



**“ALLUMINIO:
PRESENTE E FUTURO
TRA GLOBALIZZAZIONE,
SOSTENIBILITÀ E DAZI”**

L'Alluminio per le Generazioni Future 

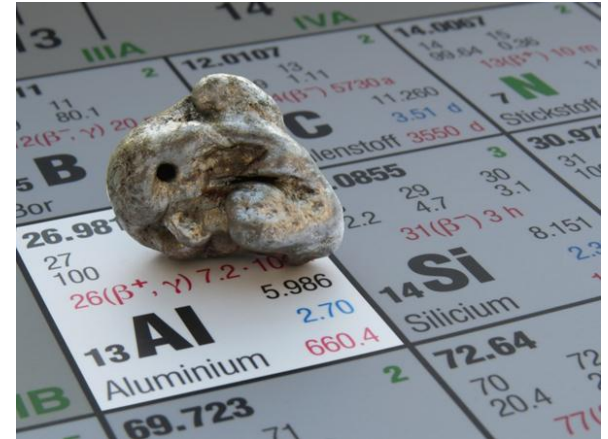
ALLUMINIO E ALIMENTI

**considerazioni elettrochimiche, corrosione,
migrazione e protezione mediante
applicazione di rivestimenti polimerici**

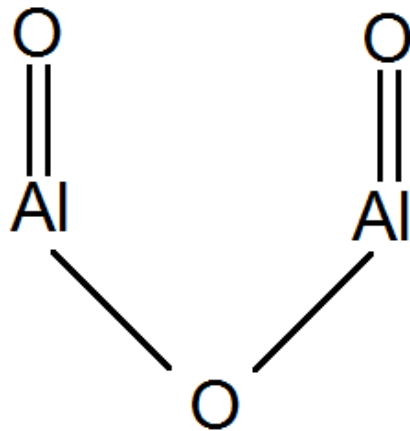
Ciro Sinagra
Laminazione Sottile
group



Al: come elemento chimico non esiste in natura



Al₂O₃: come Ossido di Alluminio è invece molto abbondante



Allumina Al₂O₃

Dopo aver analizzato **1.672 tipi di rocce** e tenendo conto della loro diffusione, **F. W. Clarke** ha ottenuto per la crosta terrestre le seguenti percentuali in peso:

Ossido	Nome Comune	Percentuale
SiO ₂	silice	59,71
Al ₂ O ₃	ossido di alluminio	15,41
CaO	ossido di calcio	4,90
MgO	ossido di magnesio	4,36
Na ₂ O	ossido di sodio	3,55
FeO	ossido di ferro	3,52
K ₂ O	ossido di potassio	2,80
Fe ₂ O ₃	ossido ferrico	2,63
H ₂ O	acqua	1,52
TiO ₂	biossido di titanio	0,60
P ₂ O ₅	anidride fosforica	0,22
Totale		99,22



Frank Wigglesworth Clarke
(Boston -March 19, 1847 – May 23, 1931)

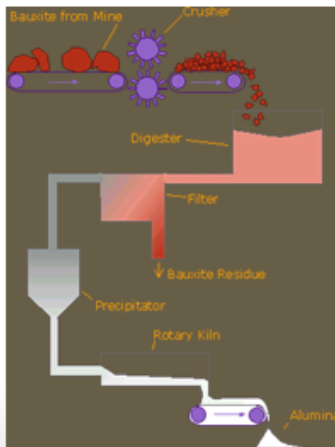
Al_2O_3 È CONTENUTO NELLA BAUXITE



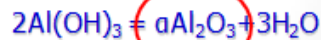
Allumina Al_2O_3 (48-66%)
Ferro Fe_2O_3 (1-28%)
Silicio SiO_2 (1-27%)
Ossido di Titanio TiO_2 (-9%)
Acqua di struttura (10-30%)

~16 KWh/Kg: non è facile separare l'**Al** dal suo ossido!

Preparazione dell'allumina



- Frantumazione
- Trattamento in soluzione di NaOH a 180°C in autoclave $P=12-15 \text{ Atm.}$ (si forma l'alluminato sodico)
- Filtrazione per separare l'alluminato sodico dagli insolubili
- Riposo 90-110 ore ed in presenza di catalizzatore (idrato di Al solido) si ha l'idrolisi spontanea

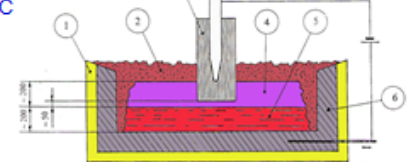


Calcinazione a $1200-1400^\circ\text{C}$ per ottenere l'allumina anidra

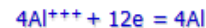
Elettrolisi dell'allumina

- 1) refrattario
- 2) crosta solida allumina e criolite
- 3) anodo in carbone
- 4) elettrolita fuso
- 5) alluminio fuso
- 6) suola conduttrice di carbone grafitato

