



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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

ESPESANTES

(CARBOPOL ULTREZ 21 / ETHOMEEN, ETILCELULOSA N300,
KLUCEL G, VANZAN NF-C, CARBOGEL, PEMULEN TR2)

En la práctica de la restauración se usan cada más frecuentemente **geles acuosos** que contienen varios tipos de reactivos (encimas, quelantes, tensioactivos, tampones ácidos y alcalinos), **disolventes en forma espesada**, a través de el añadido directo de celulosas modificadas, o bien, **“solvent gels”**, sistemas más complejos donde el disolvente se gelifica en estructuras con capacidades tensioactivas.

Estos sistemas permiten obtener limpiezas más controlables, menor penetración de los reactivos en los estratos pictóricos, y en el caso de los disolventes, menor evaporización de vapores en el ambiente y por tanto una reducción del riesgo para el usuario.

CTS distribuye una gama completa de espesantes, permitiendo nuevas soluciones que hasta ahora no eran posibles.

Se resumen las características de los productos que podemos usar como espesantes y en las páginas sucesivas se explican más detenidamente cada uno de estos productos particulares.

	Fd	Carbopol Ultrez 21	Etilcelulosa N300	Klucel G	Vanzan NF-C	Carbogel
Agua	18	Con TEA	NO	SI	SI	SI
Disolventes muy polares (alcohol etílico e isopropílico, DMSO)	25-45	Con Ethomeen C/25	SI (excepto el DMSO)		NO	No estudiados todavía
Disolventes media polaridad (acetonas, etilacetato)	45-60	Con Ethomeen C/25 e C/12				
Disolventes a baja polaridad (aromáticos)	60-90	Con Ethomeen C/12				
Disolventes apolares (white spirit, ligroina, esencia de petróleo)	>90					

En el caso que se desee profundizar en el tema dirijase a la siguiente bibliografía:

- Cremonesi P., Curti A., Fallarini S., Raio S.; “Preparazione e utilizzo di solvent-gels, reagenti per la pulitura di opere policrome”, Progetto Restauro, 15 (2000), 25-33.
- Kermes n. 44 (Octubre – Diciembre 2001)
- Materiali tradizionali ed innovativi nella pulitura dei dipinti e delle opere policrome mobili (atti del Convegno di Piazzola sul Brenta (PD) - (25-26 Ottobre 2002)
- Un approccio acquoso alla pulitura dei dipinti_ Richard Wolbers – Edizioni Il Prato, Padova

En la tabla de abajo se enumeran las características de los 4 espesantes normalmente usados para las **soluciones acuosas**.

Los geles acuosos son una alternativa válida a la Carboximetilcelulosa para efectuar papetas de limpieza, presentando menores problemas en la fase de eliminación (en particular el Carbogel). Pueden ser usadas soluciones que contienen los tradicionales reactivos como Amonio Carbonato o Amonio Bicarbonato, como también los complejos EDTA bisódico o tetrasódico.



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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

