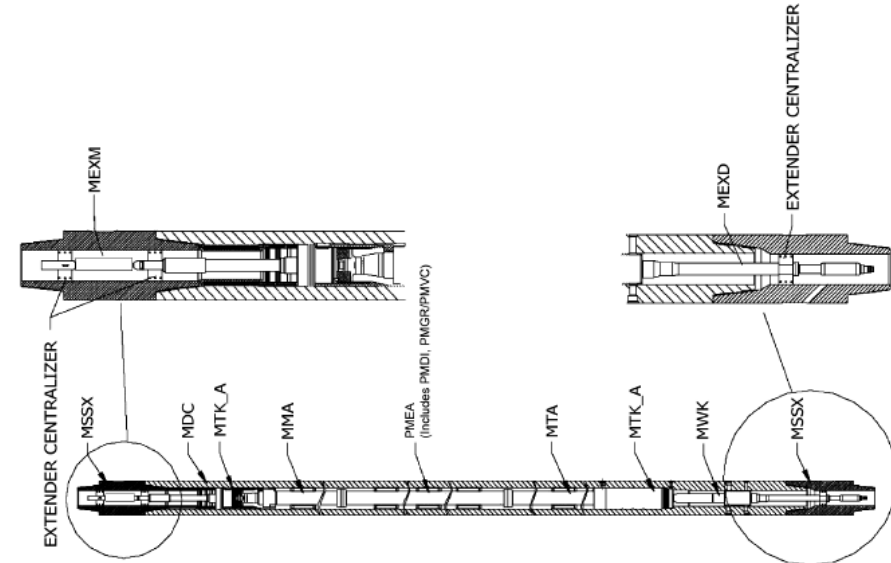
MARCO TEORICO



MÓDULOS DE LAS HERRAMIENTAS

TeleScope

- Componentes para la telemetría.
- Proporciona energía y transmite datos desde el fondo del pozo .
- Mejora la eficiencia de taladrado
- Evaluación de formaciones
- Mediciones de dirección e inclinación .



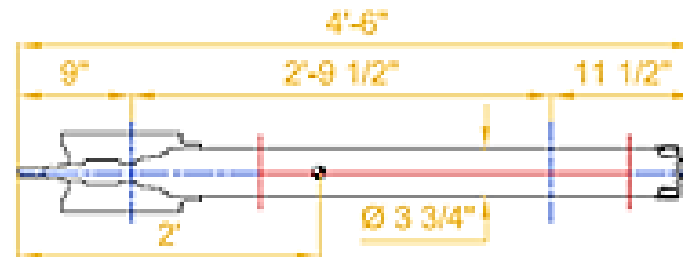
Componentes de la herramienta TeleScope
(IOCP, 2013)



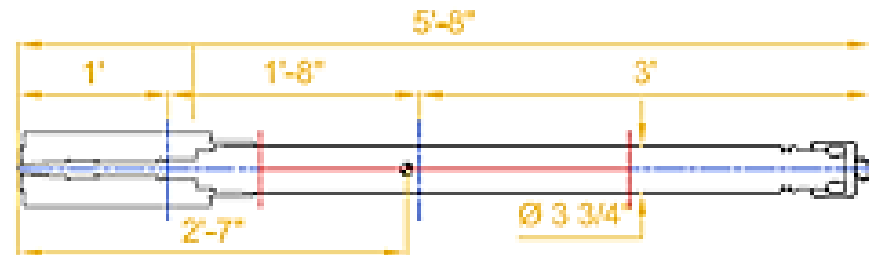
MÓDULOS DE LAS HERRAMIENTAS

TeleScope

M10 Modulator Assembly -
MMA



M10 Turbine Assembly class BC
-MTA



Esquema del módulos Telescope
(Elaboración propia).



IMPULSE

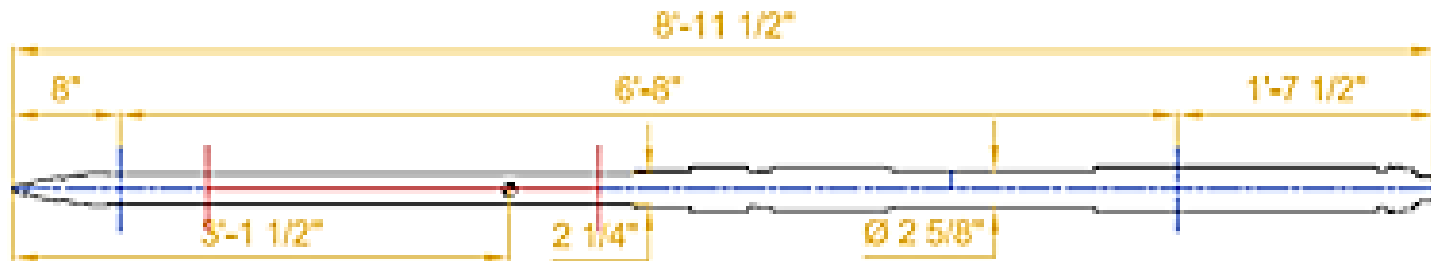
- El control de calidad de la topografía es memorizado en la herramienta.
- Mide formaciones de resistividad a múltiples profundidades.
- Los receptores son colocados por encima y por debajo de los transmisores para conocer formación de resistividad del pozo.



**Vista de sección de la herramienta ImPulse
(Schlumberger ImPulse, 2013)**



IMPULSE



Esquema del módulo IPTA

(Elaboración propia).



XCEED

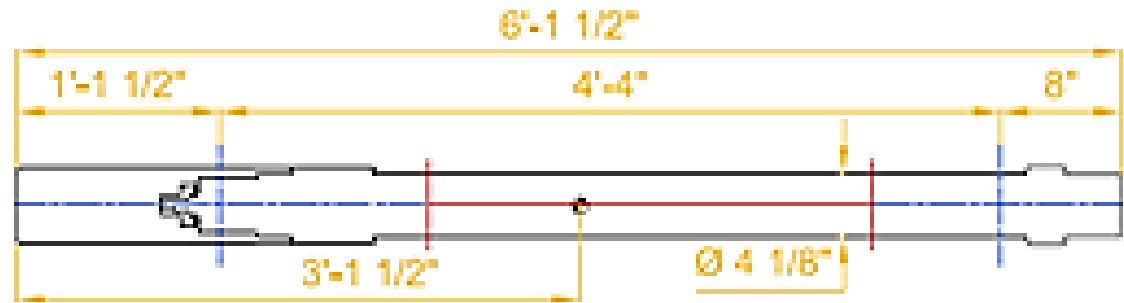
- Tiene un sistema rotativo direccional para perforar con éxito hasta en los ambientes más hostiles y resistentes.
- Permite una perforación que se puede hacer de manera más precisa.



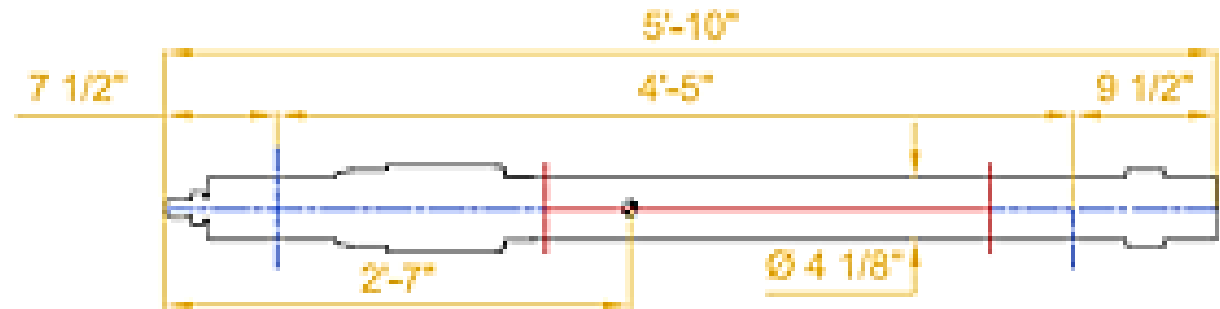
Vista de sección de la herramienta Xceed
(Schlumberger Xceed, 2013)



Esquema del módulo
CRSPA 6.75



Esquema del módulo
CRSPA 9.00



Esquema del módulos CRSPA

(Elaboración propia).

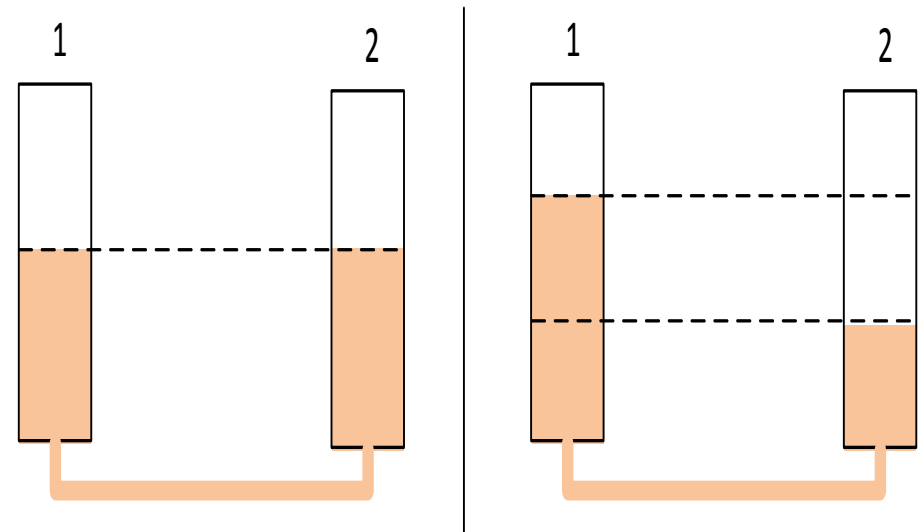
DATOS DE LAS HERRAMIENTAS

HERRAMIENTA	MÓDULO	EXISTENCIAS EN LA BASE	LONGITUD TOTAL	LONGITUD EXTREMO-ACOUPLE	LONGITUD ACOUPLE-ACOUPLE	LONGITUD ACOUPLE-EXTREMO	DIÁMETRO EN ZONA DE AGARRE	PESOS
		#	LT [plg]	Lea [plg]	Laa [plg]	Lae [plg]	de [plg]	W [lb]
TeleScope	MMA	24	54.00	9	33 8/16	11 8/16	3 12/16	110
TeleScope	MTA-BC	22	68.00	12	20	36	3 12/16	140
ImPulse	IPTA	4	106.50	8	80	18 8/16	2 1/2 - 2 5/8	130
Xceed	CRSPA 6.75	2	64.00	4	52	8	4 2/16	190
Xceed	CRSPA 9.00	2	70.25	7 8/16	53	9 12/16	4 2/16	210



ESTACIONES ACTUALES- MMA/MTA/IPTA

- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:
 - Diferencial de presión generado por la bomba de vacío y la presión del ambiente.

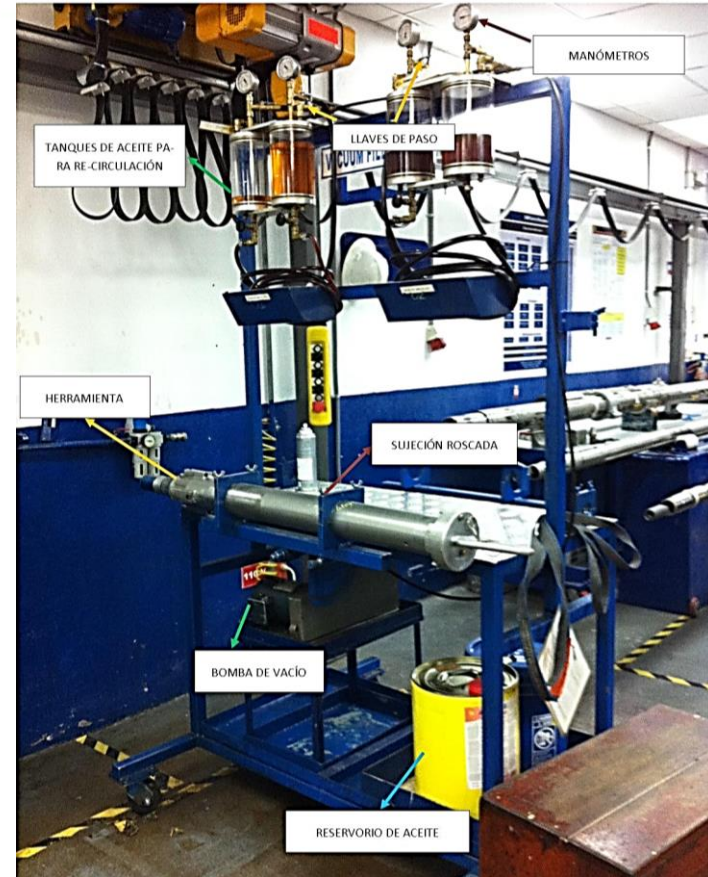


Efecto del diferencial de presión
(Elaboración propia)



ESTACIONES PARA TELESCOPE E IMPULSE

- Tanques de polietileno de 2.2 litros cada uno
- Mangueras
- Estructura de tubo cuadrado, con eje para rotación.
- Válvulas manuales
- Sujeción roscada para retención de módulos
- Reservorio de aceite
- Bomba de vacío
- Bomba manual de llenado
- Manómetros

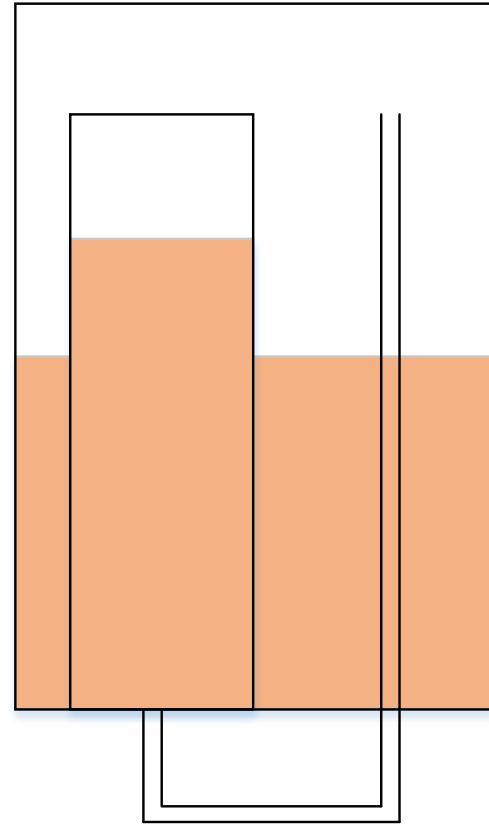


**Estación de vaciado y llenado para herramientas
TeleScope e ImPulse**
(Elaboración propia, en base a la foto tomada en la base
de Schlumberger-El Coca).



ESTACIONES ACTUALES-EXCEED

- Mismo principio de funcionamiento la estación para TeleScope e Impulse.
- DIFERENCIAS:
Uno de los recipientes está dentro del otro y estos están interconectados.

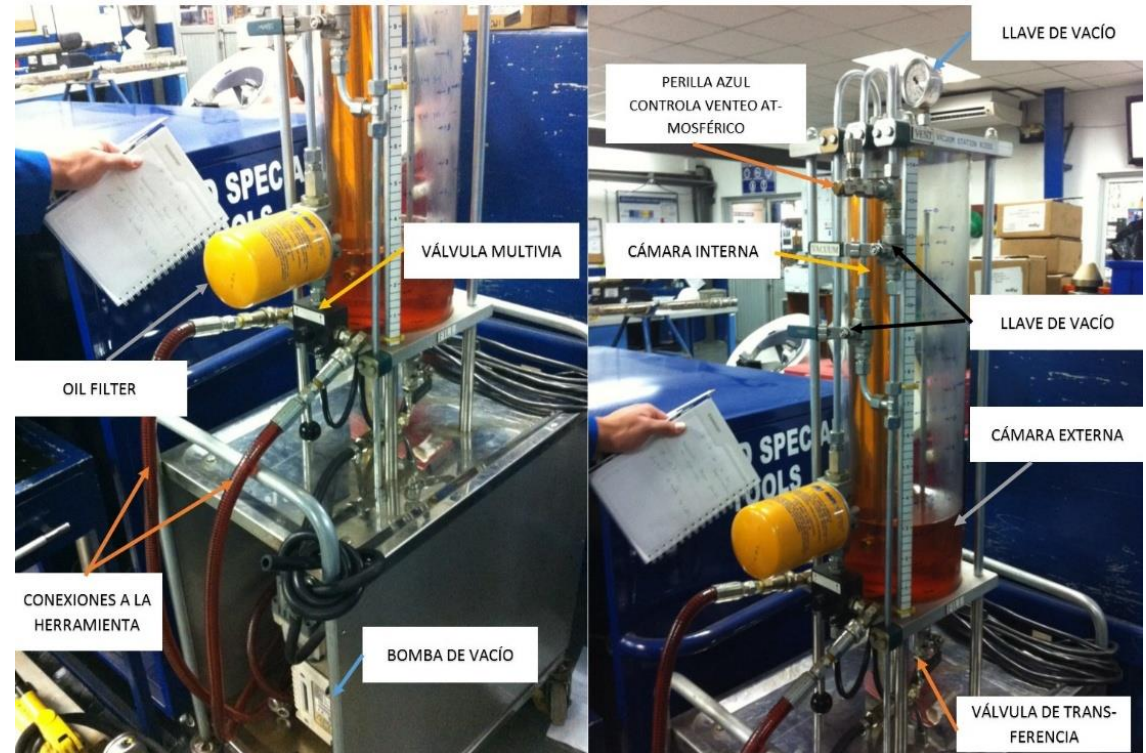


Esquema de los recipientes de la estación Xceed
(Elaboración propia).



ESTACIONES PARA EXCEED

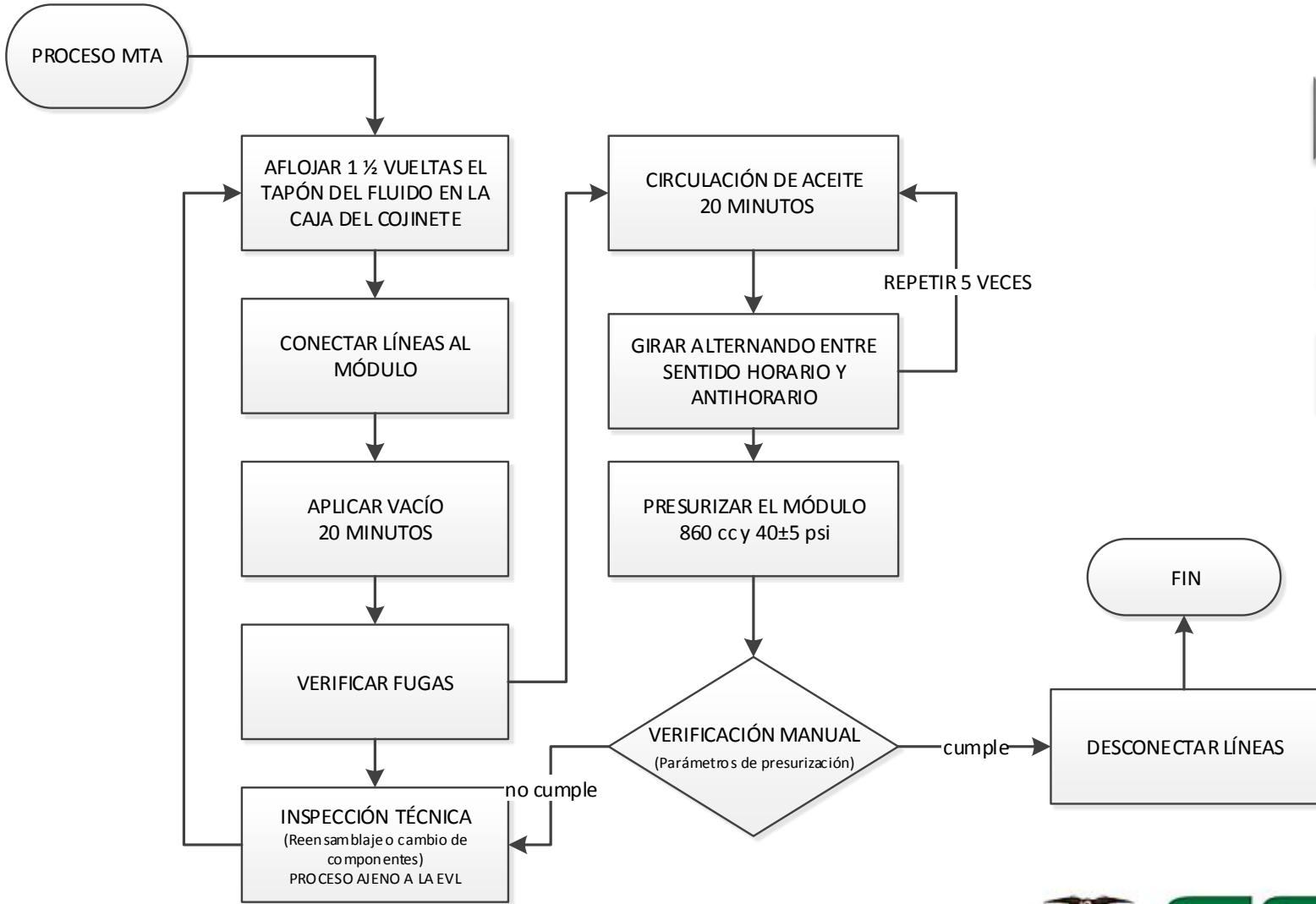
- Blue knob (válvula de venteo hacia la atmósfera).
- Válvulas de vacío, se usan las dos para mejorar el vaciado.
- (Paralela abierta, perpendicular cerrada)
- Manómetro de presión.
- Válvula multivía.
- Válvula de transferencia.



