

MODIFICAR LAS PROPIEDADES Y LA ACCIÓN DEL AGUA Y DE LOS DISOLVENTE ORGÁNICOS, INCREMENTANDO SU VISCOSIDAD GRACIAS A LOS GELIFICANTES

Paolo Cremonesi

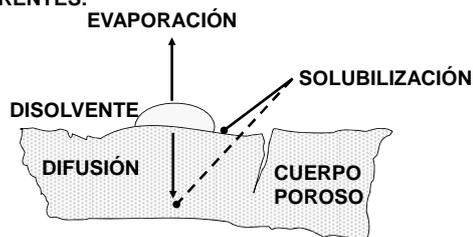


Cesmar7 - Centro per lo Studio dei Materiali per il Restauro, Padova

www.cesmar7.it

OPERACIONES DE LA RESTAURACIÓN QUE CONLLEVAN LA APLICACIÓN DE UN LÍQUIDO (AGUA O DISOLVENTE) EN UNA SUPERFICIE POROSA (LIMPIEZA, CONSOLIDACIÓN, BARNIZADO...)

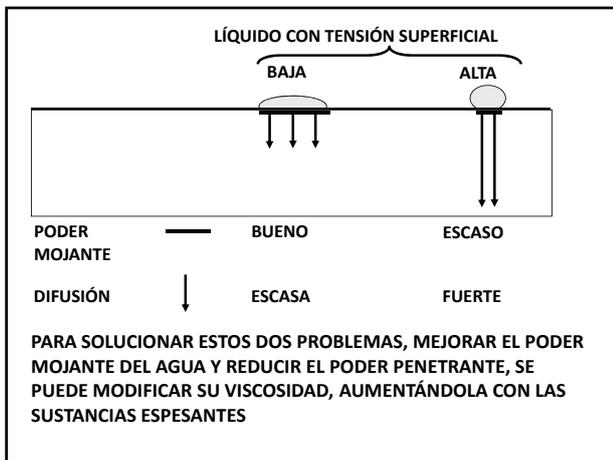
SE CONSIGUE (DE FORMA MÁS O MENOS CONSCIENTE...) EL CONCURSO DE TRES PROCESOS DIFERENTES:



LÍQUIDO	TENSIÓN SUPERFICIAL (dynes / cm)
AGUA	72.8
DIMETILSULFÓXIDO	45.1
ALCOHOL BENCÍLICO	41.1
DIMETILFORMAMIDA	37.9
DIACETONALCOHOL	31.4
TOLUENO	29.1
ESPÍRITUS MINERALES	25.4
ACETONA	24.9
ETILACETATO	24.7
ETANOL	22.9

LA **TENSIÓN SUPERFICIAL** DE LOS LÍQUIDOS: UNA FUERZA QUE DETERMINA LA FORMA EN QUE UN LÍQUIDO MOJA UNA SUPERFICIE Y SE EXTIENDE DENTRO DE UN CUERPO POROSO

	LÍQUIDO CON TENSIÓN SUPERFICIAL	
	BAJA	ALTA
ÁNGULO DE CONTACTO	PEQUEÑO	GRANDE
PROPIEDADES SUPERFICIALES		
PODER MOJANTE	BUONO	SCARSO
DIFUSIÓN	ESCASA	FUERTE
ASCENSO CAPILAR	ESCASA	FUERTE



SOPORTANTE. MATERIALES INERTES QUE, MEZCLADOS CON UN LÍQUIDO, PROPORCIONAN UNA MASA DENSA

- . ARCILLAS (SEPIOLITA, ATTAPULGUITA)
- . SÍLICE COLOIDAL o MICRONIZADA
- . CERA

ESPESANTES. SÓLIDOS SOLUBLES QUE DERRITIÉNDOSE HACEN QUE EL LÍQUIDO SEA VISCOSO SE FORMAN SOLUCIONES ESPESAS o GELES

1. ESPESANTES SOLUBLES EN LOS DISOLVENTES MÁS POLARES
2. ESPESANTES SOLUBLES EN LOS DISOLVENTES MÁS POLARES

SUSTANCIAS GELIFICANTES

ECUACIÓN DE WASHBURN

$$\text{VELOCIDAD DE PENETRACIÓN DE UN LÍQUIDO EN UN MATERIAL POROSO} = \frac{\left(\text{DIMENSIÓN DE LOS POROS} \right) \left(\text{TENSIÓN SUPERFICIAL} \right) \left(\text{PODER MOJANTE} \right)}{(4) (\text{VISCOSIDAD}) (\text{DISTANCIA})}$$

