

COBRA

CEMENTITIOUS BRAKE CONTROL

*A new sustainable way for
brake systems*



LIFE13 ENV/IT/000492

This project receives the contribution of the **LIFE** financial instrument of the European Commission.

TOTAL PROJECT COST

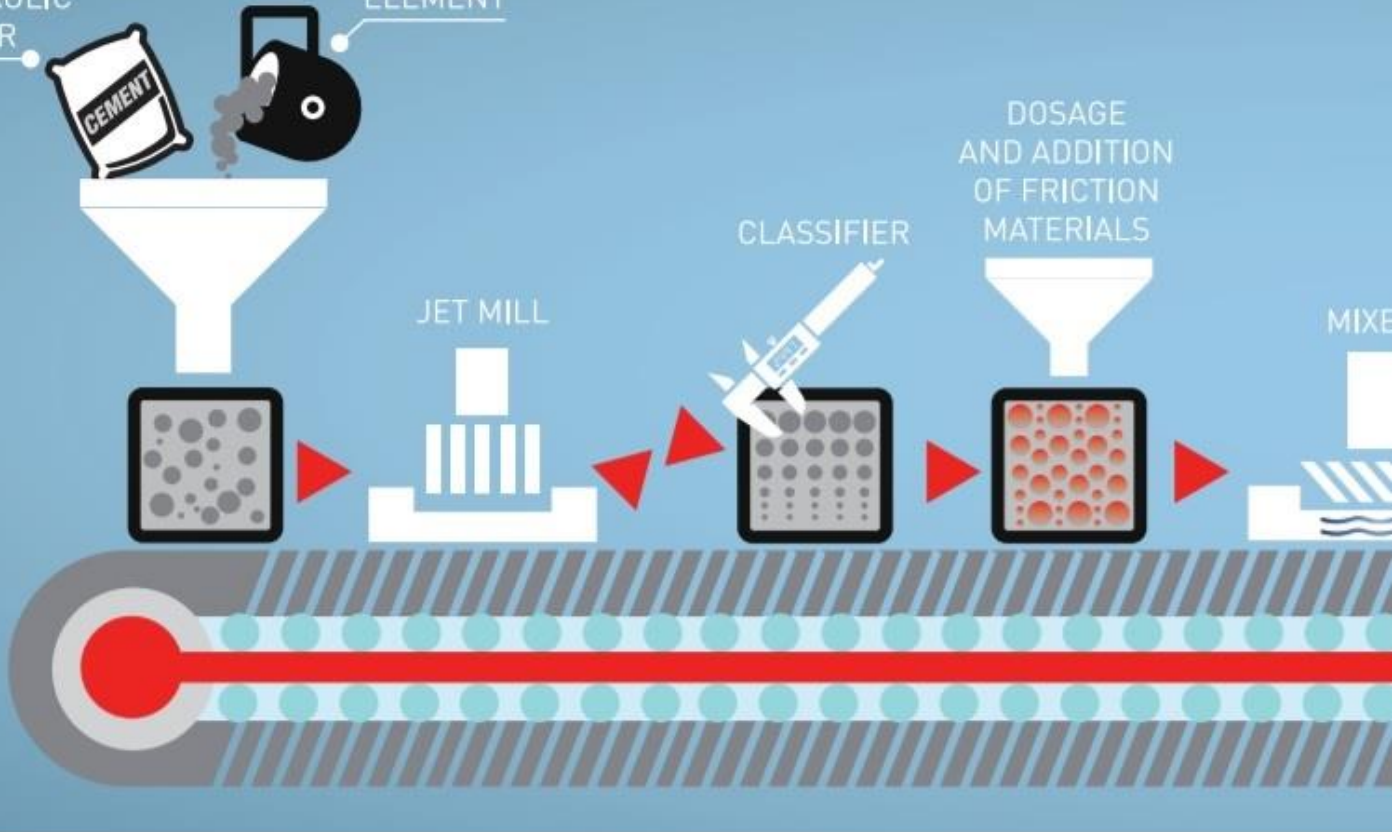
3.825.529

**TOTAL EU
CONTRIBUTION**

1.483.911

INNOVATIVE
HYDRAULIC
BINDER

MINERAL
ELEMENT



COBRA represents a completely new brake pad production technology, based on an innovative hydraulic binder composition instead of phenolic resins, at comparable braking performances.

