

POLYETHYLENE

# Agriculture

APPLICATIONS



versalis



# Agriculture

## APPLICATIONS

## Introduzione Introduction

L'agricoltura è una delle filiere produttive dove il polietilene (PE) ed i suoi copolimeri con il vinilacetato (EVA), vengono largamente impiegati perché permettono notevoli vantaggi sia in termini economici, che di praticità di utilizzo e di sostenibilità ambientale. Questi polimeri possono essere infatti facilmente trasformati per ottenere manufatti destinati a molteplici utilizzi:

- film per copertura (serre, intercapedine e piccoli tunnel);
- film per pacciamatura;
- film per insilaggio;
- film per sterilizzazione del terreno (fumigazione e solarizzazione);
- tubi per irrigazione goccia a goccia;
- geomembrane.

Agriculture is one of the sector where polyethylene (PE) and its copolymers with vinyl acetate (EVA) are widely used because they allow considerable advantages both in terms of saving, in terms of use and in terms of environmental sustainability. These polymers can be easily processed to manufacture products for multiple uses:

- covering films (greenhouses, interspace films and small tunnels);
- mulch film;
- silage film;
- film for soil sterilization (fumigation and solarization);
- drip irrigation;
- geomembrane.



## Film per copertura

### Covering films

I film per copertura sono tutti i film che durante il loro impiego rimangono sollevati da terreno. La norma di riferimento è l'UNI EN 13206.

#### FILM PER SERRE

I film per serre sono molto importanti per la filiera agricola perché svolgono l'indispensabile funzione di proteggere dalle intemperie le colture, migliorando nel contempo la produzione agricola sia come qualità che quantità. Permettono inoltre di estendere il periodo produttivo, consentendo così di anticipare e di posticipare il raccolto e quindi di commercializzare i prodotti agricoli in periodi economicamente più favorevoli.

I film per serre a base di polietilene e copolimeri EVA, grazie alla loro leggerezza e flessibilità, possono essere stesi con facilità sulle colture. Riassumiamo qui di seguito le principali funzioni che possono svolgere.

##### → Funzione di copertura

Proteggono efficacemente le colture dalle intemperie, riducono l'evaporazione dal terreno permettendo di salvaguardare le risorse idriche, mantengono all'interno della serra l'umidità relativa a valori ottimali per lo sviluppo delle colture.

##### → Funzione riscaldante

Sono molto trasparenti nella zona dello spettro elettromagnetico del visibile, consentendo così la fotosintesi clorofilliana necessaria alla crescita delle piante, (Photosynthetically Active Radiation, P.A.R.;  $\lambda = 0,38 \div 0,87 \text{ nm}$ ). Parallelamente però generano un innalzamento della temperatura media all'interno della serra grazie alla loro bassa trasparenza nell'infrarosso (vedi effetto serra). Limitano i dannosi sbalzi termici fra il giorno e la notte e riducono il rischio delle gelate notturne.

##### → Sostenibilità

Permettono di coltivare con efficienza anche in zone climatiche meno favorevoli, incrementando così la percentuale di terreno agricolo disponibile.

Cover films are all films that remain above the ground during their use. The reference standard is UNI EN 13206.

#### GREENHOUSE FILM

Greenhouses film are very important for the agricultural sector, they play an essential role in protecting the crops from bad weather, while improving agricultural production both from a qualitative and a quantitative point of view. They also allow the production period to be extended, thus allowing to anticipate and postpone the harvest and therefore to commercialize agricultural products in economically more favorable periods.

Greenhouse's films based on polyethylene and EVA copolymers, thanks to their lightness and flexibility, can be easily applied to protect cultures. Below are summarized the main functions that they can deliver:

##### → Cover function

They efficiently protect crops from the elements, reduce evaporation from the soil, thus saving water resources, keeping the relative humidity at optimal levels for crop growth inside the greenhouse.

##### → Heating function

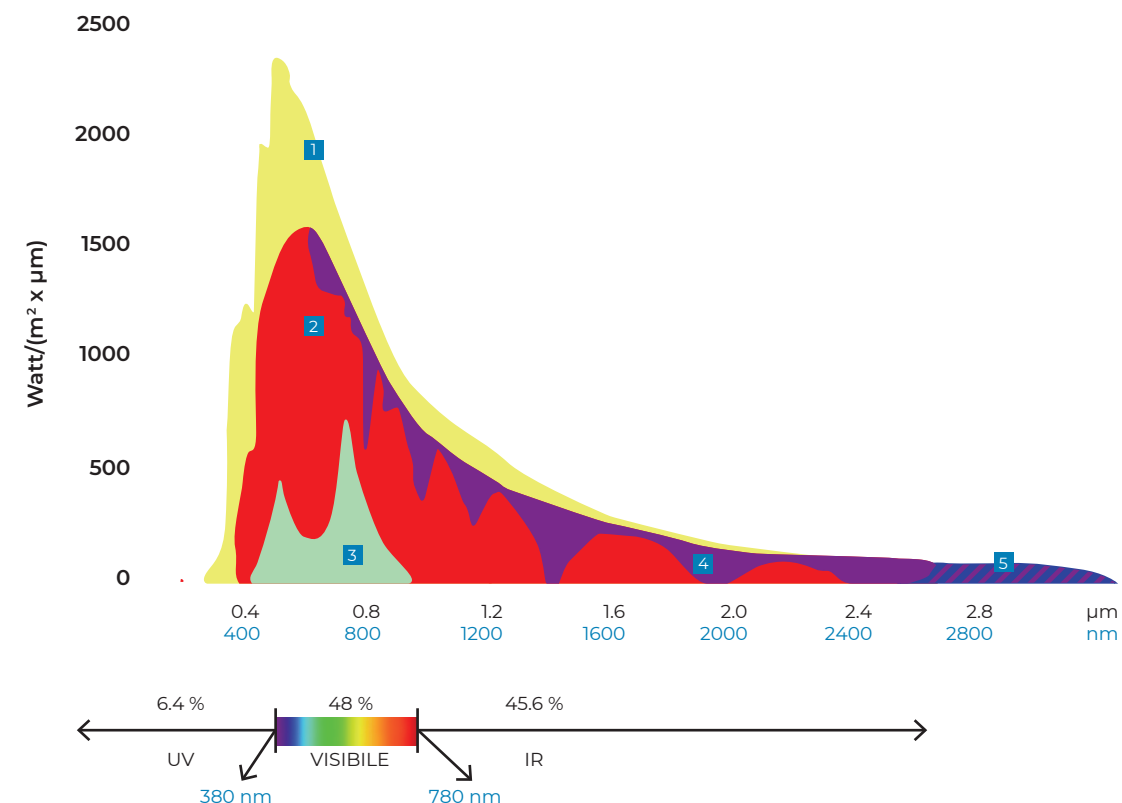
They are very transparent in the visible area of the electromagnetic spectrum, thus allowing the photosynthesis necessary for the growth of plants, (Photosynthetically Active Radiation, P.A.R.;  $\lambda = 0.38 \div 0.87 \text{ nm}$ ). At the same time, however, they generate an increase in the average temperature inside the greenhouse thanks to their low transparency in the infrared (greenhouse effect). They limit the harmful temperature changes between day and night and reduce the risk of frosts during night.

##### → Sustainability

They allow to efficiently cultivate even in less favorable climatic zones, thus increasing the percentage of available agricultural land.

Fig. 1

Film per serra: alta trasparenza  
Green house film: high transparency in to PAR range



- 1 Radiazione solare al margine esterno dell'atmosfera ( $1363 \text{ W}/\text{m}^2 \rightarrow$  Costante Solare)
- 2 Radiazione solare sulla superficie terrestre nelle migliori condizioni di luce ( $1000 \text{ W}/\text{m}^2$ -26%)
- 3 Photo-synthetically Active Radiation (PAR)
- 4 Bande di assorbimento del vapore d'acqua
- 5 Bande di assorbimento della  $\text{CO}_2$

- 1 Solar radiation to the external margin of atmosphere ( $1363 \text{ W m}^{-2} \rightarrow$  Solar Constant)
- 2 Solar radiation on the terrestrial surface in the best light conditions ( $1000 \text{ W}/\text{m}^2$ -26%)
- 3 Photo-synthetically Active Radiation (PAR)
- 4 Water vapor absorption bands
- 5  $\text{CO}_2$  absorption bands





