
**XIV Convegno della rete Italiana LCA
IX Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA**

**La sostenibilità della LCA tra sfide globali e
competitività delle organizzazioni**

**Cortina d'Ampezzo
9-11 dicembre 2020**

A cura di Erika Mancuso, Sara Corrado, Arianna Dominici Loprieno, Laura Cutaia

1222 • 2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ENEA

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Rete Italiana LCA



La sostenibilità della LCA tra sfide globali e competitività delle organizzazioni

ATTI
del XIV Convegno della rete Italiana LCA -
IX Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA

Cortina d'Ampezzo
9-11 dicembre 2020

A cura di Erika Mancuso, Sara Corrado, Arianna Dominici Loprieno, Laura Cutaia

La sostenibilità della LCA tra sfide globali e competitività delle organizzazioni

Atti del del XIV Convegno della rete Italiana LCA - IX Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA
Cortina d'Ampezzo 9-11 dicembre 2020

A cura di Erika Mancuso, Sara Corrado, Arianna Dominici Loprieno, Laura Cutaia

ISBN: 978-88-8286-416-3

2021 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Copertina: Flavio Miglietta

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - Centro Ricerche Frascati

Dalla PCR alla EPD: il percorso di sostenibilità dell'attività estrattiva del calcare micronizzato di Gola della Rossa Mineraria (Ancona)

Emy Fuffa¹, Elena Neri^{2,3}, Riccardo M. Pulselli^{2,3}, Piero Farabollini¹, Stefano Boria⁴

¹Università degli Studi di Camerino

² INDACO₂ srl

³LABORIOSO, Laboratorio di Ricerca Congiunto, Università degli Studi di Siena

⁴ Gola della Rossa Mineraria, S.p.A.

Email: emy.fuffa@unicam.it

Abstract

Il presente studio espone il percorso effettuato dall'azienda Gola della Rossa Mineraria SpA e basato su un approccio Life Cycle Thinking. In particolare, l'analisi ha interessato il processo produttivo del calcare micronizzato, materiale utilizzato principalmente per il settore farmaceutico e agri-food, nel sito di Serra San Quirico, Ancona. I risultati ottenuti da un primo studio LCA hanno costituito la base per l'ottenimento di una pre-certificazione EPD (EPD definitiva in fase di approvazione) e per lo sviluppo di una PCR specifica per rocce micronizzate. Lo studio ha rappresentato il punto di partenza per la definizione di un percorso aziendale di miglioramento continuo e mitigazione degli impatti. La ricerca è stata parte di una tesi di dottorato.

1. Introduzione

L'attività estrattiva coinvolge molti settori dell'economia italiana, come infrastrutture e edilizia. Le cave interessano fortemente il paesaggio e l'identità dei territori in cui le attività si svolgono e sollecitano ragionamenti in merito alla non rinnovabilità delle risorse estratte e alla gestione del suolo e dei beni comuni (Legambiente, 2018). In Europa si guarda a questo tema come a una frontiera di innovazione, dove poter introdurre criteri di gestione del settore edilizio e criteri di riqualificazione delle aree non più in uso come occasione di valorizzazione. Il tema della sostenibilità e la sensibilizzazione verso questo argomento stanno ottenendo sempre più interesse nel settore, anche se applicazioni concrete non sono ad oggi molto diffuse.

Dall'analisi della letteratura non esistono studi su LCA applicate al calcare micronizzato e anche per il settore estrattivo i casi analizzati sono limitati. Alcune ricerche riguardano il confronto degli impatti ambientali degli inerti naturali e del riutilizzo dei rifiuti da demolizione e da costruzione (Simion et al., 2013). Altri autori hanno evidenziato e discusso lo sviluppo di una strategia di modellazione per la simulazione delle emissioni di polveri in uscita dalle miniere (Appleton et al., 2006) o hanno considerato l'uso dell'energia in miniera, da parte di macchine di carico e scarico (Jeswiet et al., 2015). Un altro studio documenta i dettagli e i dati utilizzati per sviluppare una valutazione del ciclo di vita dalla culla al cancello

(LCA) del carbonato di calcio utilizzando i dati di inventario e di elaborazione ottenuti direttamente dalla regione nordamericana dell'Associazione dei Minerali Industriali (IMA-NA, 2016). Altri autori hanno calcolato la valutazione dell'impatto del ciclo di vita dell'estrazione artigianale di pietra arenaria sull'ambiente e sulla salute dei lavoratori della miniera (Agwa-Ejon & Pradhan, 2018). Infine, in uno studio di Notarnicola et al. (2018) è stata discussa l'applicazione del metodo LCA per valutare l'impatto ambientale di un sistema di estrazione e trattamento degli aggregati calcarei.