Estación de vaciado y llenado para herramientas TeleScope e ImPulse
(Elaboración propia, en base a la foto tomada en la base de Schlumberger-El Coca).



PROCESO PARA MTA



MMA

IPTA

XCEED



PROCESO PARA MTA

- Presión nominal del reservorio: 40 ± 5 psi
- Volumen de presurización: 860 cc
- Volumen total: 2250 cc.
- Durante el proceso se requiere que la herramienta se gire alternando sentidos con el propósito de evitar que las burbujas se queden atrapadas



DATOS PARA EL PROCESO DE VACIADO Y LLENADO DE LOS MÓDULOS

HERRAMIENTA	MÓDULO	TIEMPO DE CIRCULACIÓN DE ACEITE	PRESIÓN FINAL DEL RESERVORIO	VOLUMEN MUERTO	VOLUMEN DE PRESURIZACIÓN	REQUERIMIENTOS DE GIRO
		t[min]	P [psi]	V _m [cc]	V _p [cc]	a [°]
TeleScope	MMA	20	30 \pm 5	1080	360	N/E (Los operadores lo realizan a 45°)
TeleScope	MTA-BC	20	40 \pm 5	1400	860	N/E (Los operadores lo realizan a 45°)
ImPulse	IPTA	30	22 \pm 2	1270	360	27° (Acoples a 3ft de distancia vertical)
Xceed	CRSPA 6.75	40	16 \pm 2	2000	700	35° (Acoples a 3ft de distancia vertical)
Xceed	CRSPA 9.00	40	16 \pm 2	2000	700	35° (Acoples a 3ft de distancia vertical)



Aceite común para las estaciones

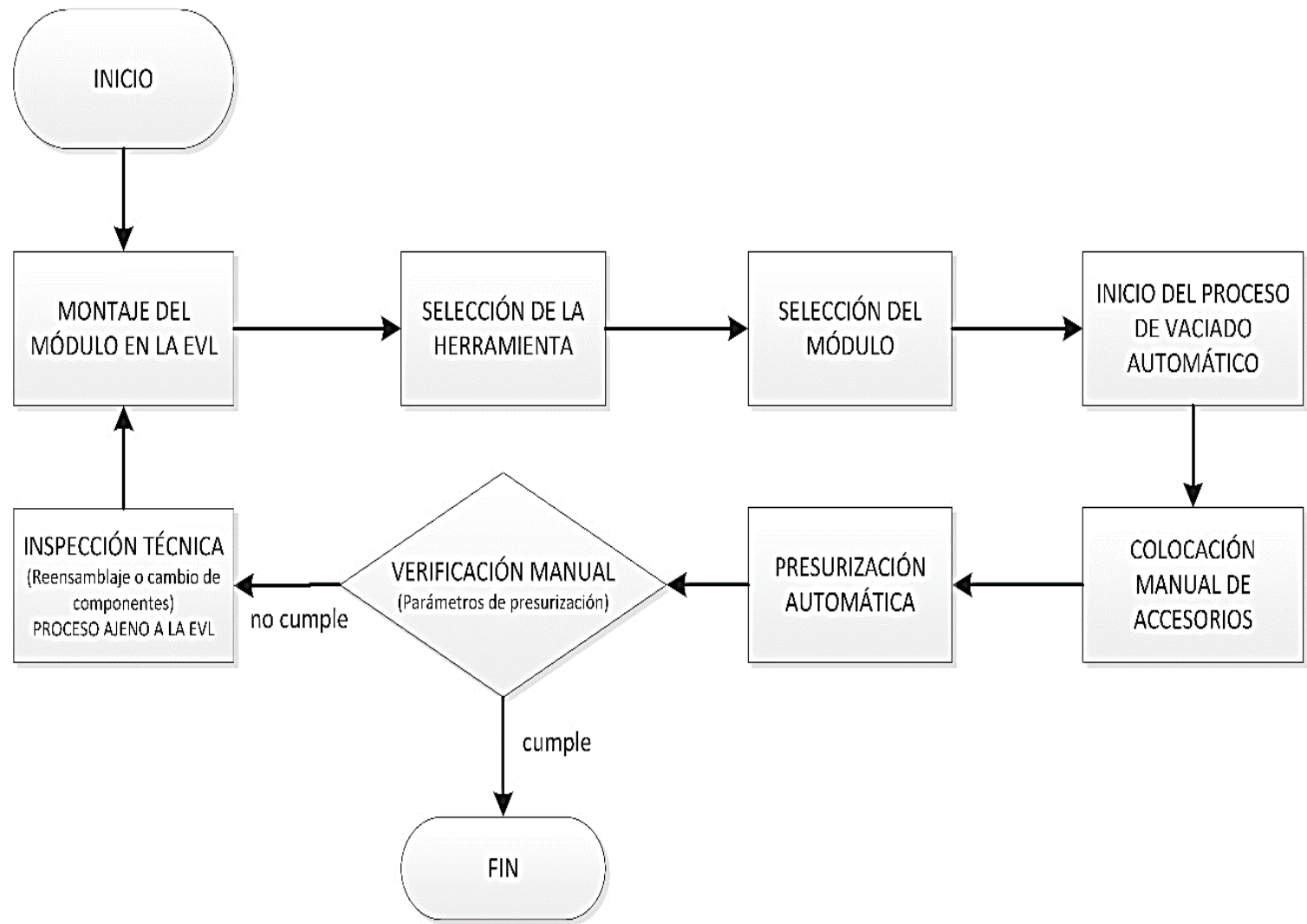
Especificaciones técnicas del aceite Shell OIL 560 Aero Shell

Característica	Especificación
Fabricante	Shell
Aplicación	Turbinas
Denominación	Turbine OIL 560 Aero Shell
Código	MIL-PRF-23699F
Grado de estabilidad térmica	HTS (High Temperature Stability) - Alto
Código NATO	O-154
Tipo de aceite	Éster sintético
Densidad	996 kg/m ³ @ 15°C
Viscosidad cinemática	$4.9 - 5.4 \frac{mm^2}{s}$ a 100°C $23 \frac{mm^2}{s}$ a 40°C $13000 \frac{mm^2}{s}$ a -40°C
Punto de inflamación	mínimo 246°C
Punto de fluidez	máximo -54°C

(Shell, 2013)



PROCESOS AUTOMATIZADOS



[MMA](#)

[MTA](#)

[IPTA](#)

[CRSPA](#)



Diseño y selección de componentes



MÓDULO DE CONTROL

Requisitos de PLC

- MÓDULO DE CONTROL:
 - PLC S7 1215 AC/DC/ RELÉ.



PLC S7-1215
(Slb,2013)

	Cantidad	Requerimiento	Tipo	Factores limitantes	
ENTRADAS	3	pulsadores y botones de inicio, emergencia y fin	Digital	N/A	N/A
	3	medición de presión	analógico	N/A	N/A
	3	medición de nivel de líquido	analógico	N/A	N/A
	2	medición multinivel de líquido	Digital	N/A	N/A
	1	medición de desplazamiento del actuador lineal	analógico	N/A	N/A
SALIDAS	1	control bomba de llenado	Digital	115 VAC	5 A
	1	control bomba de vacío	Digital	115 VAC	5 A
	12	control válvulas solenoides	Digital	24 VDC	1150 mA
	2	control actuador lineal	Digital	24 VDC	15 A
	3	luces indicadoras	Digital	115 VAC	0.1–0.4 A
	1	sirena emergencia	Digital	115 VAC	0.1–0.4 A

(Elaboración Propia)



MÓDULO DE CONTROL

Especificaciones del PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1215C

Característica	Especificación
Fabricante	Siemens
Modelo	SIMATIC S7-1200, CPU 1215C AC/DC/Relay 6ES7215-1BG31-0XB0
Entradas digitales	14 – 24 VDC
Salidas digitales	10 – RELÉ 2A
Entradas Analógicas	AC 85–264 V AC @ 47-63 Hz
Memoria programas/datos	100 kb
Memoria de carga	4 Mb
Dimensiones	130x100x75 mm
Peso	550g

(SIEMENS, 2014)



MÓDULO DE CONTROL

MÓDULOS DE EXPANSIÓN

Especificaciones del módulo de expansión SM 1231

Característica	Especificación
Fabricante	Siemens
Modelo	S7-1200 Signal Modules, Analog module, SM 1231 6ES7231-4HF32-0XB0
Número de entradas.	8
Tipo de entrada	0-10V / 0-20mA
Rango de Tensión o Corriente	0-10V, 0-5V, $\pm 10V$, $\pm 5V$, $\pm 2.5V$, 0-20mA.
Resolución	13 Bit
Aislamiento	No
Dimensiones	45x100x75 mm
Peso	180 g

(SIEMENS, 2014)

- 2 módulos SM 1222
- 1 módulo SM 1231

Especificaciones del módulo de expansión SM 1222

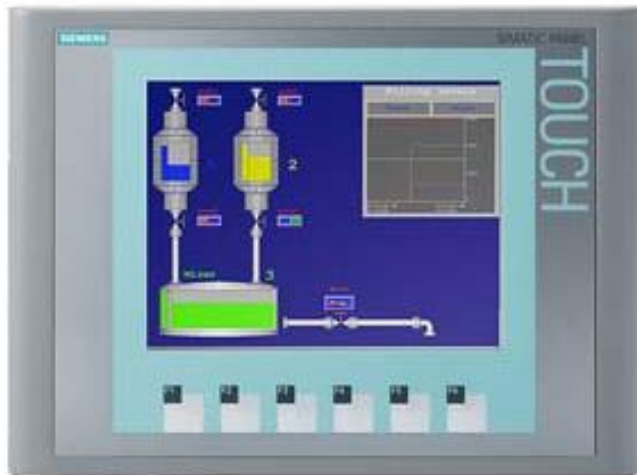
Característica	Especificación
Fabricante	Siemens
Modelo	S7-1200 Signal Modules, Digital output module, SM 1222 6ES7 222-1HF32-0XB0
Número de salidas	8
Tipo de salida	Relé
Salida de corriente	2 A, conectables en paralelo en grupos para mayor potencia
Salida de tensión DC	20.4 – 28.8 V
En grupos de	1 salida
Dimensiones	45x100x75 mm
Peso	260g

(SIEMENS, 2014)



MÓDULO DE CONTROL

- INTERFAZ DE OPERARIO
 - HMI: KTP 600



HMI KTP 600
(Slb,2013)

Especificaciones del módulo de KTP600

Característica	Especificación
Modelo	6AV6647-0AD11-3AX0
Pantalla	5.7 plg, TFTT, 256 colores
Resolución	320x240 pixeles
Elementos de control	Pantalla táctil analógica 6 teclas
Memoria	512 KB
Interfaces	1 x Ethernet
Grado de protección	IP 65 frontal IP 20 trasero
Recorte para instalación	196x140 mm
Panel frontal	214x158 mm
Profundidad	44mm
Software de configuración	WinCC / TIA Portal

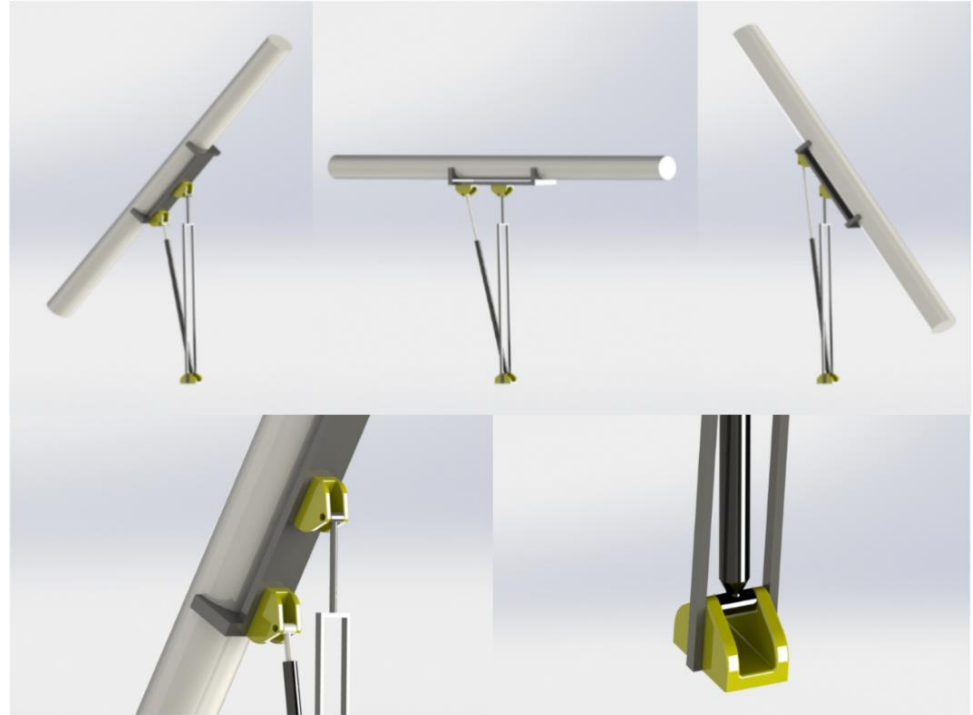
(SIEMENS, 2014)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MÓDULO DE ACOPLAMIENTO

- MECANISMO DE GIRO DEBÍA BARRER DE $[-45^\circ, 45^\circ]$.
- MEDIANTE UN ACTUADOR LINEAL, Y SOPORTES FIJOS



Propuesta del mecanismo de giro del módulo
(Elaboración propia)



MÓDULO DE ACOPLAMIENTO

- SUJECIÓN MANUAL: VICE CHAIN

Especificaciones de la mordaza de banco con cadena RIDGID 20205 BC510

Característica	Especificación
Fabricante	RIDGID
Modelo	BC510
Capacidad de diámetro	1/4" a 5"
Peso	6.7 kg – 14.75 lb
Medidas generales	10.5" x 10.3" x 6 "

(RIDGID, 2013)



Mordaza de banco con cadena
(RIDGID, 2013)



MÓDULO HIDRÁULICO

- BOMBA DE LLENADO
 - Caudal de alrededor de 3 l/min.
 - Manejo de presiones de hasta 45 psi.
 - Ser capaz de manejar el aceite a un régimen laminar de flujo

Especificaciones técnicas bomba manual ENERPAC P-18

Característica	Especificación
Fabricante	Enerpac
Modelo	P-18
Tipo de Bomba	pistón
Capacidad de aceite utilizable	260 cm ³
Presión nominal	200 bar – 2900 psi
Desplazamiento de aceite por carrera	2.46 cm ³
Máximo esfuerzo de la palanca	16 kg
Carrera del pistón	25.4 mm
Peso	5 kg

(Enerpac, 2013)



MÓDULO HIDRÁULICO

BOMBA DE LLENADO SELECCIONADA

Especificaciones técnicas bomba ENERPAC PUJ-1200B



PUJ-1200 B

(Enerpac, 2013)

Característica	Especificación
Fabricante	Enerpac
Modelo	1200B
Tipo de Bomba	Pistón
Tipo de válvula	3/2 manual
Potencia del motor	0.37 kW
Tensión y frecuencia del motor	115 V AC 50/60 Hz
Capacidad de aceite utilizable	0.5 gl
Presión nominal primera etapa	200 psi
Presión nominal segunda etapa	10000 psi
Flujo de salida primera etapa	200 in ³ /min - 3.2 lt/min
Flujo de salida segunda etapa	20 in ³ /min – 0.32 lt/min
Conexión a proceso	3/8" NPTF
Peso	10 kg
Dimensiones	244x244x362 mm

(Enerpac, 2013)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MÓDULO HIDRÁULICO

- BOMBA DE VACÍO
 - Mayor caudal de desplazamiento de aire que las bombas usadas en los procesos actuales (25 l/min y 117 l/min) .
 - Igual o menor presión última que las usadas en las estaciones actuales (1×10^{-4} Torr y 1.5×10^{-3} Torr) .



