



Trans Adriatic
Pipeline

TAP AG Titolo Progetto / Nome Struttura:

Trans Adriatic Pipeline Project

Titolo Documento:

NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA Puglia

2	12-01-2017	Emesso per Informazione	IFI	<i>A. Turconi</i>	<i>R. Milani</i>	<i>M. Pulici</i>
1	20-12-2016	Emesso per Informazione	IFI	A. Turconi	R. Milani	M. Pulici
0	05-12-2016	Emesso per Informazione	IFI	A. Turconi	R. Milani	M. Pulici
Rev.	Data della Revisione (dd-mm-yyyy)	Motivo dell'emissione e Abbreviazione		Preparato da	Verificato da	Approvato da



Nome Appaltatore:

SAIPEM S.p.A.

No. Progetto Appaltatore.:

033860

No. Doc. Appaltatore:

033860-C0-SAI-000-EM-TVN-0014

Tag No's.:

No. Contratto TAP AG.: C10713

No. Progetto.:



No. PO.:

RD Code:



Pagina: 1 of 21

TAP AG No. Documento:

OPL00-C10713-000-B-TVN-0014



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEN	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	2 of 21

REGISTRO REVISIONI		
Revisione	Descrizione	Page No.(s)
0	Emesso per Informazione	12
1	Emesso per Informazione	14
2	Emesso per Informazione	21

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEN	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	3 of 21

Indice Dei Contenuti

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1 Definizioni.....	4
2. SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4. RISPOSTE.....	5
5. SCHEDA DI SICUREZZA AGGIORNATA DEL PRODOTTO “LAVIOSA HIDROPOL P”.....	7
5.1 Laviosa Hidropol P – Dichiarazione sulla biodegradabilità	14
5.2 Articolo sulla biodegradabilità del CMC.....	15
6. MODIFICHE RISPETTO ALLA REVISIONE PRECEDENTE	21

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	4 of 21

1. INTRODUZIONE

Trans Adriatic Pipeline (TAP) è un progetto per la costruzione di un nuovo gasdotto per il trasporto del gas naturale dalla Regione Caspica all'Europa Centrale e Meridionale.

Il gasdotto, lungo circa 871 km, trasporterà il gas dal confine Greco-Turco all'Italia Meridionale, attraverso la Grecia, l'Albania, il mare Adriatico fino alla costa dell'Italiana.

Nella seguente Figura 1.1 è mostrata la posizione del tracciato del gasdotto.

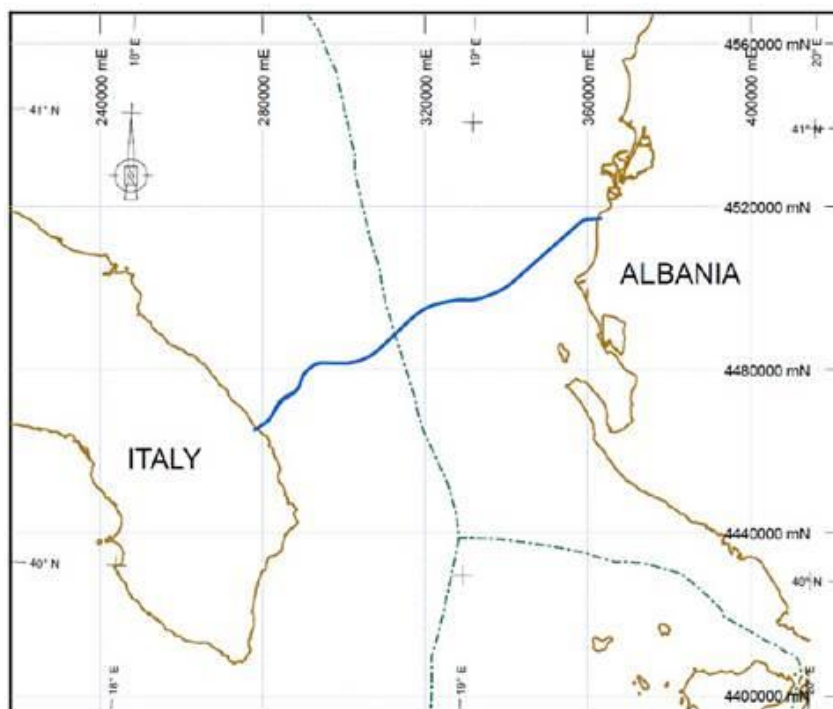


Figura 1.1: Tracciato del Progetto Trans Adriatic Pipeline



1.1 DEFINIZIONI

Proponente	TAP AG
Appaltatore (per la sezione a mare)	Saipem S.p.A.
Progetto	Trans Adriatic Pipeline Project

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento è stato richiesto da TAP AG a Saipem S.p.A. per rispondere ai commenti ricevuti da ARPA Puglia e ISPRA in risposta alla documentazione presentata da TAP AG in merito alla prescrizione A.27 (Ref. D.M. 0000223 del 11.09.2014).

In particolare, la presente nota risponde ai commenti inerenti la scheda di sicurezza del prodotto "HIDROPOL P" (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3]).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	5 of 21

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto di compatibilità ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – D.M. 0000223 del 11.09.2014.
- [2] OPL00-C10713-000-B-TVN-0001 'Nota tecnica prescrizione A.27'
- [3] LT-ITSK-TAPIT-00373 'Relazione tecnica congiunta ISPRA/ARPA Puglia – Prescrizione A.27'

4. RISPOSTE

Commento 1 (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3])

[...] Se i prodotti impiegati dovessero differire da quelli riportati nelle schede di sicurezza trasmesse e oggetto della presente analisi, prima dell'inizio dei lavori, si chiede l'invio delle schede di sicurezza dei prodotti realmente da utilizzare per la preparazione dei fanghi di perforazione. [...]

Risposta

Al momento l'Appaltatore conferma, per la preparazione dei fanghi di perforazione, l'uso dei due prodotti di cui è stata fornita la scheda di sicurezza. In ogni caso, l'Appaltatore non può escludere che i prodotti potranno essere cambiati. Se i prodotti impiegati per le operazioni di scavo del microtunnel dovessero differire da quelli riportati nelle schede di sicurezza trasmesse, come richiesto, prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore fornirà in maniera tempestiva la scheda di sicurezza del prodotto che verrà utilizzato.

