



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y
Ciencias de la Producción**

TESIS DE GRADO

Disertada por:
Juan Pablo Castillo Apolo



TEMA

“REDISEÑO Y MONTAJE DE UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO A 40BAR DE PRESIÓN PARA LÍNEAS DE SOPLADO DE BOTELLAS”



- Soplado de recipientes plásticos



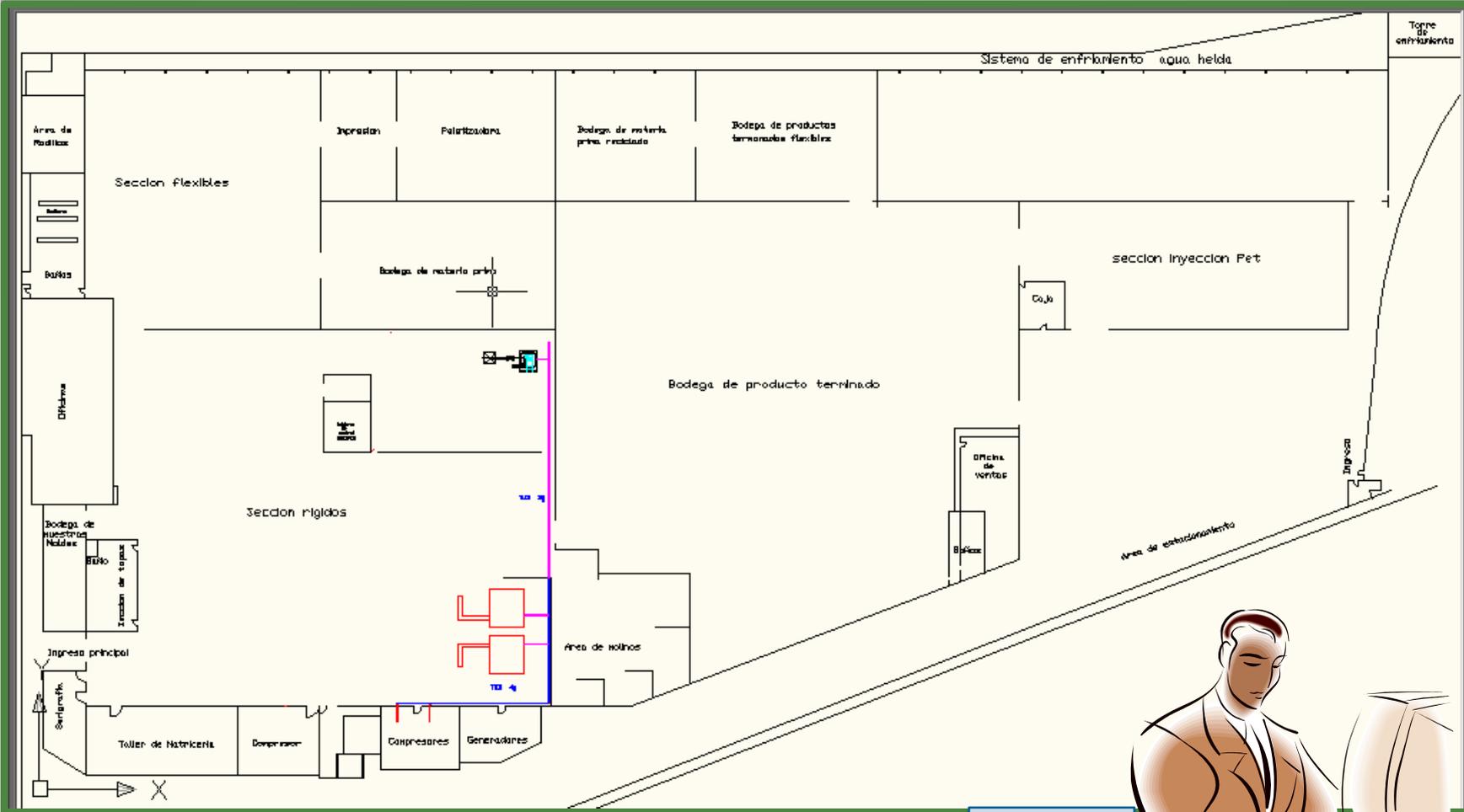
- Inyección de preformas para botellas PET



- Soplado de botellas PET

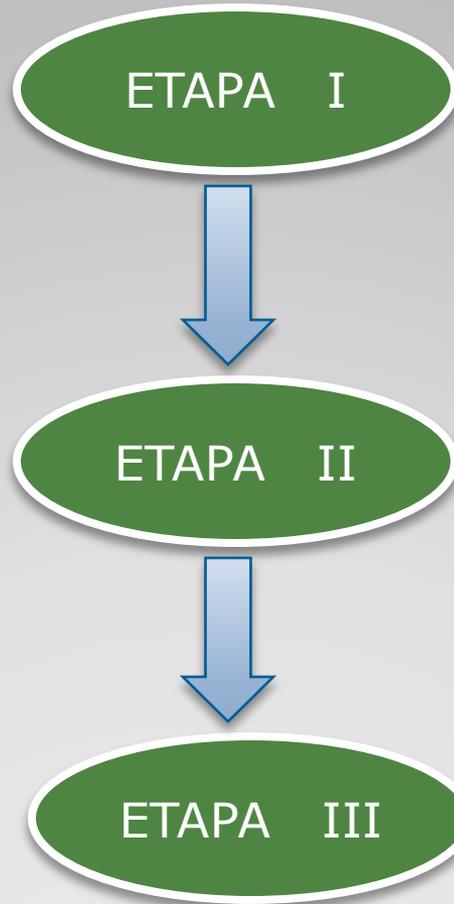


ACTIVIDAD

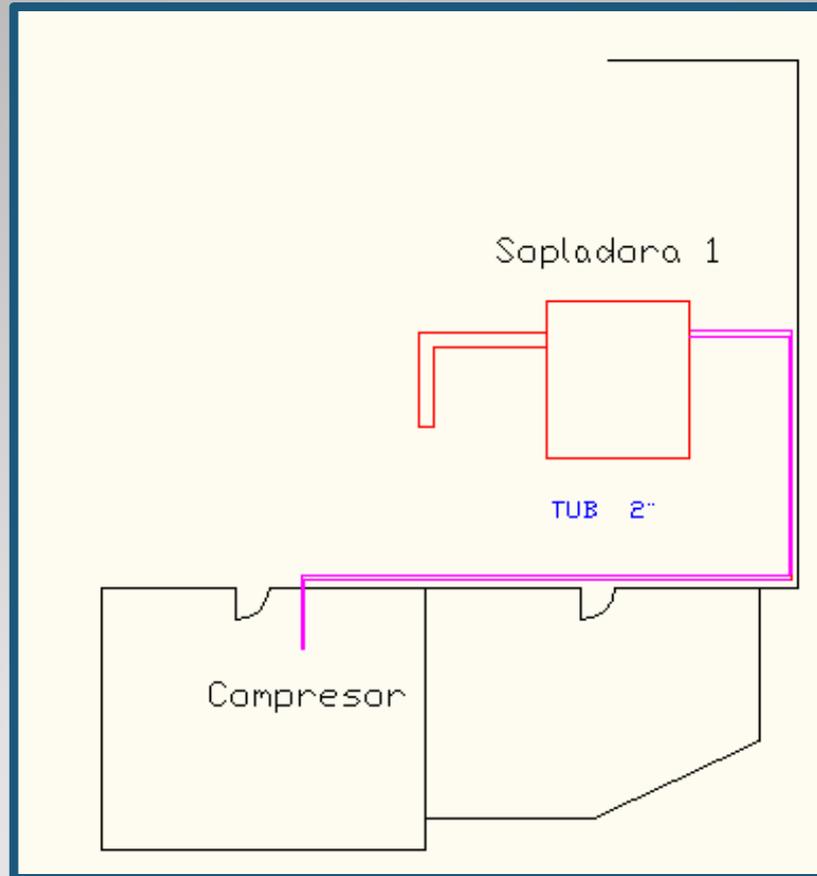


PLANO DE PLANTA



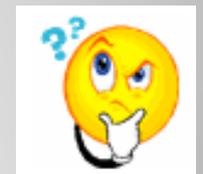
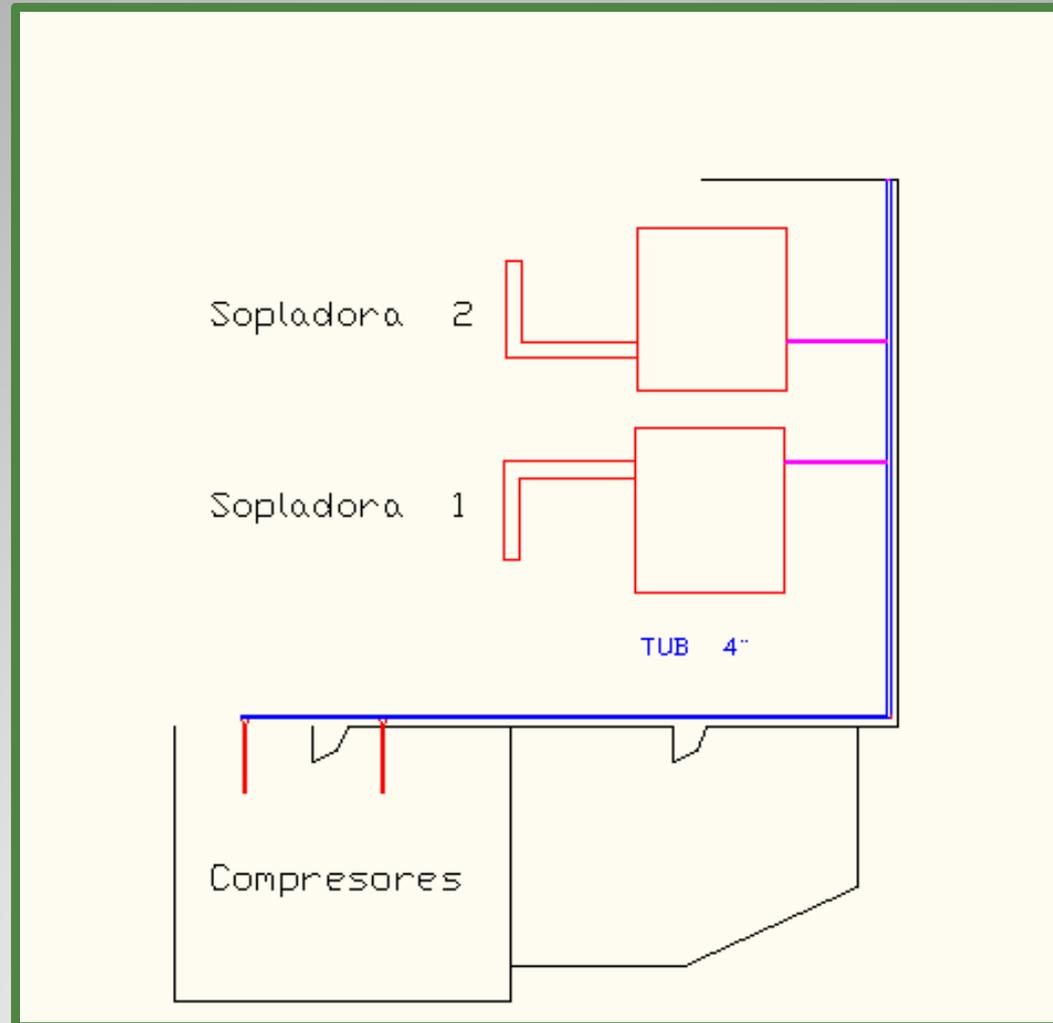


