



**C.T.S. ESPAÑA**

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

## GEL DE SILICE

Es de todos conocido el deterioro que sufren los materiales sujetos a oxidación o moho durante el almacenaje en lugares húmedos o durante la fase de embalaje y transporte. Este deterioro se evita únicamente disminuyendo significativamente la humedad relativa (HR) del ambiente en el que se encuentran/envasan dichos materiales y para ello el Gel de Sílice, por relación a su precio, por sus propiedades físico-químicas y por su eficacia como absorbente de la humedad atmosférica, ha demostrado ser el producto más conveniente y seguro que ofrece el mercado actualmente para solucionar el problema de la deshidratación del aire en los envases.

El Gel de sílice se produce con los sistemas de secado más modernos. Estos métodos garantizan la máxima sequedad y porosidad interna asegurando la mejor absorción de vapor de agua y gas.

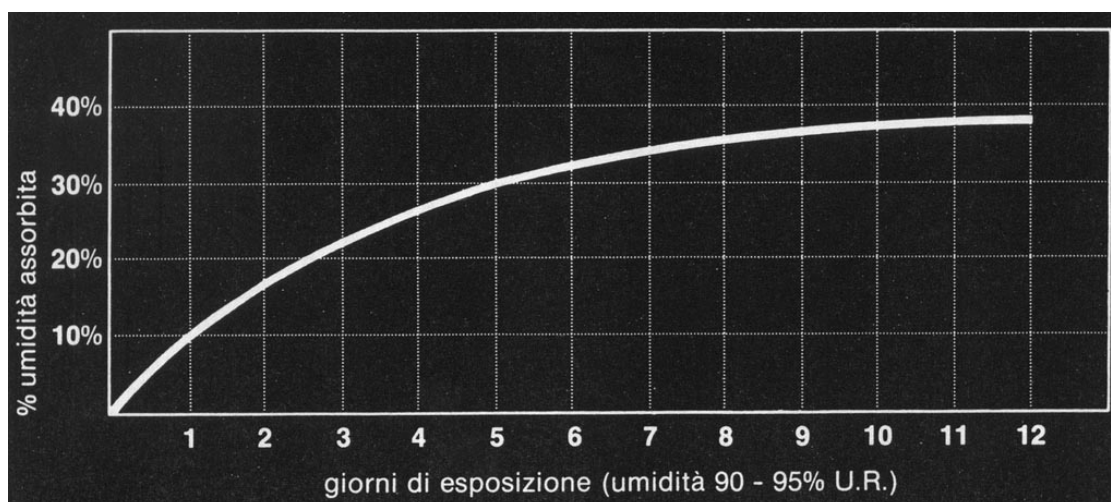
El gel de sílice (Sílica gel) se presenta en forma de cristales incoloros, transparentes o ligeramente opalinos, de diversa granulometría y está constituido por dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en estado amorfo. A diferencia de la sílice mineral que tiene la misma fórmula química, pero tiene una estructura cristalina y tiene altas densidades ( $d = 2,6$ ), el gel de sílice tiene una estructura amorfa - por lo tanto absolutamente inofensivo - y tiene una densidad muy baja que puede variar, dependiendo de los tipos, de 0.520/550 a 0.700/750.

La baja densidad se debe a la unión en grupos no orientados de las moléculas de  $\text{SiO}_2$  durante el procesamiento, determinando entre ellos espacios mínimos y canales subcapilares, de suma importancia para el propósito de la función que debe realizar el producto. El Sílica Gel es capaz de absorber y almacenar en sus capilares el vapor de agua y en general los gases presentes en la atmósfera circundante, gracias a la particular estructura de "esponja" que, aunque en dimensiones macromoleculares, asume cada gránulo.

### Capacidad de absorción:

La siguiente tabla muestra el diagrama de absorción de vapor, relativo a la duración de 12 días de exposición con una humedad del 95% a 25 °C.