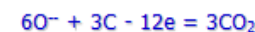
Anodi di coke pressato con bitume a 1200°C



Al catodo (fondo):



Al' anodo:



Densità del bagno:
2,1 g/cm³

Miscela fusa
 Al_2O_3 (2,5 – 8 %)

Densità Al (970°C): 2,3 g/cm³

SULLA SUPERFICIE DELL'ALLUMINIO SI FORMA OSSIDO (PROTETTIVO)

- Uno studio effettuato da P. Dumas, J. Dubarry-Barbe, D. Rivière, Yves Levy e J. Corset sulle cinetiche di formazione dell'ossido di alluminio a temperatura ambiente dimostra che bastano soli 10 minuti affinché l'alluminio sia ricoperto da uno strato di ossido protettivo di spessore compreso tra 2 e 4 nanometri, quello che naturalmente si trova sulla superficie di qualsiasi manufatto in alluminio.
- L'ossidazione dell'alluminio a temperatura ambiente e pressione standard è stata studiata mediante esperimenti di Riflessione Totale Attenuata (ATR), in particolare viene riportato l'andamento dell'angolo di minima riflessione, θ_{\min} , nel tempo di esposizione all'aria.
- Dopo circa 10 minuti di esposizione, il valore dell'angolo tende a stabilizzarsi, il che corrisponde all'avvenuta formazione di circa 3 nm di ossido di alluminio in superficie. Quindi in superficie, su qualsiasi manufatto in alluminio o sua lega non rivestito, abbiamo dell'ossido.

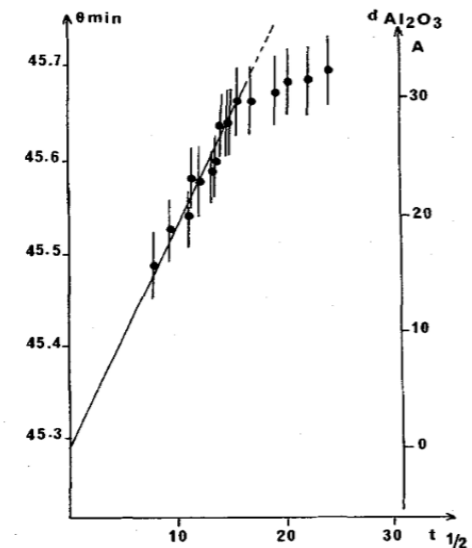


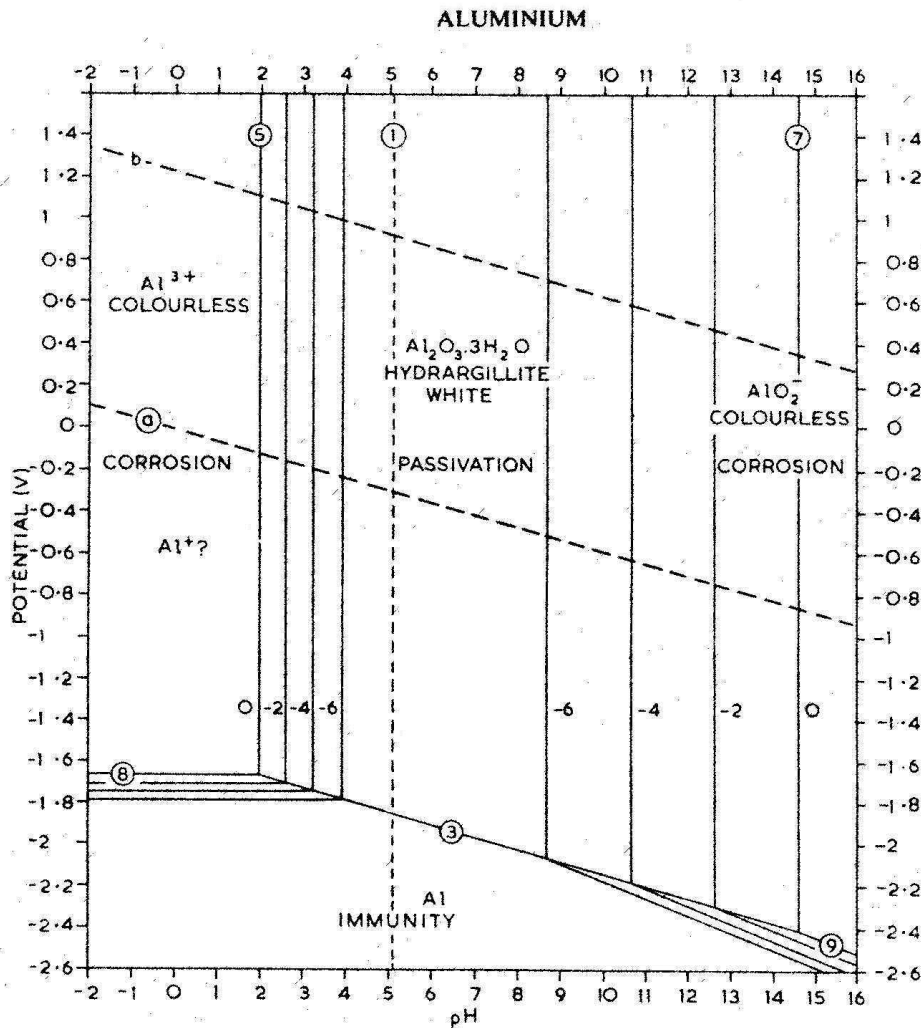
Fig. 3- Plot of θ_{\min} versus $t^{1/2}$. Note the fast increase of the alumina thickness during the first stage of the oxidation process, and the linear dependence of θ_{\min} with $t^{1/2}$ up to about 7 mn. The corresponding calculated values of $d_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ are also reported (see text)