## EFFETTO SERRA

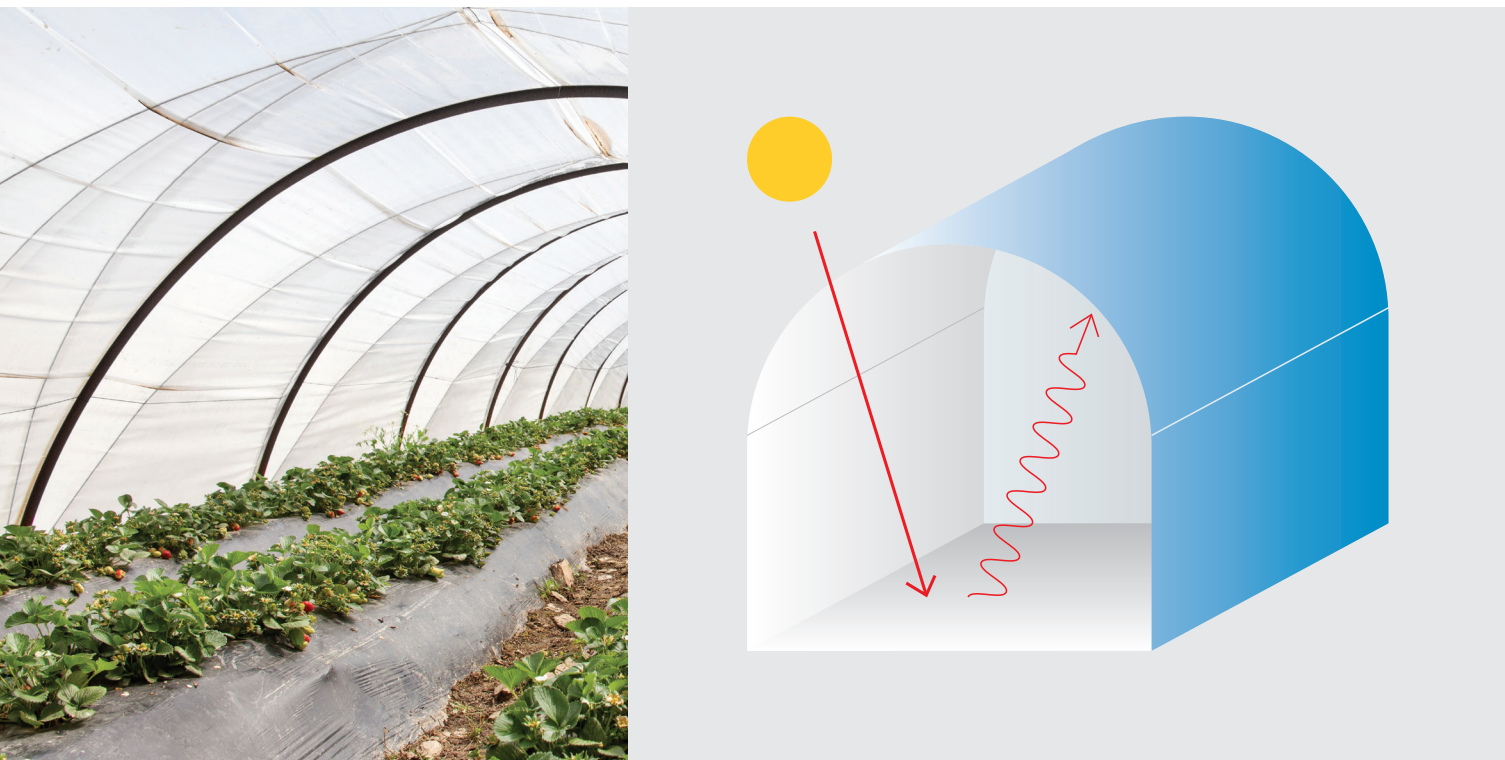
L'energia della radiazione solare che attraversa il film di copertura e raggiunge il terreno viene da esso riemessa ad una lunghezza d'onda ( $\lambda = 5,6 \div 15 \mu\text{m}$ ) posizionata nel lontano infrarosso dove il film non è trasparente, quindi non riesce più ad uscire restando così intrappolata dentro la serra.

L'effetto serra può essere valutato mediante la norma EN 13206, attraverso un'analisi infrarossa. La misura viene effettuata determinando l'area  $A_i$ , cioè la quantità di radiazione elettromagnetica assorbita dal film nell'intervallo di lunghezza d'onda  $\lambda = 7 \div 13 \mu\text{m}$ . La percentuale di effetto serra è data dal rapporto fra l'area  $A_i$  e l'area totale fra  $\lambda = 7 \div 13 \mu\text{m}$  (il rettangolo compreso fra i due segmenti tratteggiati in rosso di fig. 2).

L'effetto serra può essere modulato sia variando lo spessore del film, ma anche variando la tipologia di polimero utilizzato. Come si vede in fig. 3, che mostra la percentuale di effetto serra per un film di  $70 \mu\text{m}$  al variare del contenuto di Vinil Acetato, si parte da un valore di effetto serra del ~35 % (per un polietilene puro) che arriva fino a più del 60% all'aumentare della percentuale di VA (>20%).

Fig. 2

Effetto serra  
Greenhouse effect



## GREENHOUSE EFFECT

The solar radiation energy that passes through the covering film and reaches the ground is re-emitted at a wavelength ( $\lambda = 5.6 \div 15 \mu\text{m}$ ) positioned in the far infrared where the film is not transparent, then it can no longer escape, thus remaining trapped inside the greenhouse.

Greenhouse effect can be assessed using the EN 13206 standard, through an infrared analysis. The measurement is carried out by determining the area  $A_i$ , ie the amount of electromagnetic radiation absorbed by the film in the wavelength range  $\lambda = 7 \div 13 \mu\text{m}$ . The percentage of the greenhouse effect is given by the ratio between the area  $A_i$  and the total area  $\lambda = 7 \div 13 \mu\text{m}$  (the rectangle between the two dashed red segments of fig. 2).

Greenhouse effect can be adjusted both by varying the thickness of the film, but also by varying the type of polymer used. As shown in fig. 3, the percentage of greenhouse effect for a  $70 \mu\text{m}$  film when the content of Vinil Acetate varies, start from a greenhouse effect value of ~35 % (for a pure polyethylene) to reach up to more than 60% as the percentage of VA increases (>20%).

Fig. 3

Spettro IR dell'EVA  
EVA IR spectra

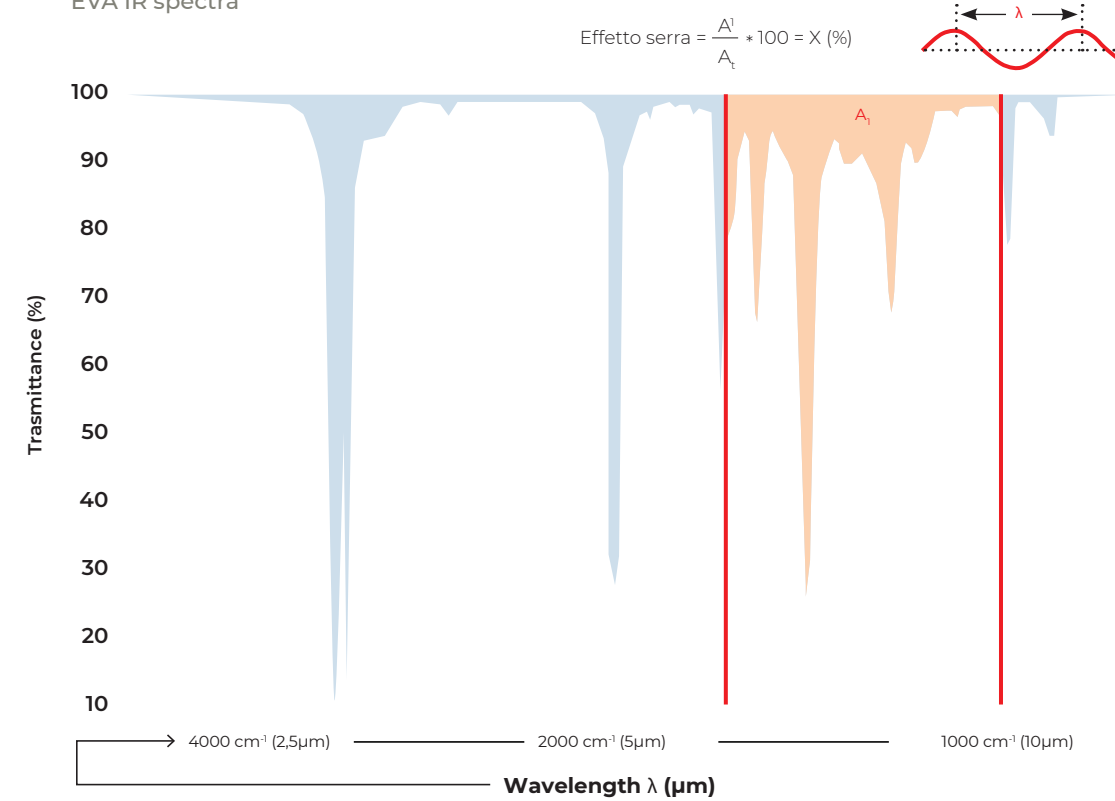
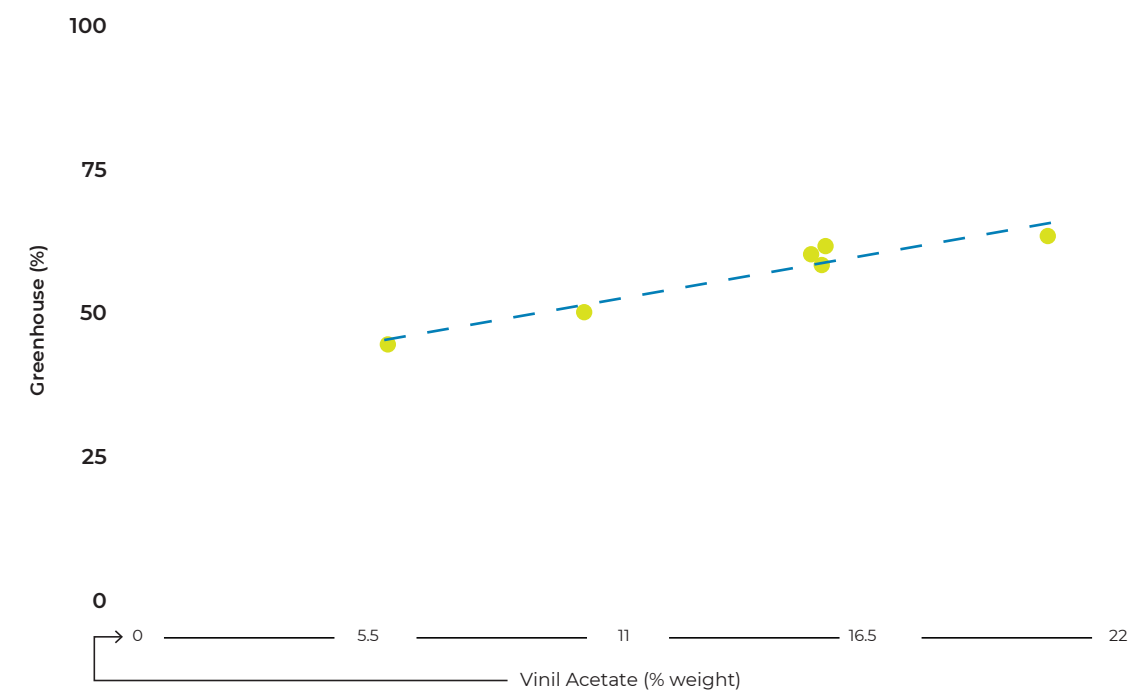


Fig. 4

Effetto Serra vs. Vinil Acetato (% peso)  
Greenhouse vs. Vinil Acetate (% weight)





Per durare a lungo i film per serra devono essere opportunamente additivati con anti-UV che ne consentono l'uso in campo anche per periodi maggiori di 2 anni. La norma EN 13206, oltre a descrivere come effettuare i test di invecchiamento accelerato, classifica i film in diverse categorie in base alla loro durata in campo. A causa della differenza di temperatura fra l'interno della serra e l'ambiente esterno, sotto la superficie del film si può creare della condensa di vapore acqueo (fig. 4) che opacizza il film limitando così la fotosintesi ed inoltre, gocciando sulle piante sottostanti, aumenta la probabilità di formazione di muffe nelle colture. Per tale motivo i film per serra vengono additivati con opportuni tensioattivi che, migrando sulla superficie, incrementano la tensione superficiale e l'affinità con l'acqua. In questo modo la condensa forma una pellicola sottile che scivola sulla superficie interna della serra raccogliendosi ai bordi (effetto anti-goccia).