Questa ricerca tiene conto di tutte le fasi del ciclo di vita, a partire dall'estrazione delle materie prime fino al trattamento finale dei rifiuti prodotti. La valutazione d'impatto evidenzia i punti critici del sistema, che riguardano il consumo di energia elettrica degli impianti di produzione, l'uso di carburante per i macchinari e l'uso di esplosivi nella fase di coltivazione frontale delle cave.

Il presente studio rappresenta quindi il primo esempio di applicazione della LCA a prodotti micronizzati provenienti da attività estrattiva. I risultati ottenuti sono stati utili non solo per l'ottenimento della pre-certificazione EPD e per lo sviluppo di una PCR specifica, ma soprattutto come primo screening gestionale all'interno dell'azienda, per intraprendere un percorso di miglioramento continuo.

La ricerca descritta in questo articolo ha costituito la base di una tesi di dottorato.

2. Materiali e Metodi

a. Caso di studio: ciclo produttivo Gola della Rossa Mineraria SpA

L'analisi del ciclo di vita è stata applicata alla produzione di carbonato di calcio micronizzato (granulometria $<200 \mu\text{m}$) ottenuto dalla cava di Gola della Rossa Mineraria SpA (GDRM), a Serra San Quirico (AN).

La roccia dalla quale proviene il prodotto presenta una purezza del 98%, che conferisce una caratteristica peculiare al micronizzato finale.

Questo prodotto è inserito come ingrediente in molti settori, ad esempio è utilizzato come ammendante nella composizione dei fertilizzanti nella filiera agroalimentare, come additivo per mangimi nella filiera zootecnica, come ingrediente nella produzione di farmaci, vetro e miscele per il settore delle costruzioni.

L'unità funzionale (UF) considerata nello studio si riferisce a 1t di calcare micronizzato al gate dell'azienda acquirente. Il prodotto non ha imballaggio ed è venduto sfuso.

Il processo produttivo (CORE process) dal quale derivano tutti i dati di inventario si riferisce all'attività estrattiva e alle serie di macinazioni e frantumazioni che avvengono all'interno della cava GDRM fino ad ottenere il micronizzato pronto alla vendita.

I dati di produzione si riferiscono ad un intervallo di due anni: anno 2017 e anno 2018.

I confini del sistema comprendono tutti i processi di produzione delle materie prime fino alla distribuzione del prodotto al gate dell'azienda acquirente (approccio "from cradle to gate, with options").

La figura seguente (Fig.1) rappresenta i confini del sistema e il diagramma di flusso per la produzione di una UF di calcare micronizzato, suddiviso in Upstream, Core e Downstream.