ALTERNATIVAS

Especificaciones técnicas bomba de vacío Edwards RV5

Característica	Especificación
Fabricante	Edwards
Modelo	RV5
Caudal de desplazamiento de aire	117 l/min
Presión última	1.5 x10 ⁻³ Torr
Velocidad del motor	1800 rpm
Tensión y frecuencia del motor	230V AC, 50/60Hz
Potencia del motor	550W
Capacidad del reservorio	0.7 litros
Peso	55 lb

(Edwards, 2013)

Especificaciones técnicas bomba de vacío Welch 1400B-01

Característica	Especificación
Fabricante	Welch
Modelo	1400B-01
Caudal de desplazamiento de aire	25 l/min
Presión última	1x10 ⁻⁴ Torr
Velocidad del motor	580 rpm
Tensión y frecuencia del motor	115V AC, 50/60Hz
Potencia del motor	1/3 HP
Capacidad del reservorio	0.59 litros
Diámetro interno de la tubería necesaria	3/4" a 7/8"
Peso	26 kg
Dimensiones	17.8x9x12.6 cm

(WelchVaccum, 2013)



BOMBA DE VACÍO SELECCIONADA

Especificaciones técnicas bomba de vacío Welch 1402B-01

Característica	Especificación
Fabricante	Welch
Modelo	1402
Caudal de desplazamiento de aire	160 l/min
Presión última	1x10 ⁻⁴ Torr
Velocidad del motor	525 rpm
Tensión y frecuencia del motor	115V AC, 50/60Hz
Potencia del motor	1/2 HP
Capacidad del reservorio	2.1 litros
Diámetro interno de la tubería necesaria	3/4" a 7/8"
Peso	51 kg
Dimensiones	20x12x15 cm

(WelchVaccum, 2013)



WELCH 1402B-01
(Direct,2013)



VÁLVULAS

- Control de flujo automático que a la vez permita la operación manual de las válvulas.
- Funcionamiento de la válvula a plena carga y sin carga.
- Flujo bidireccional.
- Control total del flujo (abierta o cerrada).
- Obstrucción completa del paso del fluido al cerrar la válvula.
- Control manual del sistema en caso de fallo de la EVL.
- Se requiere una válvula que pueda cambiar su posición entre:
 - Presurización de el módulo
 - Llenado de los reservorios

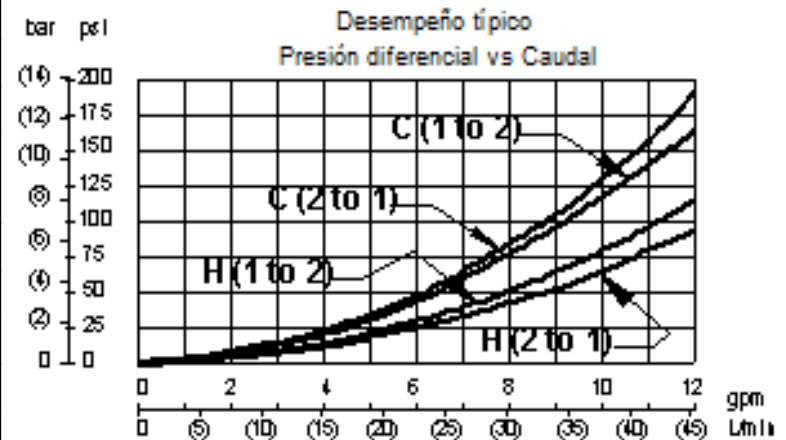
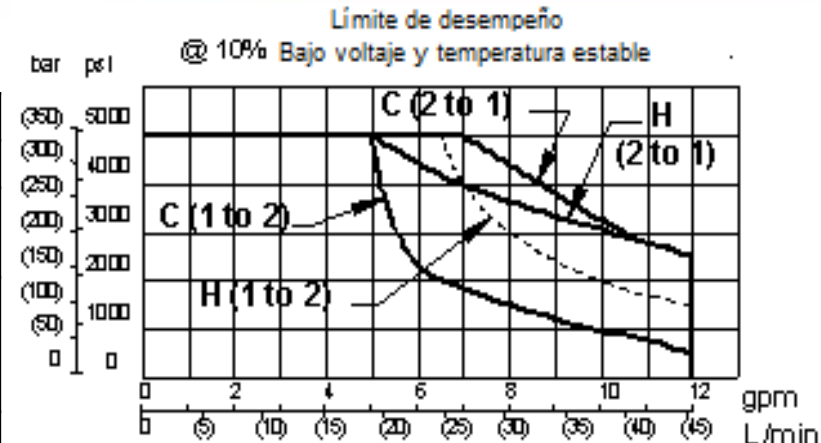


VÁLVULA 2/2

Especificaciones técnicas de la válvula DLDA

Característica	Especificación
Fabricante	Sun Hydraulics
Modelo	DLDA-XCN- (no incluye mando manual)
Cavidad	T-13 A, cabeza hexagonal 7/8" de HSS, modelo número 998-100-001 P/N:S281
Capacidad	45 litro/minuto
Fuerza requerida control manual	33N/100 bar – 5lbs/1000psi
Carrera control manual	2,5 mm
Máxima operación manual	350 bar - 5000 psi
Fuga máxima de la válvula a 24 cST	80 cc/min @ 350 bar
Tiempo de respuesta	50 ms
Serie de la cavidad	Serie 1
Frecuencia de cambio	15000 ciclos/hora
Diámetro de tubo de solenoide	19 mm – 0.75 plg
Tamaño hexagonal de la válvula	22.2 mm – 7/8 plg
Torque de instalación de la válvula	41 ^a 47 Nm – 30 ^a 35 lbf ft
Peso (sin el solenoide)	0.29 kg

(Sun Hydraulics, 2013)



Curvas de desempeño de las válvulas DLDA-XCN
(Sun Hydraulics, 2013)

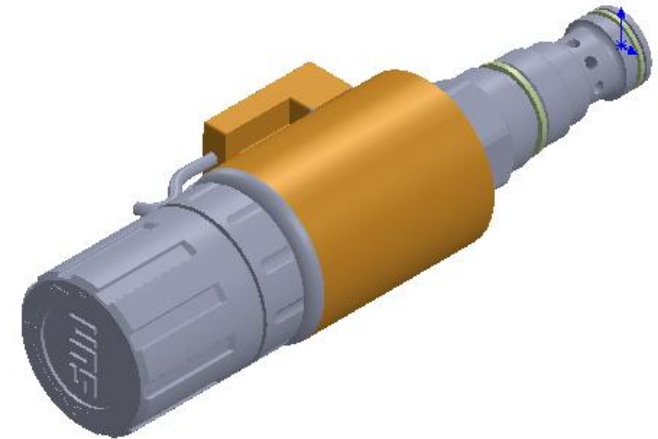


VÁLVULA 2/2

Especificaciones técnicas de la bobina 770-724

Característica	Especificación
Fabricante	Sun Hydraulics
Modelo	770-724
Supresión de arco	Estándar
Máxima temperatura de la bobina	105 °C
Consumo de corriente	22 watts
Tensión	24 VDC
Rango de operación de tensión	±10%
Conector	Bifilar 18 AWG x 460mm
Diámetro del tubo del solenoide	19 mm - 0.75 in
Torque del acople de la bobina	0,5 Nm – 4.5 lbf plg
Peso del modelo	0.24 kg – 0.54 lb
Máxima corriente	590 mA
Resistencia nominal a 50°C	37.2 ± 5% ohm
Resistencia nominal a 20°C	26.2 ± 5% ohm

(Sun Hydraulics, 2013)



DLDA-DCN-770-724.

(Sunhydraulics 2013)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VÁLVULA 2/2

- La restricción es el diámetro del puerto de aceite de los módulos (1/8”).
- Fabricante entrada de múltiple de ¼ NPT para todas las líneas.
- Línea de vacío ¾ NPT recomendación de la tubería ah usarse para la bomba de vacío.

Especificaciones del conector múltiple U9H ¼” NPT para cavidades T-13A

Característica	Especificación
Fabricante	Sun Hydraulics
Modelo	U9H
Cavidad	T-13A
Tipo	Montaje en línea ¼” NPT
Características	90 grados
Diámetro de agujero para montaje	1 x 0.34 plg (8.6 mm)
Peso	0.79 lb (0.36 kg)
Material	Aluminio 6061-T651

Especificaciones del conector múltiple MPA ¼” NPT para cavidades T-61A

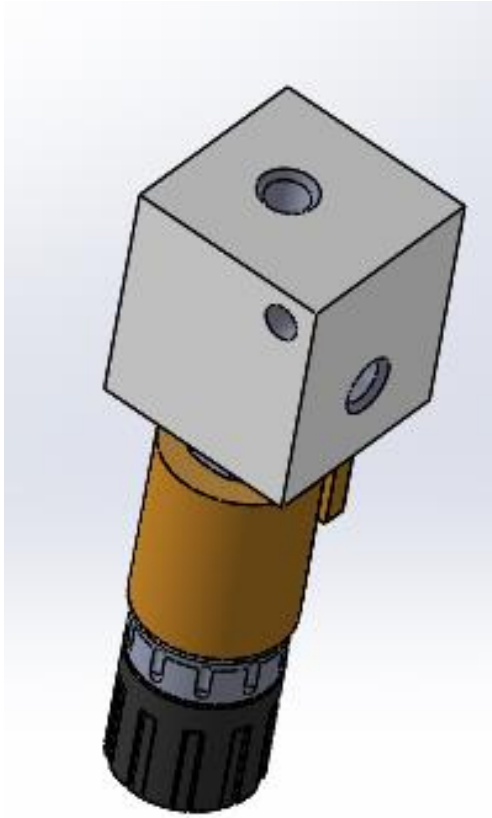
Característica	Especificación
Fabricante	Sun Hydraulics
Modelo	MPA
Cavidad	T-61A
Tipo	Montaje en línea ¼” NPT
Características	90 grados
Diámetro de agujero para montaje	2 x 0.34 plg (8.6 mm)
Peso	1.41 lb (0.64 kg)
Material	Aluminio 6061-T651

(Sun Hydraulics, 2013)

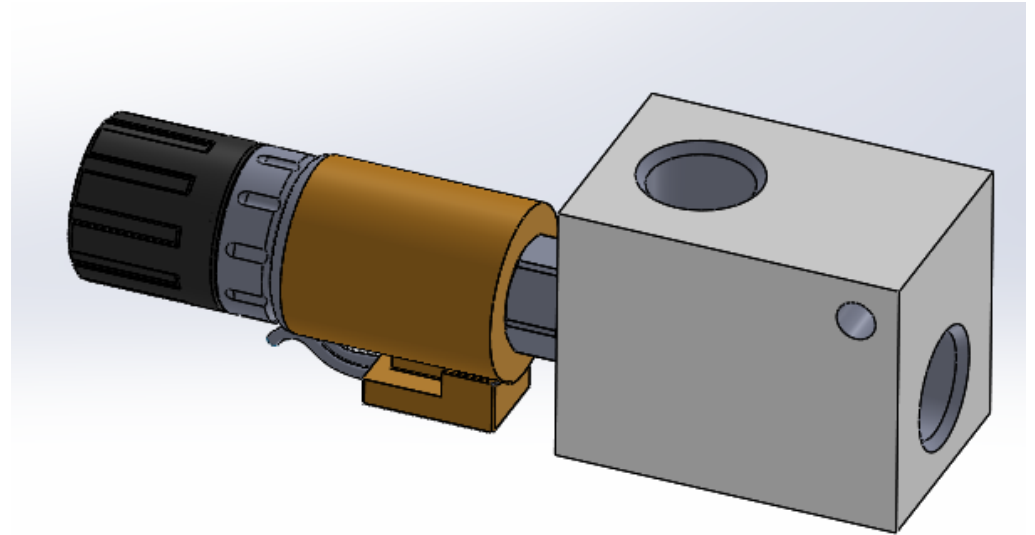


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VÁLVULA 2/2



**Conector múltiple U9H ¼" NPT para
cavidades T-13A
(Sun Hydraulics, 2013)**



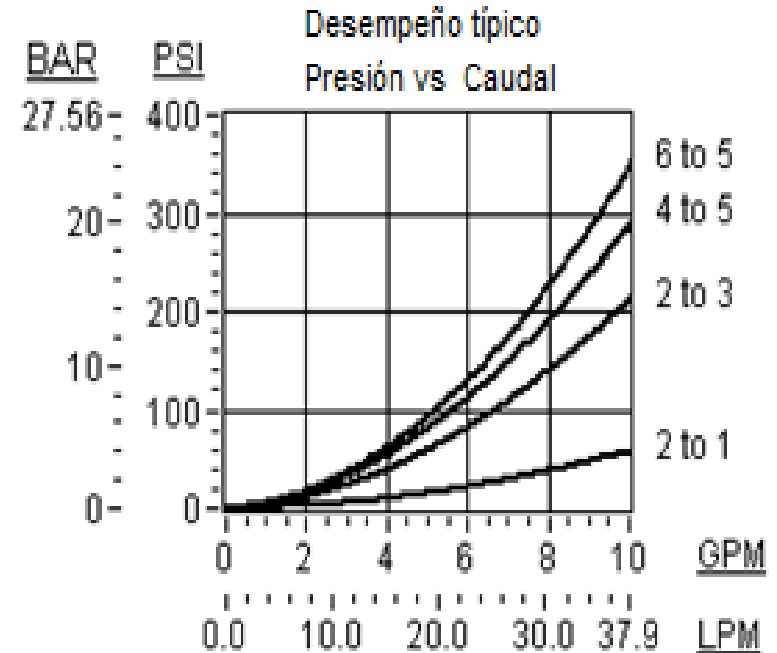
**Conector múltiple MPA ¼" NPT para cavidades T-61A
(Sun Hydraulics, 2013)**

VÁLVULA 6/2

Especificaciones técnicas de la válvula DNDYS-XN

Característica	Especificación
Fabricante	Sun Hydraulics
Modelo	DNDYS-XN + 991-227
Cavidad	T-61A, cabeza hexagonal 7/8" de HSS, modelo número 998-100-001
Capacidad	20 litro/minuto
Fuerza requerida control manual	33N/100 bar – 5lbs/1000psi
Carrera control manual	2,5 mm
Máxima operación manual	350 bar - 5000 psi
Fuga máxima de la válvula a 24 cST	80 cc/min @ 350 bar
Serie de la cavidad	Serie 1
Diámetro de tubo de solenoide	19 mm – 0.75 plg
Tamaño hexagonal de la válvula	22.2 mm – 7/8 plg
Torque de instalación de la válvula	41 a 47 Nm – 30 a 35 lbf ft
Peso (sin el solenoide)	0.43 kg

(Sun Hydraulics, 2013)

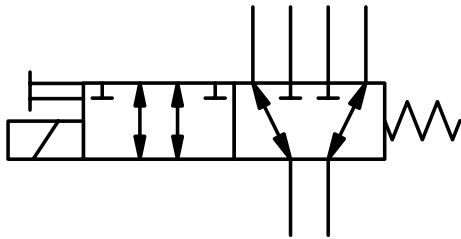


(Sun Hydraulics, 2013)



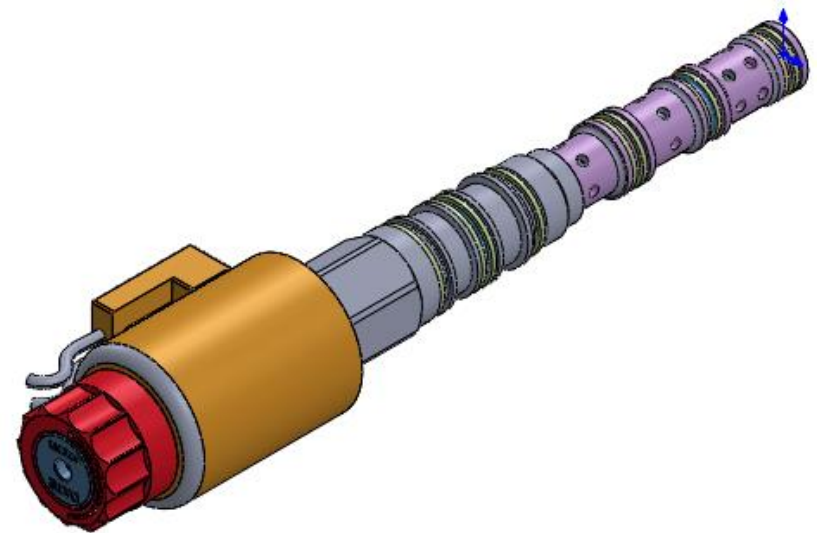
VÁLVULA 6/2

- De accionamiento manual y eléctrico con retorno por muelle con la misma configuración de bobina y mando manual que las seleccionadas anteriormente



Válvula 6/2 con mando manual o eléctrico por un lado y retorno por resorte por el otro.

(Sun Hydraulics, 2013)



Válvula DNDYS-XN-724 + 991-227
(SunHydraulics, 2013)

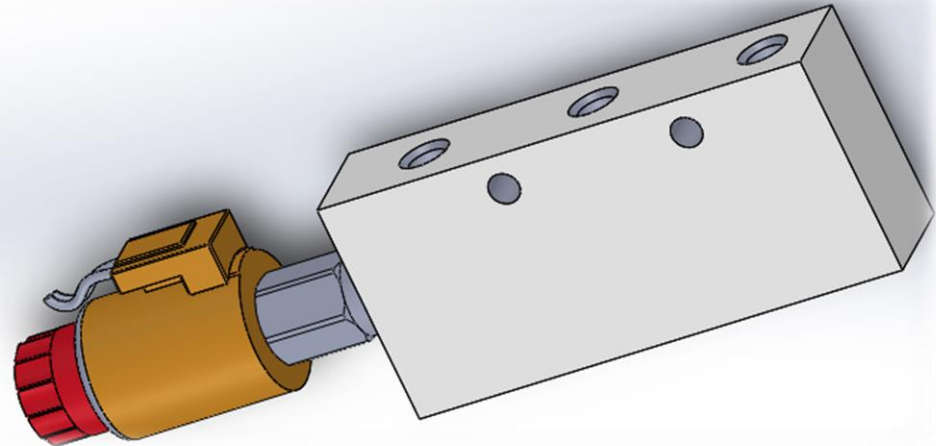


VÁLVULA 6/2

Especificaciones del conector múltiple MPA ¼" NPT para cavidades T-61A

Característica	Especificación
Fabricante	Sun Hydraulics
Modelo	MPA
Cavidad	T-61A
Tipo	Montaje en línea ¼" NPT
Características	90 grados
Diámetro de agujero para montaje	2 x 0.34 plg (8.6 mm)
Peso	1.41 lb (0.64 kg)
Material	Aluminio 6061-T651

(Sun Hydraulics, 2013)



**Válvula con conector múltiple MPA ¼" NPT para cavidades T-61A
(Sun Hydraulics, 2013)**



PRESIÓN

- Se requiere medir presión absoluta en 3 puntos distintos del sistema de la EVL
 - 1 Línea de presurización de la herramienta.
 - 2 en la parte superior de los recipientes

DISEÑO HIDRÁULICO

Necesidades de medición para los puntos de presión

	Parámetro	Requerimiento
PUNTO 1	Medio de medición	aceite
	Viscosidad	23 cSt @ 40°C
	Temperatura	ambiente
	Presión absoluta	14.5 a 45 psi / 1 a 3.1 bar
	Caudal	0.5 a 3.2 l/min
PUNTO 2 y 3	Medio de medición	aire
	Densidad	ambiente (1.2 kg/m ³)
	Temperatura	ambiente (20°C)
	Presión absoluta	0 a 14.5 psi / 1x10 ⁻⁴ a 760 Torr
	Caudal	160 l/min

(Elaboración propia)



PRESIÓN

Especificaciones del transductor de presión OMEGA

Característica	Especificación
Fabricante	OMEGA
Numero serie	MMA050V10P4C0T3A5 CE
Modelo	Custom transducer
Unidades	psi
Rango	50
Salida	0-10 VDC
Precisión	+/- 0.20%
Conexión a proceso	¼ NPT MACHO
Terminación eléctrica	Cable (2m)
Compensación de temperatura	-7 a 60°C

(OMEGA, 2014)



Custom transducers

(OMEGA, 2014)



PRESIÓN

Especificaciones del transmisor de presión

ProSense PTD25

Característica	Especificación
Fabricante	ProSense
Modelo	PTD25-10-VH
Desviación de la curva característica	$< \pm 0.75\%$
Tensión de operación	16 a 32 VDC
Consumo de corriente	$< 18 \text{ mA}$
Mínima carga	2000 Ω
Rango de medición	0 a 14.5 psi absoluta
Salida	0-10 V
Tipo de conexión eléctrica	4 pin M12
Tipo de conexión al proceso	¼" NPT macho

(ProSense, 2013)



Sensor ProSense

(ProSense,2013)



NIVEL DE LÍQUIDO

Necesidades de medición para la instrumentación de nivel de líquido

	Parámetro	Requerimiento
PUNTO 1y2	Medio de medición	aceite/aire
	Tipo de medición	continua
	Viscosidad aceite	23 cSt @ 40°C
	Densidad aire	1.2 kg/m ³
	Temperatura	ambiente
	Presión absoluta	0 a 14.5 psi
PUNTO 3	Medio de medición	aceite
	Tipo de medición	continua
	Densidad	23 cSt @ 40°C
	Temperatura	ambiente (20°C)
	Presión absoluta	14.5 a 45 psi / 1 a 3.1 bar
PUNTO 4	Medio de medición	aceite
	Tipo de medición	multinivel
	Densidad	23 cSt @ 40°C
	Temperatura	ambiente (20°C)
	Presión absoluta	ambiente (14.5 psi)
	Dimensiones del recipiente	Recipiente estándar de 5 galones (altura de 45cm)

La instrumentación de los puntos 1, 2 y 3 será la misma

Para el punto 4, la instrumentación elegida es un sistema de medición multiniveles



NIVEL DE LÍQUIDO

Especificaciones de los transmisores de nivel ultrasónicos Omega LVU30 para puntos 1, 2 y 3

Característica	Especificación
Fabricante	Omega
Línea de producto	LVU3X
Modelo	LVU32
Frecuencia ultrasónica	150 kHz
Ángulo del cono de lectura	8 grados
Rango	102mm a 2.5 m
Resolución	0.25mm
Requerimiento energético	12 a 24 V DC, 20mA
Impedancia de salida	100Ω
Salida	0 a 10.25 V DC
Tiempo de respuesta	60 ms
Resolución	10 bits
Conexión a recipiente	1 NPT
Cableado	5 x 22 AWG, 200 mm

(OMEGA, 2013)



LVU32

(OMEGA,2013)



NIVEL DE LÍQUIDO

Especificaciones del control de nivel Omega LV-120 para recipientes de aceite de 5 galones en el punto 4.

