



Pipíng & Stress analysis

Ref: Software Caesar II



Indice

1. -Desarrollo de ingeniería de piping, ingeniería básica y de detalle
2. -Descripción de documentos.
3. -Tipos de cañerías.
4. -Normas y campos de aplicación.
5. -Definición cañería y tubería-Materiales
6. - Bibliografía.
7. - Listado de Normas.
8. - Evaluación de elasticidad- ANSI B 31.3
9. - Ubicación y selección de soportes.
10. - Concepto de suportación – Tipos de soportes
11. - Juntas de expansión.
12. - Casos de estudio detallado o aproximado.
13. - Calculo de espesor por presión interna. Tensiones principales
14. - Estados de Carga , limites admisibles.
15. - Cargas sobre equipos.
16. - Recomendaciones para modelado – criterios de solape- condiciones de borde
17. - Programa Caesar II visión general
18. - Ejemplos y practica con programa demo.
19. - Cañerías enterradas. Oleoductos -Gasoductos

1-Desarrollo de ingeniería de piping, ingeniería básica y de detalle

- Esta disciplina, en algunas plantas industriales como: químicas , petroquímicas , petroleras, centrales termoeléctricas ,etc . Es una de las mas importantes dentro del proyecto.
- Por naturaleza, el trabajo de diseño de piping esta interrelacionado con todas las
- Otras especialidades, Procesos, Civil, Electricidad, Instrumentación, Equipos mecánicos, Recipientes y en la asistencia a la construcción.
-
- 1.1- Ingeniería Básica **Como comienza el proyecto ?**
- Este comienza con definir la llamada **ingeniería de procesos.** (P ej :Diagramas de proceso)
- Si se trata de una **planta nueva**, habrá un paquete de Ingeniería básica completo y es usual que se adquiera este a una empresa , quedando la ingeniería y detalle y construcción para otra u otras.
- Si es una **modificación** de una planta existente, los Ingenieros químicos de proceso, de la planta definirán los puntos fundamentales para el diseño de piping . O coordinaran con el proveedor del paquete de ingeniería básica.
- **(En síntesis) El paquete de Ingeniería básica se compone de:**
- Diagramas de flujo, (con caudales máxicos y volumétricos, presiones, temperaturas)
- Especificaciones de materiales, básicas para las cañerías de proceso.
- Planos básicos de ubicación de equipos principales de proceso y servicios.
- División y delimitación de áreas de la planta
- Hojas de datos de equipos.

1-Desarrollo de ingeniería de piping, ingeniería básica y de detalle (cont.)

- Requerimientos de aislación.
- Manuales de operación de planta y otra información relacionada con el proceso mismo.
- División en sistemas/ subsistemas. (Recomendable, ver nota)
- Listados de equipos.

La empresa responsable de la ingeniería Básica , o los ingenieros de proceso de planta tienen intervención en la puesta en Marcha y podran revisar documentos de ingenieria de detalle según el contrato de cada proyecto

Nota:

La división en sistemas y subsistemas , se esta realizando en las plantas mas modernas desde el comienzo de la ingeniería. (En Petroleras tambien Ref....)

Es de importancia primordial para la realización del Comisioning (Previo a puesta en marcha de la planta).

El concepto fundamental es dividir y establecer los limites en los P&I, incluyendo dentro de estos los equipos y cañerías correspondientes. Englobando estos en unidades funcionales las cuales tienen un tratamiento individual para definir su liberación para puesta en marcha.

Así se puede programar el trabajo en paralelo, entre diferentes sistemas según un orden de prioridades.

En las tareas anteriores, se tendrá en cuenta la coherencia entre los cálculos de stress analysis, mas todos los demás requerimientos de equipos y cañerías.

*Los dos hitos mas importantes en esta etapa son: 1- Acta de completamiento mecanico.
2- Liberacion para P.E.M*

1-Desarrollo de ingeniería de piping, ingeniería básica y de detalle (cont)

1.2- Ingeniería de detalle ; Como comienza la construccion y gestion para el proyecto ?

A partir de lo anterior comienza la llamada ingeniería de detalle de piping, (En síntesis)

- Desarrollo de los llamados P & I d . Diagramas de cañerías e instrumentos, a partir de los diagramas de flujo (Flow sheet) de proceso . (Completar los servicios e interconexiones, p.ej)
- Cálculos de perdidas de carga , velocidades y de diámetros en cañerías
- Planos definitivos de implantación de equipos (Plot plan).
- Especificaciones técnicas de materiales de cañería (a partir de la información básica)
- Lista de líneas.
- Planos de recorridos de cañerías (Plantas elevaciones detalles) (piping lay out)
- Planos de instalaciones típicas de cañerías .
- Especificaciones de elementos especiales (trampas de vapor, filtros, juntas de expansión, válvulas, etc.)
- Isometrías de cañerías (para cada línea con su listado de materiales).
- Planos de identificación y ubicación de soportes.
- Especificaciones de elementos de piping, para provisión y montaje
- Cómputos de materiales. Planillas preliminares y finales
- Requisiciones para provisión – compra de elementos de piping , de montaje etc.
- Cálculos de stress analysis y soportes
- Planos de soportes de cañerías (Distribución general , soportes especiales y tipicos)
- Planos constructivos e Isometrías de cañerías.
- Cómputos de materiales, preliminares y finales.

2- Descripción de documentos

- Planos Plot plan
- Estos planos contienen la ubicación de los equipos (coordenadas), edificios, pipe racks, sendas y trincheras para cañerías, edificios, etc. Referidos a los ejes principales de replanteo.
- Es importante para el diseño de piping el aprovechamiento y distribución de cañerías y sendas, parrales, estimando inicialmente las cañerías que se ubicaran en estos para llevarlos de un área a otra.
- Diagramas P&I D
- Este diagrama es una fuente de información, para los grupos de diseño de cañerías, y todos los demás. Como será utilizado por especialistas en distinta disciplinas, la codificación e información debe ser normalizada para evitar confusiones.
- Es usual se incluyan en los P&I, hojas detallando la simbología utilizada.
- Este se debe mantener actualizado permanentemente a medida que avanza el diseño.
- El formato y disposición, será similar al del diagrama de proceso, mostrando todos los equipos incluso los de reserva, si bien es un diagrama se trata de respetar la posición en altura de los equipos y estos dibujados con alguna relación a su tamaño.
- La identificación (TAG) del equipo debe figurar junto a este, y sus datos principales en la parte inferior del plano. Por ejemplo para una bomba P-005 (su tag) al lado de esta en el diagrama y en la parte inferior un pequeño cuadro con sus datos de caudal (q), altura de elevación (h) y la potencia de su motor (p).

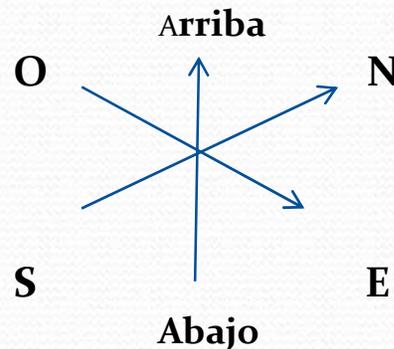
2- Descripción de documentos (Cont)

- Líneas de proceso y auxiliares, se deben mostrar todas , con su identificación sentido de flujo, válvulas , instrumentos , drenajes , vencesos y todos los elementos que la compongan.
- Identificación de las líneas ,estas se numeran, y codifican de manera de indicar diámetro, material, serie, producto que circula , aislamiento , tracing , etc
- Los instrumentos individuales y lazos de control deben ser incluidos y numerados, también las válvulas de control y seguridad
- Hay una norma muy utilizada de Instrument of society of América (ISA) de simbología.
- Planos de distribución de cañerías, (piping lay out)
- Estos planos se realizan en escala ,sobre ellos se define el recorrido de las cañerías, partiendo de la información de los planos civiles , y plot plan.
- Se dibujan en escala 1:50 o 1:25, en general, y contiene toda la información necesaria para poder desde ellos extraer las dimensiones para la ejecución de los isométricos.
- También estos planos permiten el inicio de las actividades de stress analysis y soportes, como se vera mas adelante.
- Isometrías
- Estos dibujos deben su nombra a la clase de perspectiva utilizada
- No se realizan en escala y deben ser lo mas claros posibles por que se utilizan para prefabricar y montar las cañerías.
- Deben contener una lista de materiales detallada ya que esta se utiliza para cálculos de materiales y para movimiento de estos en planta.

2- Descripción de documentos (Cont)

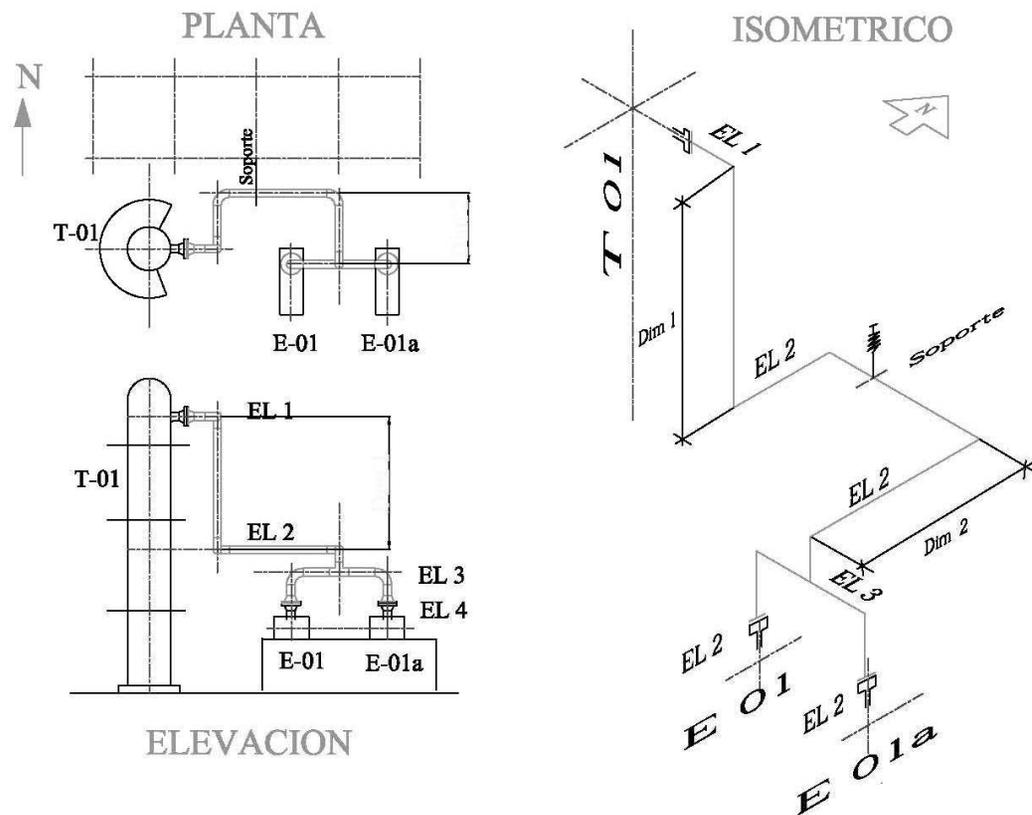
ISOMETRIA

- En lo que respecta a cañerías, la interpretación de isométricos es muy necesaria, tanto en la construcción como en cálculos y diseño.
- Como se vera, mas adelante, es común el uso de isometrías en los cálculos de stress analysis, El modelo de calculo es elaborado por el calculista o extraido de la salida grafica de los diferentes programas en esta forma, que permite controlar la posición de nodos y elementos en la cañerías.
- Conceptualmente se recorre la cañería , moviéndose en una terna Norte-sur, Este-oeste, siendo los tramos verticales una línea vertical. (ver dibujo ejemplo).
- Para lo anterior se mueve punto a punto sobre una grilla con líneas inclinadas a 30° , Lo que es llamado justamente perspectiva tipo isométrica.
- Para definir esta terna lo primero es la selección de hacia a donde se orientara el norte, cual de las líneas será tomada y en que sentido. El norte normalmente es el norte de planta ya que este se indica en todos los planos claramente de allí se puede recorrer la cañería siguiendo los tramos que van de norte a sur, y los que lo hacen de este a oeste, sin dejar de controlar los cambios de elevación que como se dijo significan líneas verticales.



En programa de calculo habra un isometrico con una terna global propia asociada el input.
(X , Y , Z)

2- Descripción de documentos (Cont)



REPRESENTACION EN ISOMETRICO

3-Tipos de cañerías

- **TIPOS DE CAÑERÍAS**

Existen distintas clasificaciones y/o tipos de cañerías según su función, ubicación en planta, o fuera de sus límites, etc.

Relacionado a lo anterior, se encuentra la aplicación de normas como se verá luego. No olvidar que la aplicación de las normas es a nivel contractual y legal.

1-De Servicios y proceso:

Proceso

Las cañerías de proceso, son justamente las que transportan los productos utilizados para este, por lo tanto estas ya se definen en la ingeniería básica

Servicios (Utilities)

Estas son las que justamente prestan un servicio en la planta, por ejemplo provisión de agua, aire comprimido, nitrógeno, vapor, condensado, etc.

No necesariamente se definen en la ingeniería básica (Puede indicarse p.ej, solo las condiciones de presión y temperatura, caudal, etc).

2-En sitio y fuera (On site) (Off site)

On Site

Esta clasificación, es para las cañerías dentro del área de proceso.

Off Site

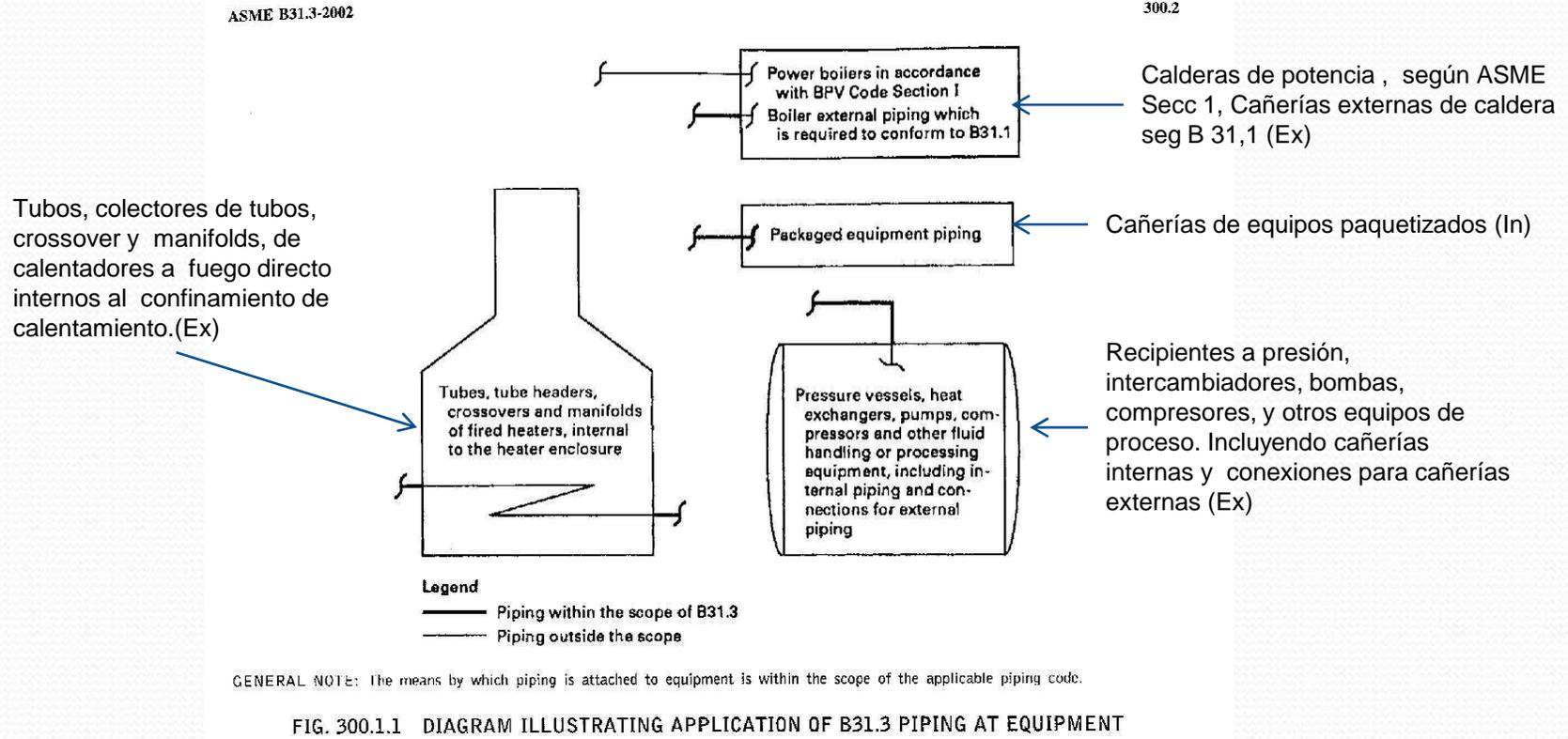
Esta denominación, es para las cañerías fuera del área de proceso, en general se trata de cañerías de servicios, o bien de materias primas o productos para el proceso.