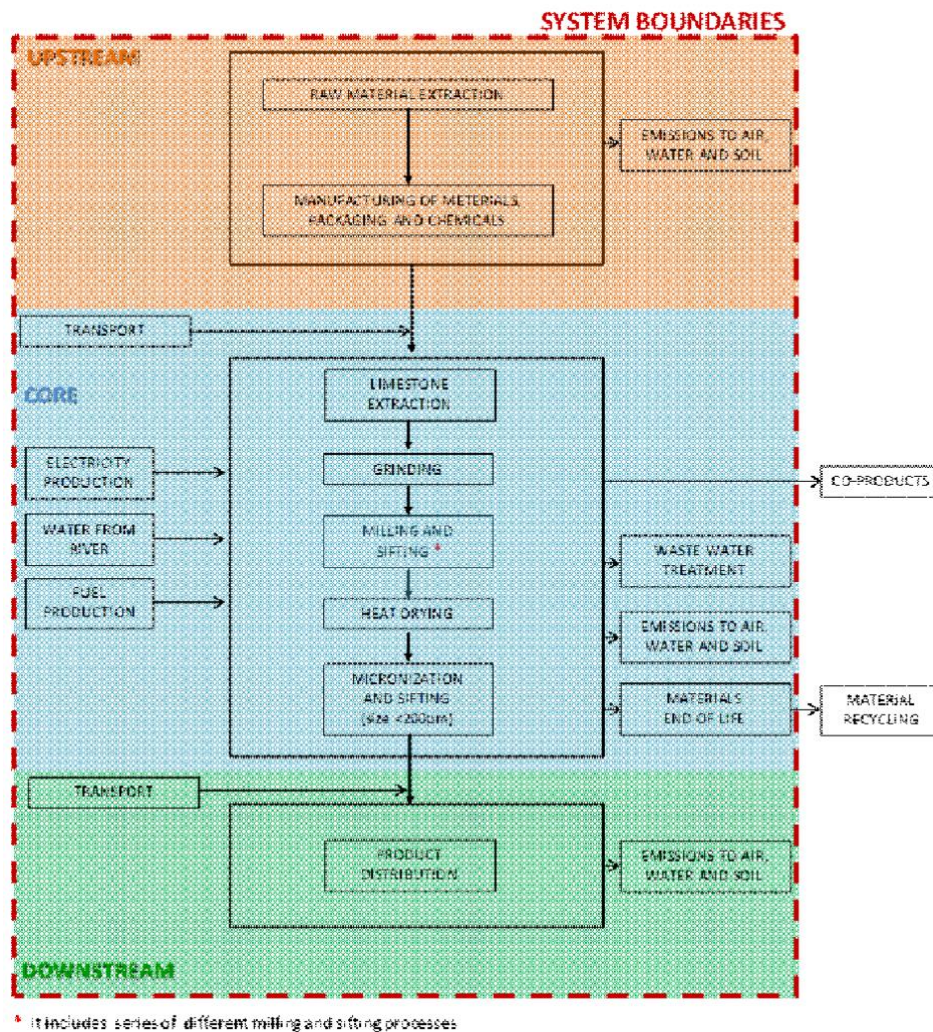


Figura 1: diagramma di flusso del processo produttivo e confini del sistema.

Sono inclusi nell'analisi tutti i componenti del macchinario che vengono sostituiti con maggiore frequenza (come pneumatici dei veicoli e nastri trasportatori).

Il ciclo di produzione del carbonato di calcio micronizzato comprende:

- Upstream process (from cradle to gate): ovvero la produzione e il trasporto delle materie prime utilizzate (e.g. prodotti chimici, componenti degli esplosivi, micce,

detonatori come il nitrato di ammonio, pentrite, fulminato di potassio, imballaggi, combustibili);

- Core process (from gate to gate): ovvero tutti i processi all'interno dell'azienda (e.g. trasporto delle materie prime dai principali fornitori a GDRM, consumo di energia elettrica, combustibili, acqua necessari alla produzione del micronizzato, il trattamento delle acque reflue, oltre ad esempio al trattamento di fine vita dei materiali di imballaggio). In particolare, il processo di Core può essere suddiviso in sottoprocessi, quali: l'estrazione della roccia, una serie di macinazioni, frantumazioni e vagliature, essiccazione, micronizzazione e setacciatura per la suddivisione delle differenti granulometrie.

- Downstream process: ovvero il trasporto per la distribuzione del prodotto finito all'azienda acquirente, che utilizzerà il carbonato di calcio micronizzato come componente dei futuri prodotti (i.e. scenario di trasporto medio in Italia, 500km distanza).

Sono esclusi dai confini del sistema la fase di uso e fine vita del prodotto, in quanto estremamente variabili a seconda del settore nel quale il prodotto è utilizzato. Il calcare micronizzato è venduto sfuso, quindi non ha packaging. Lo scarto di materiale prodotto non è stato incluso poiché costituito da quantità irrilevanti ai fini dell'analisi (i.e. <1%)

L'allocazione è stata applicata con il criterio di massa, ripartendo i consumi di ogni fase alla quantità di output prodotti da ciascuna. I valori ottenuti sono poi stati divisi per le tonnellate di micronizzato prodotte.

I dati si riferiscono alla produzione dell'anno 2018 e derivano tutti da intervista diretta con i responsabili di ciascuna sezione o da schede tecniche fornite dall'azienda.