CRONOLOGÍA DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO A 40 BAR



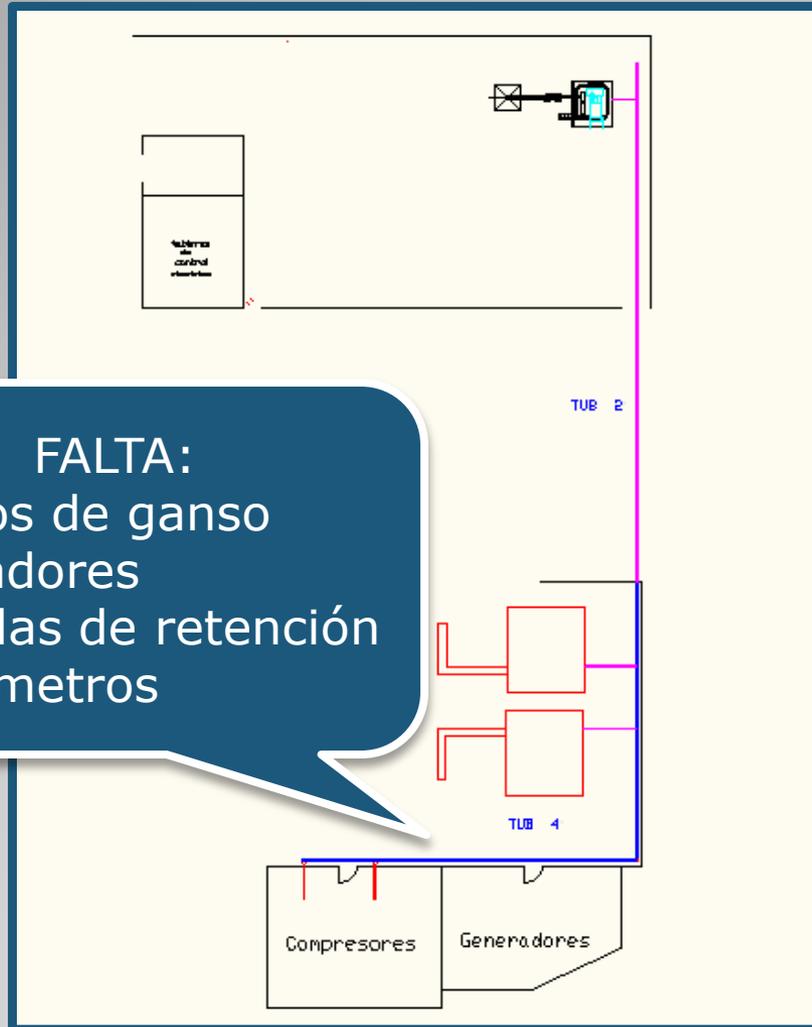
ETAPA I





ETAPA II





FALTA:

- Cuellos de ganso
- Drenadores
- Válvulas de retención
- Manómetros

[Fotos de Sopladoras](#)

[Fotos de Compresores](#)

[Descripción Técnica de Equipos](#)



ETAPA III



Sopladora #1



Sopladora #2



Sopladora #3

ETAPA III





Compresor #1



Compresor #2

ETAPA III

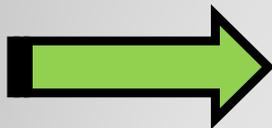


DESCRIPCIÓN DE LAS SOPLADORAS DE BOTELLA PET



ITEM	EQUIPO	CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO (m ³ /h)	PRESIÓN DE TRABAJO (BAR)
1	Sopladora #1	420	40
2	Sopladora #2	420	40
3	Sopladora #3	420	40

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN



ITEM	EQUIPO	CAPACIDAD ESTIMADA (m ³ /h)	Presión de Aire (BAR)
1	Compresor #1	826	40
2	Compresor #2	826	40

ETAPA III



Incrementa
demanda



PLANIFICACIÓN

- Comprar 2 sopladoras ,
8 cavidades
 $Q=1500\text{m}^3/\text{h}$
- Adquirir 2 compresores
 $Q= 1500 \text{ m}^3/\text{h}$

CAUSA:

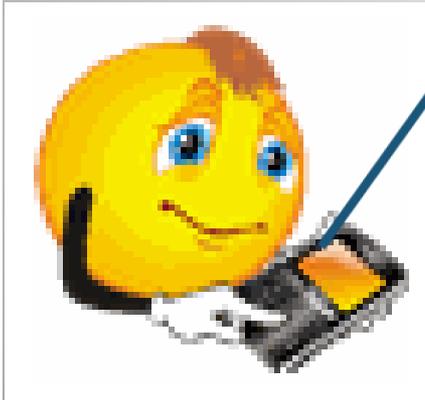
Incremento de
caudal

EFECTO:

Sistema de
distribución de aire
comprimido
inadecuado



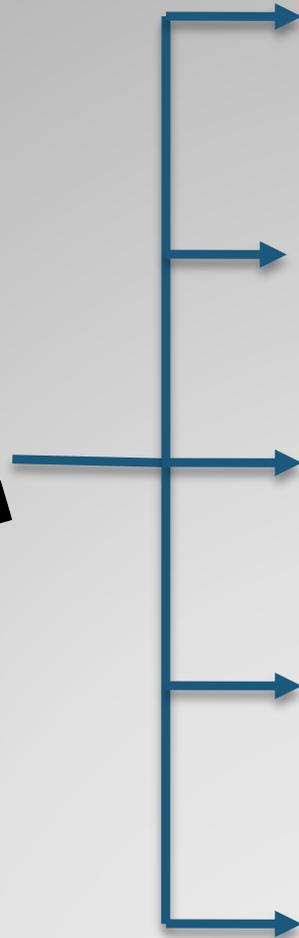
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA



- Red de distribución no resiste aumento de caudal planificado.
- Solución no debe parar la producción de la empresa.
- Refrigeración de compresores de aire 1 y 2, es ineficiente.



DEFINICIÓN DEL PROBLEMA



REQUERIMENTOS

TRAYECTORIA

CÁLCULOS

CONSTRUCCIÓN

MONTAJE

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

• **Caudal** = consumo total de sopladoras + 10% del consumo total

$$\text{Caudal} = 4686 \text{ m}^3/\text{h}$$

• **Presión** = 40 BAR

• **Colocar :**

- Cuellos de ganso
- Manómetros
- Drenadores
- Válvulas de retención
- Filtros

• Construcción y montaje no impedir producción de la planta.