4-Normas y campos de aplicación

Este concepto se detalla en las normas ANSI/ASME .

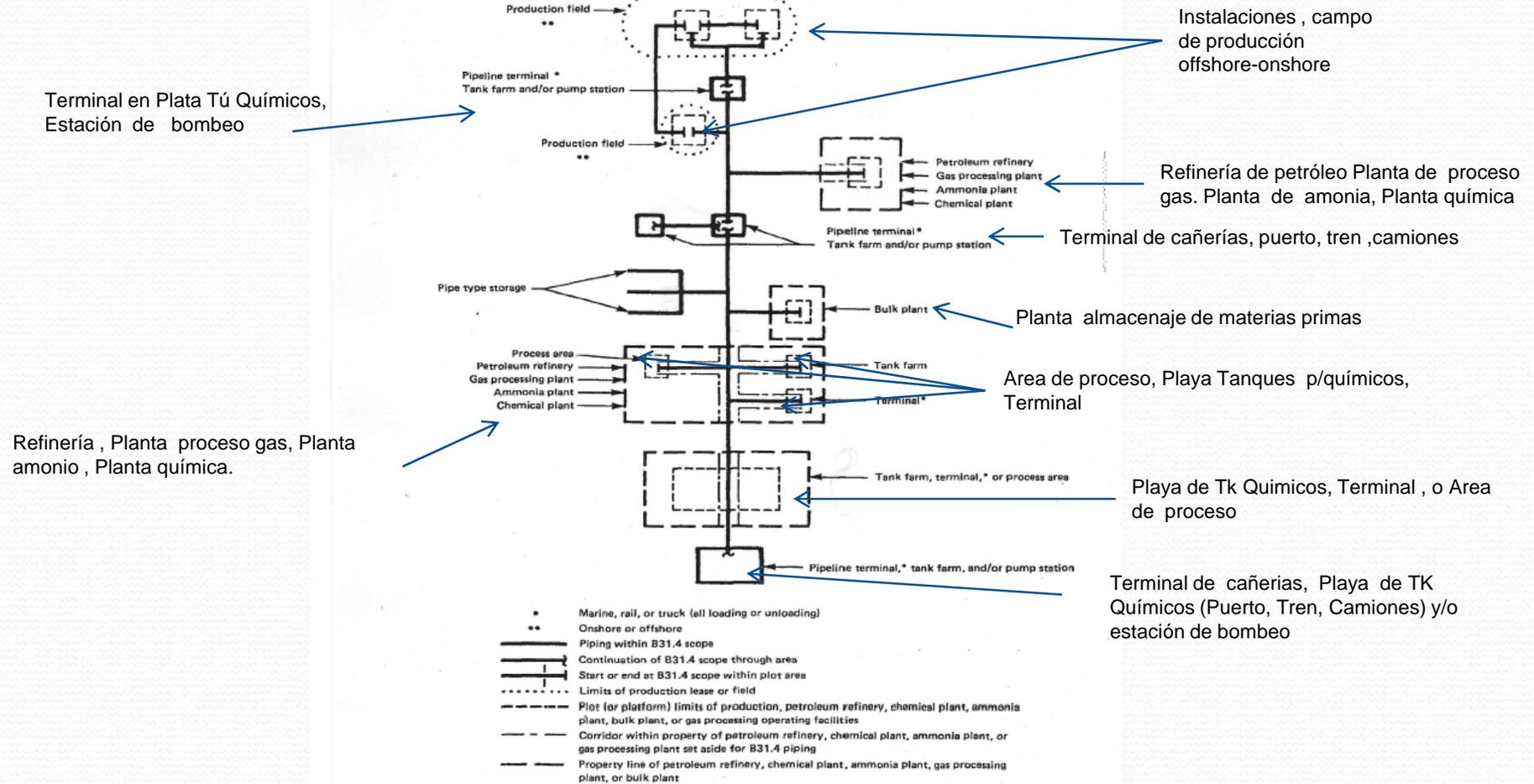
En la definición del alcance de cada una de ellas, se aclara su campo de aplicación con diagramas y figuras. Recordar que cuando se realice el calculo de stress analysis, en el input se define la norma a aplicar.

Como la figura que sigue de ANSI/ASME B 31.3



4-Normas y campos de aplicación

Ref. : ASME B31.4



Terminal en Plata Tú Químicos, Estación de bombeo

Instalaciones , campo de producción offshore-onshore

Refinería de petróleo Planta de proceso gas. Planta de amonia, Planta química

Terminal de cañerías, puerto, tren ,camiones

Planta almacenaje de materias primas

Area de proceso, Playa Tanques p/químicos, Terminal

Refinería , Planta proceso gas, Planta amonio , Planta química.

Playa de Tk Quimicos, Terminal , o Area de proceso

Terminal de cañerías, Playa de TK Químicos (Puerto, Tren, Camiones) y/o estación de bombeo

FIG. 400.1.1 DIAGRAM SHOWING SCOPE OF ASME B31.4 EXCLUDING CARBON DIOXIDE PIPELINE SYSTEMS (SEE FIG. 400.1.2)

4-Normas y campos de aplicación (cont)

- -Las cañerías entre límites de propiedad de las plantas están sujetas a las normas y regulaciones particulares del gobierno de cada lugar son parte contractual.
- Y su vez por ejemplo fuera de planta a las normas Internacionales como : ASME B 31-4 y B 31-8 (oleoductos y gasoductos).
- Dentro de los límites de la propiedad en planta de proceso puede haber cañerías según Ansi B 31-3, para las de proceso o por regulaciones locales por otras normas. U otras normas particulares , como para las redes contra incendio (NFPA).Nacionales (NAG), para gas.
- Dentro de plantas termoeléctricas rige ASME B 31-1 (power boilers).

**Es bueno aclarar que cuando se habla de límite de planta, esto incluye las áreas :
“off site” y “on site” .**

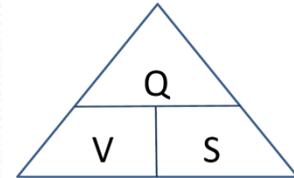
- Mas adelante se incluye un listado de las normas mas utilizadas

5-Definicion cañeria y tuberia

- **Cuando nos mencionan la palabra caño, en general tenemos una idea de lo que se trata, en principio un producto de sección cilíndrica y de longitud predominante de un mayor o menor espesor, pero cuando estamos en presencia de nomenclaturas mas especificas, podemos llegar a perder nuestro concepto sobre el particular.**
- **Es muy común “el caño es con costura y el tubo es sin costura y eso los diferencia”.**
- **Evidentemente muchas veces nos movemos con conceptos o definiciones equivocadas.**
- **Provenientes de la jerga o de los procesos de fabricación .Viene al caso el ejemplo de llamar Siemens Martin para nombrar un tipo de acero, cuando es este una clase de horno para fabricarlo.**
- **Consideramos caño a un producto estructural dedicado fundamentalmente a la conducción de un fluido.**
- **La función de un caño es transvasar gases, líquidos, sólidos en suspensión, etc. Ya sea por gravedad o por la energía aportada por equipos mecánicos como bombas y compresores.**
- **Razonando de esta manera pensamos que la conducción esta basada fundamentalmente en conceptos de mecánica de los fluidos, expresando el movimiento en caudal másico o caudal volumétrico.**

5-Definicion cañeria y tuberia (cont)

- Caudal volumétrico = $S \cdot V$
(Sección) x (velocidad) [volumen x tiempo]
- Caudal másico = $S \cdot V \cdot \delta$
(Sección) x (velocidad) x (densidad) [masa x tiempo]



- Es decir en función de las consideraciones de proceso el Ing. Químico o el Ing. de proceso definen el caudal transportable,
- En tarea de la ingeniería de procesos, se definen las secciones de pasaje “Área líquida” y su perímetro o diámetro de transporte .

$$Q_v = S \cdot V = \frac{\pi (d_i)^2 \cdot V}{4} \Rightarrow d_i = \left(\frac{4 Q_v}{\pi V} \right)^{1/2}$$

- El diámetro teórico de la conducción normalmente se ve modificado por tres razones fundamentales.
 - a) La necesidad de sobredimensionar, previendo futuras ampliaciones de la instalación
 - b) La pérdida de carga admisible en la instalación en función de las longitudes y elementos que produzcan caídas de presión en la cañería.
 - c) Las pérdidas por ensuciamiento (fouling), de la cañerías, muy importante en algunos fluidos
- En definitiva luego se pasa de $d_i \Rightarrow d_{real} \Rightarrow d_{existente}$ y posteriormente se calcula en principio bajo condiciones de presión y temperatura como se vera posteriormente esto es importante en el dimensionamiento del espesor y la selección del N° schedule.

5-Definicion cañería y tubería (cont)

- El calculo mas simplificado , de la sección , muy útil para ser usado en fluidos en condiciones en las que se puedan considerar incompresibles.

Se basa en velocidades recomendadas definidas por experiencia.

No sobrepasando estas las perdidas de carga no resultaran excesivas.

Es usual , se encuentre esta información en las especificaciones de Ingeniera Básica para los servicios.

Como referencia se puede tomar :

Para Vapor:

Vapor Sobrecalentado	35 a 76 m/seg
Vapor Saturado	20 a 50 m/seg
Vapor húmedo	< 23 m/seg

Para Agua:

Agua de circulación	2 a 3 m/seg
Para succión de bombas	1.8 a 2.4 m/seg
Para descarga de bombas	1.8 a 3.7 m/seg

Para Gases:

Aire comprimido	4.6 a 22.9 m/seg
Gas natural	15.2 a 27.9 m/seg

Para aceites:

Suministro	<2.1m/seg
Retorno	<0.6m/seg

Para fuel Oil

Aspiración	0.6 a 1.5 m/seg
Descarga	1.5 a 2.4 m/seg

Para Drenajes

Aspiración	0.15 a 0.3 m/seg
Descarga	1.2 a 1.5 m/seg

5-Definicion cañeria y tuberia (cont)

- Cañería de acero al carbono
- **Ejemplo: caño 2" - cañería de acero al carbono** Di= función del espesor
De=2.375" (60.32mm)

Denom Ant	Esp. plg	Esp. mm	D Int
Std	0.154	3.91	52.5
Xs	0.218	5.53	54.79

- Se usa para definir el espesor es la denominacion por "Schedule"
- En la denomonacion antigua std , Xs y XXs se corresponde con sch 40,80,160
- con cañerías de hasta 12" luego aparecen otros sch intermedios en los diámetros mayores.

5-Definicion cañeria y tubería (cont)

Ejemplo: caño 14"- cañería de acero al carbono

Di= función del espesor De= 14"= 355.6mm =Dn

SCh	Den antigua.	Esp plg.	Esp (mm)
10		.25	
20		.312	
30	Std	.375	9.52
40		.438	
60	Xs	.594	12.7
80		.75	
100		.938	
120		1.094	
140		1.25	
160		1.406	35.71

5-Definición cañería y tubería (cont)

- **Cañería de acero inoxidable**
- Las cañerías de acero inoxidable son normalmente utilizadas en instalaciones donde se requiere alta resistencia a la corrosión, evitar la contaminación en los productos transportados (como sucede en las industrias alimenticias y farmacéuticas).
- En general puede decirse que este material tiene un costo del orden del doble de las cañerías de acero al carbono. Por tal razón, los espesores utilizados son menores y porque como se vera mas adelante el sobreespesor por corrosión es cero. Hay solo casos particulares donde se utilizan cañerías de alto espesor, para presión de trabajo alta.
- Los Schedules de estas cañerías se denominan 5S , 10S , 40 S.... Etc.
- **En particular para el stress analysis, las dilataciones son mayores debido al mayor coeficiente de dilatacion. El caso de expansion termica sera mas significativo.**

NUMERO DE SCHEDULE DE UNA CAÑERIA

SCH N° = (P / S) x 1000 Donde P= es presión interna manométrica
S= tensión admisible del material

- El calculo de espesor , lo trataremos en particular luego.

5-Definicion cañería y tubería (cont)

$$\text{SCH \#} = (P / S) 1000 \quad \text{o} \quad P = \text{SCH \#} \times (S / 1000)$$

Como se ve el numero de schedule esta relacionado con la presion maxima que resiste el caño

Con este numero, se definio espesores para la fabricacion de cañerias como ANSI B 36.10. Entonces como ejemplo de lo anterior tomemos P EJ.

- Caño de Acero Carbono $S=18000$ psi
- SCH # 40
- $P_{\text{max}} = 40 \times 18000 / 1000 = 720$ psi (50 Kg / cm²)
- Como vemos el SCH 80 resistira el doble de presion y el 160 el doble que el 80 . Por ejemplo

Lo anterior es especialmente util, para evaluar rapidamente la presion que puede resistir una cañeria en forma aproximada-

5-Definicion cañeria y tuberia (cont)

dimensions et masses
des tubes acier

ASME B 36.10 M-1996

Diamètre nominal Nominal size	Diamètre extérieur Outside diameter		Épaisseur Wall thickness		Masse Weight		Identification			
	Pouces Inches	mm	Pouces Inches	mm	lb/ft	kg/m	Specif. API	Épaisseur W.T.		Schedule
								STD	XS XXS	
1/8	0.405	10,3	0.040	1,24	0.19	0,28	-	-	-	10
	0.405	10,3	0.057	1,45	0.21	0,32	-	-	-	30
	0.405	10,3	0.068	1,73	0.24	0,37	SL	STD	40	-
1/4	0.405	10,3	0.095	2,41	0.31	0,47	SL	XS	80	-
	0.540	13,7	0.065	1,65	0.33	0,49	-	-	-	10
	0.540	13,7	0.073	1,85	0.36	0,54	-	-	-	30
3/8	0.540	13,7	0.088	2,24	0.42	0,63	SL	STD	40	-
	0.540	13,7	0.110	3,02	0.54	0,80	SL	XS	80	-
	0.675	17,1	0.065	1,65	0.42	0,63	-	-	-	10
1/2	0.675	17,1	0.073	1,85	0.47	0,70	-	-	-	30
	0.675	17,1	0.091	2,31	0.57	0,84	SL	STD	40	-
	0.675	17,1	0.126	3,20	0.74	1,10	SL	XS	80	-
3/4	0.840	21,3	0.065	1,65	0.54	0,80	-	-	-	5
	0.840	21,3	0.083	2,11	0.67	1,00	-	-	-	10
	0.840	21,3	0.095	2,41	0.76	1,12	-	-	-	30
1	0.840	21,3	0.100	2,77	0.85	1,27	SL	STD	40	-
	0.840	21,3	0.147	3,73	1.00	1,62	SL	XS	80	-
	0.840	21,3	0.188	4,78	1.31	1,95	-	-	-	140
1 1/4	0.840	21,3	0.204	7,47	1.71	2,55	SL	XXS	-	-
	1.050	26,7	0.065	1,65	0.60	1,03	-	-	-	5
	1.050	26,7	0.083	2,11	0.86	1,28	-	-	-	10
1 1/2	1.050	26,7	0.095	2,41	0.97	1,44	-	-	-	30
	1.050	26,7	0.113	2,87	1.12	1,69	SL	STD	40	-
	1.050	26,7	0.154	3,91	1.47	2,20	SL	XS	80	-
1 3/4	1.050	26,7	0.210	5,56	1.94	2,90	-	-	-	140
	1.050	26,7	0.308	7,82	2.44	3,64	SL	XXS	-	-
	1.315	33,4	0.065	1,65	0.87	1,30	-	-	-	5
2	1.315	33,4	0.100	2,77	1.40	2,09	-	-	-	10
	1.315	33,4	0.114	2,90	1.46	2,18	-	-	-	30
	1.315	33,4	0.133	3,38	1.68	2,50	SL	STD	40	-
2 1/2	1.315	33,4	0.170	4,55	2.17	3,24	SL	XS	80	-
	1.315	33,4	0.250	6,35	2.84	4,24	-	-	-	140
	1.315	33,4	0.358	9,09	3.66	5,45	SL	XXS	-	-
3	1.660	42,2	0.065	1,65	1.11	1,65	-	-	-	5
	1.660	42,2	0.100	2,77	1.81	2,70	-	-	-	10
	1.660	42,2	0.117	2,97	1.98	2,87	-	-	-	30
3 1/2	1.660	42,2	0.140	3,54	2.27	3,39	SL	STD	40	-
	1.660	42,2	0.191	4,85	3.00	4,47	SL	XS	80	-