Customarily, the friction material of brake pads is constituted by thermo setting phenolic resins, as well as other reinforcing and filling components.

COBRA propone una nuova tecnologia di produzione delle pastiglie freno, basata su un innovativo legante idraulico, in sostituzione delle resine fenoliche, a parità di performance.

Generalmente, il materiale d'attrito delle pastiglie freno è composto da resine fenoliche termoindurenti e da altri componenti di rinforzo e riempimento.

Development of the pilot lines

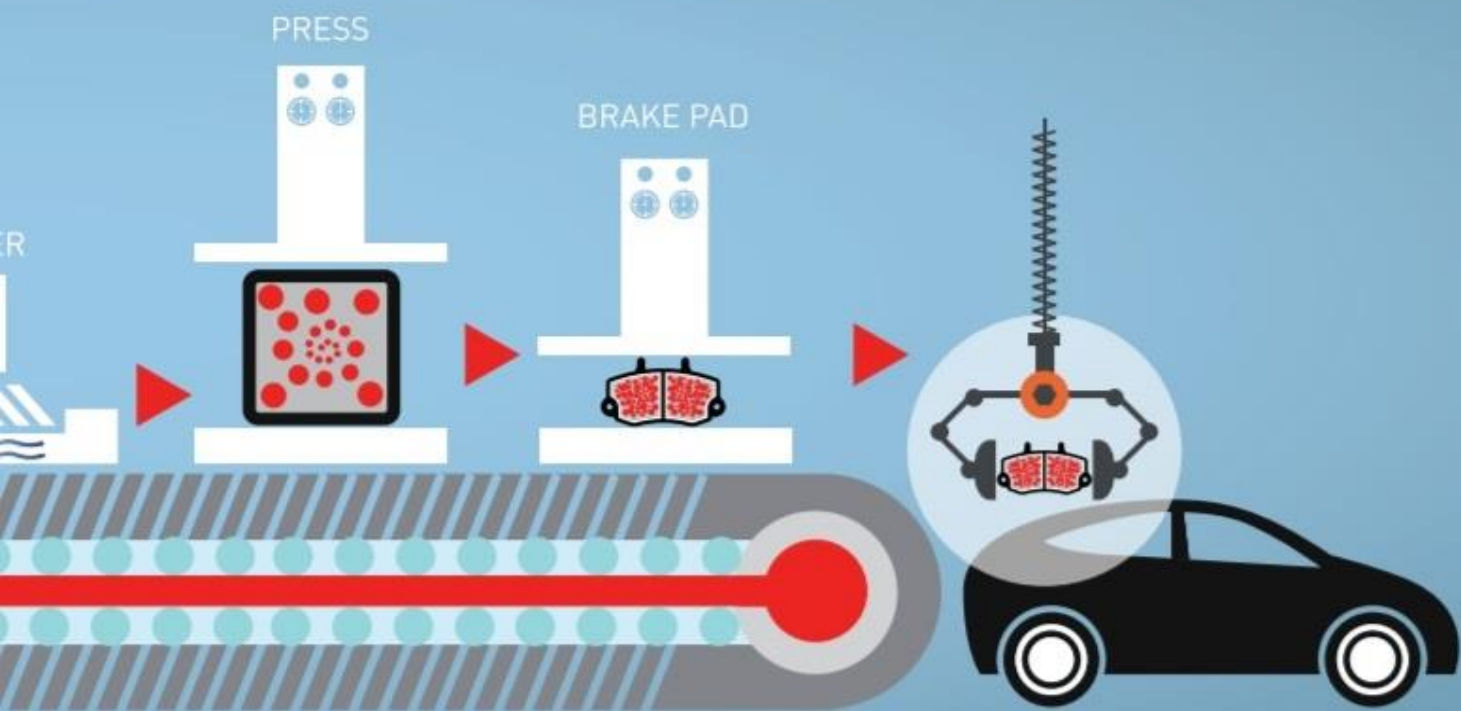
Realizzazione delle linee pilota
December 2016

Preliminary actions and pilot lines design

Azioni preparatorie e design delle linee pilota
March 2015

Prototypes testing and validation

Test e convalida dei prototipi
June 2017



Raw materials involved in the innovative hydraulic binder guarantee a significant reduction of the consumption of energy and of the consumption of water, compared to the traditional phenolic resin process.