	KLUCEL G	VANZAN NF-C	CARBOPOL ULTREZ 21	CARBOGEL
Porque se usa?	Estable en el intervalo de pH 2-12, permite espesar todos los ácidos y las bases utilizables en el sector de la restauración. No está muy sujeto a la biodeterioración.	Siendo <u>estable hasta a 60°C</u> permite aplicar geles calientes , que facilitan en muchos casos la disolución de los materiales. Como el Klucel G es estable en el intervalo de pH 2-12. Detiene fuertemente el agua.	Forma gel a alta viscosidad , <u>con un contenido bajísimo de espesante</u> , por tanto una mayor simplicidad en la eliminación de los geles. Fácil aplicación en vertical y sobre techos.	Mantiene fuertemente el agua y por tanto puede aplicarse en soportes sensibles . Ningún poder adhesivo. <u>Fácil eliminación.</u>
Cuando no usarlo	Cuando la porosidad del soporte no permita la perfecta eliminación de los residuos.			No puede aplicarse en los techos o en bóvedas, y en presencia de muchas sales solubles. No ácidos.
	Si queremos trabajar sobre 40°C	Si hay un riesgo de biodeterioración	Si queremos trabajar con gel ácido	
Compatibilidad con los disolventes	Si, pero <u>solo los polares</u> como el Alcohol etílico, las aminas, el DMSO.	Si, hasta el 40% de alcoholes y los glicoles.	Si, todos (véase la ficha relativa a la preparación de solvent gel).	NO. Solo alcohol etílico hasta un máximo del 30%.
Otras propiedades	Por encima de 40°C el gel colapsa y se forma una solución blanquecina, fluida. Refrescando se reforma el gel transparente.	Pseudo-plasticidad Neutralidad del gel.	En el caso que se quiere impartir en el gel una acción tensioactiva se añade el 1-2% de Tween 20.	En el caso de <u>elevadas concentraciones de disuelto puede haber dificultad de espesar.</u>
Preparación	Directa. Agitar muy bien para evitar la formación de grumos. Para preparar geles muy viscosos se calienta por encima de 40°C; y se mezcla el polvo en el líquido, dejándolo después refrescar: se forma el gel transparente.	Directa. Más simple respecto a la del Klucel G. El polvo se añade a la solución acuosa a espesar, manteniendo sobre todo la agitación.	Verter el Carbopol en polvo sobre la superficie del agua, sin mezclar: en el transcurso de 3-4 minutos el polvo se hidrata pasando a la fase acuosa. Se añade después cualquier base (amoníaco, TEA...), mezclando hasta la gelificación.	Directa. El Carbogel se hidrata espontáneamente una vez añadido a la solución a espesar.

Resumimos en la tabla de abajo las características que nos permiten seleccionar el espesante óptimo para los **disolventes**.

	CARBOPOL ULTREZ 21	KLUCEL G	ETILCELULOSA N300
¿Porque utilizarlo?	Permite obtener "solvent gels" con optimas propiedades solubilizantes (gracias a la acción alcalina y tensioactiva del Ethomeen).	Permite espesar directamente disolventes polares (fd 25-45)	Permite espesar directamente también disolventes de polaridad media y baja (fd 45-90)
Cuando no utilizarlo	Cuando la porosidad del soporte no permita la perfecta eliminación de los residuos.		
	Si queremos trabajar con pH neutro		Entre los tres productos es el más adhesivo
Viscosidad	Depende tanto del tipo de disolvente como de la cantidad de espesante		
	Altísima , con un contenido mínimo de espesante (desde 0,5 al 2%)	Media	Baja (Ejemplo: al 5% en Tolueno/Etanol. 80/20 desde 250-350 mPa.s a 25°C)
Preparación	Mezclar Carbopol y Ethomeen en proporción 1:10. Añadir baja continua agitación de 50 a 100 partes de disolvente. En algunos casos se formará el gel, en otros (disolventes apolares), será necesario añadir pequeñas cantidades de agua.	Directa. Agitar muy bien para evitar la formación de grumos. Para preparar geles muy viscosos se calienta por encima de 40°C; y se mezcla el polvo en el líquido, dejándolo después refrescar: se forma el gel transparente.	Directa. Agitar muy bien para evitar la formación de grumos.



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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

CARBOPOL ULTREZ 21

Polímero acrílico reticulado hidrófilo y ácido, que en agua se infla pero no se disuelve, dado que sus notables dimensiones no permiten hacer una dispersión. Además, las moléculas se "ovillan" por lo que la dispersión no neutraliza, tiene un pH de aproximadamente 3, es solo un poco viscosa. Solo después de añadir una base, que salifica los grupos ácidos -COOH presentes a través de la cadena, estos se distienden dando un enorme aumento de viscosidad, y dando lugar a formar el gel. El gel obtenido es por lo tanto alcalino, pero la cantidad de base puede ser dosificada para obtener un pH cercano al neutro.

El ácido poliacrílico **CARBOPOL® ULTREZ 21**, en combinación con las aminas **ETHOMEEN®**, permite la preparación de gel (*solvent-gels*) con todos los disolventes usados para las operaciones de restauración, incluso las más polares como White Spirit D 40 y Esencia de petróleo.

CARBOPOL® ULTREZ 21 permite la preparación de gel de alta viscosidad, con un contenido máximo de espesante (aprox. el 1%), por tanto una mayor simplicidad en la operación de eliminación del gel mismo, y menores riesgos de dejar residuos sobre las superficies.