Commento 2 (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3])

[...] - Il Cas number 28085-02-3 indicato sulla scheda non corrisponde alla CMC bensì alla "acrilammide", prodotto totalmente differente. Il CAS corretto della CMC è 9004-32-4. [...]

Risposta

Il 'CAS number' è stato modificato (Rif. sezione 3.1 della scheda di sicurezza aggiornata allegata alla sezione 5).

Commento 3 (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3])

[...] - Ai punti 12.2 "persistenza e biodegradabilità" e 12.3 "potenziale di bioaccumulo" è riportata "non rilevante per le sostanze inorganiche", ma è evidente come questo sia errato essendo il CMC di una sostanza ORGANICA, pertanto non è accettabile quanto riportato. Tali aspetti rivestono una particolare importanza vista la prescrizione specifica. [...]

Risposta



I punti sono stati integrati nella scheda di sicurezza aggiornata (Rif. sezione 12 della scheda di sicurezza aggiornata allegata alla sezione 5).

Commento 4 (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3])

[...] - La sezione 12.2.1 "tossicità sugli invertebrati acquatici" non è leggibile a causa dell'impaginazione. [...]

Risposta

Nella sezione 12 della scheda di sicurezza rivista e allegata alla sezione 5, sono state riportate le informazioni ecologiche.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	6 of 21

Commento 5 (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3])

[...] - Obbligo registrazione Reach: per i polimeri c'è l'esenzione dalla registrazione quando questi contengono una percentuale di monomero residuale inferiore al 2% oppure che il monomero stesso sia già stato registrato dal produttore; si ritiene in ogni caso che i motivi di esenzione debbano essere esplicitati adeguatamente nella scheda di sicurezza. [...]

Risposta



Vedasi sezione 3.1 della scheda di sicurezza rivista e allegata alla sezione 5.

Commento 6 (Rif. sezione 2.4 al riferimento [3])

[...] - Obblighi di etichettatura e classificazione ai sensi del Reg 1272/2008Ce del polimero: è evidente che la scheda di sicurezza contiene errori grossolani (CAS errato) e carenza descrittive (quantità ed origine del monomero residuale presente) tali da non poter esprimere un giudizio adeguato. [...]

Risposta



Vedasi sezione 15 della scheda di sicurezza rivista e allegata alla sezione 5.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEN	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	7 of 21

5. SCHEDA DI SICUREZZA AGGIORNATA DEL PRODOTTO “LAVIOSA HIDROPOL P”

In seguito ai commenti ricevuti, il produttore Laviosa ha fornito una scheda di sicurezza aggiornata del prodotto “LAVIOSA HIDROPOL P”.

La scheda di sicurezza datata Novembre 2016 in versione 6 qui allegata, sostituisce le revisioni precedenti della scheda di sicurezza.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	8 of 21



PRODUCT DATA SHEET

civil_engineering@laviosa.com
mpc@lmpcfr.com



CIVIL ENGINEERING

HIDROPOL P	
GOMMA DI CELLULOSA	
Descrizione	HIDROPOL P è un polimero solubile in acqua derivato dalla cellulosa presente in natura. Si tratta di una gomma di cellulosa altamente purificata, conforme al regolamento (EU) n 231/2012 per l'uso in applicazioni alimentari .
Nome chimico	Carbossimetilcellulosa sale di sodio (CMC)
Nome prodotto	HIDROPOL P
	<i>SPECIFICHE DI PRODOTTO</i>
Umidità, %	max. 10
Contenuto attivo, % (base secca)	min. 99,5
Grado di sostituzione	0,7 - 0,9
Viscosità 1% Brookfield LV a - 25°C, elica # 4, a 30 rpm, (cps)	min. 10000
pH (% 1)	6,5 - 8,5
Aspetto	Polvere bianca
Trasporto	HIDROPOL P Non è classificato pericoloso nella regolamentazione dei trasporti
Stoccaggio	Il materiale deve essere conservato nel confezionamento originale in ambienti chiusi ed asciutti. Periodo di validità del prodotto è di 2 anni
CAS No	9004-32-4

MO.04.A.H_Eng_Rev02

COMPANY WITH QUALITY MANAGEMENT
SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2008 =

Laviosa Chimica Mineraria SpA - Italy
Laviosa Sanayi ve Ticaret Ltd Sti - Turkey
Laviosa MPC sas - France
Laviosa Trimex Industries Pvt Ltd - India

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	9 of 21



Material Safety Data Sheet

civil_engineering@laviosa.com

LAVIOSA NOME PRODOTTO	HIDROPOL P
-----------------------	------------

Questa scheda di sicurezza risponde alla Direttiva REACH titolo 4 / annesso 2 e ISO 11014

HIDROPOL P

Version: 6

Emission date: Novembre 2016

Sezione 1 - Identificazione della sostanza / preparato e dell'azienda

1.1 – Identificazione della sostanza / preparato

Nome della sostanza : HIDROPOL P

Nome chimico / sinonimi: Carbossimetilcellulosa-sodica- Cellulosa – CMC – NaCMC
sale di carbossimetil cellulosa

Nome commerciale del prodotto: HIDROPOL P

1.2 – Uso della sostanza / preparato

HIDROPOL P è utilizzato nei seguenti campi industriali:

- Additivo alimentare nella nutrizione umana ed animale
- ambiente
- carta
- ceramica
- detergenza
- edilizia
- enologia
- farmaceutica e cosmetica
- filtrazione (e.g. olio, birra, vino)
- fonderia
- geotecnica
- ingegneria civile
- lettieri per gatti
- perforazioni
- pitture e vernici
- alimentazione
- trattamento acque

1.3 – Identificazione della compagnia

LAVIOSA CHIMICA MINERARIA S.p.a.