I film per serra hanno spessori che variano fra 100 ÷ 200 µm. Per avere le necessarie proprietà meccaniche (in modo da resistere alle intemperie) e per poter ottenere film molto larghi è necessario utilizzare polimeri con:

- elevato peso molecolare → basso indice di fusione (MFI);
- resistenza all'urto e alla frattura → bassa densità;
- elevata tenacità del fuso (ottima stabilità di bolla in fase di estrusione) → polimeri a struttura ramificata.

To resist for a long time, greenhouse films must be suitably additivated with anti-UV that allow their use in the field even for periods longer than 2 years. The EN 13206 standard, besides describing how to perform accelerated aging tests, classifies the films in different categories based on their duration.

Due to the difference in temperature between the greenhouse and the external environment, under the surface of the film it is possible to have water vapor condensation making the film opaque, thus limiting photosynthesis and, furthermore, producing water dripping on the plants. Water droplets increase the probability of fungus formation.

For this reason, greenhouse films are additivated with suitable surfactants that, migrating on the surface, increase surface tension and affinity with water. As a consequence, the condensation forms a thin film that slides on the inner surface of the greenhouse accumulating at the edges (anti-droplet effect).

Greenhouse films have thicknesses that vary between 100 ÷ 200 µm.

To obtain the necessary mechanical properties (in order to withstand the elements) and to obtain very wide films, it is necessary to use polymers with the following properties:

- high molecular weight → low viscosity (MFI);
- high impact resistance → low density;
- high melt strength (good bubble stability) → long chain branching polymer's structures.

Per le caratteristiche descritte i film per copertura devono essere trasformati mediante tecnologia blown-film. I moderni impianti di filmatura multistrato con raffreddamento interno "IBC" (Internal Bubble Cooling) consentono di raggiungere larghezze comprese fra 6 ÷ 16 m.

In funzione del livello di potere riscaldante film per serre si possono dividere in due grandi classi:

- normale effetto serra (effetto serra ca. 30%), questi film sono ottenuti con LDPE puro o in miscela con LLDPE. I prodotti Versalis sono: Riblene® FC 20, FC 30, FC 39, FC 39 F;
- Flexirene® FF 25 U, FG 20 U, FG 20 F elevato effetto serra (effetto serra > 65%), sono film con un alto assorbimento dell'IR medio (7,5 ÷ 13 µm) vengono utilizzati copolimeri EVA (VA = 9 ÷ 14%) puri o mescolati con cariche minerali micronizzate (2%-5%). I prodotti Versalis per film a elevato effetto serra sono: Greenflex® FD 20, FF 35, FC 45, FD 50, FF 55, FF 55 F.

For the characteristics above described, the covering films must be transformed using blown-film technology. Modern multi-layer film systems with internal cooling "IBC" (Internal Bubble Cooling) allow to reach widths 6 ÷ 16 m.

Depending on the film thermal effect, greenhouse films can be divided into two large classes:

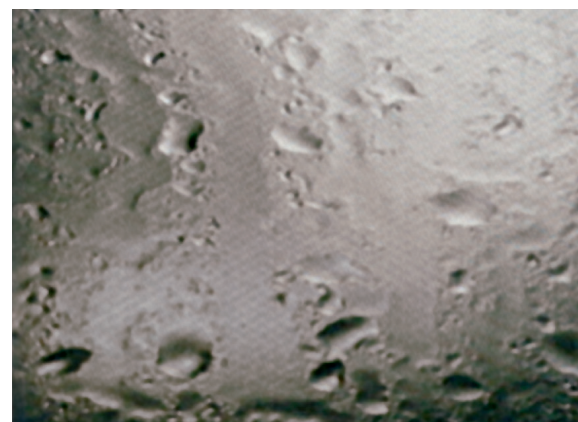
- standard greenhouse effect (30%), these films are obtained with pure LDPE or mixed with LLDPE. Versalis products are: Riblene® FC 20, FC 30, FC 39, FC 39 F;
- Flexirene® FF 25 U, FG 20 U, FG 20 F high greenhouse effect (> 65%), these films have a high absorption in the range of the medium IR (7.5 ÷ 13 µm) and based on EVA copolymers (VA = 9 ÷ 14%) alone or blended with micronized mineral fillers (2%-5%). Versalis products for high greenhouse effect are: Greenflex® FD 20, FF 35, FC 45, FD 50, FF 55, FF 55 F.

Fig. 5

Film standard  
Standard film



Film antigoccia con additivi  
Drip film with additives





## FILM PER INTERCAPEDINE

Questi film, molto leggeri, sono sempre più spesso utilizzati all'interno della serra, ed hanno la duplice funzione di proteggere ulteriormente le colture dalla condensa e di incrementare l'effetto serra.

Per questo impiego "interno" non è necessario avere film di elevato spessore/ diametro e di particolare resistenza meccanica, si usano quindi miscele di polimeri LLDPE/LDPE/EVA, a più alta fluidità, in funzione dei requisiti finali che si vogliono ottenere.

I prodotti Versalis per film per intercapedine sono:

- Riblene® FF 29, FF 30; FF39 F;
- Flexirene® FF 25 U;
- Greenflex® FD 20, FF 35, FF 45.

## INTERSPACE FILMS

These films, very light, are increasingly used within the greenhouse, and have the dual function of further protecting crops from condensation and also increasing the greenhouse effect.

For this "internal" use, it is not necessary to have high thickness/diameter films or to have particular mechanical resistance. Therefore mixtures of LLDPE/LDPE/EVA polymers are used, with a higher fluidity, according to the final requirements to be obtained.

Versalis product portfolio for interspace films are:

- Riblene® FF 29, FF 30; FF39 F;
- Flexirene® FF 25 U;
- Greenflex® FD 20, FF 35, FF 45.



## FILM PER PICCOLI TUNNEL

I film per tunnel hanno la funzione principale di proteggere le colture dalle intemperie, non è richiesto un particolare effetto serra. Lo spessore del film è intorno ai 40 µm con larghezze medie del film da 2 a 4 m. Poiché i film sono esposti al vento, in questa applicazione è importante avere una buona resistenza alla lacerazione; per tale motivo i film più performanti sono a base di LLDPE ad esene.

I prodotti Versalis destinati ai piccoli tunnel sono:

- Riblene® FC 30, FF 29, FF 39 F, FC 39, FC 39 F;
- Flexirene® FF25 U FG 20 U, FG 20 F;
- Clearflex® FF 106 A, FG 106 A.

Un esempio di miscela può essere così composta:

- Flexirene® FF 25 U (80%) + (20%) Riblene® FC 30 - FF 29;
- per film più sottili 30-40 µm Clearflex® (80%);
- FG 106 A + Riblene® FC 30 - FC 39 F - FC 39 (20%).

## SMALL TUNNEL FILMS

Tunnel films have the primary function of protecting crops from bad weather. In this case, a particular greenhouse effect is not required. The film thickness is around 40 µm with general film widths from 2 to 4 m. Since films is exposed to wind, it is important to have good tear resistance. For this reason, the most performing films are based on LLDPE and hexene.

Versalis products mix in this application are:

- Riblene® FC 30, FF 29, FF 39 F, FC 39, FC 39 F;
- Flexirene® FF25 U FG 20 U, FG 20 F;
- Clearflex® FF 106 A, FG 106 A.

An example of blend can be as follows:

- Flexirene® FF 25 U (80%) + (20%) Riblene® FC 30 - FF 29;
- for thin films (30-40 µm) Clearflex® (80%);
- FG 106 A + Riblene® FC 30 - FC 39 F - FC 39 (20%).



## Film per pacciamatura

### Mulch film

Sono dei film stesi sul terreno che permettono di ottenere diversi vantaggi agronomici:

- riscaldano il terreno riducendo così il rischio delle gelate notturne;
- impediscono la crescita delle erbe infestanti (malerbe);
- riducono drasticamente l'evaporazione determinando così un risparmio di risorse idriche;
- riducono la formazione di croste e zolle di terreno indurite.

They are films spread on the ground that enable to obtain different agronomic advantages:

- heat the soil, thus reducing the frosts risk during night;
- prevent weed's growth;
- they drastically reduce evaporation, thus reducing water consumption;
- reduce the formation of hardened soil crusts and clods.



La normativa di riferimento in questo settore è la UNI EN 13655 (Plastic-Mulching thermoplastic films for use in agriculture and horticulture), che classifica i film per pacciamatura in quattro principali tipologie:

- **Film trasparente:** fanno passare la luce solare, la loro funzione principale è il riscaldamento del suolo, favorendo così la germinazione dei semi, non hanno un elevato controllo delle erbacce.
- **Film nero:** sono meno riscaldanti rispetto ai primi, ma hanno un buon controllo sulla crescita delle malerbe.
- **Film riflettivi:** possono essere bianchi, o bianchi/heri o neri/argento. Hanno un buon controllo sulle erbe infestanti, inoltre, la luce da essi riflessa, migliora la resa agronomica perché incrementa la fotosintesi delle piante.
- **Film di altri colori** (es: verdi, grigi o marroni): in questo caso il buon controllo sulle malerbe è associato ad una più selettiva trasmissione della luce nelle frequenze più utili alla crescita delle piante.

I film sono molto sottili (spessori 25 ÷ 40 µm) e non sono richieste particolari caratteristiche meccaniche. I polimeri normalmente utilizzati sono LDPE in mescola con LLDPE. I prodotti Versalis consigliati per queste applicazioni sono:

- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F;
- Riblene® FC 30 – FC 39 - FC 39 F.