La tendencia de la curva del gráfico indica cómo el poder de absorción del gel de sílice se estabiliza de manera gradual y uniforme. Esta característica hace que el gel de sílice sea indispensable para mantener el interior de un paquete a niveles bajos de humedad durante un período prolongado.





## C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

### Características dinámicas:

Resistencia al flujo: En los procesos de deshidratación de gases y aeriformes que atraviesan capas de gel de sílice, se han medido experimentalmente las siguientes caídas de presión en el flujo:

cm 2,5 con velocidad de flujo 5 ml/min

cm 2,9 con velocidad de flujo 10 ml/min

cm 8 con velocidad de flujo 15 ml/min

con tamaño de partícula del gel de 3-5 mm y sección de paso de 1x1 m.

Poder absorbente en relación al caudal: a partir de ensayos experimentales se ha establecido que el poder absorbente del Sílica Gel es igual al 99,9% con caudales de hasta 4,5 ml/min. Al aumentar la velocidad, la potencia se reduce significativamente hasta un 45% a una velocidad de 7,5 ml / min y, a más con velocidades más altas.

Los gases a deshidratar deben ser neutros o ligeramente ácidos. Los gases alcalinos tienden a disolver la sílice.

### Regeneración:

El gel de sílice si se calienta en una corriente de aire a 120-125 ° C durante 12 horas pierde el agua adsorbida y recupera su peso seco, por lo que, puede volver a ejercer su acción de secado, aunque en un grado algo reducido. La operación de regeneración no se puede repetir muchas veces, porque además del vapor de agua, otros gases y residuos de alquitrán de la atmósfera también se adsorben y ya no se liberan incluso después de un secado prolongado, reduciendo así el poder de adsorción original.

### Cálculo de la cantidad de gel de sílice a utilizar en el embalaje:

El tabla del gráfico n. 3 expresa la cantidad (en días) de agua en estado vapor contenida en 1 m<sup>3</sup> de aire a presión ordinaria, a las distintas temperaturas que pueden ocurrir habitualmente durante el transporte, (tanto por mar como por tierra) y teniendo en cuenta la humedad relativa (RH) para cada temperatura. En general, para evitar los efectos nocivos de la humedad en los envases, es suficiente bajar el contenido de vapor de agua a un nivel correspondiente al 30% de H.R.

Por ejemplo, si un paquete contiene un volumen de 1.000 litros de aire (1 m<sup>3</sup>), una H.R. del 80% y la temperatura es de 20°C, para asegurar un secado que reduzca la H.R. de los 1.000 litros de aire al 30% de H.R. será necesario retirar una cantidad de vapor de agua de gr. 8,65.

Con una H.R. del 75% y una temperatura de 25°C este dato es de gr. 10,8 como se puede encontrar, en la gráfica 3, interpolando para los datos intermedios no indicados.

Calculando una absorción del 25% en el primer caso serán suficientes aproximadamente 34 gr. de Gel de Sílice mientras en el segundo caso se necesitará aumentar a aprox. 44 gr (ver grafica 2).

Esta hipótesis sólo puede darse en un ambiente ideal, absolutamente impermeable, que mantenga la temperatura y presión atmosférica esperadas, y en el que ningún elemento externo (paredes, fibras, papel, virutas, etc.) pueda liberar otra humedad, tanto propia suya como propia del entorno externo. También es necesario tener en cuenta el equilibrio de absorción que se establece entre Sílica Gel y H.R. en un ambiente con humedad decreciente.