SOPORTANTES Y ESPESANTES

PARA MEJORAR EL PODER MOJANTE DE UN LÍQUIDO / SOLUCIÓN

PARA LOCALIZAR LA ACCIÓN DE UN DISOLVENTE

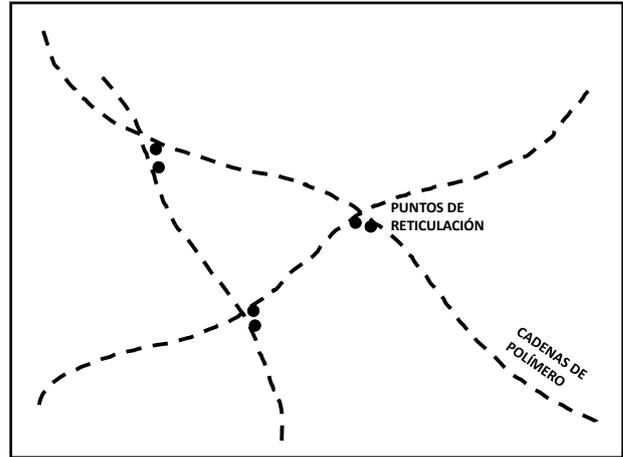
PARA DISMINUIR EL PODER PENETRANTE DE UN LÍQUIDO / SOLUCIÓN

PARA RALENTIZAR LA EVAPORACIÓN DE UN LÍQUIDO

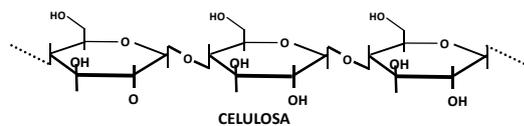
PARA MEZCLAR ENTRE SI COMPONENTES QUE DE OTRA FORMA NO SE PODRÍAN MEZCLAR

REQUISITOS PARA QUE UNA DETERMINADA SUSTANCIA ACTÚE COMO ESPESANTE

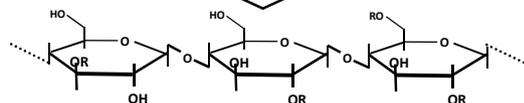
- ESTRUCTURA MACROMOLECULAR: LARGAS CADENAS DE POLÍMERO (LA CAPACIDAD ESPESANTE ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL PESO MOLECULAR)
- COMPLETA SOLUBILIDAD EN UN DETERMINADO LÍQUIDO
- FORMA PRÁCTICAMENTE LINEAL DE LAS CADENAS EN SOLUCIÓN
- CAPACIDAD DE RETICULAR DE FORMA AUTOMÁTICA (GRACIAS A ENLACES DE HIDRÓGENO O FUERZAS APOLARES)



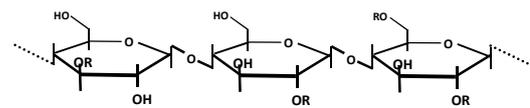
GELIFICANTES PARA AGUA. 1. ÉTER DE CELULOSA



REACCIÓN QUÍMICA DE ALQUILACIÓN



R = UN RADICAL ORGÁNICO, ES DECIR UNA CADENA DE ÁTOMOS DE CARBONO



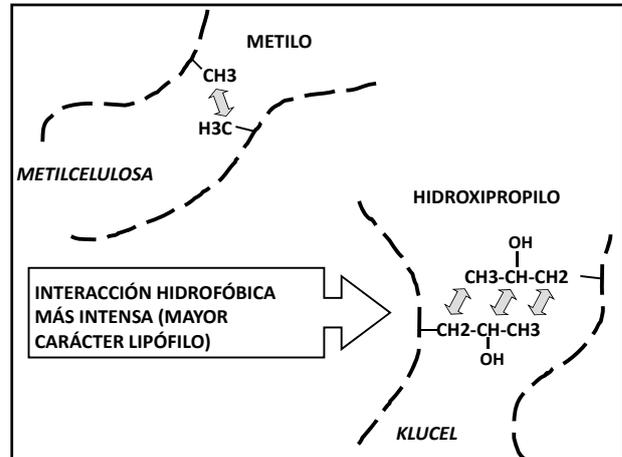
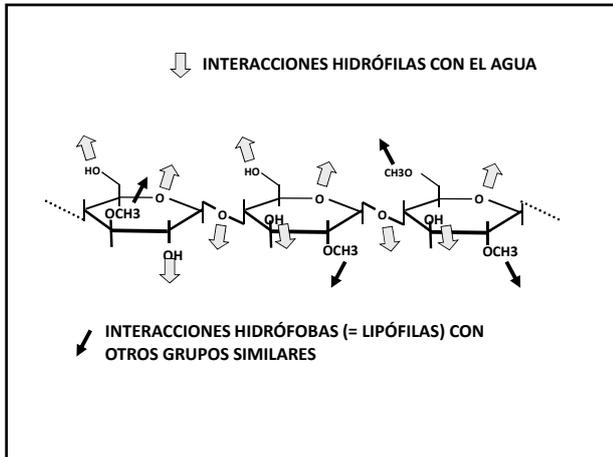
SEGÚN EL TIPO DE RADICAL -R SE CONSIGUEN PRODUCTOS CON CARACTERÍSTICAS HIDRÓFILAS/LIPÓFILAS Y DE SOLUBILIDAD DIFERENTES

R = -CH₃, METILO:

METILCELULOSA (MC), METILAN, GLUTOFIX, TYLOSE...