DIAGRAMMA DI POURBAIX PER L'ALLUMINIO



Marcel Pourbaix ([Myshega, 16 settembre 1904](#) – [Uccle, 28 settembre 1998](#)) Il suo maggior successo fu il cosiddetto [Diagramma di Pourbaix](#), che relaziona graficamente il rapporto *potenziale-pH* tramite l'utilizzo dell'[equazione di Nernst](#).


Questo diagramma indica le circostanze teoriche nelle quali l'alluminio dovrebbe mostrare corrosione (formando Al^{3+} a bassi valori di pH e AlO_2^- ad alti valori di pH)





COMPORTAMENTO ANFOTERO DELL'ALLUMINIO

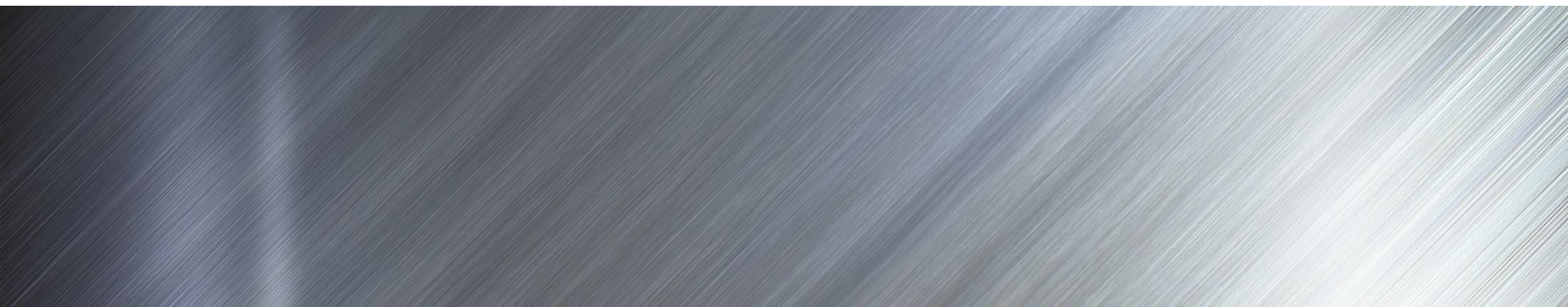
L'alluminio elementare è un anfotero (si può comportare da acido o da base in funzione dell'ambiente in cui si trova), ha un'altissima reattività - bassa energia di ionizzazione - e tende subito a combinarsi con l'ossigeno atmosferico per diventare nuovamente, in pochi minuti, ossido (Al_2O_3); in soluzione acquosa si idrolizza, diventando idrossido ($\text{Al}(\text{OH})_3$) o reagisce con acidi per diventare, almeno in parte, un sale.





MIGRAZIONE Al: PRECISAZIONE

Ciò significa che parlare di migrazione di Alluminio non è completamente corretto: dovremmo infatti parlare di migrazione di ioni di alluminio e dei composti di alluminio già presenti sulla superficie del metallo (ossido) o composti che si formano a contatto con l'ambiente di reazione. Quando, mediante un'analisi chimica (effettuata, per esempio, per assorbimento atomico o ICP) andiamo a determinare l'Alluminio, in realtà determiniamo la quantità di Alluminio totale, ossia anche l'alluminio contenuto in qualsiasi suo composto.