Via Leonardo da Vinci, 21 – 57123 Livorno, ITALY

Tel: +39-0586-434000 chiedere di Andrea Biasci



Fax: +39-0586-434130

E-mail: lcm@laviosa.com

Website: www.laviosa.com

E-mail responsabile per scheda di sicurezza in EU: andrea.biasci@laviosa.com

1.4 – Numero di emergenza: tel. +39 0586 434175 cell. +39 335 314779

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	10 of 21



Sezione 2 – Identificazione dei pericoli

2.1 Classificazione della sostanza

2.1.1. Classificazione secondo regolamento CLP (EC) 1272/2008 : Non classificata

2.2 Etichettatura

2.2.1. Etichettatura secondo il regolamento (EC) 1272/2008 [CLP] : la sostanza non deve essere etichettata secondo il regolamento CLP (EC) 1272/2008

2.3 Altri pericoli

2.3.1. Soluzioni acquose o la stessa polvere possono produrre superfici estremamente scivolose. Rischio di esplosione

Sezione 3 – Composizione chimica / Informazioni sui componenti

3.1 Sostanze

Componenti\CAS No: Carbossimetil cellulosa sale di Sodio\ 9004-32-4

ECIREACH: esente (in quanto il monomero è registrato)

EU CLP Classificazione: non classificata

EINECS No: N/A

Pittogrammi,frasi H&P ed altro: non applicabili

Sezione 4 – Misure di primo soccorso

Nessuna azione da evitare, nessuna speciale istruzione per i soccorritori.

Contatto con la pelle: togliere immediatamente tutti i vestiti contaminati,lavare la pelle con acqua e possibilmente sapone nelle parti che sono state a contatto con il materiale, ed anche quelle presunte

Contatto con gli occhi: lavare abbondantemente con acqua, contattare medico se necessario

Inalazione: portare il paziente ad aria fresca

Ingestione: contattare il medico

Sezione 5 – Misure antincendio

Strumentazione utilizzabile in caso di incendio: getto di acqua- schiuma resistente ad alcol- CO2

Strumentazione da evitare per lo spegnimento di incendio al fine di evitare particolari reazioni: non determinata

Pericoli speciali durante incendio : potrebbero svilupparsi fumi alcalini e monossido di carbonio (CO2)

Speciale equipaggiamento da utilizzare per lo spegnimento: respiratore con maschera protettiva dai fumi

Altre precauzioni: con utilizzo di acqua, potrebbero formarsi superfici scivolose



Sezione 6 – Misure in caso di fuoriuscita accidentale

Precauzioni personali: evitare formazioni di polvere, il materiale diventa scivoloso a contatto con acqua

Precauzioni ambientali: non disperdere il materiale nell' ambiente

Metodi di pulizia: spazzare a secco, evitando di utilizzare acqua

Altre istruzioni: per le protezioni personali vedere sezione 8

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	11 of 21



Sezione 7 – Manipolazione e stoccaggio:

Manipolazione: evitare formazione di polveri e contatti con acqua

Stoccaggio: stoccare in luogo asciutto, provvedere ad una adeguata ventilazione nei locali.

Precauzioni particolari: Non sono richieste misure tecniche o precauzioni particolari.

Sezione 8 – Controllo dell'esposizione/Protezione personale

8.1 - Valori limite di esposizione

Non determinato.

8.2 - Controlli di esposizione

Controllo esposizione in utilizzo: tenere adeguata ventilazione nel posto di lavoro

Protezioni respiratorie: utilizzare maschere con filtri P2

Protezioni mani: utilizzare guanti protettivi (Europe EN374, US F739)

Protezioni occhi: utilizzare occhiali protettivi (European standard- EN 166)

Protezione pelle: vestiti normali

Protezioni generali: evitare contatto con pelle ed occhi, non inalare

Controlli esposizione ambientale: nessuno

Sezione 9 – Proprietà fisiche e chimiche:

9.1 – Informazioni generali

Colore bianco o giallino, inodore polvere o granuli

9.2 – Informazioni importanti per la salute, la sicurezza e l'ambiente

pH: 6 - 11 (soluzione 1%)

Punto di ebollizione / intervallo: Non disponibile

Punto di infiammabilità: Non disponibile

Infiammabilità: Non disponibile

Temperatura di innesco: Non disponibile

Limite esplosivo inferiore: min. 125 g / m³

Limite superiore di esplosività: Non disponibile

proprietà ossidanti : Nessuna

Tensione di vapore: Non disponibile

Densità: ~ 1,6 g / cm³ (20 ° C)

Densità apparente: 400-880 kg / m³

Solubilità in acqua: in tutte le proporzioni di soluzione colloidale, calda e fredda



Coefficiente di ripartizione: Pow <- 0,1 per tutti gli ingredienti (n-ottanolo / acqua)

Viscosità (cps): 10-10,000 (% 2 - 25 ° C Brookfield LVT)

Densità di vapore: Non disponibile

Velocità di evaporazione: Non disponibile

Altre informazioni : Non solubile in grasso

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	12 of 21



Sezione 10 – Stabilità e Reattività:

Condizioni da evitare:	Non conosciute
Materiali da evitare:	materiali ossidanti
Prodotti di decomposizione pericolosi:	Na ₂ O alcalina
limite di decomposizione termica:	> 240 ° C

Sezione 11 – Informazioni tossicologiche:

tossicologia acuta orale	: LD 50> 16.000-27.000 mg / kg (ratto)
tossicità bassa, può causare disagio e / o vomito.	
Tossicità acuta per inalazione	: LC 50> 5800 mg / m ³ , 4 ore (ratto)
Tossicità acuta per via cutanea	: LD50> 2000 mg / kg (coniglio)
Irritazione e corrosività	: Nessuna
Sensibilizzazione	: Può causare una leggera irritazione agli occhi e una leggera irritazione della pelle se il tempo di contatto è lungo.
Carcinogenicità	: Non elencato da NTP e IARC.
Tossicità cronica	: non applicabile

Sezione 12 – Informazioni ecologiche:

12.1 Tossicità

Ecotossicità e tossicità in acqua. Il prodotto non è classificato come pericoloso per gli organismi acquatici o per l'ambiente LC50 > 21.000 mg/l a 96 ore, LC50 > 580.000 mg/l (a 96 ore in acqua di mare su gasterosteidae)

BOD: BOD7 circa 50-100 g O₂/kg

COD: circa 900 g O₂ / kg

Biodegradabilità: Biodegradabile, lentamente. (*)

Mobilità: Non disponibile

Potenziale di bioaccumulo: Nessuno

Altri effetti avversi: Non determinato

Sezione 13 – Considerazioni relative allo smaltimento:

13.1 Materiali di scarto o inutilizzati:

In conformità con le disposizioni locali, statali e nazionali, secondo norme vigenti.

