POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sviluppo del modello di danno alluvionale AGRIDE-c per le colture orticole nell'ambito del distretto idrografico del fiume Po

Relatrice: Prof.ssa Daniela Molinari

Correlatrice: Dott.ssa Alice Gallazzi

Tesi di laurea magistrale di Vittorio Caldano - 953427

Anno Accademico 2021/2022

Abstract

La Direttiva Alluvioni (Direttiva 2007/60/CE) prevede che gli Stati Membri elaborino mappe della pericolosità e del rischio alluvioni e predispongano piani di gestione del rischio, al fine di ridurre le potenziali conseguenze negative derivanti dagli eventi alluvionali per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche; risulta dunque necessario predisporre adeguati modelli per la valutazione quantitativa di tali conseguenze. Nelle attuali valutazioni di rischio, i danni alluvionali al settore agricolo vengono però generalmente trascurati, o stimati con approcci molto semplificati, sia per la mancanza di dati utili alla generazione di modelli più specifici, sia perché considerati di minore importanza rispetto agli impatti su altri settori esposti (es. residenziale, industriale, infrastrutture).
A fronte di tale carenza, il presente lavoro di tesi si è posto l'obiettivo di sviluppare un modello per la valutazione del danno alluvionale al settore agricolo nel distretto idrografico del fiume Po, con particolare riguardo ai danni alle orticole e ai tuberi, utilizzando come fonte primaria il modello AGRIDE-c (AGRIculture Damage Estimation for crops) già derivato per le principali colture cerealicole e foraggere, con lo scopo di ampliare l'applicazione del modello stesso ad altre colture. Infatti, l'analisi degli eventi storici mostra un peso non trascurabile dei danni al settore agricolo, sottolineando la necessità di una loro miglior valutazione, in particolare per la valutazione di progetti che includono il ripristino di aree golenali/piane alluvionali o la realizzazione dei bacini di laminazione.

AGRIDE-c ha come principale punto di forza quello di rappresentare l'integrazione tra la valutazione del danno fisico e la valutazione del danno economico, che causano conseguenze sul reddito degli agricoltori. Questo consente ad AGRIDE-c di essere utilizzato per la stima del danno alluvionale in diversi contesti geografici ed economici.

Per prima cosa, è stata eseguita un'analisi che ha messo in luce quali fossero i tipi di orticole e tuberi prevalenti nel distretto del fiume Po (bacino oggetto di studio), andando a caratterizzare l'esposizione del territorio in esame, in particolare, focalizzandosi sulle aree potenzialmente a rischio di alluvione con tempo di ritorno di 500 anni. Per le due colture prevalenti nell'area (pomodoro e barbabietola da zucchero) è stato derivato un nuovo modello di danno attraverso un approccio "expert-based", ovvero tenendo conto di tutti gli input e le considerazioni desunte dallo studio della letteratura e con il supporto di esperti in materia. Infine, il modello realizzato è stato implementato a scopo esemplificativo nell'area a potenziale rischio significativo corrispondente al fiume Po.

Parole chiave: Alluvione; Rischio; Danno; Agricoltura; Colture

Abstract (english version)

The Floods Directive 2007/06/EC requires Member States to draw up flood hazard and risk maps and prepare flood risk management plans, in order to reduce the potential negative consequences for human health and life, the environment, the cultural heritage and economic activities; hence the need of tools for the quantitative/monetary estimation of flood damage arises and it is therefore necessary to prepare adequate models for the assessment of these consequences. In current risk assessments, however, flood damage to agricultural sector is neglected, or estimated with much simplification, both due to the lack of useful data for the generation of more specific models, and because it is considered of lesser importance than the damage to other sectors exposed (e.g. residential, industrial, infrastructure).
Faced with this lack, this thesis has set itself the objective to derive a model for the estimation of flood damage to the agricultural sector in the Po River District, with particular regard to losses to horticultural and tuber crops, using as primary source the AGRICE-c model (AGRIculture Damage Estimation for crops) already derived cereal crops, having the goal to expand the application of the model to other crops. In fact, the analysis of historical events shows a completely non-negligible weight of the damage to the agricultural sector, underlining the need for their better evaluation, in particular for projects that include the maintenance of floodplain areas or the construction of the retention basins.

AGRIDE-c's main strength is the integration between the assessment of physical damage and the assessment of economic damage, which cause consequences on farmers' income. This allows AGRIDE-c to be used for the estimation of flood damage in different geographical and economic contexts.

First of all, an analysis was carried out highlighting the main types of horticultural and tubers in the Po River district (the area under investigation), with specific reference to the areas at risk of flooding with a return period of 500 years. For the prevalent crops (i.e. tomato and sugar beet) the new model has been derived through an "expert-based" approach, taking into account all the inputs and considerations derived from the study of the literature and with the support of experts on the subject.
In the end, the created model has been implemented as an example in the area at significant risk corresponding to the Po River.

Keywords: Flood; Risk; Damage; Agriculture; Crops

Indice

1. Introduzione 15
1.1. Alluvioni: rischio alluvionale e quadro normativo 15
1.2. Valutazione dei danni alluvionali 16
1.2.1. Valutazione dei danni alluvionali al settore agricolo 18
1.3. AGRIDE-c 20
1.4. Obiettivo della tesi 22
2. Analisi territoriale 24
2.1. Caratteristiche climatiche e del suolo 25
2.2. Alluvioni storiche nell'area di interesse 26
2.3. Uso del suolo nell'area di interesse 27
2.3.1. Lombardia, Emilia-Romagna, Veneto 28
2.4. Uso del suolo in aree potenzialmente allagabili 31
2.4.1. Lombardia 31
2.4.2. Emilia-Romagna 34
2.4.3. Rovigo, Venezia e Verona 36
2.4.4. Scelta delle colture su cui focalizzare l'analisi 37
3. Sviluppo del modello di danno alluvionale AGRIDE-c 39
3.1. Pomodoro 39
3.1.1. Origine e produzione del pomodoro nel mondo e in Italia 39
3.2. Sviluppo del modello – Mantova (pomodoro) 50
3.2.1. Calendario colturale 50
3.2.2. Resa, prezzo di vendita e contributi europei 52
3.2.3. Lavorazioni e costi di produzione 53
3.2.4. Modello di danno fisico ed economico 56
3.3. Barbabietola 70
3.3.1. Origine e produzione della barbabietola da zucchero nel mondo e in Italia 70
3.4. Sviluppo del modello – Ravenna (barbabietola da zucchero) 75
3.4.1. Calendario colturale 75
3.4.2. Resa, prezzo di vendita e contributi europei 76
3.4.3. Lavorazioni e costi di produzione 77
3.4.4. Modello di danno fisico ed economico 78
4. Regionalizzazione del modello 86
4.1. Regionalizzazione del modello per il pomodoro 86
4.2. Regionalizzazione del modello per la barbabietola da zucchero 91
5. Applicazione 96
6. Conclusioni 102
7. Bibliografia 103

8. Sitografia **105**
9. Appendice **107**
9.1. Sviluppo del modello – Piacenza (pomodoro) 107
9.2. Sviluppo del modello – Mantova (barbabietola da zucchero) 114
9.3. Regionalizzazione 118
9.3.1. Piemonte – pomodoro 118
9.3.2. Piemonte – barbabietola da zucchero 123
9.3.3. Emilia-Romagna – pomodoro 126
9.3.4. Emilia-Romagna – barbabietola da zucchero 131
9.3.5. Veneto – pomodoro 135
9.3.6. Veneto – barbabietola da zucchero 140
Ringraziamenti **144**

Indice delle figure

Figura 1 - modello concettuale di AGRIDE-c per colture annuali (Scorzini et al., 2021) _____ 20
Figura 2 - mappa del modello concettuale di AGRIDE-c riferita alle colture annuali (Molinari et al., 2019) _ 22
Figura 3 - diagramma di flusso – impostazione generale della tesi _____ 23
Figura 4 - Distretto idrografico del fiume Po e area di interesse _____ 24
Figura 5 - superficie destinata ad orticole e tuberi (o altro) nell'area di interesse _____ 28
Figura 6 - superficie e percentuale di orticole e tuberi principali coltivati nella zona di interesse _____ 29
Figura 7 - superficie e percentuale delle principali province in cui si coltivano orticole e tuberi nella zona di interesse _____ 30
Figura 8 - fasce di esondazione per un generico alveo fluviale _____ 31
Figura 9 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Lombardia_____ 32
Figura 10 - Lombardia e aree potenzialmente allagabili nel distretto del Po (TR 500) _____ 33
Figura 11 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili in Lombardia _____ 33
Figura 12 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Emilia-Romagna _____ 34
Figura 13 - Emilia-Romagna e aree potenzialmente allagabili nel distretto del Po (TR 500)_____ 35
Figura 14 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili in Emilia-Romagna _____ 35
Figura 15 - provincia di Rovigo e aree potenzialmente allagabili nel distretto del Po (TR 500)_____ 36
Figura 16 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Rovigo 37
Figura 17 - distribuzione in percentuale di orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili nella zona di interesse_____ 37
Figura 18 - superficie a rischio esondazione coltivata con pomodoro nelle province della zona di interesse 38
Figura 19 - superficie a rischio esondazione coltivata con barbabietola nelle province della zona di interesse _____ 38
Figura 20 - distribuzione in percentuale della superficie investita a pomodoro nei cinque continenti (Anicav, 2020)_____ 39
Figura 21 - partizione della produzione mondiale di pomodoro da industria nel triennio 2018-2020 _____ 40
Figura 22 - andamento storico della produzione totale di pomodoro da industria nel Nord Italia (O.I, 2021) _____ 41
Figura 23 - andamento storico della superficie investita a pomodoro da industria nel Nord Italia (O.I., 2021) _____ 41
Figura 24 - superficie [ha] investita a pomodoro da industria nel Nord Italia: distinzione per regione (O.I., 2021)_____ 42
Figura 25 - superficie utilizzata per la coltivazione di pomodoro in Lombardia e in Emilia-Romagna _____ 42
Figura 26 - superficie utilizzata per la coltivazione di pomodoro in aree potenzialmente allagabili in Lombardia e in Emilia-Romagna_____ 43
Figura 27 - superficie investita a pomodoro da industria nel Nord Italia: distinzione per provincia (O.I., 2021) _____ 43
Figura 28 - materia prima lavorata dalle imprese di trasformazione del Nord Italia: categoria merceologica di destinazione (O.I., 2021)_____ 44
Figura 29 - canale commerciale di destinazione del pomodoro lavorato dalle imprese di trasformazione del Nord Italia (O.I., 2021) _____ 44
Figura 30 – aree potenzialmente allagabili (TR 500) in provincia di Mantova (sinistra) e di Piacenza (destra) _____ 47
Figura 31 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Mantova _____ 48
Figura 32 - varietà di pomodoro coltivate in aree a rischio esondazione nella provincia di Mantova _____ 48
Figura 33 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Piacenza _____ 49
Figura 34 - varietà di pomodoro coltivate in aree a rischio esondazione nella provincia di Piacenza_____ 49

Figura 35 - andamento nel tempo dei costi di produzione variabili cumulati per entrambi i cicli colturali nella provincia di Mantova 56
Figura 36 - funzione di danno per le fasi fenologiche di trapianto e post trapianto, allegagione e sviluppo dei frutti 58
Figura 37 - funzione di danno per la fase fenologica di crescita 59
Figura 38 - funzione di danno per la fase fenologica di maturazione 59
Figura 39 – immagini relative al 100% di danno causato da un'esondazione del fiume Osone nel 2014 nel comune di Ceresara (MN) 59
Figura 40 - utile dell'impresa agricola per il primo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità 68
Figura 41 - utile dell'impresa agricola per il secondo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità 68
Figura 42 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del primo ciclo 69
Figura 43 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del secondo ciclo 69
Figura 44 - superficie potenzialmente allagabile destinata alla coltivazione di barbabietola in Emilia-Romagna, Lombardia e Veneto (province di Rovigo, Verona, Venezia) 71
Figura 45 - provincia di Ravenna e aree potenzialmente allagabili (TR 500) 73
Figura 46 - orticole e tuberi principali in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Ravenna 74
Figura 47 - varietà di barbabietola coltivate in aree a rischio esondazione nelle province di Ravenna e Mantova 74
Figura 48 - funzione di danno per le fasi fenologiche di semina e sviluppo della radice con emissione della rosetta 79
Figura 49 - funzione di danno per l'accrescimento della rosetta, ingrossamento della radice e accumulo di zucchero e raccolte 79
Figura 50 - utile dell'impresa agricola nei diversi scenari di pericolosità 84
Figura 51 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche 85
Figura 52 - distribuzione del danno atteso per le principali colture a maggio per una durata di alluvione pari a 7 giorni 98
Figura 53 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Mantova e Cremona senza pomodoro e barbabietola 99
Figura 54 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Mantova e Cremona con pomodoro e barbabietola 99
Figura 55 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Piacenza, Lodi e Cremona senza pomodoro e barbabietola 100
Figura 56 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Piacenza, Lodi e Cremona con pomodoro e barbabietola 100
Figura 57 - variazione del danno atteso per pomodoro e barbabietola tra i mesi di maggio e giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni 101
Figura 58 - andamento nel tempo dei costi di produzione variabili cumulati per entrambi i cicli colturali nella provincia di Piacenza 108
Figura 59 - utile dell'impresa agricola per il primo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità 112
Figura 60 - utile dell'impresa agricola per il secondo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità 112
Figura 61 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del primo ciclo 113
Figura 62 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del secondo ciclo 113
Figura 63 - utile dell'impresa agricola nei diversi scenari di pericolosità 117
Figura 64 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche 118

Indice delle tabelle

Tabella 1 - formule relative al calcolo del bilancio economico e del danno in caso di alluvione per un'azienda agricola _____ 21
Tabella 2 - alluvioni storiche nell'area di interesse con data, area geografica, comune e rispettivi morti e dispersi (CNR-IRPI, 2020) _____ 26
Tabella 3 – fonti dei dati utilizzati in ogni regione _____ 27
Tabella 4 - superficie destinata ad orticole e tuberi (o altro) nell'area di interesse _____ 28
Tabella 5 - superficie e percentuale di orticole e tuberi principali coltivati nella zona di interesse _____ 29
Tabella 6 - superficie e percentuale delle principali province in cui si coltivano orticole e tuberi nella zona di interesse _____ 30
Tabella 7 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Lombardia _____ 32
Tabella 8 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili _____ 33
Tabella 9 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Emilia-Romagna _____ 34
Tabella 10 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili _____ 35
Tabella 11 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Rovigo 36
Tabella 12 - superficie [ha] destinata alla coltivazione di pomodoro in campo aperto in Italia (Istat, 2020) 40
Tabella 13 - griglia di valutazione del pomodoro basata sui gradi Brix _____ 45
Tabella 14 - caratteristiche del pomodoro da industria _____ 46
Tabella 15 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Mantova _____ 48
Tabella 16 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Piacenza _____ 49
Tabella 17 - fasi fenologiche e rispettiva altezza della piantina di pomodoro _____ 50
Tabella 18 - calendario colturale per il primo ciclo biologico nella provincia di Mantova _____ 52
Tabella 19 - calendario colturale per il secondo ciclo biologico nella provincia di Mantova _____ 52
Tabella 20 - bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria nella provincia di Mantova _____ 52
Tabella 21 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Mantova _____ 55
Tabella 22 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Mantova _____ 55
Tabella 23 - matrice dei coefficienti di vulnerabilità delle colture agli eventi catastrofali _____ 58
Tabella 24 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio _____ 61
Tabella 25 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio _____ 62
Tabella 26 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo _____ 63
Tabella 27 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo _____ 63
Tabella 28 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile _____ 64
Tabella 29 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile _____ 64
Tabella 30 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio _____ 65
Tabella 31 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio _____ 65

Tabella 32 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno 66
Tabella 33 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno 66
Tabella 34 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio 66
Tabella 35 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto 67
Tabella 36 - principali Paesi produttori di barbabietola da zucchero nel mondo (Atlas Big, 2020) 70
Tabella 37 - calendario colturale della barbabietola da zucchero 76
Tabella 38 - bilancio economico della barbabietola da zucchero nella provincia di Ravenna 76
Tabella 39 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero nella provincia di Ravenna 77
Tabella 40 - matrice dei coefficienti di vulnerabilità delle colture agli eventi catastrofali fornita da ISMEA 78
Tabella 41 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio 80
Tabella 42 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo 81
Tabella 43 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile 81
Tabella 44 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio 82
Tabella 45 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno 82
Tabella 46 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio 82
Tabella 47 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto 83
Tabella 48 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre 83
Tabella 49 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre 84
Tabella 50 - coefficienti correttivi del pomodoro per il primo ciclo e per il secondo ciclo 86
Tabella 51 -bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria in Lombardia 87
Tabella 52 - lavorazioni e costi di produzione per il pomodoro da industria nel primo ciclo colturale in Lombardia 87
Tabella 53 - lavorazioni e costi di produzione per il pomodoro da industria nel secondo ciclo colturale in Lombardia 88
Tabella 54 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio 88
Tabella 55 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio 88
Tabella 56 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo 89
Tabella 57 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo 89
Tabella 58 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile 89
Tabella 59 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile 89
Tabella 60 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio 90

