



Centro de Cálculo Paramétrico S.L.

Doc. N.º 25

TREGUA POST PANDEMIA COVID

La guerra no ha terminado. Estamos en una tregua post pandemia Covid
La guerra puede reiniciarse con esta o cualquier otra enfermedad que
puede ya existir en este momento y alcanzar la categoría de pandemia.
Así ha sido históricamente. Pero ahora tenemos más medios, aunque ya
no podemos confiar en que podemos controlar el equilibrio biológico
cercano.



N.º	Tema	CCP
25.0	Tregua post pandemia Covid	jrenedo

Tabla de contenido

Cuadro de Figuras	2
Introducción y metodología	3
Objetivos	3
Problema actual	4
Propuesta de futuro	5
Qué Analizar	5
Datos sobre los consumos y terapias empleadas	5
Datos de la situación del MGPS	6
Planos conceptuales de la instalación de oxígeno	6
Ejemplos de simulación de una instalación sin/con Covid 19	6
Comentarios de la situación inicial	9
Simulación de la misma instalación con caudales Covid	11
Visión global	11
Características de los Tanques	13
Características de los evaporadores y reductores del	14
Tanque	14
Línea a media presión	16
Suma de caudales de reductores de línea	16
Líneas a baja presión	17
Presión sobre las tomas	17
Recomendaciones y conclusiones	20
NOTAS PARA TODAS LAS ENTRADAS DEL BLOG	23
Copy right	23
Advertencia	23
Ampliaciones sucesivas a esta entrada	23
Agradecimientos	23
Invitación	23



Cuadro de Figuras

Fig. 1-Plano conceptual del montante de O ₂ de un edificio de 8 plantas con cálculo según norma con datos iniciales. Siendo Ap la pérdida de carga acumulada.....	8
Fig. 2- Datos del edificio de 8 plantas con caudales COVID (simulados)	10
Fig. 3- Paso del gas por diferentes áreas	12
Fig. 4- Las dos principales propiedades de un Tanque. Capacidad geométrica y capacidad de regulación de presión por vaporización.....	13
Fig. 5- Resumen de las propiedades de los evaporadores.....	14
Fig. 6- Curva de salida de los reguladores del Tanque (de entrada, a los reguladores de línea)	14
Fig. 7- Reductores del Tanque	15
Fig. 8-Línea a media presión	16
Fig. 9- Suma de caudales de reductores de línea.....	16
Fig. 10- Líneas a baja presión	17
Fig. 11- Presión sobre las tomas	17



Introducción y metodología

Con ocasión del confinamiento nos planteamos las causas de los problemas de suministro de los que recibíamos información.

Las circunstancias de los problemas recibidos, eran confusos por los hechos sobreañadidos de riesgos y bajas del personal que trabajaba tanto en el área asistencial como en los servicios técnicos.

Finalmente, los pocos datos son incompletos. Por lo que las razones del malfuncionamiento son atribuibles a varias causas. Para tener datos más fiables, sería necesario disponer de planos que denominamos conceptuales. Planos como los de la Fig. 1 y 2, que son simulaciones de funcionamiento que permiten ver el comportamiento con diferentes niveles de consumo.

Simulando con programas informáticos, podemos conocer:

- Si cumple una norma de referencia actual como la inglesa.
- Si cumple la norma de referencia, y la causa del malfuncionamiento es un tsunami imprevisible. ¿Qué es lo que debe cambiarse para resistir, más allá de la norma?.
- Si no cumple, qué es necesario hacer para reforzar la resiliencia.

Es necesario disponer de planos conceptuales, y esto es un trabajo largo. Debería hacerse un análisis de 4 o 5 hospitales que hayan sido conflictivos, simular el funcionamiento informáticamente con caudales sin/con Covid, modificarlos y comprobarlos para dar pautas de cara al futuro del país.

Dentro de la línea de construir instalaciones amigables, incluimos el disponer de procedimientos que permitan comprobar el funcionamiento real en carga de forma fácil. Disponemos ya de un esbozo.

No tengo dudas de que es fácil que de estos problemas salgan nuevas modificaciones de las normas. Pero estos procesos suelen ser lentos, muy lentos.

El escoger una norma como la inglesa, tiene la ventaja de que se aplica a una extensa cantidad de hospitales públicos. Por lo que tendrán una homogeneidad muy alta.

Objetivos

Reforzamiento de la resiliencia de los MGPS de los hospitales ante situaciones agresivas. Por demanda muy superior a la capacidad de suministro.

Analizando hasta que nivel la agresividad es fruto de una deficiencia respecto de una norma constructiva o del tipo de situación accidental y temporal.



Con varios análisis adicionales de los datos recogidos, podremos evaluar con más detalle un diagnóstico de la situación del descuadre entre consumo y capacidad de suministro. Además de poder conocer las variaciones de la capacidad de transporte en condiciones correctas. En ocasiones se desconoce que, saliendo gas por el caudalímetro, el caudal suministrado está lejos de ser el esperado y puede por ello ser peligroso. En esta circunstancia el médico no entiende que sucede .

El estamento médico debe aconsejar sobre las posibilidades de que se produzca una nueva pandemia, de otras enfermedades, actualmente existentes, pero confinadas lejos de España. Varias personalidades mundiales se han pronunciado sobre este tipo de riesgos.

Deben explorarse las nuevas pandemias, en cuanto a caudales terapéuticos necesarios y simultaneidades posibles. Podremos simular las resiliencias (primero informáticamente, y después en la realidad) y las acciones a tomar. **Estamos hablando de un análisis de riesgos puro y duro.** Pero teniendo en cuenta riesgos nuevos que son o eran de otras latitudes. Que nos llegan por múltiples caminos, desde el cambio climático a los grandes desplazamientos de población.

Por ejemplo, para el ébola (enfermedad vírica y sin vacuna) podría ser aconsejable revisar entre otros, las expulsiones de la central de vacío; mejorables en demasiadas ocasiones. Tema del que hemos hablado en otras entradas al blog.

Problema actual

Nos centraremos como ejemplo en el gas oxígeno. Para otras pandemias deberán buscarse otras soluciones (otros gases y otras necesidades terapéuticas).

La pandemia ha puesto a prueba la capacidad, seguridad y continuidad del suministro de las instalaciones de gases medicinales.

No sólo en España, sino también en otros países. A pesar de que algunos de ellos los consideramos punteros en el tema de instalaciones de gases medicinales. Por ejemplo, UK tiene un documento accesible por internet (nº 45) donde se habla de la falta de caudal desde Tanques criogénicos.