PREPARACIÓN DEL " SOLVENT GEL "

La primera operación consiste en mezclar **CARBOPOL® ULTREZ 21** amina **ETHOMEEN®** (véase más abajo para la elección entre los tipos de **ETHOMEEN®**). Una vez obtenido una mezcla homogénea se puede proceder a añadir el disolvente que se pretende gelificar. En este punto no se ha desarrollado todavía el fenómeno de la gelificación: la solución debería de resultar homogénea pero no necesariamente transparente, y solo ligeramente viscosa. Solo después de añadir una pequeña cantidad de agua (1-5%) se formará el gel. Para estos procedimientos de preparación puede ser extremadamente útil el uso de un "agitador mecánico". Si bien no es estrechamente necesario, su uso puede prevenir la formación de grumos, que son más difíciles de eliminar.

La presencia de una pequeña cantidad de agua no significa que no se pueda usar este tipo de gel incluso en los soportes sensibles al agua. De hecho, el agua está en este caso fuertemente unida al **CARBOPOL ULTREZ 21®** (su función es justo la de permitir el "desenrollamiento" de las cadenas del ácido, que de otra forma permanecerían envueltas sobre si mismas), y no se queda impregnada en el soporte

Para la determinación de las cantidades de las sustancias se observa en línea de máxima en relación en peso entre **CARBOPOL® ULTREZ 21/ETHOMEEN®/solvente** de **1/10/50**. Esta indicación debe de valorarse según el tipo de disolvente, ya que la misma cantidad de adensante puede dar diferentes niveles de viscosidad según el tipo de disolvente.

Se aconseja partir de geles más viscosos y eventualmente diluir con progresivos añadidos de disolvente. Resulta por tanto imposible la operación inversa, dado que el añadido de polvo a una solución viscosa no permite una buena dispersión, y lleva a la formación de grumos.

ELECCIÓN DEL TIPO DE ETHOMEEN®

ETHOMEEN® C/12 – Disolventes apolares (Citrosolv, Xilene, Tolueno, Disolvente Nitro, Esencia de petróleo, Esencia de Trementina y en general los hidrocarburos aromáticos y alifáticos).

Nota: para el Etil Acetato y el Butile Acetato es necesario añadir, en la fase final:

para el Etil Acetato – en vez de solo agua, una mezcla agua/alcohol etílico 1/1.

para el Butile Acetato – en la fase final, agua y alcohol butílico en relación 1/1.

ETHOMEEN® C/25 – Disolventes polares (alcoholes, Acetonas, Dimetilsulfoxido, aminas orgánicas)

APLICACIÓN DEL " SOLVENT GEL "

Aplicar por medio de un tampón o de un pincel sobre la superficie a limpiar, dejándolo actuar por un tiempo que puede variar de algunos segundos a algunos minutos. La transparencia del gel permite observar los fenómenos en acto sobre la superficie. Proceder después a la eliminación.



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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

ELIMINACIÓN DEL “SOLVENT GEL”

Eliminar con tampón seco, y después con un tampón bañado con un disolvente. La elección del disolvente debe respetar el tipo de polaridad de **ETHOMEEN**[®] usado, sin que, sin embargo, el disolvente tenga consecuencias en el estrato pictórico. Por ejemplo, si se ha efectuado una limpieza con un gel de Xileno, espesado con **ETHOMEEN**[®] C/12, se puede eliminar con un disolvente apolar como la Esencia de petróleo. los Solvent Gels preparados con Ethomeen C-25 necesitan sin embargo un disolvente de una cierta polaridad para la eliminación, por ejemplo 20-30% Acetonas en Esencia de petróleo.

Una investigación llevada a cabo por el Getty Institute of Conservation ha permitido determinar con precisión la entidad de los residuos que quedaban después de los tratamientos con sistemas soportados, como *solvent-gels*, o incluso los enzimáticos. Tales pruebas, han evidenciado una eliminación en torno al 99% y más, según el tipo de lavado. El residuo que puede permanecer sobre la superficie se constituye después por una molécula no reactiva hacia el substrato, en cuanto al Acido Poliácrico ha sido neutralizado con la base **ETHOMEEN**, o bien hemos obtenido una sal, pero de enormes dimensiones. Será de todas formas necesario evitar este tipo de material en los casos de presencia de craquelados, especialmente si son profundos, para no encontrar excesivas dificultades en la eliminación.