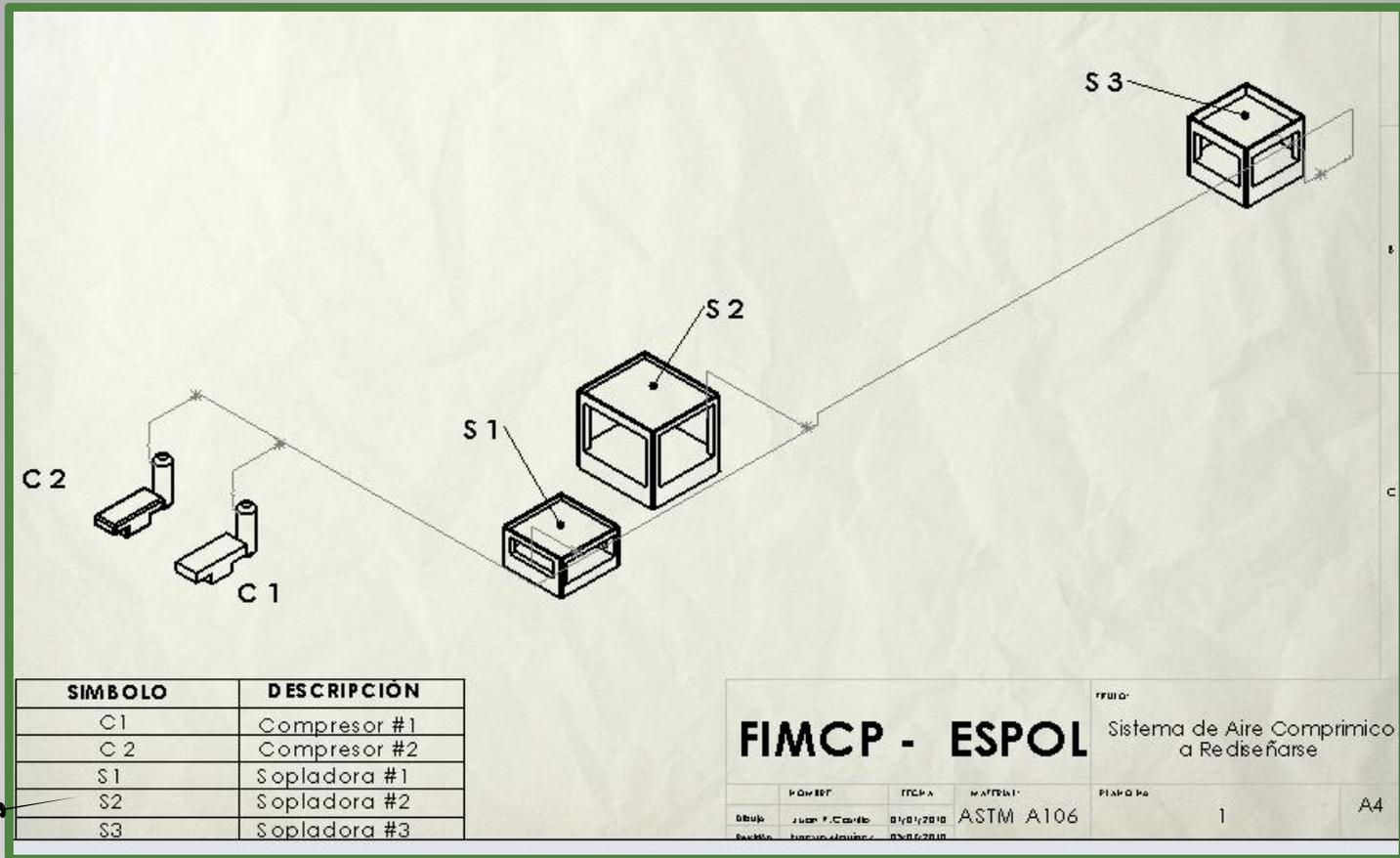
DEMANDA TOTAL DE AIRE COMPRIMIDO

SOPLADOR	CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO (m ³ /h)	PRESIÓN DE TRABAJO (BAR)
A		
S1	420	40
S2	420	40
S3	420	40
S4	1500	40
S5	1500	40

REQUERIMIENTOS



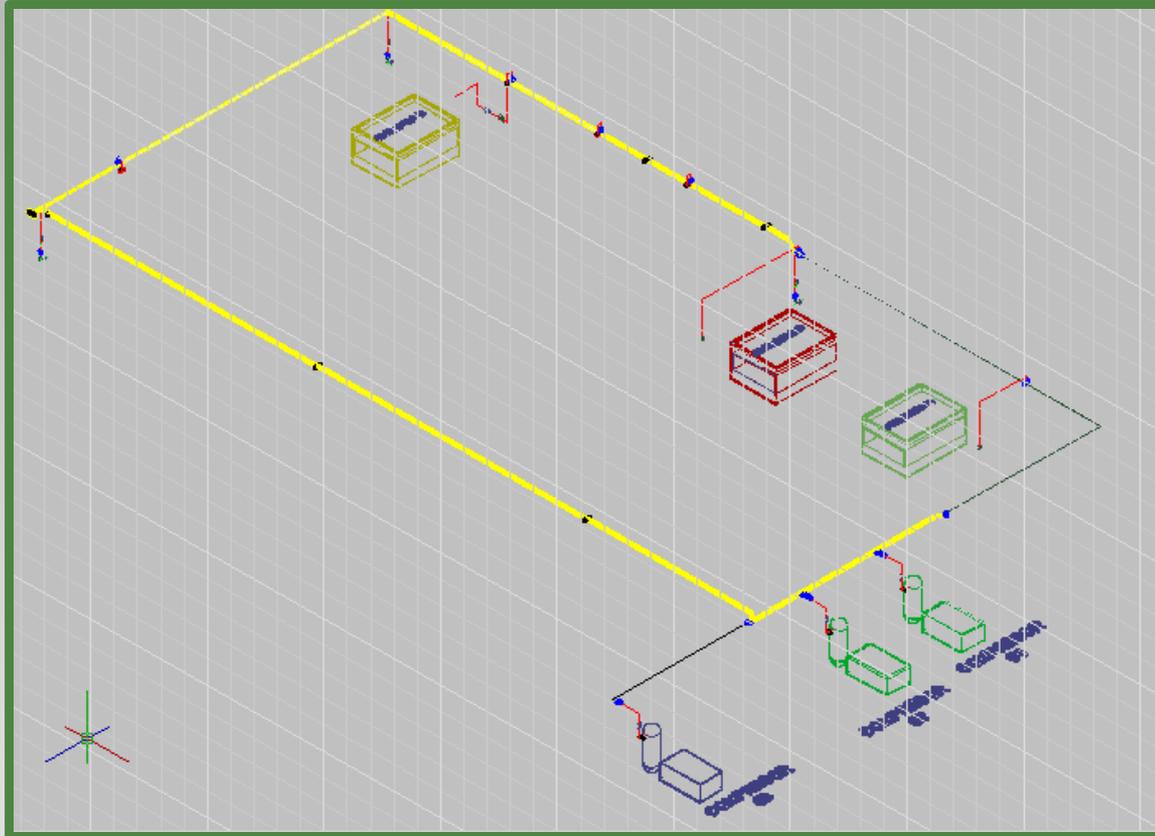
Sistema de aire comprimido a rediseñarse



TRAYECTORIA



Sistema de distribución de aire comprimido propuesto



Longitud total= 141.78 m

Longitud de diseño = 70.89 m

TRAYECTORIA



DATOS

$$Q = 4686 \text{ m}^3/\text{h}$$

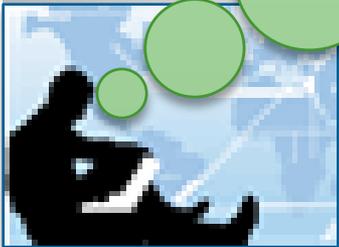
$$P = 40 \text{ BAR}$$

$$L = 70.89 \text{ m}$$

Las propiedades físicas del aire son a presión atmosférica y 32° C de temperatura

$$\rho = 2.244 \times 10^{-3} \text{ (slug / pie}^3\text{)}$$

$$\mu = 3.90 \times 10^{-7} \text{ (lb.s/pie}^2\text{)}$$

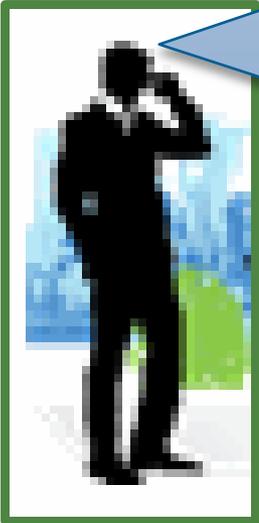


CÁLCULOS



METODOLOGÍA

- Asumo un diámetro de tubería.
- Determino longitud de diseño total.
- Encuentro pérdidas de presión con la ayuda de:
 - Diagrama de Moody
 - Ecuación de Darcy- Weisbach.
 - Ecuación de Bernoulli
- Las pérdidas deben ser menores al 10%.
- Determino la cédula de la tubería.





- Asumo diámetro $\varnothing = 6''$.
- **L. de diseño total (Lt) = L. diseño + L. equivalente**
 $Lt = 239.49 \text{ m}$

Longitudes equivalentes de accesorios $\varnothing = 6''$.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	L. EQUIV. UNITARIO (m)	L. EQUIV. TOTAL (m)
CODOS 90 x	10	4,3	43
CODOS 45 x6''	2	2,1	4,2
VÁLVULAS DE RETENCIÓN x	3	3.4	29,4
TEE x	10	9,2	92
TOTAL (m)			168.6



Encontrar velocidad:

$$Q = A \times v$$

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_i^2}$$

$$v = 251315.84 \frac{m}{h} = 229.04 \frac{ft}{s}$$

Determinar Reynolds:

$$Re = \frac{v \times D_i}{\mu}$$

$$Re = 299513846$$



CÁLCULOS



Rugosidad del acero en tubos de
acero comercial (ϵ) = 0.15 mm

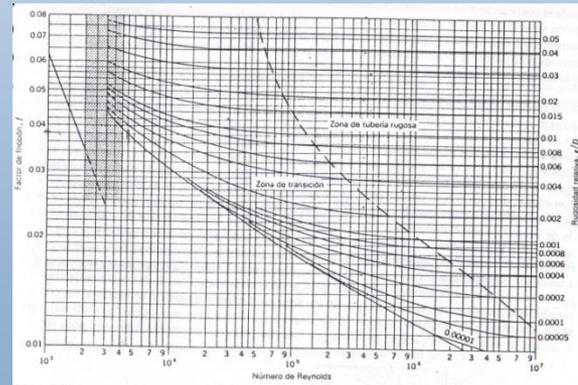
Rugosidad relativa

$$\frac{\epsilon}{D} = 0.00097$$



Factor de fricción

$\lambda = 0.02$ (Diagrama de Moody)

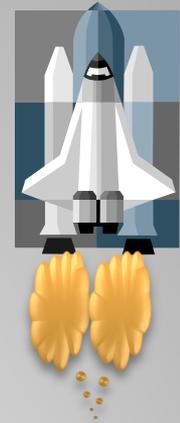


Determinar pérdida de carga
(H)

Ecuación de Darcy-Weisbach

$$H = \lambda \frac{L}{D_i} \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$H = 7721.60 \text{ m} = 25333.26 \text{ ft}$$