Al_2O_3

- **Ossido di Alluminio Al_2O_3** - È un ossido ceramico, con una temperatura di fusione di 2050 °C, densità 3.94 g/cm³ e bassissima solubilità in acqua (circa 0.001 g/l a 20 °C).
Dato che l'ossido di Alluminio è il terzo componente della crosta, l'esposizione dell'uomo verso di esso è molto elevata.
- Se l'ossido di Alluminio rappresentasse un reale problema per la salute umana dovremmo decidere, come umanità, di "emigrare in massa" su un pianeta più ospitale della Terra (ammesso che esista)!
- Vi sono numerose applicazioni dell'ossido di Alluminio:
 - in emodialisi, in cementi per uso dentale, come abrasivo in paste dentifricie, come agente disperdente in additivi alimentari. È presente anche in alcuni preparati per uso topico come anti-acne.
- **Al_2O_3 LD50 >5.000 mg/kg peso corporeo nei ratti per via orale.**

Al(OH)_3

- **Idrossido di Alluminio Al(OH)_3** - L'alluminio in acqua viene idrolizzato e forma l'idrossido di alluminio:



L'idrossido di alluminio trova ampia applicazione nei farmaci ed è presente nei prodotti antiacidi (Alu-cap, Gaviscon, Pepsamar, Maalox ecc.): reagisce nello stomaco per ridurre il valore di acidità e, quindi, il rischio di ulcere, bruciori e dispepsia. Precipitati di idrossido di alluminio sono utilizzati come coadiuvanti in alcuni vaccini, per prevenire la precipitazione di alcune proteine e il loro accumulo sulle pareti del flacone durante lo stoccaggio del preparato.

AlCl₃

- **Cloruro di alluminio AlCl₃** - Si ottiene per reazione dell'alluminio con l'acido cloridrico:
- $$2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2.$$
- Anche il tricloruro di alluminio viene usato nella preparazione di farmaci utilizzati per via topica (epidermide), come astringente e antitraspirante. Viene usato nel trattamento di iperidrosi e bromidrosi plantare, planare e ascellare, ma anche nel trattamento del piede d'atleta, per favorire, e di conseguenza aumentare, l'efficacia dei farmaci antifungini specifici (micosi).
- **AlCl₃ LD50 = 3.311 mg/kg peso corporeo nei ratti per via orale**



- **Alluminio acetato $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$** - Si ottiene per reazione chimica tra alluminio e acido acetico:
- $$2\text{Al} + 6\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3 + 3\text{H}_2.$$
- Vanta proprietà astringenti e antisettiche che si esplicano contro batteri, funghi (es. nel piede d'atleta) e anche virus (es. nel trattamento delle vescicole dell'Herpes Zoster); inoltre, può essere utilizzato per patologie eczematose o morsi di insetti.
- **$\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ LD 50 = non disponibile**

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

- **Alluminio solfato $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$** - Si ottiene per reazione tra l'alluminio e l'acido solforico:



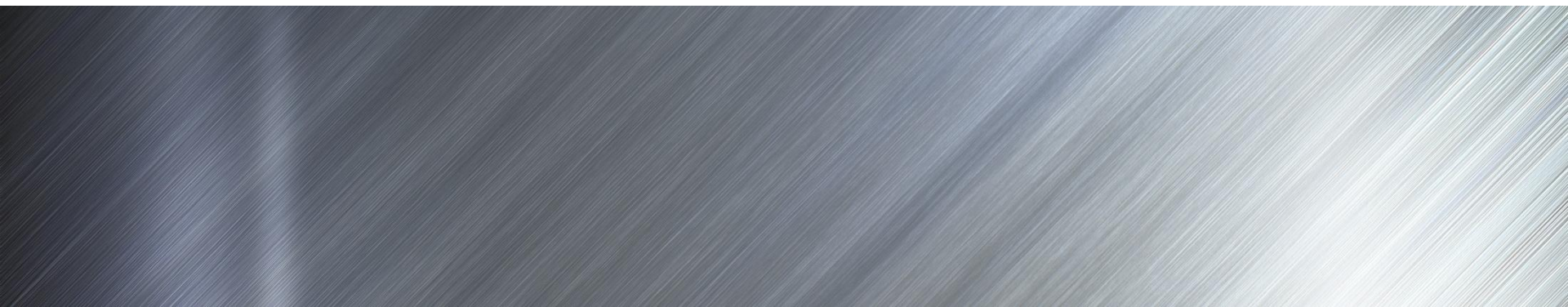
- Usato in farmacologia come emostatico locale per coagulazione del sangue e costrizione dei capillari; antitraspirante, in quanto riduce la sudorazione per costrizione dei pori della superficie cutanea; anti-congestionante, per la riduzione dell'irrorazione sanguigna a livello delle mucose. È anche presente in additivi alimentari quali: E520 solfato di alluminio, E521 solfato di alluminio e sodio, E522 solfato di alluminio e potassio, E523 solfato di alluminio e ammonio.
- Tutti i prodotti sopracitati sono composti di origine sintetica derivati dall'alluminio: si presentano sotto forma di cristalli trasparenti o polvere cristallina bianca, sono facilmente solubili in acqua e risultano insolubili in etanolo. Vengono usati per promuovere la precipitazione delle proteine, ad esempio durante il processo di produzione della birra. Contribuiscono inoltre a rafforzare la struttura dei vegetali durante la lavorazione. Possono essere contenuti in diversi alimenti, come ad esempio albume d'uovo in polvere, frutta e verdura candite e cristallizzate.
- **$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ LD50 = 980 mg/kg peso corporeo nei ratti**