Aunque el ministerio de Sanidad de UK, no entra apenas técnicamente en el tema, da consejos a los hospitales de cómo actuar. Quizás por entender que parte de los problemas están del lado de los Tanques, y por ello estar del lado de la frontera entre la instalación fija y “la móvil o trasladable de los Tanques” que son de otra propiedad.

Estos problemas se deben, en gran medida, a que las instalaciones existentes no estaban preparadas para afrontar una demanda tan elevada e imprevista. Muchos centros sanitarios tienen instalaciones antiguas, deficitarias. Algunos hospitales no han terminado



totalmente su proceso de reformas. Con el inconveniente de que en ocasiones han variado los criterios de una reforma a otra.

Además, no existe, normativa española sobre instalaciones de gases medicinales, que complemente a la norma ISO 7396-1.

Tampoco hay una coordinación efectiva entre las diferentes especialidades que intervienen en el diseño, ejecución, mantenimiento, conducción de estas instalaciones y uso (medicina, farmacia, ingeniería, etc.).

La solución al problema a nuestro alcance, se resume en determinar los cuellos de botella (ubicación y magnitud) para poder después irlos abriendo y solucionando. En la medida que sea posible.

Propuesta de futuro

Creemos que es necesario aprovechar la pseudo vuelta a la normalidad, la tregua, para revisar y reforzar las instalaciones de gases, con el fin de blindar su resiliencia ante posibles emergencias futuras. Resiliencias contra las enfermedades más probables.

En los últimos años, hemos asistido a varias epidemias que han bordeado la pandemia, como el ÉBOLA, el SARS o el MERS. Según la OMS, hay más de 20 enfermedades con potencial pandémico, que podrían causar nuevos brotes en cualquier momento.

A fecha de hoy (julio 2023) tenemos casos de fiebre del Nilo en España y están en alerta (s/medios periodísticos) 110 municipios, también existen casos en los Países Bajos. Se está vigilando el vector de transmisión (mosquitos infectados por aves migratorias) desde el 2003, según información de Radio 5 (RNE 07/08/2023).

Antes las enfermedades se movían con los ejércitos, hoy puede ser con humanos (el turismo) y/o animales (como las aves migratorias).

El cambio climático, provoca alteraciones en la ecología local, y por ejemplo aparecen vectores de infección previamente inexistentes, porque no tienen enemigos naturales (p.e. nuevos tipos de mosquitos, uno de los casos más conocidos es el mosquito tigre).

Qué Analizar

Datos sobre los consumos y terapias empleadas

- Consumos pre pandemia.
- Terapias aplicadas pre - pandemia en LPM.
- Consumos durante la pandemia.
- Terapia aplicada en la pandemia en LPM.
- Recomendaciones oficiales.



Estos datos confrontados pueden dar mucha información, por ejemplo, el nivel de sobrecarga sobre la época previa.

Datos de la situación del MGPS

Interpretación de los datos

- Informe de los servicios técnicos del hospital. Cómo ha evolucionado la situación dentro del hospital, desde su punto de vista.
- Informe de los servicios técnicos del suministrador de Oxígeno.
- Informe de los servicios médicos del hospital.

Planos conceptuales de la instalación de oxígeno

Los planos conceptuales tienen las siguientes características:

- Características de cada fuente de suministro
 - **Tanque y accesorios.**
 - Capacidad almacenada en litros.
 - Autonomía (entre el 20 y el 80 % del Tanque) según los consumos pre pandémicos medios.
 - Caudal máximo del Tanque m³/h si se conoce.
 - Presión de trabajo.
 - Capacidad del evaporador.
 - Caudal de salida de los reguladores de presión de salida.
 - **2ª y 3ª fuente**
 - Capacidad almacenada bruta y neta útil.
 - Capacidad de salida máxima en m³/h.
- Cada tramo de tubería se define por:
 - Una longitud tramo en metros (longitud física, no la ficticia de cálculo).
 - Un diámetro en mm.
 - Un caudal nominal según interpretación de una norma como la inglesa.
 - De esta forma se puede recalcular en el futuro, con otra norma, con otros coeficientes, con variaciones de consumo etc.
- Ubicación de todas las válvulas.
- Ubicación de todas las cajas de cierre.

Ejemplos de simulación de una instalación sin/con Covid 19

Hablamos de un proyecto antiguo de casi 40 años

Algunas de las bases de cálculo eran:

Simulación 1 con caudales s/norma de hace 40 años		
Gas	oxígeno	
Usos	No motrices	Sólo caudalímetros
Planta de	28	camas
Tomas	15 Ud./planta	1 Ud. x habitación de 2 camas



Caudal medio	6 LPM	
Caudal punta	20 LPM	
Simultaneidad	25 %	
Caudal Planta	41 LPM	(= $20+14 \times 6/4 = 41$ LPM)
Caudal bruto montante s/norma	328 LPM	Sin reducciones de simultaneidad entre plantas
Plano de referencia	Fig 1	Edificio ficticio con total de 8 plantas
Último tramo dentro de la planta	a 30 metros de la caja de cierre	Con caudal total de 41 LPM
Primer tramo desde los reductores hasta pie de montante	30 metros	No es un valor alto
Coefficiente de caudal	10%	Caudal Ficticio de cálculo = Caudal real s/norma x 1,1
Coefficiente de longitud	50%	Long. Ficticia de cálculo = Longitud real x 1,5
Pérdida acumulada en el extremo de la Planta 8	6,2 KPa	Desde salida de reductores
Diámetro mínimo	12	mm