CÁLCULO





Caída de presión

Ecuación de Bernoulli

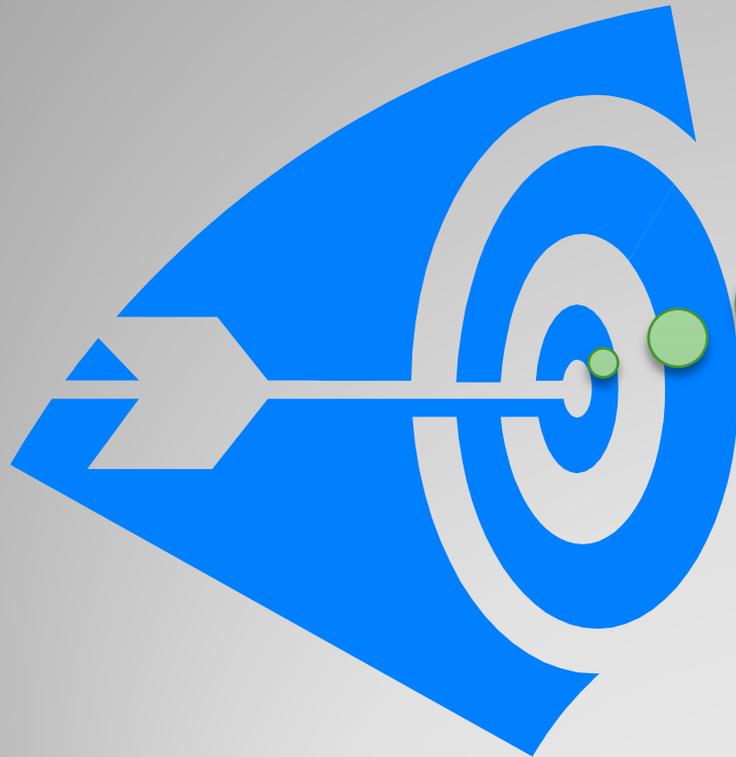
$$\frac{P_1}{\rho_1} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} - H = \frac{P_2}{\rho_2} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

Asumo:

- Velocidad constante.
- Altura constante .
- Densidad constante.

$$\frac{P_1}{\rho} - H = \frac{P_2}{\rho}$$
$$\Delta P = H \times \rho$$





Cumple lo
recomendado

$$\Delta P = H \times \rho$$

$$\Delta P = 0.88 \text{ BAR}$$

$$\% \Delta P = 2.2\%$$

Se puede
utilizar
tubería
 $\varnothing=6''$

CÁLCULOS





Para líneas secundarias se aplica la misma metodología a diferencia que en la ecuación de Bernoulli las alturas no se simplifican.

Para sopladora con $Q= 420(\text{m}^3/\text{h})$
Usar tubería $\text{Ø}= 2''$
 $\% \Delta P= 0.29\%$

Para sopladora con $Q= 1500 (\text{m}^3/\text{h})$
Usar tubería $\text{Ø}= 3''$
 $\% \Delta P= 0.6\%$

Para conectar línea principal – compresor
con $Q= 1500 (\text{m}^3/\text{h})$
Usar tubería $\text{Ø}= 2''$
 $\% \Delta P= 2\%$





Cédula de la tubería

Material : Acero A106

Resistencia acero A106:
20000 lb/in²

Presión interna: 600 psi

$$SN = 1000 \frac{P_i}{S} \rightarrow \text{cédula}$$

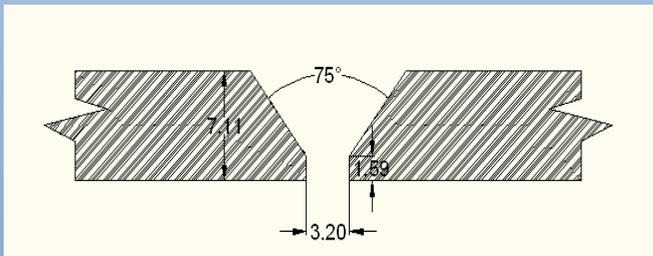
$$SN = 30 \Rightarrow 40$$



RECOMENDACIONES PIPING HANDBOOK

Preparación superficial.

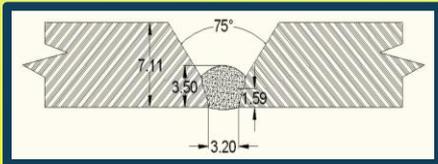
- Tipo de junta: a tope.
- Tamaño bisel: espesor tubo $< 22.2\text{mm}$



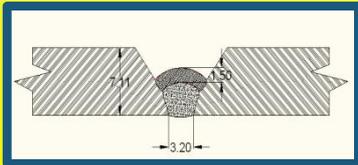
RECOMENDACIONES PIPING HANDBOOK

Proceso de soldadura.

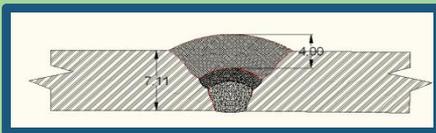
- Cordón de raíz: TIG 70S-6 $\text{Ø}=3/32''$