Tabella 61 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio _____ 90
Tabella 62 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno _____ 90
Tabella 63 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno _____ 90
Tabella 64 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio _____ 91
Tabella 65 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio _____ 91
Tabella 66 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto _____ 91
Tabella 67 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre _____ 91
Tabella 68 - coefficienti correttivi della barbabietola da zucchero _____ 92
Tabella 69 - bilancio economico per la barbabietola da zucchero in Lombardia _____ 92
Tabella 70 - lavorazioni e costi di produzione per la barbabietola da zucchero in Lombardia _____ 92
Tabella 71 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di febbraio _ 93
Tabella 72 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di marzo ___ 93
Tabella 73 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di aprile ___ 93
Tabella 74 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di maggio __ 93
Tabella 75 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di giugno___ 94
Tabella 76 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di luglio____ 94
Tabella 77 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di agosto___ 94
Tabella 78 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di settembre 95
Tabella 79 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di ottobre __ 95
Tabella 80 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per il Piemonte _____ 96
Tabella 81 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per la Lombardia _____ 96
Tabella 82 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per l'Emilia-Romagna _____ 97
Tabella 83 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per il Veneto _____ 97
Tabella 84 – distribuzione del danno atteso per le principali colture a maggio per una durata di alluvione pari a 7 giorni _____ 97
Tabella 85 - variazione del danno atteso per pomodoro e barbabietola tra i mesi di maggio e giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni _____ 101
Tabella 86 - bilancio economico del pomodoro nella provincia di Piacenza _____ 107
Tabella 87 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Piacenza _____ 107
Tabella 88 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Piacenza _____ 108
Tabella 89 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio _____ 109
Tabella 90 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio _____ 109
Tabella 91 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo _____ 109
Tabella 92 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo _____ 109

Tabella 93 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile 110
Tabella 94 -bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile 110
Tabella 95 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio 110
Tabella 96 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio 110
Tabella 97 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno 111
Tabella 98 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno 111
Tabella 99 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio 111
Tabella 100 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto 111
Tabella 101 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre 112
Tabella 102 - bilancio economico della barbabietola da zucchero nella provincia di Mantova 114
Tabella 103 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero nella provincia di Mantova114
Tabella 104 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio 114
Tabella 105 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo 115
Tabella 106 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile 115
Tabella 107 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio 115
Tabella 108 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno 116
Tabella 109 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio 116
Tabella 110 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto 116
Tabella 111 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre 117
Tabella 112 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre 117
Tabella 113 - bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria in Piemonte 118
Tabella 114 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo di pomodoro da industria in Piemonte 118
Tabella 115 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo di pomodoro da industria in Piemonte119
Tabella 116 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio 119
Tabella 117 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio 119
Tabella 118 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo 120
Tabella 119 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo 120
Tabella 120 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile 120

Tabella 121 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile 120
Tabella 122 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio 121
Tabella 123 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio 121
Tabella 124 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno 121
Tabella 125 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno 121
Tabella 126 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio 122
Tabella 127 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio 122
Tabella 128 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto 122
Tabella 129 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre 122
Tabella 130 - bilancio economico della barbabietola da zucchero in Piemonte 123
Tabella 131 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero in Piemonte 123
Tabella 132 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio 123
Tabella 133 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo 124
Tabella 134 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile 124
Tabella 135 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio 124
Tabella 136 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno 125
Tabella 137 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio 125
Tabella 138 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto 125
Tabella 139 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre 126
Tabella 140 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre 126
Tabella 141 - bilancio economico del primo e secondo ciclo del pomodoro da industria in Emilia-Romagna 126
Tabella 142 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo di pomodoro da industria in Emilia-Romagna 127
Tabella 143 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo di pomodoro da industria in Emilia-Romagna 127
Tabella 144 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio 128
Tabella 145 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio 128
Tabella 146 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo 128
Tabella 147 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo 128

Tabella 148 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile 129
Tabella 149 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile 129
Tabella 150 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio 129
Tabella 151 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio 129
Tabella 152 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno 130
Tabella 153 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno 130
Tabella 154 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio 130
Tabella 155 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio 130
Tabella 156 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto 131
Tabella 157 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre 131
Tabella 158 - bilancio economico della barbabietola da zucchero in Emilia-Romagna 131
Tabella 159 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero in Emilia-Romagna 132
Tabella 160 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio 132
Tabella 161 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo 132
Tabella 162 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile 133
Tabella 163 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio 133
Tabella 164 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno 133
Tabella 165 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio 134
Tabella 166 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto 134
Tabella 167 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre 134
Tabella 168 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre 134
Tabella 169 - bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria in Veneto 135
Tabella 170 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo di pomodoro da industria in Veneto 135
Tabella 171 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo di pomodoro da industria in Veneto 136
Tabella 172 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio 136
Tabella 173 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio 136
Tabella 174 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo 137
Tabella 175 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo 137

Tabella 176 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile 137
Tabella 177 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile 137
Tabella 178 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio 138
Tabella 179 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio 138
Tabella 180 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno 138
Tabella 181 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno 138
Tabella 182 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio 139
Tabella 183 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio 139
Tabella 184 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto 139
Tabella 185 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre 139
Tabella 186 - bilancio economico della barbabietola da zucchero in Veneto 140
Tabella 187 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero in Veneto 140
Tabella 188 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio 140
Tabella 189 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo 141
Tabella 190 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile 141
Tabella 191 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio 141
Tabella 192 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno 142
Tabella 193 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio 142
Tabella 194 -bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto 142
Tabella 195 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre 143
Tabella 196 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre 143

1. Introduzione

1.1. Alluvioni: rischio alluvionale e quadro normativo

Le alluvioni sono tra le manifestazioni più caratteristiche del dissesto idrogeologico.
Basandosi sui dati EM-DAT, tra il 1995 e il 2021 hanno rappresentato il 45% di tutti disastri naturali verificatisi a livello mondiale. Tali eventi hanno provocato circa il 25% dei danni economici complessivi (US$ 662 miliardi) coinvolgendo 2,3 miliardi di persone, ovvero il 56% della popolazione mondiale è stata colpita da disastri naturali legati al clima quali siccità, tempeste, uragani, temperature estreme e incendi.
Il numero di alluvioni per anno è salito da una media annuale di 127 nel periodo 1995-2005 a 260 nei successivi quindici anni. Oltre all'incremento della frequenza delle inondazioni, negli ultimi anni si è verificato un cambiamento nella natura degli eventi con un aumento delle cosiddette "flash floods", cioè piene violente caratterizzate da velocità elevate e dal trasporto di sedimenti *(CRED & UNISDR, 2016)*.
Anche in Italia il rischio alluvionale costituisce un problema di notevole rilevanza. Secondo il rapporto *ISPRA (2021)*, le aree a pericolosità idraulica nella nostra nazione rappresentano circa il 25% della superficie totale e, concentrandosi principalmente in regioni densamente abitate, quali Emilia-Romagna, Toscana, Veneto, Lombardia e Liguria, coinvolgono più di 17 milioni di persone, circa il 29% della popolazione italiana.
Le alluvioni sono fenomeni naturali legati alle condizioni meteorologiche, alla conformazione geologico-morfologica e alle caratteristiche idrografiche del territorio. Tuttavia, l'aumento della frequenza delle inondazioni è dovuto anche a cause antropiche: la crescente urbanizzazione con la conseguente impermeabilizzazione del terreno, che limita l'infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo, incrementando il ruscellamento superficiale; la mancata pulizia e manutenzione dei corsi d'acqua, che favoriscono l'accumulo dei detriti e della vegetazione ostacolando il deflusso idrico.
L'aumento della frequenza e dell'intensità delle alluvioni e l'elevata densità degli insediamenti urbani con concentrazione di elementi esposti di elevato valore sono le cause principali dell'incremento delle perdite economiche causate dalle inondazioni *(Cellerino, 2004)*.
Il rischio alluvionale è l'impatto atteso sul territorio a seguito di un'inondazione.
La definizione di rischio di alluvioni può essere ricondotta a quella valida per tutte le calamità naturali, stabilita dalla Conferenza generale dell'UNESCO nel 1972 *(Marotta e Zirilli, 2015)*, secondo cui il rischio R è una funzione di tre componenti: $R = f\,(H, E, V)$ dove:

- H = Pericolosità (Hazard): è la probabilità che un fenomeno di determinata intensità si verifichi in un certo intervallo di tempo e in una determinata area;
- E = Esposizione o Valore esposto: è il numero di unità, o "valore", di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche, patrimonio ambientale, beni culturali, ecc.);
- V = Vulnerabilità di un elemento esposto: è la sua propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità; il grado di perdita viene espresso in una scala compresa tra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale).

Il prodotto di vulnerabilità ed esposizione rappresenta il danno atteso corrispondente ad un determinato scenario di pericolosità. Pur con la consapevolezza dell'impossibilità di azzerare il rischio, l'obiettivo da perseguire è la salvaguardia dell'incolumità delle persone e la riduzione ai minimi termini dei danni agli elementi esposti. La gestione e la mitigazione del rischio possono essere attuate sia per mezzo di interventi strutturali, ovvero opere idrauliche quali argini, bacini di laminazione, canali scolmatori, sia attraverso interventi non strutturali, che consistono in misure di previsione e prevenzione quali sistemi di monitoraggio e allertamento, piani di emergenza di protezione civile, norme di uso e trasformazione del suolo.
Negli Stati membri dell'Unione Europea il riferimento legislativo per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni è rappresentato dalla Direttiva 2007/60/CE, nota anche come "Direttiva Alluvioni", che si prefigge "la riduzione delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, per il territorio, per i beni, per

l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali derivanti dagli eventi alluvionali". La valutazione dei danni potenziali ("delle potenziali conseguenze negative") si presenta pertanto elemento essenziale ai fini delle strategie di gestione e mitigazione del rischio.

In Italia la Direttiva Europea è stata recepita tramite il D. Lgs. 49/2010, il quale fornisce innanzitutto la definizione di alluvione, come "l'allagamento temporaneo, anche con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche ad alta densità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude gli allagamenti causati da impianti fognari".
La Direttiva Alluvioni fornisce, inoltre, uno schema metodologico per la valutazione e gestione del rischio alluvionale a livello comunitario. Le attività previste dalla Direttiva, svolte all'interno di un ciclo di gestione che si rinnova ogni 6 anni, risultano suddivise nelle fasi seguenti:

1. valutazione preliminare del rischio di alluvioni ed individuazione delle zone a rischio potenziale di alluvioni;
2. elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni;
3. predisposizione dei piani di gestione del rischio di alluvioni.

Le autorità competenti devono eseguire in successione le suddette attività, a livello di distretto idrografico o unità di gestione, e presentare i risultati prodotti alla Commissione Europea entro tre mesi dalle scadenze prefissate per ogni stadio di implementazione.
Lo strumento operativo previsto dal D. Lgs. 49 del 2010 per individuare e programmare le azioni volte a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni, in linea con quanto definito dalla Direttiva Europea, è il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA). Esso deve essere predisposto dalle amministrazioni competenti per la difesa del suolo e la protezione civile in ciascun distretto idrografico, in coordinamento tra loro e con gli enti sovra regionali competenti (Autorità di Bacino, Regioni, Dipartimento Nazionale della Protezione Civile). Gli autori del PGRA hanno, inoltre, il compito di incoraggiare la partecipazione attiva di tutti i soggetti interessati all'elaborazione del piano stesso e coinvolgere il pubblico in generale, per garantire l'informazione dei cittadini riguardo al rischio a cui sono esposti.

1.2. Valutazione dei danni alluvionali

Uno degli obiettivi principali della Direttiva Europea 2007/60/CE è la redazione e l'aggiornamento periodico di mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni da parte di tutti gli Stati membri.
Le mappe del rischio, in particolare, devono indicare le potenziali conseguenze negative derivanti dagli eventi alluvionali sui diversi elementi esposti; nasce dunque l'esigenza da parte delle autorità competenti di disporre di adeguati modelli atti alla valutazione quantitativa dei danni alluvionali *(Molinari et al., 2012)*.
Inoltre, i modelli di danno risultano indispensabili per le analisi costi-benefici, richieste sempre dalla Direttiva, al fine di valutare l'applicabilità e l'efficacia delle misure di riduzione del rischio e stabilire un ordine di priorità delle stesse.
La valutazione del rischio, quindi del danno atteso sul territorio, è molto importante sia ex-ante (prima dell'evento) che ex-post (dopo l'evento). Nel primo caso la valutazione e la relativa mappatura del rischio aiutano le autorità competenti a definire le misure di mitigazione più idonee ed economicamente più efficienti sulla base di analisi costi-benefici e aiutano a programmare le strategie di gestione dell'emergenza, individuando diverse aree di intervento, con differente grado di rischio e quindi di priorità.
La valutazione ex-post, invece, fornisce supporto alle amministrazioni e alle compagnie assicurative nella stima delle perdite monetarie causate dall'alluvione e quindi dei risarcimenti da effettuare ai soggetti danneggiati, aiuta a definire le priorità di intervento e ricostruzione nella fase di emergenza e dunque a capire dove indirizzare le risorse economiche al fine di tornare alle precedenti condizioni di normalità.

Con il temine “danno alluvionale” ci si riferisce a tutti i possibili impatti negativi di un’inondazione sugli elementi esposti (persone, infrastrutture pubbliche, patrimonio culturale e ambientale, attività economiche, produzione industriale, ecc.).
Esistono diversi tipi di danno alluvionale *(Merz et al., 2010)*. La prima distinzione è quella tra i danni tangibili, che possono essere facilmente quantificati e quindi tradotti in termini monetari, e i danni intangibili, che non possono essere misurati e monetizzati, come per esempio la perdita di vite umane, le malattie e gli effetti psicologici dovuti al trauma, gli impatti sull’ecosistema o le perdite del patrimonio storico-culturale.
I danni tangibili e intangibili possono essere ulteriormente distinti in diretti ed indiretti. I danni diretti sono causati dal contatto fisico con l’acqua di inondazione e comprendono: la perdita di vite umane, gli effetti sul patrimonio ambientale e culturale, i danni fisici ad edifici pubblici e privati e al loro contenuto, alle infrastrutture, ai terreni agricoli, alle colture e al bestiame. I danni indiretti sono le perdite risultanti dall’evento alluvionale non per contatto diretto con l’acqua e si possono verificare anche al di fuori dell’area inondata e in tempi successivi alla data dell’evento: costi di gestione dell’emergenza, riduzione della produzione industriale, costi di ricollocazione di aziende, interruzione di attività economiche, maggiori costi di trasporto dovuti a danni alle infrastrutture, traumi.

Teoricamente, per una valutazione rigorosa ed esauriente dovrebbero essere tenuti in conto tutti i tipi di danno. I modelli disponibili allo stato attuale considerano, nella maggior parte dei casi, i danni diretti. Negli ultimi anni si è passati da una stima approssimativa dei danni indiretti ad una vera e propria letteratura, mentre i danni intangibili vengono calcolati attraverso metodologie qualitative, le quali forniscono una valutazione dei danni ecosistemici o alla popolazione.
La scelta del metodo adeguato da impiegare per la stima del danno atteso non dipende solamente dalla tipologia dei danni che si intende analizzare, ma anche dalla dimensione dell’area di studio.
Si possono distinguere tre classi di metodi in funzione della scala spaziale *(Merz et al., 2010)*:

- metodi alla macro-scala: si applicano per la valutazione del danno atteso su aree estese, in genere unità amministrative quali comuni, regioni, nazioni;
- metodi alla meso-scala: si applicano per la stima del danno atteso su un’aggregazione di unità spaziali omogenee dal punto di vista, per esempio, dell’uso del suolo (aree residenziali o industriali);
- metodi alla micro-scala: si applicano a livello locale per la stima del danno atteso sul singolo elemento esposto (un edificio, un’azienda agricola, ecc.).

Al diminuire della scala spaziale, aumenta il livello di dettaglio dell’analisi e di conseguenza il numero di informazioni e di dati richiesti in input dal modello.

Lo strumento tipicamente adottato, a livello internazionale, per la valutazione dell’impatto diretto e tangibile di un evento alluvionale sul valore esposto è rappresentato dai modelli di danno *(Merz et al., 2010)*. Tali modelli forniscono una stima del danno atteso in funzione dei parametri rappresentativi della pericolosità dell’evento (es. altezza di allagamento, durata di inondazione, velocità della corrente, presenza di sedimenti) e delle caratteristiche di vulnerabilità dell’esposto (es. numero di piani di un edificio, materiale di costruzione, stadio di crescita di una coltura).

I modelli di danno possono essere costruiti secondo due approcci distinti:

- modelli empirici: sono derivati dai dati di danno raccolti mediante indagini di campo eseguite posteriormente ad eventi alluvionali passati;
- modelli sintetici: sono sviluppati sulla base delle ipotesi e delle conoscenze di esperti in materia (“expert-based”).

I modelli di danno possono essere suddivisi ulteriormente in due categorie a seconda del tipo di stima del danno:

- modelli assoluti: forniscono direttamente il valore monetario del danno atteso sull'esposto;
- modelli relativi: esprimono il danno come percentuale del valore esposto. Tali modelli hanno il vantaggio di essere meno legati al contesto per cui sono stati sviluppati, ma richiedono la conoscenza del valore economico dell'elemento esposto per una successiva stima monetaria del danno.