**C.T.S. ESPAÑA**

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

Para tener en cuenta estos factores, que constituyen una variante de difícil cálculo, se proponen fórmulas que conducen a resultados aproximadamente seguros. Recomendamos utilizar pesos de gel de sílice, que se pueden calcular con las siguientes indicaciones:

Obtenida la cantidad (A) de vapor de agua a eliminar del ambiente dentro del embalaje para bajar la H.R. al 30% (ver gráfica n. 3), añada el valor (B) absorbido por el ambiente externo en base al coeficiente de permeabilidad de la envolvente, calculado en base a la gráfica n. 1 y el valor (C) que puede liberar el relleno del propio embalaje (aproximadamente el 10% del peso del relleno). Sumando estos tres datos A+B+C se obtendrá la cantidad (en gr.) de vapor a eliminar.

Por ejemplo: para un paquete de un m<sup>3</sup> de capacidad, asumiendo trabajar en un ambiente ideal a 25°C y a 75% H.R., la gráfica n. 3 nos dice que debemos eliminar gr. 17,65 – 6,87 = 10,80 aproximadamente de vapor de agua para bajar la H.R. al 30% (A).

Con un índice de permeabilidad medio del 0,50% y con una envolvente de 6 m<sup>2</sup> de superficie (1 m<sup>3</sup> de capacidad), suponiendo que el periodo de tiempo es de 3 meses, la gráfica n. 1 nos da como resultado:

gr. 90 x 3 = gr. 270 (B) de vapor de agua a eliminar durante el periodo de tiempo. Finalmente, si se agregan 2000 gr. de rellenos varios en el interior del embalaje (trapos, virutas, papel, madera, etc.) capaces de ceder un 10% de humedad, esto es 200 gr. (C), habrá un total (A+B+C) de 10,80 + 270 + 200 = 480,80 gr. aproximadamente de vapor de agua para ser absorbidos por el Gel de sílice.

Para aproximadamente 500 gr. de vapor en las condiciones de temperatura y H.R. expuestas en al ejemplo, son necesarios teóricamente 2000 gr. de Gel de Sílice. Además, un ligero exceso de Sílice nunca viene mal y puede prevenir eventuales imprevistos que pueden surgir durante un viaje por mar. Y porque es necesario tener en cuenta el equilibrio de absorción que se crea en el ambiente con la disminución de la H.R., la gráfica n. 2 nos dice que en el caso contemplado se necesitan aproximadamente 10 bolsas de unos 250 gr. de Gel de Sílice.

Para viajes terrestres, las cantidades se pueden reducir en un 30%.

#### **Uso de bolsas desecantes:**

Calculado el número total de bolsas a utilizar, se intentará distribuir las dentro del espacio impermeable que encierra la mercancía a embalar, en varios puntos distantes entre sí, antes del cierre definitivo del propio embalaje.

Recomendamos el uso de varias bolsas distribuidas de varias formas en lugar de una sola del mismo peso total. Toda la operación debe realizarse en el menor tiempo posible para permitir que el Gel de Sílice ataque la humedad dentro del embalaje impermeable, sin que se agote por el contacto con la atmósfera externa. El contacto del gel con agua en estado líquido provoca la fractura de los gránulos, reduciéndolos a diminutos gránulos y dando lugar a la formación de polvo.

#### **Normas internacionales:**

Las normas Francesas adoptan como Unidad el peso de Gel de Sílice que a 20°C±3 absorbe:

60 gr. de agua a 20% H.R.

80 gr. de agua a 30% H.R.

100 gr. de agua a 40% H.R.

para estos datos son alrededor de 450 gr. de gel de sílice.

Para las normas Americanas, la Unidad es igual al peso de gel de sílice que a 25°C absorbe:

3 gr. de agua a 20% H.R.

6 gr. de agua a 40% H.R.

y es equivalente aproximadamente a 1/16 del valor francés. Las disposiciones pertinentes se refieren a estas unidades.