Poiché durante lo sviluppo della LCA non esisteva una PCR specifica per questa analisi, si è fatto riferimento alle PCR che più si potevano avvicinare al prodotto in esame (i.e. "Preparations used in animal feeding for food-producing animals" UN CPC 233, 2016:03 v.1.1 e "Mineral or chemical fertilizers" UN CPC 3461, 3462, 3463, 3464 & 3465, 2010:10 v.2.1) al fine di impostare la struttura dell'analisi in maniera esaustiva e utile ad avviare la procedura di pre-certificazione EPD sulla base dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda i dati secondari, è stata utilizzata la banca dati Ecoinvent v.3.4 (EcoInvent,2018) ed il modello di calcolo è stato sviluppato con l'ausilio del software LCA SimaPro 8.5.2.0 (Prè Consultant-SimaPro LCA software).

Lo studio ha portato all'ottenimento della pre-certificazione EPD (INDACO2, 2019) oltre a costituire la base per lo sviluppo di una nuova PCR.

3. Risultati e Discussioni

a. Risultati LCA per lo sviluppo PCR

I risultati ottenuti tramite l'analisi del ciclo di vita di 1 t di carbonato di calcio micronizzato sono riportati di seguito, facendo riferimento, per motivi di spazio, alle quattro categorie di impatto: GWP100, AP, EP e POP.

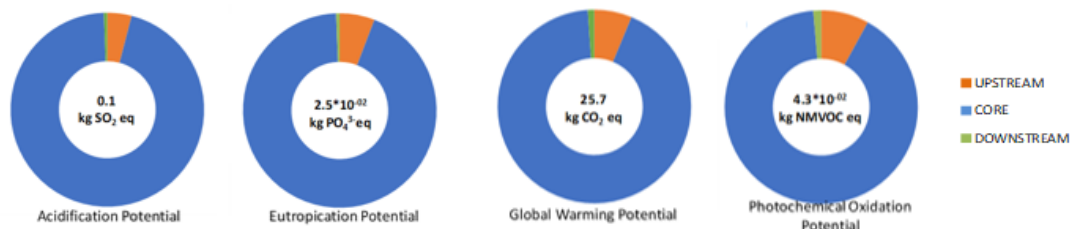


Figura 2: sintesi dei potenziali impatti ambientali per processo

GWP100 – Per 1 t di carbonato di calcio micronizzato sono emessi 25.7 kg CO₂eq. La fase che incide maggiormente risulta essere quella relativa al Core (93.2%) e principalmente dovuta al consumo di energia elettrica da rete (69.1%) e di metano per la produzione di calore (15.5%) oltre all'utilizzo di gasolio (6.3%) e al consumo di metano per l'energia elettrica (2.2%). La fase di upstream contribuisce al 5.8% dell'impatto totale, legata principalmente all'uso di prodotti chimici (5.4%). La fase downstream ha un contributo dell'1% sull'impatto totale, dovuto al trasporto del prodotto.

AP – Le emissioni per UF sono 1.1E-01 kg SO₂eq. La fase con maggiore impatto risulta essere quella relativa al core (95.4%), principalmente legato ai consumi di elettricità da rete (90.0%), oltre al metano per calore (2.9%) e gasolio per i mezzi (2.0%). La fase di upstream ha un'incidenza del 4.0% sull'impatto totale, dovuta all'utilizzo di prodotti chimici (3.6%). La fase downstream ha un contributo dello 0.6% sull'impatto totale, dovuto al trasporto del prodotto.

EP – L'impatto per UF è di 2.54E-02 kg PO₄³⁻eq. Il consumo di energia elettrica è il più importante (90.0%) nel processo core (93.7%). La fase di Upstream ha un'incidenza del 5.7%, dovuta all'uso di prodotti chimici (5.2%). La fase downstream ha un contributo dello 0.6% sull'impatto totale.

POP – Le emissioni totali generate dalla produzione di un'unità funzionale sono pari a 4.30E-02 kg NMVOC eq. Il contributo maggiore agli impatti totali è dato dal processo core (90.7%) dovuto all'utilizzo di energia elettrica proveniente dalla rete (7.1%), dal metano per calore (8.7%) e dal gasolio (3.2%) e dall'upstream 8.0%, di cui il 6.5% dovuto all'utilizzo di prodotti chimici.