R = -CH₂-CH(OH)-CH₃, HIDROXIPROPILO:

HIDROXIPROPILCELULOSA (HPC), KLUCCEL



HIDROXIPROPILCELULOSA: PRODUCTO COMERCIAL: KLUCEL G

SE HIDRATA DE FORMA BASTANTE RÁPIDA EN EL AGUA, A TEMPERATURA AMBIENTE; SE PUEDEN CREAR GRUMOS, SE DISUELVEN CON EL TIEMPO

UNA CONCENTRACIÓN ALREDEDOR DEL 4% PROPORCIONA UNA BUENA VISCOSIDAD A LAS SOLUCIONES ACUOSAS (4000 mPas)

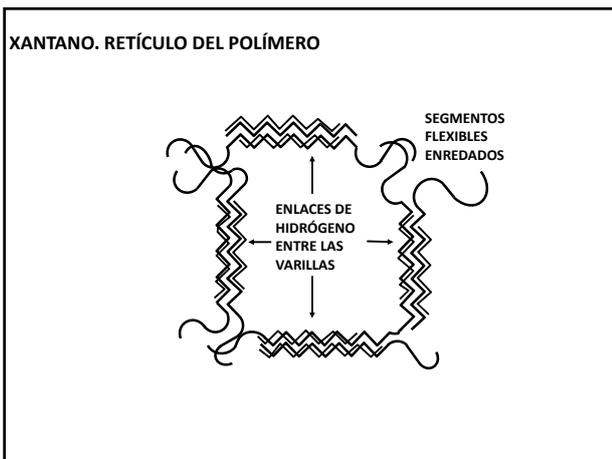
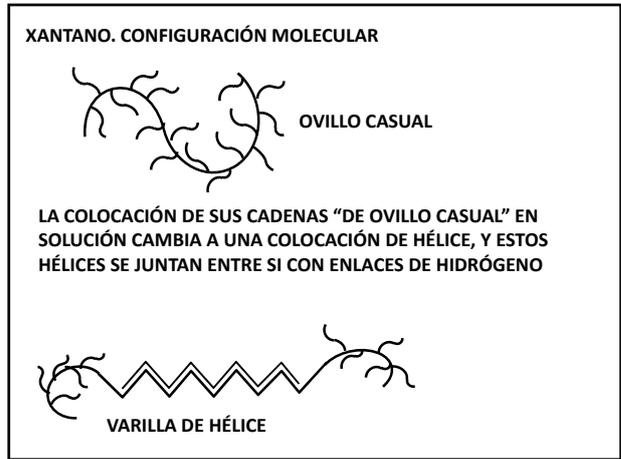
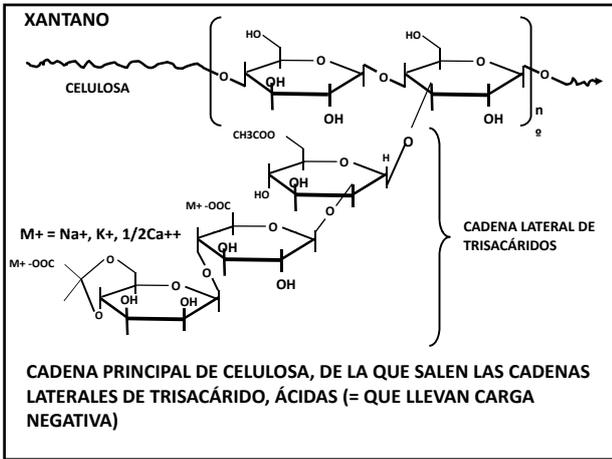
ESTABILIDAD CON pH 2-12, SIN QUE SE PUEDA APRECIAR LA VARIACIÓN DE VISCOSIDAD

ES ESTABLE HASTA LOS 40 °C, SIN QUE SE PUEDA APRECIAR LA VARIACIÓN DE VISCOSIDAD

BUENA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

GELIFICANTES PARA AGUA. 2. GOMA XANTANO

POLISACÁRIDO PRODUCIDO DE FORMA NATURAL DE LA BACTERIA *XANTHAMONAS CAMPESTRIS*, DESCUBIERTO EN 1959, PARÁSITO DE DETERMINADAS ESPECIES VEGETALES. HOY SE PRODUCE A GRAN ESCALA POR FERMENTACIÓN AERÓBICA DE LA MISMA BACTERIA