## C.T.S. ESPAÑA

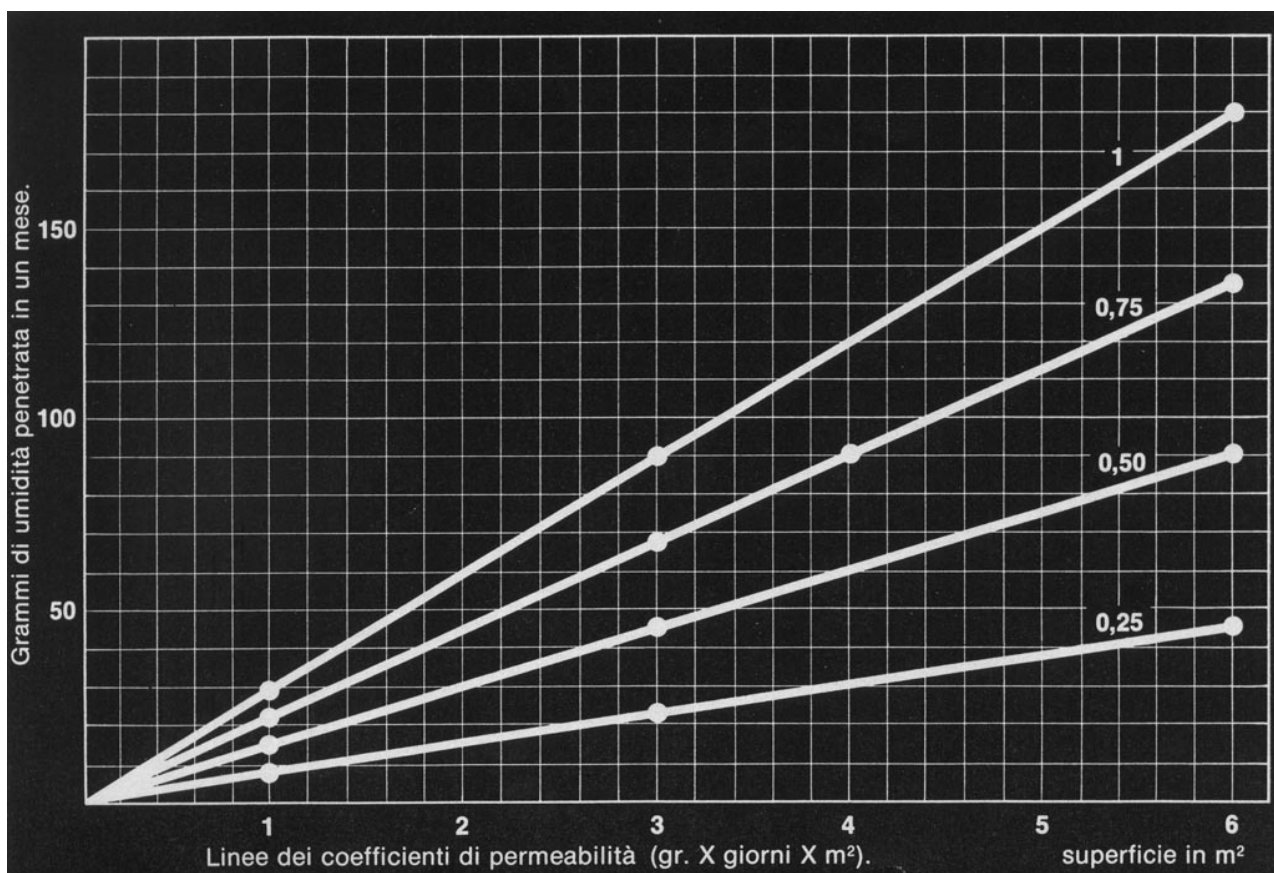
Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