- Pase caliente: E6010



- Acabado: E7018



CONSTRUCCIÓN

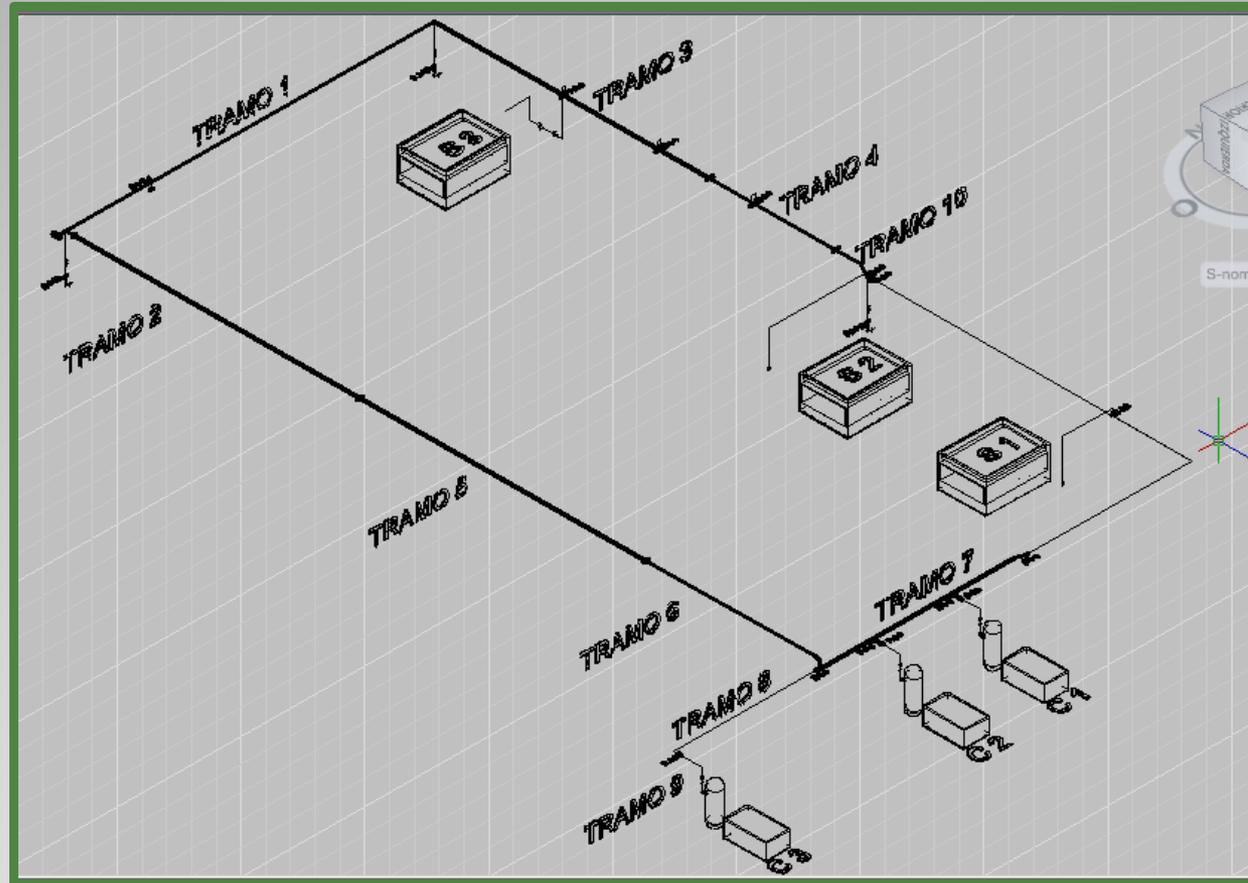




CONSTRUCCIÓN

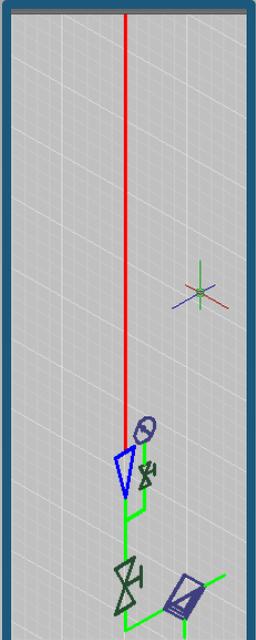


TRAMOS DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

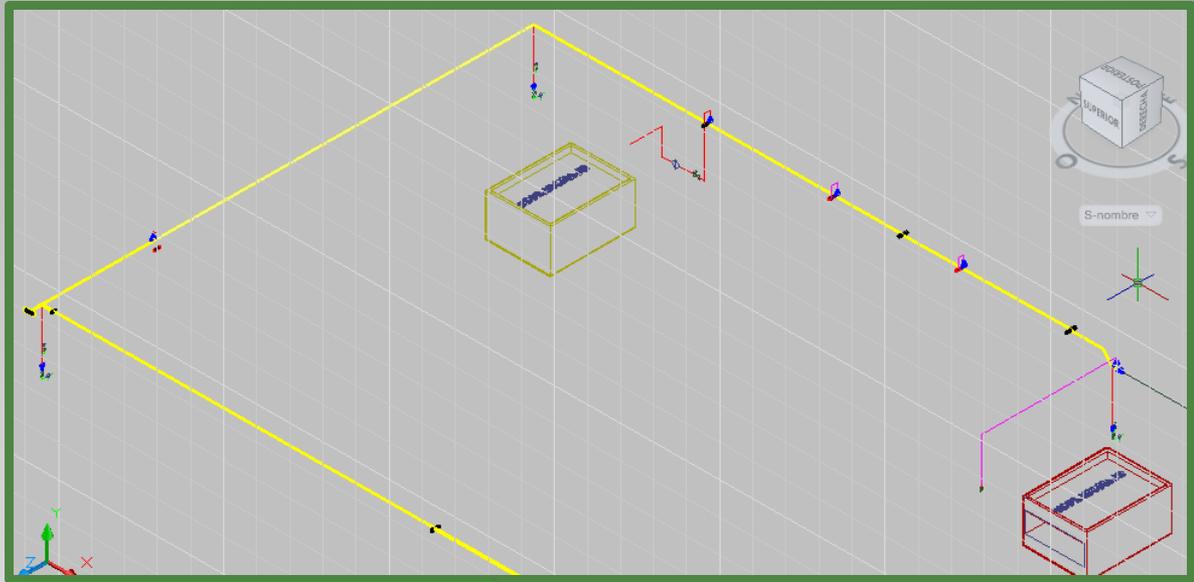


CONSTRUCCIÓN





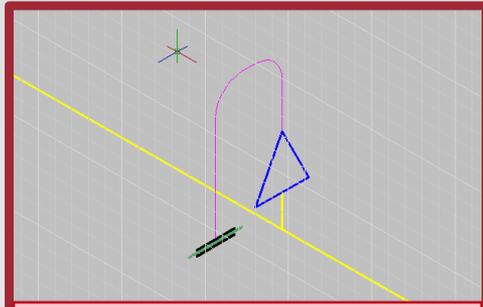
Bajante



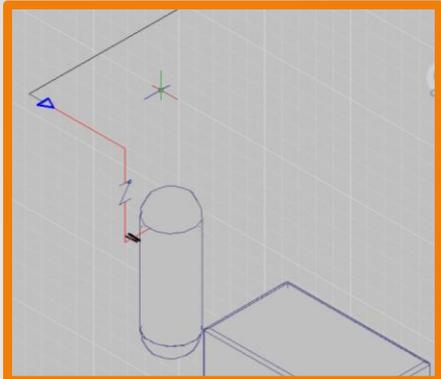
Vista isométrica

	Ø6"
	Ø4"
	Ø3"
	Ø2"
	Ø1/2"

Nomenclatura



Cuello de ganso

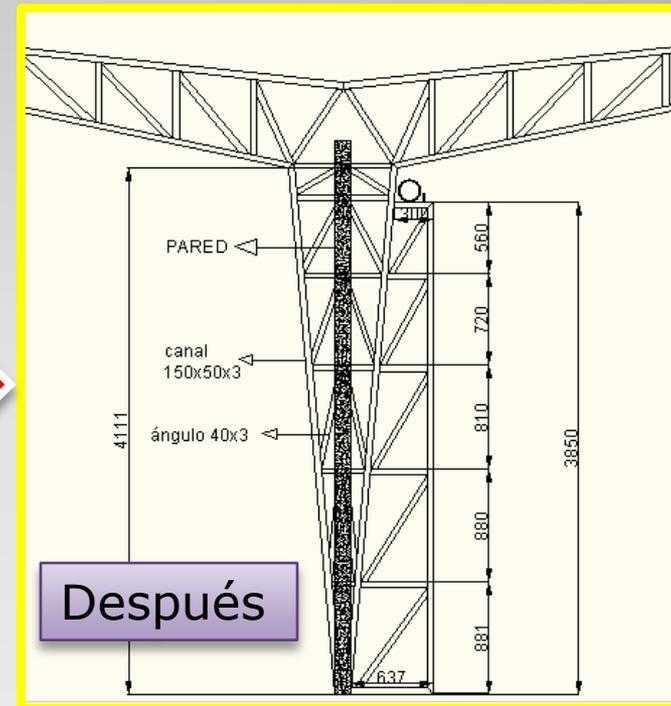
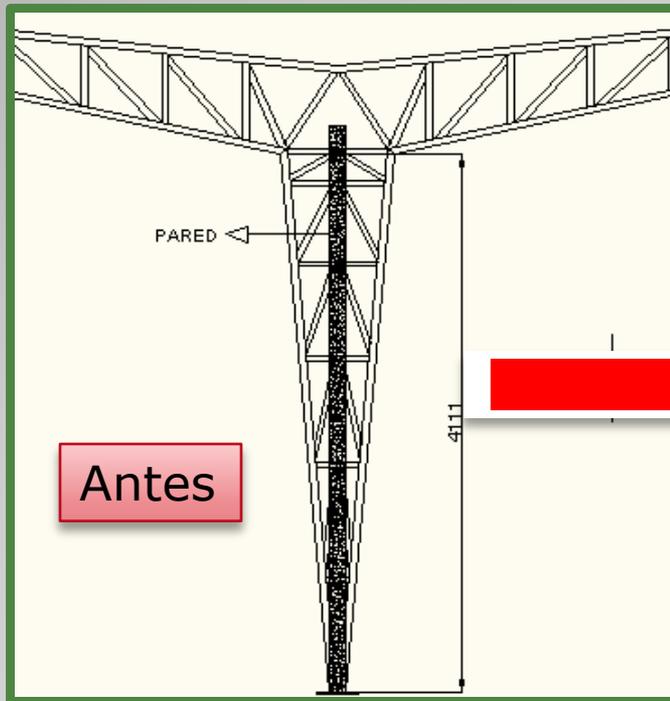


Válvula check

CONSTRUCCIÓN



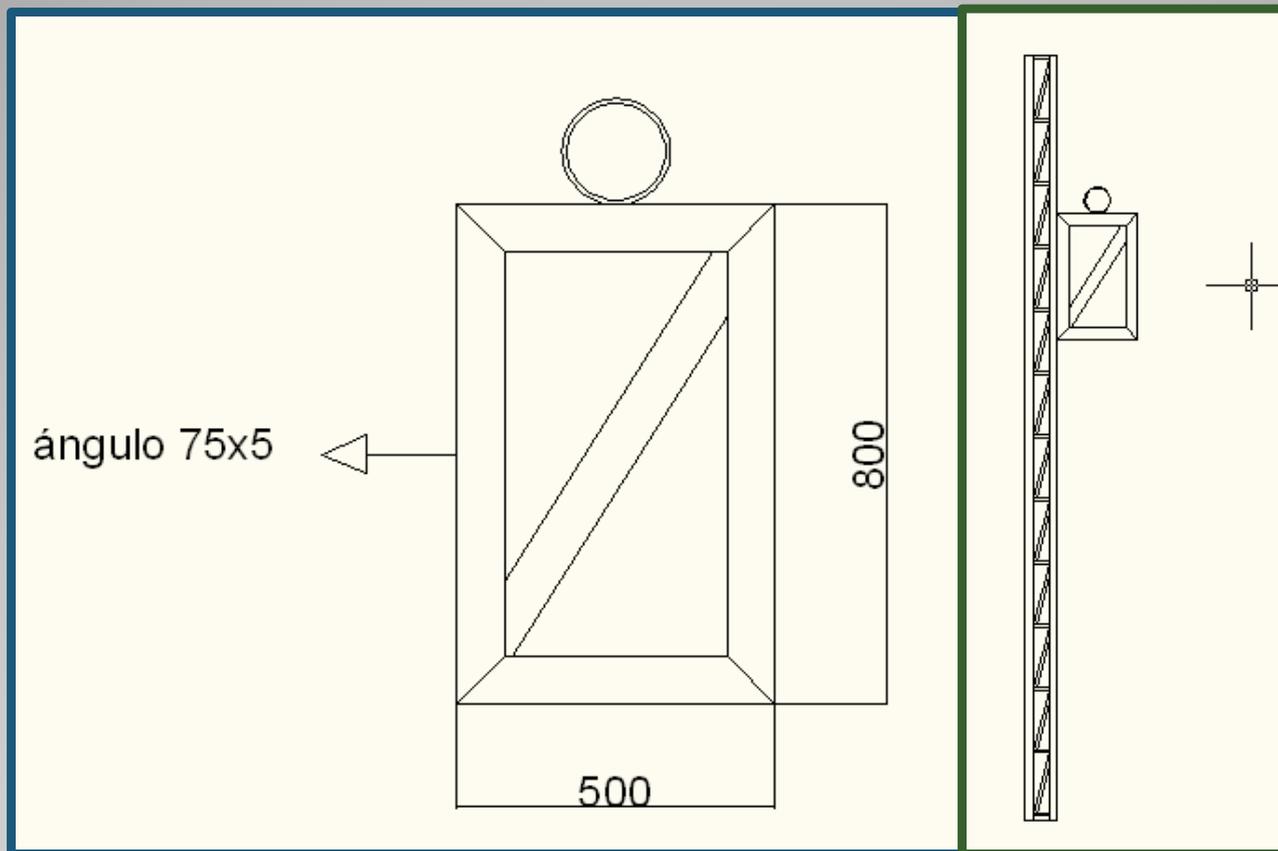
Cómo sostener el sistema de aire comprimido?



Soportes para tramo 1,7 y 8

CONSTRUCCIÓN

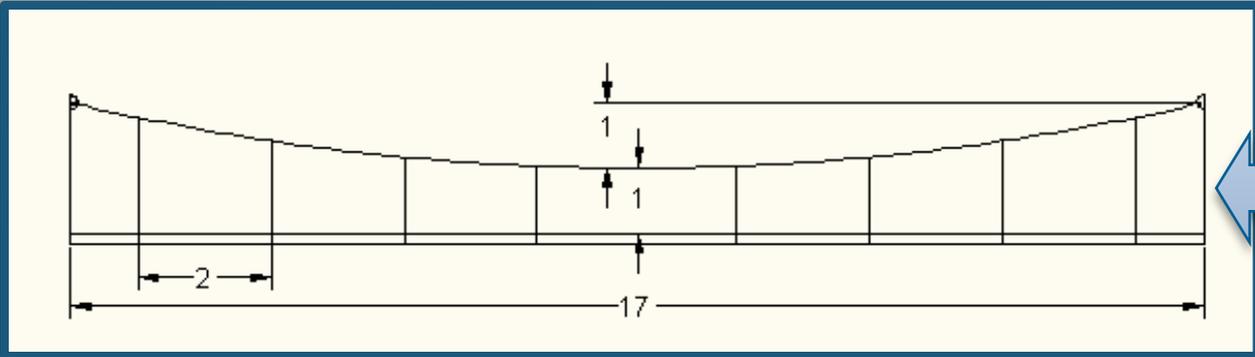




Soporte para tramo 2, 3, 4 y 10.