XANTANO: PRODUCTO COMERCIAL: VANZAN NF-C

SE HIDRATA DE FORMA RÁPIDA EN EL AGUA, A TEMPERATURA AMBIENTE

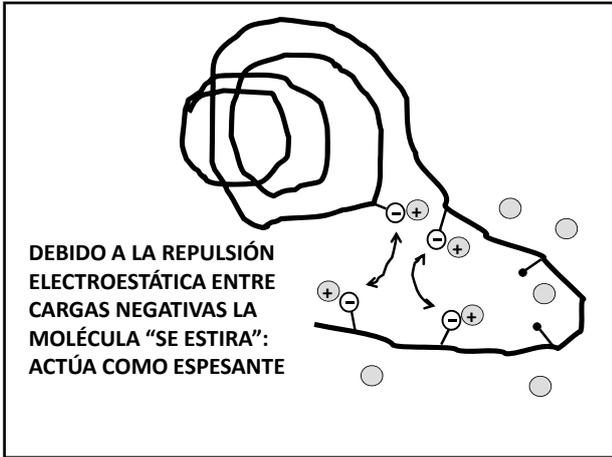
A BAJA CONCENTRACIÓN (0.5-1%) PROPORCIONA UNA BUENA VISCOSIDAD A SOLUCIONES ACUOSAS (1%: 1300-1700 mPas)

ESTABILIDAD CON pH 2-12, SIN QUE SE PUEDA APRECIAR LA VARIACIÓN DE VISCOSIDAD

ESTABILIDAD HASTA LOS 60 °C, SIN QUE SE PUEDA APRECIAR LA VARIACIÓN DE VISCOSIDAD

BUENA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

FUERTE CARÁCTER PSEUDO-PLÁSTICO (= SE CONVIERTE EN FLUIDO BAJO ESFUERZO por ej. con el movimiento de un tampón pequeño, VISCOSO AL TERMINAR EL ESFUERZO)



DERIVADOS DEL ÁCIDO POLIACRÍLICO

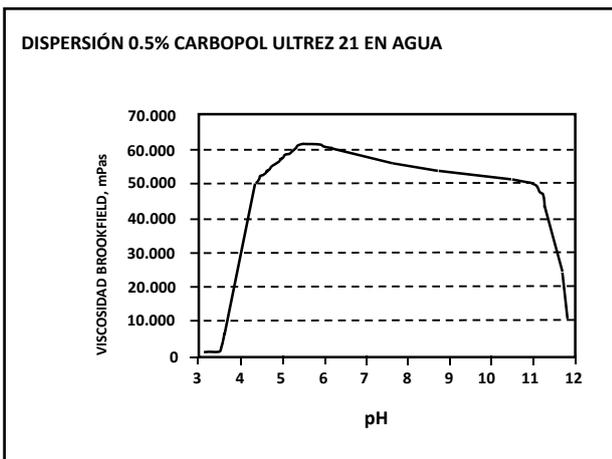
LOS “VIEJOS”. LOS GELIFICANTES DE ÁCIDO POLIACRÍLICO, **CARBOMER**: CARBOPOL SERIE 8., 9.,;

CARBOPOL ULTREZ 10: FACILIDAD DE DISPERSIÓN EN AGUA.

LOS “NUEVOS”. COPOLÍMEROS RETICULADOS DE PESO MOLECULAR ELEVADO A BASE DE ÁCIDO POLIACRÍLICO Y C10-C30 ALQUIL ACRILATO: CARBOPOL ULTREZ 21

ESTRUCTURA HIDROFOBICAMENTE MODIFICADA. EXCELENTE TOLERANCIA A LAS SALES. VISCOSIDAD ESTABLE HASTA pH 11.

CARBOPOL ULTREZ (10 ó 21) ES EL MÁS SENCILLO DE USAR. 1-1.5 g / 100 ml



BASE UTILIZABLE PARA NEUTRALIZAR (INCLUSO SÓLO PARCIALMENTE) EL CARBOPOL

- TRIETANOLAMINA ⇒ GELES ACUOSOS, ÁCIDOS, NEUTROS O BÁSICOS
- AMINAS GRASAS ETOXILADAS (ETHOMEEN) ⇒ SOLVENT GELS (R. WOLBERS) DE DISOLVENTES ORGÁNICOS
- HIDRÓXIDOS INORGÁNICOS (SODIO, AMONIO) ⇒ GELES ACUOSOS, ÁCIDOS, NEUTROS O BÁSICOS PARA EL PAPEL

DOSIFICANDO DE FORMA ADECUADA LA CANTIDAD BÁSICA, SE PUEDEN CONSEGUIR GELES CON NIVELES DE PH DIFERENTES

CARBOPOL

DOSIFICANDO DE FORMA ADECUADA LA CANTIDAD BÁSICA, SE PUEDEN CONSEGUIR GELES CON NIVELES DE PH DIFERENTES

<p>GELES ÁCIDOS</p> <p>↓</p> <p>PARA REALIZAR LA LIMPIEZA SUPERFICIAL DE UNA SUPERFICIE ÁCIDA (RESINA ENVEJECIDA, ACEITE...) MANTENIÉNDOLA SIN CAMBIOS</p>	<p>GELES NEUTROS</p> <p>↓</p> <p>CUANDO ES IMPORTANTE MANTENER UNAS Condiciones DE NEUTRALIDAD, PARA LA SENSIBILIDAD DEL SUBSTRATO AL PH ÁCIDO/BÁSICO</p>	<p>GELES BÁSICOS</p> <p>↓</p> <p>EFICACES PARA LA ELIMINACIÓN DE MATERIALES FILMÓGENOS OXIDADOS, QUE SE HAN VUELTO ÁCIDOS (RESINAS NATURALES, COLAS, ACEITES...)</p>
---	--	---