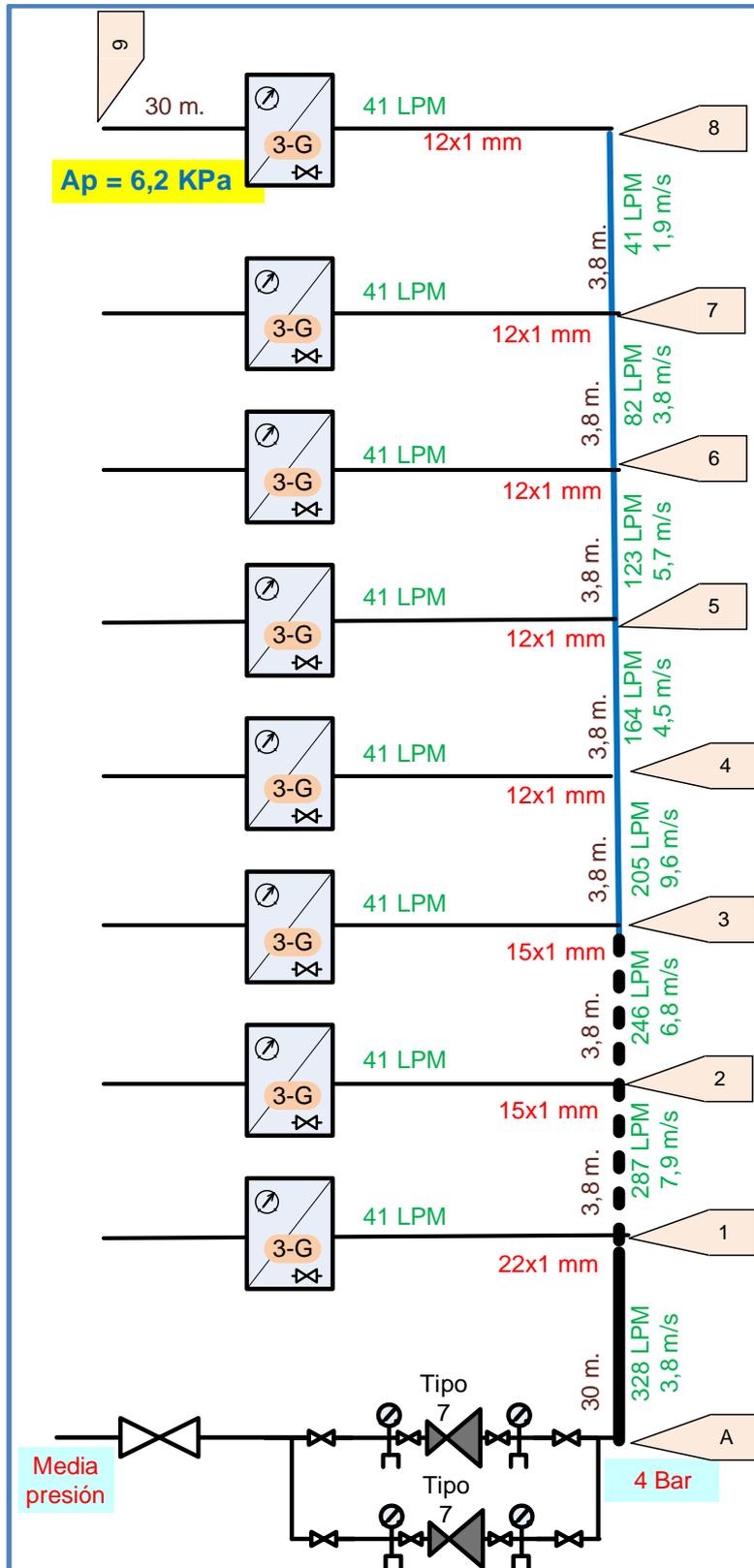


Fig. 1-Plano conceptual del montante de O₂ de un edificio de 8 plantas con cálculo según norma con datos iniciales. Siendo Ap la pérdida de carga acumulada