Alluminio citrato $\text{C}_6\text{H}_5\text{AlO}_7$ - Si ottiene facendo reagire l'Alluminio con l'acido citrico:



Come l'acetato, l'alluminio citrato ha proprietà astringenti e asettiche e viene somministrato per via topica. Diversi studi sulla **neurotossicità** sono stati eseguiti su ratti nelle prime settimane di vita, in particolare sul loro comportamento dopo assunzione orale costante di citrato di alluminio per diverse settimane, ma non ci sono ancora interpretazioni univoche circa i rischi associati.





- **Alluminio lattato $C_9H_{15}AlO_9$** - Si può formare per reazione tra Alluminio e acido lattico:



In particolare, quando l'Alluminio è presente sotto forma di idrossido:



Nei farmaci, il lattato di alluminio è utilizzato come principio attivo per il trattamento delle irritazioni e delle infezioni superficiali minori delle mucose del cavo oro-faringeo.

- **$C_9H_{15}AlO_9$ LD50 = 540 mg/kg peso corporeo nei conigli**

ALLUMINIO(E COMPOSTI) PRESENTE/ì NEGLI ALIMENTI

Table 3 Aluminum in foodstuffs (mg/kg or mg/L). Modified from Stahl [16]

Product	n	Minimum ^a	Maximum ^b	Mean value ^c	Median value ^d
Dates	18	1.23	6.72	3.39	2.57
Pine nuts	9	12.0	38.6	26.1	23.8
Wheat	65	1	19	4	3
Baking mixes	37	1	737	51	6
Bread	107	1	14	3	2
Spelt	28	<BG	3.0	0.63	0.37
Loaf-shaped yeast fruit cakes	60	3	22	10	9
Fine pastries in aluminum trays	38	1	537	19	3
Salt pretzels and similar savory biscuits	185	2	218	13	4
Pasta	24	1	76	10	4
Herbal-teas	12	14	67	40	45
Cocoa powder	37	80	312	165	160
Chocolate	84	6	150	48	39
Confectioneries	115	1	184	17	8
Malt	50	1	12	7	7
Evaporated milk	49	0.08	0.66	0.290	0.205
Soft cheese	13	0.3	5.39	1.68	1.37
Harz cheese	22	0.15	0.78	0.400	0.438
Milk curd	53	0.03	1.73	0.224	0.109
Beer and mixed drinks containing beer, draught beer	237	0.4	4.2	0.5	0.4
Fruit juice and fruit juice drinks	59	0.4	47	3	1
Wine and fruit wine	65	0.4	15	2	1
Mineral water, spring water and table water	171	0.1	0.07	0.01	0.006
Ready-cooked meals in aluminum trays	31	1	13	3	1
Soups	16	1	15	5	3
Pork (canned)	8	0.76	1.35	1.23	1.08
Beef (canned)	6	0.52	1.1	0.634	0.669
Game	149	<BG	1.1	0.110	0.025
Herring (canned)	32	0.16	5.99	1.99	1.60
Crustaceans	45	0.07	40.0	4.47	2.54

n number of samples tested

^a Minimum: lowest values measured in the sample series

^b Maximum: highest values measured in the sample series

^c Mean value: arithmetic means of all samples

^d Median value: median of all samples

ADDITIVI ALIMENTARI CONTENENTI ALLUMINIO

Additivi Concessi in Italia	Additivi Concessi negli USA
<p>In Italia, il Ministero della Salute considera sicuri i seguenti additivi alimentari:</p> <ul style="list-style-type: none">• E520 Solfato d'alluminio• E521 Solfato di alluminio e sodio• E522 Solfato di alluminio e potassio• E523 Solfato di alluminio e ammonio• E541 Fosfato acido di sodio e alluminio• E554 Silicato di sodio e alluminio• E555 Silicato di potassio e alluminio• E556 Silicato di calcio e alluminio• E559 Silicato di alluminio	<p>Negli Stati Uniti, la "Food and Drug Administration" (FDA) considera generalmente sicuri (GRAS) i seguenti additivi alimentari:</p> <ul style="list-style-type: none">• Solfato di alluminio• Solfato di alluminio e ammonio• Solfato di alluminio e sodio• Silicato di calcio e alluminio• Stearato di alluminio• Fosfato acido di sodio e alluminio• Nicotinato di alluminio

Safety of aluminium from dietary intake¹

Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC)

(Question Nos EFSA-Q-2006-168 and EFSA-Q-2008-254)

Adopted on 22 May 2008

Given the persistence of aluminium in the body, the Panel found it appropriate to establish a tolerable weekly intake (TWI) rather than a tolerable daily intake, and established a **TWI of 1 mg/kg bw/week**.