Catalogo europeo dei rifiuti (CER): 160.306

Sezione 14 – Informazioni sul trasporto:



ADR	: nessuna restrizione
ADNR	: nessuna restrizione
RID	: nessuna restrizione
ICAO/IATA	: nessuna restrizione
IMO/IMDG	: nessuna restrizione
nomi di spedizione	: carbossimetilcellulosa, CMC.

MO 04 A.D

**COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =**

Laviosa Chimica Mineraria SpA - Italy
Laviosa Sanayi ve Ticaret Ltd Sti - Turkey
Laviosa MPC sas - France
Laviosa Trimex Industries Pvt Ltd - India

(*) In relazione alle caratteristiche di biodegradabilità si faccia riferimento alla dichiarazione fornita dal produttore (Rif. sezione 5.1).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	13 of 21



Sezione 15 – Informazioni sulla regolamentazione

etichettatura di avvertimento pericolo : Non obbligatoria
H & P frasi : Nessuna
valutazione della sicurezza chimica : Non necessaria

Vedere le sezioni n° 2, 3, 8, 11 e 12 per informazioni chimiche

Component / Cas No	EC / REACH	USA (TSCA)	Canada	Japan	Korea	Taiwan (ECN)	Philippines (PICCS)	China (IECSC)	Australia (AICS)	New Zealand (NZIoC)
Sodium Carboxymethyl Cellulose 9004-32-4	Exempted	Present	Present (DSL)	(8)-181 (EHC5) (8)-185 (EHC5) (8)-203 (EHC5) (8)-181 (EHC5) 11-(4)-761 (SHL)	KE 05354	Nominated	Present	Present	Present	Present

Classificazione secondo il Regolamento CE n. 1272/2008 - (CLP): Non classificato

Etichettatura (REGOLAMENTO (CE) N. 1272/2008): Nessuno

Regolamento OSHA / US / HCS: Non classificato

Regolamento GOST 31340-2007: Non classificato

Regolamento SEA : Non classificato

Sezione 16 – Altre informazioni



Restrizioni d'uso: Non disponibili

Fonti dei dati: Letteratura

Nota: Questa versione è rilasciata al fine di conformarsi alle disposizioni del regolamento (CE) 1907/2006: REACH e (UE) N. 453/2010.

Revisione n° 06, Data di Emissione:18/11/2016, data precedente versione:07/08/2014

I dati forniti e le informazioni in questa scheda di sicurezza sono redatti in base delle nostre conoscenze, pratiche comuni e la letteratura allo scopo di descrivere il prodotto in termini di sicurezza. Esso non fornisce alcuna garanzia relativa all'uso del prodotto da solo o in combinazione con altri prodotti in caso di si verifichi un evento imprevisto. Gli utenti sono invitati a fare i propri test per determinare l'idoneità di ciascun prodotto per la loro destinazione d'uso e individuale

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	14 of 21

5.1 LAVIOSA HIDROPOL P – DICHIARAZIONE SULLA BIODEGRADABILITÀ

Di seguito è riportata una dichiarazione del produttore riguardante il tempo di biodegradabilità del prodotto Laviosa Hidropol P.



LIVORNO, li 09/01/2017

Oggetto : HIDROPOL P - DICHIARAZIONE

Con la presente si dichiara quanto segue.

Il nostro prodotto denominato HIDROPOL P è composto da carbossimetilcellulosa (CMC) e tale prodotto deriva da lavorazione industriale della cellulosa.

Il processo di produzione per la Hidropol P si limita solamente a rendere la cellulosa solubile in acqua e per tale motivo la biodegradabilità rientra nella sua essenza.

Il prodotto Hidropol P è biodegradabile, intrinsecamente, lentamente.

Il termine "lentamente" biodegradabile si riferisce alla velocità e quindi al tempo necessari ad avere una degradazione; il tempo stimato della biodegradabilità nella fattispecie è di circa 60/80 giorni (riferimento a letteratura).



Il test di riferimento per valutare la biodegradabilità della carbossimetilcellulosa (CMC) è fatto in accordo all' OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development Test Guideline 301 A) e a tal fine si allega la documentazione in letteratura: "THE BIODEGRADABILITY AND NONTOXICITY OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE" – Environmental Toxicology and Chemistry, Vol.15, N.º3, pp.270-274,1996 – 1996 SETAC.

Infine si dichiara che Hidropol P è una CMC con grado di purezza elevato (superiore al 99%), per tale motivo viene anche utilizzata nell' industria alimentare come CMC Food grade (identificata con la sigla-E466) in quanto risponde ad i criteri richiesti dalla **Food and Drug Administration** ("Agenzia per gli Alimenti e i Medicinali", abbreviato in **FDA**) e della corrispettiva Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) tedesca.

Claudio Traversi
Technical Manager C.E. and Drilling
- Laviosa Chimica Mineraria SpA
Via L. Da Vinci 21
Livorno 57123 - Italy
Direct: +39 0586 434258
Mobile: +39 335 8385143
Fax: +39 0586 434130
Email: claudio.traversi@laviosa.com



LAVIOSA CHIMICA MINERARIA S.p.A.
Via L. Da Vinci, 21 - 57123 LIVORNO



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	15 of 21

5.2 ARTICOLO SULLA BIODEGRADABILITÀ DEL CMC

Di seguito è riportato un articolo, da letteratura scientifica, riguardante la biodegradabilità e non tossicità del CMC.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	16 of 21



Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 15, No. 3, pp. 270-274, 1996
© 1996 SETAC
Printed in the USA
0730-7268/96 \$6.00 + .00

THE BIODEGRADABILITY AND NONTOXICITY OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE (DS 0.7) AND INTERMEDIATES

CORNELIS G. VAN GINKEL* and SARAH GAYTON
Akzo Nobel Central Research, Analytical and Environmental Chemistry,
P.O. Box 93000, 6800 SB Arnhem, The Netherlands

(Received 8 May 1995; Accepted 1 August 1995)

Abstract—Carboxymethyl cellulose (CMC) with a degree of substitution of 0.7 is a water-soluble polymer. In some cases, CMC ends up in wastewater treatment plants and, ultimately, in the environment. Carboxymethyl cellulose degrades completely at low rates in the environment as demonstrated in a prolonged closed bottle test and in a semicontinuous activated sludge test. The continuous-flow activated sludge (CAS) test simulates sewage treatment plants. In the CAS test the CMC added to raw sewage prior to entering the bioreactor was partly biodegraded by microorganisms. The effluent from the reactor containing intermediates was then used in standard aquatic toxicity tests. No toxicity was shown in the effluent, which indicates that the intermediates formed by biodegradation are not toxic. Carboxymethyl cellulose intermediates produced by a pure culture of a CMC-degrading bacterium were also shown not to be toxic, because no effects were observed at the highest concentrations tested: 0.5 g/L for *Selenastrum capricornutum* (algae), 1.0 g/L for *Daphnia magna* (water flea), and 1.0 g/L for *Brachydanio rerio* (zebra fish). In addition, the nontoxicity of CMC to these aquatic organisms was established with no-effect concentrations of > 0.5 g/L.

Keywords—Carboxymethyl cellulose Biodegradability Aquatic toxicity OECD tests

INTRODUCTION

Carboxymethyl cellulose (CMC) is a water-soluble semi-synthetic polymer in which part of the hydroxyl groups of cellulose has been replaced at random by carboxymethyl groups. Carboxymethyl cellulose is therefore composed of eight different glucose units, namely one unsubstituted, three monosubstituted, three disubstituted, and one trisubstituted. The average number of carboxymethyl groups per glucose unit is denoted by the degree of substitution (DS). Carboxymethyl cellulose with a DS ranging from 0.4 to 1.3 has become the largest industrial cellulose ether because of its versatile applications in, for example, detergents and oil drilling. Due to these uses CMC ends up in the environment. The widespread use of CMC and the discrepancies between the different reports on the biodegradation of CMC [1] illustrate the need for a better evaluation of the behavior of this compound in activated sludge systems and in the receiving surface waters.

The biodegradation of CMC has been studied [2,3]. Because CMC, like cellulose, cannot enter cells, cellulolytic enzymes are of necessity secreted into the medium and/or bound to the outer surface of CMC-degrading microorganisms. *Agrobacterium* CM-1, a CMC-degrading microorganism, hydrolyzes the acetal bonds. Unsubstituted and monosubstituted 6-glucose released by the enzymatic hydrolysis are metabolized, resulting in a partial biodegradation of CMC by a pure culture [3]. The number of substituents of CMC determines the extent of this initial biodegradation. Other microorganisms may be capable of utilizing the carboxymethylated oligomers formed by the CMC-degrading microorganisms.

The purpose of this study was to determine the complete biodegradation of CMC (DS 0.7) and to assess the aquatic toxicity of CMC and biodegradation products of CMC. To this end, a prolonged closed bottle test, a semicontinuous activated sludge (SCAS) test, and aquatic toxicity tests with CMC (DS 0.7) and

biodegradation products of this compound have been performed. In addition, a continuous-flow activated sludge (CAS) test was coupled to aquatic toxicity tests in order to determine the toxicity of intermediates (i.e., carboxymethylated oligomers).

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

Carboxymethyl cellulose (DS 0.7) was obtained from Akzo Nobel BU Functional Chemicals, Amersfoort, The Netherlands. Other chemicals of the highest quality came from Janssen Chimica, Beerse, Belgium. The degradation products of CMC were produced by incubating CMC (DS 0.7) with *Agrobacterium* CM-1 in a chemostat culture. The degradation products were prepared as described previously [3].



Test organisms, activated sludge, and domestic sewage

Pseudomonas putida (DSM 50026) was purchased from the Deutsche Sammlung von Mikro-organismen (DSM), Brunswick, Germany. *Selenastrum capricornutum* (CCAP 278/4) was obtained from the Culture Collection of Algae and Protozoa (CCAP), Ambleside, Cumbria, United Kingdom. *Daphnia magna* was cultured continuously in a standard medium and *Brachydanio rerio* was purchased from a local aquarium retailer. Secondary activated sludge and primary settled sewage were collected from the wastewater treatment plant (WWTP) Nieuwgraaf, Duiven, The Netherlands. The WWTP Nieuwgraaf is an activated sludge plant treating predominantly domestic sewage.

Analyses

To determine the nonpurgeable organic carbon (NPOC), effluent samples of both the SCAS and CAS test were filtered using cellulose nitrate filters (8.0 µm) in order to remove sludge particles. The filtered samples were acidified prior to injecting in a Dohrmann DC-190 TOC apparatus (Rosemount Inc., Santa

* To whom correspondence may be addressed.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	17 of 21

Clara, CA, USA). The pH of the supernatant liquor was determined with a microcomputer pH meter Consort P207 (Consort, Turnhout, Belgium). The dissolved oxygen concentrations were determined electrochemically using an oxygen electrode (WTW Trioxmatic EO 200) and meter (WTW OXI 530) (Retch BV, Ochten, The Netherlands).

Cell densities of *Pseudomonas putida* and *Selenastrum capricornutum* were determined in a turbidimeter Ratio/XR (Hach, Loveland, CO, USA) and in a spectrophotometer (Shimadzu, Kyoto, Japan) at 436 nm, respectively. Activated sludge was filtered over a preweighed 12- μ m cellulose nitrate filter. The dry weight (dry wt.) of activated sludge was then determined gravimetrically after heating the filter at 105°C for 120 min.

Biodegradability tests

The closed bottle test was performed according to the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) Test Guideline 301 A [4] with some minor modifications. Activated sludge diluted to a concentration of 2 mg dry wt./L in the bottles was used as inoculum. Ammonium chloride was omitted from the medium to prevent nitrification. The biochemical oxygen demand (BOD) was determined in duplicate in control and test bottles using a special funnel to prevent spillage of the medium during the determination of the oxygen concentration [5]. Biodegradation was calculated as the ratio of the BOD to the theoretical oxygen demand (ThOD).

The SCAS test was performed according to OECD Test Guideline 302 A [6]. Each SCAS unit was filled with 150 ml of activated sludge and aeration was started. After 23 h aeration was stopped and the sludge was allowed to settle for 45 min. The 150-ml SCAS units were maintained on sewage spiked with 50 mg CMC/L. An identical unit without the addition of CMC was operated as a control. The cultures were incubated at 20°C and pH 7.0.

The CAS test has been developed from OECD Test Guideline 303 A [7]. Domestic wastewater was pumped through the reactor, which comprised an aeration vessel with a 200-ml working volume and an activated sludge separator. Air was introduced at a rate of 0.5 L/h through sintered glass at the bottom of the aeration tank. Activated sludge was continuously recycled to the aeration vessel. The sludge retention time was maintained by daily removing mixed liquid suspended solids from the aeration vessel. The sludge retention time and the hydraulic retention time of the reactor were 8 d and 6 h, respectively. Carboxymethyl cellulose (DS 0.7) was introduced to one CAS unit with a syringe pump at a predetermined NPOC content of 30 mg/L.

Toxicity tests

The acute aquatic toxicity of CMC (DS 0.7) and the biodegradation products of this compound were evaluated with the invertebrate *Daphnia magna* (water flea) and *Brachydanio rerio* (zebra fish). Chronic toxicity tests were carried out with the freshwater alga *Selenastrum capricornutum*, and the bacterium *Pseudomonas putida*. In addition, toxicity was assessed in filtered effluent of the CAS test and dilutions of this effluent. The tests were performed according to OECD Test Guidelines [8,9,10] and methods described by Bringmann and Kuhn [11]. A few specifications of these tests are listed below:

The *Pseudomonas putida* growth inhibition test [11] was performed in 300-ml Erlenmeyer flasks with a side-arm that could be inserted directly into a nephelometer. The incubation temperature was 30°C.

The Erlenmeyer flasks of the algal inhibition test [8] closed with cotton-wool stoppers were incubated at 24°C under continuous illumination provided in the spectral range of 400 to 700 nm using 30-W fluorescent lamps of the type "universal white" (color temperature of approximately 4,000 K) at a distance of 35 cm from the cultures. Flasks were shaken at 100 rpm on an orbital shaker. Cell counts were made after 0, 24, 48, 72, and 96 h.

The acute toxicity test with *Daphnia magna* [9] was carried out in 400-ml beakers containing 250 ml of test medium covered with a glass plate. The daphnids were incubated at 20°C with 16 h of ambient light per day supplied by fluorescent light tubes. Effects were determined by observing lack of movement when animals were prodded with a glass probe.

Daphnia magna used to determine the prolonged toxicity [9] were held separately in 100-ml glass beakers containing 50 ml of medium. The medium was renewed three times a week, on Monday, Wednesday, and Friday. The counting of offspring was started on day 7 of the test and then on the days the medium was renewed and on day 20. Daphnids were fed with batch-cultured green algae.

Acute toxicity to fish was determined with *Brachydanio rerio* [10]. *Brachydanio rerio* were randomly distributed to each of the test aquaria. The pH and dissolved oxygen were checked after exposure periods of 0, 24, 48, 72, and 96 h. Mortalities were recorded and dead fish removed from each aquarium at these time periods.

The no-effect concentrations were calculated by using a one-way analysis of variance (ANOVA) accompanied by Dunnett's multiple range comparison against a control.

Coupling of tests

Effluent from the CAS test reactor was collected for 2 weeks. After filtration of the substantially clear effluent through a 0.45- μ m filter in order to remove microbial cells, the effluent was stored at 4°C until toxicity testing. Acute toxicity testing of CAS effluents was performed with *Daphnia magna* and *Brachydanio rerio*. Chronic toxicity tests were conducted with *Pseudomonas putida*, *Selenastrum capricornutum*, and *Daphnia magna*.

RESULTS AND DISCUSSION

Biodegradation in standard tests

An incubation of CMC (DS 0.7) in the closed bottle test yielded 25% biodegradation after 28 d, followed by a much slower increase of the biodegradation percentage (Fig. 1). Because 58% of the ThOD was consumed at day 110, a complete utilization of CMC (DS 0.7) is presumed. Partial degradation of CMC has also been found by others in ready and inherent biodegradability tests within the prescribed test periods. Between 20 and 40% of the chemical oxygen demand was consumed at day 20 in a Hach apparatus [12]. Later, Schöberl et al. [1] showed that CMC was oxidized 0 to 55% of the theoretical oxygen demand in closed bottle tests. Unfortunately, there is no mention of the DS of the CMCs tested.

In our SCAS test between days 0 and 20 only 50% of the CMC carbon was removed. Next, the removal percentages of CMC in the SCAS test increased. The removal percentages calculated for CMC (DS 0.7) in the SCAS test are presented in Figure 2. Three phases can be recognized in this experiment. First, an immediate partial removal of NPOC probably due to the oxidation of some unsubstituted and monosubstituted glucose units as described by Sieger et al. [3] was observed. There-

272 *Environ. Toxicol. Chem.* 15, 1996

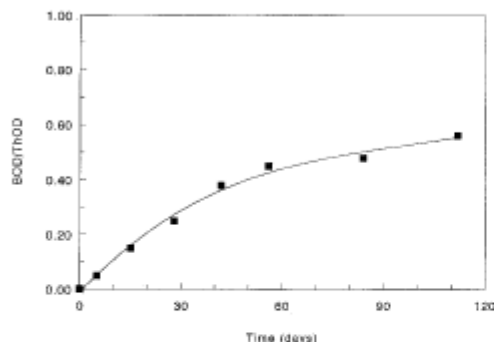


Fig. 1. Biodegradation of CMC (DS 0.7) expressed as BOD/ThOD in the prolonged closed bottle test (OECD Test Guideline 301 D) (redrawn from van Ginkel and Stroe [3]).

after, adaptation of the activated sludge to the carboxymethylated oligomers produced by the CMC-degrading microorganisms took place. In the third phase, acclimated sludge removed 100% of the added CMC. One hundred percent removal achieved in the third phase confirms that CMC is completely degraded. The long adaptation period in the SCAS test indicates that the ultimate biodegradation of CMC is accomplished by slow-growing microorganisms. In a Zahn Wellens test 40% NPOC removal was detected, which demonstrates that CMC is not completely degraded in all inherent biodegradability tests [1]. This removal percentage was accomplished after an incubation period of 4 weeks. Complete mineralization of CMC (DS unknown) by activated sludge was obtained after an incubation period of approximately 15 weeks [13].

Our experiments thus reflect all published data. Under standard test conditions, CMC (DS 0.7) will be degraded partly within the prescribed test period. Success in obtaining microorganisms degrading CMCs and their intermediates (i.e., carboxymethylated oligomers) is primarily related to the use of longer test periods. In the evaluation of the experimental data, the extent of the biodegradation is legally very important. If the term inherently biodegradable is to be applied, the OECD requires that in any biodegradation test the prescribed pass level is reached. Removal percentages of >90 in the SCAS test and

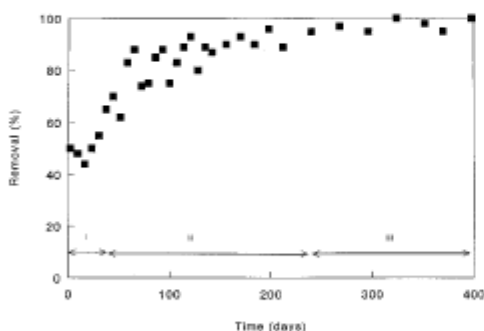


Fig. 2. Removal of CMC (DS 0.7) in the SCAS test (OECD Test Guideline 302 A).

C.G. van Ginkel and S. Gayton

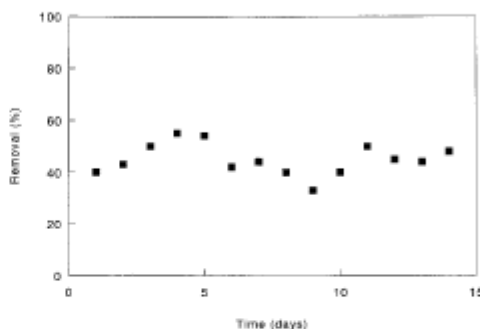


Fig. 3. Removal of CMC (DS 0.7) in a modified confirmatory test (OECD Test Guideline 303 A) operated with a sludge retention time of 8 d and a hydraulic retention time of 6 h.

a biodegradation percentage of almost 60 in the prolonged closed bottle test demonstrate that CMC (DS 0.7) should be classified as inherently biodegradable. Moreover, the ultimate or complete biodegradability of CMC (DS 0.7) is proven by the >90% removal in the SCAS test after a prolonged test period.

Degradation of CMC (DS 0.7) was determined by loss of NPOC from the wastewater in a CAS unit. The results obtained in the CAS test, simulating a sewage treatment plant, indicate that only a partial degradation of CMC is accomplished. Activated sludge obtained from a plant treating domestic wastewater is already acclimatized as shown by the immediate loss of 50% of the spiked CMC-carbon (Fig. 3). During the test period the removal of CMC in the CAS test remained constant at approximately 50%. Other simulation tests also indicate partial degradation of CMC. In the coupled units test only 23% of the CMC was degraded. This value was confirmed in an Environmental Protection Agency (EPA)-activated sludge test [1]. Higher removal percentages will not be achieved due to the limited sludge retention times in activated sludge treatment plants. Under these conditions, microorganisms capable of growing at the expense of carboxymethylated oligomers are probably not able to maintain themselves in the activated sludge plant.

Aquatic toxicity of CMC and degradation products

Aquatic organisms are exposed to CMC due to the direct discharge of CMC into surface water. Toxicity tests using *Pseudomonas putida*, *Selenastrum capricornutum*, *Daphnia magna*, and *Brachydanio rerio* were conducted to determine the aquatic toxicity of CMC. A test with CMC (DS 0.7) did not produce mortality of *Brachydanio rerio* at a concentration of 2.5 g/L after 96 h. Moreover, no negative effects for *Daphnia magna* were noted for CMC at a concentration of 5.0 g/L after 48 h. Finally, no inhibition of growth of *Pseudomonas putida* and *Selenastrum capricornutum* was observed at CMC concentrations of 1.0 and 0.5 g/L, respectively. These acute and chronic toxicity test results are listed in Table 1. The nontoxicity of CMC was also described by Schöberl et al. [1], who reported LC₀ values of >0.25 to 1.0 g/L for fish and >1.0 g/L and for daphnids.

The expected partial biodegradation in activated sludge plants necessitates the assessment of the aquatic toxicity of intermediates formed during biodegradation processes. Intermediates of CMC (DS 0.7) degradation were made as described



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	19 of 21

Table 1. Acute and chronic toxicity of carboxymethyl cellulose (DS 0.7) and the biodegradation products of this compound to aquatic organisms. All no-effect concentrations (NOEC) values were the highest concentrations tested

Test organism	OECD Guideline	Duration (h)	Endpoint	Nominal conc. (g/L)	
				CMC	Inter-mediate
<i>Pseudomonas putida</i>	*	96	NOEC	1.0	^b
<i>Selenastrum capricornutum</i>	201	96	NOEC	0.5	0.5
<i>Daphnia magna</i>	202	48	NOEC	5.0	1.0
<i>Brachydanio rerio</i>	203	96	NOEC	2.5	1.0

* According to Bringmann and Kuhn [11].

^b Not determined.

by Sieger et al. [3]. Subsequently, the acute toxicity of CMC intermediates to *Daphnia magna* and *Brachydanio rerio* was assessed using conventional methods. No toxicity was detected at 1.0 g/L. Exposure of algae to a CMC intermediates concentration of 0.5 g/L did not result in a reduction of the growth rate. The results from the acute and chronic aquatic toxicity tests with these intermediates of CMC are also summarized in Table 1. These toxicity tests reveal that the biologically treated CMC does not exhibit toxicity.

Coupling of the CAS test and toxicity tests

In conjunction with the partial removal in the simulation test discussed above, simultaneous analyses of the toxicity associated with the biodegradation of CMC (DS 0.7) were performed with wastewater samples recovered after treatment in the CAS test. All responses for the aquatic test organisms *Pseudomonas putida*, *Selenastrum capricornutum*, *Daphnia magna*, and *Brachydanio rerio* were determined in effluent or dilutions of the effluent. The effluent from the CAS unit contained approximately 15 mg NPOC/L of organic compounds originating from partial degradation of CMC. In the acute toxicity experiments, *Daphnia magna* and *Brachydanio rerio* were placed in this effluent. Acutely toxic substances were not produced by activated sludge during the biodegradation of CMC (DS 0.7) because even undiluted effluent did not immobilize the *Daphnia magna* exposed to it. The *Brachydanio rerio* survived in the undiluted effluent for 96 h with no difficulty, and their behavior and appearance were identical with those of the fish in the control. Chronic toxicity to *Pseudomonas putida* and *Selenastrum capricornutum* was only tested in undiluted effluent. An increase in cell growth of *Selenastrum capricornutum* with effluent relative to the prescribed mineral salts medium was observed. This is most likely because of an optimization of the nutrients (data not shown). Growth of *Pseudomonas putida* was therefore not inhibited in the effluent.