In sintesi, è possibile notare che l'approvvigionamento energetico (consumi di elettricità da rete) e l'utilizzo di metano per l'essiccazione nella fase di Core sono risultate le principali criticità nel ciclo di vita del prodotto, per tutte le categorie d'impatto. Gli altri input incidono al di sotto del 5% sugli impatti totali. Possibili

raccomandazioni per azioni di mitigazione potrebbero riguardare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e una manutenzione o sostituzione dei macchinari meno efficienti. Sistemi per la generazione remota di elettricità da fonti rinnovabili (smart grid) o per la compensazione parziale delle emissioni sono ulteriori possibili strategie da valutare, oltre a quelle già in attuazione.

b. Sviluppo di una nuova PCR per il calcare micronizzato proveniente da cava

Poichè al momento dello svolgimento della LCA non esisteva una PCR o altre linee guida per analisi su carbonato di calcio micronizzato o, più in generale su rocce micronizzate (i.e. UN CPC Ver.2: 15200 - Gypsum; anhydrite; limestone flux; limestone and other calcareous stone, of a kind used for the manufacture of lime or cement e 15320 – Pebbles, gravel, broken or crushed stone, macadam; granules, chippings and powder of stone) e visto l'interesse dell'azienda a procedere con una certificazione EPD, si è ritenuto opportuno sviluppare una nuova PCR..

Le PCR 2016:03 v.1.1 (i.e. riguardante animal feed) e la 2010:10 v.2.1 (i.e. riguardante i fertilizzanti) sono state utilizzate come riferimento non solo per l'elaborazione della LCA, ma anche per lo sviluppo della PCR, in quanto riguardano un possibile futuro "destino", come ingrediente, del prodotto in questione.

L'elaborazione della LCA per il calcare micronizzato è stata di fondamentale importanza per definire i criteri di allocazione, identificare le categorie di impatto addizionali più appropriate e, in generale, per l'intera scrittura della nuova PCR.

È stato ritenuto opportuno, durante l'iter di elaborazione, di tenere fuori dallo scopo della PCR il settore delle costruzioni, in quanto sarebbe stato necessario sviluppare un documento a parte conforme alle EN 15804 (UNI EN 15804:2012). Si è ritenuto opportuno, quindi, che per l'utilizzo di rocce micronizzate in questo settore, il riferimento fossero le sub-PCR già esistenti.

Nel Public Consultation Stakeholder Group (PCSG), durante il processo di open consultation (06/2019-8/2019), sono stati coinvolti enti di ricerca, esperti LCA, enti certificatori, aziende nazionali ed internazionali, oltre ad associazioni del settore e possibili futuri utilizzatori del prodotto. Dopo l'approvazione delle modifiche suggerite da parte del PCSG e dalla Technical Committee, la PCR è stata pubblicata da EPD International AB (Environdec, 2019) ad inizio gennaio 2020 (EPD 2020:01).

4. Conclusioni

Questo studio rappresenta la prima esperienza di applicazione LCA a rocce micronizzate. I risultati ottenuti dallo studio hanno evidenziato le criticità del processo produttivo, utili all'implementazione di nuove strategie di gestione ambientale e mitigazione degli impatti in azienda.

L'utilizzo di energia elettrica e metano nella fase di Core sono risultati i principali hotspots nel ciclo di vita del prodotto, per tutte le categorie d'impatto analizzate.

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e una manutenzione o sostituzione dei macchinari meno efficienti sono azioni auspicabili. Sistemi per la generazione remota di elettricità da fonti rinnovabili (smart grid) o per la compensazione parziale delle emissioni sono ulteriori possibili strategie da valutare, oltre a quelle già in attuazione. Lo studio ha costituito la base per lo sviluppo di una pre-certificazione EPD e di una nuova PCR, pubblicata a gennaio 2020.

Sviluppi futuri riguarderanno l'ottenimento della EPD definitiva, basata sulle nuove PCR, e una nuova elaborazione sull'impianto estrattivo in sotterraneo della stessa azienda, entrato in produzione dal 2019.

5. Bibliografia

Agwa-Ejon J., Pradhan A., 2018. Life cycle impact assessment of artisanal sandstone mining on the environment and health of mine workers. *Environmental Impact Assessment Review*, Elsevier. Volume 72, p. 71-78.

Ecoinvent, 2018. The ecoinvent® v3.4 database. The Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf (CH).