CARBOPOL[®] ULTREZ 21 Y LOS GELES ACUOSOS

La preparación de geles acuosos y de alta viscosidad (ya >50.000 mPa.s en el 0,5% de sólido) con **CARBOPOL**[®] **ULTREZ 21** es extremadamente simple, dado que por el simple añadido de agua se hidrata rápidamente (3-5 minutos). Se añade después una base cualquiera (amoníaco, TEA...), mezclando hasta la gelificación. La cantidad de base puede añadirse de manera que se obtenga un pH cercano a la neutralidad.

ETILCELULOSA N 300

La **ETILCELULOSA N 300** pertenece a la familia de las celulosas modificadas, una clase de sustancias resultantes del tratamiento de las fibras de celulosa con varios reagentes. Se efectúa un injerto, sobre los grupos hidrófilos de la cadena celulósica, de terminales de varios tipos, y por ello estas sustancias son también llamadas *Éteres de Celulosa*.

Entre las sustancias más conocidas de este grupo esta la **Carboximetilcelulosa** (donde algunos grupos terminales son ácidos carboxílicos) y el hidroxipropilcelulosa (el ya mencionado **Klucel G**). Estas moléculas, no obstante siendo hidrófilas, son demasiado grandes para hablar de una verdadera y propia solubilización, y se habla de hinchado en agua, y también en disolventes muy polares.

Gracias al elevadísimo grado de sustitución (2,5 sobre un máximo teórico de 3), la **ETILCELULOSA N 300** resulta ser un material lipofilo insoluble en agua, que se hincha en los disolventes orgánicos a polaridad media y baja formando con la mayor parte de ellos unos geles.

Respecto a otras sustancias usadas hasta ahora, la **ETILCELULOSA N 300** presenta la ventaja de espesar también algunos disolventes apolares (Esencia de Trementina, aromáticos), mientras para otros todavía (aquellos extremadamente apolares como el White Spirit D 40) el hinchamiento no lleva a una gelificación. Además, gracias a su elevado peso molecular y a su elevada pureza, se reducen notablemente las cantidades necesarias respecto a las otras etilcelulosas.

Respecto al Carbopol Ultrez 21, la **ETILCELULOSA N 300** tiene un mayor poder adhesivo, característica que se tiene que tener siempre en cuenta para la eliminación de los residuos, que resulta entonces más difícil.

Presenta por otro lado la ventaja de una preparación mucho más simple. De hecho, la **ETILCELULOSA N 300** debe de añadirse al disolvente, o mezcla de disolventes, sin ningún añadido de otros componentes, manteniendo todo bien agitado..

Si se deja secar el **ETILCELULOSA N 300** forma un film con índice de refracción 1,47 e índice de dureza Sward 52-61, calculado sobre un film de 75 micrómetros. Normalmente no se usa este producto como sustancia filmógena o como adhesivo, porqué se tienen dudas sobre su estabilidad en la oxidación. En este caso es preferible usar el Klucel G.



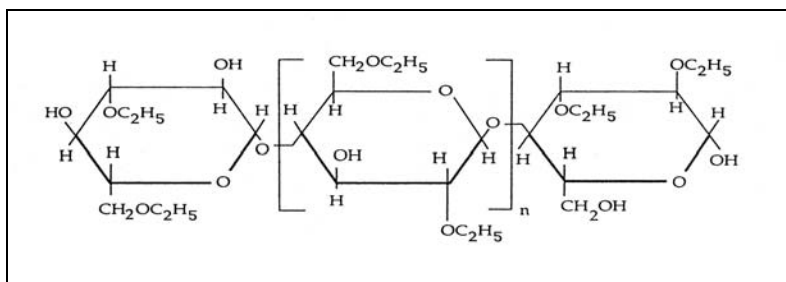
C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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



Estructura de la etilcelulosa

KLUCEL G

Se trata de una celulosa modificada, una hidroxipropilcelulosa, que permite espesar tanto soluciones acuosas como disolventes orgánicos polares con μ comprendido entre 25 y 45, como el Alcohol etílico, las aminas, el Dimetilsulfoxido.