1-34

dimensions and weights
of steel pipe

ASME B 36.10 M-1996

Diamètre nominal Nominal size	Diamètre extérieur Outside diameter		Épaisseur Wall thickness		Masse Weight		Identification			
	Pouces Inches	mm	Pouces Inches	mm	lb/ft	kg/m	Specif. API	Épaisseur W.T.		Schedule
								STD	XS XXS	
1 1/4	1.660	42,2	0.250	6,35	3.76	5,51	-	-	-	140
	1.660	42,2	0.382	9,70	5.21	7,77	SL	XXS	-	-
	1.900	48,3	0.065	1,65	1.28	1,91	-	-	-	5
1 1/2	1.900	48,3	0.100	2,77	2.00	3,11	-	-	-	10
	1.900	48,3	0.125	3,18	2.37	3,53	-	-	-	30
	1.900	48,3	0.145	3,68	2.72	4,05	SL	STD	40	-
2	1.900	48,3	0.200	5,08	3.83	5,41	SL	XS	80	-
	1.900	48,3	0.281	7,14	4.86	7,25	-	-	-	140
	1.900	48,3	0.400	10,15	6.41	9,56	SL	XXS	-	-
2 1/2	2.375	60,3	0.065	1,65	1.61	2,40	-	-	-	5
	2.375	60,3	0.083	2,11	2.08	3,03	SL	-	-	10
	2.375	60,3	0.100	2,77	2.64	3,93	SL	-	-	30
3	2.375	60,3	0.125	3,18	3.00	4,48	SL	-	-	40
	2.375	60,3	0.141	3,58	3.36	5,01	SL	-	-	-
	2.375	60,3	0.154	3,91	3.65	5,44	SL	STD	40	-
3 1/2	2.375	60,3	0.172	4,37	4.05	6,03	SL	-	-	-
	2.375	60,3	0.188	4,78	4.39	6,54	SL	-	-	-
	2.375	60,3	0.216	5,54	5.02	7,48	SL	XS	80	-
4	2.375	60,3	0.250	6,35	5.67	8,45	SL	-	-	-
	2.375	60,3	0.281	7,14	6.26	9,36	SL	-	-	-
	2.375	60,3	0.344	8,74	7.46	11,11	-	-	-	140
4 1/2	2.375	60,3	0.436	11,07	9.08	13,44	SL	XXS	-	-
	2.875	73,0	0.083	2,11	2.47	3,60	SL	-	-	5
	2.875	73,0	0.100	2,77	3.22	4,80	SL	-	-	-
5	2.875	73,0	0.120	3,05	3.53	5,26	-	-	-	10
	2.875	73,0	0.125	3,18	3.67	5,48	SL	-	-	-
	2.875	73,0	0.141	3,58	4.12	6,13	SL	-	-	-
6	2.875	73,0	0.156	3,96	4.53	6,74	SL	-	-	-
	2.875	73,0	0.172	4,37	4.97	7,40	SL	-	-	-
	2.875	73,0	0.188	4,78	5.40	8,04	SL	-	-	30
7	2.875	73,0	0.203	5,16	5.79	8,63	SL	STD	40	-
	2.875	73,0	0.216	5,49	6.13	9,14	SL	-	-	-
	2.875	73,0	0.250	6,35	7.01	10,44	SL	-	-	-
8	2.875	73,0	0.276	7,01	7.66	11,41	SL	XS	80	-
	2.875	73,0	0.375	9,53	10.01	14,92	-	-	-	140
	2.875	73,0	0.552	14,02	13.69	20,39	SL	XXS	-	-
9	3.500	88,9	0.083	2,11	3.08	4,52	SL	-	-	5
	3.500	88,9	0.100	2,77	3.95	5,86	SL	-	-	-

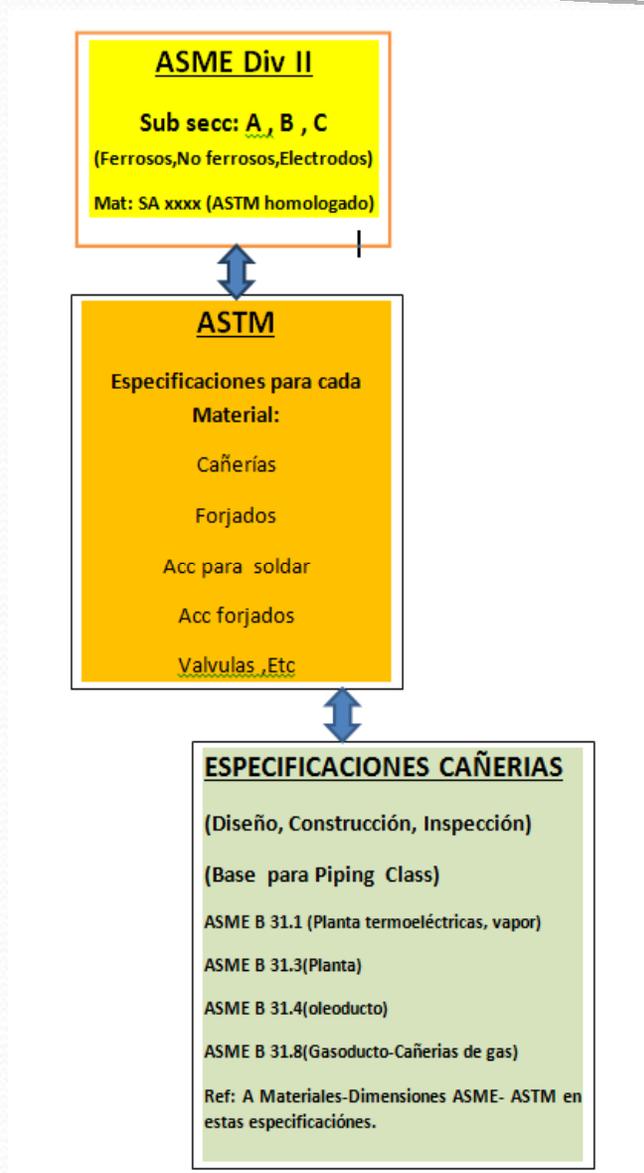
1-35



5-Definicion cañería y tubería - materiales

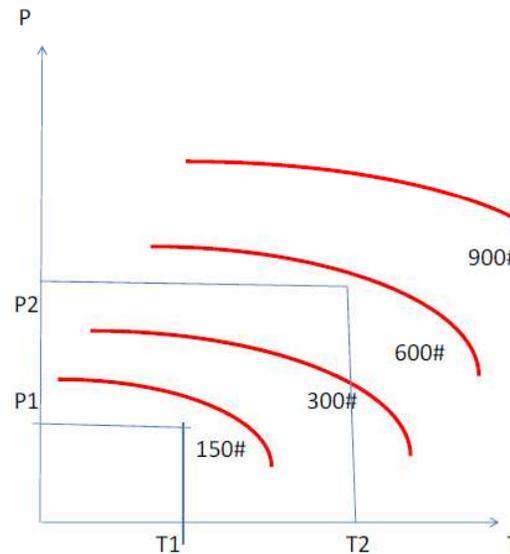
- **A-53** Cañería de Acero Carbono con o sin costura
- **A-105** Bridas de acero carbono y accesorios forjados
- **A-106** Cañerías de acero carbono sin costura , para alta temperatura
- **A-182** Accesorios forjados (A C , A .Inox , A. forjado).
- **A-193** Espárragos p/alta temperatura -resistencia Ac aleados, Ac Inoxidables.
- **A-194** Tuercas para espárragos ídem anterior.
- **A-234** Acc p/cañerías conformados, de Ac Carbono y aleados .Temp medias y altas.
- **A-312** Cañerías de Ac Inox austenitico, con y sin costura.
- **A-320** Espárragos de aceros aleados e inox para baja temperatura.
- **A-333** Cañería de acero aleado para baja temperatura
- **A-335** Cañería de acero aleado para alta temperatura
- **A-403** Accesorios forjados p/cañerías Ac Inoxidable autentico
- **A-409** Cañerías de acero inoxidable austenitico, de gran diámetro. Servicio corrosivo
- **A-420** Accesorios de cañerías conformados Ac Carbono y aleados para baja temperatura
- **A-790** Cañería de acero carbono, Inoxidables ferriticos y austeniticos
- Notas:
- Se indica ASTM-ASME porque cuando se ve como SA-XXX significa que esta incorporado en ASME Secc II, cuando se indica ASTM - A - XXX puede estar o no incluido en ASME Secc II según el año de emisión.
- En cada especificación se ven los diferentes grados y composición química correspondiente
- No se incluyen los materiales para tubos (recordar diferencia entre caño y tubo)

5-Definicion cañería y tubería - materiales



5-Definicion cañería y tubería – series de bridas

- Se define en ASME B 16,5. para diámetros de $\varnothing 24''$, según la combinación-relación de temperatura – presión.
- En la norma se encuentran planillas , según material y presión-temperatura para selección o verificación del rating.



Formas de curvas de Rating P/T para un determinado grupos de materiales .

P1/T1-----Serie 150#

P2/T2-----Serie 600#

6- Bibliografía

- Piping Handbook, Sabin Crocker.
- Piping Engineering (Tube Turn).
- Piping Design (Grinnell).
- Piping Design (Howard Race).
- Ingeniería de proyecto en plantas de proceso .(Race & Barrow).
- Norma ANSI B31.1 (Power Piping).
- Norma ANSI B31.3 (Petroleum Refinery Piping).
- Norma API 610 (Esfuerzos admisibles en conexiones de bombas)
- Norma API 617 (Esfuerzos admisibles en conexiones de compresores).
- Código ASME , Secc II, (Materiales) ; Secc VIII (Recipientes a presión)
- Norma EJMA (Juntas de expansión).
- Norma NEMA SM/21-22 (Esfuerzos admisibles en conexiones de turbinas).
- Normas ASTM (Especificación de materiales para cañerías).

7-Listado de Normas

1- ANSI - ASME

- B 16-5 Bridas para cañerías y accesorios bridados hasta $\varnothing 24$ "**
- B 16-9 Accesorios de acero , soldados a tope**
- B 16-10 Dimensiones cara a cara e/ bridas para válvulas bridadas y BW**
- B 16-11 Accesorios de acero para soldar SW**
- B 16-15 Accesorios roscados de latón y bronce-125#**
- B 16-17 Ídem anterior para 250#.**
- B 16-19 Accesorios roscados de hierro maleable 300#**
- B 16-20 Juntas**
- B 16-21 Juntas**
- B 16-24 Bridas de bronce o latón y accesorios bridados**
- B 16-25 Soldadura a tope (BW)**
- B 16-28 Codos radio corto**
- B 16-34 Series "ratings para válvulas"**
- B 16-47 Bridas de $\varnothing 26$ " a 36 "**
- B 18- Dimensiones de tornillos espárragos y tuercas**
- B 19- Normas de seguridad para elementos de aire comprimido**
- B 31-1 -Power piping**
- B 31.3- Cañerías en planta.**
- B 31.4- Cañerías para transporte de petróleo (oleoductos)**
- B 31.5- Cañerías para sistemas de refrigeración**
- B 31.8- Cañerías para transporte de gas (gasoductos)**
- B 31.10 -Cañerías para calderas**
- B 31.11 -Cañerías para minería**

7-Listado de Normas (cont)

- **2-NORMAS API** (Usualmente utilizado en pipelines)
 - a) **Materiales de cañerías**
 - Api 5L
 - Api 5LX
 - Api 5LS
 -
 - b) **Válvulas** -6A Roscas para válvulas, accesorios y bridas
 - 6B Bridas RJ
 - 6C Válvulas esclusas y tapón bridadas
 - 6D Válvulas de acero, esclusas , tapón, retención
 - 600 Válvulas bridadas y BW
 - 609 Válvulas mariposa
 - c) **Generalidades y diseño**
 - API std 2510,2252,2553

7-Listado de Normas (cont)

3) NORMAS MSS (Manufacturers standarization, society of valve, fitting, industry)

SP-25 Sistema estándar de marcación para válvulas, accesorios, bridas, y uniones

SP-44 Bridas de acero.

SP-45 Quality estándar para funciones, método visual.

SP-47 Medidas para juntas de bridas RJ (En bridas según ANSI 16.5)

SP-52 Válvulas de hierro fundido para cañerías.

SP-58 y 69 Soportes para cañerías.

SP- 67 Válvulas mariposa.

SP- 80 Válvulas globo y ángulo de bronce.

4) NORMAS BSI (British standard institution)

BS 1414- Válvulas esclusas bridadas y con extremos para soldar.

BS 1868 -Válvulas de retención.

BS 1873- Válvulas globo bridadas.

BS 1570- Llaves de paso bridadas y con extremos para soldar.

BS 4460- Válvulas esféricas bridadas.

7-Listado de Normas (cont)

- **OTRAS NORMAS**

- Como se dijo anteriormente existen otras normas para cañerías, en uso .

- **Normas Din**

Estas son las utilizadas en Europa y en el país por ejemplo: en las centrales nucleares de origen Alemán.

Los diámetros nominales se expresan en milímetros Dn 25,50,75,100,etc, y los exteriores en algunos casos coinciden con los de normas ANSI.