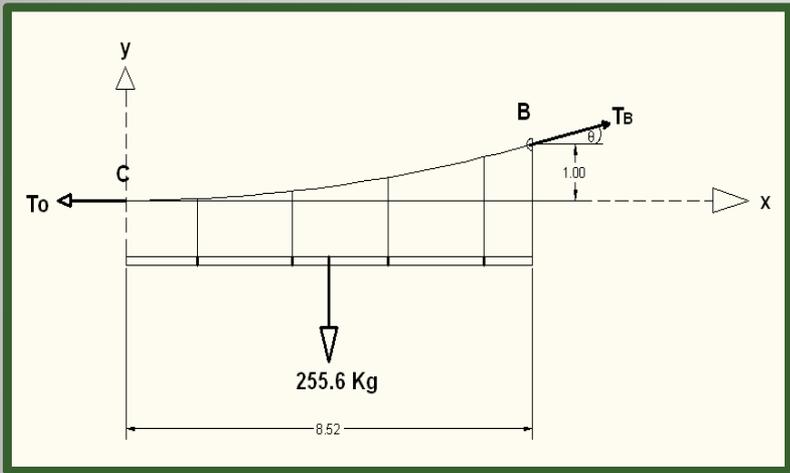
CONSTRUCCIÓN





Longitud=18.7m
 Longitud total=L. cable + L. amarres
 L. total= 34.7m

Cable soporte para tramo 5 y 6 (cotas en metros)



$$w = p.tubería + p.airé comprimido$$

$$w \approx 30 \frac{Kg}{m}$$

$$W = w \times x_B$$

$$W = 255.6 Kg$$

$$\sum M_B = 0$$

$$\left(W \times \frac{x_B}{2} \right) - (T_o \times 1m) = 0$$

$$T_o = 1089 Kg$$

$$T_B = \sqrt{T_o^2 + W^2}$$

$$T_B = 1119 Kg$$

Resistencia del cable

$$\sigma_{ult} = 13600 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$A = \frac{3T_B}{\sigma_{ult}}$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = 0.25 cm^2$$

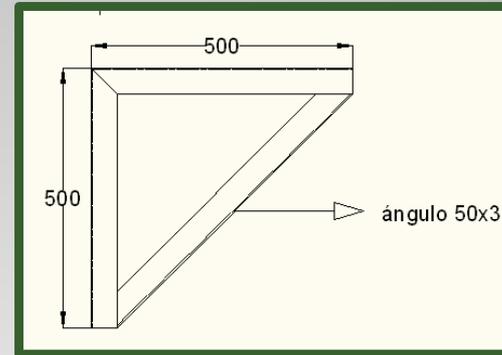
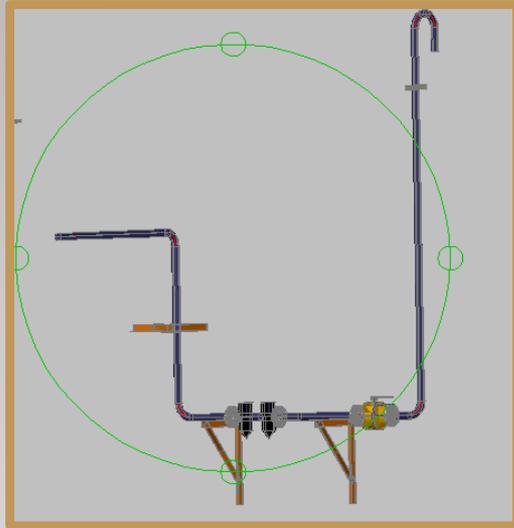
$$d = 6mm$$

Se utilizó cable de $\phi 3/8''$

$$S_B = x_B \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{y_B}{x_B} \right)^2 + \dots \right]$$

$S_B = 8.6 m$ LONGITUD = $2S_B = 17.2 m$





Soportes de línea secundaria
sopladora #3.

CONSTRUCCIÓN



Montaje de cerchas en tramo 1, 7 y 8.



Montaje tramo 1



Montaje de cercha tramo 1



Tramo 1

Tramo 1 de tubería 6".

MONTAJE



Montaje soportes para
tramo 2, 3, 4 y 10



Montaje soporte tramo 2

Montaje tramo 2



Montaje tramo 3



MONTAJE



Montaje tramo 5

Montaje tramo 6



Soporte final del tramo 3



MONTAJE



Montaje cable soporte para tramo 5 y 6

Parada sopladora #3

Desmontaje línea de 2" de la sopladora # 3



Vista del cable parabólico tramo 5.



MONTAJE



Unión tramo 1 y 3



Montaje tramo 4.



Montaje tramo 7



MONTAJE



Montaje tramo 8



Montaje tramo 9



MONTAJE



Montaje de bajantes



Modificación de línea secundaria 2" de la sopladora #3



MONTAJE



Parada general de sopladoras de botellas PET.

- Desconectar sopladoras
- Despresurizar
- Parada \leq 15 horas

Montaje tramo 10



Modificación de tubería en C1 y C2 para montaje de válvulas de retención



MONTAJE



Unión de tramo 7 con tramo de 4" de tubería actual y tuberías de abastecimiento de aire comprimido desde C1 y C2



Unión Tramo 7 con tubería C1



Unión Tramo 7 con tubería C2.



MONTAJE



Barrido general del sistema de aire comprimido



Puesta en marcha y
revisión de fugas.

MONTAJE





Torre de enfriamiento
TEVA 465
Caudal refrigeración = 12.8 lt/s

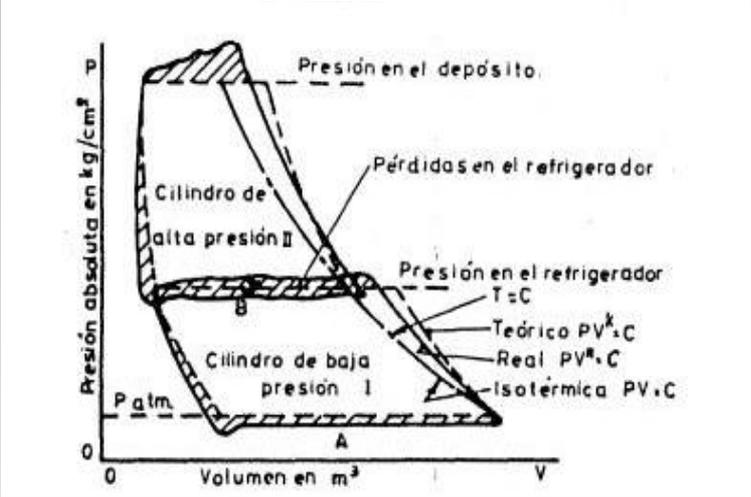


Diagrama P vs V en
compresor 2 etapas



MEJORAMIENTO CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DE COMPRESORES

Razonamiento:

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p \Delta T$$

$P_{\text{motor}} = 160 \text{ KW}$

$P_{\text{absorbida}} = 142 \text{ KW}$

Asumo $142 \text{ KW} = \dot{Q}$

Encuentro \dot{m}

Necesario para eliminar 5°C



**MEJORAMIENTO CAPACIDAD DE
ENFRIAMIENTO DE COMPRESORES**

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p \Delta T$$

$$\dot{m} = 6.8 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\rho = 992.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (agua a } 40^\circ \text{C)}$$

$$\text{Caudal} = \frac{\dot{m}}{\rho} = 6.85 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Como son dos compresores

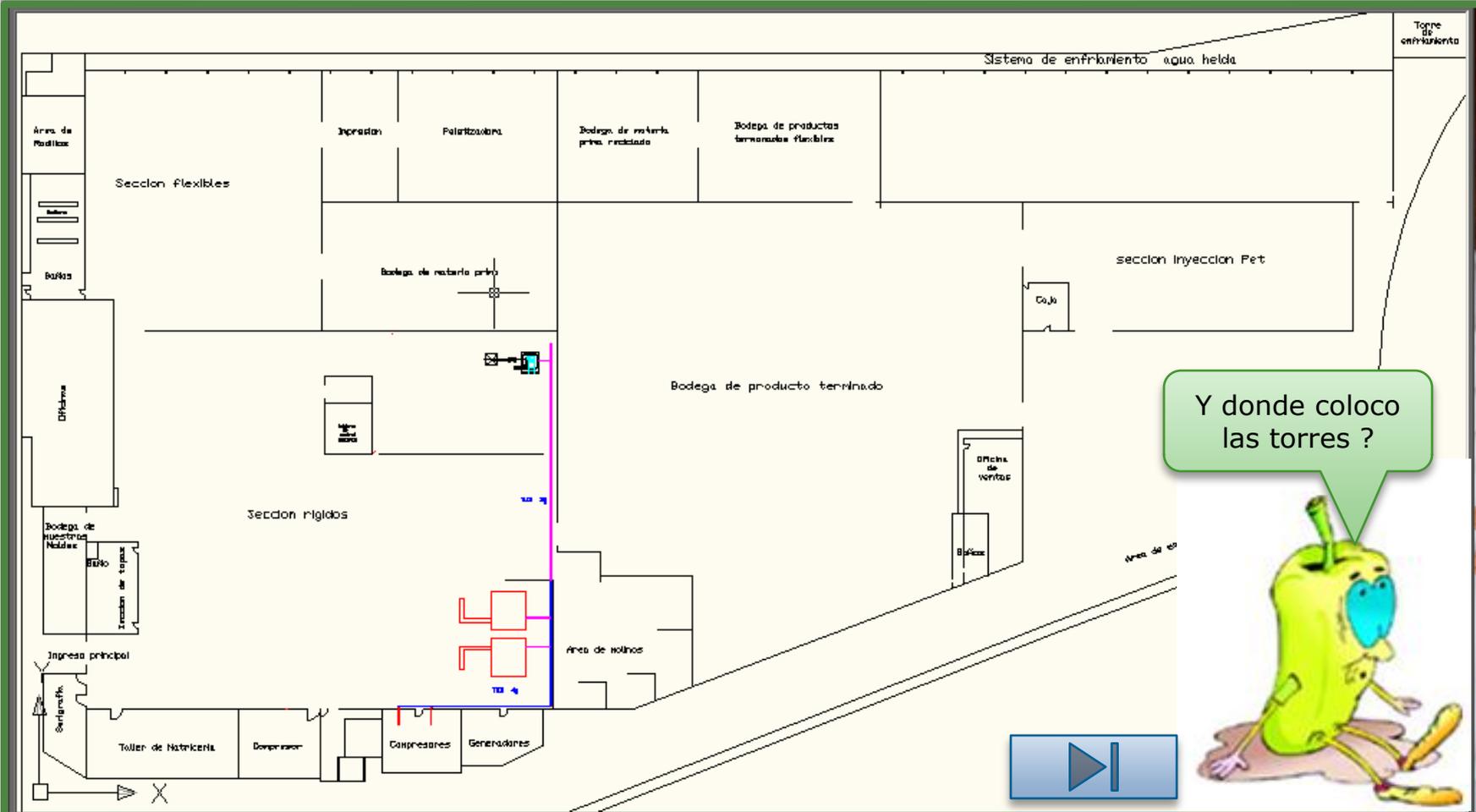
$$\text{Caudal} = 13.7 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Caudal enf. compresores > Caudal enf. Torre