Data la persistenza dell'alluminio nel corpo, il gruppo di esperti scientifici ha ritenuto appropriato stabilire un introito settimanale tollerabile (TWI) piuttosto che una dose giornaliera tollerabile e stabilito un **TWI di 1 mg / kg di peso corporeo / settimana**.

QUANTO È L'ALLUMINIO TOT. CHE «MIGRA» DAL PACKAGING ALL'ALIMENTO?

Su vaschette alluminio nude

N° Campione	Data Report	Descrizione Campione	Condizioni Analisi (*)	Descrizione Analisi	Risultato	Unità di misura	Delta	Limite di Quantific.	Tecnica analitica	Alimento a contatto con Al	Data inizio Analisi
11C10298	28/03/2011	LASAGNE DOPO COTTURA (BIANCO)	PRIMA DEL CONTATTO CON VASCHETTA DI ALLUMINIO	RICERCA DI METALLI E NON METALLI IN ICP Alluminio come Al	2,03	mg/kg		0,005	ICP-MS	PRIMI PIATTI PRONTI	22/03/2011
11C10297	28/03/2011	LASAGNE DOPO COTTURA IN VASCHETTA DI ALLUMINIO	DOPO IL CONTATTO CON VASCHETTA DI ALLUMINIO T=180°C Tempo = 30 min		2,32	mg/kg	0,290	0,005	ICP-MS	PRIMI PIATTI PRONTI	22/03/2011
11C10300	28/03/2011	POLLO E PATATE DOPO COTTURA (BIANCO)	PRIMA DEL CONTATTO CON VASCHETTA DI ALLUMINIO		0,084	mg/kg		0,005	ICP-MS	SECONDI PIATTI PRONTI	22/03/2011
11C10299	28/03/2011	POLLO E PATATE DOPO COTTURA IN VASCHETTA DI ALLUMINIO	DOPO IL CONTATTO CON VASCHETTA DI ALLUMINIO T=200°C Tempo = 60 min		0,252	mg/kg	0,168	0,005	ICP-MS	SECONDI PIATTI PRONTI	22/03/2011
11C10302	28/03/2011	FILETTO DI PESCE DOPO COTTURA (BIANCO)	PRIMA DEL CONTATTO CON VASCHETTA DI ALLUMINIO		0,097	mg/kg		0,005	ICP-MS	SECONDI PIATTI PRONTI	22/03/2011
11C10301	28/03/2011	FILETTO DI PESCE DOPO COTTURA IN VASCHETTA DI ALLUMINIO	DOPO IL CONTATTO CON VASCHETTA DI ALLUMINIO T=180°C Tempo = 25 min		0,149	mg/kg	0,052	0,005	ICP-MS	SECONDI PIATTI PRONTI	22/03/2011

(*) Per ogni tipologia di alimento, la cottura in alluminio stata eseguita in contemporanea con la cottura del campione bianco (effettuata su ceramica per filetto e pollo e su cartoncino rivestito per le lasagne).
Al termine della cottura, gli alimenti sono stati mantenuti nei vassoi sino a raffreddamento (circa 40 minuti).

Analisi eseguite con ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry)