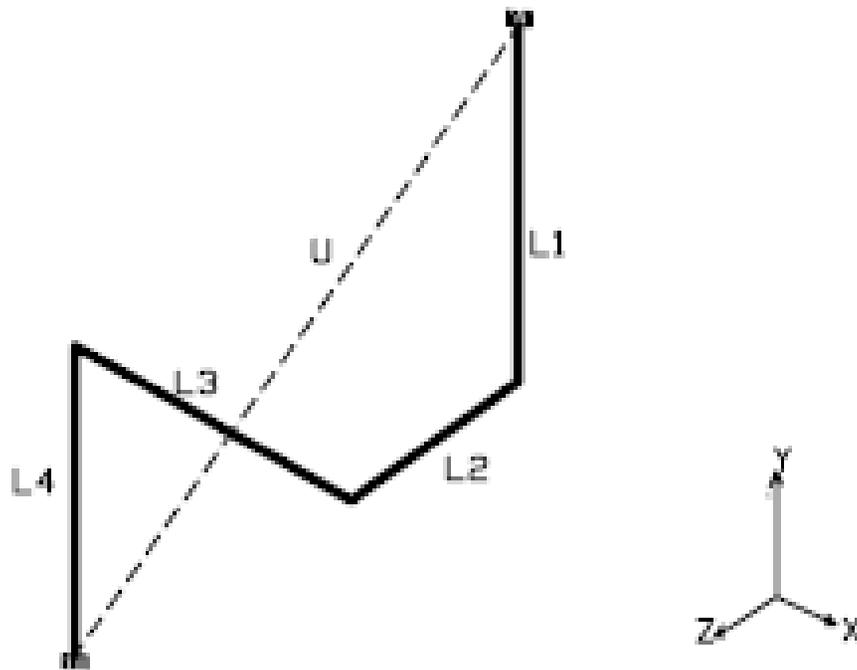
- **En particular para materiales, se debe tener en cuenta los materiales definidos por ASTM y ASME Sec II (Sa)**
- **Y así utilizar materiales certificados y de propiedades mecánicas conocidas.**

8-Evaluacion de elasticidad- ex ANSI B 31.3

- En capitulo 5 de ASME B 31,3 , Flexibility analysis, se encuentra la siguiente formula la cual es valida para diámetro uniforme y anclaje en ambos extremos. Sin soportes intermedios.
- Es conservativa , y permite evaluar configuraciones simples , definiendo que no es necesario un análisis formal de la elasticidad. Conceptualmente
- Donde:
- D- Diámetro exterior
- Ea- Modulo de elasticidad a 21 °C (70° F)
- Sa- Tensión de desplazamiento admisible “Stress range”
- L-Longitud total de la cañería
- U- distancia entre anclajes
- Y – desplazamiento total de la cañería por dilatación térmica, calculado con el coeficiente de expansión dado para el material.
- K= 208000 Sa/Ea (mm/m)² en sistema SI
- K= 30 Sa/Ea (inch/ft)² Sistema Ingles
- **K= 208,3 Sistema SI o K=0,03 Sistema Ingles**
- **Este procedimiento y otros grafico analíticos son lo que se denominan evaluación de elasticidad no detallada o aproximados.**

$$\frac{D Y}{(L - U)^2} \leq K = 208.3$$

8-Evaluacion de elasticidad- Ref: ex ANSI B 31.3 Flexibility Analysis)- formula conceptual.



$$\frac{D Y}{(L - U)^2} \leq K = 208.3$$

$$U = \sqrt{L3^2 + (L1 + L4)^2 + L2^2}$$

$$L = L1 + L2 + L3 + L4$$

where

- D = outside diameter of pipe, mm (in.)
- E_a = reference modulus of elasticity at 21°C (70°F), MPa (ksi)
- $K_1 = 208\,000 S_A/E_{a'} \text{ (mm/m)}^2$
 $= 30 S_A/E_{a'} \text{ (in./ft)}^2$
- L = developed length of piping between anchors, m (ft)
- S_A = allowable displacement stress range per Eq. (1a), MPa (ksi)
- U = anchor distance, straight line between anchors, m (ft)
- y = resultant of total displacement strains, mm (in.), to be absorbed by the piping system

9-Ubicación y selección de soportes

Existen muchos standards que se usan en el diseño de piping para tener las cañerías adecuadamente soportadas por peso propio y también sin flecha excesiva en las $\varnothing 2"$ y menores.

Peso propio:

Cañería + Aislación + Contenido

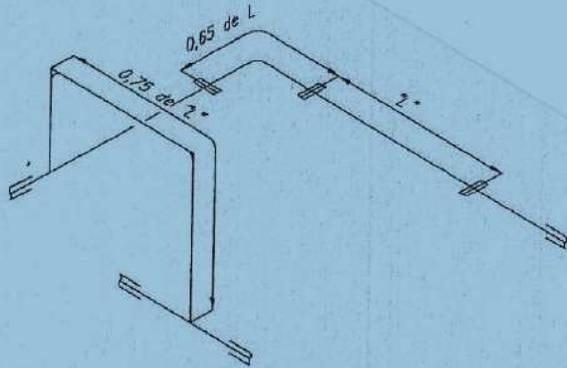
Nota: Los elementos, como válvulas, instrumentos, etc.

Se consideran según su peso o si hay soportes propios, en forma particular.

Esto se utiliza para lograr un recorrido de cañería posible

Usando los puntos de soportación

Disponibles.



DISTANCIA MAX. ENTRE SOPORTES ("L")

Ø NOMINAL	LIQUIDO	LIQ. + AISL.	GAS	GAS + AISL.
1/2"	2350	2050	2400	2300
3/4"	2500	2150	2600	2200
1"	3000	2700	3100	2750
1 1/2"	4000	3700	4200	3800
2"	4800	4350	5200	4550
2 1/2"	4850	4400	5250	4600
3"	5400	5100	5900	5400
4"	6600	6250	7300	6750
6"	7500	7200	8500	7900
8"	8400	8100	9850	9200
10"	9300	9000	11100	10400
12"	9900	9600	11950	11300
14"	10200	10250	12400	12050
16"	10500	10250	12900	12800
18"	11250	11000	14500	13650
20"	11500	11250	14600	13900
24"	12300	12100	16100	15350

10-Concepto de suportación – Tipos de soportes

- **TIPOS DE SOPORTES**

Se pueden agrupar en distintos tipos de acuerdo a:

Forma constructiva
Función
Aplicación
Elásticos - Rígidos
Standards -Especiales.

- Los soportes se pueden agrupar en distintos tipos de acuerdo a su forma constructiva, su función, aplicación, etc.
- La practica mas usual es agrupar lo anterior en un catalogo de soportes standards para cubrir la mayor cantidad de aplicaciones posibles y con simbología adecuada poder indicar la posición y tipo de soporte utilizado en todos los planos, e isométricos, pudiendo así construir los soportes y ubicar estos en planta.
- La utilización del catalogo, permite también la preselección de soportes durante la realización de los cálculos de stress analysis, y la utilización de estos cálculos para el diseño final.
- Luego de lo anterior, quedaran fuera de esto los llamados “soportes especiales” Los que por su función, magnitud y tipo de cargas, ubicación , etc. No pueden ser cubiertos por los de catalogo

9-Concepto de soportacion – Tipos de soportes

A) Clasificación por función

La selección por función es la primera en ser definida, por ser la indica la restricción de movimientos que impone el soporte a la cañería.

Son:

A1) Soportes Rígidos

A 1.1)-Anclaje , restringe seis grados de libertad, 3 momentos, y tres translaciones

D_x , D_y , D_z M_x , M_y, M_z

A 1.2)-Triple restricción, restringe 3 translaciones

D_x , D_y , D_z

A1.3)-Apoyos (para los patines o apoyos de cañerías) , se restringe la dirección vertical, solo hacia abajo. En patines A veces se los combina con guías

A 1.4)-Guías, restringe las translaciones en sentido lateral de la cañería, dejando Libre la dirección axial. Pueden ser simples o dobles. Tomando uno o dos ejes perpendiculares a la cañería

A 1.5)- Restricciones axiales – solo impide el movimiento en el eje de la cañería

10-Concepto de soportacion – Tipos de soportes

A2) Soportes Elásticos

Estos pueden ser variables o constantes ,

A 1) Variables

Están contruidos con un resorte que es accionado directamente, con lo cual la carga varia con la posición del soporte. Se usan para movimientos Pequeños

A 2) Constantes

Tienen un resorte como los anteriores, pero con un mecanismo que pivota sobre un eje, de tal forma que el movimiento de la cañería no produce variación de la carga.

Se usan para soportar cañerías con movimientos grandes , en particular , próximo a conexiones de equipos.

Para los soportes elásticos, no se utiliza el catalogo general de soportes, ya que los catálogos de fabricantes contienen toda la información necesaria para su selección y codificación propia para identificarlos

9-Concepto de soportacion – Tipos de soportes

B) Clasificación por forma constructiva

Las formas constructivas , mas comunes, se pueden clasificar así:

- Puntos fijos (para cañerías sobre pipe racks o sobre piso)
- Soportes tipo ménsula (Para fijar a columnas, para fijar a estructuras metálicas, para fijar con brocas, etc.)
- Soportes de columna (para fijar a piso o a estructura)
- Soportes “sleepers” de H°A°, para sendas de cañerías
- Soportes colgantes (de techo o estructura metálica)
- Soportes para instalar sobre recipientes
- Soportes regulables para bombas
- Estos serian los principales títulos del índice de un catalogo de soportes standard

Y se complementa con pequeños accesorios como ser patines, abrazaderas, insertos metálicos embebidos en H°A°, placas de fijación , etc.

10-Concepto de suportación – Tipos de soportes

C) Clasificación por aplicación

Los anteriores se subdividen según la aplicación en:

C1) Para cañerías de Acero al carbono o Acero inoxidable

C2) Para cañerías de aisladas y no aisladas.

D) Soportes especiales

Como se comento al principio , hay soportes que por su aplicación , tipo, cargas, dimensiones de cañerías , no se encuentran en el catalogo general y serán diseñados y calculados en forma particular , tendrán sus croquis , cálculos estructurales, y codificación propia.

Por ejemplo se puede dar , soportes antilatigo, puntos fijos especiales, **etc.**

E) Soportes elasticos

Constantes y variables , elasticos especiales como ser “snubers” (amortiguadores)

10-Ubicación y selección de soportes

- **F) Soportes en Bombas**
- En la succión de la bomba , se debe colocar siempre un soporte rígido regulable, (a distancia mínima).
- En la descarga es conveniente guiar la cañería para facilitar la operación de válvulas y Soportar el tramo vertical sobre la bomba de tal manera de minimizar las cargas por peso sobre esta.
- El caso de soportar las cañerías de succión y descarga de bombas es de especial Importancia por haber esfuerzos máximos individuales y combinados, establecidos por los fabricantes o por la norma API 610
- En la inspección se presta especial interés a el posible estado de tensiones en la cañería y a la alineación de la bomba la cual puede ser afectada por los esfuerzos trasmitidos por las cañerías.
- Por lo anterior en algunos casos hace necesario el uso de soportes elásticos.

Recomendaciones generales

- En lo posible ,se evitara la superposición de soportes con soldaduras de las cañerías , para facilitar la inspección.
- Se tendrá en cuenta la influencia del rozamiento en los soportes deslizantes .

10-Ubicación y selección de soportes –Sop. Elásticos

Tipos de Soportes elásticos

- **Deben estar los soportes elásticos y los colgantes en en lugares accesibles para su regulación lectura de escala**

1- Soportes elásticos variables

El resorte acciona directamente , sobre la barra que sostiene o donde se apoya la cañería, puede trabajar a la compresión o tracción.

Cuando las cañerías sufren desplazamientos , dentro de los límites de variabilidad de carga debida a la contaste elástica del resorte .

Estos se instalan trabados en su carga en frío, luego de las pruebas hidráulicas, se sacan las trabas y al moverse la cañería en operación llegara a la posición indicada en caliente.

2- Soportes elásticos constantes

Estos soportes se instalan cuando es necesario sostener la cañería con la carga calculada y se deban absorber movimientos de la cañería que superan el rango cubierto por los elásticos variables.

La carga a lo largo de la carrera del soporte, varia menos del 5% y el resorte no acciona directamente sobre la barra de soporte de la cañería.

Igualmente a los variables se instalan trabados .

3- Soportes amortiguadores “ Snubbers”

Se utilizan para absorber cargas dinámicas, limitando el movimiento de la cañería en este caso, permitiendo el movimiento en el caso térmico de estas.

10-Ubicación y selección de soportes

ITECO SRL
ITESOP®

INICIO

PRODUCTOS:

- ABRAZADERAS
- AMORTIGUADORES
- ACCESORIOS
- PATINES
- PEDESTALES
- PUNTALES
- RODILLOS

SOPORTES ELÁSTICOS:

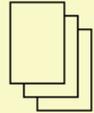
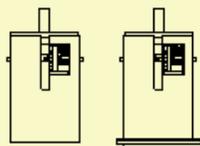
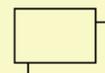
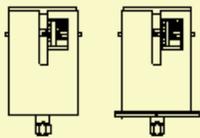
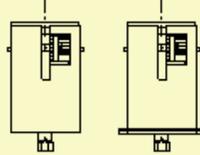
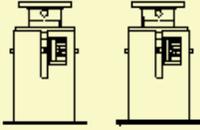
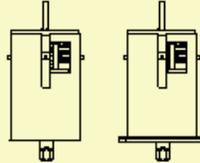
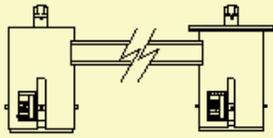
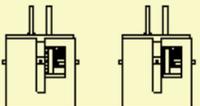
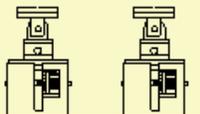
- CONSTANTES
- VARIABLES

SOPORTES ESPECIALES

CONTACTENOS

CATÁLOGOS

SOPORTES ELÁSTICOS VARIABLES

	<p>INTRODUCCIÓN. APLICACIONES TÍPICAS</p>		<p>DIMENSIONES TIPO D TAMAÑO 1 A 18 TAMAÑO 19 A 22</p>
	<p>TABLAS DE SELECCIÓN EN kgf-mm lb-pie</p>		<p>DIMENSIONES TIPO E TAMAÑO 1 A 18 TAMAÑO 19 A 22</p>
	<p>DIMENSIONES TIPO A TAMAÑO 1 A 18 TAMAÑO 19 A 22</p>		<p>DIMENSIONES TIPO F</p>
	<p>DIMENSIONES TIPO B TAMAÑO 1 A 18 TAMAÑO 19 A 22</p>		<p>DIMENSIONES TIPO G</p>
	<p>DIMENSIONES TIPO C TAMAÑO 1 A 18</p>		<p>DIMENSIONES TIPO H</p>

SOPORTES PARA TUBERÍAS

10-Ubicación y selección de soportes

INICIO

PRODUCTOS:

- ABRAZADERAS
- AMORTIGUADORES
- ACCESORIOS
- PATINES
- PEDESTALES
- PUNTALES
- RODILLOS

SOPORTES ELÁSTICOS:

- CONSTANTES**
- VARIABLES

SOPORTES ESPECIALES

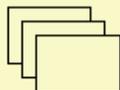
CONTÁCTENOS

CATÁLOGOS

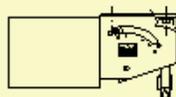
SOPORTES ELÁSTICOS CONSTANTES



INTRODUCCIÓN



TABLAS DE SELECCIÓN
TAMAÑOS 1 A 34
TAMAÑOS 35 A 49
TAMAÑOS 50 A 63



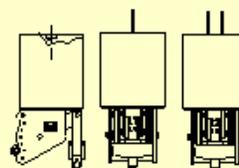
DIMENSIONES TIPO A HORIZONTALES



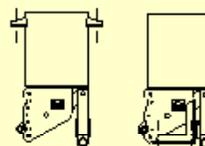
DIMENSIONES TIPO B y C HORIZONTALES



DIMENSIONES TIPO D y E HORIZONTALES



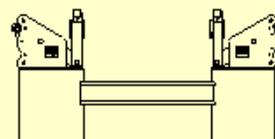
DIMENSIONES TIPO A, B y C VERTICALES



DIMENSIONES TIPO D y E VERTICALES



DIMENSIONES TIPO F VERTICALES



DIMENSIONES TIPO G VERTICALES

SOPORTES PARA TUBERÍAS



11-Juntas de expansion

EXPANSION JOINT SPECIFICATION SHEET

Company:		Date:	
Project:		Sheet of	
		Inquiry No.	
		Job No.	