CON RESPECTO AL *CARBOPOL*, *KLUCEL* Y *VANZAN* PROPORCIONAN UNOS GELES NEUTROS. SI QUEREMOS QUE EL GEL TENGA UN VALOR DE pH QUE NO SEA 7 (ÁCIDO O BÁSICO) TENEMOS QUE AÑADIR ÁCIDOS/BASES, O INCLUSO MEJOR SOLUCIONES TAMPONADAS

SUSTANCIAS TAMPÓN:

- PERMITEN PREPARAR UN VALOR EXACTO DE pH, QUE ELEGIMOS NOSOTROS
- LO MANTIENEN CONSTANTE CUANDO LA SOLUCIÓN ENTRA EN CONTACTO CON OTRAS SUSTANCIAS ÁCIDAS / BÁSICAS

IMPORTANCIA DE LAS SOLUCIONES TAMPONADAS

pH 5 6 7 8 9

TAMPÓN BÁSICO PH 9

BASE pH 9

BARNIZ OXIDADO, ÁCIDO

UNA SUSTANCIA TAMPÓN ESTÁ INTEGRADA POR LA PAREJA: UN ÁCIDO DÉBIL EN PRESENCIA DE UNA DE SUS SALES, O BIEN UNA BASE DÉBIL EN PRESENCIA DE UNA DE SUS SALES

UN EJEMPLO DE SUSTANCIA TAMPÓN / SOLUCIÓN TAMPONADA

pH 5 6 7 8 9

LA BASE *TRIS*, CUANDO SE NEUTRALIZA CON UN ÁCIDO FUERTE (p. ej.: ÁCIDO CLORHÍDRICO) CON UNA CONCENTRACIÓN ADECUADA, PERMITE CONSEGUIR UNAS SOLUCIONES TAMPONADAS EN ESTE RANGO DE PH

1. DISUELVO LA SUSTANCIA TAMPÓN TRIS EN AGUA, MIDO EL pH DE LA SOLUCIÓN

2. AÑADO EL ÁCIDO CLORHÍDRICO LENTAMENTE EL PH DISMINUYE 9.5 → 9.4 → 9.3 → 9.2 ...

1. TRIS BASE EN AGUA

ÁCIDO FUERTE (ej. ÁCIDO CLORHÍDRICO)

2. TRIS BASE EN AGUA + SU SAL

3. ME PUEDO PARAR EN CUALQUIER VALOR DENTRO DEL RANGO DE pH ESPECÍFICO PARA ESA SUSTANCIA. AHORA LA SOLUCIÓN ESTÁ TAMPONADA

3. TAMPÓN TRIS A pH 8.5 (= BASE TRIS + SU SAL TRIS HCl) EN CANTIDADES PRÁCTICAMENTE IGUALES

ADEMÁS DEL pH, AL AGUA QUE SE GELIFICA LE PODEMOS AÑADIR OTRAS "ACTIVIDADES" PARA MODIFICAR Y AMPLIAR SU CAMPO DE ACCIÓN

EL AGUA SE CONVIERTE EN UN VERDADERO "REACTIVO" QUE PUEDE LLEVAR A CABO LA ACCIÓN QUÍMICA DE HIDROLISIS ENZIMÁTICA

EL AGUA ES INCLUSO CAPAZ DE ACTUAR EN LOS MATERIALES HIDRÓFOBOS, LIPÓFILOS, aceites etc.

EL AGUA ADQUIERE LA CAPACIDAD DE "DISOLVER" SALES DE LO CONTRARIO INSOLUBLES

TENSOACTIVA

QUELANTE

AGUA

GELIFICANTES PARA DISOLVENTES. 1. ÉTER DE CELULOSA

CELULOSA ALQUILADA O ÉTER DE CELULOSA

NO EXISTE UN "ESPESANTE UNIVERSAL" PARA DISOLVENTES: DEPENDE DE LA POLARIDAD

R= -CH₂-CH(OH)-CH₃ - HIDROXIPROPILO

R= -CH₂-CH₃ - ETIL

ESPESTANTES PARA DISOLVENTES. ÉTER DE CELULOSA**PARA DISOLVENTES POLARES**

- HIDROXIPROPILCELULOSA (HPC), *KLUCEL*

2-10 g / 100 ml

PARA ALCOHOLES, DIACETONALCOHOL, DMSO, ETIL LACTATO, O MEZCLAS QUE CONTIENEN GRANDES CANTIDADES DE ESTOS DISOLVENTES (ACETONA: BASTA CON UN 5% DE ETANOL; OTROS DISOLVENTES MENOS POLARES, p. ej. ETILACETATO, REQUIEREN UNA MAYOR CANTIDAD DE DISOLVENTE POLAR)

PARA DISOLVENTES APOLARES

- ETILCELULOSA (EC)