Sugerencia : Adicionar torre TEVA 270

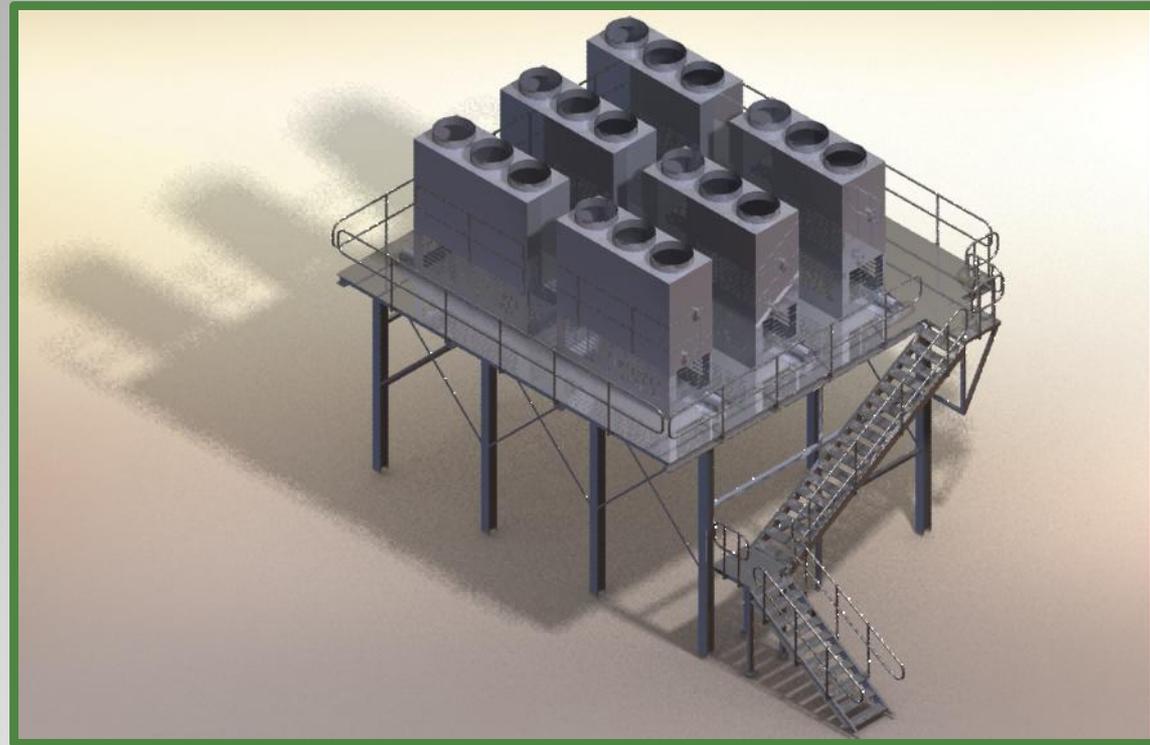


MEJORAMIENTO CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DE COMPRESORES



MEJORAMIENTO CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DE COMPRESORES

Estructura soporte para torres de enfriamiento?



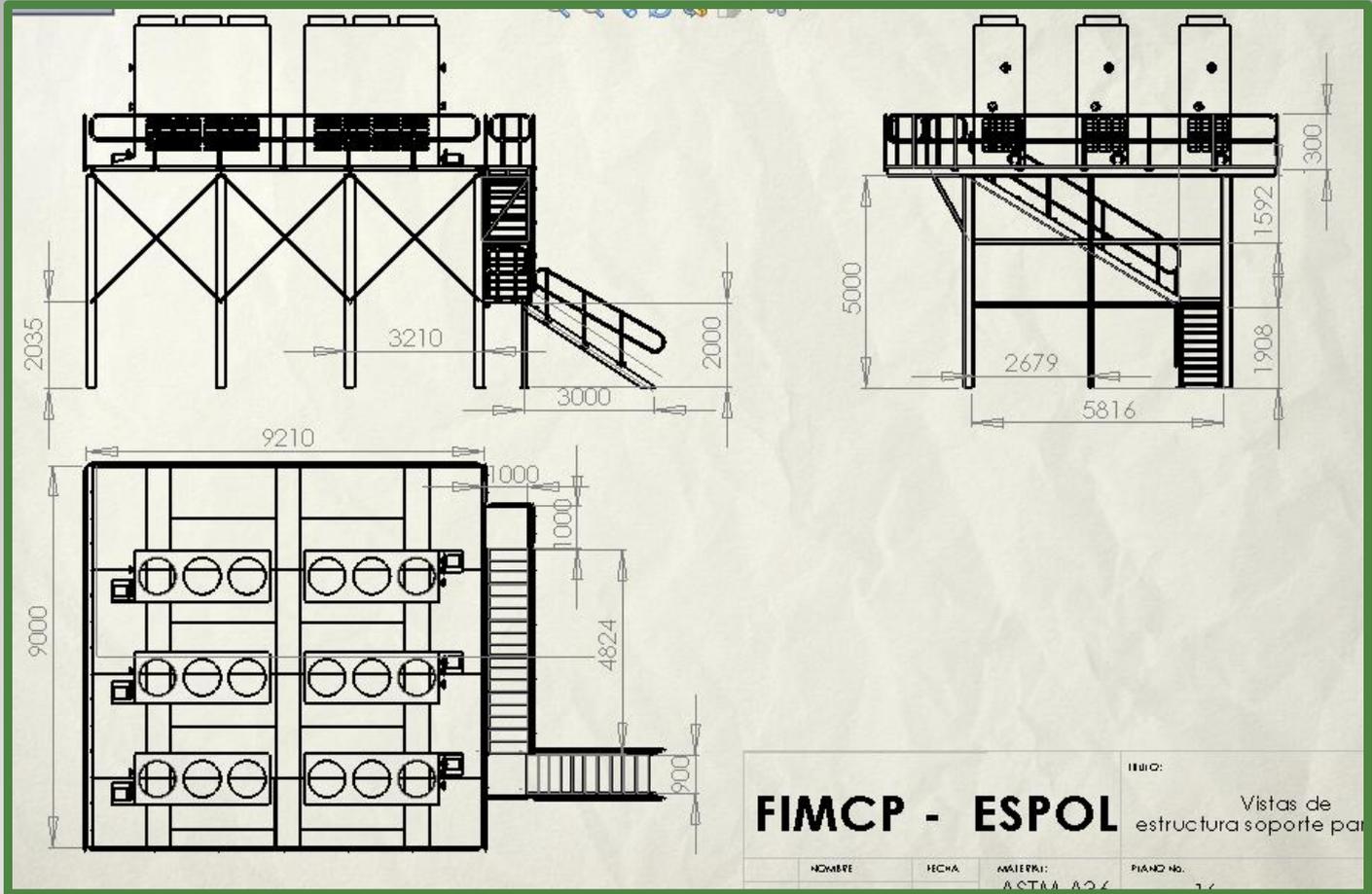
Carga muerta= peso torres + peso estructura

Carga muerta= 44000 Kg

Carga viva= 1000 Kg



MEJORAMIENTO CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DE COMPRESORES



MEJORAMIENTO CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DE COMPRESORES

Cronograma se cumplió en 94%

Al momento se encuentra 100% funcional el sistema de aire comprimido a 40 BAR

Capaz de :

Adicionar 2 compresores +
Y

Abastecer 2 sopladoras de 8 cavidades a + de las existentes



EVALUACIÓN TÉCNICA



COTIZACIÓN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

Rediseño y Montaje de un Sistema de Aire Comprimido a 40 BAR de presión para Líneas de Soplado de Botellas								
ITEM	MATERIALES	Cant	unid	meq	mater	peso	V Unitario	V Venta
1	accesorio T 6" cédula 40 para soldar	9	unid	12	acc	5.44	46.24	416
2	brida ciega de 2" x 300	1	unid	2	acero	8.00	11.92	12
3	brida ciega de 3" x 300	3	unid	3	acero	11.89	17.72	53
4	brida ciega de 6" x 300	1	unid	6	acero	27.20	40.53	41
5	brida soldable de 2"x300	8	unid	2	acero	2.94	4.38	35
6	brida soldable de 3"x300	3	unid	3	acero	4.80	7.15	21
7	brida soldable de 6"x 300	11	unid	6	acero	16.69	24.87	274
8	carga de argón	4	unid				150.00	600
9	codo 1/2" x 90 cédula 40	9	unid	0.5	acero	0.50	0.75	7
10	codo 2" x 90 cédula 40 para soldar	4	unid	2	acero	1.32	1.97	8
11	codo 3" x 90 cédula 40 para soldar	6	unid	3	acero	3.32	4.95	30
12	codo 4" x 90 cédula 40 para soldar	1	unid	4	acero	5.25	7.82	8
13	codo 6" x 90 cédula 40 para soldar	2	unid	6	acero	15.00	22.35	45
14	codo 6" x 45 cédula 40 para soldar	4	unid	6	acero	15.00	22.35	89
15	diluyente	6	galón				4.00	24
16	drenadores de agua para línea de aire comprimido 600psi 1/2" NPT	3	unid	0.5	acc		80.00	240
17	electrodo E6010 x 1/8"	30	kg				3.00	90
18	electrodo E7018 x 1/8"	45	kg				2.50	113
19	electrodo Ø 3/32 para TIG	20	unid				5.00	100