Característica	Especificación
Fabricante	Omega
Línea de producto	LV
Modelo	LV-120.
Material del vástago	Cobre N
Material del flotador	Cobre N
Temperatura de operación	-40 a 149 °C
Índice de presión relativa	100 psi
Acople para el tanque	2" NPT
Tipo de contacto	Unipolar tipo lengüeta
Mínima gravedad específica	0.55

(OMEGA, 2013)



LVU32

(OMEGA,2013)

2 estaciones de nivel (contacto, tubo, flotador), 1 tubo conector, 1 acople de montaje, 1 acople de final de tubo, 4 uniones, 2 tubos de 10"



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

POTENCIOMETRO DE ACTUADOR LINEAL

Especificaciones del potenciómetro incorporado en el actuador lineal eléctrico

Característica	Especificación
Tipo	Potenciómetro
Resistividad	10k OHM
Número de vueltas	10

(Thomson, 2013)



Electrak PPA-DC Actuator
(Thomson,2013)

- Carrera útil de mínimo 388mm. (15.29 pulgadas)
- Fuerza de mínimo 1400 N
- Debe acoplarse a los dos pines para su rotación.
- Se tiene que el actuador lineal deberá tener una carrera útil de mínimo 388mm (15.29 pulgadas) y una fuerza de mínimo 1400 N.



ACTUADOR LINEAL

Especificaciones del actuador lineal Thomson

Característica	Especificación
Fabricante	Thomson
Línea de producto	Electrak PPA-DC Actuator
Modelo	PPA24-58B65-24NPOX con potenciómetro
Kit para montaje	Kit para montaje tipo Clevis P/N 7827320
Tensión de corriente	24 VDC
Intensidad a mínima carga	7 A
Intensidad a máxima carga	15 A
Máxima carga dinámica	1500 lbs (6670 N)
Máxima carga estática	1350 lbs (3000 N)
Torque limitante	200 lbf plg
Velocidad a máxima carga	0.37 plg/s (9.4 mm/s)
Velocidad sin carga	0.49 plg/s (12.5 mm/s)
Carrera del émbolo	24 plg (610 mm)
Tipo de rosca	Ball
Relación de transmisión	20:1
Montaje	Horquilla en ambos extremos, rotación de hasta 150° en la base.
Peso	15 lb (6.8 kg)
Freno de suspensión de carga	Integrado

(Thomson, 2013)



Clevis mount

(Thomson, 2013)



DISPOSITIVOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Dispositivos de mando y señalización para la EVL

Descripción	Fabricante / Modelo
Torre luminaria – Baliza 115VAC	CAMSCO / LTA-205
Perilla principal negra	3SB3602-2KA11
Botón pulsador metálico verde	3SB3602-0AA41
Botón emergencia tipo hongo	3SB3603-1CA21



LTA-205

(CAMSCO, 2013)



3SB3602-2KA11

(SIEMENS, 2013)



3SB3603-1CA21

(SIEMENS, 2013)



3SB3602-0AA41

(SIEMENS, 2013)



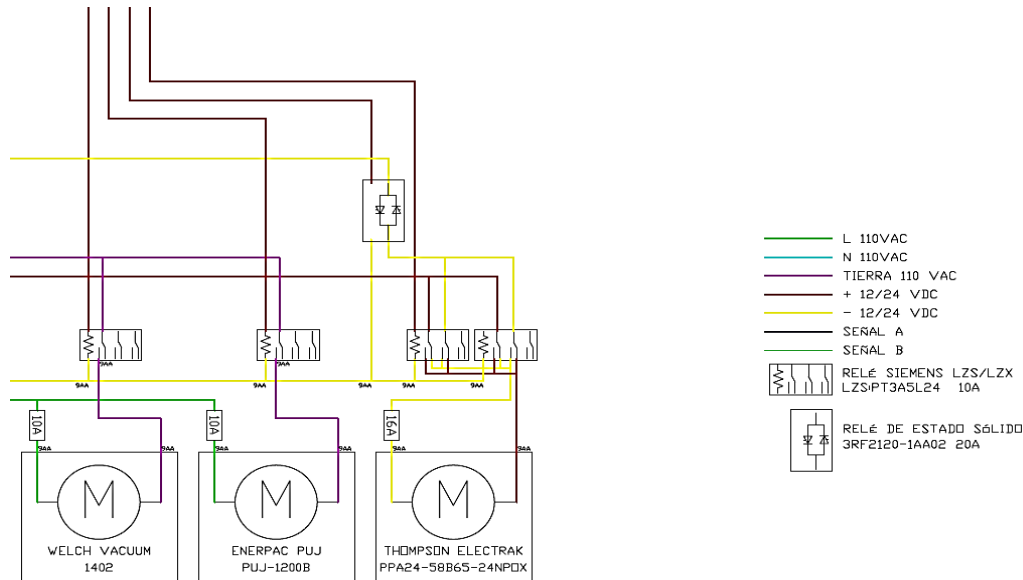
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONEXIONES CON RELÉ

Características de las cargas para conexión mediante relé

Cantidad	Tipo de corriente	Tensión [V]	Intensidad [A]
2	AC	115 AC	5
1	DC	24 DC	15
1 DPDT	DC	24 DC	15



Uso de relés individuales y en paralelo en la EVL, sección del diagrama de eléctrico de conexiones



Relé de estado sólido
3RF2120-1AA02 20A



Relé SIEMENS LZS/LZX
LZSPT3A5L24 10A



TRANSFORMADORES

- EVL se necesitarán 2 transformadores de energía, uno de 12 VDC y otro de 24 VDC.

Tabla de cargas para selección de transformadores de energía

12 VDC	
Elemento	Carga
OMEGA CUSTOM (Transductor presión punto 24)	1x7mA
PROSENSE PTD (Transmisor presión punto 2 y 3)	2x18mA
OMEGA LVU32 (Transmisores nivel puntos 1, 2 y 3)	3x20mA
POTENCIOMETRO (Actuador lineal)	1x2mA
TOTAL	105mA 1.26 W @ 12 VDC
24 VDC	
Elemento	Carga
THOMPSON PPA (Actuador lineal)	1x15000mA
Relés (Bombas y actuador lineal)	4x250mA
SUNHYDRAULICS DNDYS-XN (Válvula punto	1x590mA
SUNHYDRAULICS DLDA-XCN (Válvulas puntos 7 al 16)	9x590mA
EM 1231 (Módulo entradas analógicas)	1x20mA
EM 1222 (Módulos salidas digitales)	2x40mA
TOTAL	2200mA=22A 528 W @ 24 VDC



CONTACTORES TÉRMICOS

Tabla de cargas para el contactor térmico

Elemento	Carga
Transformador 12 VDC	105 mA
Transformador 24 VDC	21960 mA
Bomba Enerpac PUJ-1200B	5000 mA
Bomba Welch 1402	5000 mA
TOTAL	32065mA=32A

- Se usará un contactor térmico de 40A.



CABLEADO

- Se propone el uso de cableado de 3 calibres, para facilitar la instalación, mantenimiento y reparación
 - El primer grupo corrientes menores a 10A → AWG 18
 - El segundo corrientes entre 10 y 20A → AWG 14
 - El tercer grupo para corrientes mayores a 20A → AWG10.

Calibre AWG	Diámetro del conductor [mm]	Área transversal del conductor [mm ²]	Máxima corriente admisible [A]
10	2.58	5.26	55
12	2.05	3.31	41
14	1.63	2.08	32
16	1.29	1.31	22
18	1.02	0.824	16

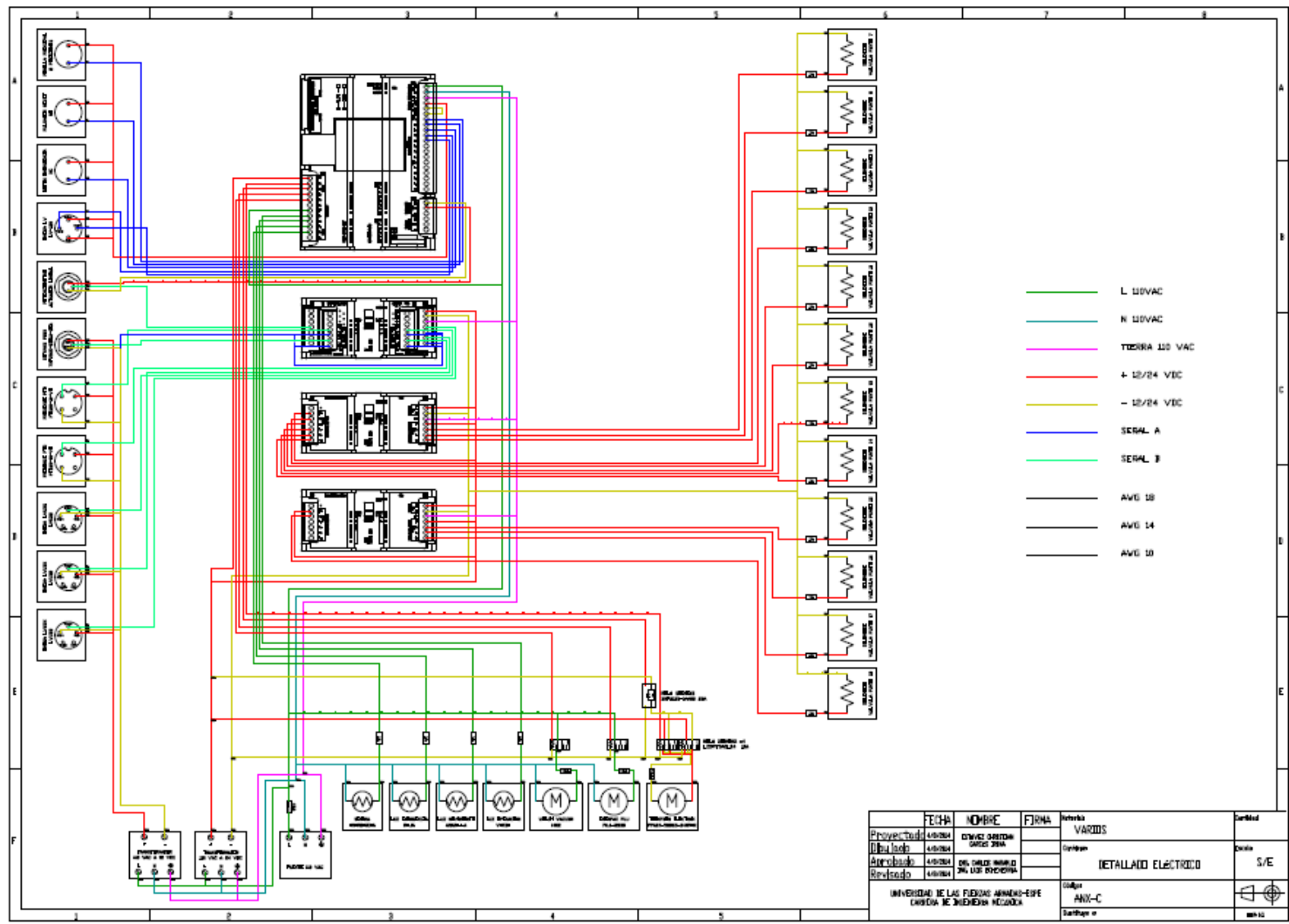
(Power Stream, 2014)



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

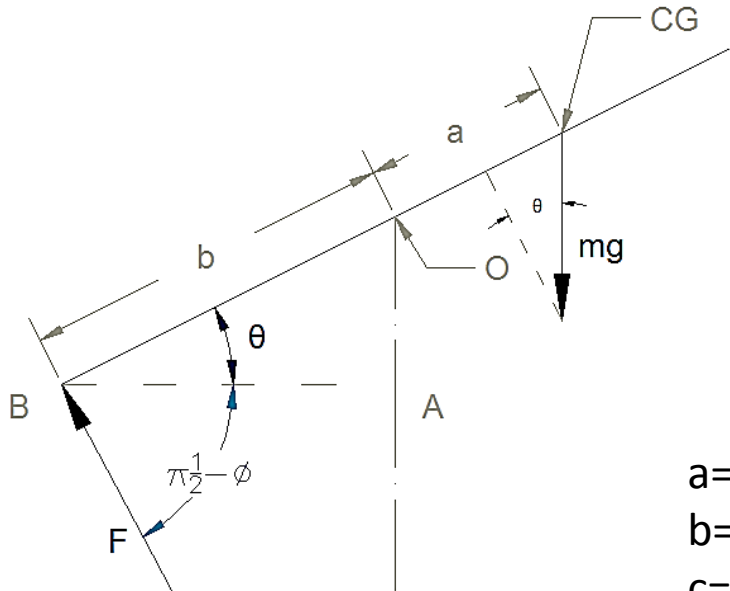
DISEÑO ELÉCTRICO FINAL



ESPE
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

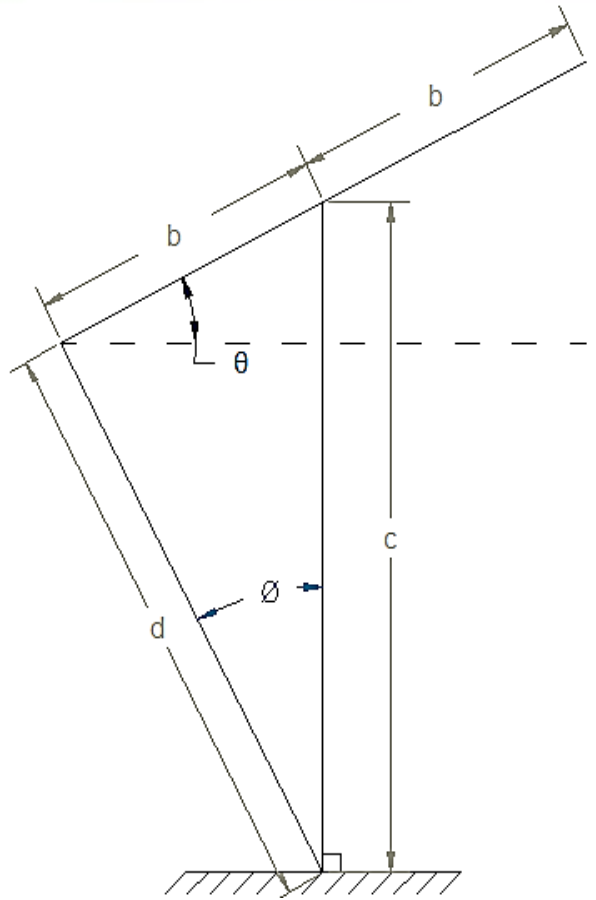
DISEÑO MECÁNICO

- El mecanismo solo girará en un plano (XY).
- Se considera que no existen efectos dinámicos (el mecanismo se mueve lento, por lo que no existirá aceleración).



$a=230 \text{ mm}$
 $b=230 \text{ mm}$
 $c=1100 \text{ mm}$
 $\Theta=-45\dots45^\circ$

Diagrama de cuerpo libre
(Elaboración propia)



Esquema de relaciones geométricas
(Elaboración propia)



DISEÑO MECÁNICO

Al realizar una sumatoria de momentos en torno al punto O.

$$\sum M_O = I_G \cdot \alpha$$

$$a \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta) = b \cdot F \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \phi + \theta\right)$$

$$a \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta) = b \cdot F \cdot \cos(\theta - \phi)$$

$$F = \frac{(a \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta))}{(b \cdot \cos(\theta - \phi))}$$

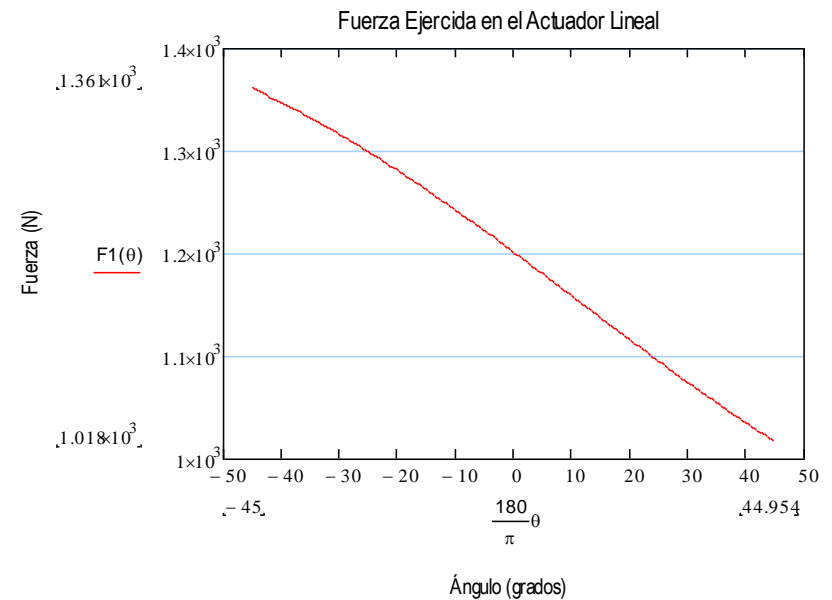
Y al sustituir, se obtiene la función

$$F(\theta) = \left[\frac{a \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta)}{b \cdot \cos\left[\theta - \arccos\left[\frac{c - b \cdot \sin(\theta)}{\sqrt{2 \cdot c \cdot (c - b \cdot \sin(\theta) + b^2 - c^2)}}\right]\right]} \right] \quad 4.10$$

4.7

4.8

4.9



**Fuerza ejercida por el actuador lineal
(Elaboración propia)**



DISEÑO MECÁNICO

Tabla de posiciones de la distancia D

HERRAMIENTA	MÓDULO	ÁNGULO DE GIRO	ANGULO DE GIRO ANTIHORARIO	DISTANCIA D ANTIHORARIA		ANGULO DE GIRO HORARIO	DISTANCIA D HORARIA	
				mm	in		mm	in
TeleScope	MMA	45	45	990.84	39.01	135	1408.20	55.44
TeleScope	MTA-BC	45	45	990.84	39.01	135	1408.20	55.44
ImPulse	IPTA	27	63	1077.49	42.42	117	1343.07	52.88
Xceed	CRSPA 6.75	35	55	1037.45	40.84	125	1374.22	54.10
Xceed	CRSPA 9.00	35	55	1037.45	40.84	125	1374.22	54.10



DISEÑO HIDRÁULICO

- Datos del aceite AEROSHELL 560
- Caudal de la bomba de llenado ENERPAC PUJ-1200B
- Diámetro propuesto de 1/4"
- Flujo laminar (Reynolds menor a 2000)
- Perdidas por longitudes o accesorios irrelevantes.
- Se instalará mangueras, facilidad de conexión y mantenimiento.
- Tubería de cobre para la línea de vacío con diámetro interno de 3/4". (Fluido aire)

$$\rho := 998 \quad \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$D := \frac{0.0254}{4} \quad (\text{m})$$

$$a := \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 3.167 \times 10^{-5} \quad (\text{m}^2)$$

$$Q := \frac{3.2}{1000 \cdot 60} = 5.333 \times 10^{-5} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

$$v := \frac{Q}{a} = 1.684 \quad \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

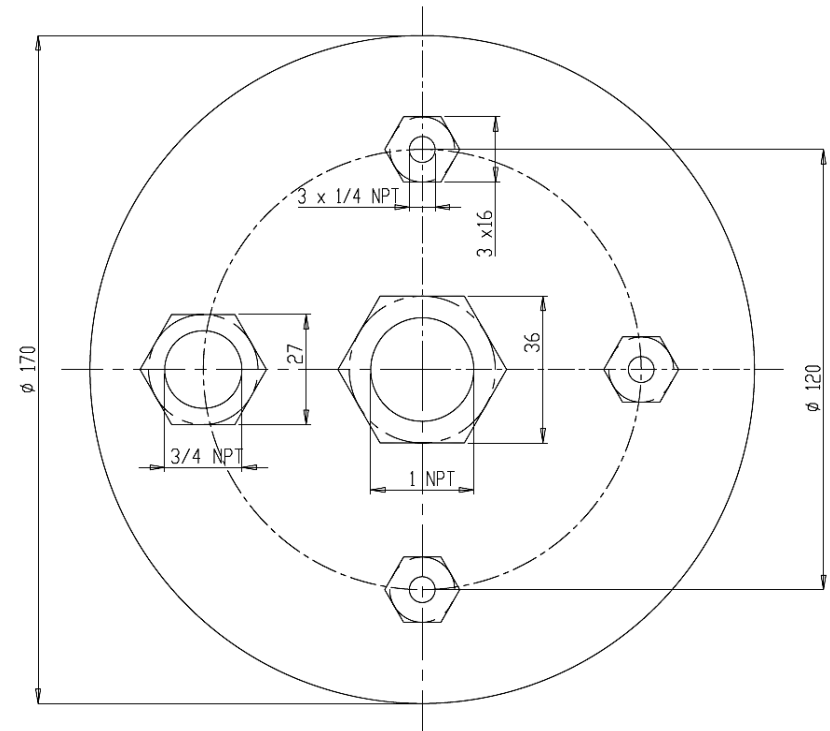
$$\mu := \frac{23 \cdot \rho}{1000^2} = 0.023 \quad \left(\frac{\text{Kg}}{\text{ms}} \right)$$

$$re := \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = 464.951$$



DISEÑO HIDRÁULICO

- 3 reservorios iguales:
 - 2 de circulación
 - 1 de presurización.
 - Volúmen mínimo 10 L
 - Diámetro mínimo 170 mm
 - Altura mínima para medir el transmisor: (102mm)
 - H=540 mm
 - De la construcción se encargará la empresa ETE-FLOEX.