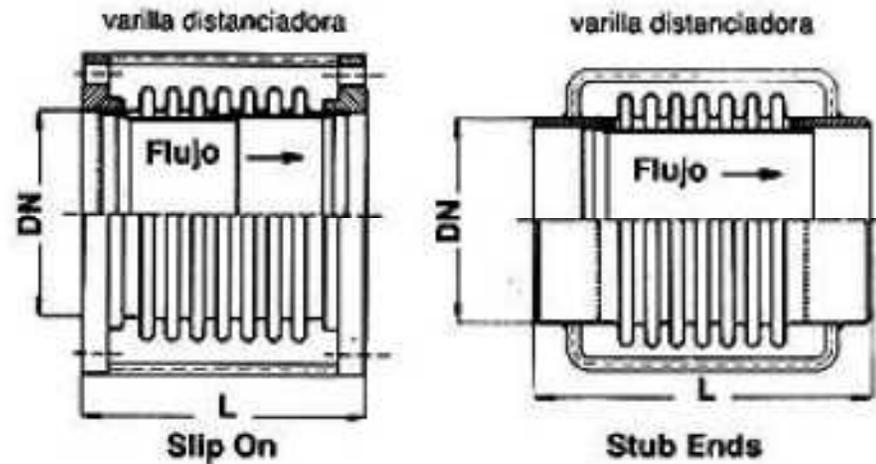


Item No./EJ Tag No.				
1	Quantity			
2	Nominal Size/I.D./O.D. (in.)			
3	Expansion Joint Type			
4a	Fluid Information	Medium Gas/Liquid		
4b		Velocity (ft./Sec.)		
4c		Flow Direction		
5	Design Pressure, psig			
6	Test Pressure, psig			
7a	Temperature	Design (°F)		
7b		Max./Min. (°F)		
7c		Installation (°F)		
8a	Maximum Installation Movement	Axial Compression (in.)		
8b		Axial Extension (in.)		
8c		Lateral (in.)		
8d		Angular (deg.)		
9a	Maximum Design Movements	Axial Compression (in.)		
9b		Axial Extension (in.)		
9c		Lateral (in.)		
9d		Angular (deg.)		
9e		No. of Cycles		
10a	Operating Fluctuations	Axial Compression (in.)		
10b		Axial Extension (in.)		
10c		Lateral (in.)		
10d		Angular (deg.)		
10e		No. of Cycles		
11a	Materials of Construction	Bellows		
11b		Liners		
11c		Cover		
11d		Pipe Specifications		
11e		Flange Specification		
12	Rods (Tie/Limit/Control)			
13	Pantographic Linkage			
14	Anchor Base (Main/Intermediate)			
15a	Dimensional Limitations	Overall Length (in.)		
15b		Outside Diameter (in.)		
15c		Inside Diameter (in.)		
16a	Spring Rate Limitations	Axial (lbs./in.)		
16b		Lateral (lbs./in.)		
16c		Angular (lbs./in./deg.)		
17	Installation Position Horiz./Vert.			
18a	Quality Assurance Requirements	Bellows Long Seam		
18b		Weld NDE Attach.		
18c		Pipe NDE		
18d		Design Code Recrd.		
18e		Partial Data Recrd.		
18f				
18g				
18h				
19	Vibration Amplitude/Frequency			
20	Purge Instrumentation Connection			
21a	Special Flange Design	Facing		
21b		O.D. (in.)		
21c		I.D. (in.)		
21d		Thickness (in.)		
21e		B.C. Diameter (in.)		
21f		No. Holes		
21g		Size Holes		
21h		Hole Orientation		
21i				
21j				

91

11-Juntas de expansion

JUNTAS DE EXPANSION AXIALES TIPO JE



MATERIALES COMPONENTES

Fuelle: Acero Inoxidable austenítico AISI 304/321 *

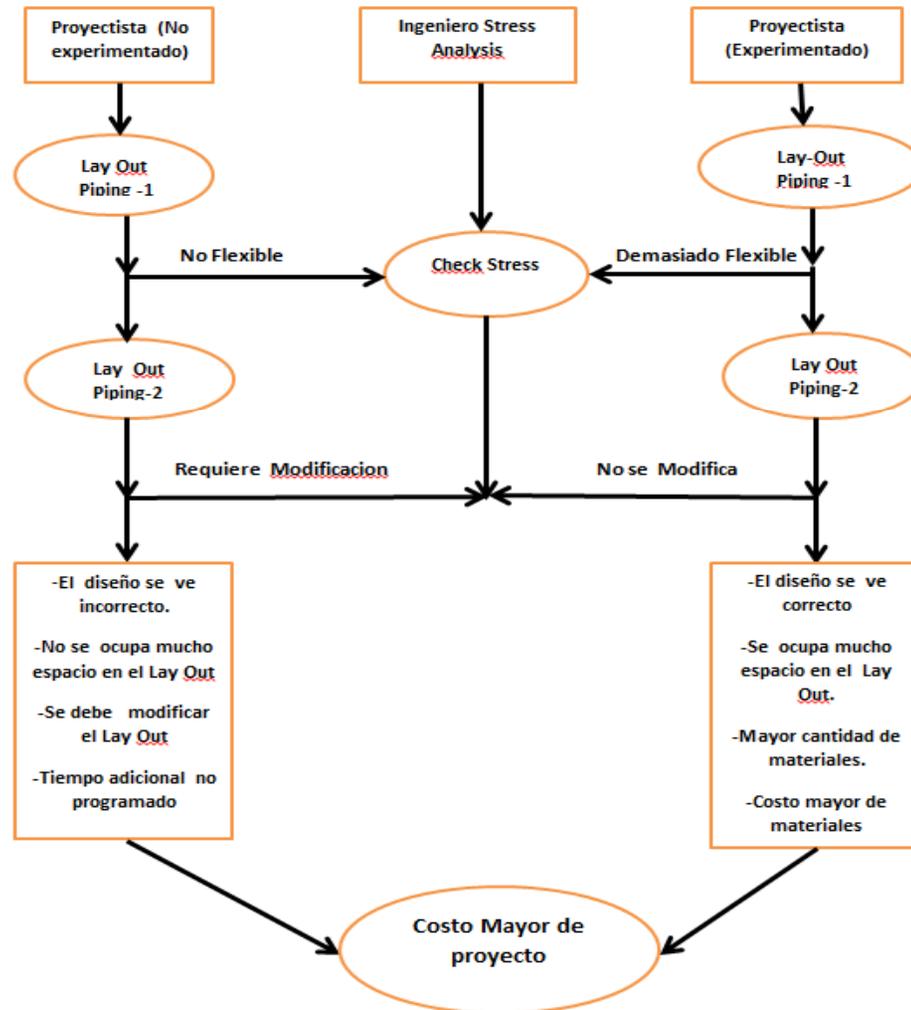
Caño Guía : Acero inoxidable austenítico SERIE 300

12-Casos de estudio detallado o aproximado (Cont)

- Al comenzar un proyecto o estimar las tareas de ingeniería a realizar, se debe anticipar en todo lo posible los casos bajo estudio. Hacer un listado lo mas realista posible.
- Para trabajar conjuntamente con el diseño de cañerías, a fin de que cuando se realicen los cálculos finales no se requieran cambios importantes en recorrido y suportación de cañerías.
- Se deberá respetar durante el diseño los recorridos estudiados y de ser necesario modificaciones, estas deben ser analizadas entre el Calculista y el Projectista.
- Lo anterior no exime la aplicación de experiencia del proyectista en elasticidad de cañerías para definir su recorrido , cuando lo considere oportuno.
- Normalmente un proyectista experto diseñara cañerías de flexibilidad excesiva (por ejemplo con loops no necesarios). Usando criterios aproximados grafico analiticos como los tratados anteriormente.
- Uno sin experiencia al contrario, hará recorridos con faltas de flexibilidad los cuales deberán ser modificados. (Por lo tanto demoras en el diseño y posiblemente calculos fuera de lo planificado)

12-Casos de estudio detallado o aproximado (Ref:Pen engineering)

Chequeo de Stress analysis- del proyecto



12-Casos de estudio detallado o aproximado (cont)

- Ambos casos son antieconómicos, y en todo lo posible se puede corregir. En la etapa inicial de acompañamiento de diseño con los cálculos preliminares, asegurar el diseño y no sea necesario modificaciones importantes al realizar las memorias de cálculo finales.
- También se deberá dejar un margen, de líneas a analizar cuando el diseño de cañerías lo solicite. 1 y 2 siguiente.
- 1-Preparar y usar una planilla orientativa como la siguiente, como standard de piping:

Tipo de cañería	Diámetro Nom.	Temperatura diferencial máxima
Cañerías en general	$\geq 4''$	$\geq 400\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($205\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	$\geq 8''$	$\geq 300\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	$\geq 12''$	$\geq 200\text{ }^{\circ}\text{F}$ (100°C)
	$\geq 20''$	Todas
Para equipos rotantes	$\geq 3''$	Todas
Para aero-enfriadores	$\geq 4''$	Todas
Para tanques	$\geq 12''$	Todas

12-Casos de estudio detallado o aproximado (cont)

- 2-Clasificar usando los siguientes documentos los casos bajo análisis detallado o aproximado. Documentos de apoyo siguientes.
- Diagramas P & I. – (Analizar diámetros , clases de materiales, equipos involucrados, etc).
- Listado de líneas –(Analizar Temperaturas, presiones, etc).
- Clases de materiales de cañerías (Materiales , espesores , series , recubrimientos, etc).
- Especificaciones particulares del proyecto o del lugar
(Ya sea para líneas especialmente solicitadas de análisis detallado o estados de carga particulares a tener en cuenta).
- Hojas de datos de equipos e información de fabricantes , para identificar los especialmente delicados con cargas sobre conexiones Admisibles bajas.
- Descripción básica del proceso de estar disponible , para evaluar estados de carga , operación normal , anormal , emergencias , ocasionales . Etc.

12-Casos de estudio detallado o aproximado

- Verificar, con procesos para encuadrar dentro de los niveles de operación anteriores si existen en la cañería bajo estudio, alguna condición especial como ser:
- Paradas de emergencia , operación de arranque , limpieza con vapor , traceado con línea vacía , de coquizado , regeneración , operación alternativa , etc.

- **Objetivos:**

- Avanzar con los estudios en paralelo al diseño , para una vez concluido este realizar las memorias de calculo finales .
- Cumplir con los calculos comprometidos a entregar con el proyecto y garantizar su seguridad.

13- Cálculo de espesor por presión interna tensiones principales

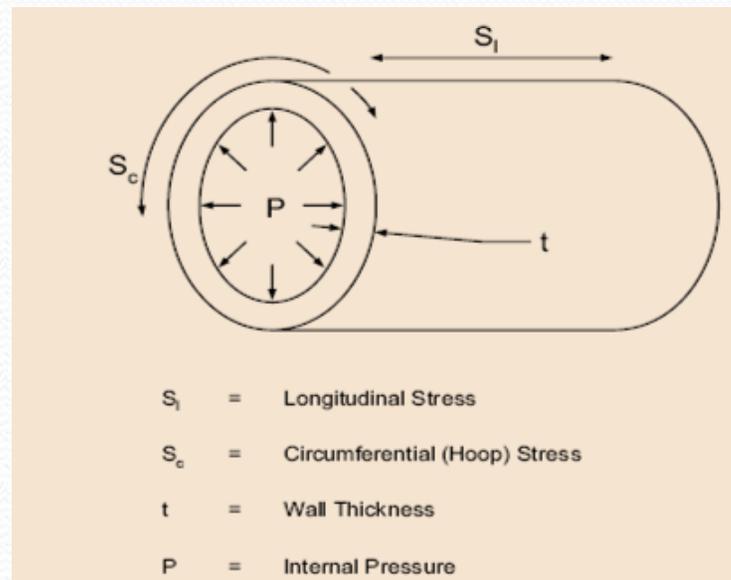
- Presión interna ASME B 31.3

$$t = \frac{P D_o}{2(S E + P y)}$$

- Presión Interna ASME B 31.4 y B 31.8

$$t = \frac{P D_o}{2 S}$$

- Tensiones Producidas por presión interna



13-Calculo de espesor por presion interna tensiones principales

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)}$$

P = Design pressure, psig

D = Pipe outside diameter, in.

S = Allowable stress in tension, psi

E = Longitudinal-joint quality factor

Y = Wall thickness correction factor

$$t_m = t + CA$$

$$t_{nom} = \frac{t_m}{0.875}$$

- Finalmente se selecciona un espesor mayor , según SCH o disponible comercialmente. Por lo tanto, el espesor resistente para presión, será uno y quedara un remanente que se podrá utilizar como veremos mas adelante.
- **Nota: Factor W** . A partir de la edición 2006 de la norma se adiciona al termino SE este factor relacionado al efecto crep , y las tensiones longitudinales en la soldadura, que debajo de 510 °C, es 1, Este se tiene en cuenta para la s uniones soldadas solamente y cargas sostenidas. Es independiente del material en caso de n o tener ensayos de efecto creep realizados

14- Estados de Carga , limites admisibles (Definiciones)

- En este capitulo se trataran estos conceptos para aclarar su uso en las normas, ANSI/ASME , en especial, esquematizando su clasificación.
 - Por otro lado, es importante tener esto claro, ya que todos los programas de calculo, si bien pueden tener predefinido algunos estados de carga y combinaciones correspondientes, es el calculista quien debe definir esto
 - En primer lugar. se debe discriminar las cargas tenidas en cuenta en los estudios **ESTATICOS** y en los **DINAMICOS** .
 - (A nivel de este curso , nos ocupados de los llamados estaticos)

 - **1-ESTUDIOS ESTATICOS- TIPOS DE CARGA**
 - **Los tipos de carga fundamentales son**
 - **1-1-CARGAS SOSTENIDAS**
 - **1-2-CARGAS OCASIONALES**
 - **1-3-CARGAS DE EXPANSION / CONTRACCION Y DESPLAZAMIENTOS**
- A cada uno de estos le corresponde un limite de tensión admisible, que se detallara al tratar las ecuaciones que llamaremos 8,9,10 y 11.(ASME)

14- Estados de Carga , limites admisibles (Definiciones)

- **1-1 Cargas sostenidas**
- **Generan tensiones llamadas primarias**
- Estas tensiones, no se alivian con el tiempo, no se supera el limite de tensión admisible del código y se cumplen las leyes de equilibrio entre fuerzas y momentos externas e internas, en la estructura.
- Las cargas sostenidas usualmente tenidas en cuenta son
 - **1- Peso propio**
 - **2-Cargas vivas**, que incluyen el peso del fluido dentro de la cañería
 - **3-Cargas muertas**, que son el peso de los componentes de la cañería, mas aislamiento y toda carga permanente sobre la cañería)
 - **4- Presión interna** (operación, diseño, test, la que corresponda al caso)

14- Estados de Carga , limites admisibles (Definiciones)

- **1-2-Cargas ocasionales**

- Como su nombre lo indica estas actúan durante un tiempo limitado y no lo hacen en forma simultanea.
- Puede haber casos en que se establece algún factor de simultaneidad, por especificaciones de calculo en algunas empresas
- El limite de tensión admisible , es un factor por el de las tensiones primarias. Las mas usuales son.

- **1.2.1- Viento**

- **1.2.2- Sismo** (cuando este se estudia simplificado en forma de carga distribuida, también llamado cuasi estático)

- **1.2.3- Fuerzas de reacción** (en general para válvulas de seguridad)

- **1.2.4- Impacto**, (por fenómenos internos del fluido ,como el golpe de ariete)

14- Estados de Carga , limites admisibles (Definiciones)

● 1-3-Cargas termicas y de expansion.

- Estas son variables en el tiempo, y también se las llama cargas secundarias.
- Otra característica, particular es que al provocar tensiones mayores a la fluencia localizadas en zonas de concentración de tensiones, se produce un "autoalivio" de esfuerzos. A medida que transcurren los ciclos térmicos.

Por lo anterior, la tensión límite S_A , tiene una forma particular empírica, que para tener en cuenta la variación de las tensiones durante los ciclos térmicos que se presentan en la operación de la cañería.

$$S_A = f (1,25 S_c + 0,25 S_h)$$

Donde:

f - Cantidad de ciclos térmicos (para 7000 y menos =1)

S_c - Tension admisible en frio

S_h - Tension admisible en caliente

14- Estados de Carga , limites admisibles (Formulas)

- ECUACIONES -LIMITES DE TENSIONES - Estados de Carga , limites admisibles
- (ANSI/ASME)

Estas ecuaciones son relacionadas a las categorías , descritas y usadas por los programas de calculo, además de dar el valor de tensión dan el % de la admisible utilizado.

También es útil el uso de los sumarios de tensiones con los 10 nodos con la mayor tensión.