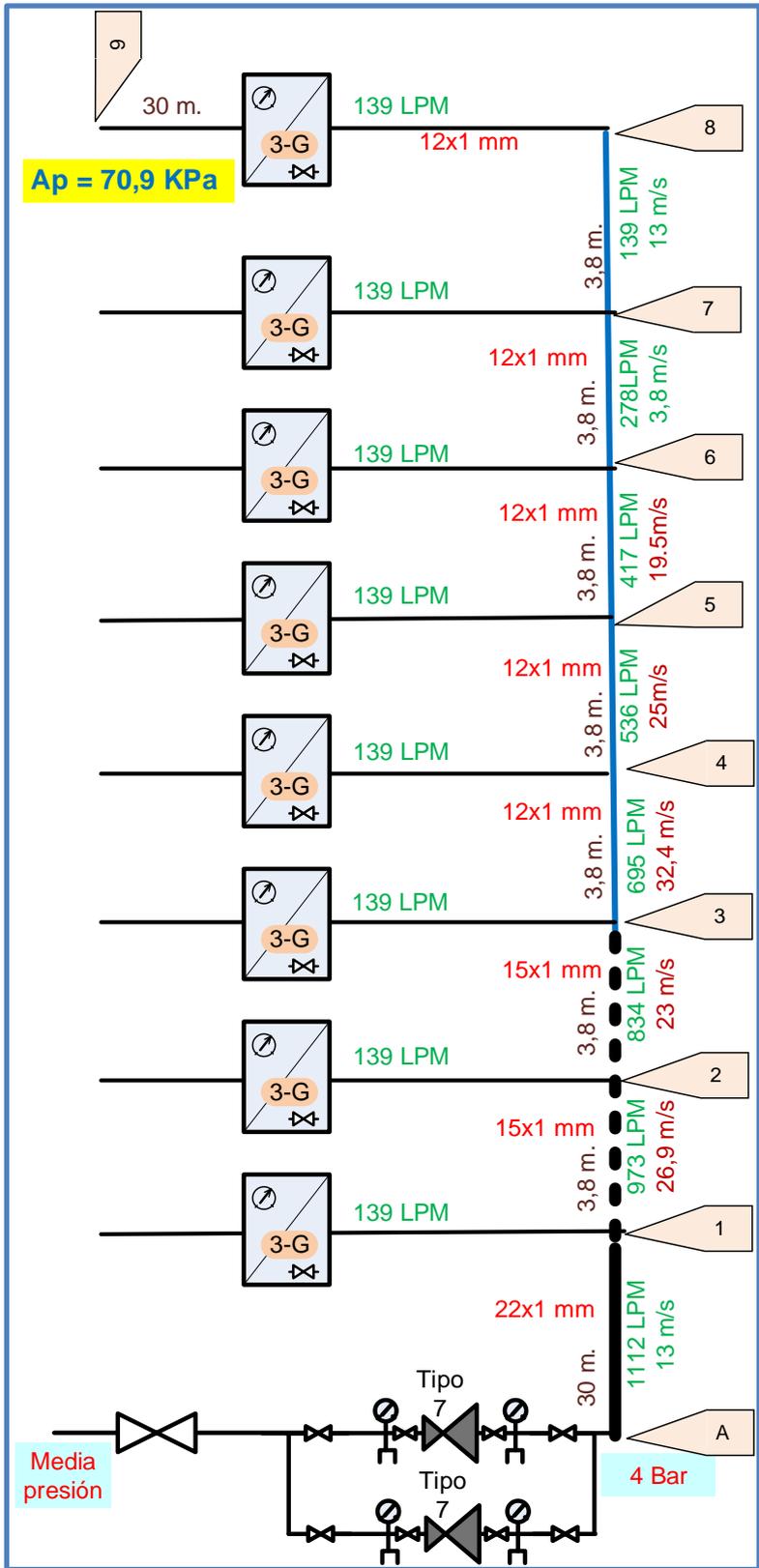
Comentarios de la situación inicial

- Los datos son realmente antiguos (sólo una toma por habitación de 2 camas).
- Los diámetros son bastante holgados, diámetro inicial del montante 22 hasta la primera planta. Dos plantas en diámetro 15 y el resto en diámetro 12. Esto se ha redimensionado ahora.
- Las velocidades son moderadas. Los primeros tres tramos (D22x1, D15x1 y D15x1) la velocidad oscila entre 3 y 7 m/seg. Al pasar a diámetro 12x1 se empieza en menos de 10 m/seg. y después acaba en 2m /seg.
- Caudales, velocidades y longitudes de los diferentes tramos se pueden ver en la figura 1.
- En la toma distal de la planta 8 la pérdida de carga acumulada es de solo 6,2 KPa, valor muy bajo, respecto a la salida de los grupos reductores.
- El caudal máximo del montante, sin simultaneidad de plantas del grupo de reductores es 19 m³/h.
- En los planos conceptuales se debería expresar el caudal máximo sin simultaneidad entre plantas, así como la pérdida de carga distal.

Simulación 2 con Covid 19 y (con caudales incrementados)		
Caudal medio	12LPM	
Caudal punta	50 LPM	
Simultaneidad	25 %	
Caudal Planta	139 LPM	(= 50x2+13x12/4 = 139 LPM)
Caudal bruto montante s/norma	1112 LPM	Sin reducciones de simultaneidad entre plantas
Plano de referencia	Fig. 1	Edificio ficticio con total de 8 plantas
Último tramo dentro de la planta	a 30 metros de la caja de cierre	Con caudal total de 41 LPM
Primer tramo desde los reductores hasta pie de montante	30 metros	No es un valor alto
Coefficiente de caudal	10%	Caudal Ficticio de cálculo = Caudal real s/norma x 1,1
Coefficiente de longitud	50%	Long. Ficticia de cálculo = Longitud real x 1,5
Pérdida acumulada en el extremo de la Planta 8	70,9 KPa	Desde salida de reductores

¿Estos caudales y simultaneidades son reales? Más que reales, son posibles. Es un ejemplo para ver los efectos de una sobrecarga en una instalación pre existente, holgada. De cómo queda muy mal parada.

Convendría analizar la situación de 5 o 6 hospitales con problemas, si ello es posible. Nos tememos que será difícil por varios motivos:



- Falta de personal en un momento crítico y caótico.
- Con la consecuencia de no recogerse los datos más importantes.

Entre ellos:

- caudales punta suministrados.
- caudales menores y simultaneidades.
- La falta de colaboración por el mismo motivo de los estamentos asistenciales.
- en resumen, la inexistencia de Gestión Operacional (G.O.).

Lo decimos porque la G.O. es una herramienta ya existente y en uso en otros países.

Fig. 2- Datos del edificio de 8 plantas con caudales COVID (simulados)



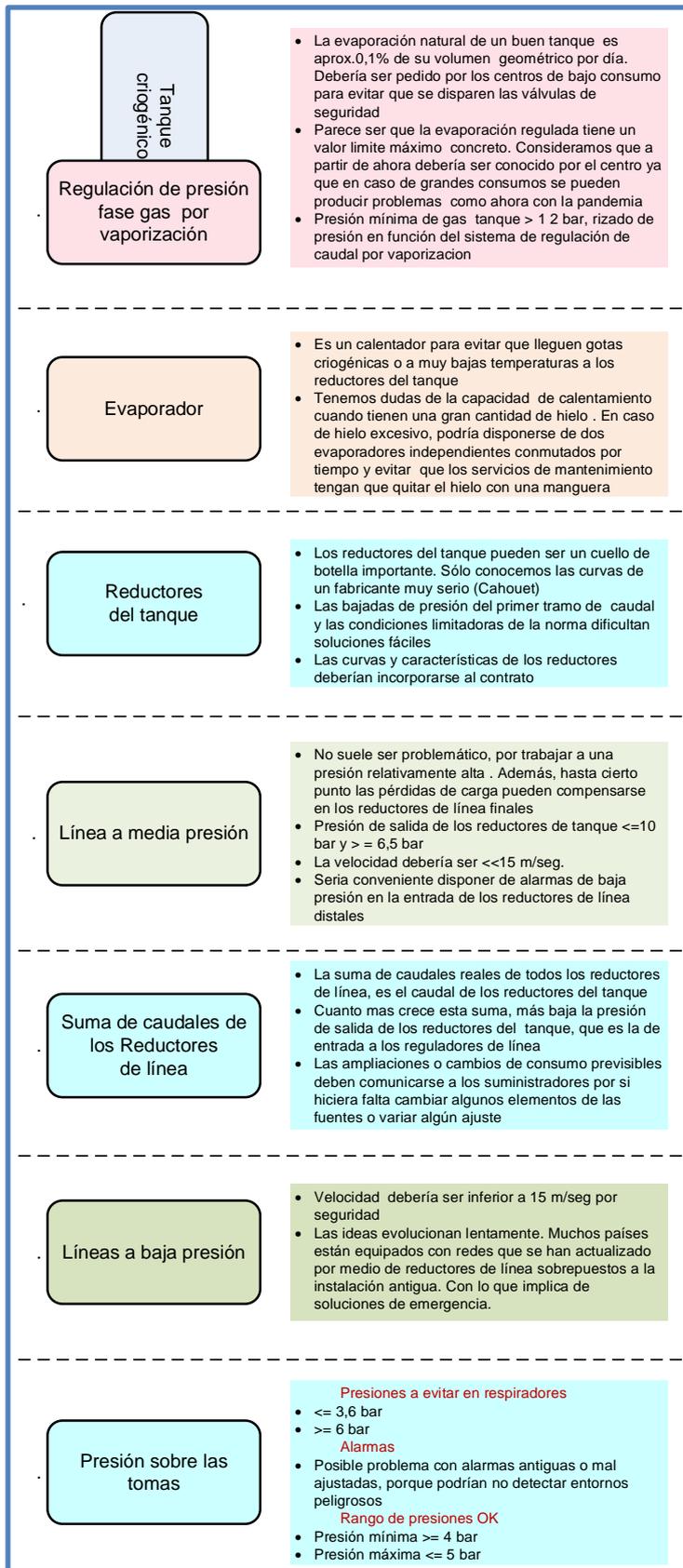
Simulación de la misma instalación con caudales Covid

- Las velocidades de los 7 tramos primeros oscilan entre 13 y 32 m/seg. **Se considera que velocidades de 15 m/seg. o mayores son peligrosas (incendio de elastómeros y tuberías).** Las velocidades excesivas están escritas en rojo en la figura 2.
- Sólo el último tramo trabaja a una velocidad moderada de 13 m/seg.
- La pérdida de carga hasta el punto distal es de 70,9 KPa, cifra importante sólo en cuanto a la tubería. Estos caudales producen además mayores pérdidas en los reductores, tanto en los del Tanque como en los de línea.
- El caudal máximo sin simultaneidad entre plantas del grupo de reductores es 66 m³/h.
- Pasar de un caudal de 19 m³/h a una sobrecarga de más de 66 m³/h, probablemente implica la necesidad de cambiar el tamaño de los reductores de línea.
- Este incremento de caudal de un solo edificio también repercute en los reductores del Tanque disminuyendo la presión de salida. Lo que puede empeorar el funcionamiento de todos los reductores de línea.