Additionally, the new technology prevents the emission of aerosols generated by traditional phenolic-resin-made pads during braking, which is the cause of secondary ultrafine particulate formation (PM0.1 specifically).

Le materie prime usate nella produzione dell'innovativo legante idraulico garantiscono una significativa riduzione del consumo di energia e del consumo di acqua, rispetto al tradizionale processo con resine fenoliche.

Inoltre, la nuova tecnologia permette di evitare l'emissione di aerosol generato nella fase frenante dalle pastiglie tradizionali, causa della successiva formazione del particolato secondario ultra-fine (PM0.1 nello specifico).

Assessment of lower toxicity of pads

Valutazione della minore tossicità emessa
September 2017

Industrial Validation

Validazione industriale
March 2018

Life Cycle Assessment

Analisi LCA
January 2018

To assess the environmental impacts of the COBRA brake pads in terms of carbon and water footprint an LCA analysis has been performed. Inputs and outputs of each stage of the production process have been quantified and the related impacts on GHG emissions and water consumption have been calculated, comparing the new and the traditional processes and products. The expected benefits described in the LIFE+ COBRA project have been confirmed and the LCA study has demonstrated that the substitution of organic materials with cement in the realisation of brake pads enable the **reduction of energy consumption in the process of 80%**. Taking into account the energy and water requested for the production of raw materials, **the reduction of the overall impact of the product on the environment in terms of GWP (Global Warming Potential) amounts to about 60%** and the reduction of the impact on the environment in terms of water consumption of about 42%.

Per valutare l'impatto ambientale delle pastiglie COBRA in termini di *carbon and water footprint* è stata condotta un'analisi LCA. Gli input e gli output di ogni fase del processo produttivo sono stati quantificati e il relativo impatto in termini di effetto serra e consumo di acqua sono stati calcolati, comparando il processo ed il prodotto innovativi a quelli tradizionali. I benefici attesi descritti nel progetto LIFE+ COBRA sono stati confermati e lo studio LCA ha dimostrato che la sostituzione di materiali organici con il materiale cementizio nella realizzazione di pastiglie permette la **riduzione del consumo di energia nel processo dell'80%**. Considerando anche energia e acqua richiesti nella produzione delle materie prime utilizzate, **la riduzione dell'impatto ambientale complessivo del prodotto in termini di GWP (Global Warming Potential) ammonta a circa il 60%** e la riduzione dell'impatto ambientale in termini di consumo di acqua a circa il 42%.