- Tension de Flexion / Torsion y Modulo resistente Z
D- Diametro exterior d-diametro interior

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i \cdot M_i)^2 + (I_o \cdot M_o)^2}}{Z} \quad S_t = \frac{Mt}{2Z} \quad Z = \frac{\pi}{32} \frac{(D^4 + d^4)}{D}$$

14- Estados de Carga , limites admisibles (Factor concentración)

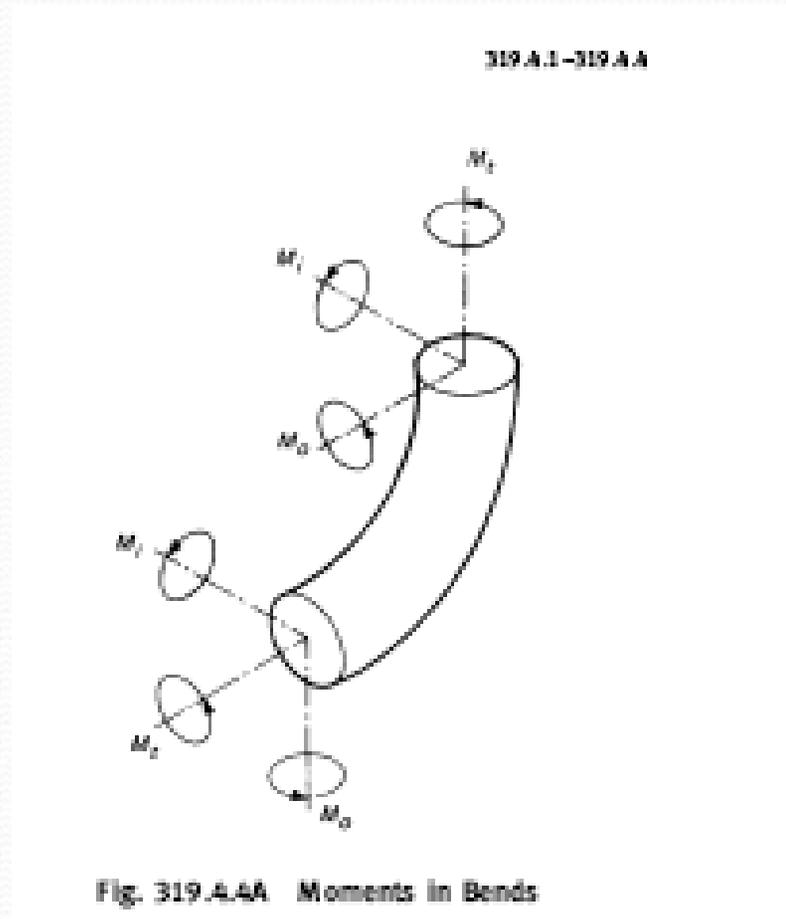
ASME B31.3-2004

APPENDIX D FLEXIBILITY AND STRESS INTENSIFICATION FACTORS

Table D3.00¹ Flexibility Factor, k , and Stress Intensification Factor, I

Description	Flexibility Factor, k	Stress Intensification Factor (Notes (2), (3))		Flexibility Characteristic, K	Sketch
		Out-of-Plane, I_o	In-Plane, I_i		
Welding elbow or pipe bend [Notes (2), (4)-(7)]	$\frac{1.65}{k}$	$\frac{0.75}{R_1^2}$	$\frac{0.9}{R_1^2}$	$\frac{T R_1}{r_2^2}$	
Closely spaced miter bend $s < r_2 (1 + \sin \theta)$ [Notes (2), (4), (5), (7)]	$\frac{1.52}{k \sin \theta}$	$\frac{0.9}{R_1^2}$	$\frac{0.9}{R_1^2}$	$\frac{\cos \theta}{2} \left(\frac{5T}{R_1^2} \right)$	

14- Estados de Carga , limites admisibles (concentracion tensiones)



14- Estados de Carga , limites admisibles

Ecuación 1- Limite de tensiones p/cargas sostenidas (SUS)-P/ej. Ansi B31.1/31.3

Seg . B 31.1

$$Sl = \frac{P D_o}{4 t_n} + \frac{0.75 i MA}{Z} < Sh$$

$$Sl = \frac{P D_o}{4 t_n} \quad (\text{debido a presion})$$

Seg . B 31.3

$$Sl = \frac{P D_o}{4 t_n} + \frac{F_{ax}}{A} + Sb < Sh$$

$$Sb = \frac{\sqrt{(I_i.M_i)^2 + (I_o.M_o)^2}}{Z}$$

Sl = Tension longitudinal (Debido a bending + presion)

- Fax = Fuerza Axial
- A = Area de metal
- Donde: P= presión de diseño
- Do=diámetro exterior
- tn =espesor nominal
- MA=momento flexor debido a las cargas sostenidas
- 0.75 i=factor de intensificación de tensiones (esto no debe ser nunca menor a 1)
- Z=modulo resistente de la cañería
- Sh= Tensión , admisible del material , relacionada a temperatura de operacion

14- Estados de Carga , limites admisibles

- **Ecuación 2**

Limite para cargas sostenidas mas las ocasionales (Sus + Occ)

$$Sl = \frac{P Do}{4 tn} + \frac{0.75 i MA}{Z} + \frac{0.75 i MB}{Z} < k Sh \quad B 31.1$$

- $Sl = \frac{P Do}{4 tn} + \frac{Fax}{A} + \frac{0.75 i MA}{Z} + \frac{0.75 i MB}{Z} < k Sh \quad B 31.3$

- Donde MB=Momento flexor debido a cargas ocasionales
- El factor que afecta a Sh, según carga ocasional y codigo de calculo
- En Ansi para sismo y viento se usa 1.33

14- Estados de Carga , limites admisibles

- **Ecuación 3**
- **Limite referido a la expansión térmica y desplazamientos**

$$SE = i \frac{Mc}{Z} \leq SA$$

B 31.1

$$SE = \sqrt{(Sb)^2 + 4(St)^2} \leq SA$$

B 31.3

Donde: Mc= momento flexor debido a la expansión y desplazamientos
SA= Rango de tensiones definido para expansión térmica

- $SA = f(1.25 Sc + 0.25 Sh)$ o ** $SA = f[1.25 (Sc + Sh) - Sl]$

** Sl = Tension longitudinal debida a las cargas sostenidas , cuando es conocida.
siempre y cuando Sh>Sl. Agregando Sh-Sl, al termino 0.25 Sh. Cuando SE=SA

Donde:

- Sc, es tensión admisible en frío
- Sh tensión admisible a temperatura de operación y f= factor de reducción por cantidad de ciclos térmicos (igual a 1 , Para 7000 ciclos o menos)
- Un caso particular para esta ecuacion , es en movimientos impuestos que suceden en una sola oportunidad, como es el caso del asentamiento , el limite ese caso es = 3 Sc

14- Estados de Carga , limites admisibles (Dinamicos)

- 2-ESTUDIOS DINAMICOS TIPOS DE CARGAS

- Estas cargas son de por si cargas ocasionales y tienen un tratamiento particular para cada una de ellas y para la exactitud necesaria para el calculo.

Hay también casos de simplificación , modelando como casos estáticos en forma conservativa (Colocando fuerzas concentradas o distribuidas), por ejemplo una fuerza concentrada en la descarga de una válvula de seguridad, o una carga uniformemente distribuida en las dos direcciones horizontales para el caso de sismo cuasiestatico.

Básicamente son:

- Fuerzas de impacto, causadas por el fluido, p ej. golpe de ariete , flashing

- Viento ,

Las cargas de viento pueden ser tenidas en cuenta de diversas formas, lo indicado es el método de análisis de ANSI A58.1.

Se toma en cuenta solamente en las cañerías que se encuentran expuestas al viento , especialmente en alturas superiores a 10 metros ,por ser las presiones de viento que son función de la altura.

- Sismo.,

Como se menciona mas arriba el caso cuasiestatico, es la forma mas simple, existiendo formas mucho mas exactas con espectros de aceleraciones, y sismos base de diseño, posibles de realizar con los programas actuales

14- Estados de Carga , limites admisibles (Dinamicos)

- Los mas comunes son:
- **Modal** (Modos naturales de vibración, validando el sistema por tener frecuencias naturales muy diferentes a las frecuencias inducidas por las cargas dinámicas)
- **Harmónica** (para cargas cíclicas)
- **Responce spectrum** (Uso general, descarga de válvulas, golpe de ariete)
- **Time history** (Solución matemática exacta, solo usado para lograr la mayor precisión)

15- Cargas sobre equipos

- Existen las siguientes normas para su verificación
- Los cuales están incluidas en software de calculo , entre ellas las mas importantes
- WRC 107 Tensiones localizadas conexiones de recipientes
- WRC 297 Tensiones Localizadas en conexiones , flexibilidad de estas.
- NEMA SM 23 Turbinas de vapor/
- API 610 Bombas centrifugas
- API 617 Compresores centrífugos
- API 650 Tanques de almacenaje
- API 661 Aeroenfriadores.
- De todas formas en especial para equipos rotativos, se deben tener en cuenta las indicadas por el fabricante, en los planos o documentación del equipo.

15- Cargas sobre equipos

- No olvidar que:
- Puede haber problemas con la garantía del fabricante sobre los equipos.
- Problemas de mantenimiento a posteriori
- Las cargas sobre las conexiones , siempre existirán , sean por peso, térmicas , etc./ Estas pueden causar Desalineación de los ejes , en equipos rotativos y por ende , posibles interferencias entre sus partes móviles, por deformación de su carcasa
- Deformaciones, en conexiones de recipientes e intercambiadores.
- Lo anterior sucede a pesar de tener un diseño de cañería muy elástico, esto no es garantía de lograr esfuerzos bajos.
- Es necesario un estudio detallado de la suportación , próxima al equipo , considerando los Gaps en soportes, elasticidad de estos , etc.

15- Cargas sobre equipos

El estudio detallado de la suportación debe ser realista, y no solo limitarse a lograr resultados numéricos. Los cuales en estos casos son muy sensibles a cualquier cambio

Puede haber diferencias por:

- 1-Factores de fricción no considerados
- 2-Gaps que no sean los reales
- 3-Elasticidad de estructuras de soportes no contempladas
- 4-Soportes montados sin tomar carga adecuadamente , (Se debe aplicar en algunos casos del tipo regulable).
- 5-Soportes elásticos no liberados en la puesta en marcha.
- 6-Inadecuada aplicación de juntas de expansión (P/ej falta de tie rods)

16-Recomendaciones para modelado

- **1-Realización del modelo**

- Dentro de las limitaciones practicas que puede presentar un programa y el grado de exactitud que se requiere para el calculo, existen una serie de conceptos generales para la realización del modelo de calculo, el cual debe corresponder a la cañería real y las restricciones que impone su suportación.
 - Se debe tener en cuenta, que en casos importantes se llega a realizar un chequeo de la cañería una vez montada , para validar el calculo.
 - 1-Generalidades
 - Se recomienda usar una terna de ejes : + **X** ; coincidente con **N** de isométricos
+ **Y** ; arriba.
+ **Z** ; al Este.
- En primer lugar se deben observar atentamente las advertencias warnings que da el chequeo propio del programa
- Para cálculos dinámicos o en zonas donde se concentren tensiones , se dispondrá un espaciado entre nodos adecuado, esto se puede hacer una vez armado el modelo con facilidad insertando nodos intermedios.
- Se utilizaran tanto la salida gráfica del programa, como sus planillas de elementos, coordenadas de nodos, etc., para chequeo de dimensiones.

16-Recomendaciones para modelado (cont.)

- **2-Piezas/Valvulas**

- Las válvulas se modelaran como elemento rígido, de un peso concentrado. en los nodos extremos .
- En caso de válvulas especiales (p ej: moto-operadas, de diámetro importante), es conveniente, utilizar el espesor real de esta, y su peso concentrado en su centro de gravedad.
- Se recomienda estudiar como el programa a usar tiene en cuenta el caso (por ejemplo el programa Caesar II tiene en librería gran cantidad de válvulas standard)

- **3-Derivaciones y bridas**

- Cada pieza en T se modela de manera especial y se debe ser cuidadoso en el factor de intensificación asumido con el programa. Siempre existe la posibilidad de calcularlo e ingresarlo
- Donde existe un par de bridas siempre se colocara un nodo, y no se debe dejar de tener en cuenta el peso de estas (en especial si se trata de bridas WN).
- En general los programas tienen una biblioteca de standards para ingresar en el modelo

16-Recomendaciones para modelado (cont)

- 4-Materiales, presiones **temperaturas**
- Se modelara cada tramo con el material, temperatura, y presión, correspondiente, identificando los nodos donde alguno de estos parámetros cambia.
- **5-Rigideces- Restricciones**
- (De los “resortes” que soportan la cañerías, tres p/ translación y tres p/rotaciones) La mayores a $1.E15$), dado que los soportes de cañerías si bien son llamados “rígidos”, tienen cierta elasticidad.
Un resorte de rigidez nula será $1.0 E-09$
- Los programas de calculo tienen sus valores de constantes elásticas, para translaciones y rotaciones, definidas por default, y se puede controlar estas , en especial si se analizan soportes con cargas muy elevadas.
- También existen programas con la capacidad de modelar la estructura del soporte, junto con la cañería (Por Ej. Caesar II), muy útil para soportes especiales , en cañerías de gran diámetro, seguramente con cargas importantes.
- En las conexiones a recipientes o equipos mecánicos, el problema es mas importante, por lo que los programas de calculo presentan la posibilidad de modelar los “nozzles”, con sus espesores reales. Aquí se debe analizar con mas detalle la modelacion, si esta se hace como anclaje, como nozzle, etc , en especial si se encuentra ante el caso de cargas superiores a las admisibles.

16-Recomendaciones para modelado (cont)

- **6-Fuerzas externas**

Se debe tener en cuenta el peso de la aislación, fluido interno, o de cualquier otro elemento soportado por la cañería.

Otro elemento importante es tener en cuenta las fuerzas de rozamiento en los soportes, tomando un coeficiente $\nu=0.3$, para los patines con contacto acero-acero, o coeficiente $\nu=0.1$ para teflón-acero.

- **7-Desacople**

- La modelación debe ser lo mas exacta posible, en todas las condiciones de borde , y una de las mas importantes es la de los limites del modelo con otro, los cuales pueden ser:

- Punto fijo total ($\Delta x=\Delta y=\Delta z=0$; $R_x=R_y=R_z=0$)

- Derivaciones con : $J_2 / J_1 < 0.01$ $D_2 / D_1 < 0.30$ (D_1 y J_1 , caño ppal.)