EN un gel acuoso a base de **Klucel G** pueden añadirse solo pequeñas cantidades de disolventes apolares, que varían des disolvente a disolvente.

Tiene un poder adhesivo medio, y se usa como adhesivo para papel y cartones.

Por encima de 40°C el gel colapsa y se forma una solución blanquecina, fluida. Esta propiedad puede resultar útil para preparar geles muy viscosos: se calienta y se mezcla el polvo en el líquido, después se deja refrescar, y se forma el gel transparente.

Es estable en el intervalo de pH 2-12, y permite después espesar todos los ácidos y las bases utilizables en el sector de la restauración.

VANZAN NF-C

El Vanzan es un espesante para sistemas acuosos constituidos por un polímero natural, la goma xantano, extraída de la bacteria *Xanthomonas Campestris*.

Su estructura es muy similar a la de la estructura celulosa, con la presencia de cadenas laterales ácidas.

Su principal característica es la de pasar a una conformación de las cadenas "ovillo casual", a una ordenada, en donde las cadenas se disponen en hélice, formando unas estructuras responsables de la tixotropicidad del gel.

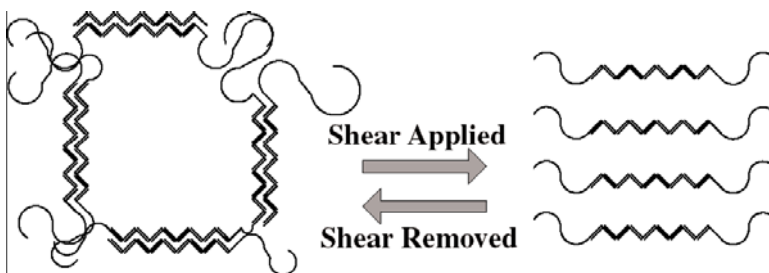
La acción mecánica (movimiento con pincel o tampón) en estas estructuras lleva a su rotura parcial, con disminución de la viscosidad.

Cuando la solución se deja en reposo las estructuras se reforman, con aumento de la viscosidad (propiedad **pseudoplastic**).

Además la estabilidad hasta 60°C hace que se pueda usar para aplicar **geles calientes** (cosa no realizable con las soluciones de Klucel G, que pierden viscosidad por encima de 30°C).

Además es posible añadir a las soluciones acuosas hasta el 40% de alcoholes o de glicoles, sin que el gel se mezcle.

La eliminación de eventuales residuos que permanecen en la superficie puede efectuarse usando bastoncillos de algodón secos o ligeramente mojados en agua desmineralizada.



CARACTERISTICAS QUIMICO FISICAS DEL VANZAN NF-C

Aspecto	Polvo blanco finísimo
pH de una solución al 1%	6,0-8.0
Viscosidad Brookfield de una solución al 1% (mPa.s)	1300-1700*
Viscosidad Brookfield de una solución al 0,5% (mPa.s)	500-550*

*Nota_ El Vanzan permite obtener viscosidades más altas que el Klucel G, que al 2% tiene una viscosidad de solo 150-400 mPa.s,



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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

CARBOGEL

Basándose sobre la experiencia de la gelificación de los disolventes con ácido poliacrílico salificado **CTS** ha desarrollado un nuevo soportante para el sector de los frescos, denominado **CARBOGEL**, que presenta características peculiares.

El punto fuerte del **CARBOGEL** es su **alta capacidad de retención del agua**, que evapora así en tiempos muy largos. Puede añadirse a papetas de pulpa de celulosa para alargar los tiempos de secado en ambientes secos o con elevada temperatura y ventilación.

Por este motivo es posible utilizar este gel incluso sobre soportes sensibles al agua. De hecho, el agua está en este caso fuertemente unida al **CARBOGEL**, y se queda una mínima parte en el soporte. Esto lo hace ideal para la limpieza de soportes de madera decorados o muros y frescos que contengan sales solubles, o bien para el **hinchado de residuos de cola pasta** de la parte de atrás de telas, sin riesgo de cesiones de líquido a los estratos pictóricos.