Visión global

Hasta aquí datos físico matemáticos que están bien rodados; los cálculos están basados en las tablas (de caudales, longitudes, diámetros y pérdidas de carga) de la norma inglesa HTM 02-01.

El resto de factores influyentes es bastante más complejo al interactuar varios parámetros entre sí. Pasemos revista a este fenómeno. Analizaremos los diferentes bloques según la figura 3.



El gas sigue un recorrido desde arriba hacia abajo de la Figura 3. Después se analizará cada una de las etapas por separado.

Así se mejora la comprensión de la evolución del gas en cada etapa. Y se puede ver algo mejor la interrelación entre fases.

Fig. 3- Paso del gas por diferentes áreas



Características de los Tanques

- Tienen una presión máxima como todo recipiente a presión.
- **Disponen de un mecanismo que regula la presión interior en fase gas.** Vaporizando líquido si la presión del gas disminuye. Si no existiera se tendrían ceros de suministro. De este mecanismo antes del confinamiento encontramos, un fabricante, pero amablemente se negó a dar información “comercial”. **Aquí tenemos una causa probable de saturación del suministro de un Tanque. Que tenga un límite no es un problema, pero no saberlo sí es importante y deberían saberlo tanto el suministrador como el centro sanitario. Quizás hasta ahora no había tenido sentido conocerlo, pero de aquí en adelante sí. Un trabajo para el comité que proponemos.** El mecanismo puede consistir en un sensor que dispara una secuencia de actuación de enviar líquido a un intercambiador térmico que al evaporarse incrementa la presión de la fase gas del Tanque.
- Disponen de válvulas de seguridad y alivio, que limitan la presión máxima, por debajo de la presión máxima legal como recipiente a presión.
- Por tanto, la presión del Tanque oscila en un cierto rango de presiones., visible monitorizando la presión antes de los reductores del Tanque. Las intermitencias que se ven en esta presión así parecen indicarlo.

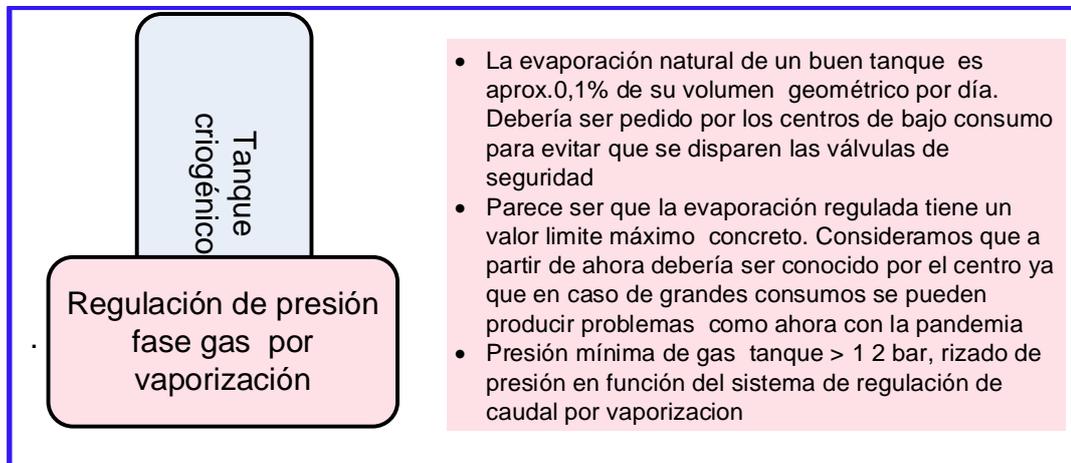


Fig. 4- Las dos principales propiedades de un Tanque. Capacidad geométrica y capacidad de regulación de presión por vaporización

Un Tanque de 2000 litros de capacidad tendría una evaporación natural de 2 litros de líquido por día (si es del 0,1 % de evaporación/día). Sólo 1708 litros en fase gas. Tendríamos gas, pero muy escaso. Se nota que hace falta un mecanismo auxiliar que vaporice líquido para no tener ceros de suministro.

Visualmente interpretamos que el intercambiador que está debajo del Tanque, tiene esta misión. Siendo el primer tramo donde se forma escarcha.



Características de los evaporadores y reductores del Tanque

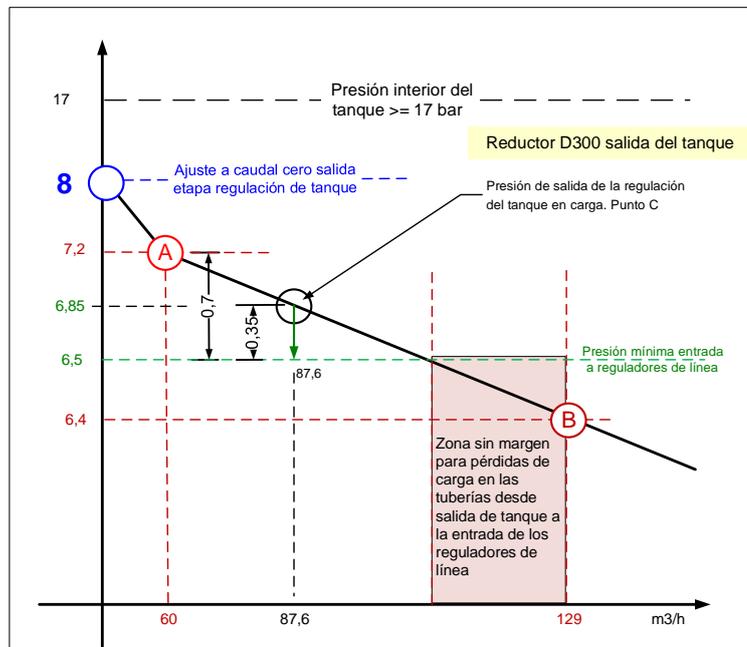
- El gas al “hervir” en el líquido criogénico, según el caudal circulante podría arrastrar gotas de líquido. Gotas peligrosas para las membranas de los reguladores del Tanque, al estar a temperaturas criogénicas o cercanas.