- También se puede desacoplar en

- Punto fijo parcial ($\Delta x=\Delta y=\Delta z=0$) en cañerías de baja temperatura. Bajo 100°C

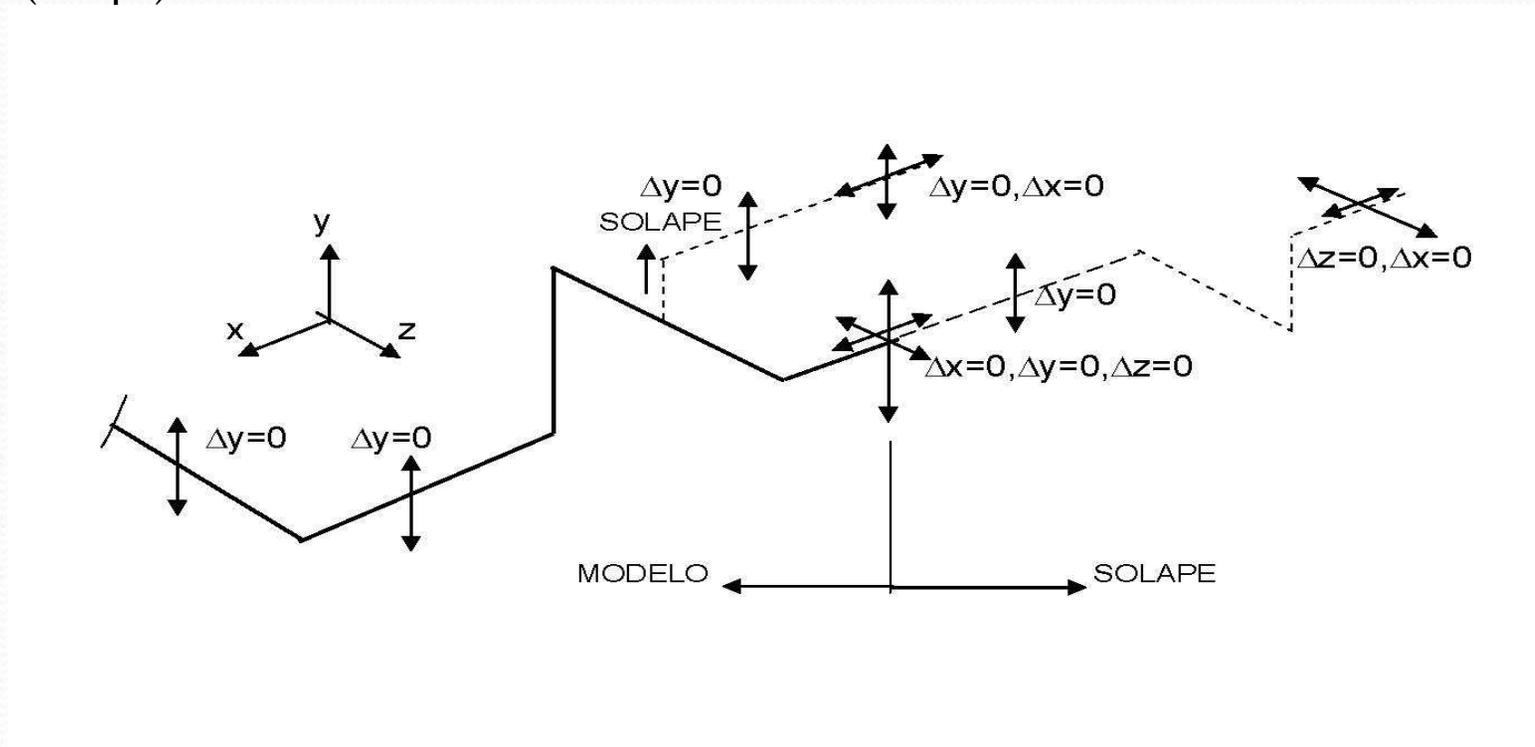
- Derivaciones c/diámetros $D_2/D_1 < 0.5$, p/línea de baja temperatura , y diámetro menor a 8"

- No se debe olvidar tener en cuenta los movimientos impuestos por la cañería mayor a la derivación, cuando esta se estudia desacoplada.

- En caso de temperaturas superiores, en los dos casos anteriores, se podrá modelar con solape, o sea modelar un tramo mas allá de el punto fijo parcial o de la derivación para que produzca una interacción de rigideces y movimientos aproximada a la real en los bordes del sistema

16- Recomendaciones para modelado (cont.)

- En caso de punto fijo parcial se extenderá el modelo tomando luego de este , una zona de cañería con soportes que al menos restrinjan en tres direcciones el movimiento.
- En caso de derivaciones se extenderá un tramo con la suficiente longitud, para que se tenga en cuenta las dilataciones de este tramo y su flexibilidad.
- En la memoria de calculo se debe aclarar completamente el criterio utilizado también los tramos bajo análisis y los incluidos a los efectos de simular las condiciones de borde (solape)



16-Recomendaciones para modelado (cont)

- **8-Juntas de expansión**
- Para modelar las juntas de expansión, en primer lugar se debe contar con una preselección de la junta, hecha inclusive con asesoramiento del fabricante.
- A partir de lo anterior definido el tipo de junta, las constantes elásticas del fuelle ,su área efectiva, si tiene tie rod o no, guía interna.etc.
- Para las juntas sin tie-rod, se deberá tener en cuenta el empuje por presión , sobre la cañería, este es $E=P \times A$ (p= presión , A= área efectiva).
- Luego se debe chequear si no se requiere algún soporte adicional, para guiar la junta de expansión o resistir el empuje por presión y evitar que este se transmita a algún equipo.

17-Programa Caesar II-

The screenshot displays the CAESAR II software interface. The top window shows a 3D model of a piping system with nodes and elements. The middle window is a properties panel for a selected element, showing material properties and analysis options. The bottom window is a table listing the properties for multiple elements in the model.

Element Properties Table:

	From Node	To Node	DX mm.	DY mm.	DZ mm.	Pipe OD mm.	Pipe Wall mm.	Seam Welded	Weld Joint Factor (WJ)	+MI Tolerance %	-MI Tolerance %	Insulation Thickness mm.	Corrosion mm.	Pipe Density kg/cu.cm.	Fluid Density kg/cu.cm.	Insulation Density kg/cu.cm.	Cladding Thickness mm.
1	16	20			00.000 mm	114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000
2	26	30		88.088 mm		114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000
3	36	40	00.000 mm			114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000
4	46	50	00.000 mm			114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000
5	56	60	00.000 mm			114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000
6	66	70	00.000 mm			114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000
7	76	80		88.088 mm		114.3000	8.5588		0.0000	12.5000	12.5000	75.0000	1.6000	8.8880	1.0000	8.0000	0.0000

17-Programa Caesar II

- **Este es un programa el cual se ha integrado completamente con el trabajo de la especialidad de piping, tanto por su interrelacion con otros programas (p ej. Acad, Cadpipe, Autoplant), como por sus bases de datos de materiales , pesos y dimensiones standards de elementos de piping y estructura para poder modelar soporte.**
- **Es decir que trabajando con el practicamente no hay que consultar standards.**
- **Utilizando una PC se pueden realizar analisis de tensiones en casos de carga estaticos y dinamicos.**
- **Según los lineamientos de ANSI B 31.3, ANSI B 31.1, ASME III . Etc
Tambien permite fuera del ambito del piping el analisis de estructuras adjuntas , recipientes conectados (WRC 107,297),equipos mecanicos conectados API (bombas y compresores), Nema (turbinas),Ejma (juntas de expansion).**

17-Programa Caesar II

- Desde las primeras versiones una de las principales facilidades ha sido el poder usar una hoja de calculo “spread sheet”, desde la cual se accede a todas las posibilidades de definir los elementos y poder realizar el input, desde un nodo “i” a un nodo “j”.



- A continuacion se realiza un breve resumen de un input y output de este programa el cual posee un “Help” muy completo como así también un detallado manual del usuario y otro manual con ejemplos prácticos de aplicación .
- Realización de un input
- Como se comento el programa presenta un “spread sheet”, donde se describe cada elemento. el cual tiene la siguiente forma.
- Cuando se inicia un modelo lo primero es seleccionar el sistema de unidades (Esto de cualquier forma se podra hacer luego para seleccionar un nuevo sistema de unidades.
- Tambien esta la pantalla para realizar el Set Up, ambos podran ser modificados en cualquier momento.

17-Programa Caesar II

CONFIGURATION SETUP

FRP PROPERTIES DATABASE DEFINITIONS MISCELLANEOUS

COMPUTATIONAL CONTROL SIF'S and STRESSES GEOMETRY DIRECTIVES PLOT COLORS

Use Pressure Stiffening: Default [D]

Missing Mass ZPA: Extracted [D]

Bend Axial Shape [D]

WRC 107 Version: Mar79_1B1/2B1 [D]

WRC 107 Interpolation: Last_Value [D]

Incore Numerical Check [D]

Rod Tolerance: 1. [D]

Rod Increment: 2. [D]

Alpha Tolerance: 5.e-002 [D]

Decomposition Singularity Tolerance: 1.e+010 [D]

Minimum Wall Mill Tolerance: 12.5 [D]

Friction Stiffness: 1.e+006 [D]

Ignore Spring Hanger Stiffness [D]

Friction Normal Force Variation: 0.15 [D]

Hanger Default Restraint Stiffness: 1.e+012 [D]

Friction Angle Variation: 15. [D]

Translational Restraint Stiffness: 1.e+012 [D]

Friction Slide Multiplier: 1. [D]

Rotational Restraint Stiffness: 1.e+012 [D]

[D] Default Buttons (grey when default is chosen).
Click active button to change value to default.

Exit w/ Save Quit - no Save Password

17-Programa Caesar II

Piping Input - [C:\C2_DEMO\EXAMPLES\RELIEF]

File Edit Model Kaux Plot Help

From: 15
To: 20

DX: -12 ft.
DY:
DZ:

Offsets

Diameter: 3.5000
Wt/Sch: 0.2160
+Mill Tol %: 12.5000
-Mill Tol %: 12.5000
 Seam Welded
Corrosion:
Insul Thk: 2.0000

Temp 1: 650.0000
Temp 2:
Temp 3:

Pressure 1: 450.0000
Pressure 2:
Pressure 3:

Bend Reducer
 Rigid SIFs & Tees
 Expansion Joint Structural

Restraints Displacements
 Hangers Equipment
 Nozzles

Forces/Moments Thermal Bowing
 Uniform Loads Pitch & Roll
 Wind/Wave

Material: (2)HIGH CARBON
 Allowable Stress

Elastic Modulus (C): 2.9900E+007
Elastic Modulus (H1):
Elastic Modulus (H2):
Elastic Modulus (H3):
Poisson's Ratio: 0.2890

Pipe Density: 0.2801
Fluid Density:
Refractory Density:
Insulation Density: 0.0075

Allowable Stress
Code: CAN Z662
SC:

SH1:	F1:
SH2:	F2:
SH3:	F3:
SH4:	F4:
SH5:	F5:
SH6:	F6:
SH7:	F7:
SH8:	F8:
SH9:	F9:
Eff:	Fac:
Sy:	PVar:

Fatigue Curves...

17-Programa Caesar II- Spread sheet

- En resumen se siguen los siguientes pasos, sobre este spread sheet basico el cual ha sufrido algunas modificaciones en las versiones mas modernas, que lo completan y lo simplifican como la posibilidad de acceso directo a los soportes elasticos y la definicion de los nozzles , acceso a la parte grafica .Etc
- La pantalla se encuentra dividida en bloques de datos o campos .
- Comenzando por el campo superior izquierdo, se indica el nodo inicial y el final, programa lo puede hacer automaticamente y si uno lo desea se altera.
- En la version actual se puede trabajar en dos monitores seleccionando las ventanas
- para cada uno de ellos
- Luego se indican los desplazamientos relativos de nodo a nodo D_x, D_y, D_z .en el
- campo inferior al anterior.
- Siguiendo hacia abajo se encuentran el campo de definicion de diametro, espesor ,
- espesor de aislacion , sobreespesor por corrosion. Se pueden utilizar los espesores
- y diámetros de norma Ansi, por default
- Siguiendo hacia abajo se encuentran el campo de definición de diámetro, espesor ,
- espesor de aislacion, sobreespesor por corrosión. Se pueden utilizar los espesores
- y diámetros de norma Ansi , por default.

17-Programa Caesar II

CAESAR II - [C:\VC2_DEMO\EXAMPLES\RELIEF]

File Edit Block Model Kaux View

	FROM NODE	TO NODE	DX ft.	DY ft.	DZ ft.	PIPE OD in.	PIPE WALL in.
1	5	10		3.0000		3.5000	0.21E
2	10	15			-15.0000	3.5000	0.21E
3	15	20	-12.0000			3.5000	0.21E
4	20	22		15.0000		3.5000	0.21E
5	22	25		18.0000		3.5000	0.21E
6	25	30	-4.0000			3.5000	0.21E
7	30	35	-2.0000			3.5000	0.21E
8	35	40	-9.0000			3.5000	0.21E
9	40	45	-2.0000			3.5000	0.21E
10	40	50		2.0000		3.5000	0.21E
11	50	55		0.7500		3.5000	0.21E
12	55	60			-0.7500	3.5000	0.21E
13	60	65			-2.0000	4.0000	0.22E
14	65	70		3.0000		4.0000	0.22E
15	70	75		0.9167		4.5000	0.22E
16	75	80		18.0000		4.5000	0.37E

Ready NUM SHFT

17-Programa Caesar II-Generacion de output

- Luego del error checking, para generar un output para análisis estático
- Se comienza , entrando en el menú principal del programa las opciones de Analysis-Static definiendo los estados de carga y combinaciones de estos a utilizar
- Usando Load case editor En Loads defined in input Se ve:
 - W- Weight
 - T1-Thermal case #1
 - P1-Pressure case #1
 - F1-Force case #1
 - Available stress types
 - (ope)-Operating
 - (occ)-Occasional
 - (sus)-Sustained
 - (exp)-Expansion
 - Combinado lo anterior se puede definir las combinaciones deseadas o usar (siendo lo mas comun trabajar con Ansi B 31.3)

17-Programa Caesar II-Generación de output

Como ejemplo básico , lo mas usual es:

- 1- $W+T_1+P_1+F_1$ (ope)
- 2- $W+P_1+F_1$ (sus)
- 3- DS_1-DS_2 (exp) -(este es la resta de los otros dos casos)

Siendo 1-Caso de Operación.
2-Caso de Cargas Sostenidas.
3-Caso de Expansión térmica.

Se puede utilizar también un menú de combinaciones recomendadas Según Norma aplicable

Cuando se utilizan los soportes elásticos se colocan combinaciones para su selección que luego no se ven ya que esta información se muestra separadamente. El usuario, puede definir las combinaciones de estados a usar. Sean de SUS, OPE, EXP u OCC.

Ejemplo:

En caso de usar soportes elásticos

$W+F_1$	}	Peso p/soportes elásticos (Carga en frio)
$W+D_1+T_1+P_1+F_1$		Carrera para soportes elásticos
$W+D_1+T_1+P_1+F_1$ (OPE)	}	Casos para análisis de tensiones
$W+P_1+F_1$ (SUS)		
DS_3-DS_4 (EXP)		

17-Programa Caesar II-Analisis de resultados

Static Output Processing

CAESAR II DISPLACEMENT REPORT FILE:CURSO
CASE 5 (EXP) DS5=DS3-DS4 DATE:APR 25,2007

-----Translations(mm.)----- -----Rotations(deg.)-----

NODE	DX	DY	DZ	RX	RY	RZ
1	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
3	3.877	0.076	0.210	-0.0984	-0.0117	-0.0032
4	4.182	-0.063	0.313	-0.1078	-0.0119	-0.0091
5	4.287	-0.382	0.537	-0.1198	-0.0122	-0.0155
8	-5.463	-22.518	18.483	0.0451	0.0618	-0.0831
9	-5.667	-22.781	18.249	0.0684	0.0628	-0.0812
10	-5.849	-22.758	17.879	0.0914	0.0641	-0.0797
15	-9.194	-13.557	9.687	0.2370	0.0641	-0.0427
18	-11.001	9.180	-7.136	0.1720	-0.0556	0.0333
19	-10.760	9.524	-7.399	0.1655	-0.0638	0.0342
20	-10.398	9.717	-7.399	0.1606	-0.0717	0.0355
25	0.097	12.131	-1.859	0.0155	-0.0589	0.0261
28	-1.407	12.961	3.456	-0.0201	-0.0367	0.0271
29	-1.454	12.859	3.775	-0.0059	-0.0349	0.0274
30	-1.428	12.550	3.899	0.0092	-0.0336	0.0276
35	-0.614	7.237	2.315	0.0705	-0.0151	0.0206
40	-0.441	5.848	1.722	0.0704	-0.0150	0.0206
45	-0.283	4.410	1.142	0.0606	-0.0100	0.0154
50	-0.140	2.876	0.578	0.0605	-0.0100	0.0154
55	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
58	1.452	13.044	-7.173	-0.0058	-0.0302	-0.0088

17-Programa Caesar II-Analisis de resultados

Static Output Processing

CAESAR II RESTRAINT SUMMARY FILE:EJEMPLO 1 CUR
 RESTRAINT SUMMARY DATE:FEB 12,2014

-----Forces(N.)----- -----Moments(N.m.)-----
 NODE CASE TYPE FX FY FZ MX MY MZ

RESTRAINT SUMMARY REPORT
 LOAD CASE DEFINITION KEY

CASE 3 (OPE) W+T1+P1+F1

NODE	CASE	TYPE	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
10								
			Rigid ANC					
3	OPE		-1072.	9919.	210.	-427.	36.	6964.
30								
			Rigid GUI w/gap Rigid GUI w/gap					
3	OPE		1113.	0.	32.	0.	0.	0.
40								
			Rigid GUI w/gap Rigid GUI w/gap					
3	OPE		-325.	0.	3239.	0.	0.	0.
60								
			Rigid +Y					
3	OPE		0.	-15630.	0.	0.	0.	0.
70								
			Rigid +Y					
3	OPE		0.	0.	0.	0.	0.	0.
100								
			Prog Design VSH					
3	OPE		0.	-1918.	0.	0.	0.	0.
130								
			Rigid ANC					
3	OPE		-1075.	671.	-834.	-1614.	-611.	2731.
200								
			Prog Design VSH					
3	OPE		0.	-1836.	0.	0.	0.	0.
230								
			Rigid ANC					
3	OPE		1359.	-1867.	-2646.	-4922.	-510.	-2502.