SU FOGLIO DI ALLUMINIO

Descrizione Campione	Condizioni Analisi	Descrizione e Analisi	Risultato	Unità di misura	Delta	Limite di Quantific	Tecnica analitica
CAMPIONE N° 1 - HOT DOG	PRIMA DEL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO	RICERCA DI METALLI E NON METALLI IN ICP Alluminio come Al	0,622	mg/kg		0,005	ICP-MS
HOT DOG "CAMPIONE 1" - ANALISI ESEGUITE DOPO IL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 40°C PER 24 ORE	DOPO IL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 40°C PER 24 ORE		2,130	mg/kg	1,508	0,005	ICP-MS
CAMPIONE N° 2 - PROVOLONE	PRIMA DEL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO		0,144	mg/kg		0,005	ICP-MS
SPICCHIO DI FORMAGGIO (PROVOLONE) - ANALISI ESEGUITE DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO	DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 5° C PER 3 GIORNI		0,673	mg/kg	0,529	0,005	ICP-MS
SPICCHIO DI FORMAGGIO (PROVOLONE) - ANALISI ESEGUITE DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO	DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 5° C PER 10 GIORNI		0,286	mg/kg	0,142	0,005	ICP-MS
CAMPIONE N° 3 - SPECK AFFETTATO	PRIMA DEL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO		0,382	mg/kg		0,005	ICP-MS
SPECK AFFETTATO - ANALISI ESEGUITE DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 5° C PER 3 GIORNI	DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 5° C PER 3 GIORNI		2,100	mg/kg	1,718	0,005	ICP-MS
TAVOLETTA CIOCCOLATO FONDENTE EXTRA	PRIMA DEL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO		5,970	mg/kg		0,005	ICP-MS
TAVOLETTA CIOCCOLATO FONDENTE EXTRA	DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 20° C PER 10 GIORNI		7,460	mg/kg	1,490	0,005	ICP-MS
TAVOLETTA CIOCCOLATO BIANCO CON NOCCIOLE	PRIMA DEL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO		0,225	mg/kg		0,005	ICP-MS
TAVOLETTA CIOCCOLATO BIANCO CON NOCCIOLE	DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO A 20° C PER 10 GIORNI		0,490	mg/kg	0,265	0,005	ICP-MS
MELANZANE ALLA PARMIGIANA	PRIMA DEL CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO		1,230	mg/kg		0,005	ICP-MS
MELANZANE ALLA PARMIGIANA	DOPO CONTATTO CON FOGLIO DI ALLUMINIO COTTURA		3,160	mg/kg	1,930	0,005	ICP-MS

ANSES - Second French Total Diet Study (TDS 2), Report 1: “Inorganic contaminants, minerals, persistent organic pollutants, mycotoxins and phytoestrogens”, Expert Report, June 2011

Food Group	Estimated mean levels of Al in foods (mg/kg fresh weight)	Estimated exposure (mean and P95) to Al (µg/kg bw/day)															
		French adult population		French child population		Women aged 18 to 45 years		People aged 65 years and older		Children aged 3 to 6 years		Children aged 7 to 10 years		Children aged 11 to 14 years		Children aged 15 to 17 years	
		Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)	Mean (MB)	P95 (MB)
Bread and dried bread products	2.60	3.52	8.17	3.31	8.31	2.80	7.02	4.35	8.87	3.48	9.38	3.90	9.77	2.98	7.04	2.69	7.36
Breakfast cereals	0.70	0.04	1.18	0.32	1.64	0.05	0.89	0.03	1.64	0.44	2.38	0.36	1.61	0.28	1.45	0.15	0.96
Pasta	2.87	2.00	6.36	4.57	13.16	2.11	6.29	1.44	4.90	6.18	17.55	4.86	12.82	4.11	12.03	2.92	7.80
Rice and wheat products	1.32	0.20	1.22	0.44	2.33	0.22	1.33	0.12	0.75	0.73	2.84	0.38	1.73	0.41	2.06	0.25	1.71
Croissant-like pastries	3.45	0.47	3.75	1.58	7.36	0.62	4.64	0.19	3.75	2.34	8.89	1.68	6.65	1.17	5.40	1.11	5.86
Sweet and savoury biscuits and bars	4.00	0.68	5.54	3.20	14.77	1.04	6.25	0.17	2.14	5.51	18.71	3.76	16.01	1.99	9.46	1.32	8.85
Pastries and cakes	5.43	1.62	7.55	3.55	13.43	1.82	8.15	1.26	7.98	5.23	17.39	4.32	14.85	2.58	8.73	1.77	8.00
Milk	0.57	0.65	4.50	3.01	13.27	0.78	4.60	0.53	4.59	5.92	29.95	2.98	13.27	1.94	8.40	1.14	5.79
Ultra-fresh dairy products	0.72	0.88	3.32	2.00	8.01	0.94	3.36	0.81	3.20	4.03	10.63	2.17	6.61	1.03	3.75	0.70	2.99
Cheese	0.63	0.14	0.46	0.29	1.41	0.12	0.44	0.16	0.47	0.51	1.90	0.35	1.44	0.17	0.76	0.12	0.47
Eggs and egg products	0.77	0.19	1.22	0.29	2.00	0.16	1.04	0.19	1.12	0.43	2.92	0.36	2.21	0.18	1.38	0.17	1.44
Butter	2.06	0.22	1.24	0.39	2.56	0.21	1.18	0.23	1.35	0.64	4.21	0.45	2.71	0.29	1.66	0.16	0.81

L'elenco continua.....