Esquema de la pared superior del recipiente número 2 con sus respectivas conexiones (Elaboración Propio)



DISEÑO HIDRÁULICO

PRUEBAS DE BOMBAS DE VACÍO									
CAUDAL DE BOMBA	PRUEBA	ALTURA INICIAL	ALTURA FINAL	VOLUMEN	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO PROMEDIO	CAUDAL	CAUDAL PROMEDIO
lt/min		Hi (cm)	Hf (cm)	V (cc)	t1 (min)	t2 (min)	tp (min)	Q (cc/min)	Qp (cc/min)
60	1	12	7.3	595.38128	2.188	2.19	2.189	271.98779	253.6224
	2	12	8.1	494.03979	2.04	2.16	2.1	235.25704	
117	1	12.2	7.3	620.71666	2.18	2.22	2.2	282.14393	280.6440
	2	12.4	7.8	582.71360	2.155	2.02	2.087	279.14424	

$$Q := \frac{253.62 + 280.64}{2(1000)} = 0.267 \frac{1}{\text{min}}$$

$$t := 30 \text{ min}$$

$$v := Q \cdot t = 8.014 \text{ l}$$

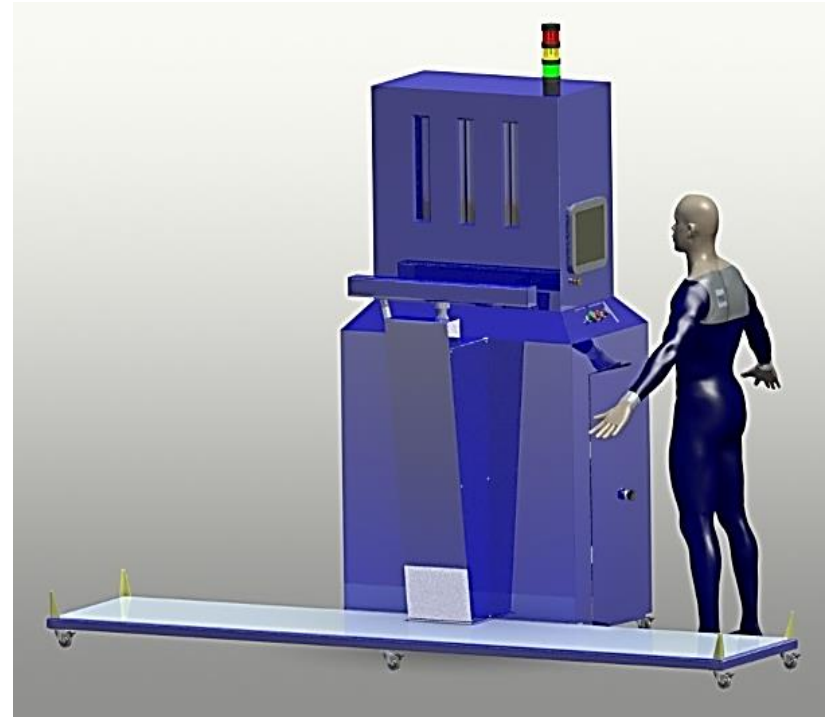
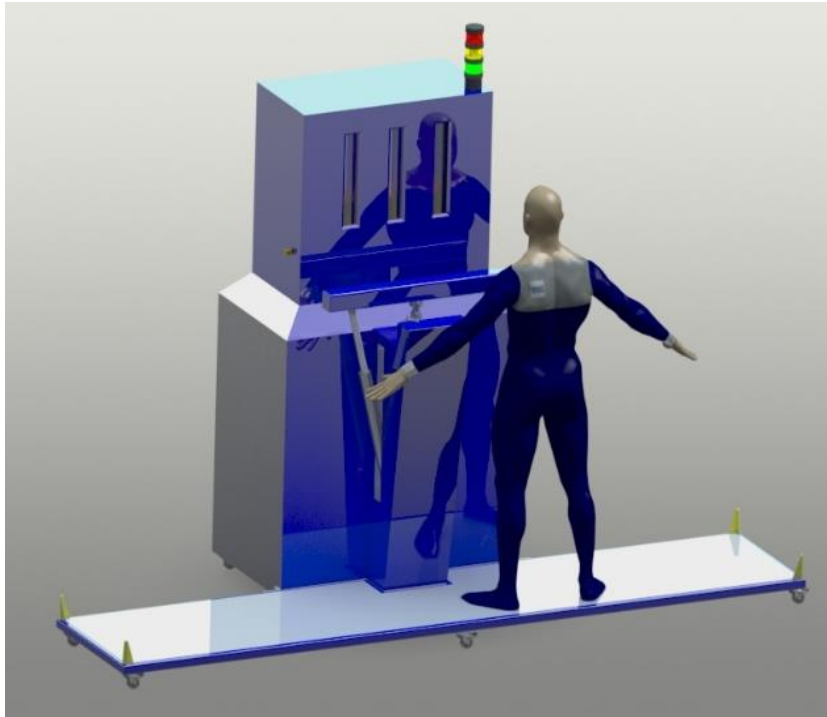


DISEÑO ESTRUCTURAL

- Ser ergonómica para el posicionamiento de las herramientas, mando de panel táctil y botoneras.
- Estética.
- Contener en su interior todos los componentes.
- Acoplar el mecanismo de giro.
- Tener compuertas de acceso fácil para el mantenimiento.
- Ser movable, a pesar que la máquina tendrá su lugar fijo de trabajo.
- Deberá brindar acceso a los controles manuales.
- Que se pueda observar las burbujas ascendentes dentro de los recipientes para verificación visual.
- Proporcionar las seguridades necesarias para el operador.



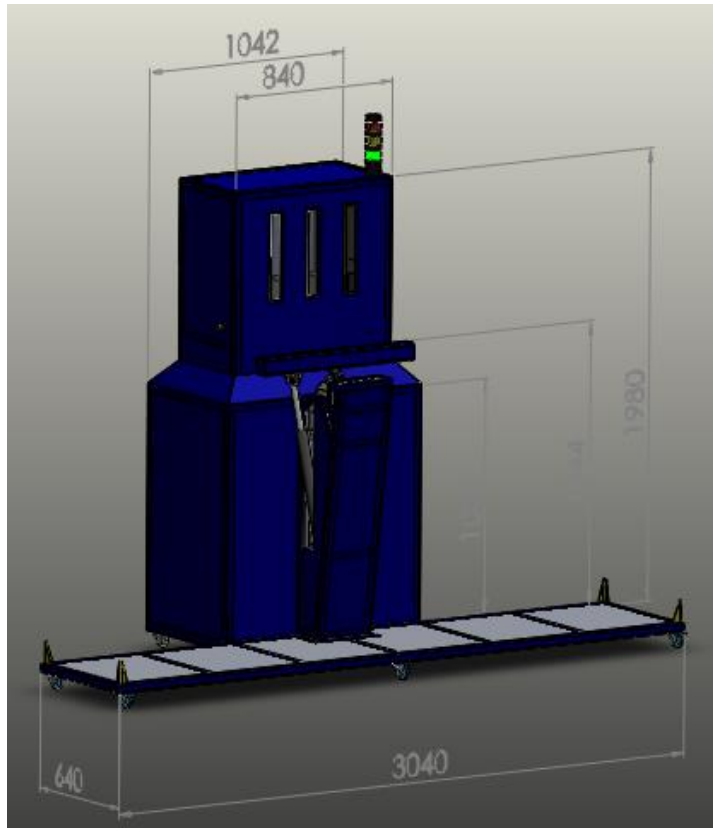
DISEÑO ESTRUCTURAL



**Propuesta de Diseño -Referencias ergonómicas
(Elaboración propia)**



DISEÑO ESTRUCTURAL



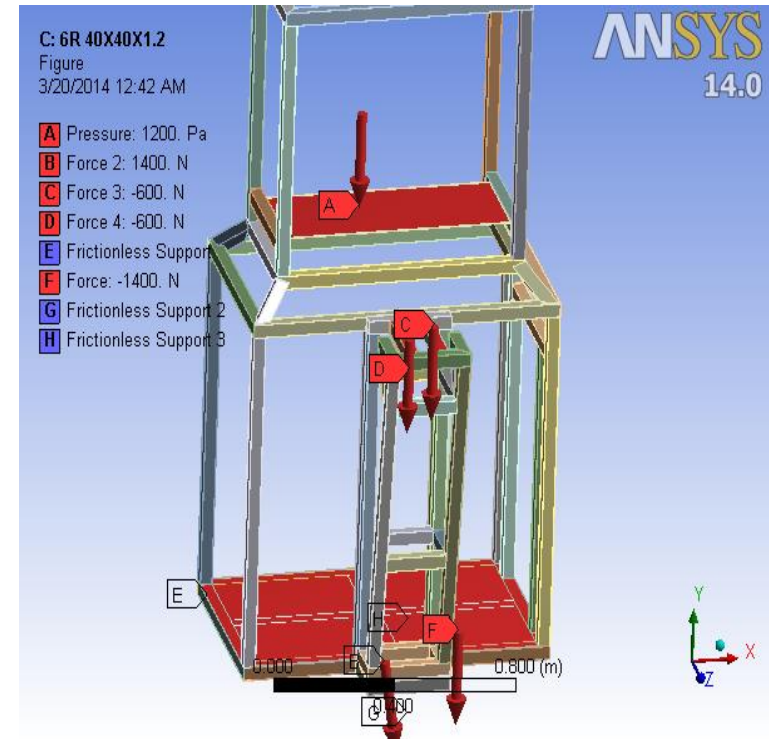
Referencias de medidas
(Elaboración propia)

- Panel táctil y el panel de botones se encuentren a un costado
- La luz indicativa junto con la correspondiente alarma se encontrará en lo alto de la máquina -> visibilidad.
- Los recipientes se encontrarán a la vista del operario-> verificación visual de burbujas
- El mecanismo de giro se sitúa en la parte frontal de la EVL -> ubicación sea fácil para el montaje.



DISEÑO ESTRUCTURAL

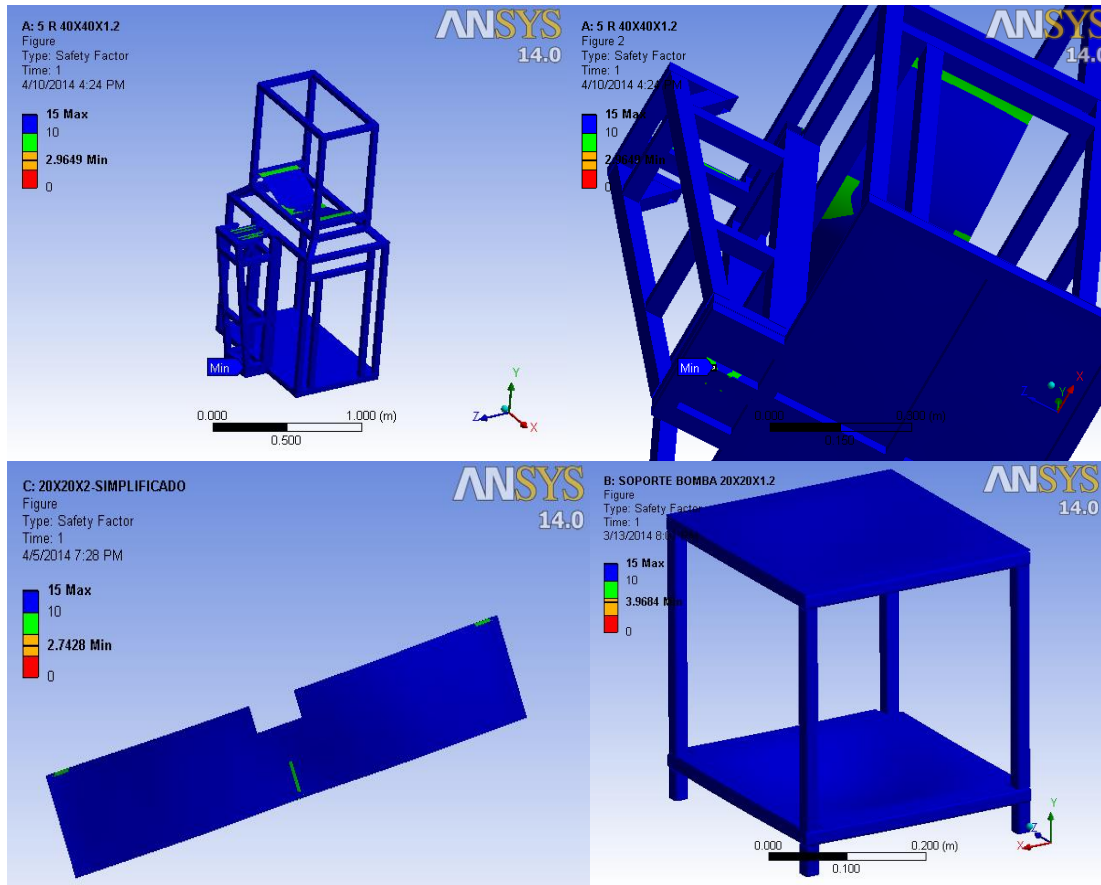
- Paredes posteriores desmontables (mariposas) -> mantenimientos de acceso a válvulas, bombas, PLC u otras conexiones.
- Puerta en la cara lateral izquierda
- Acoples rápidos a los lados
- Ruedas de 101.6 mm(4 plg) tanto a la plataforma desmontable como a la EVL.
- Para el estudio estructural se utilizó el software WorkBench ANSYS y se analizó todo como estático estructural



**Modelado Bastidor Principal ANSYS
Workbench
(Elaboración propia)**



MODELADO EN ANSYS



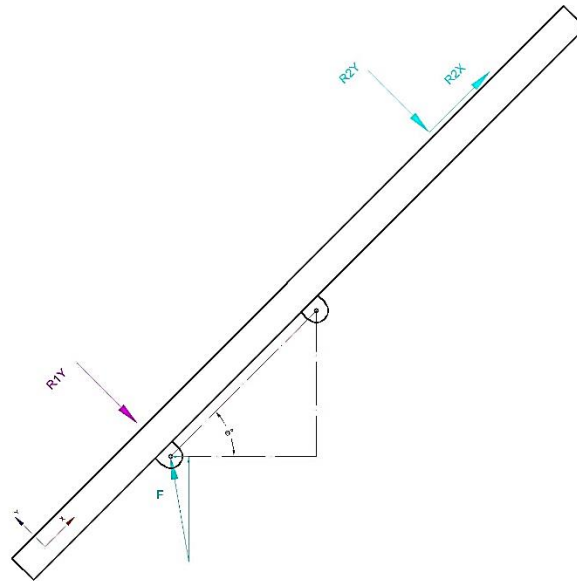
- Bastidor principal:
Tubo cuadrado
40x40x1.2 mm
- Bastidor secundario:
Tubo 20x20x2 mm
- Soporte de bombas:
Tol corrugado 2 mm
- Tubo 20x20x1.2
Plancha de 2 mm

**Resultados de Modelado Estructural en Workbench ANSYS
(Elaboración Propia)**

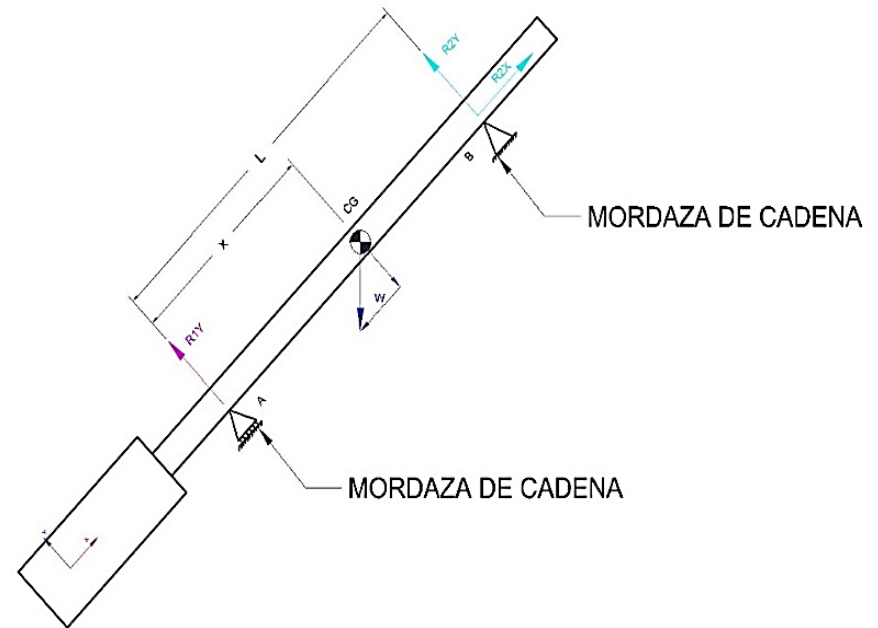


FUERZAS EN TUBO

- Tubo de 75 x 75 x 3 mm
- El tubo deberá abarcar los 230 mm entre pivotes.



Fuerzas aplicadas al tubo
(Elaboración Propia).



Principio de modelamiento, reacciones en el
módulo (Elaboración Propia).