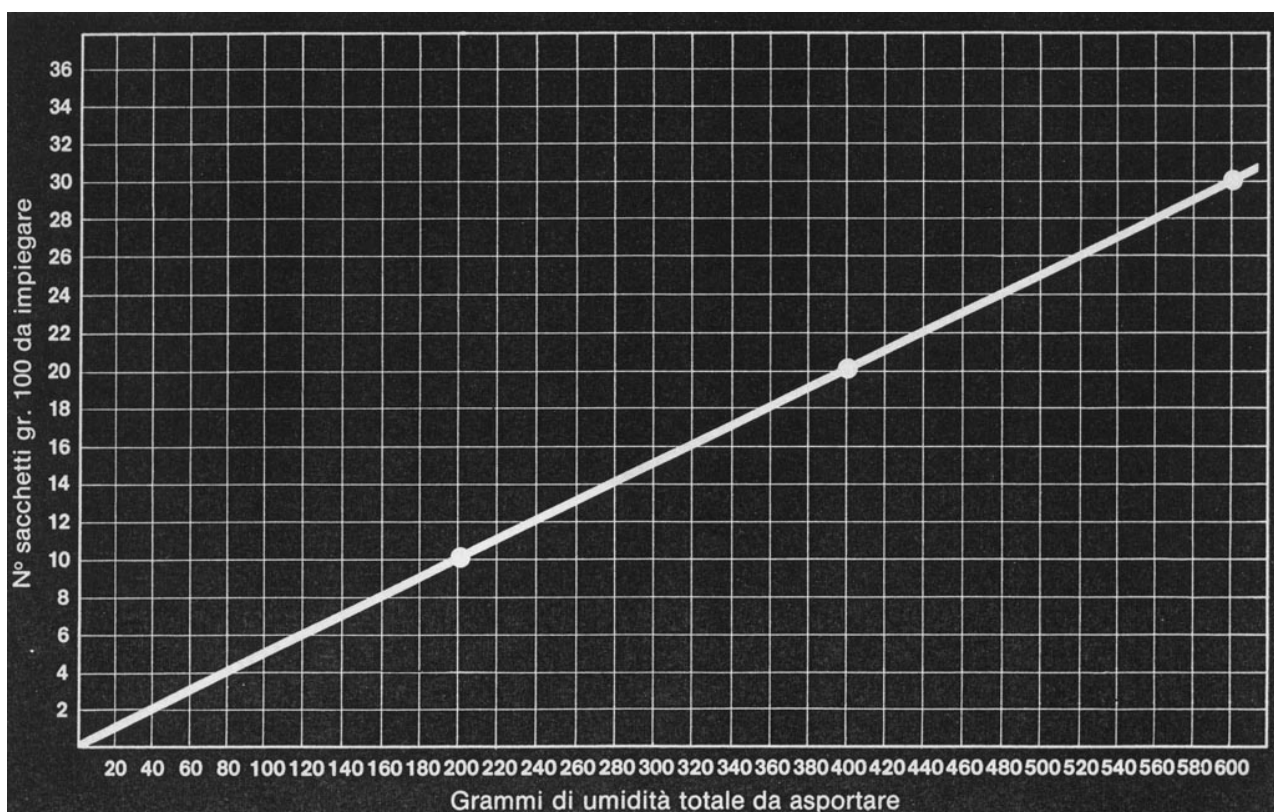
28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com