EPD International (2017) General Programme Instructions of the International EPD® System. Version 3.0, dated 2017-12-11.

European Commission, 2010a. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook—Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment models and indicators. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.

European Commission, 2010b. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook—General guide for life cycle assessment—detailed guidance; First edition. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Publications Office of the European Union: Luxembourg.

Fuffa E., 2020 Life cycle Assessment (LCA) of micronized limestone. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO. School of Advanced Studies. Doctoral course in "Physical and Chemical Processing in Earth System" XXXII Cycle.

Goedkoop, M.J., Heijungs, R., Huijbregts, M.A.J., De Schryver, A.M.; Struijs, J., Van Zelm, R. 2009. ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level; First edition Report I: Characterisation. 6 January 2009, <http://www.lcia-recipe.net>

Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. 2002. Handbook on life cycle assessment.

Operational guide to the ISO standards. Part III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 692 pp.

Huijbregts, M.A.J.; Breedveld L.; Huppel, G.; De Koning, A.; Van Oers, L.; Suh, S. 2003. Normalisation figures for environmental life-cycle assessment: The Netherlands (1997/1998), Western Europe (1995) and the World (1990 and 1995). *Journal of Cleaner Production* 11 (7): 737-748.

IMA-NA Life Cycle Assessment Industry-Averaged calcium carbonate, 2016. Commissioned by Industrial Minerals Association North America.

INDACO2, 2019. Disclosure Report “Life Cycle Assessment–LCA della produzione di carbonato di calcio Micronizzato di Gola della Rossa Mineraria SpA”.

INDACO2, 2019. EPD Report (pre-certification). “Micronized limestone from quarry” for Gola della Rossa Mineraria S.p.A.

IPCC, ‘2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories’, (IGES, Japan, 2006).

ISO 14040, 2006a, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework, International Organization of Standardization.

ISO 14044, 2006b, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines, International Organization of Standardization.

ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations – Type III Environmental declarations – Principles and procedures. The content of this standard is equivalent to EN ISO 14025:2010.

ISO/TS 14067:2013, Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication.

Legambiente, 2018. Il punto sulle cave in Italia. I numeri, le leggi e I piani, le buone e cattive pratiche. Rapporto di Legambiente sulla gestione dell’attività estrattiva nel territorio italiano.

Jeswiet J., Szekeres A., 2016. Energy Consumption in mining comminution. Elsevier, Volume 48, p. 140-145.

Klöpffer, W., 2014. Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment, LCA Compendium – The Complete World of Life Cycle Assessment. Springer, p. 262.

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stoker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A., Lasigna F., Leone G., Di Capua R., 2018. Life Cycle Assessment of a calcareous aggregate extraction and processing system. Proceedings LCA network, p. 250 – 257.

PCR 2020:01 “Micronized stone from quarry for uses other than construction” UN CPC 15200 and 15320 under revision of TC of EPD International AB.

PCR 2016:03 v.1.1 “Preparations used in animal feeding for food-producing animals” UN CPC 233.

PCR 2010:10 v.2.1 “Mineral or chemical fertilizers” UN CPC 3461, 3462, 3463, 3464 & 3465.

Prè Consultant- SimaPro LCA software <http://www.pre.nl/content/simapro-lca-software>

Relazione Tecnica-Esecutivo-Plico A-Gola della Rossa Mineraria SpA.

Simion M., Fortuna M. E., Bonoli A., Gavrilesco M., 2013. Comparing environmental impacts of natural inert and recycled construction and demolition waste processing using LCA. J. Environ. Eng and Land Manag, 21, 4, 273-287.

T. J. Appleton, S. W. Kingman, I. S. Lowndes & S. A. Silvester (2006) The development of a modelling strategy for the simulation of fugitive dust emissions from in-pit quarrying activities: a UK case study, International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 20:1, 57-82.

UNI EN 15804:2012. Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto.

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] 21(9), pp.1218–1230. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8> [Accessed 2019-10-11].

WBCSD & WRI, 2009. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Review Draft for Stakeholder Advisory Group. The Greenhouse Gas Protocol Initiative. November 2009.

Con il patrocinio di:



COMUNE DI CORTINA D'AMPEZZO



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



ENEA

ISBN 978-88-8286-416-3