EVALUACIÓN ECONÓMICA



20	empaques para aire comprimido 600 psi	3	m				20.00	60
21	neplo 1/2" x 4" cédula 40	3	unid	0.5	neplo	0.91	3.64	11
22	neplo 1/2" x 6" cédula 40	21	unid	0.5	neplo	1.22	4.88	102
23	perno 3/4" x 5" completo	48	unid		acero	1.81	2.70	129
24	perno 5/8" x 3" completo	88	unid		acero	1.15	1.71	151
25	pintura blanca esmalte, marca unidas	5	galón		pintura		40.00	200
26	pintura gris mate anticorrosiva	4	galón		pintura		35.00	140
27	reducción campana 2"x1/2" cédula 40 para soldar	3	unid	2	acero	3.00	4.47	13
28	reducción campana 4" x 2" cédula 40 para soldar	1	unid	4	acero	13.44	20.03	20
29	reducción campana 6"x2" cédula 40 para soldar	1	unid	6	acero	17.00	25.33	25
30	reducción campana 6"x3" cédula 40 para soldar	4	unid	6	acero	16.85	25.11	100
31	reducción campana 6"x4" cédula 40 para soldar	5	unid	6	acero	13.00	19.37	97
32	termómetros de dial de 4", 800 psi, vertical, conexión 1/2".	3	unid	0.5	acc		20.00	60
33	tubo A 106 2" cédula 40	24	m	2	tubo	5.44	9.25	222
34	tubo A 106 3" cédula 40	6	m	3	tubo	11.29	19.19	115
35	tubo A 106 4" cédula 40	12	m	4	tubo	16.07	27.32	328
36	tubo A 106 6" cédula 40	108	m	6	tubo	28.26	48.04	5189
37	válvula 1/2" de acero al carbono	6	unid	0.5	valvula		30.00	180

EVALUACIÓN ECONÓMICA



MATERIAL SOPORTES								
1	ángulo laminado 75x6	12	unid		perfil	37.80	68.04	816
2	ángulo laminado 40x3	21	unid		perfil	10.23	18.41	387
3	ángulo laminado 50x3	2	unid		perfil	13.14	23.65	47
4	cable de acero 3/8"	147	m		acero	4.78	8.60	1265
5	canal 150x50x3	7	unid		perfil	32.26	58.07	406
6	disco de corte 7" x 1/16"	2	unid				3.50	7
7	electrodo E6010	5	Kg				3.00	15
8	electrodo E7018	5	Kg				2.50	13
9	grilletes para cable 3/8"	88	unid		acc	0.14	2.00	176
10	placa ASTM A-36 200x200x5	8	unid		acero	3.15	5.67	45
11	templadores reforzados para cable 3/8"	20	unid		acc	0.50	15.00	300
53								
54	COSTO MATERIALES	0.6	0.02	1137	proyect	1671	A	12825
55	COSTO TRANSPORTE herramientas y personal	1	0.02			0.52	14.59	B
		7,69						257
56	COSTO ALQUILER EQUIPOS	5	0.02			1670.7	24664	C
								257

EVALUACIÓN ECONÓMICA



58	MANO DE OBRA	cant	unid			Factor	v unit	V Venta
59	Construccion y montaje de sistema de aire comprimido para sopladoras de PET	1137	meq			1.2	5.00	6819
60	Construccion de soportes para tubería	1671	kg			1.2	1.00	2005
61								0
62								0
63	Costo mano de obra					0.398	D	8824
64	COSTO A + B + C + D						A+B+C+ D	22162
65	DIRECCION / UTILIDAD						10%	2216
66	SUB TOTAL SIN IVA							24378

La construcción y montaje de todo el sistema de aire comprimido tiene un costo de \$24,378.00 de los cuales \$22,162.00 es el costo del material, \$8,824.00 el costo de mano de obra y \$2,216.00 el costo de dirección y utilidad.

EVALUACIÓN ECONÓMICA



COTIZACIÓN ESTRUCTURA SOPORTE DE TORRES

Estructura soporte para torres de enfriamiento						
MATERIALES	Cant	unid	mater	peso	V Unitario	V Venta
W8X21	36	m	perfil	42.60	89.46	3,220.6
W6X16	48	m	perfil	28.00	58.80	2,822.4
Tubo cuadrado 100x100x4	108	m	Tubo	12.13	23.65	2,554.6
Tubo rectangular 100x50x3	96	m	Tubo	6.71	13.08	1,256.1
Ángulo 50x3	166	m	perfil	2.24	4.70	780.9
Panchar antideslizante ASTM A36 e=3mm	38	unid	antidesl	70.20	133.38	5,068.4
Tubo cuadrado 200x100x2	48	m	Tubo	6.83	13.32	639.3
Tubo mecánico Ø2" e=1.10mm	150	m	Tubo	1.39	2.71	406.6
Tubo mecánico Ø2 3/4"	12	m	Tubo	2.34	4.56	54.8
Placa ASTM A36 200x200x8	40	unid	acero	2.52	4.54	181.4
Soldadura E6010	20	kg			3.00	60.0
Soldadura E7018	20	kg			2.50	50.0
Disco de corte 7" x 1/16"	25	unid			3.00	75.0
Disco de pulir 7"	5	unid			3.50	17.5
Diluyente	5	galon			4.00	20.0
Pintura anticorrosiva	7	galon			35.00	245.0
Brocha 4"	5	unid			3.00	15.0
Perno Ø 3/8"	40	unid	perno	0.03	0.32	12.8
COSTO MATERIALES	0.6	0.02	proyect	8537.7	A	17,480.3
COSTO TRANSPORTE herramientas y personal	1	0.02	0.52	3.77	B	349.6
COSTO ALQUILER EQUIPOS	10,488	0.02	8538	33616	C	349.6
MANO DE OBRA	Cant	unid	factor	v unit	V Venta	
Construcción y montaje de estructura soporte para torres de enfriamiento.	8538	kg	1.0	1.30	11,099.1	
Costo mano de obra			0.3791		D	11,099.1
COSTO A + B + C + D					A+B+C+D	29,278.6
DIRECCION / UTILIDAD					10%	2,927.9
SUB TOTAL SIN IVA						32,206.4

Entonces el precio de la estructura soporte es de \$32,206.4 de los cuales \$11,099.1 es el costo de mano de obra, \$29,278.6 costo de materiales y \$ 2,927.9 es el costo por dirección y utilidad.

EVALUACIÓN ECONÓMICA



Tomando como referencia el caso más crítico se determinó que la mayor pérdida de presión a generarse utilizando el nuevo sistema de aire comprimido, es decir, desde que el fluido compresible sale del compresor, pasa por la línea principal y línea secundaria hasta llegar a la máquina sopladora es de 4.79%

La inspección de todos los cordones de raíz en las juntas soldadas permitió que al momento de la puesta en marcha del sistema de aire comprimido no queden fugas en las uniones de este tipo.

Durante la prueba se presentaron un par de fugas en las juntas bridadas pero se dio solución apretando más los pernos.

El 6% de retraso de acuerdo al tiempo estimado en el cronograma se dio en mayor grado por no obstaculizar el proceso productivo de la empresa.

CONCLUSIONES



El material particulado que se observó salir de la tubería durante el barrido antes de poner en operación el sistema se generó en su mayoría porque algunas tuberías tenían corrosión interior, mas no se produjo por escoria producto de la soldadura. Por lo cual fue acertado utilizar soldadura TIG en el cordón de raíz.

Los drenadores automáticos a ser adquiridos por la empresa no los pudieron conseguir en el mercado nacional por lo que las tres bajantes se dejaron en su terminación con un válvula de corte.

Las 15 horas planificadas de parada general de las sopladoras de plástico fueron suficientes para realizar los empates finales de la tubería y dejar operativo el sistema de aire comprimido.

- La torre TEVA modelo 465 no posee el caudal de enfriamiento adecuado para disipar 5°C del agua de refrigeración del compresor C1 y C2.

CONCLUSIONES



Como el aire comprimido sale del secador a la temperatura del punto de rocío (8 - 10°C), libre de humedad, una vez que entra en la tubería se equilibra con la temperatura de la tubería. El diferencial de temperatura es de aproximadamente 10°C en condiciones críticas por lo que la expansión lineal del lado más largo del anillo es 4.92 mm. Como la expansión lineal en el caso extremo es baja no se utilizó una junta de expansión y se decidió que el sistema de aire comprimido no esté sujeto a los soportes en forma fija, solo se asienta en ellos para permitir una mínima expansión.

La mejor ubicación para las torres de enfriamiento es construyendo una plataforma sobre los compresores C1 y C2, para lo cual se presenta el diseño de una estructura soporte metálica con 82.9 m² de superficie para colocar seis torres de enfriamiento.

CONCLUSIONES



En forma periódica abrir la válvula de corte en la bajante para evacuar el condensado acumulado.

Cuando se vaya a suministrar toda la capacidad de diseño del sistema de aire comprimido, es decir, adicionar el segundo compresor de aire de 1500m³/h, se recomienda cambiar el tramo de 4" a 6" en la esquina cercana a la sopladora #1 que por pedido de la empresa se mantuvo del viejo sistema de aire comprimido.

Luego de la construir la estructura soporte para torres de enfriamiento, lo más adecuada sería que cada compresor tenga su propia torre de enfriamiento. La torre TEVA modelo 465 quede para C1 y se coloque una torre TEVA modelo 270 para C2. De manera similar para C3 y C4 se debe instalar su propia torre.

RECOMENDACIONES





GRACIAS POR SU ATENCIÓN