1.2.1. Valutazione dei danni alluvionali al settore agricolo

Nel corso del tempo l'uomo ha sempre cercato di contrastare i fenomeni alluvionali attraverso opere strutturali quali arginature, dighe e canali, trasformando così il paesaggio naturale e l'ordinario flusso dell'acqua. Se da un lato questi interventi hanno contribuito a ridurre significativamente il rischio di alluvioni, dall'altro hanno comportato elevati oneri finanziari e, per di più, hanno trasferito il rischio a valle dell'opera a causa della maggiore portata e velocità dell'acqua che può scorrere in alveo.
Le politiche e le norme attuali, più attente alle tematiche dell'acqua, dell'agricoltura e dei cambiamenti climatici, stanno spingendo verso soluzioni di intervento sempre più sostenibili sia dal punto di vista economico che da quello ambientale. Una possibile soluzione "green" consiste nel ripristino delle pianure alluvionali e delle zone umide *(Rapporto EEA, 2017)*.
Diversi Stati europei, primo fra tutti i Paesi Bassi, si sono già mossi in questa direzione, optando per misure di gestione del rischio alluvionale che prevedono appunto il ripristino delle pianure alluvionali o la realizzazione di casse di espansione. Questi progetti interessano in particolar modo le zone ad uso agricolo, sia perché si è soliti ritenere che il danno potenziale alle aree agricole sia inferiore a quello delle aree residenziali o industriali, sia perché le aree golenali dei corsi d'acqua vengono destinate frequentemente all'agricoltura; per esempio, in Italia il 56% delle piane alluvionali è destinato proprio all'agricoltura arabile *(ARPA Toscana, 2016)*. Dunque il ripristino delle piane alluvionali e la realizzazione dei bacini di ritenzione comportano che, per proteggere le zone urbane, considerate più vulnerabili, si espongano le meno vulnerabili aree agricole ad un maggior rischio alluvioni.
L'agricoltura è considerata quindi un settore di minore importanza rispetto a quello residenziale o industriale poiché, a parità di superficie esposta, il danno totale è comparativamente inferiore. Per questa ragione, i danni alluvionali al settore agricolo sono generalmente trascurati o valutati attraverso approcci semplici e stime approssimative *(Merz et al., 2010)*. Tuttavia, per le nuove azioni di gestione del rischio alluvionale che comprendono il ripristino delle aree golenali, la stima del danno potenziale all'agricoltura risulta indispensabile per valutare l'efficienza economica dei progetti. Nell'analisi costi-benefici di tali progetti, i potenziali danni al settore agricolo devono infatti essere inclusi tra i costi, mentre gli eventuali danni mancati alle aree che si intende proteggere (tipicamente urbane) rappresentano i benefici risultanti dalla realizzazione del progetto stesso.
Da queste considerazioni appare evidente la necessità di sviluppare ulteriori metodi per una stima più accurata dei danni al settore agricolo. Le motivazioni alla base di questa tesi sono legate proprio a tale carenza, soprattutto nel contesto italiano.
Dall'analisi della bibliografia emerge come, nonostante un modello standard di riferimento non sia attuabile a causa della variabilità degli ambiti territoriali, non esistano neppure delle linee guida generali da seguire a livello internazionale per la valutazione dei danni alluvionali al settore agricolo e ciò implica un elevato livello di soggettività nei risultati ottenuti *(Vozinaki et al., 2015)*.

La valutazione dei danni alluvionali per il settore agricolo è una pratica poco diffusa e piuttosto complessa. Tuttavia, l'elaborazione di modelli che ne consentano la stima risulta ormai indispensabile per rispondere alle richieste e alle politiche di gestione e mitigazione del rischio, definite a livello comunitario dalla Direttiva Alluvioni.

I metodi esistenti in letteratura si basano su approcci piuttosto semplificati e forniscono stime approssimative del danno atteso. La maggior parte dei modelli si focalizza quasi esclusivamente sui danni tangibili diretti alle coltivazioni *(es. Forster et al., 2008)*, tralasciando le altre componenti costituenti l'azienda agricola (suolo, bestiame, macchine, materiali immagazzinati, fabbricati agricoli, ecc.). Tuttavia, per avere una stima esaustiva del danno totale, sarebbe opportuno valutare tutte le componenti e tenere conto anche del potenziale impatto sull'attività dell'azienda.

Se un modello di questo tipo deve fornire supporto a un progetto di mitigazione del rischio alluvioni, come ad esempio quello di ripristino di una pianura alluvionale destinata all'agricoltura, i parametri di pericolosità di cui tener conto sono numerosi e variabili: stagionalità dell'evento alluvionale, altezza di allagamento, durata dell'inondazione, velocità della corrente, trasporto di materiale solido e salinità dell'acqua (nel caso di inondazioni costiere). Sarebbe necessario, inoltre, considerare la contaminazione del terreno da parte di possibili inquinanti trasportati dall'acqua, ma a causa della carenza di dati utili alla comprensione dei meccanismi di danneggiamento, la maggioranza degli studi utilizza una combinazione di soli due o tre parametri fondamentali di pericolosità al fine di sviluppare le funzioni di danno per le colture: generalmente la stagionalità combinata con l'altezza o la durata dell'inondazione *(Brémond et al., 2013)*. Ciò comporta un'elevata incertezza di stima, dal momento che il numero esiguo di parametri utilizzati non può descrivere l'effettiva variabilità del danno atteso.
La stagionalità è uno dei parametri di pericolosità fondamentali per la stima del danno alle colture perché, a seconda del periodo dell'anno in cui si verifica l'alluvione, cambia lo stadio vegetativo della pianta e quindi la sua vulnerabilità. Infatti, tra i parametri di vulnerabilità da considerare per valutare il danno alle colture agricole, rientra il tipo di coltura e il suo stadio vegetativo. L'altezza e la durata di sommersione sono gli altri due parametri da considerare nella valutazione dei danni diretti all'agricoltura, mentre la velocità della corrente diventa un fattore di estrema importanza nel caso delle "flash flood".

Un aspetto da non trascurare è legato al fatto che i modelli di danno debbano essere derivati per specifiche aree geografiche; di conseguenza, una determinata curva di danno può essere applicata solamente per regioni simili al contesto per cui è stata sviluppata, in termini di tipologia degli eventi alluvionali e di caratteristiche del territorio esposto. La stima del danno al settore agricolo è infatti fortemente dipendente dalle caratteristiche climatiche e agronomiche dell'area considerata e, inoltre, dalle pratiche colturali adottate da ogni azienda. Pertanto, è importante verificare la trasferibilità dei modelli da un contesto all'altro, per non aumentare il livello di incertezza nella stima del danno.
Per facilitare la trasferibilità delle curve di danno sviluppate per diverse aree geografiche, è opportuno utilizzare una scala temporale basata sugli stadi vegetativi della pianta al posto della scala mensile. In questo modo è possibile adattare le funzioni di danno a regioni caratterizzate da climi e quindi calendari agricoli differenti.

Per l'implementazione del modello in un'area di interesse si sottolinea infine l'importanza della raccolta ex-post dei dati relativi alle variabili di pericolosità dell'evento e ai conseguenti danni per il settore agricolo, indispensabili sia per lo sviluppo di curve di danno empiriche sia per la validazione dei modelli teorici "expert-based". A tal fine, può essere utile lo scambio di conoscenze e informazioni tra i diversi Paesi.

Al fine di fornire un contributo in materia, nell'ambito del progetto MOVIDA (Modello per la Valutazione Integrata del Danno Alluvionale), questa tesi di laurea sviluppa il modello AGRIDE-c per la valutazione del danno alluvionale alle orticole.
Il progetto MOVIDA si inserisce in un accordo di collaborazione tra l'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, 8 università e 2 istituti del CNR con lo scopo di supportare l'Autorità nell'aggiornamento delle mappe del danno alluvionale nel distretto del Po, come richiesto dalla Direttiva Alluvioni (2007/60/CE). In particolare, l'obiettivo del progetto era quello di pervenire ad una valutazione analitica del danno atteso in caso di alluvione, all'interno delle aree potenzialmente allagabili nel distretto, per tutte le categorie di elementi esposti identificate nella direttiva: popolazione, infrastrutture e strutture strategiche, beni culturali e ambientali, attività economiche (incluse le attività agricole), impianti a rischio di inquinamento

accidentale. Per quanto riguarda il settore agricolo, allo stato attuale, la procedura MOVIDA *(Report metodologico, 2021)* permette di calcolare il danno atteso tramite modello AGRIDE-c per un numero ridotto di colture (seminativi), mentre per tutte le altre la stima si limita al valore esposto. Da ciò, la necessità di ampliare il modello ad altre tipologie colturali, tra cui le orticole.

1.3. AGRIDE-c

AGRIDE-c *(Molinari et al., 2019)* è un modello concettuale "expert-based", sviluppato attraverso le informazioni derivate dallo studio della letteratura e da incontri con esperti in materia. Allo stato attuale, AGRIDE-c è l'unico esempio di modellazione del danno alluvionale alle colture agricole nel contesto italiano e fornisce una stima del danno atteso in termini di diminuzione dei ricavi per l'azienda agricola. Inoltre, ha l'ambizione di generalità, cioè quella di essere valido in diverse aree geografiche e contesti economici, fornendo un quadro utile in qualsiasi momento in cui è richiesta una stima dei danni causati dalle inondazioni alle colture.
Mentre la struttura concettuale del modello mira ad essere generalmente valida, l'espressione analitica delle sue componenti deve necessariamente essere specifica del contesto di studio per le caratteristiche fisiche locali dell'area, per le pratiche agricole e per la tipologia delle colture in esame, data la grande variabilità che caratterizza il settore agricolo.

Il modello di danno alluvionale AGRIDE-c sviluppato per le colture ha la caratteristica di poter associare il danno fisico (perdita futura del raccolto in percentuale) e le sue variabili di pericolosità e vulnerabilità in gioco, con il danno economico legato a questa perdita. Di seguito (fig. 1), vi è riportato lo schema per i due sotto-modelli di danno.

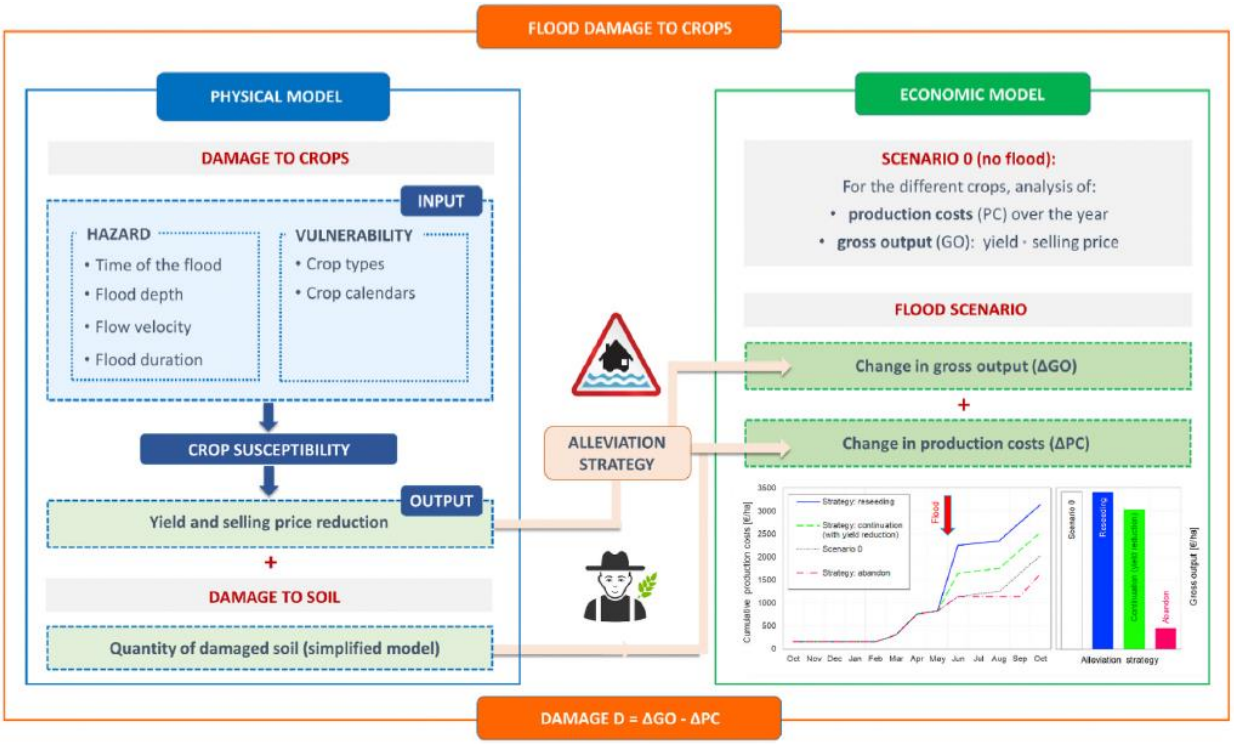


Figura 1 - modello concettuale di AGRIDE-c per colture annuali (Scorzini et al., 2021)

Al di là dei parametri di pericolosità generalmente considerati per la valutazione del danno fisico (es. profondità dell'acqua, flusso di velocità, durata dell'inondazione, sedimenti e carico contaminante), per le colture un ruolo fondamentale è svolto dal periodo dell'anno (in genere il mese dell'evento alluvionale), in quanto il danno è fortemente dipendente dallo stadio vegetativo e, quindi, dalla vulnerabilità delle colture stesse. Ciò è di fondamentale importanza nell'aiutare gli agricoltori a comprendere la miglior strategia di mitigazione da adottare dopo il verificarsi dell'alluvione (abbandonare la produzione, proseguire la produzione con aumento dei costi, riseminare ove possibile); questa scelta influenza fortemente il danno economico subito dall'azienda.

Nel modello AGRIDE-c, i danni da alluvione relativi alle colture sono stati distinti in quattro tipologie differenti (fig. 2):

- danno al terreno;
- danno fisico alle colture / piante perenni;
- riduzione della produzione lorda;
- variazione dei costi di produzione sostenuti dall'azienda.

Le prime due tipologie di danno rappresentano la componente fisica del danno legato alle colture, mentre le altre due tipologie costituiscono la parte di perdita economica. Il modello fisico e quello economico sono, per questo motivo, strettamente interconnessi.

In AGRIDE-c il danno assoluto (D) per la coltura annuale è stimato come la differenza tra il guadagno nello scenario zero (ovvero in condizioni normali) e il guadagno durante l'evento alluvionale ipotizzato, ossia come la differenza tra la riduzione del ricavo (GO = gross output) e la variazione dei costi di produzione (PC = production costs) tra lo scenario zero e lo scenario alluvionale: $D = Guadagno_{scenario0} - Guadagno_{alluvione} = \Delta GO - \Delta PC$ (fig. 1). Il ricavo è dato dalla somma della produzione lorda vendibile (PLV = resa*prezzo di vendita della coltura) e dei contributi europei previsti per l'agricoltura. I costi di produzione comprendono sia i costi variabili delle lavorazioni e dei mezzi necessari per la coltivazione sia una quota di costi fissi per l'azienda (es. costi di gestione). In tabella 1 sono riassunte le formule per la stima del bilancio economico di un'azienda agricola e del danno che può subire in caso di alluvione.

Tabella 1 - formule relative al calcolo del bilancio economico e del danno in caso di alluvione per un'azienda agricola

PLV [€/ha]	Resa [q/ha] * prezzo [€/q]
Ricavo [€/ha]	PLV [€/ha] + Contributi UE [€/ha]
Guadagno [€/ha]	Ricavo [€/ha] - Costi di produzione [€/ha]
Danno assoluto [€/ha]	Guadagno scenario zero [€/ha] - Guadagno scenario di alluvione [€/ha]
Danno relativo [%]	(Danno assoluto [€/ha] / Guadagno scenario zero [€/ha]) * 100

L'alluvione non causa solamente una riduzione della resa e/o del prezzo di vendita, con un impatto negativo sulla produzione lorda, ma anche una variazione dei costi di produzione, che può essere positiva o negativa, a seconda delle scelte degli agricoltori dopo l'alluvione, che a loro volta dipendono dall'effettiva perdita di resa: solitamente si decide di proseguire la coltivazione in caso di perdite minori, riseminare (possibile solo in alcuni periodi dell'anno) o abbandonare (in caso di gravi perdite).

Sia ΔGO che ΔPC dipendono dal danno fisico subito dalle coltivazioni (fig. 2) che, successivamente, si ripercuote sulle perdite economiche dell'azienda, le quali variano a seconda della strategia post-evento adottata dall'agricoltore per alleviare i danni.

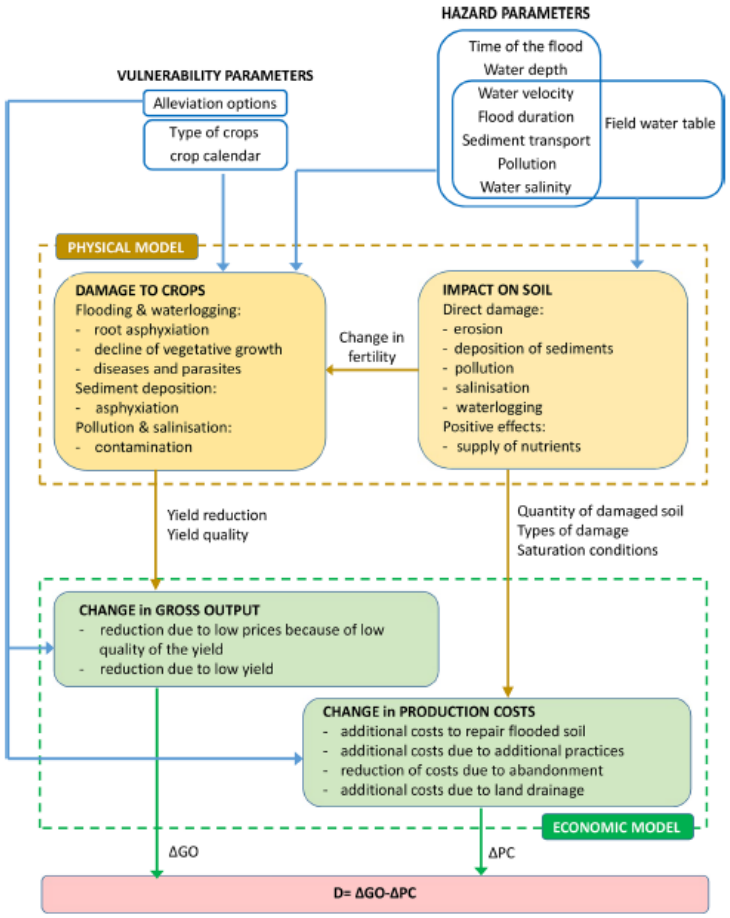


Figura 2 - mappa del modello concettuale di AGRIDE-c riferita alle colture annuali (Molinari et al., 2019)

1.4. Obiettivo della tesi

L'obiettivo del presente lavoro di tesi consiste nell'estendere il modello AGRIDE-c, sviluppato per i cinque seminativi annuali presenti in maggiori quantità nel Nord Italia (mais, orzo, foraggio, frumento e riso) e per una coltura pluriennale nell'emiliano-modenese (i vigneti), alle orticole prevalenti coltivate nel distretto del fiume Po, ove nasce il progetto MOVIDA. Si è scelto, dunque, di sviluppare il modello per le orticole in quanto responsabili di una quota parte non trascurabile della PLV originata dal comparto agricolo nel distretto del Po. In particolare, dopo un'accurata analisi territoriale sulle orticole prevalenti, l'elaborato si focalizzerà sulla stima del danno per il pomodoro e la barbabietola da zucchero, che sono rispettivamente l'orticola e il tubero più abbondanti nel bacino del Po.

In primo luogo, come illustrato nel diagramma di flusso in figura 3, si è partiti da una prima analisi generale alla scala della particella catastale sull'uso del suolo nell'area di interesse, dopodiché si è analizzato più nel dettaglio quali fossero le tipologie di orticole e tuberi prevalenti situate all'interno delle aree potenzialmente allagabili, ossia a rischio alluvione nello scenario di bassa probabilità di accadimento.
Si è così proceduto con lo sviluppo del modello per le colture prevalenti individuate: definizione dei cicli fenologici e dei calendari colturali, costruzione delle curve di danno fisico, stima del bilancio economico

dell'azienda in condizioni normali (scenario 0) e del danno economico (riduzione del guadagno) per diversi scenari alluvionali.
Infine, il modello è stato regionalizzato su tutto il distretto (Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto – capitolo 4) e applicato su un'area del bacino (capitolo 5).

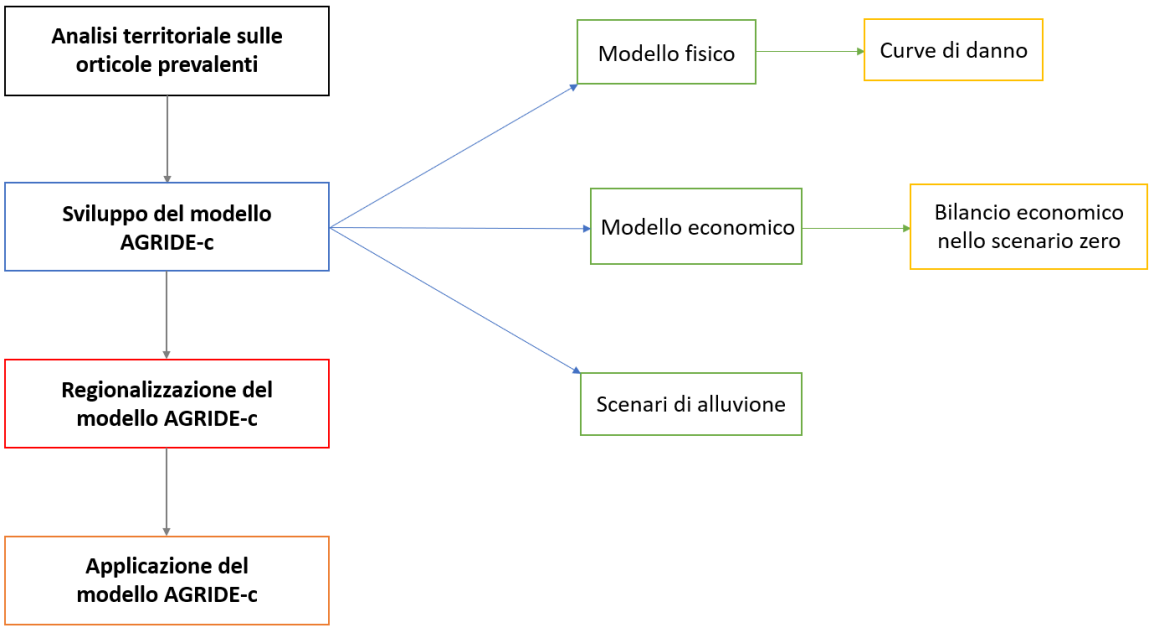


Figura 3 - diagramma di flusso – impostazione generale della tesi

A partire dal lavoro già sviluppato e verificato con AGRIDE-c per il mais e altre colture coltivate in grande quantità nel territorio, si è incentrata la tesi nella formulazione dei calendari colturali (con associati i costi di lavorazione) e nella derivazione di funzioni di danno alluvionale per le diverse fasi di crescita della pianta, a cui associare la perdita economica.

2. Analisi territoriale

L'obiettivo di questo capitolo è inquadrare il territorio oggetto di studio dal punto di vista geografico e agronomico. Il distretto idrografico del Po interessa il territorio di Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria, Marche, Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Provincia Autonoma di Trento e si estende anche a porzioni di territorio francese e svizzero (superficie complessiva di 86.859 Km^2 - (fig. 4)). Nel presente lavoro, ci si è però focalizzati sulle regioni per le quali si avevano a disposizione i dati dell'agricoltura a livello regionale, ossia Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto; per quest'ultimo sono state analizzate soltanto le province che ricadono nell'ambito di competenza dell'Autorità di Bacino del Po: Rovigo, Verona e Venezia.
In questa parte di distretto sono compresi 2028 comuni e 15.943.340 abitanti, rispettivamente 1506 e 10.060.000 appartenenti alla Lombardia, 330 e 4.460.000 all'Emilia-Romagna, 50 e 234.940 alla provincia di Rovigo, 44 e 261.900 alla provincia di Venezia, 98 e 926.500 a quella di Verona.
In figura 4 sono stati evidenziati i confini delle 24 province del bacino prese in esame: 12 si trovano in Lombardia, 9 in Emilia-Romagna, 3 in Veneto.

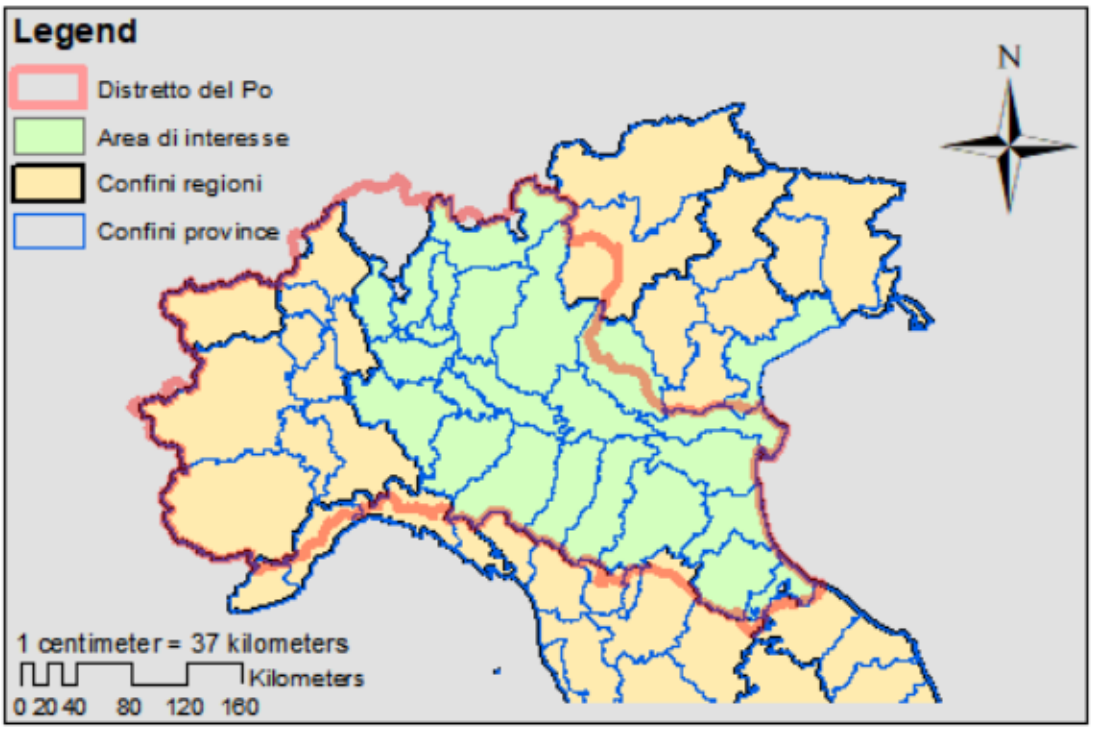


Figura 4 - Distretto idrografico del fiume Po e area di interesse

In questo territorio si trovano numerosi centri abitati, infrastrutture di rilevanza nazionale, zone industriali e attività produttive agricole; tutti questi elementi sono esposti a rischio di inondazione. Nella Pianura Padana e nelle zone collinari e montuose di Lombardia ed Emilia-Romagna, molte aree (rurali, urbane e industriali) soggiacciono i livelli di piena dei corsi d'acqua, risultando a rischio di allagamento sia nel caso di tracimazione che nel caso di rotta arginale.
La Lombardia è la prima regione italiana per estensione fluviale: per il territorio lombardo passano centinaia di fiumi e torrenti. Il grande collettore dei flussi d'acqua che l'attraversano, formando i laghi prealpini, è il fiume Po**:** la più lunga idrovia italiana, che per circa 260 km segna il confine meridionale della regione, solcando il territorio delle province pavese e mantovana. Gli altri principali fiumi provengono dal versante alpino della Pianura Padana e sono tutti affluenti del Po; infatti, il territorio lombardo è quasi interamente compreso nel bacino idrografico del principale fiume italiano.
Data la scarsa estensione del territorio regionale a sud del Po, la Lombardia è praticamente priva di fiumi appenninici: nell'Oltrepò pavese non si trovano corsi d'acqua significativi, mentre l'unica eccezione è costituita dal Secchia che, nell'ultimo tratto del suo corso, prima di confluire nel Po, scorre nell'Oltrepò mantovano. I fiumi principali sono: il Ticino, l'Adda, l'Oglio e il Mincio. Di non minore importanza per

l'assetto idrografico della regione e per la portata del Grande Fiume, di cui sono affluenti o subaffluenti, in Lombardia scorrono anche: Olona, Lambro, Brembo, Secchia, Sesia e Serio. Il reticolo idrografico è esteso ed è costituito, nella metà occidentale della regione, da una serie di corsi d'acqua ad andamento più o meno parallelo che percorrono le valli e poi divagano nella pianura fino a sfociare nel fiume Po o nei principali corpi idrici.
In Emilia-Romagna, a cominciare dal Reno, i fiumi si gettano invece direttamente nell'Adriatico in estuari poco o nulla rilevati sul profilo costiero.
I fiumi di primo e secondo ordine che scorrono ed attraversano l'Emilia-Romagna sono: il Po, il Reno, il Secchia, il Panaro, il Montone, il Bidente-Ronco, il Savio, il Taro, il Trebbia e l'Enza.
Notevole è anche la rete di canali artificiali di derivazione che prelevano acqua per usi civili, industriali e per l'irrigazione di vaste aree della Pianura Padana, primo fra tutti il Canale Emiliano-Romagnolo (una delle più importanti opere idrauliche agrarie della regione e d'Italia) e l'Acquedotto della Romagna (la più costosa opera pubblica realizzata in Romagna nel XX secolo).
I fiumi più importanti del Veneto, invece, sono: il Brenta, il Bacchiglione, l'Adige, il Po (che delimita il confine con l'Emilia-Romagna), il Fratta-Gorzone, il Sile, il Tagliamento, il Livenza e il Piave.

2.1. Caratteristiche climatiche e del suolo

In Italia ci sono notevoli differenze climatiche da Nord a Sud. Nel Nord, che è la parte compresa tra le Alpi e l'Appennino Tosco-Emiliano il clima è rigido: gli inverni sono molto freddi e le estati molto calde con alti livelli di umidità. La più vasta area climatica dell'Italia del nord è quella che comprende la pianura Padana, la valle dove scorre il fiume Po; in questa zona il clima è prevalentemente di tipo continentale con inverni rigidi e estati calde e umide ma abbastanza piovose, caratterizzate da temperature massime superiori ai 30 gradi, intervallate da forti temporali e grandinate improvvisi che hanno provocato numerosi danni al settore agricolo *(GMPE, 2017)*. La neve così come la nebbia nella pianura Padana è piuttosto frequente nei mesi invernali, la cui temperatura oscilla tra gli zero e i tre gradi.

Nell'arco alpino e nelle montagne dell'Appennino il clima è di montagna, con abbondanti nevicate e temperature rigide in inverno, e con temperature miti e piogge nei mesi estivi. Piogge abbondanti si riversano lungo tutto l'arco alpino, dove si superano i 1.000 mm all'anno, ma in alcune aree si possono raggiungere anche i 2.500 mm all'anno. In Pianura Padana le piogge tendono a diminuire andando da ovest verso est. La morfologia delle Alpi è strettamente legata al recente sollevamento della catena, alle caratteristiche litologico-strutturali, all'azione degli agenti esogeni, alle condizioni climatiche che si sono alternate nel corso dell'ultima era geologica e alla plurisecolare azione dell'uomo. Sviluppata prevalentemente in senso longitudinale, la catena presenta tre fasce distinte: una mediana più possente, che corrisponde alla linea spartiacque, formata da dure rocce cristalline e dove si concentrano le cime più elevate (oltre 4000 m), e due esterne (Prealpi), meno alte e caratterizzate da rocce più erodibili (calcari, flysch, molasse ecc.), ma con cime e creste che superano frequentemente i 3000 m *(Treccani, 2019)*.

In Pianura Padana e al margine appenninico la tipologia dei suoli è diversa in funzione della storia geologica e geomorfologica dell'area. Per quanto riguarda i suoli dei rilievi collinari dell'Appennino settentrionale, questi hanno un'elevata variabilità morfologica anche in funzione della composizione diversa della roccia sulla quale si sono formati, ovvero su un substrato di rocce compatte a composizione diversa, di norma ricchi di calcare. Si trovano in genere su versanti a pendenza elevata e coperti da boschi di latifoglie e sono interessati da vigneti, boschi cedui o seminativi. Scendendo di quota, su superfici morfologiche inclinate verso nord (antichi terrazzi), sono protagonisti suoli limoso-argillosi, che si sono formati per alterazione di depositi fluviali durante le antiche glaciazioni. Qui i terreni sono di colore bruno-giallastro con screziature grigio-chiaro e nere, a granuli fini e ricchi di materia organica e di argilla. Di norma hanno basse capacità di drenaggio, scarsa permeabilità e alta capacità di ritenzione idrica e vi è la coltivazione di vigneti e seminativi.

Nella parte di pianura dei torrenti appenninici, su superfici comprese tra i terrazzi antichi e le aree inondabili vicino ai corsi d'acqua, si trovano dei suoli argillosi che sono formati su depositi fluviali costituiti da limo. Questi sono bruno-grigiastri, grigio oliva e giallo-brunastri, con grani fini e argilla e vengono coltivati a seminativi. In caso di alluvione vi è un'elevata probabilità di ristagno idrico per ore. Nelle aree inondabili del fiume Po vi sono suoli limosi formati su sedimenti fluviali calcarei, a grana media (limi) e talvolta grossolana, di colore bruno, oliva chiaro; sono moderatamente calcarei. Questi suoli hanno uno spessore di più di 100 cm, con la falda idrica, ovvero acqua permanente, a partire da 180 cm di profondità. Hanno drenaggio lento, permeabilità moderatamente bassa e capacità di ritenzione idrica molto alta; sono anch'essi usati per seminativi. È risaputo che più un terreno ha difficoltà di drenaggio, più saranno probabili i danni alle colture in caso di esondazione, a causa di una permanenza elevata in durata del ristagno idrico superficiale.

2.2. Alluvioni storiche nell'area di interesse

La Penisola italiana è da sempre un territorio fortemente soggetto a fenomeni alluvionali, dovuti allo straripamento di corsi d'acqua derivanti da periodi di forti piogge. Le piogge possono, inoltre, causare dissesti idrogeologici; l'acqua, insieme alla forza peso è, infatti, il motore principale. Questi fenomeni purtroppo saranno sempre più frequenti a causa dei cambiamenti climatici. In tabella 2 sono state riportate le alluvioni storiche più rilevanti degli ultimi cinquant'anni nel Nord Italia, in particolare nella zona di interesse per il lavoro di tesi, con relativi morti e dispersi.

Tabella 2 - alluvioni storiche nell'area di interesse con data, area geografica, comune e rispettivi morti e dispersi (CNR-IRPI, 2020)

Data	Comune	Area geografica	Morti e dispersi
Novembre - Dicembre 2019	Venezia	Laguna di Venezia - Veneto	1 morto
12 dicembre 2017	Alluvione a Lentigione	Provincia di Reggio Emilia	1 morto
14 settembre 2015	Alluvione in val Nure, val Trebbia e parte nel comune di Piacenza	Provincia di Piacenza	3 morti
15 novembre 2014	Alluvione a Genova in più zone della città, Savona e Ponente Ligure, sud della Provincia di Alessandria e porzione nord della città di Milano	Genova, Savona ed Imperia in Liguria; provincia di Alessandria; Milano	1 morto
11 giugno 2011	Alluvione di Sala Baganza, Collecchio e Fornovo di Taro	Sala Baganza, Collecchio, Fornovo di Taro (Parma)	1 morto
1 - 6 marzo 2011	Alluvione tra Marche e Romagna: la frazione di Casette d'Ete, nel comune di Sant'Elpidio a Mare, è stata quella più colpita	Interessate gran parte delle Marche, il teramano e la Romagna	5 morti
1 - 2 novembre 2010	Vicenza e hinterland, aree collinari e montane della zona nord ovest del vicentino, aree extraurbane a ovest e a sud-est di Padova, Bassa Padovana sud-occidentale, alcuni comuni tra Vicenza e Verona	Alluvione del Veneto	3 morti
13 – 16 ottobre 2000		Piemonte, Valle D'Aosta, Liguria, Lombardia	23 morti e 11 dispersi, 40.000 sfollati
12 settembre 1995		Lombardia nord-occidentale	1 morto e centinaia di sfollati
Estate 1987	Alluvione della Valtellina	Valtellina	53 morti
4 novembre 1966	Alluvione nel Triveneto	Veneto, Trentino, Friuli	18 morti in Trentino, 20 in Friuli

Le più grandi catastrofi sono avvenute il 4 novembre 1966 in Veneto, Trentino, Friuli e tra il 13 e 16 ottobre del 2000 nelle regioni nord-occidentali.

2.3. Uso del suolo nell'area di interesse

L'Italia è un Paese che per sua natura si predispone molto bene all'attività agricola, in particolar modo nella Pianura Padana: questa, infatti, risulta essere ricca e tecnologicamente avanzata oltre che caratterizzata da una grande varietà e qualità delle sue produzioni. Ad esempio, secondo quanto pubblicato in un recente rapporto sul sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna *(Fanfani et al., 2018)*, nel 2017 il valore della produzione agricola regionale ha superato i 4,8 miliardi di euro, con un incremento del 20% rispetto al triennio precedente. In particolare, le province di Reggio Emilia e Modena hanno svolto un ruolo importante per la crescita del valore della produzione (Produzione Lorda Vendibile, PLV) grazie alle produzioni DOP e IGP che si concentrano nel loro territorio. Volendo concentrare l'attenzione sull'area di studio, a dimostrare l'effettiva prevalenza degli usi del suolo agricolo sono i dati riassuntivi delle dichiarazioni di produzione del 2020 forniti dall'Agenzia Regionale per i pagamenti in Agricoltura dell'Emilia-Romagna (AGREA) e dal geo portale della Regione Lombardia. Dall'analisi dei dati sopracitati, risulta che gli appezzamenti destinati ad uso agricolo sono pari a 105.573 ettari, di cui l'81% dedicato a seminativi e colture annuali mentre il 9% a coltivazioni legnose permanenti. Le coltivazioni di mais, frumento, orzo, erba medica e uva, in totale, costituiscono dunque il 72% di tutte le aree coltivate.
Anche la Lombardia contribuisce in maniera rilevante alla produzione italiana di foraggere. In particolare, vengono prodotte foraggere temporanee (29,2%), cereali (16,4%), tra cui spiccano il riso e il mais, semi oleosi quali soia e colza *(Pieri e Pretolani, 2017)*. Viceversa le produzioni regionali di ortaggi, legumi secchi e piante da tubero sono piuttosto modeste. Anche il peso delle colture legnose agrarie sul totale nazionale risulta modesto in termini quantitativi, mentre sul piano qualitativo la Lombardia occupa un posto di rilievo, in quanto caratterizzata da aree di eccellenza nel settore vitivinicolo e dalla produzione di numerosi prodotti DOP e DOC. Considerando la notevole prevalenza di foraggere e cereali sul territorio in esame, si è ritenuto che esse costituissero un campione rappresentativo degli elementi esposti e per questo motivo sono state incluse nei primi modelli di danno.
Per svolgere l'elaborato di tesi è stata fatta un'analisi dell'uso agricolo alla scala della particella catastale, considerando solamente le coltivazioni di orticole e tuberi presenti all'interno dell'intera area di studio. Per una prima disamina si è evitato di considerare le varietà di ognuna delle colture, con lo scopo di avere una visione globale. A supporto, dunque, sono stati utilizzati i dati in formato vettoriale (shapefile) delle particelle catastali agricole a cui sono state unite le dichiarazioni rese dagli agricoltori ai fini dei pagamenti PAC contenenti tutte le informazioni sugli usi agricoli alla scala della particella, disponibili in formato tabellare sia per la Lombardia che per l'Emilia-Romagna. Per il Veneto, non si è resa necessaria questa operazione perché gli shapefile delle particelle riportano già l'uso prevalente per particella ricavato sempre dalle dichiarazioni rese dalle aziende. In tabella 3 sono riportate le rispettive fonti per ogni regione.

Tabella 3 – fonti dei dati utilizzati in ogni regione

REGIONE	FONTE DATI
Lombardia	Open data Lombardia (agg. luglio 2020)
Emilia-Romagna	AGREA (agg. maggio 2021)
Veneto	AVEPA (agg. ottobre 2020)

Analizzando i dati disponibili per Lombardia e Emilia-Romagna, sono stati riscontrati alcuni problemi causati da duplicazioni e codici errati nelle tabelle attributi degli shapefile delle particelle (codici relativi a comuni, particelle e fogli catastali). Mentre i codici dei comuni sono stati corretti facilmente, non è stato possibile interpretare e correggere gli errori relativi al numero di foglio e particella. Di conseguenza, alle particelle che presentano tali criticità non sono state associate le relative dichiarazioni degli agricoltori. La percentuale di queste particelle sul totale nel territorio preso in esame, e quindi l'errore percentuale che si commette trascurandole, è risultata essere pari al 4,5%. Se questo errore fosse distribuito in maniera omogenea tra le province e le colture, i risultati sarebbero in proporzione gli stessi; il problema ricade nel fatto che vi sono alcune province in cui la percentuale di errore è nettamente superiore rispetto ad altre

(Bergamo, Como, Lecco, Sondrio Varese). Fortunatamente, queste province saranno escluse dal modello, avendo una superficie coltivata con orticole e tuberi di scarsa importanza.

Secondo l'analisi effettuata, le orticole e i tuberi coltivati nell'area di interesse sono molteplici:

- ORTICOLE → aglio, asparago, basilico, bietola, broccolo, carciofo, carota, cavolfiore, cavolo, cece, cetriolo, cipolla, cocomero, fagiolino, fagiolo, fava, finocchio, invidia, lattuga, lenticchia, melanzana, melone, menta, peperoncino, peperone, pisello, pomodoro, porro, prezzemolo, radicchio, rosmarino, rucola, salvia, scalogno, sedano, spinacio, valeriana, zafferano, zucca e zucchino;
- TUBERI → barbabietola, patata, rafano e rapa.

Inoltre, nei dati analizzati durante le fasi iniziali della tesi, spesso era presente la voce "serre" o "serre fisse", per cui sono state classificate ed analizzate come le colture precedenti, senza però sapere esattamente cosa vi è all'interno.

2.3.1. Lombardia, Emilia-Romagna, Veneto

L'area di interesse si estende per 53.736 km^2, mentre la superficie agricola utilizzata per qualsiasi tipo di coltivazione (frutteti, ortaggi, boschi) e pascolo si estende per 32.727,6 km^2 (1 ettaro [ha] = 10.000 m^2 = 0,01 km^2), che è pari al 60,9% dell'area totale.
La superficie utilizzata per la coltivazione di sole orticole e tuberi risulta essere circa il 3,2% (105.636,2 ha) dei 3.272.756 ha destinati alla coltivazione e al pascolo. L'Emilia-Romagna contribuisce in forte parte a tenere alta la percentuale, mentre in Lombardia e Veneto prevalgono altri tipi di coltivazione; la superficie in cui si coltivano ortaggi in Emilia-Romagna è, infatti, all'incirca tre volte superiore rispetto alla stessa in Lombardia. Questa analisi evidenzia come solamente una piccola parte del territorio agricolo complessivo venga riservata a questo tipo di colture. La maggior parte di esso è, infatti, destinato al pascolo, ai boschi, alle coltivazioni legnose permanenti, ai cereali ed alle foraggere. In termini economici, però, gli ortaggi rappresentano una percentuale importante del valore esposto agricolo complessivo. Anche da qui la scelta di focalizzarsi su orticole e tuberi.
La figura 5 e tabella 4 mettono in luce ciò di cui si è parlato qui sopra.

Tabella 4 - superficie destinata ad orticole e tuberi (o altro) nell'area di interesse

TIPOLOGIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
ORTICOLE E TUBERI	105.648,36
ALTRO	3.167.100,35
SOMMA	3.272.755,7

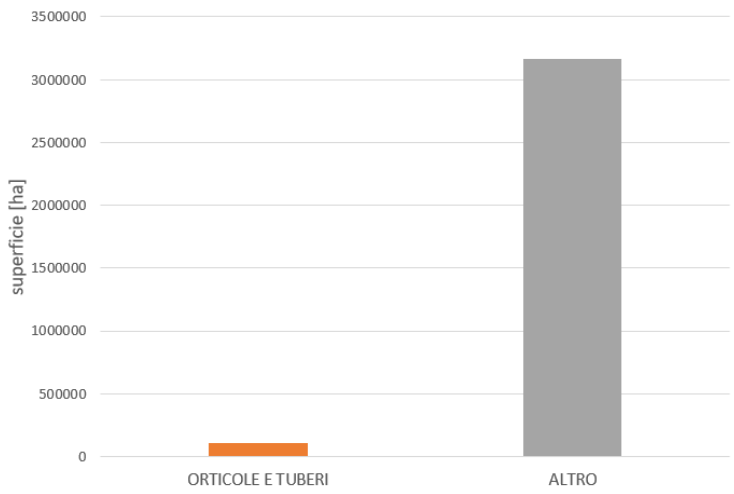


Figura 5 - superficie destinata ad orticole e tuberi (o altro) nell'area di interesse

Di questo 3,2%, il 27% viene coltivato con pomodoro, il 24% con barbabietola, il 10% con pisello ed il 5% con patata (fig. 6 e tab. 5). Nella regione lombarda il 29% del terreno coltivato ad ortaggi viene destinato alla coltivazione del pomodoro, mentre solo un 6% viene riservato alla barbabietola. In Emilia-Romagna la proporzione è più equa: rispettivamente 27% e 29%.
Nelle tre province del Veneto, invece, vi è una particolarità: il 46% delle orticole e dei tuberi sono coltivati in serra. Del restante 54% di terreno con coltivazioni all'aria aperta, nel 43% di esso si coltiva la barbabietola, la quale, rispetto alle altre due regioni, è l'unico ortaggio presente in quantità di almeno un ordine di grandezza superiore rispetto agli altri.

Tabella 5 - superficie e percentuale di orticole e tuberi principali coltivati nella zona di interesse

TIPOLOGIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
POMODORO	**28.300,37**
BARBABIETOLA	**25.084,03**
PISELLO	**10.335,3**
PATATA	**5.152,56**
INSALATA	3.676,3
MELONE	3.305,1
CIPOLLA	2.913,98
FAGIOLINO	2.728,87
ZUCCA	2.578,33
FAVA E FAVETTA	2.525,55
COCOMERO	2.393,45
FAGIOLO	1.715,77

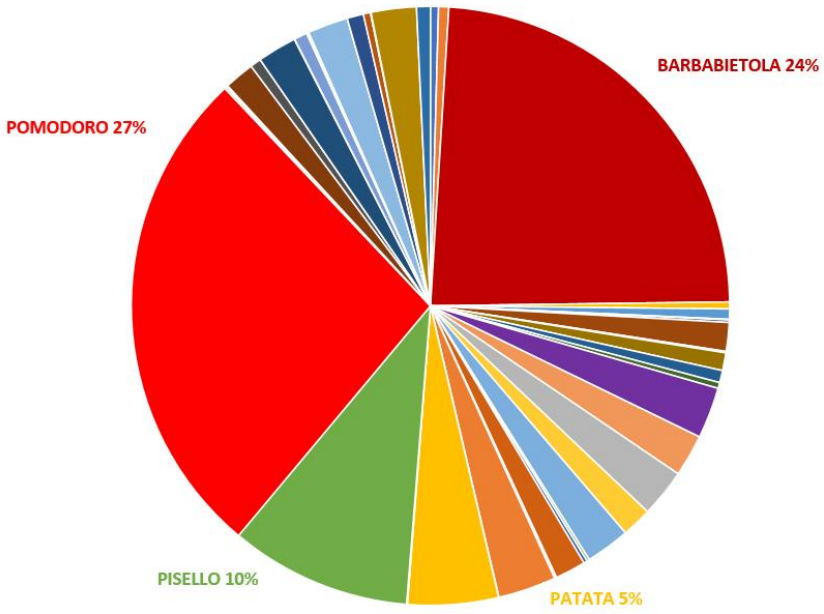


Figura 6 - superficie e percentuale di orticole e tuberi principali coltivati nella zona di interesse

È importante essere a conoscenza di come gli ortaggi siano distribuiti nelle province (fig. 7 e tab. 6). Al primo posto c'è Bologna, dove si trovano il 15% di orticole e tuberi sul totale; a seguire, vi sono Ferrara e Ravenna con il 14% e Piacenza con il 12%. Mantova, prima provincia Lombarda, è al quarto posto: qui vengono coltivati l'11% degli ortaggi del territorio. Al quinto posto vi è Parma con 5.754,2 ha (6%).
Le province di Rovigo, Venezia e Verona sono state evidenziate con tre sfumature di rosso; messe insieme, la loro superficie coltivata ad ortaggi non supera il 4% del totale. Con riferimento a queste tre province, a Verona vengono coltivati il 52% di orticole e tuberi, a Rovigo il 33%, mentre a Venezia solamente il 13%.

Tabella 6 - superficie e percentuale delle principali province in cui si coltivano orticole e tuberi nella zona di interesse

PROVINCIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
BOLOGNA	**14.870,19**
FERRARA	**14.151,46**
RAVENNA	**13.976,9**
PIACENZA	**12.005,23**
MANTOVA	**11.469,65**
PARMA	**5.754,15**
CESENA	5.245,16
MODENA	4.231,15
CREMONA	3.581,33
PAVIA	2.849,52
REGGIO EMILIA	2.509,9
RIMINI	2.473,26
BRESCIA	2.125,4
VERONA	2.069,78
ROVIGO	1.303,27
LODI	1.184,1
VENEZIA	633,42

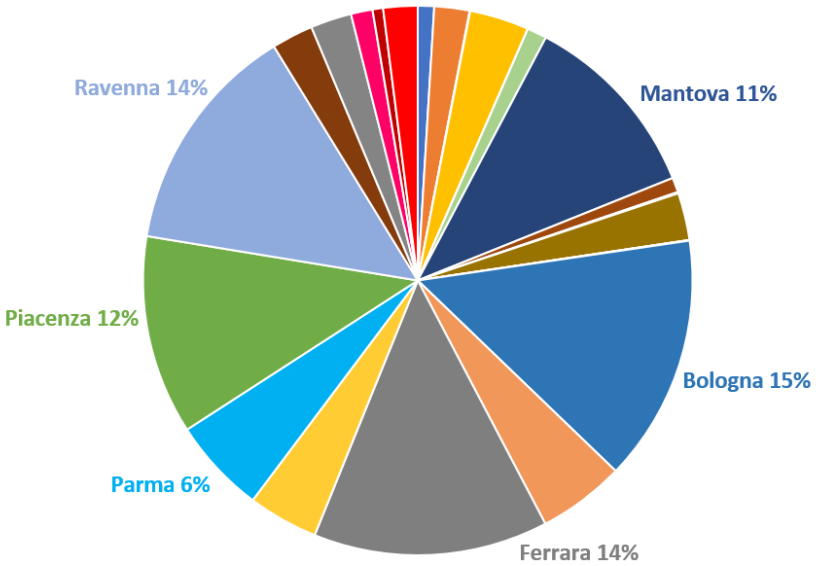


Figura 7 - superficie e percentuale delle principali province in cui si coltivano orticole e tuberi nella zona di interesse

Le province di Como, Lecco, Sondrio, Varese non sono state inserite nel grafico soprastante. Qui, a causa della morfologia del territorio (in prevalenza collinare e montuoso) risulta difficoltosa la coltivazione, infatti, la superficie utilizzata per la coltivazione di questi ortaggi risulta essere di almeno un ordine di grandezza inferiore rispetto alle altre province.

2.4. Uso del suolo in aree potenzialmente allagabili

Dall'analisi dell'uso del suolo agricolo emerge come pomodoro e barbabietola siano gli ortaggi prevalenti nella porzione presa in esame del distretto del Po. Per lo sviluppo del modello di danno alluvionale è necessario che questa proporzione venga rispettata anche all'interno delle aree potenzialmente allagabili, perché solamente qui gli ortaggi potrebbero essere soggetti a danni causati da esondazioni di corsi d'acqua. È stata, quindi, ripetuta l'analisi dell'uso agricolo all'interno delle sole aree allagabili del distretto, considerando lo scenario di scarsa probabilità di accadimento (evento raro). Altri fenomeni climatici dannosi, però, potrebbero verificarsi in queste zone, come gelo e siccità.

Per questa analisi sono state prese in considerazione le aree potenzialmente allagabili dalle mappe del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) del Distretto del Po, circoscritte ai reticoli idrici principali e secondari, con tempo di ritorno (TR) di 500 anni, in modo tale da avere una valutazione quanto più ampia possibile di quali colture possano essere a rischio nel corso degli anni. Le fasce di pericolosità sono vincolate dal punto di vista di ciò che può essere costruito o in base alle attività che si svolgono all'interno (fig. 8). L'area di inondazione di nostro interesse si riferisce ad una piena catastrofica con TR di 500 anni (Fascia C). La fascia B (fascia di esondazione) corrisponde alla piena non ordinaria che può essere caratterizzata da un tempo di ritorno di 100 o 200 anni, in base all'area esaminata. La fascia A, invece, è la porzione ove fluisce il deflusso naturale del fiume.

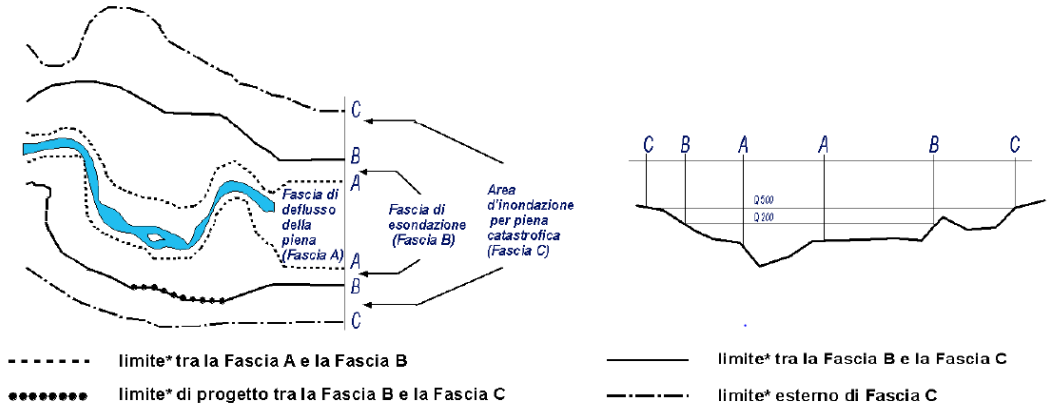


Figura 8 - fasce di esondazione per un generico alveo fluviale

Individuare le particelle catastali ricadenti all'interno delle aree potenzialmente allagabili è risultato complesso, in quanto, con l'utilizzo del software Arc-GIS, si è andati a sovrapporre gli shapefile delle particelle catastali di ogni provincia con gli shapefile delle aree allagabili e, come già spiegato nel capitolo 2.3, si è dovuto ricorrere ad approssimazioni per far fronte ad alcuni errori.

In questa analisi non sono stati considerati gli ortaggi occupanti una superficie al di sotto del 5% (esempio: zucca al 4%), al fine di concentrarsi maggiormente su quelli prevalenti per i quali, successivamente, sviluppare il modello. Si è verificata la sostanziale omogeneità della distribuzione tra orticole e tuberi coltivati in aree a rischio esondazione con quelli coltivati nell'intero territorio del distretto: le percentuali sono all'incirca le stesse. Spiegato il metodo con cui si è proceduto, sono stati svolti gli stessi passaggi del capitolo precedente, ma più nel dettaglio per ogni regione.

2.4.1. Lombardia

In Lombardia vi sono 11.807 ha di orticole e tuberi (coltivati su una superficie in percentuale maggiore o uguale al 5%) che ricadono in aree potenzialmente allagabili su un totale di 22.816 ha, ossia il 51,75% rispetto al terreno adibito a questo tipo di coltivazione; è, però, un valore non esatto, a causa degli errori derivati dall'associazione dei campi illustrati in precedenza. Questo risultato può essere considerato come

una sorta di limite inferiore: sicuramente la percentuale, qualora si riuscissero ad eliminare gli errori, sarebbe più elevata. In questi ettari di terreno si ha prevalentemente la coltivazione di pomodoro, che riveste il 36% del totale. Nel 18% si trova il pisello, il melone nel 13%, la barbabietola nell'11%, il cocomero nel 9% e, infine, la zucca nel 5% dell'area (fig. 9 e tab. 7).

Tabella 7 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Lombardia

TIPOLOGIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
POMODORO	**4.253,48**
PISELLO	**2.165,12**
MELONE	**1.503,06**
BARBABIETOLA	**1.341,02**
COCOMERO	**1.089,18**
ZUCCA	588,57
FAGIOLO	433,96
FAVA	141,84
RAFANO	67,36
PATATA	61,06
SOMMA TOTALE	**11.806,95**

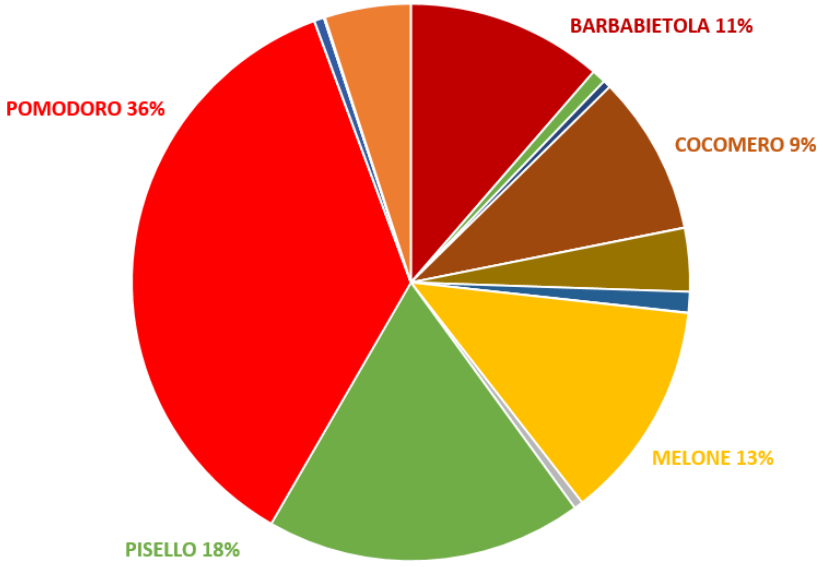


Figura 9 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Lombardia

Anche in questo caso, come nell'analisi sviluppata sull'intero territorio regionale, di tutta la superficie allagabile della regione destinata alla coltivazione di orticole e tuberi il 58% si trova nella provincia di Mantova, il 22% a Cremona, il 10% a Pavia, mentre l'8% a Lodi (fig. 11 e tab. 8). Mentre per Mantova la percentuale rimane pressoché invariata rispetto all'analisi eseguita sull'intera regione, la fetta del grafico a torta occupata da Cremona è circa il doppio rispetto a quella del grafico riferito all'analisi sulla superficie non allagabile utilizzata; questo vuole dire che, in proporzione, Cremona è la provincia con all'interno orticole e tuberi più soggette a rischio alluvione rispetto alle altre. Un discorso simile può essere fatto per Lodi, mentre per Pavia vale l'opposto: la maggior parte degli ortaggi è al sicuro da straripamenti.
La figura 10 mostra la porzione di territorio potenzialmente allagabile (TR 500) in Lombardia.

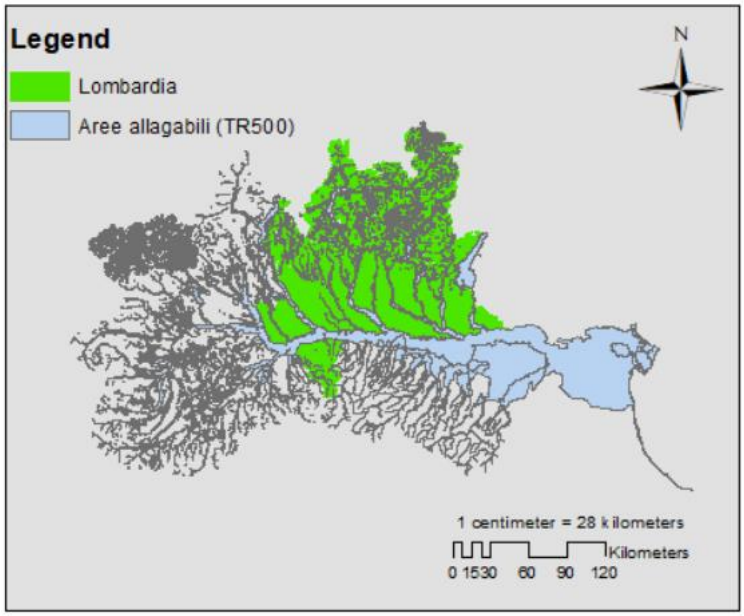


Figura 10 - Lombardia e aree potenzialmente allagabili nel distretto del Po (TR 500)

Tabella 8 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili

PROVINCIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
MANTOVA	**6.922,45**
CREMONA	**2.590,63**
PAVIA	**1.127,64**
LODI	**915,17**
BRESCIA	193,17
MILANO	55,33
SONDRIO	27,15
MONZA	4,82
VARESE	2,16
BERGAMO	0,88
COMO	0,59
LECCO	0,15

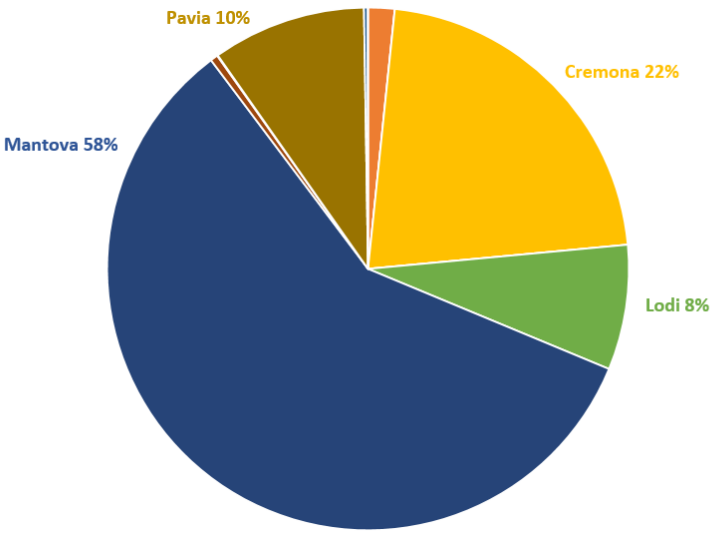


Figura 11 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili in Lombardia

2.4.2. Emilia-Romagna

In Emilia-Romagna il 62,3% della superficie destinata agli ortaggi è potenzialmente allagabile: 35.950 ha su 57.688 ha. Ovviamente, anche per questa regione vale il discorso sugli errori di associazione dei campi. Questo dato mostra come quasi i due terzi degli ortaggi in Emilia-Romagna siano a rischio esondazione, mentre per la Lombardia la percentuale è nettamente inferiore a causa di un territorio maggiormente montuoso. 16.840,4 ettari di barbabietola risultano essere potenzialmente allagabili, ossia circa il 46% del totale, l'altra porzione più grande è coltivata con pomodoro: 41% (fig. 12 e tab. 9).

Tabella 9 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Emilia-Romagna

TIPOLOGIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
BARBABIETOLA	**16.840,43**
POMODORO	**14.642,51**
PISELLO	1.896,81
CIPOLLA	1.046,13
CAROTA	766,2
MELONE	401,97
SOMMA TOTALE	**35.594,05**

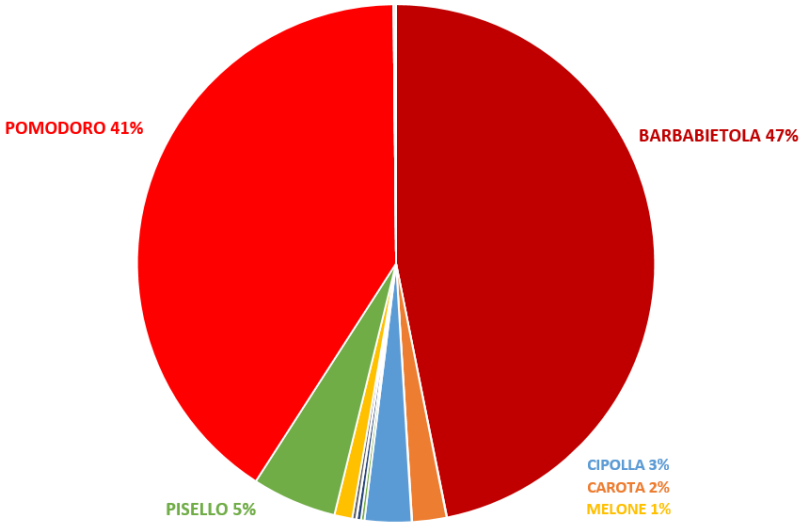


Figura 12 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili in Emilia-Romagna

Ferrara è la provincia con la più alta percentuale di superficie agricola coltivata ad orticole e tuberi ricadente in aree potenzialmente allagabili rispetto alle altre province del distretto. Subito dopo c'è Bologna con il 29%, Ravenna con il 13%, Piacenza con il 9%, Modena e Parma con il 7% (fig. 14 e tab. 10).
La mappa in figura 13 mostra la fetta di territorio regionale che ricade in aree a bassa pericolosità idraulica (TR 500). Comparandola con la Lombardia è possibile constatare, come già emerso dalle analisi svolte, che la superficie potenzialmente allagabile in Emilia-Romagna si estende su un'area superiore.

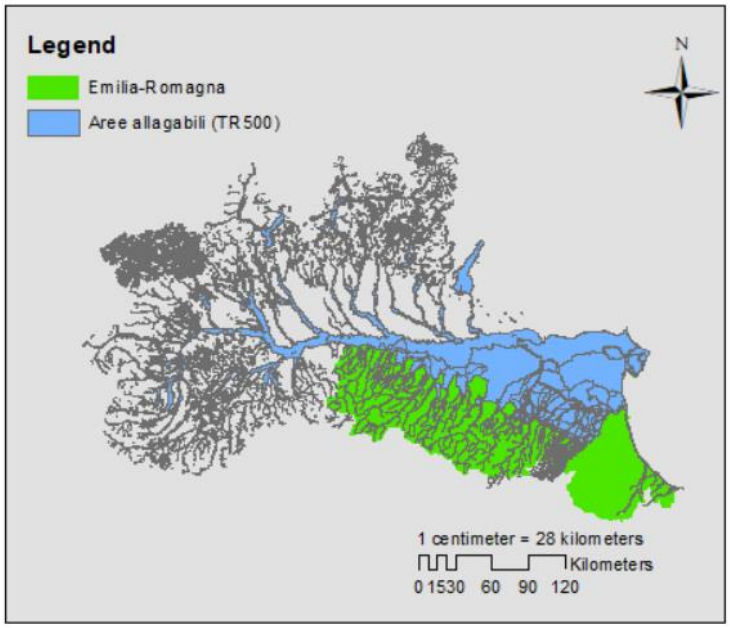


Figura 13 - Emilia-Romagna e aree potenzialmente allagabili nel distretto del Po (TR 500)

Tabella 10 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili

PROVINCIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
BOLOGNA	**11.263,19**
FERRARA	**12.959,2**
RAVENNA	**5.138,52**
PIACENZA	**3.670,1**
MODENA	2.950,58
PARMA	2.728,12
REGGIO-EMILIA	552
CESENA	72,31
RIMINI	56,41

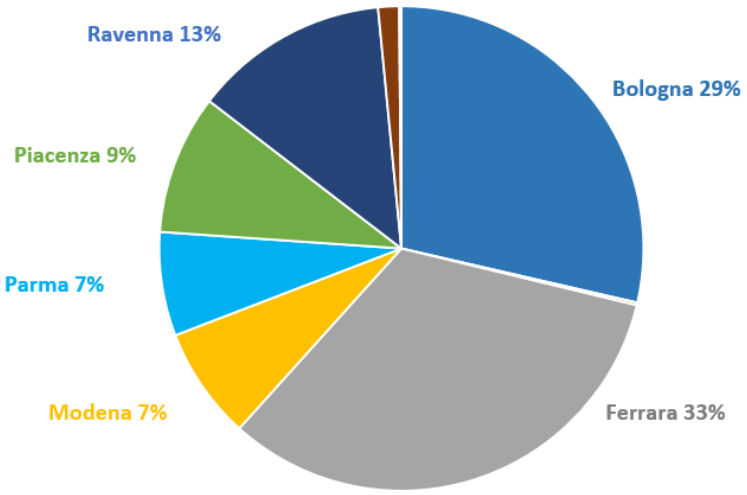


Figura 14 - superficie e percentuale delle province in cui si coltivano orticole e tuberi in aree potenzialmente allagabili in Emilia-Romagna

2.4.3. Rovigo, Venezia e Verona

Nella porzione di territorio veneto, la provincia di Rovigo ricade quasi interamente nella fascia potenzialmente allagabile con tempo di ritorno cinquecentennale (fig. 15). Ne deriva che non solo tutte le coltivazioni sono a rischio alluvione, ma anche qualsiasi abitazione e attività industriale. Nelle province di Venezia e Verona solo le serre si trovano in aree potenzialmente allagabili: 25,42 ha a Verona e 1,37 ha a Venezia (per di più sono 45,69 e 260,67 volte inferiori alla superficie utilizzata – fig. 16 e tab. 11). Le aree potenzialmente allagabili di questa porzione del Veneto, perciò, ricadono quasi esclusivamente nella provincia di Rovigo.

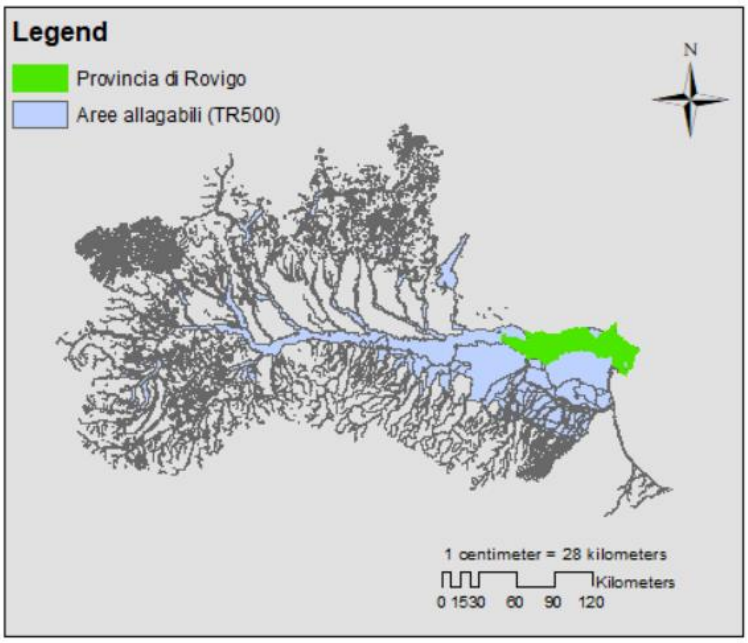


Figura 15 - provincia di Rovigo e aree potenzialmente allagabili nel distretto del Po (TR 500)

Tabella 11 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Rovigo

TIPOLOGIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
BARBABIETOLA	**749,8**
SERRE	**313,94**
ALTRI ORTAGGI	157,46
POMODORO	77,58
PISELLI	37,79
PATATA	25,43
MELONE	10,87
ASPARAGO	3,62
COCOMERO	2,96
LENTICCHIE-CECI	0,71
SOMMA TOTALE	**1.380,16**

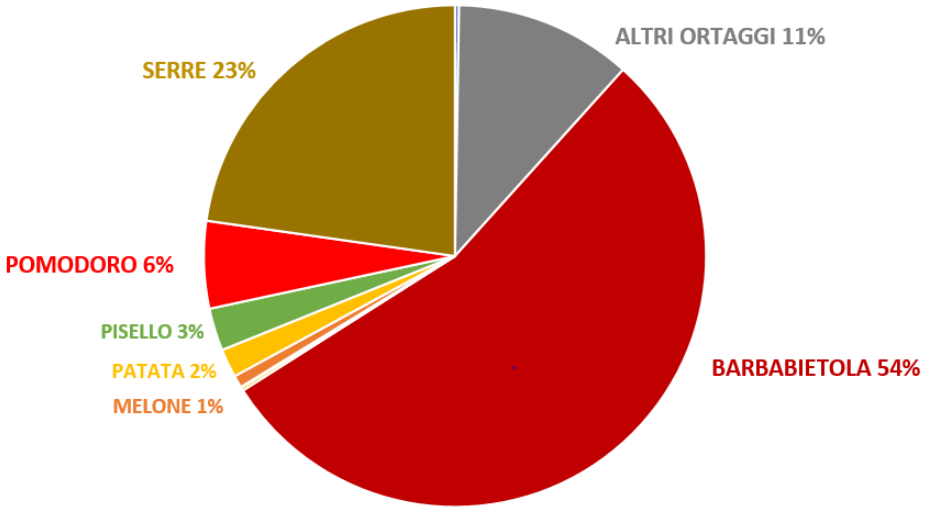


Figura 16 - orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Rovigo

Vi è una grande differenza nella distribuzione spaziale tra la barbabietola e le serre. A Rovigo l'estensione della superficie coltivata con barbabietola è il doppio di quella destinata alle serre; mentre, nelle altre due province, le serre si estendono su una superficie di gran lunga più elevata rispetto a quella destinata alla barbabietola.

2.4.4. Scelta delle colture su cui focalizzare l'analisi

Il risultato finale mette in mostra come nella porzione di Nord-Italia a rischio esondazione presa in esame, pomodoro e barbabietola vengono coltivati su una superficie pressoché identica pari a 18.974 ha e 18.931 ha, rispettivamente, corrispondente a circa il 40% della superficie totale delle orticole in area allagabile. A seguire vi è il pisello con 4.100 ha (8% del totale). Per questo motivo si è scelto di sviluppare un modello di danno alluvionale per le prime due colture (fig. 17).

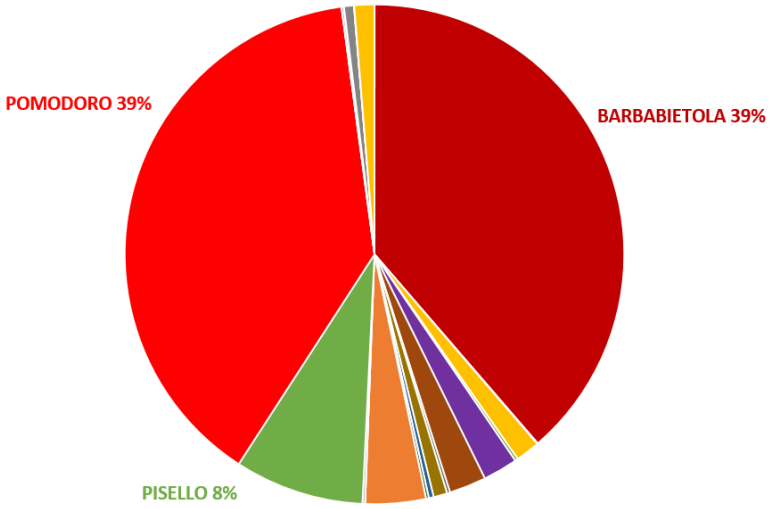


Figura 17 - distribuzione in percentuale di orticole e tuberi principali coltivati in aree potenzialmente allagabili nella zona di interesse

Con lo scopo di avere una distribuzione grafica generale degli ettari potenzialmente allagabili in ogni provincia su tutto il distretto del Po, per entrambe le colture scelte, sono stati prodotti due grafici finali (fig. 18-19).

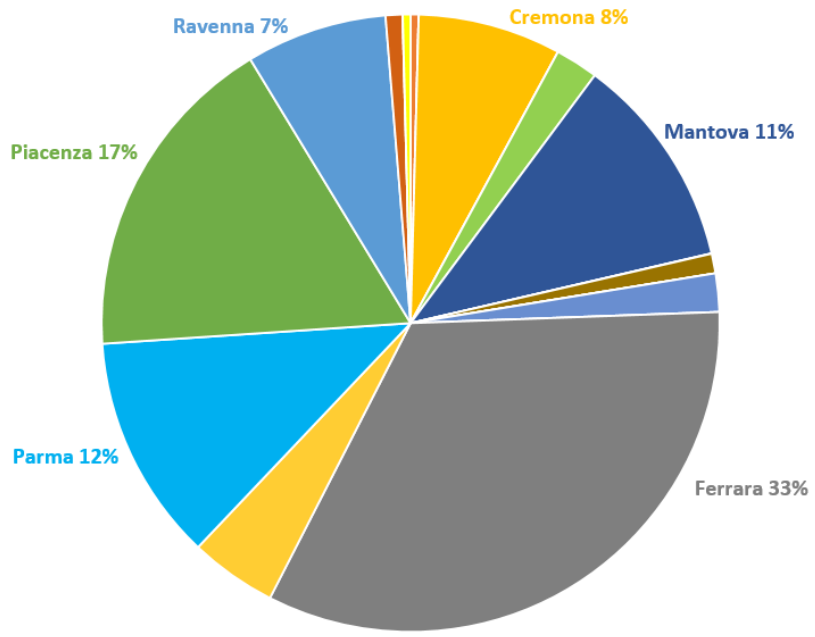


Figura 18 - superficie a rischio esondazione coltivata con pomodoro nelle province della zona di interesse

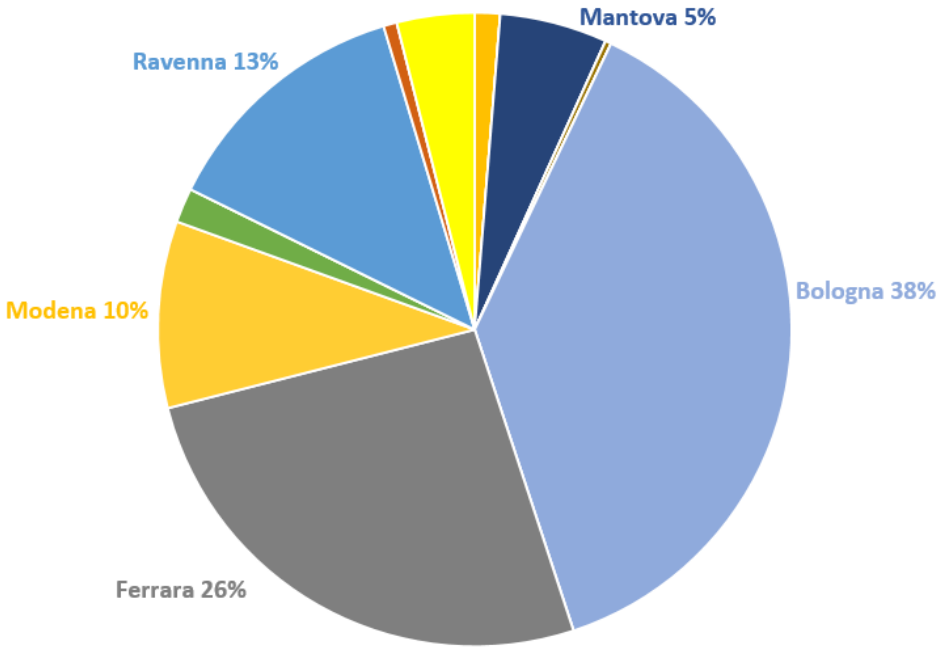


Figura 19 - superficie a rischio esondazione coltivata con barbabietola nelle province della zona di interesse

3. Sviluppo del modello di danno alluvionale AGRIDE-c

Lo sviluppo del modello "expert-based" si basa sulle conoscenze e le nozioni acquisite con lo studio della letteratura *(es. Agenais et al., 2013)*, supportato da un confronto con la Confagricoltura di Mantova, Piacenza e Ravenna. Nel dettaglio, le informazioni fornite dagli esperti sono state fondamentali durante tutte le fasi di implementazione del modello, a partire dall'elaborazione del calendario colturale e formulazione del danno fisico, fino alla definizione delle lavorazioni e rispettivi costi e, infine, dei ricavi dell'azienda agricola. Inoltre, è stato preso come riferimento il modello AGRIDE-c sviluppato per il mais e sono state costruite le funzioni di danno sulla base delle informazioni grazie anche all'aiuto dell'Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (ISMEA).

Svolti gli studi nei capitoli precedenti, si è giunti dunque all'analisi delle due colture di interesse, per le quali verrà successivamente sviluppato il modello. Lo sviluppo del modello per il pomodoro è stato descritto in maniera più approfondita e dettagliata. Le considerazioni fatte per il pomodoro sono spesso valide anche per la barbabietola da zucchero, per cui si è evitato di ripetere gli stessi concetti e il rispettivo capitolo risulterà più snello.

3.1. Pomodoro

Il pomodoro è l'orticola più abbondante in Lombardia, seconda in Emilia-Romagna, in particolare per quanto riguarda varietà di pomodoro da industria utilizzato per la trasformazione in pelati, succhi e passate.

3.1.1. Origine e produzione del pomodoro nel mondo e in Italia

Specie originaria dell'America Latina nell'area compresa tra il Cile settentrionale, il Perù e l'Ecuador. Secondo alcuni studiosi, il nome inglese *tomato* deriva dall'azteco *xitomate* o *zitomate*. Quando il Messico venne conquistato dagli spagnoli nel 1523, il pomodoro era già domesticato, coltivato in consociazione con il mais. Dopo la sua diffusione in America Latina il pomodoro giunse in Europa ad opera degli spagnoli. Il termine italiano "pomodoro" è riconducibile al colore giallo dei primi frutti apparsi in Europa, alla fine del XVI secolo, soppiantati poco dopo da varietà a frutto rosso.

Come primo passo è necessario illustrare la distribuzione spaziale del pomodoro nel mondo e la sua quantità prodotta (fig. 20). L'Asia, col 61%, è il continente massimo produttore di questo frutto, a seguire vi sono Africa, Europa e America.

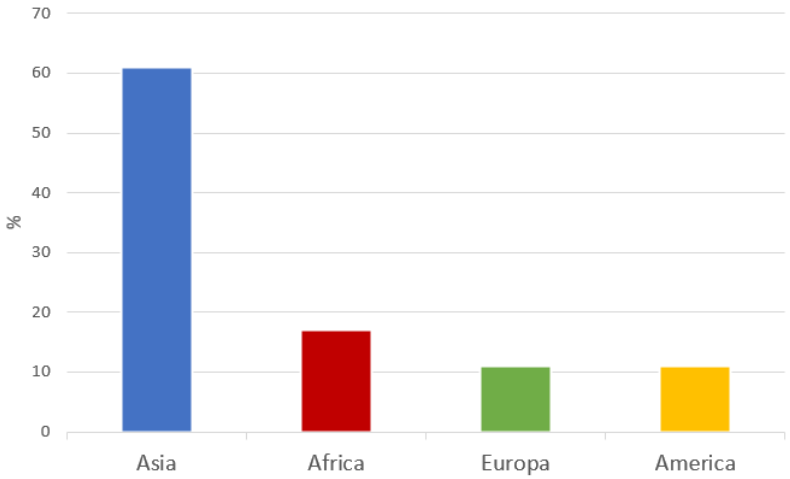
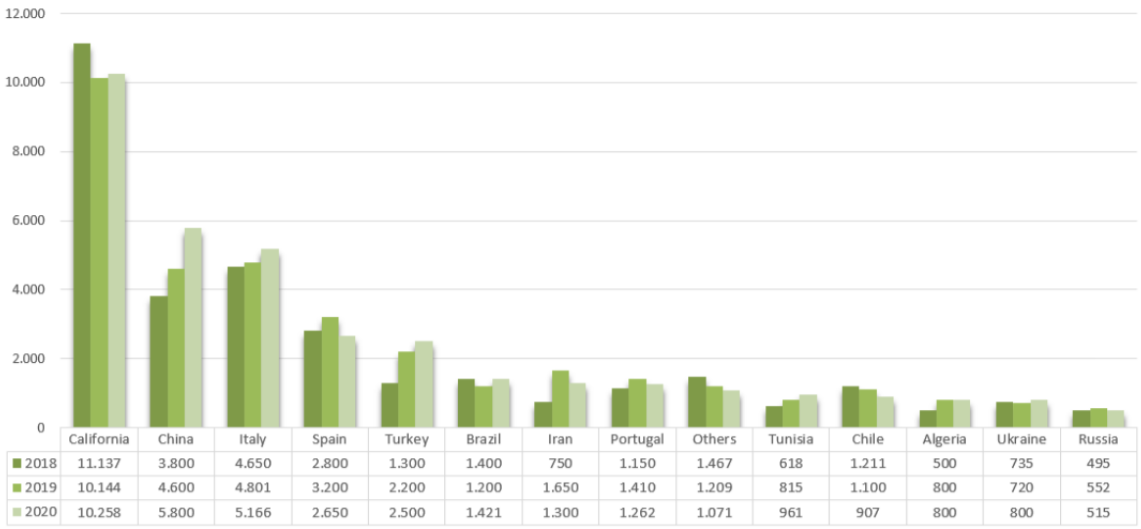


Figura 20 - distribuzione in percentuale della superficie investita a pomodoro nei cinque continenti (Anicav, 2020)

Contrariamente da quanto ci si potrebbe aspettare dal grafico qui sopra, la California si colloca al primo posto come stato federale per la coltivazione del pomodoro da industria, con una media di 10,513 milioni di tonnellate di pomodoro nel triennio 2018-2019-2020. In questo Stato viene, dunque, coltivato quasi tutto il pomodoro del continente americano. A seguire vi è la Cina e subito dopo l'Italia, le quali mettono a disposizione per la coltivazione del pomodoro circa la metà del terreno della California: dal 2018 al 2020 entrambe gli stati hanno avuto una forte crescita nella produzione, con rispettivamente 5.800 e 5.166 milioni di tonnellate raccolte. Dal grafico seguente (fig. 21) è dunque possibile rendersi conto di come l'Italia sia sul podio dei massimi produttori di pomodoro da industria al mondo, per cui lo sviluppo di un modello di danno alluvionale è di fondamentale importanza per tutti i settori che lavorano grazie a questo ortaggio, non solo per le aziende agricole.



	California	China	Italy	Spain	Turkey	Brazil	Iran	Portugal	Others	Tunisia	Chile	Algeria	Ukraine	Russia
2018	11.137	3.800	4.650	2.800	1.300	1.400	750	1.150	1.467	618	1.211	500	735	495
2019	10.144	4.600	4.801	3.200	2.200	1.200	1.650	1.410	1.209	815	1.100	800	720	552
2020	10.258	5.800	5.166	2.650	2.500	1.421	1.300	1.262	1.071	961	907	800	800	515

Figura 21 - partizione della produzione mondiale di pomodoro da industria nel triennio 2018-2020

In Italia la produzione del pomodoro da industria è circa 4,5 volte superiore a quella del pomodoro da mensa, per far fronte all'elevata richiesta delle industrie alimentari. Qui sotto (tab. 12) si può constatare come dal 2016 al 2020 la richiesta di pomodoro da parte delle industrie sia aumentata e, a sua volta, anche la superficie utilizzata di circa 4.000 ettari. Per quanto riguarda il pomodoro da mensa, invece, si è avuto un calo, anch'esso di circa 4.000 ettari che, però, in proporzione al totale, risulta essere più significativo.

Tabella 12 - superficie [ha] destinata alla coltivazione di pomodoro in campo aperto in Italia (Istat, 2020)

	Anni				
POMODORO	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Da industria	90.666	94.396	88.389	96.768	94.514
Da mensa	23.725	23.401	19.806	19.314	19.679

In Italia, nel 2016, si è raggiunto un picco di produzione di 5,2 milioni di tonnellate di pomodori destinati alla trasformazione (su una superficie di poco inferiore a 80.000 ettari), di cui 2,36 milioni al Centro-Sud e 2,84 milioni al Nord. I dati (fig. 22-23) mostrano l'andamento della produzione e della superficie utilizzata del pomodoro da industria nel Nord Italia e, soprattutto, la sua evoluzione nell'ultimo decennio.