FUERZAS EN TUBO

$$x := 230 \cdot 2 \quad L := 230 \cdot 2$$

$$w := 1200 \quad \theta := 45 \frac{\pi}{180}$$

$$\sum_A M = 0$$

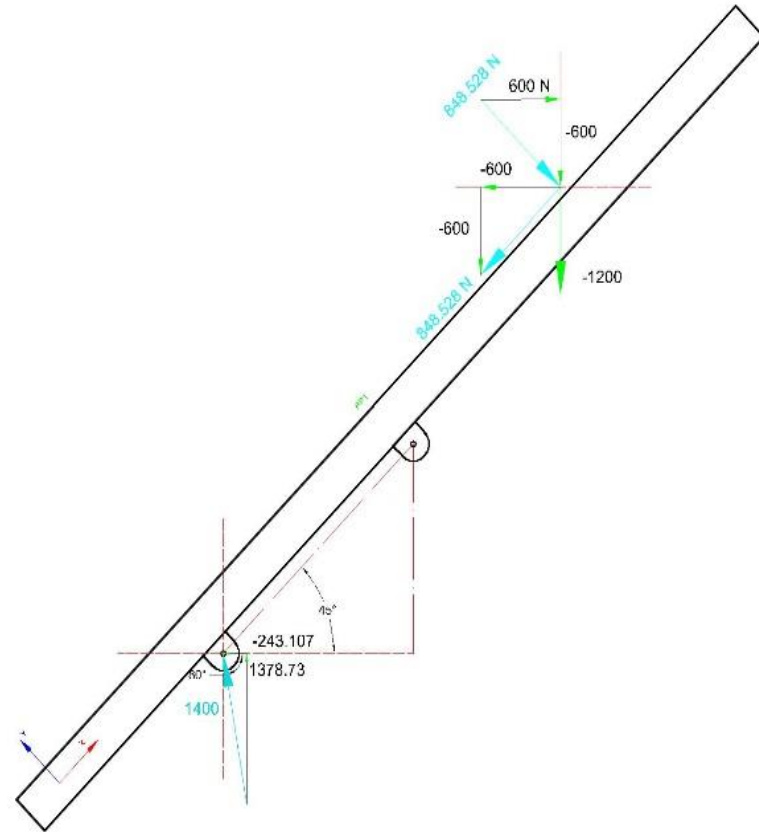
$$R_{2y}(L) - w \cos(\theta) \cdot x = 0$$

$$R_{2y} := w \cdot \cos(\theta) \cdot \frac{x}{L} = 848.528$$

$$\sum F = 0$$

$$R_{2x} := w \cdot \sin(\theta) = 848.528$$

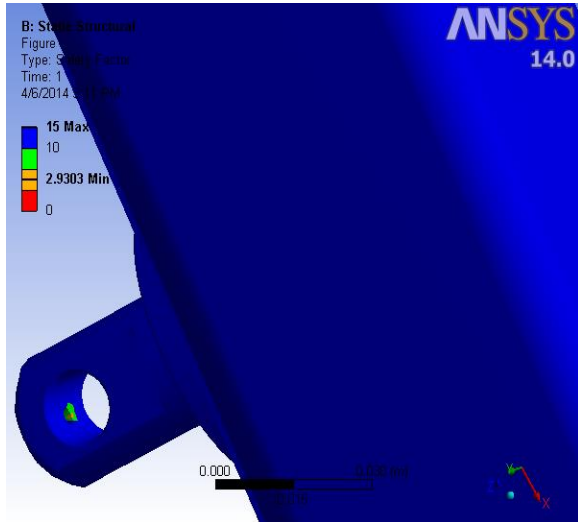
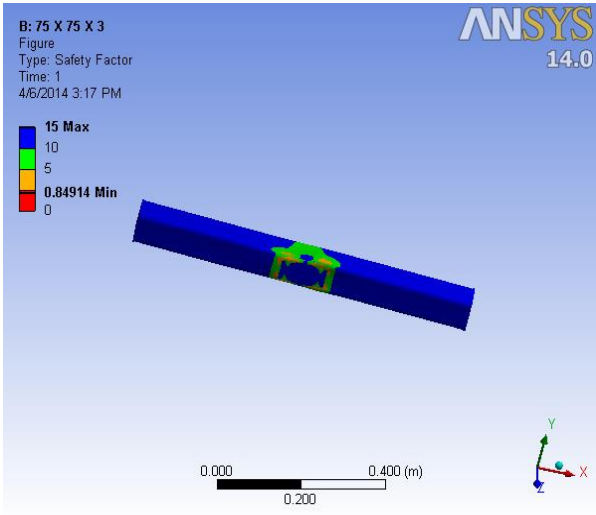
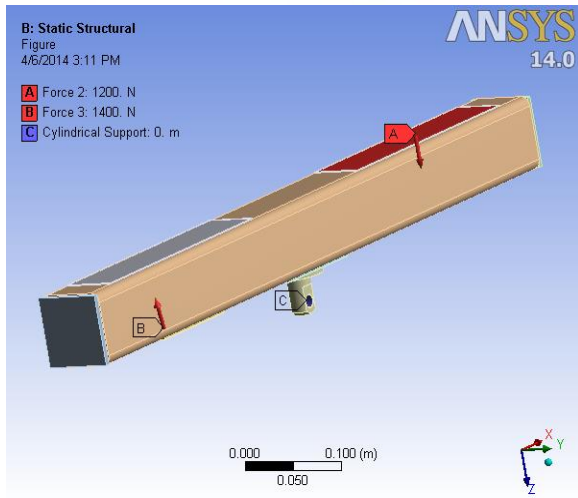
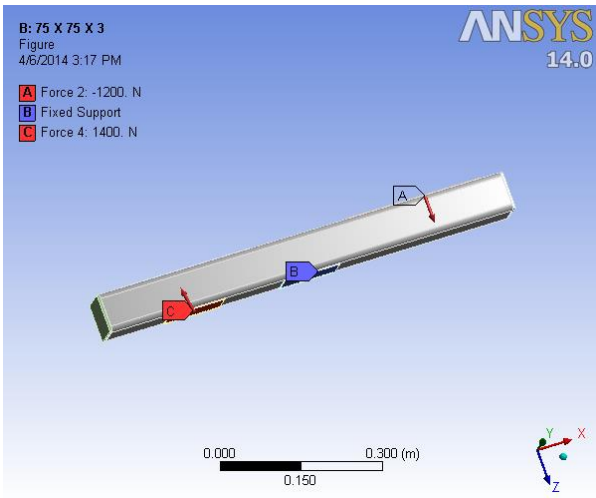
$$R_{1y} := w \cdot \cos(\theta) - R_{2y} = 0$$



Descomposición de fuerzas para el modelado
(Elaboración Propia- AutoCad).



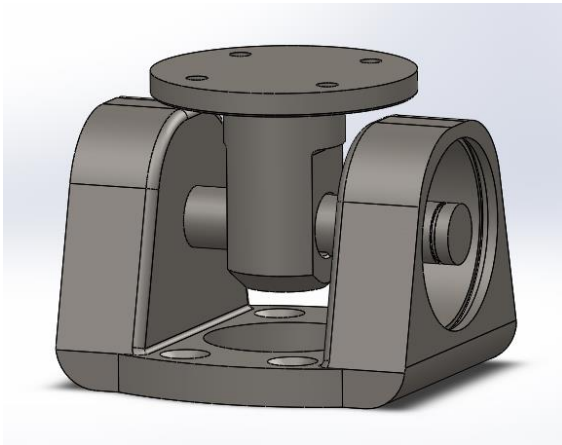
FUERZAS EN TUBO



Resultados Modelado en Tubo en ANSYS Workbench
(Elaboración Propia)



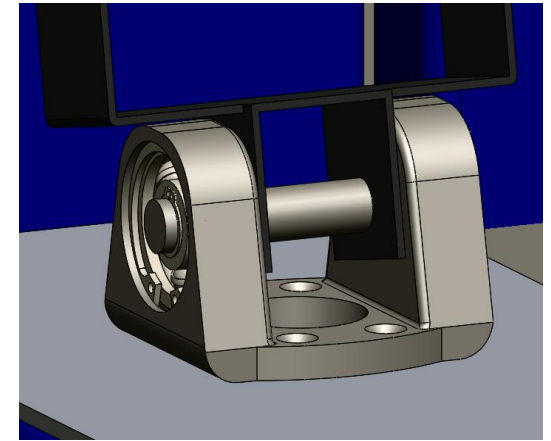
SUJECIÓN DE PARTES



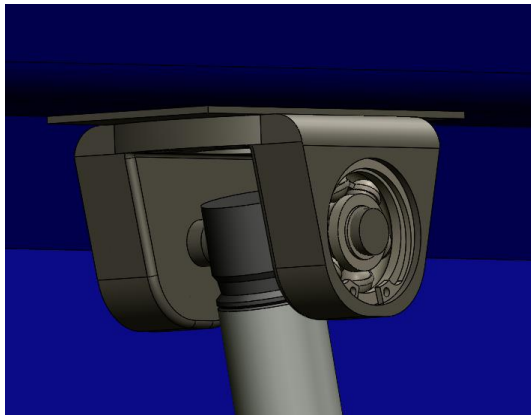
Conjunto de movimiento para pasador 1.



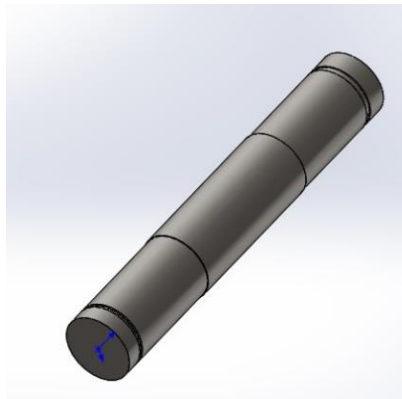
Pasador 1.



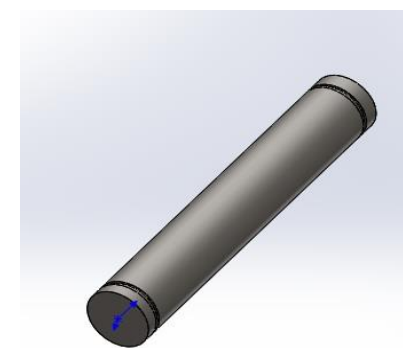
Conjunto de movimiento para pasador 3.



Conjunto de movimiento para pasador 2.



Pasador 2.



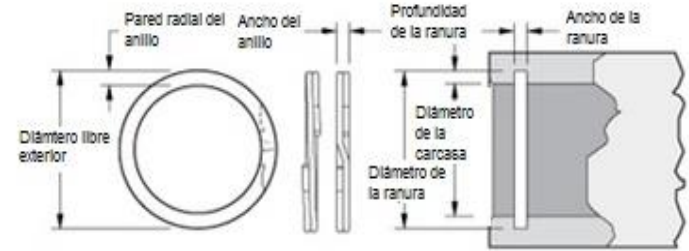
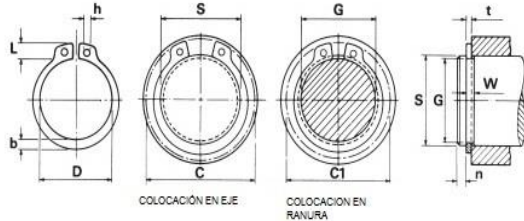
Pasador 3.



SUJETADOR DE RODAMIENTOS

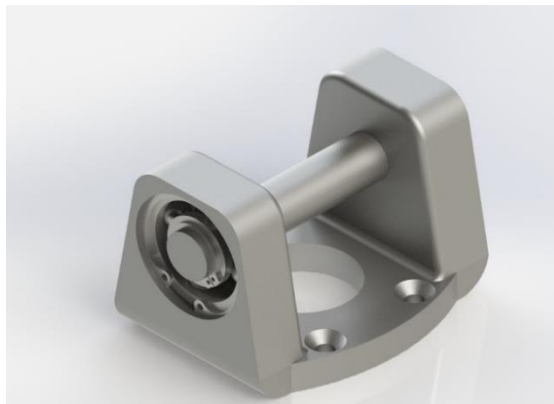


0.125" to 10.00"
 MATERIAL STANDARD
 12 A 23 COBRE BERILIO
 DESDE 25 ACERO AL
 CARBONO
 ACABADO STANDARD
 MS 16624



NUMERO DE PARTE	EJE (plg)S	ANILLO (plg)								RANURA (plg)					
		DIAMETRO	ESPESOR	DIAMETRO LIBRE	C	C1	L(max)	b	h (min)	G	TOL+	TOL-	W	TOL+	TOL-
1400-50	0.5	0.035	0.428	0.77	0.74	0.111	0.065	0.045	0.468	0.002	0.002	0.039	0.003	0	0.051

Anillo de retención (Corporation A. R., 2013)



Propuesta de diseño para
 sujetador de Rodamientos
 (Elaboración Propia)

Numero de parte :	DNH-40	
tipo de anillo :	Internal Ring	
Diámetro exterior :	40.00	
Diámetro de la ranura :	42.50	+0.25/-0.00
Ancho de la ranura (mm) :	1.85	+0.14/-0.00
Diámetro exterior libre (mm) :	42.93	+0.51/-0.00
Ancho del anillo (mm) :	1.69	+/-0.05
Pared radial del anillo (mm) :	4.01	+/-0.10
Número de vueltas :	2	
Cortante del anillo (N) :	61498	(basado en el FS 3)
Fluencia de la ranura (N) :	24368	(basado en el materia de la ranura como fluencia de N/mm3 y factor de seguridad de 2)

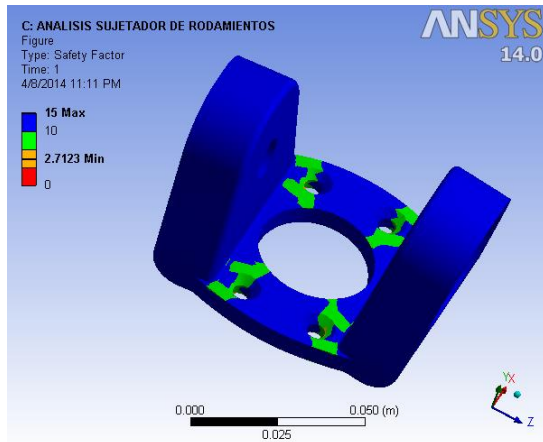
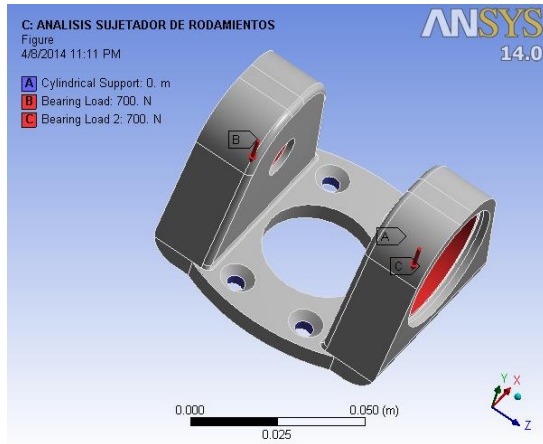
Denominación de anillo de retención interior y ranura DIN para uso en las pieza Sujetador de Rodamientos (Corporation A.R., 2013)



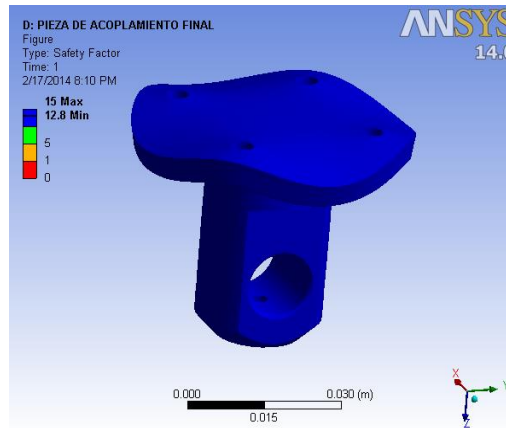
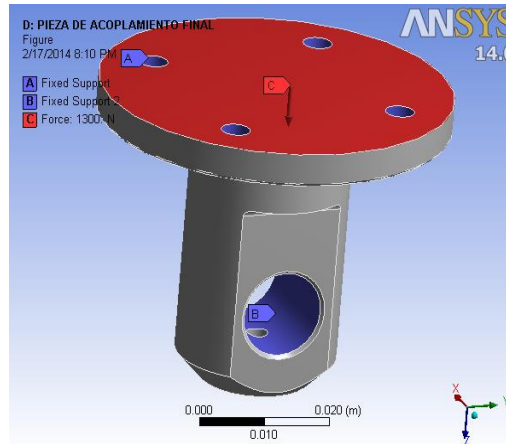
ESPE
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS DE PIEZAS DE SUJECIÓN

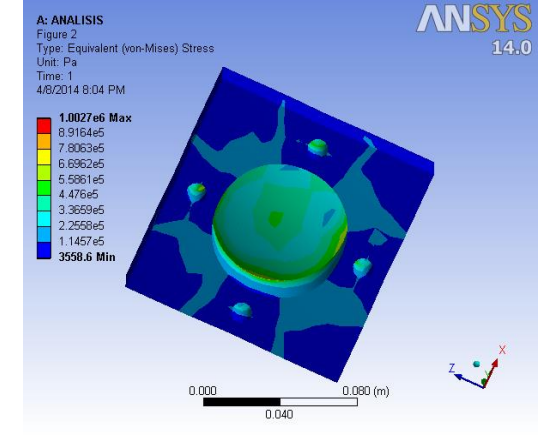
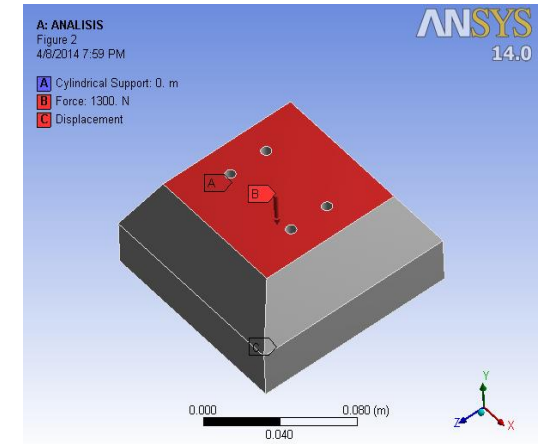
Sujetador de Rodamientos



Pin de Sujeción



Alza



Resultados de Modelados
(Elaboración Propia)



RODAMIENTOS

Parámetros del rodamiento ½ plg (NTN, 2013)

		mm					lbs	
MARCA	SERIE	W	D	d	r	r ₁	C dinamico	C ₀ Estatico
NTN	6203/12.7	12	40	12.7	0.6	0.5	2160	1030

Selección: NTN 6203-8 2RS

$X_0 := 1$ Estatico
 $Y_0 := 0$ $C_0 := 4581.6$ (N)

$P_{or1} := F_{r1} = 588.194$ (N)

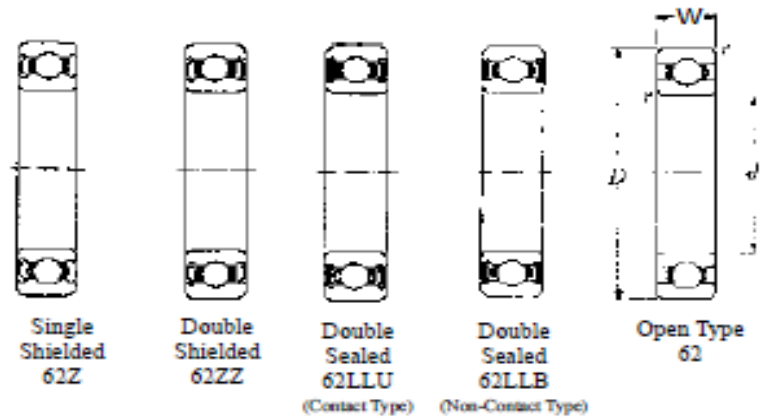
$FSb1 := \frac{C_0}{F_{r1}} = 7.789$

$P_{or2} := F_{r2} = 700$ (N)

$FSb2 := \frac{C_0}{F_{r2}} = 6.545$

$P_{or3} := F_{r3} = 700$ (N)

$FSb3 := \frac{C_0}{F_{r3}} = 6.545$



NTN 6203-8 2RS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GARRUCHAS

Descripción de garruchas giratorias IMSA-COLSON

$$F_s := 1.7$$

$$\text{Carga}_{\text{total}} := 588.756 \quad \text{Kgf}$$

$$n := 5$$

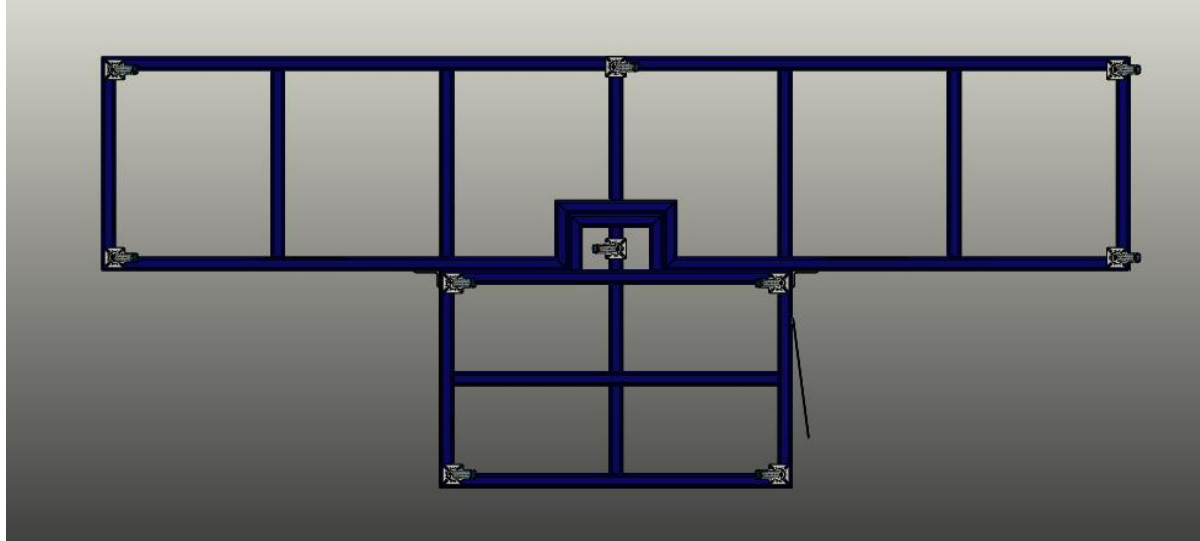
$$C_{\text{g}} := \frac{\text{Carga}_{\text{total}} \cdot F_s}{n} = 200.177 \quad \text{Kgf}$$

GARRUCHAS GIRATORIAS IMSA-COLSON	
Dimensiones	4 x 1 ½ plg
Carga	200 Kg. C/u
Material	Poliuretano duro
Forma de giro	Buje de nylon, rin de polipropileno
Otros	Galvanizado con doble pista de esferas y grasera de lubricación.