Gráfica n. 1



Gráfica n. 2



**C.T.S. ESPAÑA**

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33

www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

<b>UMIDITÀ RELATIVA (U.R.)</b>										
<b>Gradi C°</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>	<b>60%</b>	<b>70%</b>	<b>80%</b>	<b>90%</b>	<b>100%</b>
0°	0.49	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.43	3.92	4.4	4.9
1	0.52	1.04	1.56	2.08	2.60	3.12	3.64	4.16	4.7	5.2
2	0.56	1.12	1.68	2.24	2.80	3.36	3.92	4.48	5.0	5.6
3	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.4	6.0
4	0.64	1.28	1.91	2.56	3.20	3.84	4.48	5.12	5.8	6.4
5	0.68	1.36	2.04	2.72	3.40	4.08	4.76	5.44	6.1	6.8
6	0.73	1.46	2.19	2.92	3.65	4.38	5.11	5.84	6.6	7.3
7	0.77	1.54	2.31	3.08	3.85	4.62	5.39	6.16	6.9	7.7
8	0.83	1.66	2.49	3.32	4.15	4.98	5.81	6.64	7.5	8.3
9	0.88	1.76	2.64	3.52	4.40	5.28	6.16	7.04	7.9	8.8
10°	0.94	1.87	2.82	3.76	4.70	5.64	6.58	7.52	8.5	9.4
11	0.99	1.99	2.98	3.98	4.97	5.97	6.96	7.96	8.9	9.9
12	1.06	2.12	3.18	4.24	5.30	6.36	7.42	8.48	9.5	10.6
13	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.2	11.3
14	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.30	8.40	9.60	10.8	12.0
15	1.28	2.56	3.84	5.12	6.40	7.68	8.96	10.20	11.5	12.8
16	1.36	2.72	4.08	5.44	6.80	8.16	9.52	10.90	12.2	13.6
17	1.45	2.89	4.33	5.78	7.22	8.67	10.10	11.60	13.0	14.5
18	1.54	3.07	4.61	6.14	7.68	9.22	10.80	12.30	13.8	15.4
19	1.63	3.25	4.88	6.51	8.13	9.76	11.40	13.00	14.6	16.3
20°	1.72	3.44	5.16	6.88	8.60	10.30	12.00	13.80	15.5	17.2
21	1.82	3.65	5.48	7.30	9.13	11.00	12.80	14.60	16.4	18.2
22	1.93	3.87	5.80	7.74	9.67	11.60	13.50	15.50	17.4	19.3
23	2.05	4.10	6.15	8.20	10.25	12.30	14.30	16.40	18.4	20.5
24	2.17	4.34	6.51	8.68	10.85	13.00	15.20	17.40	19.5	21.7
25	2.29	4.58	6.87	9.16	11.45	13.70	16.00	18.30	20.6	22.9
26	2.42	4.84	7.26	9.68	12.10	14.00	16.90	19.40	21.8	24.2
27	2.56	5.12	7.68	10.25	12.80	15.40	17.90	20.50	23.0	25.6
28	2.71	5.42	8.13	10.85	13.50	16.30	19.00	21.70	24.4	27.5
29	2.86	5.72	8.58	11.44	14.30	17.20	20.00	22.90	25.7	28.6
30°	3.02	6.04	9.05	12.10	15.10	18.10	21.10	24.10	27.2	30.2
31	3.18	6.36	9.54	12.70	15.90	19.10	22.20	25.40	28.6	31.8
32	3.35	6.71	10.06	13.40	16.80	20.10	23.50	26.80	30.1	33.5
33	3.56	7.08	10.60	14.20	17.70	21.20	24.80	28.30	31.8	35.4
34	3.73	7.46	11.20	14.90	18.70	22.40	26.10	29.80	33.6	37.3
35	3.94	7.88	11.80	15.80	19.70	23.60	27.60	31.50	35.4	39.4
36	4.15	8.30	12.45	16.60	20.80	24.90	29.00	33.20	37.3	41.5
37	4.37	8.74	13.20	17.50	21.90	26.20	30.60	35.00	39.3	43.7
38	4.60	9.20	13.80	18.40	23.00	27.60	32.70	36.80	41.4	46.0
39	4.84	9.68	14.50	19.40	24.20	29.00	33.90	38.70	43.6	48.4
40°	5.08	10.20	15.30	20.40	25.40	30.50	35.60	40.70	45.8	50.9
50°	8.27	16.50	24.80	33.10	41.40	49.60	57.80	66.20	74.4	82.7
60°	13.00	26.00	39.00	52.00	65.00	78.00	91.00	104.00	117.0	130.0

Grammi di vapore acqueo contenuti in un metro cubo d'aria umida in funzione della temperatura e dell'umidità relativa (U.R.)

Gráfica n. 3