Evaporador

- Es un calentador para evitar que lleguen gotas criogénicas o a muy bajas temperaturas a los reductores del tanque
- Tenemos dudas de la capacidad de calentamiento cuando tienen una gran cantidad de hielo . En caso de hielo excesivo, podría disponerse de dos evaporadores independientes conmutados por tiempo y evitar que los servicios de mantenimiento tengan que quitar el hielo con una manguera

Fig. 5- Resumen de las propiedades de los evaporadores

- Entre los fabricantes de reductores existe una clara distinción entre reductores en condiciones ambiente y reductores en condiciones criogénicas. Y no sirven los reductores diseñados para temperatura ambiente a temperaturas muy bajas (criogénicas).
- En la figura 6 se pueden ver las diferentes zonas de trabajo de un regulador concreto.



- A destacar la zona conceptualmente no útil (sin margen) para trabajar. Finalmente, el caudal máximo de trabajo estaría limitado hasta los 108 m3/h aproximadamente.
- En todos los datos de caudales y simultaneidades no se ha entrado a fondo y un tema es la simultaneidad de área y otra la del edificio.

Fig. 6- Curva de salida de los reguladores del Tanque (de entrada, a los reguladores de línea)



- Curva de un regulador de Tanque y evolución de su salida según el caudal circulante, sacado de una información comercial Cahouet.
- De acuerdo con estas condiciones iniciales, el límite del caudal máximo es de aproximadamente 108 m³/h y con una caída en el reductor del Tanque de 1,15 bar aproximadamente (0,7+0,35+01) . Se necesita un diferencial de 2 bar para que los reguladores de línea puedan trabajar bien, (que tengan margen para la regulación).
- El que el ajuste a caudal cero se haya hecho a 8 bar, es porque este reductor tiene aplicaciones que no tienen necesidad de ser hospitalarias. El caudal del regulador es la suma de caudales de los caudales aguas abajo. Este caudal suma, determina el punto de trabajo en la curva y éste puede alterar la calidad de suministro aguas abajo. Pero hay soluciones.
- Si se necesita un caudal mayor sería necesario por ejemplo poner en servicio los dos reductores (consultar siempre al suministrador y mejor todavía que lo haga él); al reducirse el caudal aproximadamente a la mitad, el punto de trabajo se desplaza hacia la izquierda y la presión aguas abajo sube. Los reguladores de línea trabajarían en mejores condiciones.
- La presión de salida de los reductores del Tanque en el límite debería ser de 10 bar (para que en el caso de rotura de un regulador. la presión máxima que se alcance sea de 10 bar sobre las tomas).
- Tanques de más presión nominal, permitirían ajustes de presión a caudal cero más altas y con más facilidad trabajar a caudales mayores.

<div data-bbox="363 1308 711 1480" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>Reductores de tanque</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> • Los reductores de tanque pueden ser un cuello de botellas importante. Solo conocemos las curvas de un fabricante muy serio • Las bajadas de presión del primer tramo de caudal y las condiciones limitadoras de la norma dificultan soluciones fáciles • Las curvas y características de los reductores deberían incorporarse al contrato
---	---

Fig. 7- Reductores del Tanque

En el tema de los reductores existe un error común. Muchos se fijan en el caudal máximo como cifra y nada más. Y no en el resto de detalles.

Una idea que aportamos es digitalizar las curvas de forma que entrando el ajuste a caudal cero y el caudal de consumo, podamos ver si entra en las especificaciones del proyecto. Destacamos esto porque alguna de las marcas no tiene las curvas a disposición del público especializado.



Línea a media presión

Geográficamente está a continuación de los reductores del Tanque. Por ser la presión entre 6,5 y 10 bar el dimensionado no suele ser problemático, ya que admite más pérdidas de carga.

<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> Línea a media presión </div>	<ul style="list-style-type: none"> • No suele ser problemático, por trabajar a una presión relativamente alta . Además, hasta cierto punto las pérdidas de carga pueden compensarse en los reductores de línea finales • Presión de salida de los reductores de tanque ≤ 10 bar y $> 6,5$ bar • La velocidad debería ser $\ll 15$ m/seg. • Sería conveniente disponer de alarmas de baja presión en la entrada de los reductores de línea distales
---	---

Fig. 8-Línea a media presión

Los centros antiguos, rejuvenecieron sus prestaciones añadiendo reductores de línea.

De forma que, subiendo la presión de salida de los reductores del Tanque, los reductores de línea “eliminaban o compensaban” las pérdidas de carga desde la salida de los reductores del Tanque hasta la entrada del área alimentada por el regulador de línea.

De forma similar al suministro eléctrico que inicialmente se realizaba en baja tensión y después se enviaba a media tensión. Intercalando transformadores cerca de los puntos de consumo. Hoy en día suelen instalarse transformadores por edificios, alimentados a 12.000 vca (voltios de corriente alterna).

Ha funcionado bien pero no sabemos si esta solución está en camino de agotarse. Muchos rejuvenecimientos se hicieron sin modificar los tramos de las tomas, lo que representó un avance. Después, las zonas finales se fueron mejorando con ocasión de reformas, pero algunas no se han modificado todavía.

Suma de caudales de reductores de línea

<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> Suma de caudales de los Reductores de línea </div>	<ul style="list-style-type: none"> • La suma de caudales reales de todos los reductores de línea, es el caudal de los reductores del tanque • Cuanto mas crece esta suma, más baja la presión de salida de los reductores del tanque, que es la de entrada a los reguladores de línea • Las ampliaciones o cambios de consumo previsibles deben comunicarse a los suministradores por si hiciera falta cambiar algunos elementos de las fuentes o variar algún ajuste
---	--

Fig. 9- Suma de caudales de reductores de línea



Líneas a baja presión

<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> Líneas a baja presión </div>	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad debería ser inferior a 15 m/seg por seguridad • Las ideas evolucionan lentamente. Muchos países están equipados con redes que se han actualizado por medio de reductores de línea sobrepuestos a la instalación antigua. Con lo que implica de soluciones de emergencia.
---	---

Fig. 10- Líneas a baja presión

Si las líneas a baja presión tienen mucha antigüedad y poca documentación; es posible que hayan trabajado bien durante años. Pero las normas siguen con retraso la evolución de las necesidades.

Las normas suelen estar fácilmente accesibles. La evolución de los consumos suele pasar desapercibida hasta que no causen problemas.