(Elaboración propia)



DISTRIBUCIÓN DE GARRUCHAS



**Disposición final de ruedas para EVL
(Elaboración Propia)**



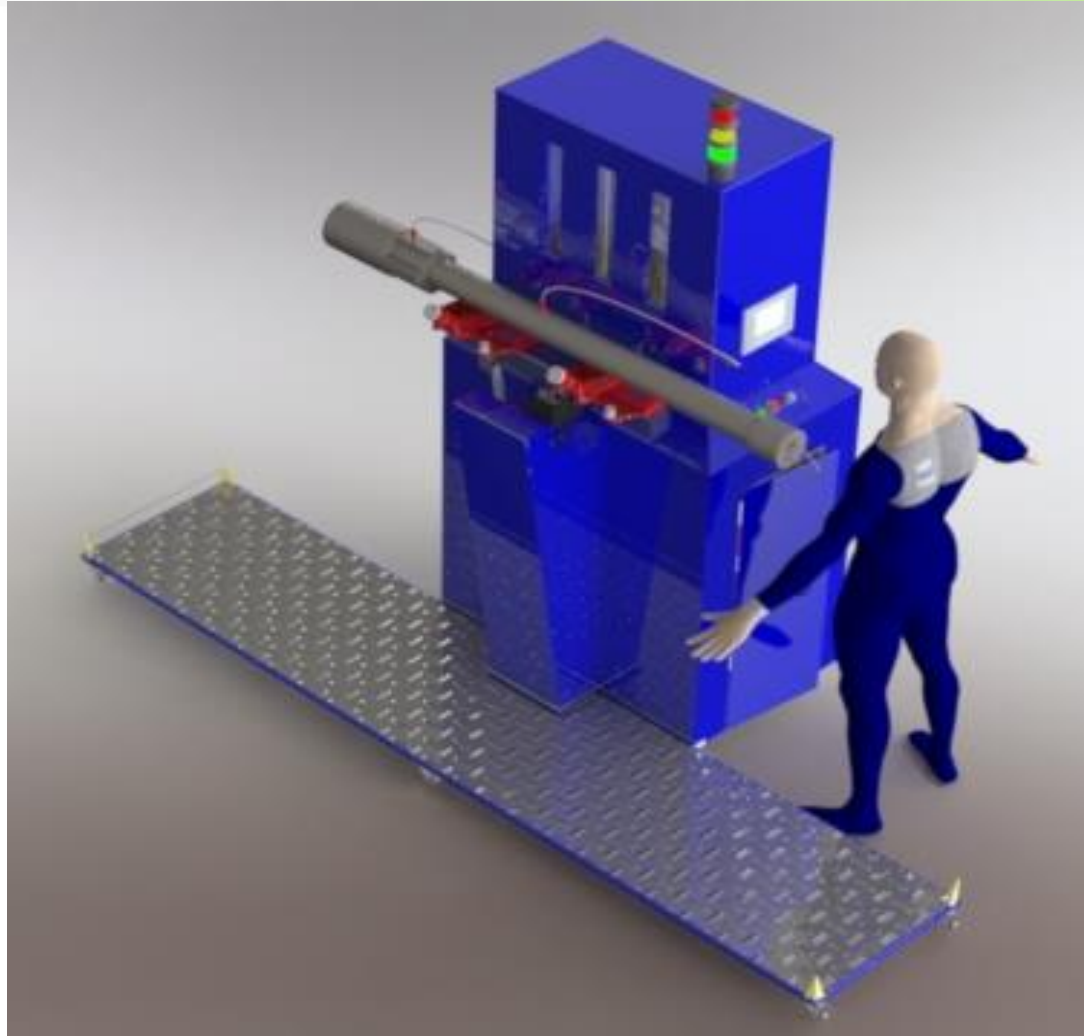
**Garruchas giratorias IMSA-
COLSON
(IMSA-COLSON, 2013)**



SIMULACIÓN Y MODELADO



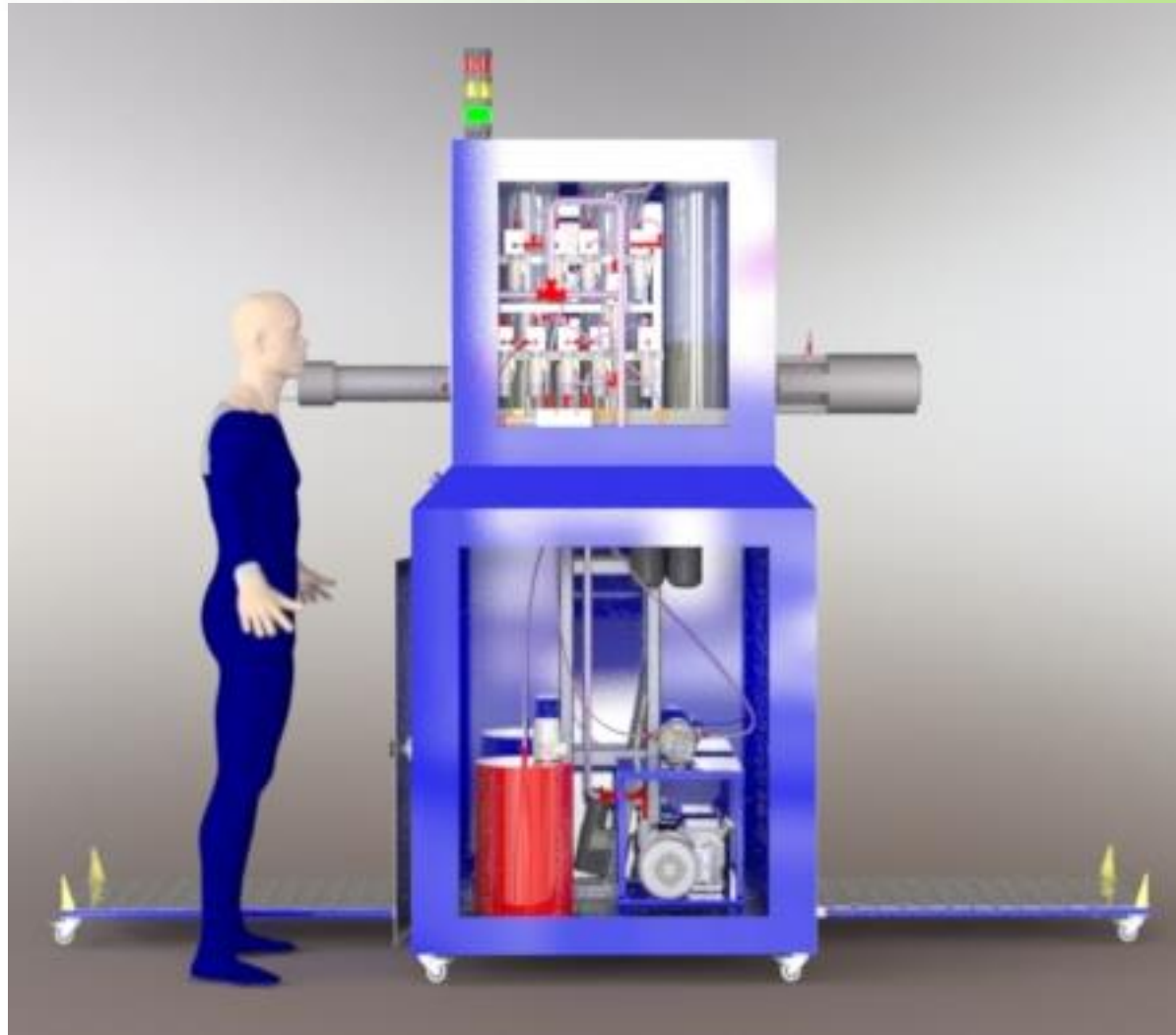
MODELADO



**Renderizado Total en SolidWorks
(Elaboración Propia)**



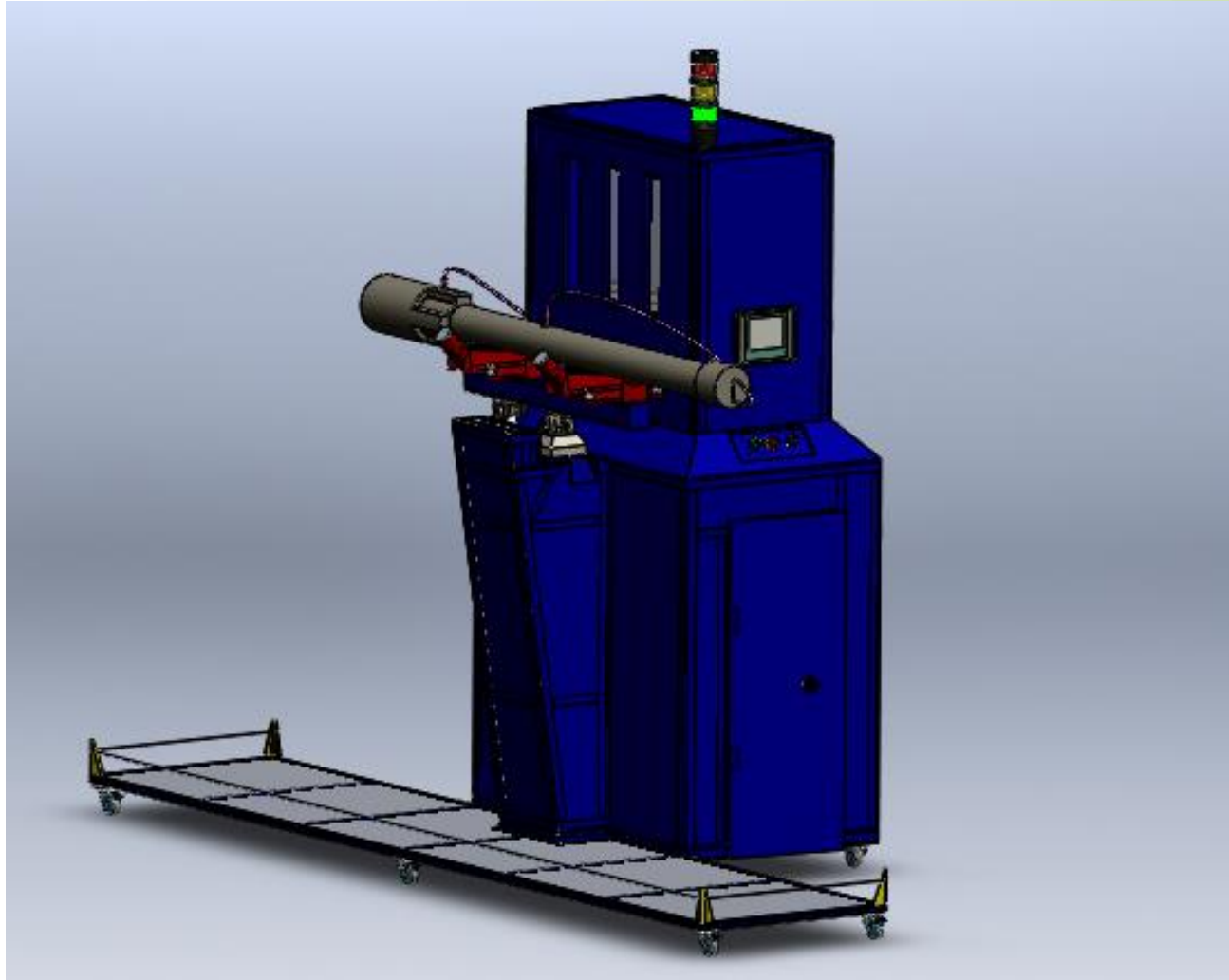
MODELADO



Renderizado Total vista posterior en SolidWorks
(Elaboración Propia)



MODELADO



**Modelado Total en SolidWorks
(Elaboración Propia)**



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA ESTACIÓN PARA AUTOMATIZAR EL
PROCESO DE VACIADO Y LLENADO CON ACEITE DE LOS MÓDULOS DE
LAS HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA SCHLUMBERGER QUE OPERAN EN
EL FONDO DEL POZO DURANTE LA PERFORACIÓN

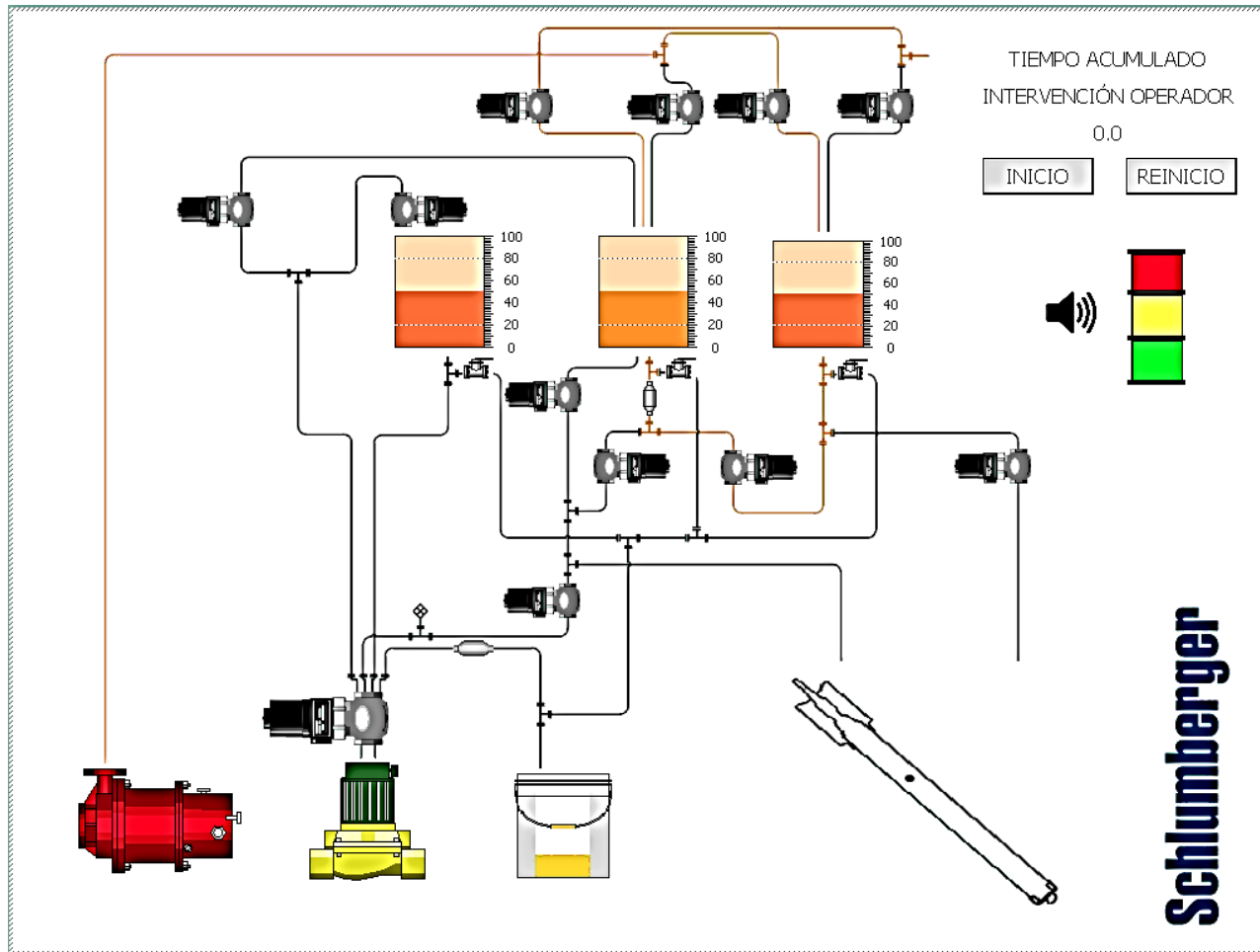
CHRISTIAN MARCELO ESTÉVEZ JIMÉNEZ
IRINA TATIANA GARCÉS ARGÜELLO

DIRECTOR: INGENIERO CARLOS NARANJO
CODIRECTOR: INGENIERO LUIS ECHEVERRÍA

SANGOLQUÍ, MAYO DEL 2014



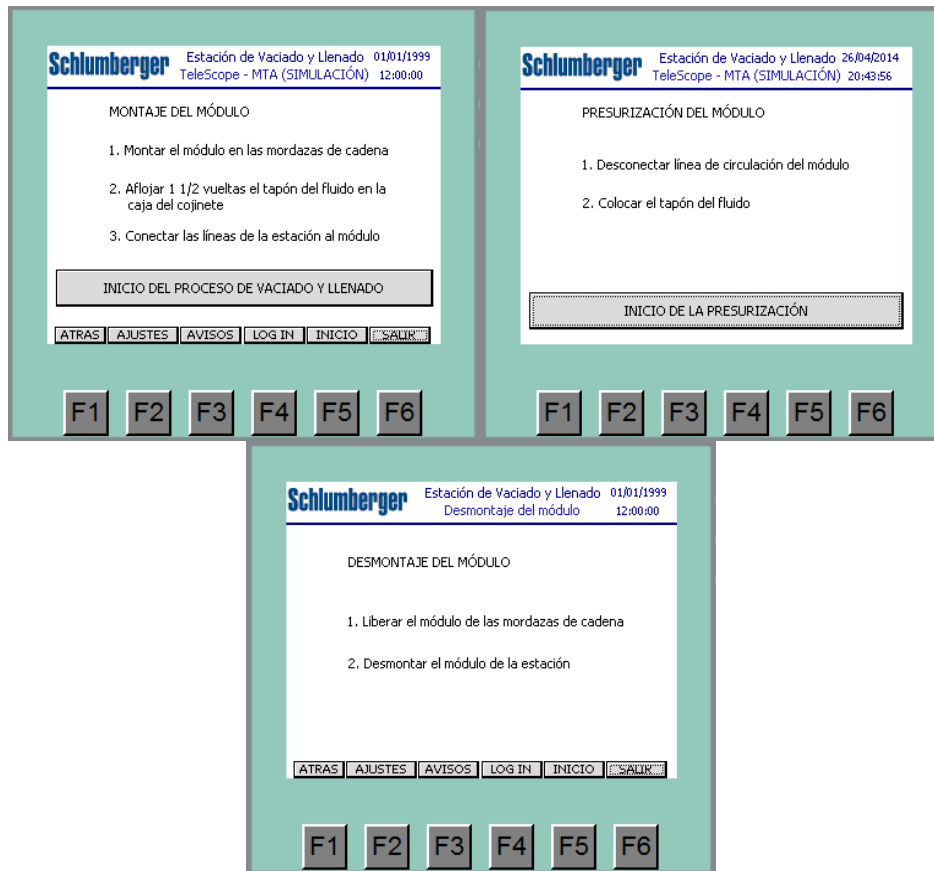
SIMULACIÓN-TIA PORTAL



HMI de Simulación, imagen de TIA PORTAL
(Elaboración propia)



SIMULACIÓN-TIA PORTAL



- Intervención del operador
→ Tiempo acumulado de 18 minutos
- Procedimiento estandarizado en el ANEXO E3

Imágenes del panel del operador (HMI) que indican la secuencia para el módulo de simulación realizadas en TIA PORTAL V12 (Elaboración propia).