The reference standard in this sector is UNI EN 13655 (Plastic-Mulching thermoplastic films for use in agriculture and horticulture), which classifies the films for mulching in four main types:

- **Transparent film:** their main function is warming up soil, thus favoring the germination of the seeds, but they do not have a high control of the weeds.
- **Black film:** they are less thermal than the first, but have good control of weed's growth.
- **Reflective films:** they can be white, or white/black or black/silver: they have a good control of weeds, in addition, the light reflected by them, improves the agronomic profit because it increases plant's photosynthesis.
- **Films of other colors** (eg: green, gray or brown): in this case, they have good control over weeds along with a more selective transmission of light in the frequencies the most useful for plant.

The films are very thin (thickness 25 ÷ 40 µm) and no special mechanical characteristics are required.

Polymers are generally used in blend LDPE/LLDPE. Versalis product mix in this application is:

- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F;
- Riblene® FC 30 – FC 39 - FC 39 F.



## Film per silaggio

### Silage film

A questa famiglia appartengono tutti quei film destinati allo stoccaggio e alla conservazione dei foraggi.

#### FILM PER TRINCEE

Lo scopo è quello della conservazione del foraggio fresco, o appassito, o allo stato ceroso, attraverso un processo fermentativo anaerobico, capace di preservare le qualità nutritive del materiale di partenza. Ciò si ottiene con una opportuna copertura di polietilene, che deve resistere alle sollecitazioni meccaniche e alle intemperie (spessori 150 ÷ 200 µm) per circa 1 anno. L'assenza dell'ossigeno causa una acidificazione della massa vegetale ad opera di microrganismi anaerobi, attraverso la fermentazione lattica, contendo il più possibile quella butirrica e proteica. Questo contribuisce a ridurre la formazione di muffe insalubri e la proliferazione di microrganismi alteranti e potenzialmente tossici. I polimeri utilizzati sono a base di LDPE, in mescola con LLDPE. I tipi di film più comuni sono il nero, bianco e il coestruso bianco/nero o verde/nero. Di norma il lato nero è rivolto verso il foraggio, mentre quello bianco o verde è rivolto verso l'esterno. I prodotti Versalis sono:

- Riblene® FC 20, FC 30, FC 39 F., FC 39;
- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F.

Belong to this family, all those films for the storage and conservation of animal feed.

#### BUNKER SILO COVER

The aim is to preserve fresh forage, or withered, or in waxy state, through an anaerobic fermentation process, capable of preserving the nutritive qualities of the starting material. This is achieved with a suitable polyethylene covering film, which must withstand mechanical stresses and weathering conditions (thicknesses 150 ÷ 200 µm) for about 1 year. The oxygen absence causes an acidification of the plant mass by anaerobic microorganisms, through lactic fermentation, reducing the butyric and proteinic one. This helps to reduce the formation of unhealthy molds and the proliferation of altering and potentially toxic micro-organisms. The polymers used are LDPE/LLDPE blends. The most used types are black, white and coextrusion film white/black or green/black. Usually the black side faces is the forage, while the white or green side is facing out. Versalis product mix is:

- Riblene® FC 20, FC 30, FC 39 F., FC 39;
- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F.



#### FILM DI PROTEZIONE

Si stendono lungo le pareti della trincea in modo da migliorare isolamento all'acqua piovana che potrebbe infiltrarsi lungo le pareti laterali di cemento. Riduce il passaggio di ossigeno e protegge il cemento dai liquidi acidi di fermentazione. Non sono necessarie particolari proprietà meccaniche, si usano quindi film sottili (spessori 35 ÷ 50 µm). Prodotti Versalis Flexirene® FG 20 U, FG 20 F.

#### PROTECTIVE FILM

They stretch along the walls of the bunker in order to improve insulation from rainwater that could infiltrate long the side walls of cement. It reduces oxygen permeability and protects the cement from acidic fermentation liquids. No special mechanical properties are required, thin films are used (thicknesses 35 ÷ 50 µm). Versalis products Flexirene® FG 20 U, FG 20 F.





## FILM PER ROTOBALLE

Si usano per fermentare foraggi erbacei. Il film dello spessore di  $\approx 25$  viene stirato e avvolto alla roto-balla con spire ad elevato grado di sovrapposizione ( $>50\%$ ) utilizzando speciali macchine.

I film devono avere buone proprietà meccaniche ed una elevata elasticità per serrare opportunamente il foraggio, devono inoltre essere sufficientemente adesivi per evitare sia le infiltrazioni di acqua che il passaggio di ossigeno. La tecnologia di trasformazione è blown film. Per ottenere l'appiccicosità lo strato esterno della bolla viene additivato con opportuni agenti collanti (cling agent) polimerici, oppure fluidi viscosi (PIB). Il film è stabilizzato con anti-UV per la durata di un anno. È generalmente colorato in verde per un miglior impatto ambientale, e può essere pigmentato con  $\text{TiO}_2$  per un miglior controllo della temperatura. I prodotti Versalis sono:  
 → Clearflex® FF D0;  
 → FGH 196 A.

## SILAGE STRETCH FILM

### FOR ROTOBALLE

The aim is to ferment grass fodder. By using special machines the film with a thickness of  $\approx 25 \mu\text{m}$  is stretched and wrapped around the bale with a high degree of overlap ( $>50\%$ ).

The films must have good mechanical properties and a high elasticity to properly tighten the forage; they must also be sufficiently adhesive to avoid both the infiltration of water and the inlet of oxygen. Transformation technology is blown film. To obtain the tackiness, the outer layer of the bubble is additivated with suitable polymer cling agents, or viscous fluids (PIB). The film is stabilized with anti-UV for a period of one year. It is generally colored green for a better environmental impact, and can be pigmented with  $\text{TiO}_2$  for better temperature control. Versalis product-mix is:  
 → Clearflex® FF D0;  
 → FGH 196 A.

## Film per sterilizzazione del terreno

### Films for soil sterilization

La presenza nel terreno di organismi infestanti (parassiti, malerbe, microflora e funghi) è molto dannosa per le piantagioni. La sterilizzazione del terreno permette un migliore sviluppo dell'apparato radicale maggiori rese produttive e una crescita più regolare delle colture. Per sterilizzare il terreno esistono diverse metodologie, le principali sono: la fumigazione, che impiega agenti chimici disinfestanti (biocidi), e la solarizzazione, che invece sfrutta l'energia solare per scaldare ( $45 \div 50^\circ\text{C}$ ) e quindi sterilizzare il terreno. In entrambi i casi si usano film a base di polietilene opportunamente progettati.

The presence in the ground of parasites, weeds and fungi is very harmful for plantation. The soil's sterilization allows a better development of the root system higher yields and a more regular crops growth. To sterilize the soil there are several methods, the main ones are: fumigation, which employs chemical disinfectants (biocides), and solarization, which instead uses solar energy to heat ( $45 \div 50^\circ\text{C}$ ) and then sterilize the soil. In both cases, appropriately designed polyethylene based films are used.

## FUMIGAZIONE

Lo scopo del film plastico è quello di trattenere nel terreno i gas fumiganti. I migliori effetti si hanno impiegando formulati ad ampio spettro d'azione: fungicida, insetticida, nematocida ed erbicida.

I film usati in questo settore devono ovviamente essere poco permeabili ai gas impiegati (film barriera) quindi, insieme al polietilene, vengono coestrusi polimeri polari come le poliammidi e i copolimeri etilene-vinil alcol (EVOH).

La tecnologia di trasformazione è Blown Film. I prodotti Versalis in questo settore sono:  
 Riblene® FF29, FF30, FF39 F;  
 Flexirene® FG 20 U, FG 20 F, FF25 U;  
 Clearflex® FG 106 A, FG 306 A;  
 Eraclene® FB 506.

## FUMIGAZION

The purpose of the plastic film is to retain fumigating gases in the ground. The best effects are obtained using broad-spectrum formulations: fungicide, insecticide, nematocide and herbicide. The films used in this sector must obviously be not very permeable to the gases used (barrier film) then, together with the polyethylene, polar polymers such as the polyamides and the ethylene-vinyl alcohol (EVOH) copolymers are co-extruded.

Transformation technology is Blown Film. Versalis portfolio in this field is:  
 Riblene® FF29, FF30, FF39 F;  
 Flexirene® FG 20 U, FG 20 F, FF25 U;  
 Clearflex® FG 106 A, FG 306 A;  
 Eraclene® FB 506.





## SOLARIZZAZIONE

Si sfrutta l'effetto riscaldante di film a base di polietilene ed EVA che vengono stesi sul terreno nei mesi più caldi dell'anno (luglio-agosto). Sono le alte temperature raggiunte nel terreno che causano la morte dei semi delle piante infestanti, delle muffe, e della carica patogena presente. Questa tecnica è di più facile applicazione ed è più rispettosa dell'ambiente rispetto alla fumigazione.