6-10 g / 100 ml

PARA CETONAS, ÉSTERES, HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

UN "DECAPANTE" NO TÓXICO**ALCOHOL EN GEL**

100 ml ETANOL, o ALCOHOL ETÍLICO 99%,
DESNATURALIZADO, DESCOLORIDO SOBRE
CARBÓN DECOLORANTE

+ 2.5 g *KLUCEL G*

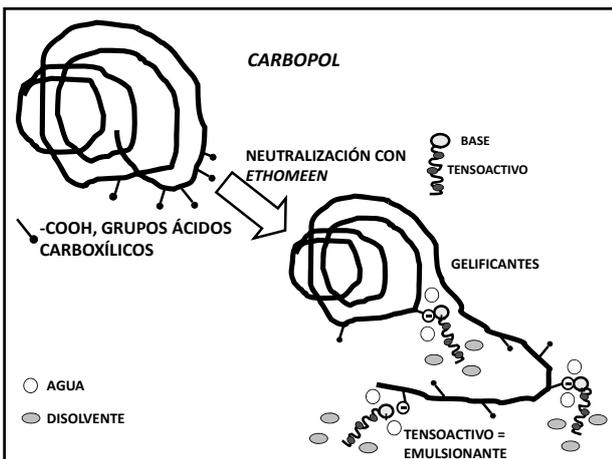
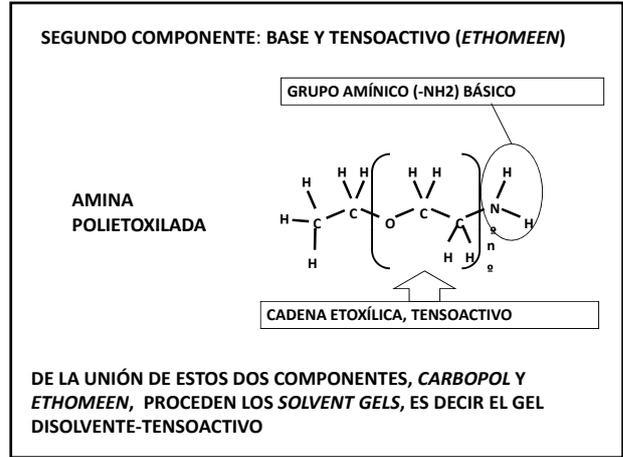
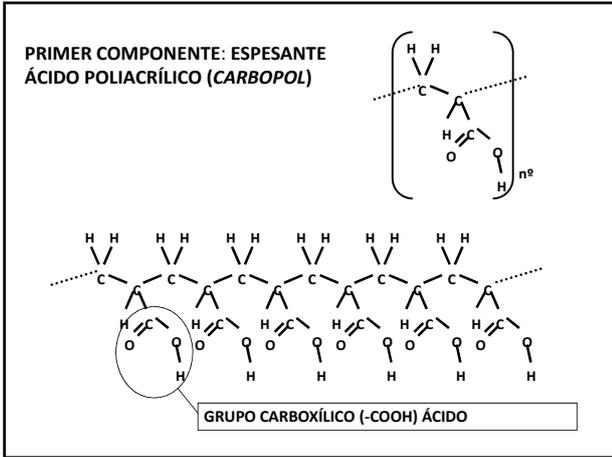
OTROS DISOLVENTES MUY EFICACES, EN FORMA GELIFICADA CON *KLUCEL* (2.5-10% PESO / VOLUMEN) PARA QUE SE HINCHEN LOS MATERIALES FILMÓGENOS

- DIACETONALCOHOL. ACEITES ENVEJECIDOS
- ETIL LACTATO- RESINAS MUY OXIDADAS. ACEITES ENVEJECIDOS
- DIMETILSULFÓXIDO. LIGANTES PROTEICOS. ACEITES ENVEJECIDOS. LIGANTES SINTÉTICOS.

GELIFICANTES PARA DISOLVENTES. 2. LOS *SOLVENT GELS* o *SOLVENT-SURFACTANT GELS*, RICHARD WOLBERS, USA ca. 1980

RIESGOS RELACIONADOS CON EL USO DE DISOLVENTES ORGÁNICOS:

- PARA LA SALUD DEL OPERADOR Y LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO, Y MÁS EN GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE
- PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE LA OBRA
 - DIFUSIÓN EN LAS CAPAS, INTERFERENCIAS
 - AL AUMENTAR LA POLARIDAD:
 - ESCASA SELECTIVIDAD
 - LEACHING* DE PELÍCULAS PICTÓRICAS AL ÓLEO



SOLVENT GEL PARA DISOLVENTES:

APOLARES	POLARES
<ul style="list-style-type: none"> • 80-100 ml DISOLVENTE O MEZCLA DE DISOLVENTES • 20 ml ETHOMEEN C-12 • 2 g CARBOPOL • POCAS GOTAS-1.5 ml AGUA 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 ml ETHOMEEN C-25 • 2 g CARBOPOL • 100 ml DISOLVENTE O MEZCLA DE DISOLVENTES • HASTA 10-15 ml AGUA