Hay que estar vigilantes del mantenimiento sobre las tomas. Si puede pararse la instalación por espacio de 6-8h se pueden medir las fugas con bombonas muy pequeñas. **Una de las veces que medimos una planta, las fugas alcanzaban los 5000 m³/año.** Después de realizar el MP recomendado por el fabricante, las fugas con el mismo método bajaron a solo 500 m³/año. Los errores podrían llegar a +/- 10 o 15 %; sea el error que sea, la fuga era muy grande.

Una cosa importante hoy por hoy, es que las cajas de cierre y control dispongan no sólo de válvulas, sino de elementos de aislamiento manuales para poder hacer mediciones minimizando los errores por fugas de las válvulas. Una medición correcta facilita los fondos para el mantenimiento. Los fondos salen del mismo hospital, pero las cuentas sobre las que se cargan son diferentes.

Presión sobre las tomas

He aquí un resumen de los valores de presión límites y problema con las alarmas

<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> Presión sobre las tomas </div>	<p style="color: red; text-align: center;">Presiones a evitar en respiradores</p> <ul style="list-style-type: none"> • <= 3,6 bar • >= 6 bar <p style="color: red; text-align: center;">Alarmas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posible problema con alarmas antiguas o mal ajustadas, porque podrían no detectar entornos peligrosos <p style="color: red; text-align: center;">Rango de presiones OK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presión mínima >= 4 bar • Presión máxima <= 5 bar
---	--

Fig. 11- Presión sobre las tomas

Los valores máximos y mínimos para respiradores implican el riesgo de bloqueo.



Las presiones nominales se mueven entre 4 y 5 bar, de acuerdo con la norma ISO 7396-1

Históricamente las primeras obras de grandes reformas, fueron durante la década de los 70. Las alarmas eran sólo por valor mínimo. El ajuste se realizaba con potenciómetros de carbón muy sencillos con un rango de giro de 270 grados. Con una precisión y repetibilidad muy lejos de la norma actual. La precisión era muy mala, no se podía comprobar bien, tampoco se disponía de manómetros digitales.

La sensación percibida como observador, era que no importaba demasiado la calidad de los ajustes. Porque si el gas fallaba, se suponía que fallaba totalmente y la alarma se disparaba seguro. Una sobrecarga como las que hemos visto con el COVID 19 puede provocar evoluciones que pueden conducir a que las presiones bajen a valores intermedios bajos o muy bajos. Las alarmas se pueden silenciar, pero las presiones continuarán bajas. Pero hay otros inconvenientes, que con la vorágine del problema quizás hayan pasado desapercibidos; **la fiabilidad de la medición del caudalímetro.**

El problema es que, para mucha gente de la parte asistencial y también técnica, se desconoce cómo afecta al caudal medido con los caudalímetros mayoritarios del país, los del tipo flotador. Hasta ahora nos hemos encontrado con caudalímetros calibrados a una presión más baja de la existente en la red.

Con lo que el caudal leído era mucho más bajo que el real. **Las diferencias son equivalentes a fugas.** En estos casos el exceso de caudal aparte del aspecto económico, podía llegar a considerarse, que no tenía muchos inconvenientes.

Personalmente desconocemos el caso inverso, cuando el caudal leído es mayor que el caudal real. Si se pautaban caudales de 50 LPM, desconocemos que pasaba con caudales muy inferiores y como influía este hecho en la percepción del médico .

En cuanto a las tomas, NO recomendamos el uso de las tomas roscadas a la red, recomendamos usar tomas soldadas. Existen sistemas de roscas, excelentes, pero sólo suelen utilizarse en centrales nucleares y gases purísimos para laboratorio. En algunos casos y modelos el mero hecho de conectar/desconectar afloja las conexiones y puede provocar fugas. Cuando una fuga se oye es ya enorme. Ejemplo una fuga que puede parecer pequeña o muy pequeña.

3 LPM = 180 LPH (litros por hora) = 4320 LPD (Litros por día) =1576800litro/año =1576 m³/año

Un cambio nefasto fue el paso desde tomas parecidas a la norma francesa, a las AFNOR. Ha existido un paso desde modelos de unas varias marcas concretas a modelos que después se han hecho norma nacional. Con ligeras variantes, sobre el modelo anterior para no beneficiar a ninguna marca concreta. Pero siempre lo común ha sido normalizar la codificación del sistema de conexionado.



Este caso originó muchos problemas, ya que los centros no quisieron/pudieron cambiar las tomas al modelo según norma AFNOR. Pidieron o les ofrecieron conectores mixtos “compatibles AFNOR, con el modelo extinguido”. La extinción definitiva se produjo después de varias prórrogas. Como no se hacen mediciones de fugas periódicas, no sabemos las pérdidas por fugas habidas en estos años por conectores mixtos que fabricaban marcas de caudalímetros.

Pero las fugas son además de costosas, nefastas ya que no dejan que el oxígeno llegue a los puntos necesarios. Pudiendo transportar una cierta cantidad de gas, se transporta el consumo facturado menos los fugas.

En el tema de las tomas, en España no se estandarizó ninguna toma concreta, lo que en si tampoco es buena idea.

En

España han existido tomas de múltiples marcas y normas:

Marca de las tomas	
1	• Manufacturas Médicas
2	• Seo (también denominadas SEO antiguas)
3	• Seo nueva, Air Liquide (AFNOR)
4	• Abelló (FRO)
5	• Oxifar antigua
6	• Oxifar nueva, Carbuos Metálicos
7	• Draequer (DIN)
8	• BOC (norma inglesa)

Tabla 1- Marcas de tomas incompatibles entre si

En negrita, las tomas que cumplen con normas nacionales y son por tanto tienen marcas compatibles en cuanto a codificación de las conexiones.

Citamos sólo marcas con modelos incompatibles con otros de la misma lista. En negrita las tomas construidas según una norma nacional y por tanto vigentes.

Las tomas compatibles por norma, no son compatibles en cuanto a despieces y repuestos.

Esto junto con que las tomas normalizadas, tienen la competencia de otras marcas compatibles en cuanto a norma, produce un mercado que parece un zoco. Si a las tomas normales ya no se les hace mantenimiento, a otras que hay que traer de otros países menos.

Cuando fugan no se pueden reparar con facilidad. Con lo que es conveniente estandarizar una marca y de alguna forma que no sabría decir especificarla en la obra pública.

En un gran hospital hace ya muchos años se escogieron tomas norma DIN (lo que es en si mismo es un primer paso importante). Pero años más tarde en un recuento parcial identifique hasta 5 marcas DIN distintas instaladas. Lo que representa, que para tener



recambios de un gas concreto (y hay 4 mayoritarios) hacen falta 20 conjuntos (20= 5 marcas x 4 gases).

La decisión de estandarizar una norma, solo estandariza los conectores de los equipos con gases.