La maggiore limitazione di questo metodo è la sua forte dipendenza dalla zona climatica, che deve essere sufficientemente calda ed il periodo di impiego è limitato ai soli mesi estivi. Il tempo necessario a sterilizzare efficacemente il terreno è abbastanza più lungo, circa un mese, invece che di qualche giorno con la fumigazione. Più prolungato è il periodo di esposizione al sole del terreno maggiore sarà la riduzione della carica patogena dello stesso. I requisiti principali di questi film sono: elevato effetto riscaldante, buona resistenza meccanica ed agli agenti atmosferici. I film hanno spessori che vanno dai 25 ÷ 35 µm, si utilizzano blend in LD/LLDPE in presenza di EVA per l'effetto serra. I prodotti Versalis utilizzati in questa applicazione sono:

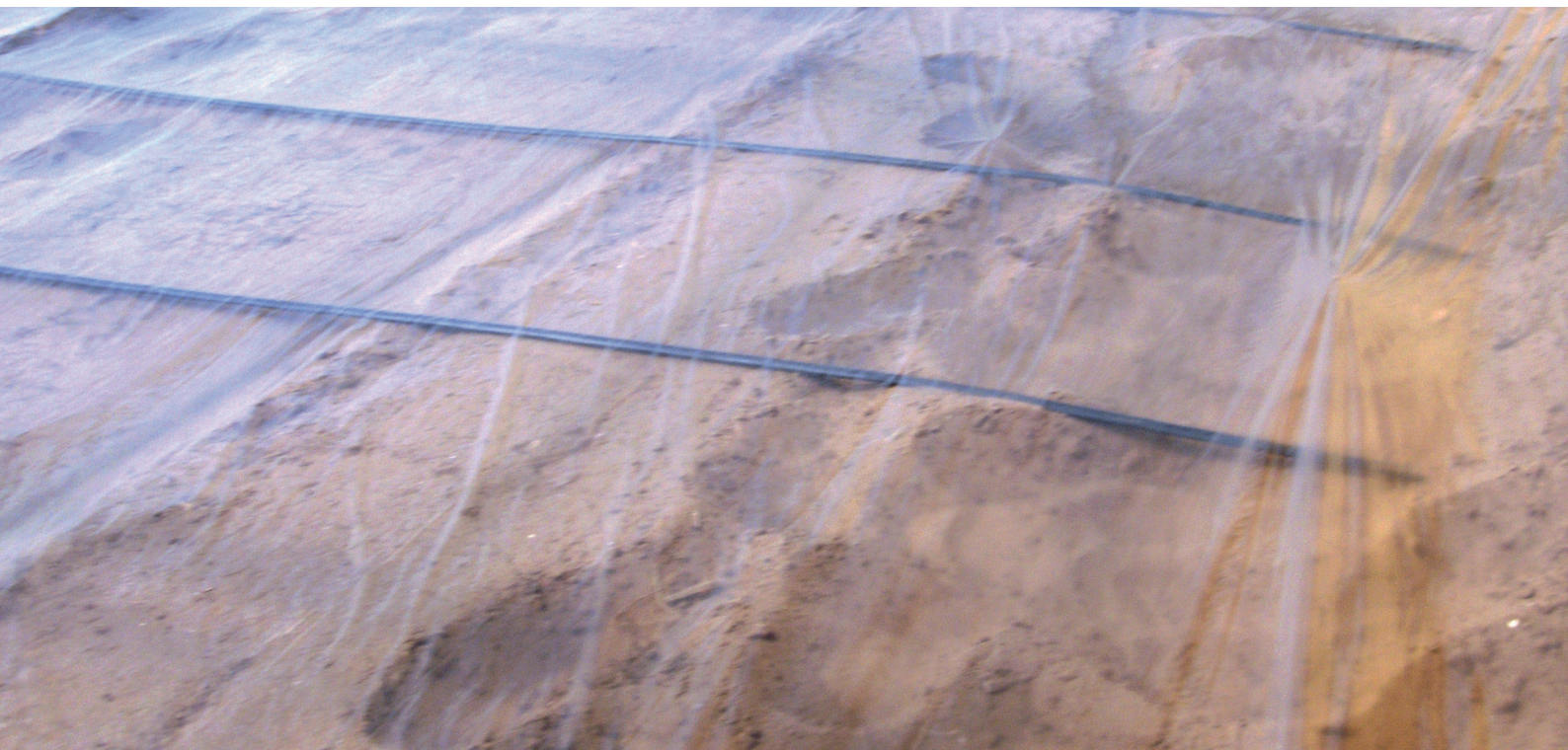
- Riblene® FF 29, FF 30, FF39 F;
- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F, FF25 U;
- Greenflex® FC 45, FF 45, FD 20.

## SOLARIZATION

The thermal effect of polyethylene and EVA films is exploited, films are laid down on the ground during the hottest months of the year (July-August). The high temperatures reached in the ground cause the elimination of the seeds of weeds, of the molds, and of the present pathogenic substance. This technique is easier to apply and is more environmentally friendly than fumigation.

The greatest limitation of this method is its strong dependence on the climatic zone, which must be sufficiently warm. The period of use is limited to the summer months alone. The time needed for effectively sterilize the soil is quite longer, about a month, rather than a few days with fumigation. The more prolonged is the period of sun exposure of the soil, the greater will be the reduction of the pathogenic substance. The main requirements of these films are: high thermal effect, good mechanical resistance and atmospheric agents. Films thickness is ranging from 25 ÷ 35 µm, generally are used blend LD/LLDPE with EVA to obtain greenhouse effect. Versalis product mix is:

- Riblene® FF 29, FF 30, FF39 F;
- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F, FF25 U;
- Greenflex® FC 45, FF 45, FD 20.



# Irrigazione goccia a goccia

## Drip irrigation

### INTRODUZIONE

L'agricoltura è il settore dove si utilizza la maggior quantità di acqua dolce. A livello globale i prelievi di acqua per uso irriguo rappresentano circa il 70% del suo prelievo totale, e fino al 90% nei Paesi in via di sviluppo, dove l'acqua è ancor più preziosa. Di tutta questa acqua però più di metà non riesce ad arrivare sui campi perché si perde per infiltrazione, o per le perdite dalle reti di trasporto, oppure evapora lungo il tragitto. Ma anche quella che arriva sui campi viene anch'essa persa in grande quantità, consumata per evaporazione dal suolo oppure assorbita dalle malerbe. Considerando i tre macro-sistemi di irrigazione (sistemi di superficie, a sprinkler, e drip) l'irrigazione a goccia è quella che garantisce, di gran lunga, la maggiore resa.

Il primo sistema di irrigazione a goccia fu ideato negli anni sessanta da Simcha Blass, un ingegnere idraulico israeliano. Si racconta che un agricoltore gli fece notare che un grosso albero cresceva apparentemente "senza acqua". Dopo aver scavato sotto la superficie asciutta, Blass scoprì che le radici dell'albero erano bagnate a causa della perdita di acqua dovute ad un giunto difettoso. Il concetto di irrigazione a goccia era nato, e l'utilizzo appropriato delle materie plastiche, ed in particolare del polietilene, ha permesso di creare tubi e dispositivi di regolazione dell'acqua sempre più leggeri ed efficienti. In pratica, all'interno dei tubi vengono inseriti dei labirinti (gocciolatori), anch'essi in polietilene, che rallentano l'acqua al loro interno e la fanno fuoriuscire "goccia a goccia" attraverso piccoli fori, ma con portate ben definite e regolari che sarebbero altrimenti impossibili da ottenere solo con dei semplici buchi, bagnando così il terreno solo in prossimità della pianta.

### INTRODUCTION

Agriculture is the sector where the largest quantity of fresh water is used. Globally, water consumption for irrigation represent about 70% of its total use, and up to 90% in developing countries, where water is even more precious. From all this water, however, more than half cannot get to the fields because it is lost by infiltration or by losses from transport networks, or by evaporation. However, even that which arrives on the fields is also lost in large quantities, consumed by evaporation from the ground or absorbed by weeds. Considering the three macro-irrigation systems (surface systems, sprinkler systems, and drip systems), drip irrigation is the one that guarantees, by far, the greatest yield.

The first drip irrigation system was developed in the 1960s by Simcha Blass, an Israeli hydraulic engineer. It is said that a farmer pointed out to him that a large tree apparently grew "without water". After digging beneath the dry surface, Blass discovered that the roots of the tree were wet due to the loss of water due to a faulty joint. Drip irrigation idea was born, and the appropriate use of plastics, and in particular of polyethylene, has allowed the creation of even-lighter and more efficient pipes and water regulation devices. In practice, labyrinths are inserted inside the tubes (drippers), also made of polyethylene, which slow down the water and make it go out "droplet by droplet" through small holes, with well-defined and regular flows that would otherwise be impossible to obtain only with simple holes, thus wetting the soil only next to the plant.



Questo metodo di irrigazione se adeguatamente progettato, può portare a numerosi vantaggi:

- diminuire drasticamente il consumo di acqua, limitando l'evaporazione;
- mantenere un'umidità costante alla radice delle piante, dosando la giusta quantità in maniera uniforme;
- poter aggiungere direttamente nell'acqua i fertilizzanti e gli agro-farmaci, contenendone così la quantità da impiegare, riducendo nel contempo la possibilità che raggiungano la falda acquifera;
- irrigare efficacemente terreni di differente tipologia (sabbiosi o argillosi) e a pendenza irregolare;
- lasciare asciutte le foglie attenuando così il rischio di malattie;
- ridurre i consumi energetici, perché necessitano di una pressione di esercizio significativamente inferiore rispetto all'irrigazione a pioggia/spruzzo ("sprinkler").

Anche la messa in opera sul campo utilizzando speciali macchine può essere fatta in maniera semplice, veloce ed economica, preservando così lavoro, risorse materiali ed energia.

Per resistere per lungo tempo in opera sui campi sono additivati con carbon black (CB) che fa scudo alle dannose radiazioni UV. Questo pigmento per poter esercitare efficacemente la sua azione protettiva, deve però essere ben disperso all'interno della matrice polimerica. Questi sistemi di irrigazione molto evoluti sono stati resi possibili anche grazie alla grande versatilità del polietilene.

This irrigation method if properly designed, can lead to numerous advantages:

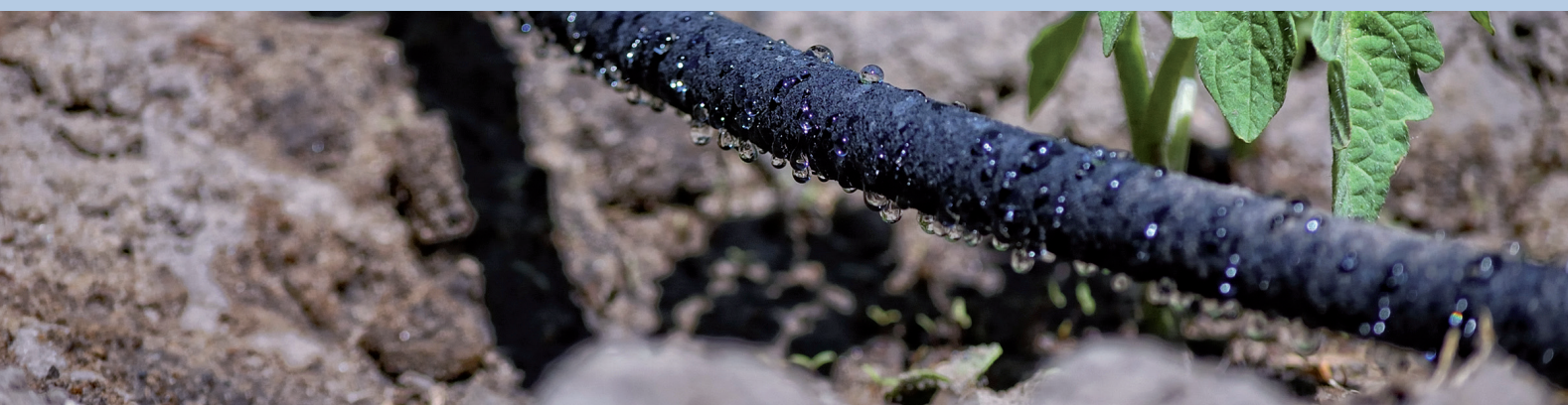
- reduce drastically water consumption, limiting evaporation;
- keep a constant humidity at the root of the plants, dosing the right quantity evenly;
- to add fertilizers and agro-drugs directly into the water, thus containing the quantity used, while reducing the possibility of reaching the groundwater;
- possibility to irrigate soils of different types (sandy or clayey) and with irregular slopes;
- leave the leaves dry, thus reducing the risk of disease;
- reduce energy consumption, because they require a significantly lower operating pressure than sprinkler/sprinkler irrigation.

By using special machines, also the field placing can be done in a simple, fast and economical way, thus preserving work, material, resources and energy.

To resist for a long period of time in the field of application, they are additivated with carbon black (CB) that protects the irrigation system from the harmful UV radiations.

This pigment, in order to effectively exert its protective action, must however be well dispersed within the polymer matrix.

These very advanced irrigation systems have been made possible thanks to the great versatility of polyethylene.



## TIPOLOGIA DI IMPIANTI

### UTILIZZATI

Per soddisfare le diverse esigenze applicative e rendere sempre più efficiente il sistema di irrigazione, nel corso degli anni sono stati sviluppati numerosissimi tipi di **gocciolatori** (drippers), di diversa struttura ed estensione, con labirinti più o meno complessi.

In base alla loro forma e dimensione, possiamo distinguere tre principali tipi di drippers.

Un primo tipo è costituito da un inserto cilindrico rigido, di diametro di poco inferiore al tubo, oppure (secondo tipo) il labirinto può essere piatto e molto più piccolo. Entrambi vengono stampati ad iniezione e successivamente inseriti all'interno dei tubi, a distanze prefissate, durante la fase di estrusione (fig. 5).

Un terzo tipo è invece a forma di nastro sagomato flessibile; quest'ultimo viene prodotto in continuo mediante estrusione e poi introdotto lungo l'intera lunghezza del tubo durante la sua produzione. I fori sul tubo, che permettono la fuoriuscita dell'acqua, vengono praticati da un laser precisamente in prossimità della zona di minima pressione dell'acqua che penetra nel labirinto.

L'utilizzo di dripper di dimensioni sempre più piccole e la riduzione degli spessori della manichetta, oltre a permettere un risparmio di materiale, rende il tubo facilmente schiacciabile. La possibilità di rendere piatti i tubi permette un più efficiente trasporto in bobine.

In base agli spessori, i sistemi di irrigazione a goccia si possono quindi dividere in 2 macro-categorie: i tubi rigidi e quelli schiacciabili.

#### Tubi gocciolanti rigidi

Lo spessore di questi tubi è relativamente alto (0,8 ÷ 1,2 mm). Possono essere destinati ad impianti di lunga durata, per colture arboree, agrumeti, uliveti, vigneti, frutteti in genere. Il tubo può essere costituito da vari tipi di polietilene, generalmente a base di LDPE per la sua peculiare processabilità, spesso in miscela con LLDPE per meglio bilanciare le proprietà meccaniche.

I prodotti Versalis per questa tipologia di tubi sono:

- Riblene® FC 20, FF29, FC 30, FC 39 F, FC 39;
- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F, FG 30 e FG 30 U.

## TYPE OF MACHINE

### USED

To meet the various application's needs and make the irrigation system more efficient, over the years many types of **drippers** have been developed, with different structure and extension, with more or less complex labyrinths. Based on their shape and size, we can distinguish three main types of drippers.

A first type consists of a rigid cylindrical insert, whose diameter is slightly smaller than the tube, and a second type consists of a labyrinth that can be flat and much smaller. Both are injection molded and subsequently inserted into the tubes, at predetermined distances, during the extrusion phase (fig. 5).

A third type is instead shaped as a flexible shaped band; the latter is produced continuously by extrusion and then introduced along the entire length of the tube during its production.

The holes on the tube, which allow the water to escape, are made accurately via laser next to the area of minimum water pressure that is inside the labyrinth.

The use of smaller and smaller drippers and pipe thinner and thinner, enables material saving, but resulting into pipe easily crushable.

The possibility of making the pipes flat allows a more efficient transport in reels.

Depending on the thicknesses, drip irrigation systems can then be divided into 2 macro-categories: rigid and crushable pipes.

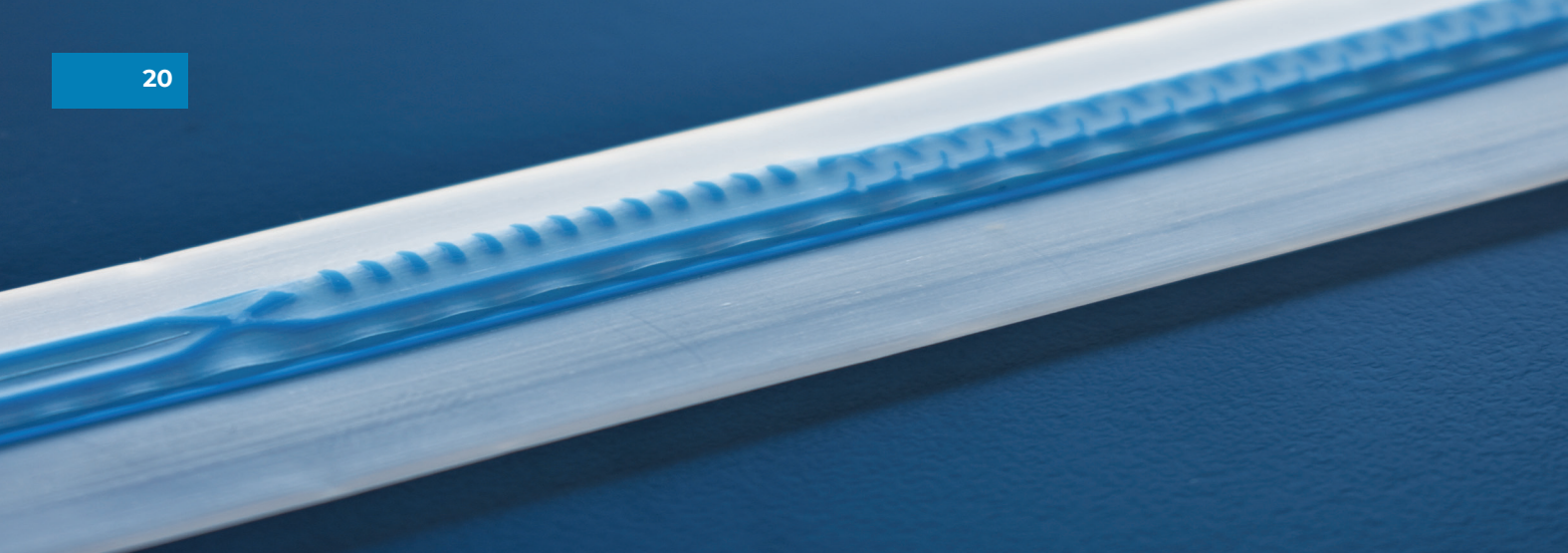
#### Rigid drip tubes

The thickness of these tubes is relatively high (0,8 ÷ 1,2 mm). They can be used for long-term plants, for tree crops, small citrus trees, small olive trees, vineyards, orchards in general. Tube can be made of various types of polyethylene, generally based on LDPE for its particular processability, often in mix with LLDPE to better balance the mechanical properties.

In this field Versalis products are:

- Riblene® FC 20, FF29, FC 30, FC 39 F, FC 39;
- Flexirene® FG 20 U, FG 20 F, FG 30 e FG 30 U.





I gocciolatori impiegati sono cilindrici o piatti, ottenuti mediante stampaggio ad iniezione, ed hanno una opportuna densità in modo da avere la giusta rigidità. È comunque essenziale che essa sia adeguata a garantire una buona saldabilità con il tubo, anche alle elevate velocità di produzione. Si possono utilizzare mescole di diversi polietileni per ottenere un specifico bilancio fra processabilità e rigidità. I prodotti Versalis per i gocciolatori stampati ad iniezione sono:

Riblene® MP 20, MP 30 R;  
Eraclene® MP 90 U, MQ 70 U;  
Flexirene® CL 10, CL 10 U; MR 50 U;  
Clearflex® RN 50 U, RP 50 U.

#### **Tubi gocciolanti a bassi spessori (piatti)**

Questa tipologia di tubi per irrigazione ha spessori compresi fra 130 ÷ 250 µm ed hanno una durata sul campo generalmente inferiore.

Per ottenere tubi a spessori sempre più ridotti i polietileni impiegati devono essere molto performanti, e quindi correttamente progettati nei loro parametri di base così da avere un buon bilancio fra le proprietà meccaniche, necessarie a resistere alla pressione di esercizio (1-2 bar), e quelle di processabilità. L'estrusione di questi tubi sottili avviene infatti con linee tecnologiche avanzate, che marciano a notevole velocità (fino a 230 ÷ 250 m/min). Per garantire elevate produttività orarie il polimero deve essere sufficientemente fluido, ma parallelamente deve avere una viscosità elongazionale sufficientemente alta per stabilizzarlo in uscita dalla filiera, così da non causare disomogeneità di spessori.

Particolarmente basso deve essere il livello dei geli in modo da evitare la formazione di possibili difetti nel sottile strato del tubo. Inoltre per garantire una adeguata costanza qualitativa dei tubi, le variabili di base del polimero, come ad esempio il peso molecolare e la densità, devono rimanere dentro un intervallo particolarmente ristretto.

The drippers used are cylindrical or flat, obtained by injection molding, and have a suitable density so that they have the correct stiffness. It is however essential that it is adequate to ensure good weldability with the pipe, even at high production speeds. Blend of different polyethylene can be used to obtain a specific balance between processability and rigidity.

Versalis product mix for injection moulded drippers are:

Riblene® MP 20, MP 30 R;  
Eraclene® MP 90 U, MQ 70 U;  
Flexirene® CL 10, CL 10 U; MR 50 U;  
Clearflex® RN 50 U, RP 50 U.

#### **Dripping pipes with low thickness (flat)**

This type of tubes for irrigation have a thickness between 130 ÷ 250 µm ed have a shelf life generally inferior.

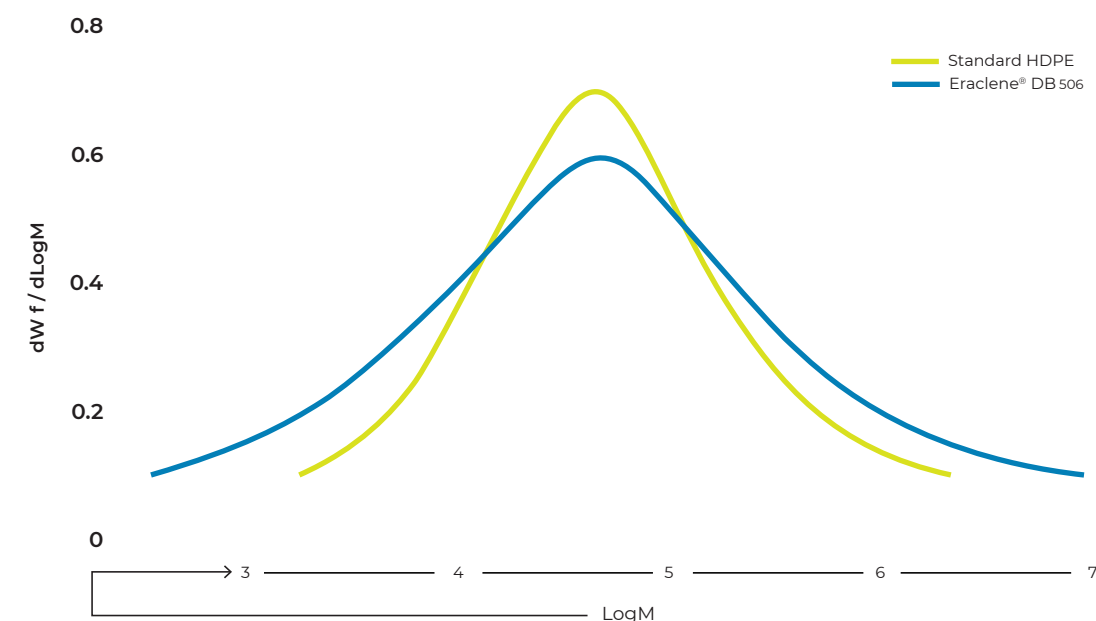
To obtain tubes with increasingly reduced thickness, polyethylene used must be high performance, and therefore correctly designed in their basic parameters so that they can have a good balance between mechanical properties necessary to withstand the working pressure (1-2 bar), and those of processability. The extrusion of these thin tubes takes place with advanced technological lines, which run at considerable speed (230 ÷ 250 m/min). To guarantee high output, the polymer must be sufficiently fluid, but at the same time, it must have an elongation viscosity high enough to stabilize it at the exit of the die, in order not to cause non-uniform thicknesses.

In order to avoid the formation of possible defects in the tube at thin layer gels level must be particularly low.

Moreover, to guarantee an adequate quality consistency of the tubes, the basic polymer variables, such as molecular weight and density, must remain within a particularly narrow range.

**Fig. 6**

Distribuzione peso molecolare  
Molecular weight distribution



#### **Eraclene® DB 506**

In questo settore ad alta tecnologia Versalis da diversi anni ha sviluppato con successo un prodotto specifico: l'Eraclene® DB 506, che per la sua peculiare struttura, basso contenuto di geli e costanza qualitativa si pone come riferimento tecnico sul mercato.

L'Eraclene® DB 506 è un polietilene ad alta densità, ad esene, che ha una distribuzione dei pesi molecolari molto equilibrata (vedi fig. 6). Ciò consente di ottenere sia una bassa viscosità in estrusore, e quindi eccellente produttività, che una elevata tenacità del fuso in uscita dalla filiera, indispensabile per avere una buona costanza di spessori. La distribuzione della cristallinità è stata ottimizzata per permettere anche ai tubi più sottili di resistere meglio alle pressioni di esercizio e ad eventuali colpi di ariete. La sua densità, centrata su valori di 0,939 g/cm³, e confinata in un stretto intervallo (0,9375 ÷ 0,9415 g/cm³), permette un ottimo bilancio fra la resistenza alla tensione di snervamento e la lacerazione in direzione nel senso di estrusione (MD). L'Eraclene® DB 506 è additivato con un opportuno pacchetto di antiossidanti che lo rende idoneo ad essere trasformato, anche a bassi spessori, sulle più moderne e performanti linee di estrusione. La norma ISO/FDIS 9261 (Agricultural irrigation equipment – Emitters and emitting pipe – Specification and test methods), descrive le principali caratteristiche e alcune proprietà applicative dei sistemi di irrigazione di questo tipo, come ad esempio la resistenza alla pressione idraulica.

#### **Eraclene® DB 506**

In this high-tech sector, Versalis has been successfully developing a specific product for several years: Eraclene® DB 506, which due to its unique structure, low gels content and quality consistency is a technical reference on the market.

Eraclene® DB 506 is a high-density polyethylene, hexene based, which has a very balanced molecular weight distribution (see fig. 6). This makes it possible to obtain both a low viscosity in the extruder, and therefore an excellent productivity and a high melt strength in output from the die, which is essential for having a good thickness consistency.

The crystallinity distribution has been optimized to allow even thinner tubes to better withstand operating pressures and possible water pressure increase.

Its density, centered on values 0.939 g/cm³, and confined in a narrow range (0.9375 ÷ 0.9415 g/cm³), allows an excellent balance between tensile stress at yield and tearing in extrusion direction (MD).

The Eraclene® DB 506 is additivated with an appropriate antioxidant package that makes it suitable to be transformed, even at low thickness, on the most modern and performing extrusion lines.

The ISO/FDIS 9261 standard (Agricultural irrigation equipment) describes the main characteristics and some application properties of irrigation systems of this type, such as hydraulic pressure resistance.



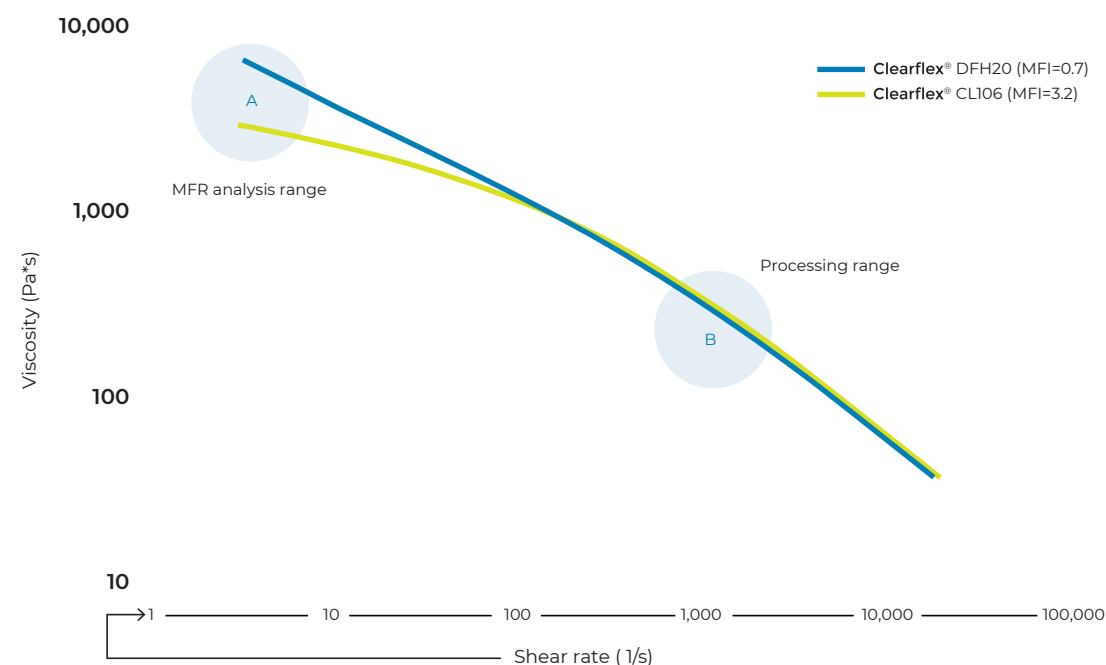
### Clearflex® DFH20

Versalis, già presente sul mercato dell'irrigazione a goccia con i prodotti destinati alla produzione dei tubi e dei gocciolatoi da stampaggio iniezione, ha nel suo product mix anche il Clearflex® DFH20 che è un LLDPE ad esene (MFI=0,7 g/10 min; densità=0,920) particolarmente indicato per la produzione in continuo, mediante estrusione, dei gocciolatoi a nastro.

Nella fig. 7 è riportata la curva di viscosità del Clearflex® DFH20 a confronto con un polietilene tradizionale, il Clearflex® CL106 avente però un MFI significativamente più alto (MFI=3,2 g/10').

Fig. 7

Curva di viscosità  
Viscosity curve



Come chiaramente mostrato, la viscosità del Clearflex® DFH20 agli elevati sforzi di taglio che si hanno durante il processo di estrusione (zona B), è simile a quella del Clearflex® CL106, nonostante il Clearflex® DFH20 abbia un peso molecolare, quindi una viscosità alle basse velocità di deformazione significativamente più alta del Clearflex® CL106 (A). Questo effetto reologico è principalmente originato dalla sua particolare distribuzione dei pesi molecolari che rende tale prodotto particolarmente idoneo in questa applicazione. La sua densità è settata su valori ottimali per consentire il miglior bilancio fra la saldabilità con il tubo durante la produzione della manichetta e la possibilità di ottenere labirinti molto sofisticati, sempre più efficienti, a garantire una portata di acqua regolare.

### Clearflex® DFH20

Versalis, already present on the drip irrigation market with products for the production of injection molding pipes and drips, has in its product mix also the Clearflex® DFH20 which is a hexene based LLDPE (MFI=0.7 g/10 min; density=0.920) particularly suitable for the continuous production, by extrusion, of tape drippers.

In to fig. 7 the viscosity curve of the Clearflex® DFH20 is compared to a traditional polyethylene, the Clearflex® CL106 having a significantly higher MFI (MFI=3.2 g/10').

As clearly shown, the viscosity of the Clearflex® DFH20 at the high shear stresses generated during extrusion (zone B) is similar to that of the Clearflex® CL106, although the Clearflex® DFH20 has a higher molecular weight, hence a viscosity at the low speed significantly higher than that of Clearflex® CL106 (A). This rheological effect is mainly due to its particular molecular weight distribution which makes this product particularly suitable in this application. Its density is set to optimal values to allow the best balance between sealing with the tube during the production of the tube and obtaining very sophisticated, increasingly efficient labyrinths to guarantee a regular flow of water.

## Le geomembrane Geomembranes

Abbiamo già esaminato come l'impiego delle materie plastiche possa concretamente ridurre il consumo di acqua con l'utilizzo della micro-irrigazione, dei film per serre e di quelli per pacciamatura. Un ulteriore contributo alla salvaguardia delle risorse idriche può venire facilitando la raccolta e conservazione dell'acqua dolce (acque piovane, rivoli, ruscelletti). Questo è possibile mediante la costruzione di laghetti artificiali che vengono impermeabilizzati con speciali teli polimerici a base polietilene ed EVA detti geomembrane.

I principali requisiti ai quali devono soddisfare questi sistemi sono:

- efficace barriera all'acqua;
- facilità di trasporto e messa in opera (saldabilità);
- resistenza chimica all'idrolisi, agli UV e all'attacco di microrganismi;
- flessibilità, per evitare fessurazioni in caso di piccoli movimenti del terreno;
- resistenza meccanica, per evitare eventuali danni causati dal vento, dalle intemperie o da animali.

Il polietilene, additivato con carbon black, soddisfa adeguatamente tutte queste caratteristiche.

Le geo-membrane sono normate mediante la EN 13361 ("Geosynthetic barrier - Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams"). A seconda della rigidità e della dimensione possono essere utilizzati polietileni di diverse famiglie principalmente HDPE eventualmente in miscela con LLDPE.

We have already examined how the use of plastics can concretely reduce the consumption of water with the use of micro-irrigation, films for greenhouses and those for mulching. A further contribution to the protection of water resources can be facilitating the collection and conservation of fresh water (rainwater). This is possible through the construction of artificial ponds that are waterproofed using special polyethylene EVA based sheets called geomembranes.

The main requirements that these systems must meet are:

- efficient barrier to water;
- easy transport and installation (weldability);
- chemical resistance to hydrolysis, UV and attack by microorganisms;
- flexibility, to avoid cracks in case of small movements of the ground;
- mechanical resistance, to avoid any damage caused by wind, weather or animals.

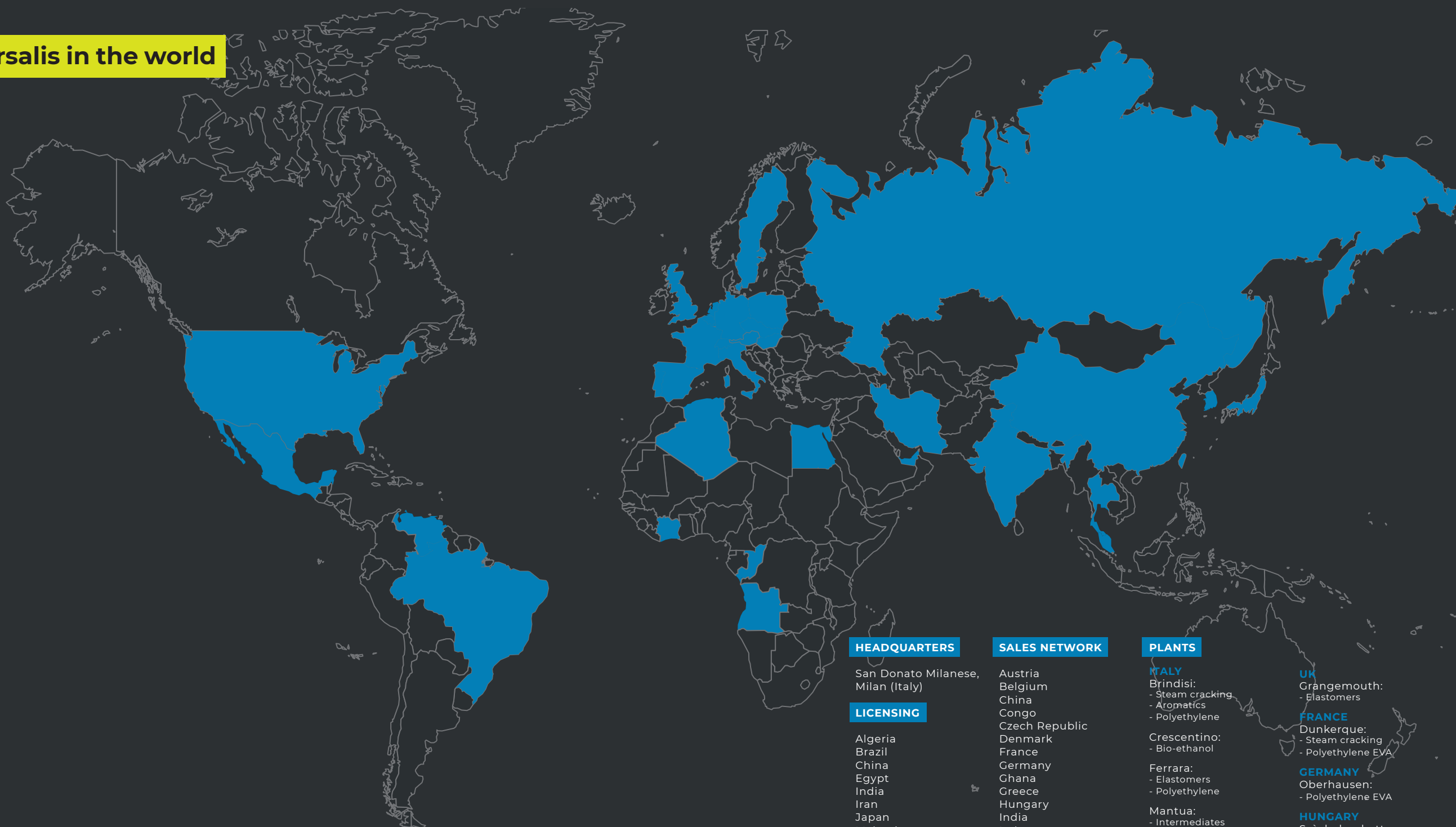
Polyethylene additivated with carbon black satisfy all these characteristics.

The geomembranes are regulated by EN 13361 ("Geosynthetic barrier - Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams"). Depending on the rigidity and size polyethylenes of different families can be used, mainly HDPE possibly in a mixture with LLDPE.





## Versalis in the world



## HEADQUARTERS

San Donato Milanese,  
Milan (Italy)

## LICENSING

Algeria  
Brazil  
China  
Egypt  
India  
Iran  
Japan  
Malaysia  
Portugal  
Qatar  
Romania  
Russian Federation  
Slovak Republic  
South Korea  
Spain  
Taiwan  
USA  
Venezuela

## R&amp;D

**ITALY**  
Ferrara  
Mantua  
Novara  
Porto Torres  
Ravenna  
Rivalta Scrivia

## SALES NETWORK

Austria  
Belgium  
China  
Congo  
Czech Republic  
Denmark  
France  
Germany  
Ghana  
Greece  
Hungary  
India  
Italy  
Mexico  
Poland  
Portugal  
Romania  
Russian Federation  
Singapore  
Slovak Republic  
South Korea  
Spain  
Switzerland  
Sweden  
Turkey  
United Arab Emirates  
(VPM, a joint venture  
with Petrochem/Mazru  
Energy Services)  
UK  
USA

## PLANTS

- Steam cracking
- Aromatics
- Polyethylene

Crescentino:  
- Bio-ethanol

Ferrara:

- Elastomers
- Polyethylene

Mantua:

- Intermediates
- Styrene
- Styrenics

Porto Marghera:  
- Recycled polymers

- Porto Torres:
- Elastomers
- Renewable chemistry

- Steam cracking
- Aromatics

Ragusa:  
- Polyethylene EVA  
- Butadiene

Ravenna:  
- Elastomers

Grangemouth:  
- Elastomers

- Steam cracking
- Polyethylene EVA

Oberhausen:  
- Polyethylene EVA

Szàzhalombatta:  
- Styrenics

Yeosu (LVE, a joint venture with Lotte Chemical):

- Elastomers





**versalis**

**Versalis spa**

Piazza Boldrini, 1  
20097 San Donato Milanese (MI) - Italy  
Ph. 0039 02 520.1

[versalis.eni.com](http://versalis.eni.com)

**Technical service:**

Piazza Boldrini, 1  
20097 San Donato Milanese (MI) - Italy  
Ph. 0039 02 520.32998

Via Taliercio, 14 - 46100 Mantova - Italy  
Ph. 0039 0376 305520 – 0039 0376 305741

4531 Route des Dunes - CS 20060 Mardyck -  
59279 Dunkerque - France  
Ph. 0033 3 2823.5516 – 0033 3 28 23 55 12

Duesseldorfer Str. 13  
65760 Eschborn – Deutschland  
Ph. 0049 151 402 605 61

Moreover, a specific office follows customers  
in all regulatory requirements:  
[product.stewardship@versalis.eni.com](mailto:product.stewardship@versalis.eni.com)