Figure 1: Standard vs COBRA process – Energy consumption carbon footprint

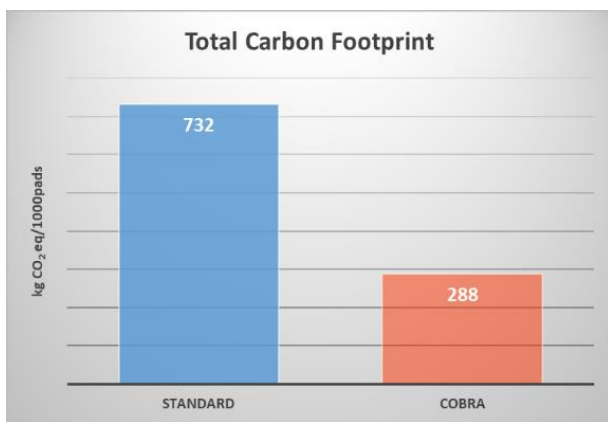
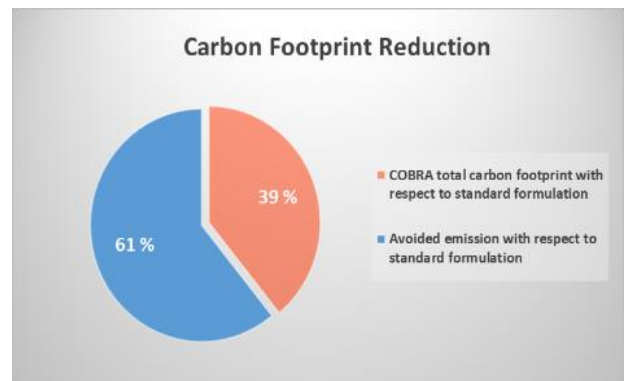
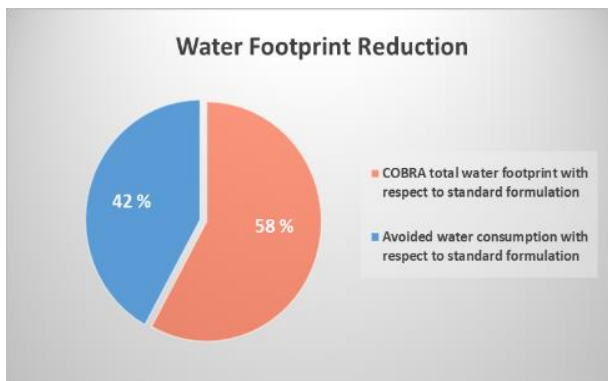
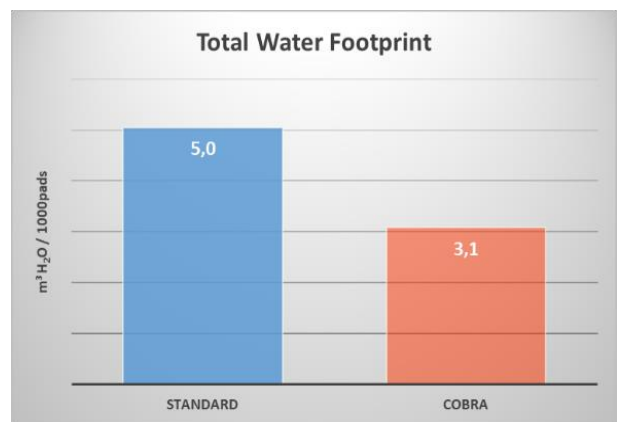


Figure 2: Standard vs COBRA – Total water footprint



Multi-function Laboratory System
Sistema di laboratorio multifunzione



Prototype Pilot Line Pressing Station
Stazione della pressa pilota prototipale

Ultrafine particles (UFP) - generally the PM0.1 fraction – are defined as primary UFP when directly emitted into the atmosphere, as secondary UFP when formed from chemical reactions and physical processes such as coagulation and condensational growth. The condensation events grow up from organic compounds in the atmosphere throughout the day thus making a direct quantification of secondary ultrafine particles from volatile organic compounds (VOCs) produced during brake events impossible.

Nevertheless, it is possible to compare the volatile organic compounds produced by COBRA and standard materials during their use. In fact, in project's laboratory tests it has been recorded a dramatic or even complete drop of the volatile organic compounds (VOCs) released by COBRA with respect to the standard phenolic based materials (M1).

It is worth noting that the emissions of primary PM by COBRA 1 is lower than the one of M1 material, as it can be seen in the figure 3 below. However, binder change should not be retained responsible for the reduction of primary PM emission, which is to be attributed to the entire reformulation of the friction material, namely in all its components.

Il particolato ultrafine – generalmente la frazione volatile PM 0.1 – è definito come particolato ultrafine primario quando emesso direttamente in atmosfera, particolato ultrafine secondario quando generato da reazioni chimiche e processi fisici come coagulazione e condensazione. La condensazione di particolato derivante da sostanze organiche avviene in atmosfera rendendo impossibile la quantificazione diretta del particolato ultrafine secondario generato da sostanze organiche volatili (SOV) derivante dalla frenata.

Tuttavia, è possibile comparare le sostanze organiche volatili prodotte nella frenata dalla formulazione COBRA rispetto a quelle prodotte dalla formulazione standard. Test di laboratorio hanno dimostrato una forte se non completa riduzione delle sostanze organiche volatili (SOV) emesse dal materiale COBRA rispetto ad una formulazione standard a base di resina fenolica (M1).

È importante sottolineare che le emissioni di particolato primario derivanti da COBRA 1 sono inferiori rispetto a quelle del materiale M1 (vedi figura 3). In ogni caso, la sola sostituzione del legante non giustifica la riduzione delle emissioni di particolato primario, le quali devono piuttosto essere attribuite alla riformulazione del materiale d'attrito in tutte le sue componenti.