PREPARACIÓN DEL GEL ACUOSO

La preparación es muy simple: una vez preparada la solución acuosa de los reagentes (Amonio Carbonato, Amonio Bicarbonato, EDTA, etc....) en la concentración querida, se añade del 0,5% al 4% en peso de **CARBOGEL**, después se mezcla todo. En el caso de que lo añadido sea excesivo (y se haya obtenido un gel demasiado viscoso), se puede fácilmente compensar con el añadido de otra solución, mientras un gel demasiado fluido puede hacerse más viscoso añadiendo otro **CARBOGEL**.

En el caso de elevadas concentraciones de disuelto pueden existir dificultades de espesar.

Una solución al 0,3% (fluido viscoso) tiene un pH = 7,5 aproximadamente, o sea débilmente alcalino.

No se pueden añadir disolventes (con la excepción de alcohol etílico en mezcla con agua, con relaciones inferiores a 1:2), para los que se recurre a los ya citados **CARBOPOL® ULTREZ 21/ETHOMEEN®**.

APLICACIÓN Y ELIMINACIÓN DEL GEL

El gel puede aplicarse por medio de una espátula o de un pincel sobre la superficie previamente protegida con papel japonés, dejándolo actuar durante tiempos que deben de ser determinados por el usuario, como para las compresas tradicionales. La transparencia del gel permite observar los fenómenos en acto sobre la superficie. Proceder después a la eliminación del papel japonés (y del gel), y sucesivamente se limpia con pequeñas esponjas naturales o tampones siempre empapados con agua desmineralizada. Dado que el **CARBOGEL** tiene **escasísimas capacidades adhesivas** sobre cualquier tipo de estuco, sea liso o rugoso, es simple obtener la completa eliminación de los residuos.

Se recuerda que los espesantes usados en el pasado como la Carboximetilcelulosa, además de necesitar notables cantidades de producto (entre el 4% y el 10% en peso) para dar gel de alta viscosidad, presentaban también fuertes propiedades adhesivas, tanto que hace casi imposible su completa eliminación.

Elevadas cantidades de sales pueden comportar el mezclado del gel. Este fenómeno debe considerarse tanto por la aplicación sobre soportes ricos de sales, como por la gelificación de soluciones a elevadas concentraciones.

PEMULEN TR2

Pemulen TR2 es un polímero acrílico reticulado, con capacidad adesante contra soluciones acuosas.

Como el Carbopol puede ser gelificado utilizando trietanolamina o Ethomeen.

No contiene antioxidantes o conservantes.

CARACTERÍSTICAS QUIMICO-FISICAS DEL PEMULEN TR2

Aspecto	Polvo blanco finísimo
pH de una solución al 1%	2.5 – 3.0
Viscosidad Brookfield de una solución al 0,2% (mPa.s), a 25°C	1700 -4500



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración

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

28906 Getafe - Madrid

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

Toxicidad

Todos los productos descritos (**CARBOPOL® ULTREZ 21**, **KLUCEL G**; **ETILCELLULOSA**, **VANZAN NF-C**, **CARBOGEL**, **PEMULEN TR2**) son productos de baja toxicidad, y pueden manejarse respetando los normales procedimientos, o sea evitando inhalar productos en polvo. Para las aminas **ETHOMEEN®** evitar el contacto cutáneo: es suficiente trabajar con guantes mono uso de látex.

Confecciones

Cargopol Ultres 21:	conf. 1 kg
Ethomeen C/12 e C/25:	conf. 1 lt
Etilcelulosa N 300:	conf. 500 gr
Klucel G:	conf. 500 gr y 2,5 kg
Vanzan NF-C	conf. 500 gr
Carbogel:	conf. 1 kg
Pemulen TR2:	conf. 500 gr

Las indicaciones y los datos descritos en el presente opúsculo se basan sobre nuestras actuales experiencias, sobre pruebas de laboratorio y sobre correcta aplicación. Estas informaciones no deben de sustituirse a las pruebas preliminares que es indispensable efectuar para cerciorarse de la idoneidad del producto en cualquier caso determinado.

La C.T.S. S.r.l. garantiza las cualidades del producto pero no responde de eventuales daños causados por un uso no correcto del material. Además, puede variar en cualquier momento los componentes y las confecciones sin obligación de comunicación alguna.