SIMULACIÓN-TIA PORTAL

- Se disminuyeron los tiempos de vacío inicial y circulación de aceite a 1 minuto cada uno.
- Se añadió marcas que indiquen el funcionamiento de cada proceso (vacío, circulación de aceite, presurización y llenado de los recipientes).
- Se cambiaron las características estáticas de todos los sensores, transmisores y transductores para que sean compatibles con la salida del simulador de SPS VISU.
- Se añadió una función especial para cuantificar el tiempo de intervención del operador.



SIMULACIÓN-SPS VISU

Schlumberger PANEL DE ENTRADAS- SPS VISU (VERSION ESTUDIANTE)

ESTADO DE VARIABLES ENTRADAS DIGITALES ENTRADAS ANÁLOGAS

I0.0=0	Q0.5=1	Q3.4=0
I0.1=0	Q0.6=0	Q3.5=0
I0.2=1	Q0.7=0	IW100=INT 24908
I0.3=0	Q2.0=1	IW102=INT 17252
I0.4=0	Q2.1=0	IW104=INT 21128
I0.5=0	Q2.2=0	IW106=INT 976
I0.6=0	Q2.3=1	IW108=INT 1034
I0.7=0	Q2.4=1	IW110=INT 6243
I1.0=0	Q2.5=0	IW112=INT 11448
I1.1=0	Q2.6=0	
Q0.0=1	Q2.7=1	
Q0.1=1	Q3.0=1	
Q0.2=1	Q3.1=0	
Q0.3=0	Q3.2=1	
Q0.4=0	Q3.3=1	

OFF/ON

EMERGENCIA

RESET

NIVEL MINIMO RESERVORIO PRINCIPAL

NIVEL MEDIO RESERVORIO PRINCIPAL

N.LIQUIDO R1 N.LIQUIDO R2 N.LIQUIDO R3 L.PRESION R2 L.PRESION R3 L.PRESION M L.POSICION M

S7-Analog

EW 100	EW 102	EW 104	EW 106	EW 108	EW 110	EW 112
5.88V	11.76V	11.76V	11.76V	11.76V	11.76V	5.70
0.00V	0.00V	0.00V	0.00V	0.00V	0.00V	3.00
-5.88V	-11.76V	-11.76V	-11.76V	-11.76V	-11.76V	0.30
4.504 V	6.240 V	7.842 V	0.353 V	0.374 V	2.258 V	2.658 V

AUTORES: ESTÉVEZ & GARCÉS
EVL

Panel de Entradas, Imagen de SPS-VISU
(Elaboración propia)



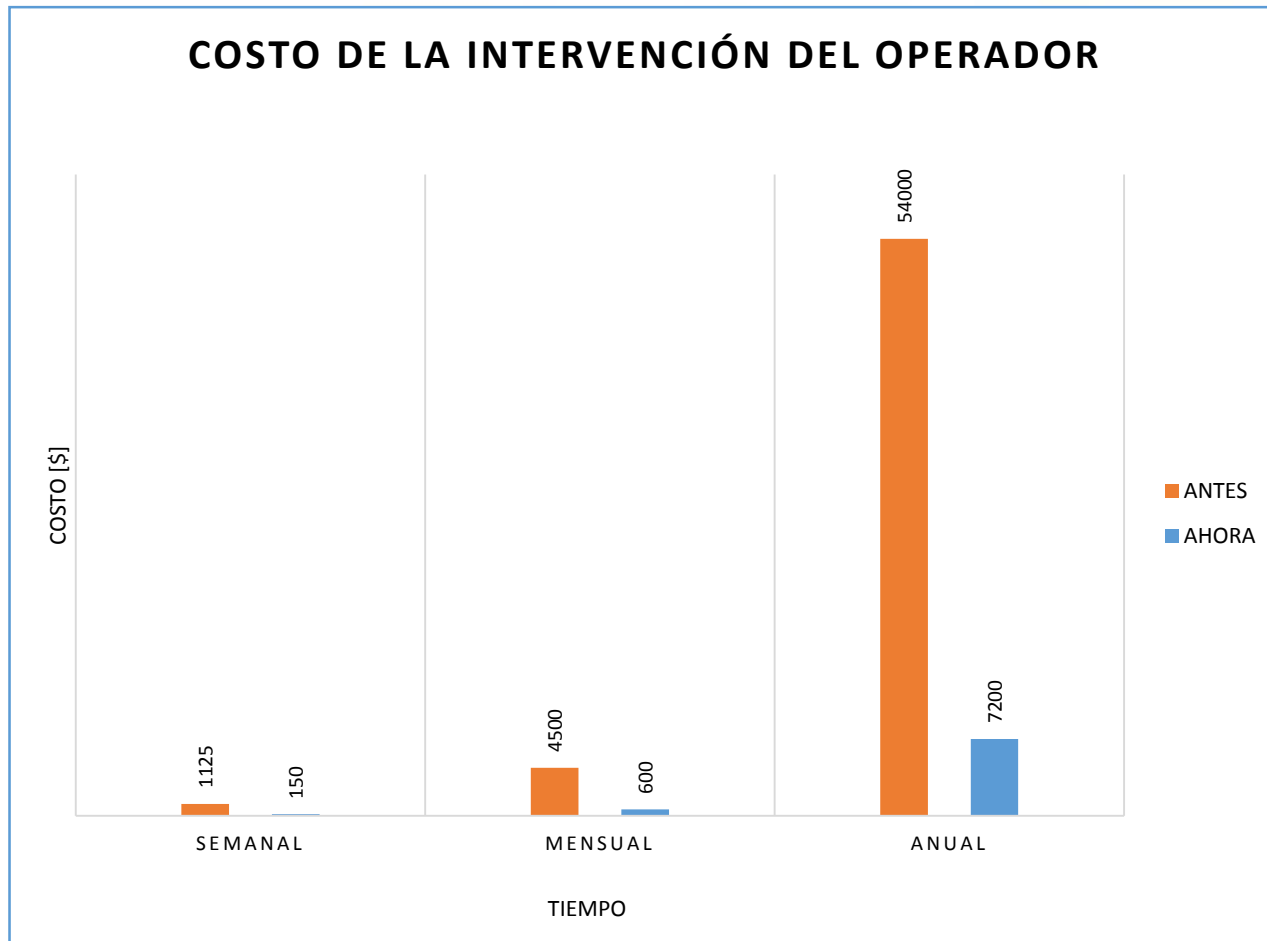
SIMULACIÓN-SPS VISU VIDEO



EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA



EVALUACIÓN ECONÓMICA

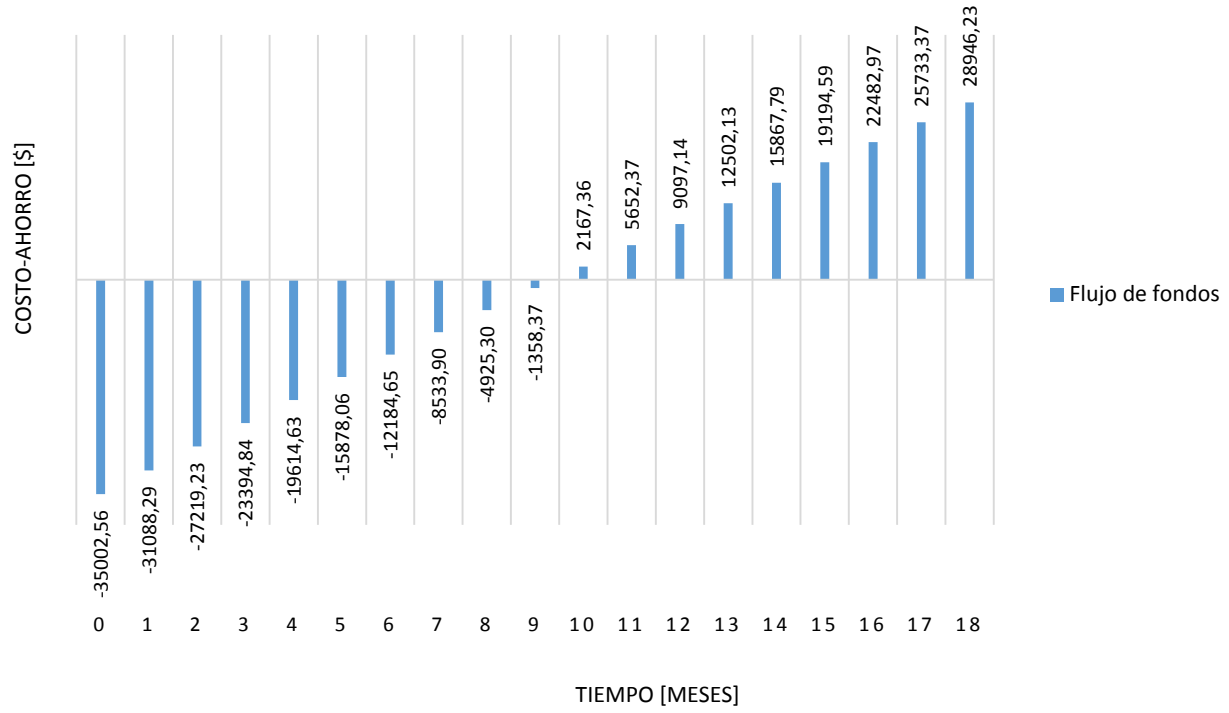


**Comparación del costo de la intervención del operador semanal, mensual y anual
(Elaboración propia)**



EVALUACIÓN FINANCIERA

FLUJO DE FONDOS - PERIODO DE REPAGO COSTO DE LA EVL Y AHORRO PROGRAMADO



Flujo de Fondos-Periodo de Pago
(Elaboración propia)

- El periodo de repago es de 10 meses.
- A partir del 10 mo valor representará un ahorro para Schlumberger.



CONCLUSIONES

- Mediante la simulación con software especializado funcionando en conjunto (TIA Portal STEP 7 V12 y SPS-SIMU 4.0 Micro) se visualiza un procedimiento automático de vaciado y llenado en la estación diseñada limitando la intervención del operador al montaje del módulo, iniciación del proceso, y posterior desmontaje del módulo, dicha limitación reduce al 12% (18 minutos) la intervención del operador.
- La estación diseñada presurizará el módulo MMA de la herramienta TeleScope a 30 ± 5 psi llenando su reservorio con 360 cc, el módulo MTA de la misma herramienta alcanzará 40 ± 5 psi con 860 cc; el módulo IPTA de la herramienta ImPulse se presurizará a 22 ± 2 psi con 360 cc; y los dos módulos CRSPA 6.75 y CRSPA 9.00 de la herramienta Xceed alcanzarán 16 ± 2 psi con 700 cc.
- Con una inversión total de 35002.56\$ se puede implementar la estación que automatice el proceso de vaciado y llenado, que una vez puesta en funcionamiento tiene un periodo de repago de 10 meses.
- La estación fue diseñada tomando en cuenta todos los requerimientos tanto funcionales así como de ensamblaje y construcción, de tal manera que se garantice su correcto funcionamiento una vez que sea implementada.
- La aplicación de software especializado como AutoCad, SolidWorks, ANSYS, MathCad, TIA Portal, SPS-VISU y Microsoft Excel; contribuyeron y facilitaron el diseño y simulación de la estación de vaciado y llenado.



RECOMENDACIONES

- Probar el funcionamiento de la estación en condiciones reales una vez que esté implementada.
- Al momento de implementar la estación, seguir los planos de construcción y ensamblaje paso a paso, y tener especial precaución con los diagramas hidráulico y eléctrico usando los componentes correctos tal y como se indica.
- Una vez implementada la máquina debido a que se aumentó el caudal de aspiración de la bomba de vacío y los volúmenes de los recipientes, realizar pruebas de funcionamiento para disminuir los tiempos de vacío ejecutados por el PLC. Los tiempos se podrán cambiar dentro del programa pudiendo disminuir el tiempo total del procedimiento.
- En caso de que por disponibilidad en el mercado, al momento de implementar la estación se tengan diferentes versiones de un mismo modelo, ya sea del PLC, HMI o módulos; modificarlos en el archivo de TIA PORTAL antes de cargar el programa.
- Verificar que las direcciones IP del PLC, HMI y módulos sean compatibles con la del computador desde el que se esté cargando los programas.



REFERENCIAS

- AD, G. 1. (2010). Vacuum Fill Procedure PowerDrive Xceed, 6.75 & 9.00 CRS. Schlumberger Confidential.
- Alonso, J. (8 de Diciembre de 2013). Análisis Financiero EVL. (C. Estévez, Entrevistador)
- Antonio, F. (3 de Marzo de 2014). Ing. Fernandez Antonio. Obtenido de <http://www.fernandezantonio.com.ar/documentos%5C017.pdf>
- AUTOMATIONDIRECT. (31 de Agosto de 2013). AutomationDirect Inc. Obtenido de http://www.automationdirect.com/ad/Shopping/Catalog/Sensors_-z-_Encoders/Pressure_Sensors/Pressure_Transmitters/Ceramic_Sensing_Element_-_M12_Cable_Connection/PTD25-20-VH
- Company, S. S. (2014). Smalley Steel Ring Company. Obtenido de Smalley Steel Ring Company: http://www.smalley.com/retaining_rings/about_retaining_rings.asp
- Corporation, A. R. (2013). Arcon Catalog. Arcon Ring and Speciality Corporation.
- Corporation, N. B. (2013). NTN americas. Obtenido de <http://www.ntnamericas.com/en/products/bearing-search/bearing-search-results/datasheet?pid=70718&cid=BBRNS&ctc=B>
- DC Actuators. (29 de Agosto de 2013). DC Actuators. Obtenido de <http://www.dcaactuators.com/?gclid=CKztv5Pmo7kCFcdr7AodJGQaFA>
- Díaz, J. (17 de Febrero de 2014). Costos industriales para la toma de decisiones. Quito, Pichincha, Ecuador.
- DIPAC. (2 de Febrero de 2014). Dipac Manta. Obtenido de http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=3701
- Edwards. (5 de Agosto de 2013). Edwards Vacuum. Obtenido de http://www.edwardsvacuum.com/Products/76950/overview/Product_Details.aspx
- Ekos. (4 de Agosto de 2013). Ekos Negocios. Obtenido de <http://ekosnegocios.com/empleadores/empresas.aspx?idE=29>
- Enerpac. (6 de Agosto de 2013). Enerpac Data Sheet Center. Obtenido de <http://www.enerpac.com/en/industrial-tools/hydraulic-pumps-and-valves/electric-hydraulic-pumps/pu-series-hydraulic-economy-electric-pumps>
- Giles, R. V. (2008). Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. México: McGRAW-HILL.
- GRAINGER. (31 de Agosto de 2013). Grainger Automation. Obtenido de <http://www.grainger.com/Grainger/IFM-Pressure-Transmitter-35T575?Pid=search>
- GROUP, W. (2011). WJB BEARINGS. Obtenido de <http://www.wjbbearing.com/>
- IMSA-COLSON. (2013). Obtenido de <http://www.imsa-colson.com/es/ruedas.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (8 de Abril de 2014). Ecuador en cifras. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec
- IOCP. (4 de Agosto de 2013). Integrated Ocean Drilling Program. Obtenido de http://iodp.ideo.columbia.edu/TOOLS_LABS/LWD/lwd_ecoscope.html
- José, A. (1998). Fundiciones. Madrid: CIE Inversiones Dossat.
- M.Stucker. (s.f.). T&A IPTA-AE, IMPulse Power & Telemetry. Anadrill / Schlumberger.
- M.Toro. (10 de Noviembre de 2007). T & A. MTA-XX, PowerPulse Turbine Assembly. Schlumberger- Sugar Land Product Center (SPC).



REFERENCIAS

- MKS. (31 de Agosto de 2013). MKS Instrumentation. Obtenido de <http://www.mksinst.com/product/product.aspx?ProductID=445>
- NTNcorporation. (2007). Bearing Units. CAT.NO.2400-IX/E. NTN.
- OMEGA. (13 de Septiembre de 2013). Omega Measurement & Control. Obtenido de <http://www.omega.com/subsection/ultrasonic-level-transmitters.html>
- PANDUCTION. (31 de Agosto de 2013). Panduction Measurement & Control. Obtenido de <http://www.panduction.com/guides/pressXducers.html>
- Patrick, A. (2 de Febrero de 2013). TeleScope/PowerPulse course. Middle East and Asia.
- Piera, L. (2010). Catálogo Gayner SA. Obtenido de http://www.rodaunion.com/descargas/catalogos/pdf/ruedas_y_manutencion/Catalogo_ruedas_GAYNER_2010.pdf
- Power Stream. (6 de Febrero de 2014). PowerStream. Obtenido de http://www.powerstream.com/Wire_Size.htm
- ProSense. (1 de Septiembre de 2013). Automation Direct. Obtenido de http://www.automationdirect.com/ad/Shopping/Catalog/Sensors_z-_Encoders/Pressure_Sensors/Pressure_Transmitters/Ceramic_Sensing_Element_-_M12_Cable_Connection/PTD25-10-VH
- REMSACR. (16 de Octubre de 2013). REMSACR ONLINE SHOPPING. Obtenido de <http://www.remsacr.com/pdf/herramientamanual/irimo/Herram%20para%20tubo%20cap6.pdf>
- RIDGID. (16 de Octubre de 2013). RIDGID. Obtenido de <https://www.ridgid.com/us/en/bench-chain-vises>
- S.Hearn. (1994). T & A MMA-BB Modulator Assembly. S-288216. Schlumberger-Sugar Land Product Center (SPC).
- Schlumberger. (4 de Agosto de 2013). SLB. Obtenido de www.slb.com
- Shell. (19 de Julio de 2013). Shell. Obtenido de <http://www.shell.com/am/en/shell/products/aviation/engine-oils/aeroshell-turbine-oil>
- SIEMENS. (27 de Noviembre de 2013). SIEMENS AUTOMATION. Obtenido de <http://www.automation.siemens.com>
- Streeter, V. L. (1988). Mecánica de los Fluidos (Octava ed.). México: McGRAW-HILL.
- SUMELEC. (20 de Enero de 2014). SUMELEC CATÁLOGO CAMSCO. Obtenido de <http://www.sumelec.net/descargas/indice%20por%20productos/32.pdf>
- Sun Hydraulics. (29 de Agosto de 2013). SUN HYDRAULICS 770-712. Obtenido de http://www.sunhydraulics.com/cmsnet/Parts.aspx?ModelCode=770-712&CatModelID=&lang_id=1
- Thomson. (14 de Septiembre de 2013). Thomson Linear. Obtenido de http://www.thomsonlinear.com/website/com/eng/products/actuators/linear_actuators.php
- Torres, W. (3 de Junio de 2013). Diseño y Evaluación de Proyectos. Quito, Pichincha, Ecuador.
- TRANSDUCERS. (31 de Agosto de 2013). Transducers Direct. Obtenido de [http://www.transducersdirect.com/HeleoCart/ProductCategory/Vacuum+Pressure+Transducers\(107\).aspx](http://www.transducersdirect.com/HeleoCart/ProductCategory/Vacuum+Pressure+Transducers(107).aspx)
- WelchVaccum. (19 de Julio de 2013). Welch. Obtenido de http://www.welchvacuum.com/products/welch/welch_vacuum_products/laboratory/belt-drive_high/small.jsp