17-Programa Caesar II-Analisis de resultados

```

Static Output Processing
CAESAR II  STRESS REPORT      FILE:CURSO
CASE 5 (EXP) DS5=DS3-DS4      DATE:APR 25,2007
--Stress(   KPa   )---
ELEMENT   BENDING   TORSION   SIF'S     CODE   ALLOWABLE
NODES     STRESS     STRESS   IN/OUT PLANE  STRESS  STRESS   %
****          CODE STRESS CHECK PASSED
          PIPING CODE: B31.3 -1999, April 15, 1999

HIGHEST STRESSES: (   KPa   )
CODE STRESS %:          9.99 @NODE  85
STRESS:                27559.2 ALLOWABLE: 275792.0
BENDING STRESS:        27530.5 @NODE  85
TORSIONAL STRESS:      5731.2 @NODE  3
AXIAL STRESS:          428.4 @NODE  59
3D MAX INTENSITY:     33622.3 @NODE  85

      1      5767.      5731.      1.000 / 1.000      12831.      249289.      5.
      3      4749.     -5731.      1.000 / 1.000      12407.      293751.      4.

      3      4833.      5731.      1.018 / 1.000      12439.      293737.      4.
      4      8861.     -4462.      1.018 / 1.000      12575.      290562.      4.

      4      8861.      4462.      1.018 / 1.000      12575.      290562.      4.
      5      12201.     -755.      1.018 / 1.000      12294.      288628.      4.
    
```

17-Programa Caesar II-Analisis de resultados

- Caesar II -Tips (Aclaracion)
- B 31.1 , B 31.3 and similar codes do not consider the OPE rating case and stress case, And therefore there are no allowable provided or code checks performed.
(Note , as the 2004 edition , B 31.3 included an optional Operating case code stress and allowable).

Traducción:

B 31.1 , y B 31.3 y códigos similares no consideran las tensiones para los casos de operación y por lo tanto no provee los limites para chequear con el código.

En la edición 2004 de B31.3 incluye un caso de operación y datos de admisibilidad.

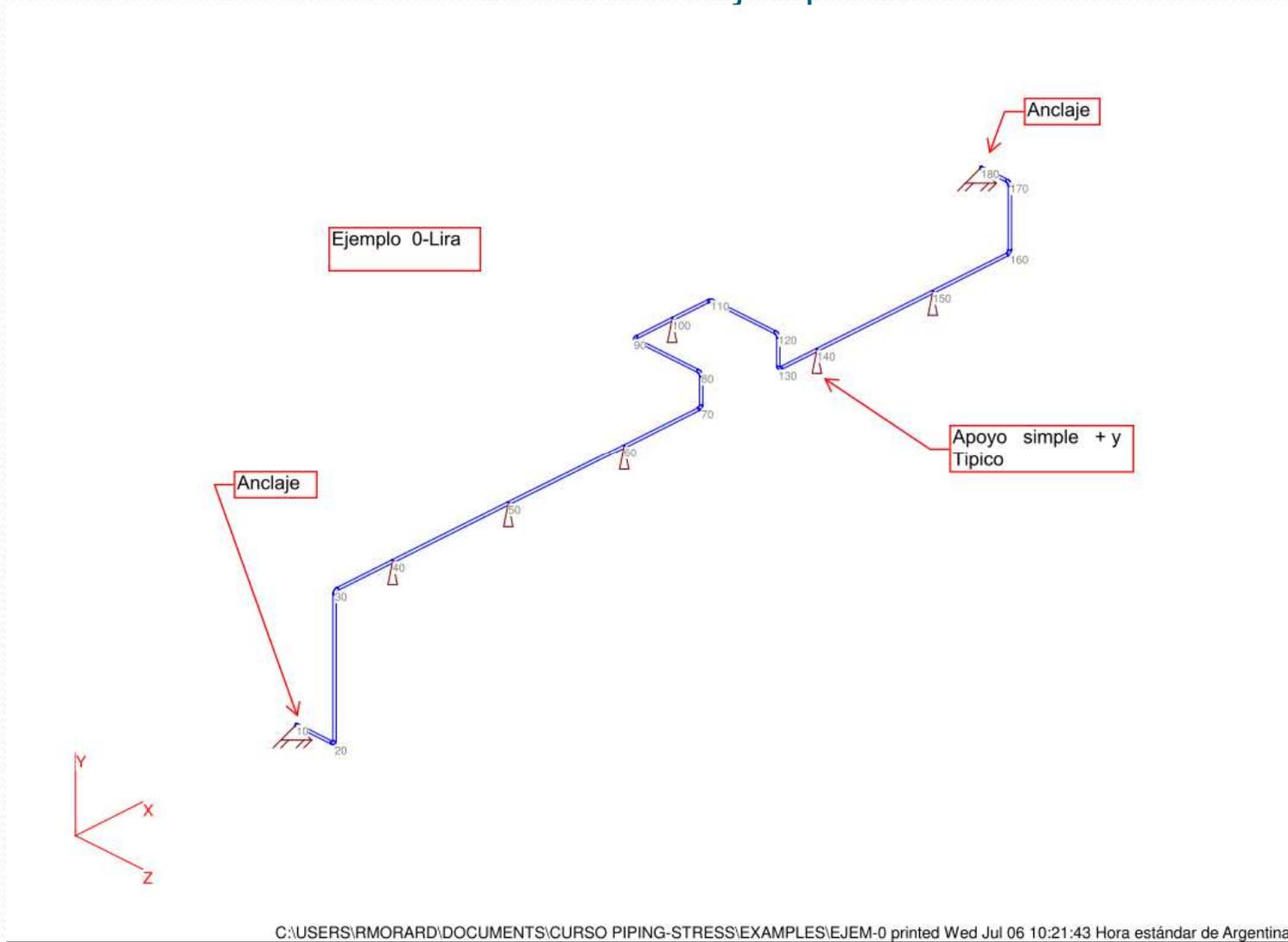
Nota: En la practica estos casos son útiles para el diseño de soportes y las cargas admisibles sobre equipos.

17-Programa Caesar II- Otros calculos

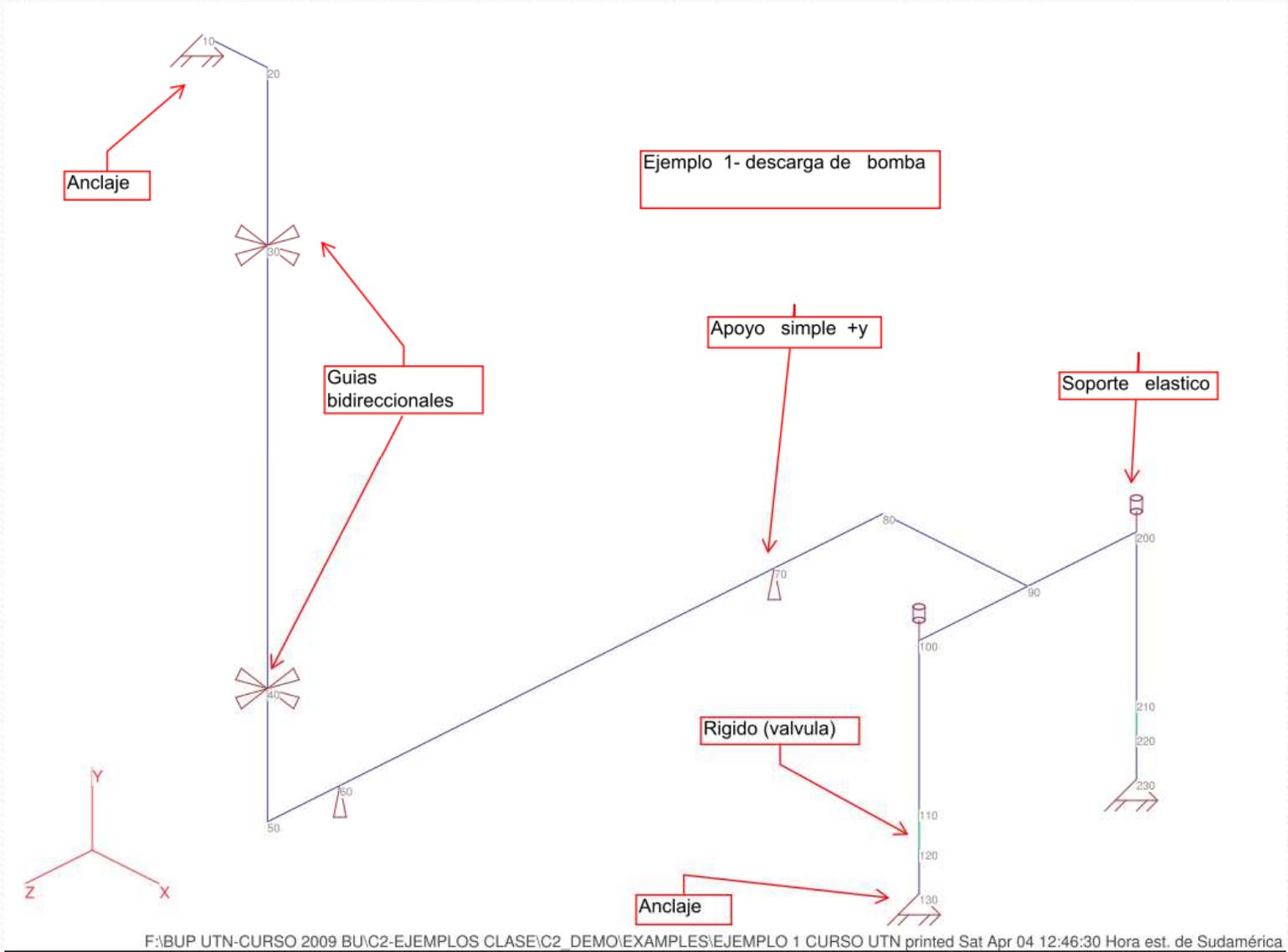
Como se comento antes, nos hemos concentrado en la aplicación estática típica, pero el programa (los programas) tienen mucha mayor capacidad .

- En el “main menú”, o en los “pop up”, del cuadro Análisis se accede a:
- **Statics** – Análisis estático de cañería y estructura.
- **Dinamics**- Análisis dinámico.
- **SIFs @ Intersecciones y SIFs @ Bends**, factores de intensificación de factores (posibles de modificar por el usuario).
- **WRC 107/297**- calculo de tensiones en vessels causadas por la cañerías en recipientes.
- **Flanges**-Realiza calculo de tensiones en bridas y calculo de perdidas.
- **B 31G**-Estimación de vida remanente de acuerdo al estado de corrosión.
- **Expansion joint rating**-Evaluación de la junta de expansión según EJMA.
- **AISC**-chequeo de estructura según código AISC.
- **NEMA SM 23**-Evaluación de cargas de cañerías sobre conexiones en turbinas .
- **API 610**-Evolución de cargas sobre bombas centrifugas.
- **API 617**-Ídem sobre compresores.
- **API 661**-Ídem anterior sobre Air-Coolers.
- **HEI Standard**-Evaluación de cargas sobre colectores de agua de alimentación.
- **API 560**-Evaluación de cargas sobre colectores sometidos a fuego.

18-Modelos ejemplo C2

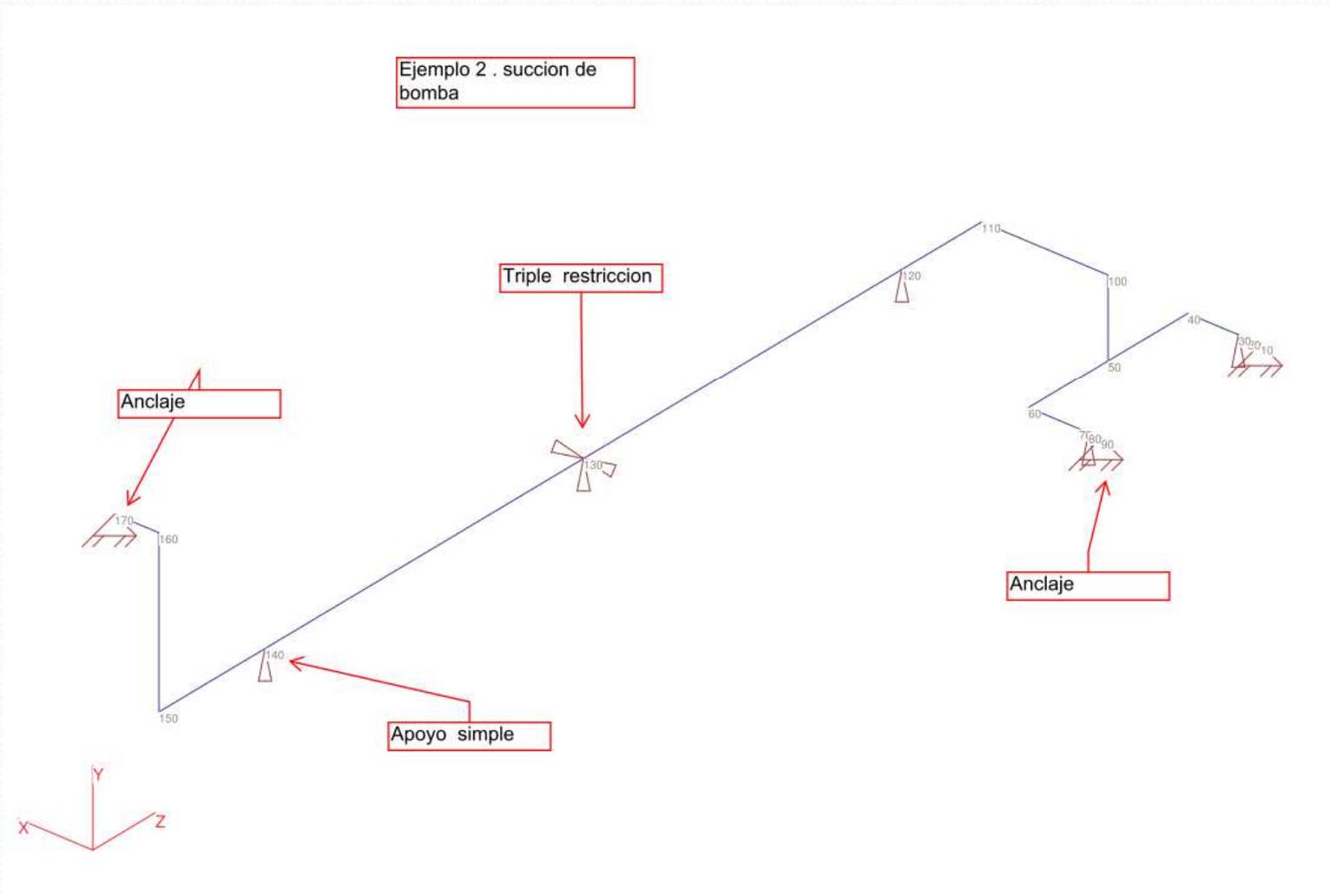


18-Modelos ejemplo C2



F:\BUP UTN-CURSO 2009 BU\C2-EJEMPLOS CLASE\C2_DEMO\EXAMPLES\EJEMPLO 1 CURSO UTN printed Sat Apr 04 12:46:30 Hora est. de Sudamérica

18-Modelos ejemplo C2



Fin



MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCION