

TECHNICAL REPORT 22206870/1– DECEMBER 05th 2022

TECHNICAL REPORT COMPLIANT WITH THE STANDARD
UNI EN 13432:2002 AND UNI EN ISO 20136:2020
FOR “BIODEGRADABLE LEATHER – BLUE LABEL”

Test material	
ARCHA Sample number	22206870
Supplier identification	BEKEN ITALIA srl
Material identification	PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE
Arrival date	September 01 st 2022
Start test date	September 09 th 2022

December 05th 2022

LABORATORY ANALYSES TECHNICAL SUPERVISOR

BIODEGRADABILITY & COMPOSTABILITY

CHEMICAL DEPT.

(Dr. Silvia Pierozzi)



INDEX

1. Introduction	3
2. Identification of the product	3
2.1. Initial characterizations	4
2.2. FTIR Spectrum	5
3. Leather – Determination of degradability by micro-organism in aqueous medium	6
3.1. Inoculum preparation	6
3.2. Reference and sample preparation	7
3.3. Biodegradability test set-up with infrared sensors	7
3.4. Data Processing	8
3.5. Results	9
3.6. Conclusions on biodegradability test	10
4. Check list for the final assessment of the compliance with en 13432	11

ANNEX 1 – Test report n. 22206870/1

ANNEX 2 – Test report n. 22206870/2

1. INTRODUCTION

This technical note describes the results obtained on the following sample:

Table 1. Test material information and identification.

Test material	
ARCHA Sample number	22206870
Supplier identification	BEKEN ITALIA srl
Material identification	PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE
Arrival date	September 01 st 2022
Start test date	September 09 th 2022

According to the following standard:

- UNI EN 13432:2002
- UNI EN ISO 20136:2020

to certify the degradability in tanning wastewater treatment plants of leather articles.

In particular, this technical report describes the overall results obtained by carrying on:

- 1) Product identification and characterization
- 2) Leather – Determination of degradability by micro-organisms

2. IDENTIFICATION OF THE PRODUCT

The previous Table summarises the main information for the description of the test material, additional information is given below. In Figure 1, the picture of the sample is presented.

- Commercial name of the finished article: PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE
- Colour: Black
- Manufacturing site: BEKEN ITALIA SRL, VIA LEONARDO DA VINCI, 20, 36071 ARZIGNANO (VI)
- Lot number: lotto RIF. 2944
- Type of animal: Cows
- Thickness of article (declared by the producer): 1,5/1,6 mm
- Thickness of article (experimental value): 1,75 ± 0,2 mm
- Other relevant information: LEATHERS SUBMITTED TO ORGANIC AND METAL FREE TANNING AS ITALIAN PATENT NO. 10202000017719 AND EUROPEAN PATENT EP 4022099 B1 OF BEKEN ITALIA S.R.L. AND SUBSEQUENTLY PROCESSED WITH ORGANIC AND METAL FREE RETANNING IN BLACK COLOUR AND WORN IN CRUST.



Figure 1. Picture of the sample.

2.1. Initial characterizations

The preliminary analytical characterizations performed were used to quantify the organic carbon content of the leather sample and to verify the absence of heavy metals and fluorine. From the results obtained from the determination of the volatile solids content (expressed as % of dry matter, reference value > 50% w/w), the sample complies with the requirements of EN 13432.

Table 2. Chemical characterizations of test material.

Parameter	Units of Measurement	PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE (22206870)	LIMIT VALUE EN 13432
Dry residue	% w/w	88,7	-
Volatile solids	% w/w d.m.	82,77	> 50
Organic Carbon	% w/w d.m.	53,4	-

The results for the quantification of heavy metals and fluorine concentrations in the sample are shown in Table 4. The sample complies with the requirements of EN 13432 for all the below-mentioned parameters.

Table 3. Heavy metals and fluorine concentrations

Parameter	Unit of measurement	PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE (22206870)	EN 13432
As	mg/kg d.m.	0,324	5
Cd	mg/kg d.m.	< 0,1	0,5
Cr tot	mg/kg d.m.	32,6	50
Hg	mg/kg d.m.	< 0,1	0,5
Mo	mg/kg d.m.	0,141	1
Ni	mg/kg d.m.	0,68	25
Pb	mg/kg d.m.	0,193	50
Cu	mg/kg d.m.	2,23	50
Se	mg/kg d.m.	0,126	0,75
Zn	mg/kg d.m.	22,0	150
F	mg/kg d.m.	< 10	100

2.2. FTIR Spectrum

Infrared spectroscopic analysis (FTIR) is performed for the characterization of the main organic component. The determination is carried out by using the ATR (Total Attenuated Reflectance) technique on the material as it is. The spectrum is registered with 32 acquisitions and the resulted spectrum for the sample is shown in next figures.

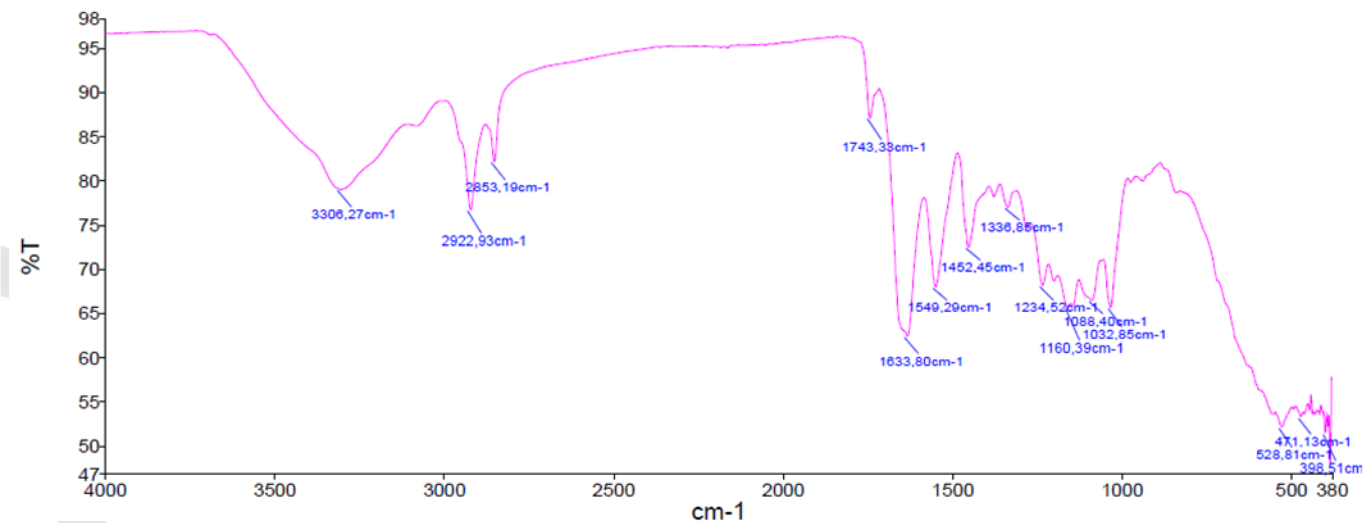


Figure 2. FTIR Spectrum of test material (side 1).

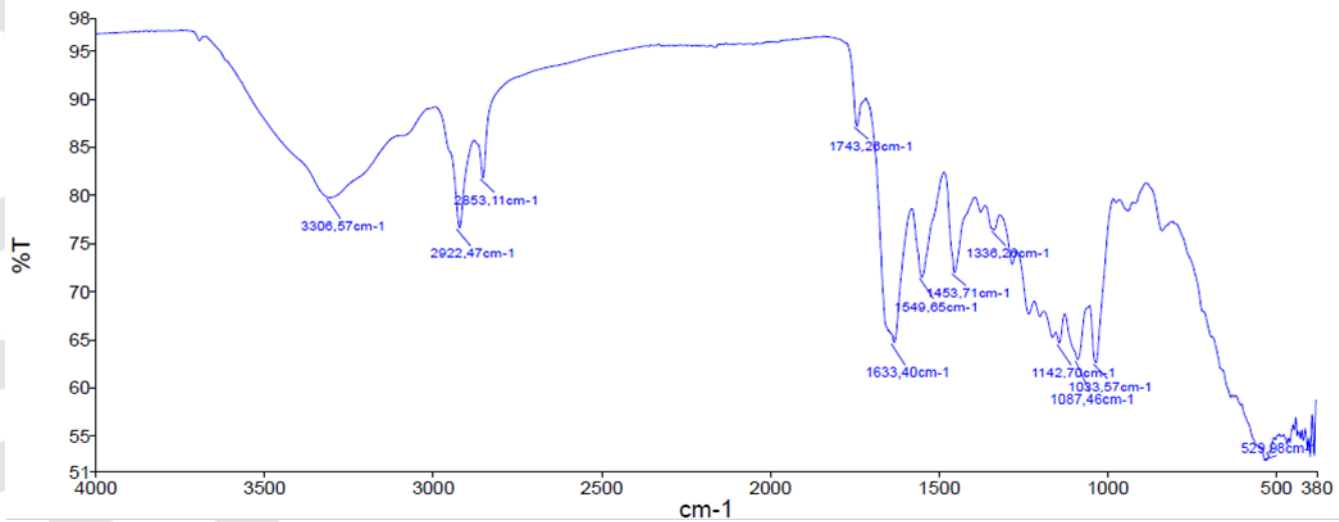


Figure 3. FTIR Spectrum of test material (side 2).

3. LEATHER – DETERMINATION OF DEGRADABILITY BY MICRO-ORGANISM IN AQUEOUS MEDIUM

The biodegradability test in aqueous medium by aerobic micro-organism present in activated sludge of waste water treatment plants from the tanning industry was conducted according to the official method “UNI EN ISO 2013:2020 – Leather – Determination of degradability by micro-organism”.

This test that is actually applicable to leather, and therefore specific to the tanning industry, simulates leather's ability to biodegrade under conditions similar to those of biological waste treatments plants in tanneries.

The test is considered positive if collagen (positive reference control) degrades at least 70% within 50 days (organic carbon mineralization at $CO_2 > 70\%$). The biodegradability of leather sample is compared with the biodegradability of collagen and the % of degradation resulting from the ratio of the % of biodegraded sample to the % of biodegraded collagen is calculated.

The BLUE LABEL certification is conditional on obtaining a relative biodegradability value (i.e. compared to biodegradability of collagen):

- **80% or more – BLUE LABEL**

3.1. Inoculum preparation

The UNI EN ISO 20136:2020 method allows to determine the degree and speed of aerobic biodegradation of tanned and untanned leathers by determining the CO_2 produced. Biodegradation is conducted by specific micro-organisms contained in an inoculum taken from a sludge of biological treatment plant of tanning wastewater.

The activated sludge was taken on September 27th 2022 from the biological purification tank of the tanning wastewater treatment plant of Consorzio Cuoio-Depur SpA located in Via Arginale Ovest, 81 - 56020 San Romano - San Miniato (PISA).

The sample was transferred to ARCHALAB in a refrigerated bag, where it was centrifuged at 1500 rpm for 5 minutes to separate the suspended solids. The supernatant liquid (100 mL) obtained was added to 900 mL of a nutrient solution, containing ferric chloride, magnesium sulphate, calcium chloride, ammonium sulphate and phosphate buffer.

The inoculum thus prepared was left to stir for 16 hours at 23°C for conditioning of the micro-organisms.

3.2. Reference and sample preparation

The leather sample was previously ground before being introduced into a 2 L bottle. The sample quantity of approximately 0.18 g was added to 1 L of inoculum.

The reference, collagen, was used as received. The amount of collagen of approximately 0.18 g was added to 1 L of inoculum. Biodegradability tests on the collagen and the leather sample were conducted in duplicate. In parallel, an inoculum-only sample was also tested in duplicate.

For each inoculum, collagen and leather sample, the initial total carbon content was determined, which is necessary for the evaluation of the biodegradability percentage. Table 4 below shows the values of dry matter and carbon content in relation to the dry matter of the reference collagen and leather sample.

Table 4. Dry matter values and carbon content in relation to dry matter

Sample	COLLAGEN	PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE (22206870)
Dry residue (% w/w)	88.1	88,7
Organic Carbon (% w/w d.m.)	47,4	53,4

3.3. Biodegradability test set-up with infrared sensors

The test is conducted in a climate chamber at a temperature of $23 \pm 2^\circ \text{C}$. Each prepared sample is continuously flushed with previously treated air in order to remove ambient CO_2 . The air flow is 150 mL/min. Air bubbling is ensured by means of a porous septum immersed in the liquid.

Air outflow of reactors is analysed in terms of CO_2 concentration by a specific infrared sensor. A picture of the climatic chamber and reactors is shown in Figure 4.

The test started on September 27th 2022 and ended on November 30th 2022.

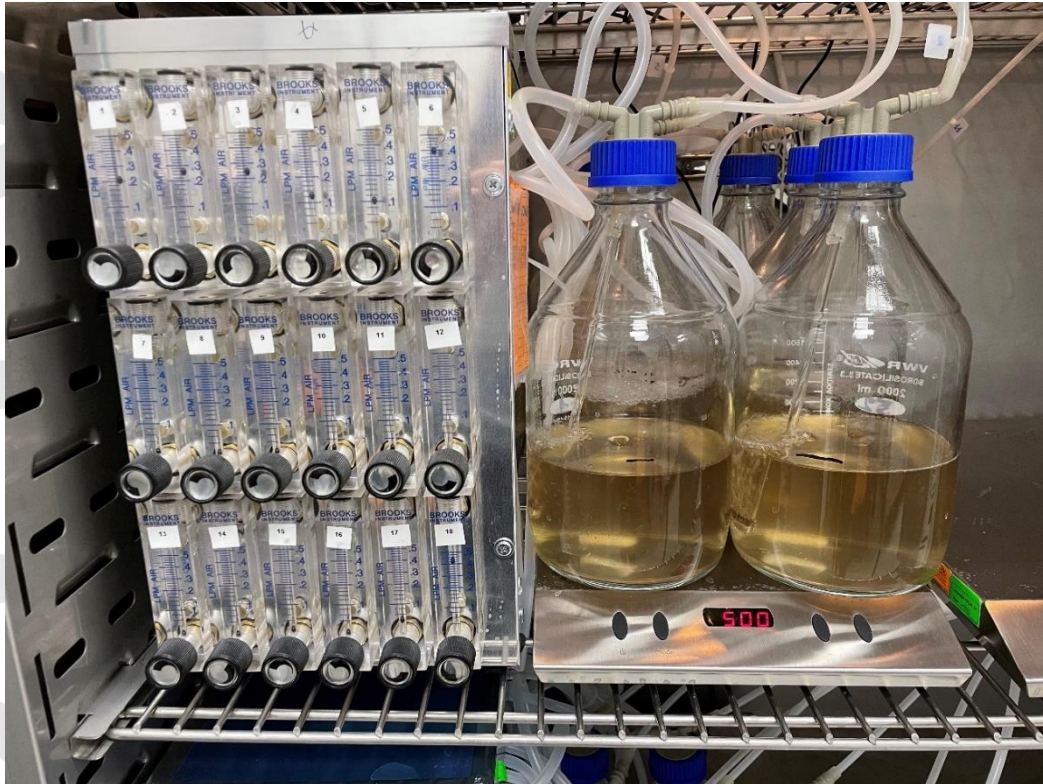


Figure 4. Picture of the biodegradability test set-up

3.4. Data Processing

As mentioned above, the leather sample and the reference collagen were characterized in terms of organic carbon content, in order to be able to calculate the maximum amount of CO₂ that can be developed from the biodegradation process (Th CO₂, in g). This value is considered to be the theoretical 100% biodegradability.

Throughout the test, the concentration of CO₂ produced by the sample, inoculum and reference is determined using an infrared sensor with a measuring range of 0-3000 volumetric ppm. Considering that the flow of air feeding the reactors is 150 ml/min, and the test temperature and pressure are also known, it is possible to calculate the amount of CO₂ produced (in mol/h) by the samples, which is then converted into grams.

The net CO₂ developed in the unit of time by the degradation process of the collagen and the sample is obtained by subtracting from the respective calculated values, that resulting from the inoculum alone:

$$\text{CO}_2 \text{ net collagen} = \text{CO}_2 \text{ collagen} - \text{CO}_2 \text{ inoculum}$$

$$\text{CO}_2 \text{ net leather} = \text{CO}_2 \text{ leather} - \text{CO}_2 \text{ inoculum}$$

The biodegradability percentage of the collagen and the leather sample respectively is obtained from the ratio of the cumulative net CO₂ value at the end of the test (at the plateau value) to the respective Th CO₂ value:

$$\% \text{ absolute biodegradability of collagen} = \frac{\text{CO2 net collagen}}{\text{Th CO2 collagen}} \times 100$$

$$\% \text{ absolute biodegradability of leather} = \frac{\text{CO2 net leather}}{\text{Th CO2 leather}} \times 100$$

The results of the biodegradability percentage obtained from the reference collagen and the sample are compared; the sample will be more readily degradable the closer the biodegradability percentage value is to that of the collagen. Specifically, the result of the biodegradability of the sample is expressed relatively to the biodegradability of the collagen:

$$\% \text{ relative biodegradability} = \frac{\% \text{ absolute biodegradability of leather}}{\% \text{ absolute biodegradability of collagen}} \times 100$$

3.5. Results

Table 5 summarises the final absolute biodegradability values of the collagen and skin sample at the end of the test and the relative biodegradability values of the leather sample.

Table 5. Final values of absolute and relative biodegradability obtained at the end of the test.

Sample	Absolute biodegradability (%)	Relative biodegradability (%)
COLLAGEN	99,8	-
PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE (22206870)	86,5	86,7

Figure 3 shows the trends over time of the biodegradability values for collagen and the sample.

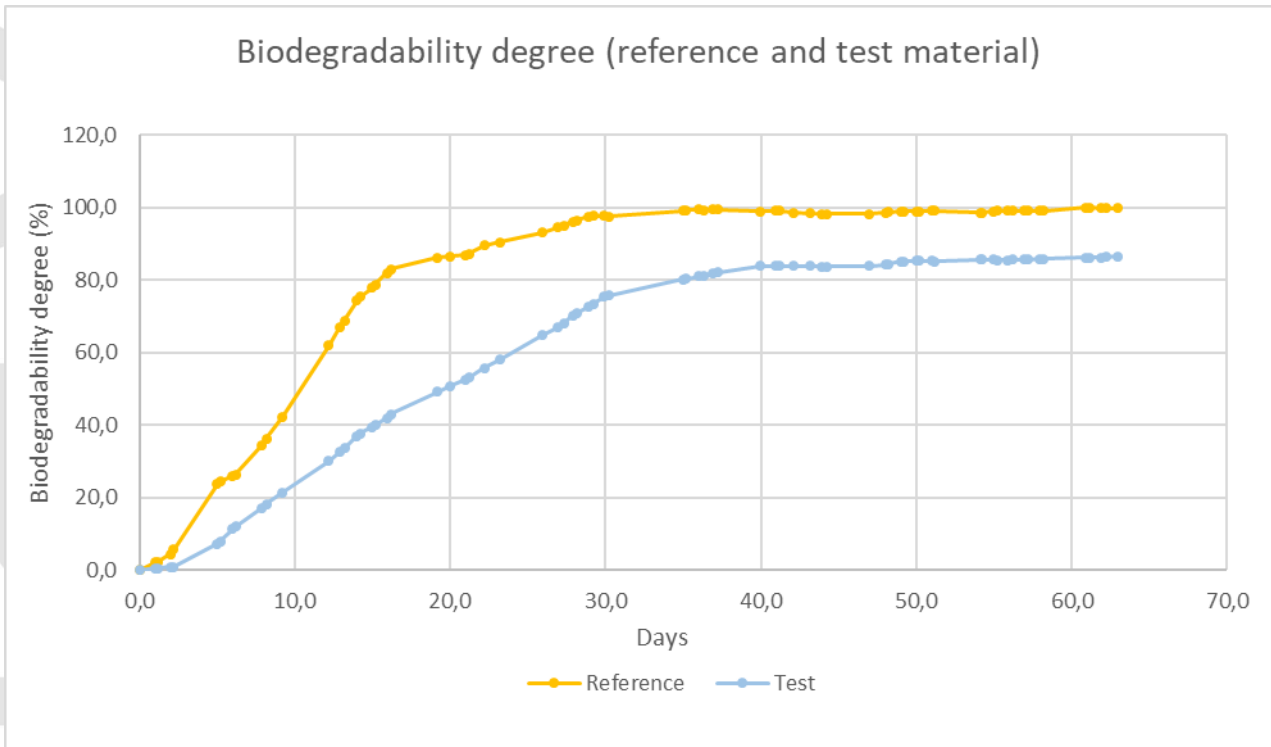


Figure 5. Absolute percentage biodegradability of collagen and sample over time

3.6. Conclusions on biodegradability test

The biodegradation test was performed correctly, according to the validity criterion, whereby within 50 days of incubation, the degree of biodegradation of the reference material (collagen) is greater than 70 per cent: during this trial, 70 per cent biodegradation of collagen was achieved after 14 days.

The test material fulfils the requirements of EN ISO 20136:2020 for the biodegradability degree by micro-organisms, providing an average degree of relative biodegradation of 86,7 % (at plateau value).

4. CHECK LIST FOR THE FINAL ASSESSMENT OF THE COMPLIANCE WITH EN 13432

The check list for the final assessment of the compliance with EN 13432 is presented below:

Overall result of the evaluation		
ARCHA number	Acceptance	Rejected
22206870	x	

	Parameters		Method to verify the compliance	Judgement
Characterization	Volatile solids		APHA Standard Methods 2540 G 1997	COMPLIANT
	Heavy metals	Cu, Zn, Ni, Cd, Pb, Hg, Cr, Mo, Se, As	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	COMPLIANT
	Fluorine		EPA 5050 1994 + UNI EN ISO 10304-1:2009	COMPLIANT
Degradability of micro-organism			UNI EN ISO 20136:2020	COMPLIANT

ANNEXES

TEST REPORT

SAMPLE NUMBER:

22206870/1

ANNEXES 2-3

TEST REPORT

SAMPLES CODE:

22206870/1

22206870/2

Data 02/12/2022

Rapporto di Prova 22206870/1

BEKEN ITALIA SRL

Pagina 1 di 2

Spett.le
BEKEN ITALIA SRL
Sede Legale
VIA LEONARDO DA VINCI, 20
36071 ARZIGNANO (VI)

1. Dati del campione

Denominazione: PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE (CARATTERIZZAZIONE MATERIALE)

Codice campione: 22206870/1 **Ricevuto il:** 01/09/2022

Matrice: PELLE E CUOIO **Aspetto:** SOLIDO

Lotto: 2944

2. Dati del campionamento

Stabilimento: Sede Legale, VIA LEONARDO DA VINCI, 20 36071 ARZIGNANO (VI)

Punto di prelievo: **Prelevato il:** 01/09/2022

Campionato da: Committente **rif. Verbale campionamento:**

Modalità:

3. Dati amministrativi

Codice cliente: **Commessa:** **Preventivo:** 202200799 **Ordine:** 202200799

4. Avvertenze e legende

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione di ARCHALAB S.r.l.. I dati riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove. Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio, salvo diverse indicazioni. Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove. Salvo diverse indicazioni, quando presenti: la "Denominazione", il "Lotto", le "Condizioni di processo", i "Dati di campionamento" (se campionato dal Cliente), sono dati forniti dal Cliente e il Laboratorio ne declina la responsabilità.

SD = Standard Deviation o Scarto Tipo; LQ = Limite di Quantificazione del metodo; U = Incertezza estesa della prova espressa con la stessa unità di misura del risultato e calcolata con un fattore di copertura $k=2,26$ ($k=2$ dove indicato con il simbolo §) corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95 % o come intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95 %; U.M. = Unità di Misura.

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

5. Note sul campione

Lotto RIF. 2944 PELLI SOTTOPOSTE A CONCIA ORGANICA E METAL FREE COME DA BREVETTO ITALIANO N. 102020000017719 E DA BREVETTO EUROPEO EP 4022099 B1 DELLA BEKEN ITALIA S.R.L. E SUCCESSIVAMENTE LAVORATE CON RICONCIA ORGANICA E METAL FREE DI COLORE NERO E PORTATE IN CRUST

Rapporto di Prova firmato digitalmente
Dott. Yuri Pelosi
Ordine dei Chimici della Toscana
N. 1680 SEZIONE A

Data 02/12/2022

Rapporto di Prova 22206870/1

BEKEN ITALIA SRL

Pagina 2 di 2

6. Risultati analitici (data inizio prove: 09/09/2022 - data fine prove: 16/09/2022)

Parametro	U.M.	Risultato	LQ	U	Metodo di prova
SPESSORE	mm	1,75 (1)		± 0,2	* UNI EN ISO 2589:2016
CARBONIO ORGANICO TOTALE (TOC)	% p/p (s.s.)	53,4		± 7,6	UNI EN 15936:2022 Met B
FLUORO TOTALE	mg/kg (s.s.)	< LQ	15		* EPA 5050 1994 + UNI EN ISO 10304-1:2009
SOLIDI VOLATILI	% p/p (s.s.)	82,77		± 0,94	* APHA Standard Methods 2540 G 1997
RESIDUO SECCO	% p/p	88,7			* UNI EN 15934:2012 Met A
SPETTROSCOPIA FT/IR		Nota (2)			*
MINERALIZZAZIONE	-	Nota (3)			* UNI EN 13657:2004
ARSENICO	mg/kg (s.s.)	0,324		± 0,052	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CADMIO	mg/kg (s.s.)	< LQ	0,1		UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
CROMO TOTALE	mg/kg (s.s.)	32,6		± 5,1	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
RAME	mg/kg (s.s.)	2,23		± 0,36	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
MERCURIO	mg/kg (s.s.)	< LQ	0,1		UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
MOLIBDENO	mg/kg (s.s.)	0,141		± 0,022	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
NICHEL	mg/kg (s.s.)	0,68		± 0,11	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
PIOMBO	mg/kg (s.s.)	0,193		± 0,03	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
SELENIO	mg/kg (s.s.)	0,126		± 0,019	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016
ZINCO	mg/kg (s.s.)	22,0		± 3,4	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016

(1) Numero di replicati per la quantificazione dello spessore: 5

(2) Lo spettro FTIR è riportato nel report tecnico 22206870

(3) Quantità di campione prelevata: 0,5 ± 0,3 g

Pretrattamento effettuato: essiccazione all'aria, riduzione granulometrica e omogeneizzazione.

Sistema di digestione: microonde in recipiente chiuso, temperatura di 180 °C raggiunta in 13 minuti e mantenuta per 2 minuti, acqua regia.

Tecnica di separazione dell'eventuale residuo solido dopo digestione: filtrazione

7. Opinioni e interpretazioni (non oggetto di accreditamento da parte di ACCREDIA)

Nessuno

Fine Rapporto di Prova



Rapporto di Prova firmato digitalmente
Dott. Yuri Pelosi
Ordine dei Chimici della Toscana
N. 1680 SEZIONE A

Data 02/12/2022

Rapporto di Prova 22206870/2

BEKEN ITALIA SRL

Pagina 1 di 2

Spett.le
BEKEN ITALIA SRL
Sede Legale
VIA LEONARDO DA VINCI, 20
36071 ARZIGNANO (VI)

1. Dati del campione

Denominazione: PELLE ORGANICA E METAL FREE AD USO SPECIALE/PELLETTERIA/AUTOMOTIVE (BIODEGRADABILITA' IN ACQUA REFLUA)
Codice campione: 22206870/2 **Ricevuto il:** 01/09/2022
Matrice: PELLE E CUOIO **Aspetto:** SOLIDO
Lotto: 2944

2. Dati del campionamento

Stabilimento: Sede Legale, VIA LEONARDO DA VINCI, 20 36071 ARZIGNANO (VI)
Punto di prelievo: **Prelevato il:** 01/09/2022
Campionato da: Committente **rif. Verbale campionamento:**
Modalità:

3. Dati amministrativi

Codice cliente: **Commessa:** **Preventivo:** 202200799 **Ordine:** 202200799

4. Avvertenze e legende

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova è consentita solo previa autorizzazione di ARCHALAB S.r.l.. I dati riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove. Il campione è stato sottoposto alle prove come pervenuto al laboratorio, salvo diverse indicazioni. Se non già indicato nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove. Salvo diverse indicazioni, quando presenti: la "Denominazione", il "Lotto", le "Condizioni di processo", i "Dati di campionamento" (se campionato dal Cliente), sono dati forniti dal Cliente e il Laboratorio ne declina la responsabilità.

SD = Standard Deviation o Scarto Tipo; LQ = Limite di Quantificazione del metodo; U = Incertezza estesa della prova espressa con la stessa unità di misura del risultato e calcolata con un fattore di copertura $k=2,26$ ($k=2$ dove indicato con il simbolo §) corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95 % o come intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95 %; U.M. = Unità di Misura.

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

5. Note sul campione

Lotto RIF. 2944 PELLI SOTTOPOSTE A CONCIA ORGANICA E METAL FREE COME DA BREVETTO ITALIANO N. 10202000017719 E DA BREVETTO EUROPEO EP 4022099 B1 DELLA BEKEN ITALIA S.R.L. E SUCCESSIVAMENTE LAVORATE CON RICONCIA ORGANICA E METAL FREE DI COLORE NERO E PORTATE IN CRUST

6. Risultati analitici (data inizio prove: 27/09/2022 - data fine prove: 30/11/2022)

Parametro	U.M.	Risultato	LQ	U	Metodo di prova
TEST DI BIODEGRADABILITA' COLLAGENE - VALORE MEDIO ASSOLUTO					
GRADO DI BIODEGRADAZIONE	%	99,8		± 18,5	UNI EN ISO 20136:2020 Met B
TEST DI BIODEGRADABILITA' MATERIALE - VALORE MEDIO ASSOLUTO					
GRADO DI BIODEGRADAZIONE	%	86,5		± 16,1	UNI EN ISO 20136:2020 Met B
TEST DI BIODEGRADABILITA' MATERIALE - VALORE RELATIVO					
GRADO DI BIODEGRADAZIONE	%	86,7		± 22,8	UNI EN ISO 20136:2020 Met B

I dati della caratterizzazione del materiale test sottoposto a test di biodegradabilità sono riportate nel Rapporto di Prova No. 22206870/1 del 02/12/2022 e sono:

TOC = 53,4 % (s.s.) (determinazione del 16/09/2022)

Residuo secco = 88,7 % p/p (determinazione del 16/09/2022)

I dati della caratterizzazione del riferimento (collagena) numero di lotto 8152 sono:

TOC = 47,4 % (s.s.) (determinazione del 25/08/2022)



Rapporto di Prova firmato digitalmente
Dott. Yuri Pelosi
Ordine dei Chimici della Toscana
N. 1680 SEZIONE A

Data 02/12/2022

Rapporto di Prova 22206870/2

BEKEN ITALIA SRL

Pagina 2 di 2

Parametro	U.M.	Risultato	LQ	U	Metodo di prova
-----------	------	-----------	----	---	-----------------

Residuo secco = 88,1 % p/p (determinazione del 23/08/2022)

Il fango attivo (utilizzato come inoculo per il test di biodegradabilità) è stato prelevato il 27 Settembre 2022 dalla vasca di depurazione biologica di un impianto di trattamento di reflui conciarci. Il campione è stato trasferito presso ARCHALAB in una borsa refrigerata ed è stato centrifugato a 1500 rpm per 5 minuti per separare i solidi sospesi. Il liquido surnatante ottenuto è stato prelevato e addizionato di una soluzione di nutrienti.

L'inoculo così preparato è stato lasciato in agitazione circa 16 ore a 23 °C per il condizionamento dei micro-organismi.

L'evoluzione della CO₂ prodotta dal campione e dal materiale di riferimento viene riportata in allegato.

7. Opinioni e interpretazioni (non oggetto di accreditamento da parte di ACCREDIA)

Nessuno

Fine Rapporto di Prova



Allegato al Rapporto di Prova n. 22206870/2 del 02/12/2022

Il metodo UNI EN ISO 20136:2020 consente di determinare il grado e la velocità di biodegradazione aerobica di pellami e cuoi, conciati e non, attraverso la determinazione della CO₂ prodotta. La biodegradazione è condotta da specifici micro-organismi contenuti in un inoculo prelevato da un fango derivante da un impianto di trattamento biologico di reflui conciari.

Nel Grafico 1 viene riportato l'andamento della biodegradabilità media del collagene di riferimento e del campione.

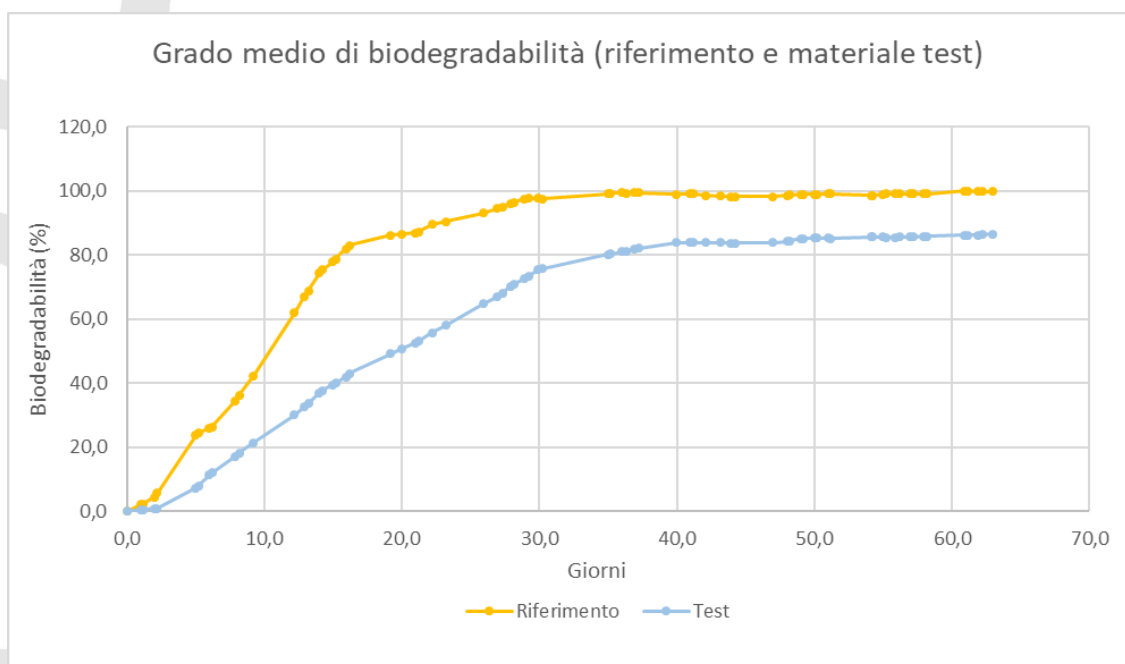


Grafico 1. Andamento del grado medio di biodegradazione per il riferimento e per il campione

In Tabella 1 si riportano i dati grezzi di CO₂ sviluppata in ogni reattore (cumulativa, non sottratta dal bianco) durante il test di biodegradabilità.

Tabella 1. Dati grezzi di CO₂ in grammi sviluppata in ogni reattore (cumulativa, non sottratta dal bianco)

TEMPO (gg)	Bianco 1	Bianco 2	Media Bianco	Riferimento 3	Riferimento 4	Media riferimento	Test 5	Test 6	Media Test
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,0	0,000	0,000	0,000	0,004	0,002	0,003	0,002	0,000	0,001
1,2	0,000	0,001	0,000	0,005	0,003	0,004	0,003	0,000	0,002
2,0	0,002	0,004	0,003	0,010	0,014	0,012	0,006	0,004	0,005
2,2	0,002	0,004	0,003	0,014	0,017	0,016	0,006	0,004	0,005
5,0	0,010	0,017	0,014	0,075	0,079	0,077	0,035	0,038	0,036
5,2	0,012	0,019	0,016	0,078	0,084	0,081	0,039	0,042	0,041
6,0	0,018	0,028	0,023	0,086	0,100	0,093	0,057	0,061	0,059
6,2	0,018	0,028	0,023	0,087	0,101	0,094	0,059	0,064	0,062
7,9	0,018	0,030	0,024	0,105	0,130	0,117	0,087	0,071	0,079
8,2	0,018	0,031	0,024	0,110	0,136	0,123	0,092	0,074	0,083
9,2	0,019	0,037	0,028	0,133	0,154	0,143	0,107	0,087	0,097
12,2	0,022	0,045	0,033	0,197	0,211	0,204	0,148	0,115	0,131
12,9	0,022	0,045	0,033	0,211	0,224	0,218	0,160	0,119	0,139
13,2	0,022	0,045	0,033	0,218	0,228	0,223	0,165	0,121	0,143
14,0	0,022	0,045	0,033	0,239	0,238	0,239	0,181	0,127	0,154
14,2	0,022	0,046	0,034	0,243	0,241	0,242	0,184	0,129	0,157
15,0	0,023	0,050	0,037	0,253	0,251	0,252	0,194	0,137	0,165
15,2	0,023	0,051	0,037	0,256	0,254	0,255	0,196	0,139	0,167
15,9	0,023	0,051	0,037	0,264	0,264	0,264	0,201	0,147	0,174
16,2	0,023	0,051	0,037	0,266	0,267	0,267	0,204	0,151	0,177
19,2	0,023	0,059	0,041	0,282	0,278	0,280	0,223	0,181	0,202
20,0	0,023	0,061	0,042	0,284	0,279	0,281	0,227	0,189	0,208
21,0	0,024	0,064	0,044	0,287	0,281	0,284	0,233	0,198	0,215
21,2	0,024	0,064	0,044	0,290	0,282	0,286	0,234	0,201	0,218
22,2	0,027	0,065	0,046	0,302	0,286	0,294	0,243	0,213	0,228
23,2	0,031	0,066	0,048	0,309	0,288	0,299	0,252	0,225	0,238
25,9	0,038	0,068	0,053	0,316	0,306	0,311	0,277	0,252	0,265
26,9	0,042	0,069	0,056	0,320	0,315	0,317	0,286	0,262	0,274
27,3	0,042	0,069	0,056	0,321	0,317	0,319	0,289	0,266	0,278
27,9	0,043	0,069	0,056	0,324	0,321	0,322	0,296	0,276	0,286
28,2	0,043	0,069	0,056	0,325	0,323	0,324	0,298	0,278	0,288
28,9	0,044	0,071	0,057	0,329	0,326	0,328	0,306	0,284	0,295
29,2	0,044	0,071	0,058	0,330	0,327	0,329	0,308	0,287	0,298
29,9	0,045	0,071	0,058	0,330	0,327	0,329	0,312	0,297	0,304
30,2	0,045	0,071	0,058	0,330	0,327	0,329	0,313	0,299	0,306
35,0	0,045	0,071	0,058	0,330	0,336	0,333	0,317	0,323	0,320
35,2	0,045	0,071	0,058	0,331	0,336	0,334	0,318	0,324	0,321
36,0	0,048	0,072	0,060	0,332	0,339	0,336	0,321	0,329	0,325
36,3	0,049	0,072	0,061	0,332	0,340	0,336	0,322	0,330	0,326
36,9	0,049	0,073	0,061	0,333	0,340	0,336	0,325	0,331	0,328
37,2	0,049	0,073	0,061	0,333	0,340	0,337	0,327	0,332	0,330
39,9	0,054	0,076	0,065	0,338	0,340	0,339	0,340	0,338	0,339
40,9	0,057	0,076	0,067	0,342	0,341	0,341	0,344	0,338	0,341
41,2	0,057	0,077	0,067	0,342	0,341	0,342	0,345	0,338	0,341
42,1	0,061	0,079	0,070	0,343	0,344	0,343	0,349	0,341	0,345
43,2	0,068	0,079	0,074	0,346	0,347	0,346	0,352	0,344	0,348
43,9	0,071	0,081	0,076	0,348	0,348	0,348	0,352	0,347	0,350
44,2	0,071	0,082	0,077	0,349	0,349	0,349	0,352	0,349	0,351
47,0	0,077	0,087	0,082	0,351	0,356	0,354	0,358	0,354	0,356
48,0	0,078	0,087	0,083	0,353	0,359	0,356	0,361	0,355	0,358
48,2	0,078	0,087	0,083	0,353	0,359	0,356	0,362	0,355	0,359
49,0	0,079	0,087	0,083	0,353	0,361	0,357	0,364	0,359	0,361

TEMPO (gg)	Bianco 1	Bianco 2	Media Bianco	Riferimento 3	Riferimento 4	Media riferimento	Test 5	Test 6	Media Test
49,2	0,080	0,087	0,083	0,353	0,361	0,357	0,364	0,359	0,362
50,0	0,081	0,087	0,084	0,354	0,362	0,358	0,365	0,360	0,363
50,2	0,081	0,087	0,084	0,355	0,362	0,358	0,366	0,361	0,363
51,0	0,083	0,088	0,085	0,356	0,364	0,360	0,367	0,361	0,364
51,2	0,083	0,088	0,086	0,356	0,364	0,360	0,368	0,361	0,364
54,1	0,086	0,088	0,087	0,356	0,364	0,360	0,370	0,363	0,367
54,2	0,086	0,088	0,087	0,356	0,364	0,360	0,370	0,363	0,367
55,0	0,086	0,088	0,087	0,358	0,365	0,361	0,371	0,363	0,367
55,2	0,087	0,088	0,087	0,358	0,366	0,362	0,371	0,363	0,367
55,9	0,087	0,090	0,088	0,360	0,366	0,363	0,372	0,365	0,368
56,2	0,087	0,091	0,089	0,361	0,366	0,363	0,372	0,365	0,368
56,9	0,087	0,091	0,089	0,361	0,366	0,363	0,372	0,366	0,369
57,2	0,087	0,092	0,089	0,362	0,366	0,364	0,372	0,367	0,369
57,9	0,087	0,092	0,090	0,363	0,366	0,364	0,373	0,368	0,371
58,2	0,088	0,093	0,090	0,364	0,366	0,365	0,373	0,369	0,371
60,9	0,090	0,095	0,093	0,369	0,371	0,370	0,375	0,374	0,375
61,2	0,090	0,095	0,093	0,369	0,371	0,370	0,375	0,374	0,375
61,9	0,091	0,095	0,093	0,369	0,371	0,370	0,375	0,375	0,375
62,2	0,091	0,095	0,093	0,369	0,371	0,370	0,376	0,375	0,376
62,9	0,091	0,095	0,093	0,369	0,371	0,370	0,376	0,376	0,376

Nel Grafico 2 si riporta l'andamento della CO₂ cumulativa sviluppata in ogni reattore durante il test.

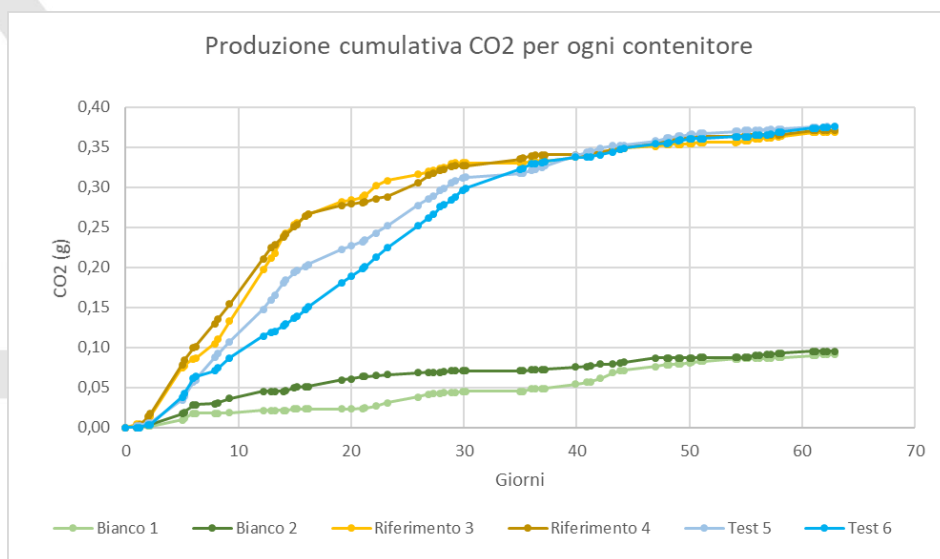


Grafico 2. Andamento della produzione cumulativa di CO₂ per ogni contenitore

Pisa, 02/12/2022

Responsabile Area Chimica
Dott. Yuri Pelosi