El número de tomas por cama mínimo es de 2 y el máximo es de 7. Esta última cifra viene de repartir todas las tomas instaladas (contando las tomas de UCI, UVI, Urgencias, quirófanos, reanimación...) entre el número de camas de los últimos hospitales construidos.

En total de camas de España es de 158.567 Uds. El total de tomas tomando una ratio de 4 tomas/cama es de 634.268 Uds. Solo teniendo en cuenta el número de variantes de la Tabla 1 incompatibles entre sí.

Un repuesto de una toma ronda los 13 €/ud. Por tanto, estamos hablando de un costo cada 4-6 años de 8 245 484 €, mucho menos que las fugas. Pero aun y así se pueden comentar algunos aspectos.

Si en Alemania, marcas como Draequer, Hayer, Gregersen, Medapetc fueron capaces de ponerse de acuerdo para llegar a una codificación común. Lo mismo paso en Francia según información recibida (paso desde la SEO antigua a la nueva, Air Liquide y otras marcas).

Las tomas actuales tienen unos elastómeros que nos da la impresión de que antes eran más longevos. Conseguir alargar la vida disminuye costes y además si existen varias marcas ayudaría a uniformizarlas frecuencias. Algunas tomas necesitan de un cero total de planta para cambiar los fungibles. Digamos que no son tan amigables como otras.

¿Sería posible conseguir los cuerpos de las tomas fueran comunes a varias marcas? , como si fueran tornillos.

Recomendaciones y conclusiones

Se han analizado muchas circunstancias solas o combinadas que pueden limitar el suministro de oxígeno en un centro.

Las segundas y terceras fuentes, en una gran mayoría de los centros, quedaron congelados (en cuanto a volumen almacenado) con la llegada y generalización del uso de tanques criogénicos. Es algo conocido (o debería serlo) a nivel técnico. La ampliación de capacidades es una responsabilidad del centro y por ello no entraremos excesivamente en esto.

Se puede conseguir como segunda fuente otro tanque criogénico, dejando en este caso la tercera fuente con botellas y válvulas cerradas. Dado que la frecuencia de recarga no es muy espaciada. Es posible el rellenado de los dos tanques simultáneamente, uno tras otro. La tercera fuente queda automáticamente duplicada con las dos baterías de



botellas. Lo que no significa que el volumen almacenado sea suficiente, los cálculos son fáciles. Con la ventaja de que quedaría con dos sistemas de regulación de presión por vaporización de independientes.

Otra opción complementaria es construir entradas de líquido adicionales para Dewars. En plena pandemia, había una demanda de más de 15.000 Uds. de Dewars, más grandes y con más presión de salida. Parece ser que hasta con 15 bar de salida y con un coeficiente de vaporización más alto (en unos 15 días se vaciaban). Ideal pues para sobreconsumos. Desconocemos que número de Dewars se han llegado a construir en este periodo y, por tanto, si habría escasez, si surge otra pandemia que demande más oxígeno.

También es el momento de disponer de la información de la que deberíamos ser custodios y complementarla adecuadamente.

- Recopilar toda la información disponible sobre la instalación de Oxígeno. Si los planos están disponibles sólo en papel, se pueden pasar a formato digital en copisterías especializadas. Confiamos en que aun existan con estos servicios.
- Construir planos/esquemas conceptuales con diámetros y medición física de cada tramo. Con esto se puede simular informáticamente el comportamiento de la red de distribución con cualquier norma actual o futura.
- En cada salida se deben especificar el número de pacientes y tipo (según norma y especialidad dentro del hospital), para determinar el caudal necesario según norma. El caudal que se va en cada salida de derivación a planta o área.

Dicho esto, será conveniente conocer la capacidad de reacción a nuestros fallos colectivos, por parte de la compañía suministradora.

También será de utilidad, información pormenorizada de funcionamiento y características de los diferentes elementos que componen el suministro criogénico. Tales como:

- coeficiente vaporización natural por día del tanque.
- el sistema de regulación de presión por vaporización. Con informaciones técnicas detalladas del fabricante. Caudal máximo suministrable.
- El calentador pasivo previo a los reguladores del tanque. Incluyendo informaciones del fabricante.
- El sistema de tele gestión, con descripción sobre los parámetros monitorizados (alarmas, avisos, nivel criogénico, presión interior...).
- El regulador de presión de salida a la instalación con sus características y su explicación detallada. Incluyendo informaciones técnicas y gráficas del fabricante.
- Gráfico presión /consumo a la salida del conjunto tanque y accesorios.



- Sistema de suministro ante emergencias. Camiones cisterna y numero de tanques contratados a cubrir.

07/08/2023



NOTAS PARA TODAS LAS ENTRADAS DEL BLOG

Copy right

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial de esta publicación, ya sea por medios mecánicos o electrónicos. Incluyendo grabaciones, fotocopias videos o cualquier otro medio de almacenamiento y recuperación de información sin permiso escrito previo del autor/es.

Advertencia

El contenido de este blog compartido con Uds., no tiene el suficiente detalle para una aplicación constructiva directa. No es un kit. La información aquí expuesta, puede parecer más sencilla de lo que realmente es. La reproducción de uno o varios de los conceptos, procedimientos y esquemas desarrollados debe ser supervisada por profesionales competentes. En aras a la claridad conceptual, en ocasiones no se incluyen todos los elementos constructivos y detalles.

El contenido expuesto, tiene finalidades educativas y didácticas. No nos hacemos responsables de lo que se haga con la información aquí expuesta. Gracias

Ampliaciones sucesivas a esta entrada

El tema no está agotado. Podrá continuar si se consiguen más datos

Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas que han colaborado.

Invitación

Las empresas interesadas en dar a conocer sus productos, pueden enviarnos sus documentaciones técnicas lo más completas posibles (manuales de montaje, instrucciones de funcionamiento, mantenimiento, planos.... etc.). Además, en PDF y a ser posible con fotos ilustrativas. Pero lejos de los simples folletos comerciales.

Quisiéramos que, en cada tema, se dispusiera de 2 o 3 marcas representativas. Hoy por hoy, es difícil. También si se considera de interés, agradeceríamos poder disponer de una ampliación de contenidos a demanda.

El objetivo final es dar a conocer productos y características de los mismos, y para ello nadie mejor que el propio fabricante y un técnico independiente del sector, que puede tener opiniones diferentes a las del fabricante. Consideramos que dar a conocer productos no es publicidad; con mesura es información técnica.

El uso de la documentación recibida es optativo. Y no es remunerado. Es necesario responder a las ampliaciones de información técnica que se les demanden.

En caso necesario se podrán solicitar muestras. Aunque no somos un laboratorio de ensayos.