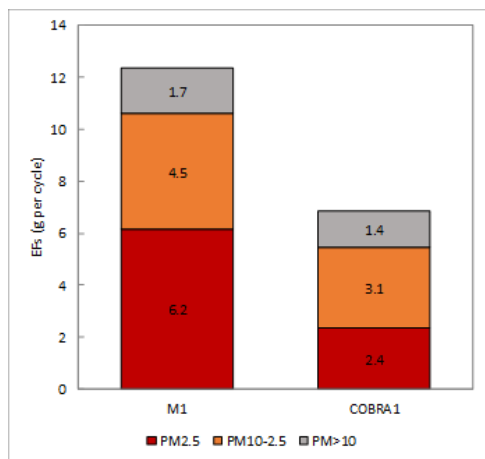


Figure 2: Average Emission Factors of three airborne PM fractions (PM>10; PM10-2.5; PM2.5) expressed as (grams per test cycle).

Emissioni medie delle tre frazioni aerodisperse (PM>10; PM10-2,5; PM2,5) espresse come (grammi per ciclo di test)

Phytotoxicity of wear debris on cress (*Lepidum sativum*) seeds

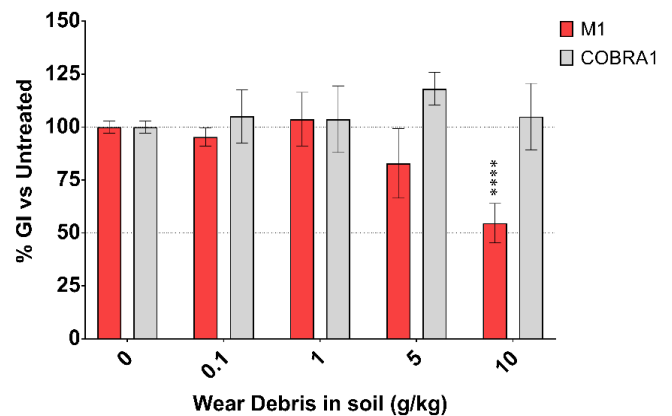


Figure 3: Terrestrial toxicity test

Test di tossicità terrestre

Toxicity of the emitted wear debris have been tested on human cells and on different model organisms.

With regards to tests of airborne particles on human cells, assessments showed that COBRA brake pads are associated with a lower risk of carcinogenicity. Regarding the potential toxicological effects, the reduction of the emissions has an additional benefit related to the lower risk of the substances emitted.

With regards to ecotoxicity analysis, tests on particles PM>10 were conducted. Different model organisms (protozoa, algae, crustaceans, nematodes, plant seeds and earthworms) with different endpoints such as vitality and reproduction rate have been investigated. For example, the results of the terrestrial toxicity test with the higher plant *Lepidum sativum* (cress) as model of soil plants are reported. Cress seeds were exposed for 72 hours to a standard soil added with increasing concentration of wear debris originated from the traditional (grey) or COBRA (red) brake pads (figure 3). Effects on seed germinations and root elongation have been combined in the Germination Index (GI). No significant effects were found in seeds grown in soil contaminated with debris from the innovative cement-based pads.

La tossicità del particolato emesso da usura è stata testata sia su cellule umane sia su organismi modello.

Le analisi del particolato aerodisperso (PM10) sulle cellule umane hanno confermato un basso rischio di cancerogenicità del materiale utilizzato nella miscela COBRA 1. Riguardo i potenziali effetti tossicologici, la riduzione delle emissioni contribuisce ad una diminuzione del rischio.

Dati relativi agli effetti eco-tossicologici del particolato PM>10 derivante dall'usura del materiale tradizionale e del materiale cementizio sono stati attentamente analizzati. Diversi test sono stati condotti utilizzando varie tipologie di organismi modello (protozoi, alghe, crostacei, nematodi, semi di piante e lombrichi) con diversi focus quali vitalità e riproduzione. Ad esempio, in figura 3 sono riportati i risultati di tossicità terrestre condotti sulla pianta *Lepidum sativum* (crescione). I semi di crescita sono stati esposti per 72 ore ad un suolo standard cui sono stati aggiunti crescenti concentrazioni di particolato da pastiglie tradizionali (grigio) e da pastiglie COBRA (rosso). Gli effetti sulla germinazione dei semi e sull'allungamento delle radici sono stati combinati con l'indice di germinazione (GI). Nessun effetto significativo è stato trovato nella crescita dei semi nel suolo contaminato con detriti derivanti dalle pastiglie a base cemento.