IPOTESI DI DIETA 4500 KCAL/GIORNO CUCINANDO E CONSERVANDO CIBI SOLO IN ALLUMINIO

Alimento	mg Al settimana da packaging	mg Al settimana nell'alimento	mg Al Totali per alimento a settimana
Lasagna (2x100 g/giorno)	0,406	1,421	1,827
Pollo con patate (100 g/giorno)	0,117	0,0588	0,1758
Filetto di pesce (100 g/giorno)	0,0364	0,0679	0,1043
Parmigiana melanzane (100g/giorno)	0,1351	0,861	0,9961
Hot Dog (100 g/giorno)	1,0556	0,4354	1,5414
Formaggio 1 (100 g/giorno)	0,3703	0,1008	0,4711
Formaggio 2 (100 g/giorno)	0,0994	0,1008	0,2002
Speck affettati (100 g/giorno)	0,1203	0,2674	0,3877
TOTALE	2,3401	3,3131	5,7036

VALIDITÀ DEL DM 76 DEL 18.04.2007 PER PROTEGGERE I CONSUMATORI

Art. 5. Condizioni d'uso

I materiali e gli oggetti disciplinati dal presente regolamento possono essere impiegati alle seguenti condizioni:

- a) contatto breve: tempi inferiori alle 24 ore in qualunque condizione di temperatura;
- b) contatto prolungato: tempi superiori alle 24 ore a temperatura refrigerata;
- c) contatto prolungato: tempi superiori alle 24 ore a temperatura ambiente limitatamente agli alimenti riportati nell'allegato IV del Regolamento.

Art. 6. Etichettatura

Fatte salve le disposizioni del regolamento (CE) n. 1935/2004 in materia di etichettatura, i materiali e gli oggetti disciplinati dal presente regolamento devono riportare in etichetta una o più istruzioni indicanti:

- a) non idoneo al contatto con alimenti fortemente acidi o fortemente salati;
- b) destinato al contatto con alimenti a temperature refrigerate;
- c) destinato al contatto con alimenti a temperature non refrigerate per tempi non superiori alle 24 ore;
- d) destinato al contatto con gli alimenti di cui all'allegato IV a temperature ambiente anche per tempi superiori alle 24 ore.



CONCLUSIONI

- Fino alle 24 ore di contatto con le soluzioni di prova gli attacchi sono abbastanza modesti sul metallo
- Più la purezza del metallo è elevata, minore è l'attacco delle soluzioni
- Il cloruro di sodio crea pitting di corrosione
- L'acido citrico crea corrosione filiforme ai contorni dei grani



E PER CONSERVARE A LUNGO CIBI ACIDI E SALATI?

SI POSSONO
APPLICARE
COATING POLIMERICI



- VERNICIATURA
- ACCOPPIAMENTO A FILM
- ESTRUSIONE DI POLIMERI

Packaging «Rigido»



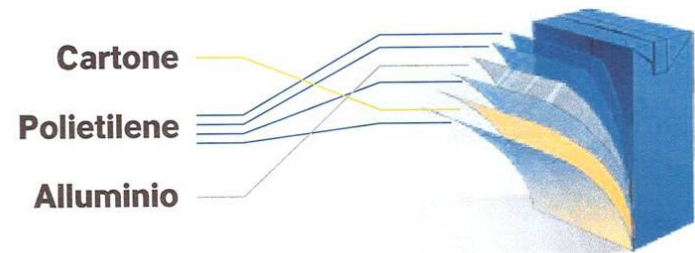
[dreamstime.com](https://www.dreamstime.com/stock-image-canned-food-image-isolated-white-background-image-image411111111)



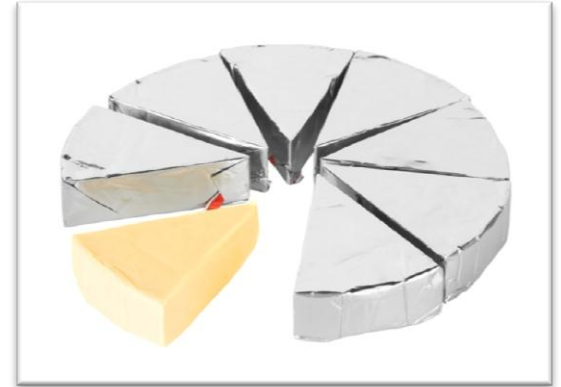
Packaging «Semi-Rigido»



Packaging «Flessibile»



Packaging «Flessibile»



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Centroal (Centro Italiano Alluminio) ha il piacere di invitarla
Lunedì 12 novembre 2018, ore 14,30 - Hotel Majestic, Via Veneto 50, Roma

**“ALLUMINIO:
PRESENTE E FUTURO
TRA GLOBALIZZAZIONE,
SOSTENIBILITÀ E DAZI”**

L'Alluminio per le Generazioni Future



Ciro Sinagra
Laminazione Sottile
group