USO DE LOS SOLVENT GELS

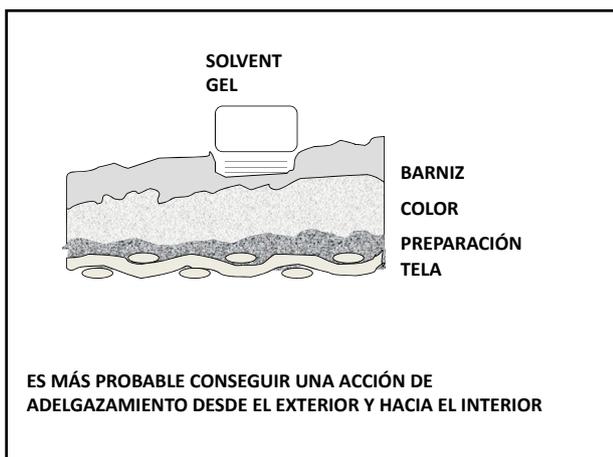
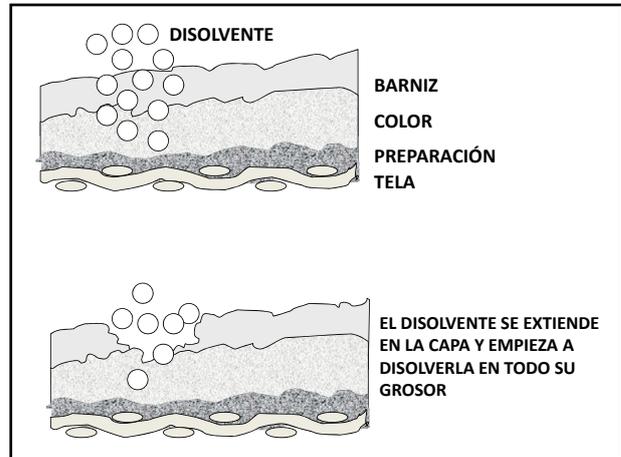
-APLICACIÓN (PINCEL O TAMPÓN DE ALGODÓN)
 -ELIMINACIÓN EN SECO (TAMPÓN SECO)
 -LAVADO CON MEZCLA DISOLVENTE ADECUADA

-TRABAJO

MEZCLA DE LAVADO:

- CORRECTA POLARIDAD PARA "DISOLVER" LOS RESIDUOS DEL GEL
- NO TAN POLARES COMO PARA SEGUIR LA ACCIÓN DE SOLUBILIZACIÓN DEL MATERIAL FILMÓGENO

PARA SOLVENT GELS C-12: LAVADO APOLAR PARA C-25, LAVADO POLAR, p.ej.: MEZCLA 50% ACETONA – 50% LIGROÍNA, SI ES DEMASIADO POLAR SE AUMENTA LA CANTIDAD DE LIGROÍNA

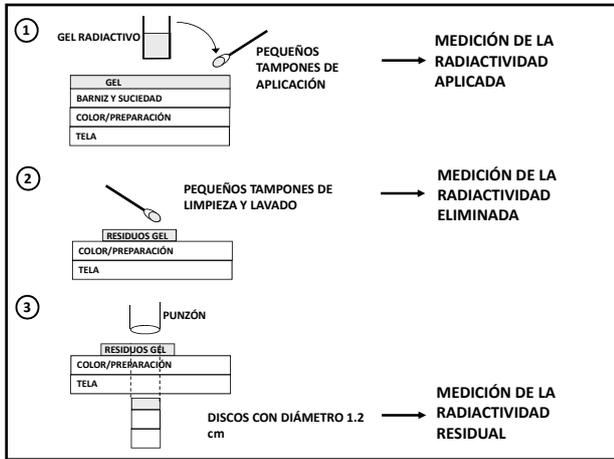
**EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS**

1998, LOS ANGELES. WOLBERS-THE GETTY CONSERVATION INSTITUTE (GCI). GEL CLEANING STUDIES: ESTUDIO CUANTITATIVO DE LOS RESIDUOS DE LOS *SOLVENT GELS*

FRAGMENTOS DE UNA PINTURA VANDALIZADA (AL ÓLEO, CON BARNIZ DAMMAR)

ELIMINACIÓN COMPLETA DEL BARNIZ CON UN *SOLVENT GEL 14C*

DETERMINACIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD RESIDUAL



GEL CLEANING STUDIES

CONCLUSIONES

LA CANTIDAD MEDIA DE RESIDUOS (SOBRE TODO *ETHOMEEN*) ERA DE 60 MICROGRAMOS /CM2

TOCAR CON UN DEDO UN CRISTAL DEL MICROSCOPIO TRANSFIERE APROXIMADAMENTE 10 MICROGRAMOS DE MATERIA

HAY QUE LLEVAR A CABO EL PROCEDIMIENTO DE "LAVADO" ADECUADO

EN OTRAS OBRAS, MÁS POROSAS, LA CANTIDAD DE RESIDUOS ERA MAYOR

LOS RESIDUOS SON "ESTABLES" O "REACTIVOS" ?