Brembo is the world leader in the design and manufacturing of high performance braking systems and components for cars, motorbikes and commercial vehicles; in Europe it's the only one producing the entire brake system. In the COBRA project, Brembo has conducted performance tests on the cement-based brake pads in terms of braking and durability as a function of the hydraulic binder mix and friction compound. It also has developed the press line and pads prototypes.

Brembo è il leader mondiale nella progettazione e produzione di sistemi frenanti per auto, moto e veicoli commerciali, e componenti per le competizioni; in Europa è l'unica azienda che produce sistemi frenanti nella loro interezza. Nel progetto COBRA Brembo ha svolto test di performance sulle pastiglie a base cementizia, in termini di coefficiente d'attrito ed usura in funzione del legante idraulico e della mescola. Ha inoltre sviluppato la pressa pilota e i prototipi delle pastiglie.



Italcementi
HEIDELBERGCEMENT Group

Italcementi is part of the HeidelbergCement Group, one of the leading building materials companies worldwide. Italcementi's core business is the production and marketing of both ordinary and special cement types, aggregates and concrete for a vast range of applications in the construction sector, anticipating market trends and promoting the concept of sustainable construction. Within the project, Italcementi has set up and characterize novel cementitious materials for the manufacture of braking pads. Furthermore, it has developed the pilot line for the production of the new materials.

Italcementi è parte del gruppo HeidelbergCement, uno dei leader mondiali nel settore dei materiali per le costruzioni. Il core business di Italcementi è la produzione e marketing di cementi ordinari e speciali, aggregati e calcestruzzo per un vasto range di applicazioni nel settore delle costruzioni, anticipando i trend di mercato e promuovendo il concetto delle costruzioni sostenibili. Nel progetto, Italcementi ha sviluppato e caratterizzato l'innovativo materiale cementizio per la produzione delle pastiglie. Inoltre, ha sviluppato la linea pilota per la produzione del nuovo materiale.



The IRCCS Mario Negri Institute for Pharmacological Research is a private, not-for-profit biomedical research organization, which studies human disease, such as cancer, cardiovascular, nervous, kidney and other rare diseases, as well as the toxic effects of environmental contamination and drug addiction. The Department of Environmental Health Sciences has been responsible for the chemical characterization and toxicological assessment of nanoparticles generated by braking systems. The Department of Biomedical Engineering has been involved in toxicity studies using human cell lines in vitro.

L'IRCCS Istituto di ricerche farmacologiche Mario Negri è un'organizzazione di ricerca biomedica privata, senza scopo di lucro, che studia le malattie umane, quali cancro, malattie cardiovascolari, nervose, renali e altre malattie rare, nonché gli effetti tossici della contaminazione ambientale e la tossicodipendenza. Il Dipartimento Ambiente e Salute ha svolto la caratterizzazione chimica e la valutazione tossicologica delle nanoparticelle generate dal sistema frenante. Il dipartimento di Bioingegneria ne ha studiato la tossicità utilizzando linee cellulari umane in vitro.



CONNECTING AMBITIONS

CiaoTech S.r.l., part of PNO Group B.V., is specialized in Innovation Management, providing services to private and public organizations in innovation processes, technology transfer and public funding for research and innovation. During the COBRA project PNO has conducted a Life Cycle Assessment (LCA) analysis in order to assess the environmental impact (carbon and water footprint) of the project from the procurement of raw materials to the product's disposal.

CiaoTech S.r.l., parte del Gruppo PNO B.V., è specializzata in Innovation Management, offrendo a organizzazioni private e pubbliche supporto ai processi di innovazione, trasferimento tecnologico e finanziamento pubblico per ricerca e innovazione. Durante il progetto COBRA PNO ha condotto l'analisi LCA (Life Cycle Assessment) per valutare l'impatto ambientale (*carbon and water footprint*) del progetto dall'approvvigionamento delle materie prime fino al prodotto finito.