A chronic toxicity test performed with *Daphnia magna* shows that biologically treated CMC remained without effect on daphnid reproduction. The reproductive output of the control *Daphnia magna* during the entire study averaged 98 per female (coefficient of variation 8%). Thus, the partial degradation of CMC does not result in the formation of toxic biodegradation products.

CONCLUSIONS

It is reasonable to assume that in nature degradation is achieved by consortia of microorganisms. Microorganisms exhibiting cellulolytic activities such as *Agrobacterium* CM-1 initiate the biodegradation of CMC [3]. It can be concluded from



the results of the CAS test that CMC undergoes a partial degradation in activated sludge plants. Complete mineralization of CMC is accomplished by slow-growing microorganisms in the prolonged closed bottle test and the SCAS test. Carboxymethyl cellulose (DS 0.7) is therefore an inherently biodegradable polymer and can be expected to be degraded completely in natural environmental systems such as soils, lakes, and rivers.

Toxicity tests performed with effluent from a CAS unit showed no toxicity due to partial degradation of CMC. This is confirmed by the nontoxicity of intermediates of CMC (DS 0.7) formed by a pure culture of *Agrobacterium* CM-1. The toxicity of the intermediates was tested at extremely high concentrations: 0.5 g/L for *Selenastrum capricornutum*, 1.0 g/L for *Daphnia magna*, and 2.5 g/L for *Brachydanio rerio*. In addition, no adverse effects of CMC were noted for representative organisms of aquatic ecosystems at concentrations in the range of 1.0 to 5.0 g/L. Using concentrations of linear alkylbenzene sulfonates present in domestic wastewater and the weight ratio of linear alkylbenzene sulfonates and CMC in detergents [14,15], a CMC concentration of approximately 1 mg/L in domestic wastewater was calculated. After partial removal in wastewater treatment plants and dilution of CMC (DS 0.7), environmental concentrations of CMC and their intermediates are expected to be of the order of a few micrograms per liter. The environmental risk of the use of CMC (DS 0.7) based on the tests carried out is therefore negligible.

Acknowledgement—H.J.M. Tomassen and R.J. van Wijk are acknowledged for their comments on the manuscript. We thank A.G.M. Kroon and J.C.M. Gattener Arends for technical assistance.

REFERENCES



- Schöberl, P., K.J. Bock and L. Huber. 1988. Ökologisch relevante Daten von nicht-tensidischen Inhaltsstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln. *Tenside Detergents* 25:99-107.
- Batelaan, J.G., C.G. van Ginkel and F. Balk. 1992. Carboxymethyl cellulose (CMC). In O. Hutzinger, ed., *The Handbook of Environmental Chemistry*, Vol. 3, Part F, Anthropogenic Compounds. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 329-336.
- Sieger, C.H.N., A.G.M. Kroon, J.G. Batelaan and C.G. van Ginkel. 1993. Biodegradation of carboxymethyl celluloses by *Agrobacterium* CM-1. *Carbohydr. Polym.* 27:137-143.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. 1992. Guidelines for testing of chemicals, degradation and accumulation, ready biodegradability. Guideline 301. Paris, France.
- van Ginkel, C.G. and C.A. Stroe. 1992. Simple method to prolong the Closed Bottle test for the determination of the inherent biodegradability. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 24:319-327.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. 1988. Guidelines for testing chemicals, section 3: Degradation and accumulation, inherent biodegradability, modified SCAS test. Guideline 302 A. Paris, France.
- Organisation for Economic Cooperation and Development.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEM	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	20 of 21

274 *Environ. Toxicol. Chem.* 15, 1996

C.G. van Ginkel and S. Gayton

1988. Guidelines for testing chemicals: Simulation test—Aerobic sewage treatment. Guideline 303 A. Paris, France.
8. **Organisation for Economic Cooperation and Development.** 1984. Guidelines for testing chemicals, section 2: Effects on biotic systems: alga, growth inhibition test. Guideline 201. Paris, France.
9. **Organisation for Economic Cooperation and Development.** 1984. Guidelines for testing chemicals, section 2: Effects on biotic systems: *Daphnia* sp., acute immobilisation test and reproduction test. Guideline 202. Paris, France.
10. **Organisation for Economic Cooperation and Development.** 1984. Guidelines for testing chemicals, section 2: Effects on biotic systems: fish, acute toxicity test. Guideline 203. Paris, France.
11. Bringmann, G. and R. Kuhn. 1977. Limiting values for the damaging action of water pollutants to bacteria (*Pseudomonas putida*) and green algae (*Scenedesmus quadricauda*) in the cell multiplication inhibition test. *Z. Wasser Abwasser-Forsch.* 10:87-98.
12. Rosall, B. 1974. Polymer biodegradation, part 1, some naturally occurring polymers and cellulose ethers. *Int. Biodeterior. Bull.* 10: 95-103.
13. Bryan, C.E. and P.S. Harrison. 1973. Biodegradation of synthetic warp sizes. *Textile Asia* 5:37-41.
14. de Oude, N.T. 1992. Introduction. In O. Hutzinger, ed., *The Handbook of Environmental Chemistry*, Vol. 3, Part F. Anthropogenic Compounds. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. XIIV-XXV.
15. Painter, H.A. 1992. Anionic surfactants. In O. Hutzinger, ed., *The Handbook of Environmental Chemistry*, Vol. 3, Part F. Anthropogenic Compounds. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 1-88.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C10713-000-B-TVN-0014	Rev. No.:	2
 SAIPEN	Doc. Title:	NOTA TECNICA PRESCRIZIONE A.27: RISPOSTA A ISPRA/ARPA	Page:	21 of 21

6. MODIFICHE RISPETTO ALLA REVISIONE PRECEDENTE

Sezione 5: è stata aggiunta una nota alla scheda di sicurezza del prodotto Laviosa Hidropol P.

Aggiunte sezioni 5.1 '*Laviosa Hidropol P – Dichiarazione sulla biodegradabilità*' e 5.2 '*Articolo sulla biodegradabilità del CMC*'.