GEL CLEANING STUDIES

MÁS DETALLES ACERCA DEL ENVEJECIMIENTO DE LOS TENSOACTIVOS

SE DEGRADAN POR LA EXPOSICIÓN NORMAL A LA LUZ SIN CREAR PRODUCTOS DAÑINOS

SI LOS COMPARAMOS:

UNA PELÍCULA PICTÓRICA OLEOSA, Y UNA EN LA QUE SE DEJAN ADREDE UNOS TENSOACTIVOS

↓

LA PELÍCULA PICTÓRICA ENVEJECE DE LA MISMA MANERA, SIN QUE LA PRESENCIA DE TENSOACTIVOS AFECTE ESTE PROCESO

GELIFICANTES PARA AGUA (Y SOLUCIONES ACUOSAS)

	GELIFICANTES		
	Rhoid	Yonon	Carbopid Ultra
Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> •Ester de Celulosa •No irrita mucosa •Gelificante directo (simple adición a la solución) •Viscosidad medio-baja •Transparencia •Elevada biocompatibilidad •Propiedades superficiales •Cambios en modulus: carácter líquido •Utilizable también con disolventes (gelares) 	<ul style="list-style-type: none"> •Poliacrilato •Iónico (débilmente ácido) •Gelificante directo (simple adición a la solución) •Viscosidad medio-alta •Transparencia •Elevada biocompatibilidad •Propiedades superficiales •Solo para agua 	<ul style="list-style-type: none"> •Acrílico •Iónico, ácido •Requiere neutralización parcial con una base •Viscosidad muy alta •Transparencia •Higroscópico •Propiedades superficiales •Solo para agua
Pro	<ul style="list-style-type: none"> •Compatible con varios pH •Excelentes propiedades Eléctricas •Estabilidad al hidrotérmico 	<ul style="list-style-type: none"> •Gelificante a baja concentración •Pseudo-plasticidad •Poder adhesivo limitado •Excelente reabsorbibilidad •Viscosidad constante con el aumento de la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> •Gelificante de concentración muy baja •Facilidad de hidratación y simplicidad de preparación •Remoción de líquido muy fuerte •Elevado poder adhesivo, facilidad de eliminación •Posibilidad de diferentes valores de gel variando la cantidad de base
Contra / limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> •Una cierta dificultad para la hidratación (tiempo de preparación más largo) •Capacidad gelificante sólo moderada (hace falta concentración más alta) •Carácter adhesivo (dificultad de eliminación de determinados superficies) •No se puede usar por encima de los 60°C •No eficaz con concentraciones técnicas elevadas 	<ul style="list-style-type: none"> •Facilmente biodegradable •Asumiblemente tiene una consistencia de aplicaciones limitada 	<ul style="list-style-type: none"> •Hidrotérmicamente inestable (desacoplado con espesores variables de la acidez) •Incompatible con cationes ácidos (pH<3.5) •Concentración técnica elevada

- **Bibliografia essenziale**

- R. C. WOLBERS. *Cleaning Painted Surfaces. Aqueous Methods*, Archetype Publications, London 2000. Traducción en italiano: R. C. WOLBERS. *La Pulitura di Superfici Dipinte. Metodi Acquosi*, Collana Maestri del Restauro, 1, Il Prato, Padova 2005.
- R. WOLBERS, *Un approccio acquoso alla pulitura dei dipinti*, Quaderni CESMAR7, n. 1, Il Prato, Padova 2004.
- P. CEMONESI. *L'Uso di Tensioattivi e Chelanti nella Pulitura di Opere Policrome*, I Talenti - Metodologie, tecniche e formazione nel mondo del restauro, 10, Seconda Edizione, Il Prato, Padova 2004.
- P. CEMONESI-A. CURTI-L. FALLARINI-S. RAIO. *Preparazione e utilizzo di Solvent Gels, reagenti per la pulitura di opere policrome*, Progetto Restauro, Il Prato, Padova 2000, 15, pp. 25-33.
- D. STULIK-V. DORGE-H. KHANJIAN-N. KHANDEKAR-A. TAGLE-D. MILLER-R. WOLBERS-J. CARLSON. *Surface cleaning. Quantitative study of gel residue on cleaned paint surfaces*, in: *Tradition and Innovation: Advances in Conservation, Contributions to the Melbourne Congress*, 10-14 Ottobre 2000, IIC London 2000, pp. 118-194. Traducción en italiano *La Pulitura di superfici: studio quantitativo dei residui di gel su superfici pittoriche pulite* su Progetto Restauro, 21, Il Prato, Padova 2002.
- D. STULIK - D. MILLER - H. KHANJIAN - N. KHANDEKAR - R. WOLBERS - J. CARLSON - W. C. PETERSEN, *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art: The Residue Question*, Edited by V. Dorge, Research in Conservation Series, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, California 2004.