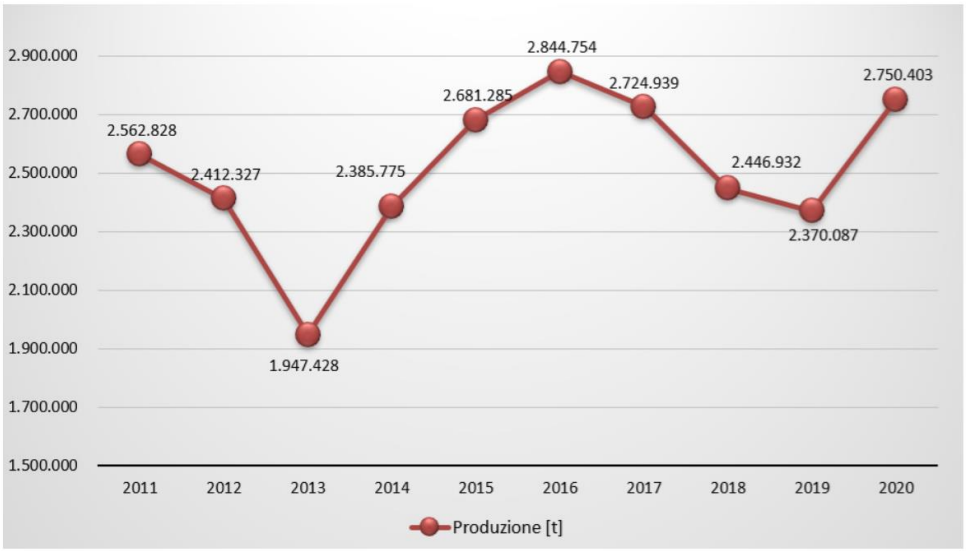


Figura 22 - andamento storico della produzione totale di pomodoro da industria nel Nord Italia (O.I, 2021)

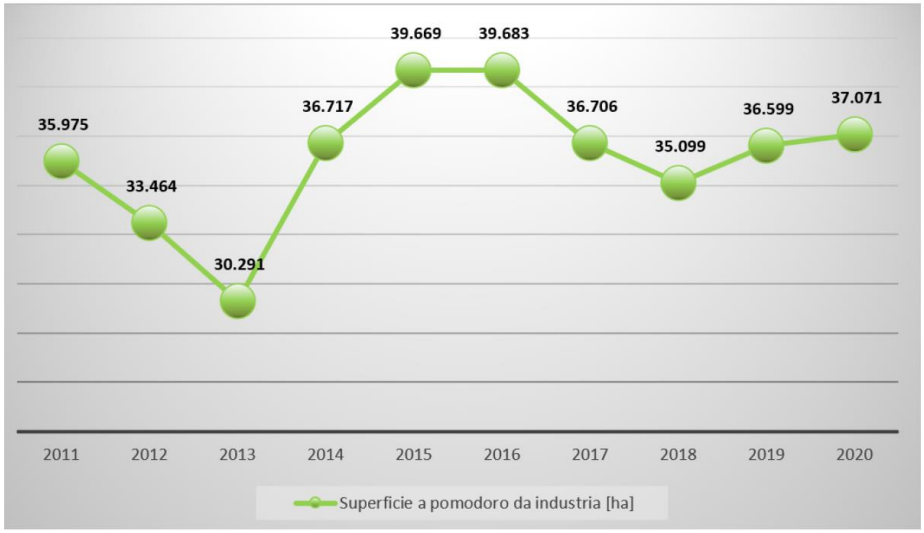


Figura 23 - andamento storico della superficie investita a pomodoro da industria nel Nord Italia (O.I., 2021)

Come si può notare la produzione si è quasi sempre tenuta costante negli anni. Nel 2013, però, ha avuto un calo vertiginoso fino a raggiungere il minimo di 1.947.428 tonnellate. Seppur in parte auspicato dai soggetti della filiera per contenere la produzione, il calo delle superfici coltivate dimostra tutte le difficoltà del settore con i produttori, da una parte, che si sono progressivamente allontanati da questa coltivazione vista la scarsa redditività e i costi di produzione in aumento, e le industrie, dall'altra parte, che hanno subito una fase recessiva di mercato e una forte competizione a livello internazionale. Al calo delle superfici, nel corso della campagna, si è poi aggiunto il ritardo dei trapianti causato dal maltempo che, insieme all'andamento climatico dei mesi estivi, ha alterato il normale corso di maturazione delle bacche comportando uno slittamento in avanti dell'inizio della raccolta che si è protratta a date inusuali per il territorio dell'Organizzazione Interprofessionale (O.I.) Pomodoro da Industria nel Nord Italia, con un andamento fortemente altalenante. Nel 2020 la quantità di pomodoro si è fermata a 2.750.403 tonnellate, quantità che è comunque al di sopra della media annuale: direttamente proporzionale all'aumento di superficie utilizzata. In media, le tonnellate di pomodoro coltivate in un ettaro di campo variano da 60-70 fino ad un massimo 100, che può essere raggiunto grazie ad un ottimo terreno e alla capacità dell'agricoltore stesso.

L'Emilia-Romagna, come è già stato accennato nel capitolo precedente, è la regione in cui si coltiva più pomodoro da industria in Italia (anche se all'interno di essa prevale la barbabietola): 34% della produzione nazionale. E' seguita dalla Puglia (31,9 %) e dalla Lombardia (9,7 % del totale) con circa 500.000 tonnellate all'anno (fig. 24).

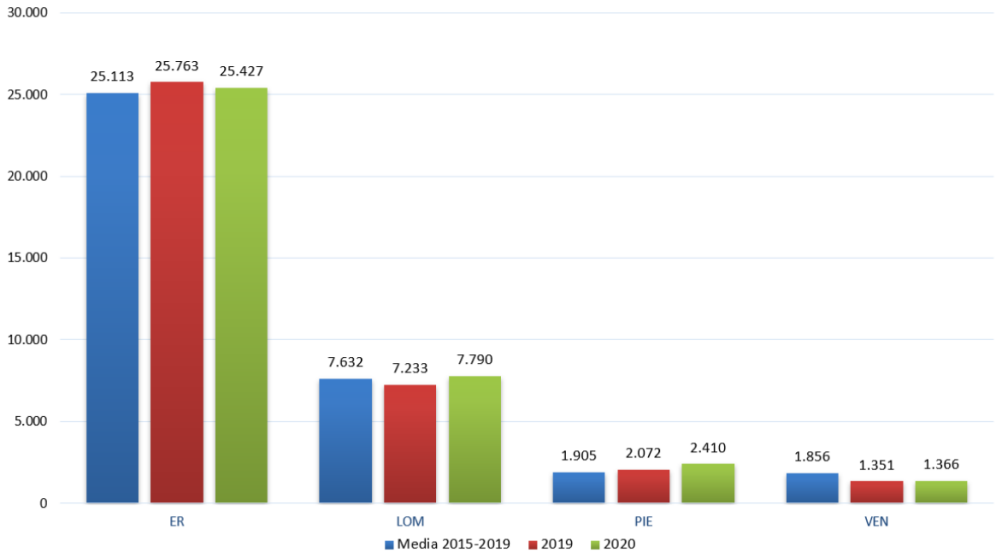


Figura 24 - superficie [ha] investita a pomodoro da industria nel Nord Italia: distinzione per regione (O.I., 2021)

Dal lavoro di tesi si è ottenuto una conferma di questi dati (fig. 25): in termini di terreni dedicati, l'Emilia-Romagna è prima con 24.866 ha, seguita da Lombardia (7.494 ha), Veneto e Piemonte.

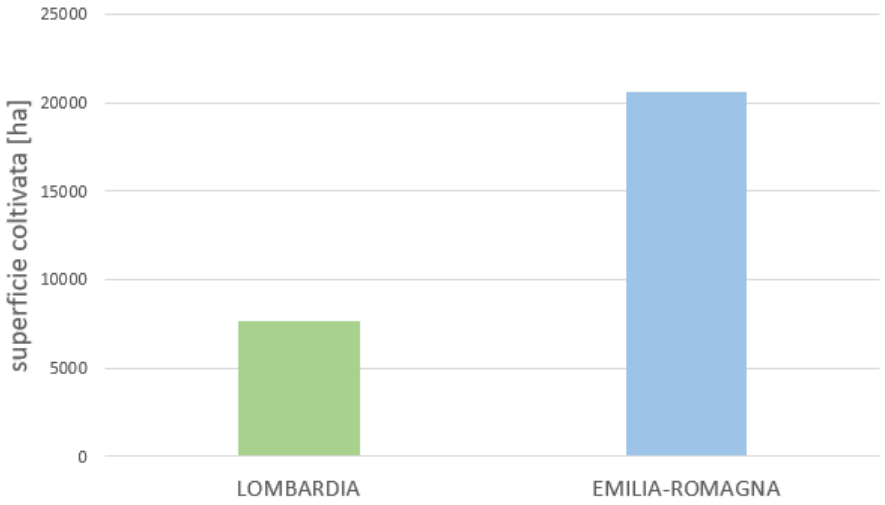


Figura 25 - superficie utilizzata per la coltivazione di pomodoro in Lombardia e in Emilia-Romagna

Il rapporto tra la superficie coltivata nelle due regioni (Emilia-Romagna/Lombardia) in aree soggette a rischio alluvione è pari a 3,44: rispettivamente 14.642,5 ha e 4.253,5 ha (fig. 26).

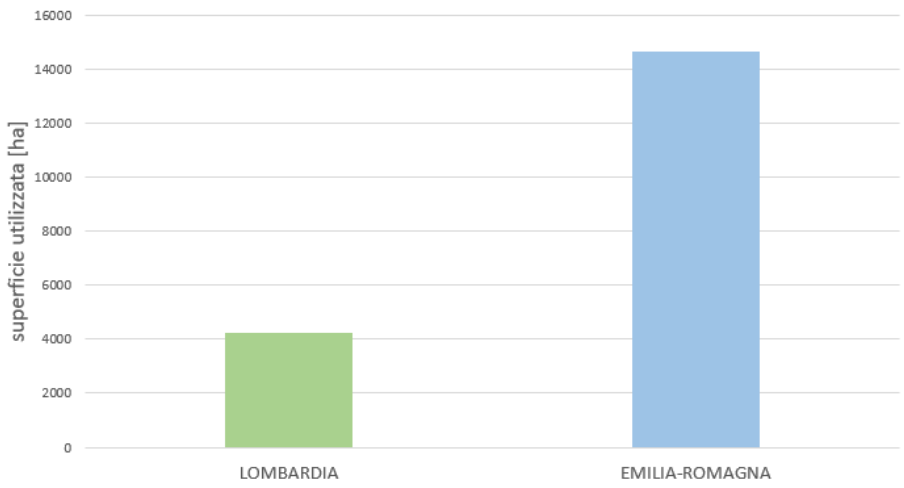


Figura 26 - superficie utilizzata per la coltivazione di pomodoro in aree potenzialmente allagabili in Lombardia e in Emilia-Romagna

Mantova con 3.963 ettari (prima provincia lombarda per produzione e superficie di pomodoro) e Cremona con 2.102 sono al 4° e al 5° posto nella classifica delle province, precedute da Piacenza, Ferrara e Parma (fig. 27).

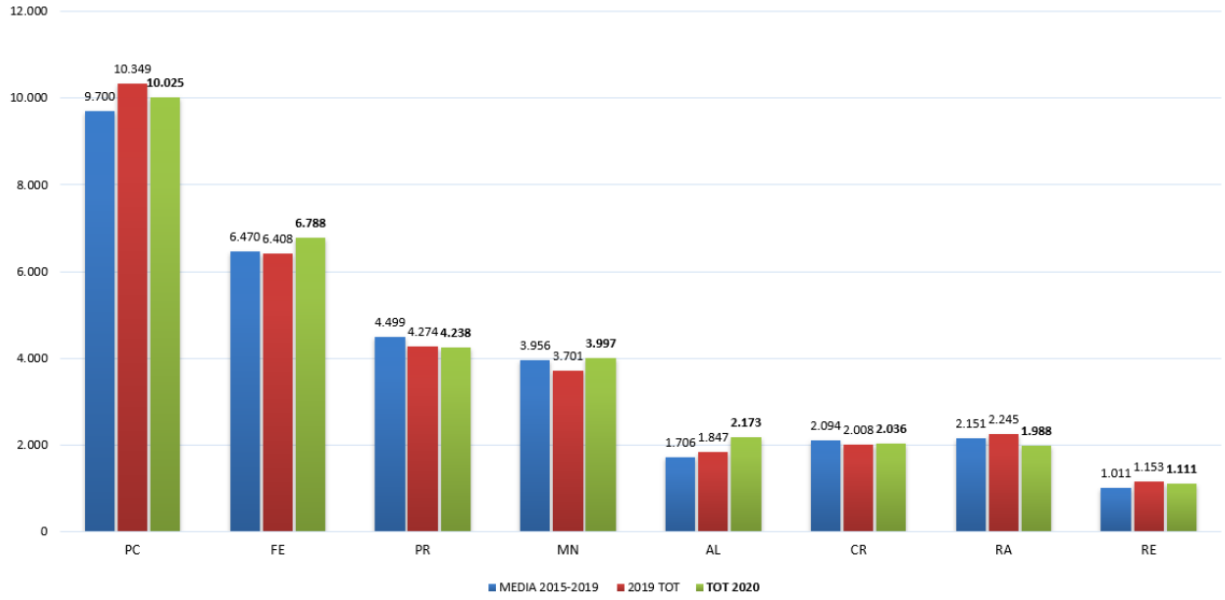


Figura 27 - superficie investita a pomodoro da industria nel Nord Italia: distinzione per provincia (O.I., 2021)

Il pomodoro da industria nel Nord Italia viene trasformato ed utilizzato sia per i concentrati, per le polpe e sia per le passate, con una percentuale che può variare negli anni a seconda delle esigenze di mercato. Il pomodoro trasformato in sugo è in un range percentuale compreso tra l'1 e il 2%, di gran lunga inferiore rispetto alle precedenti (fig. 28).

Figura 28 - materia prima lavorata dalle imprese di trasformazione del Nord Italia: categoria merceologica di destinazione (O.I., 2021)

Per quanto riguarda la destinazione del pomodoro lavorato nelle imprese di trasformazione del Nord Italia (espresso in percentuale di materia prima), a partire dal 2016, circa il 50% è stato comperato dall'industria, a seguire da retail (vendita al dettaglio da azienda a consumatore) e horeca (settore dell'industria alberghiera), il tutto con percentuali di poco variabili nel tempo (fig. 29).

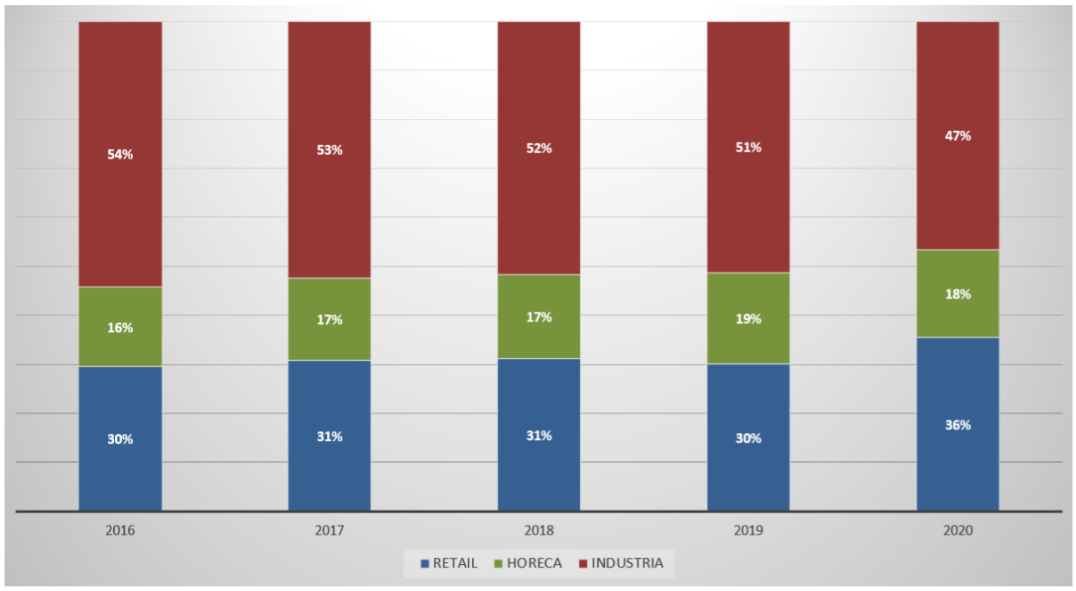


Figura 29 - canale commerciale di destinazione del pomodoro lavorato dalle imprese di trasformazione del Nord Italia (O.I., 2021)

3.1.1.1. Qualità del pomodoro da industria

In un sistema italiano destinato a confrontarsi sui mercati mondiali con altri grandi produttori, interni ed esterni all'UE, assume una notevole valenza la capacità di distinguersi a livello qualitativo. Il tema della qualità del pomodoro da industria e dei suoi derivati è alla base della ricerca di parametri che possano rappresentare in modo efficace le caratteristiche qualitative e tecnologiche del prodotto coltivato, facendone una materia adatta alla trasformazione nei prodotti a cui sarà destinato, ma anche permettere di premiare la professionalità delle imprese agricole. Frequentemente il concetto di qualità è percepito in modo differente da chi coltiva e da chi trasforma. Chi coltiva punta su varietà dalle ottime caratteristiche

agronomiche in termini di arricchimento, resistenza alle malattie, capacità di utilizzare acqua e concimi, resa produttiva in tonnellate prodotte per unità di superficie. Chi lavora il pomodoro vorrebbe un prodotto dall'elevata resa di trasformazione ovviamente variabile a seconda che si parli di concentrato, pelati, polpe o altro, con trapianti scaglionati in modo da non avere una campagna ristretta a un periodo troppo limitato. Il coniugare esigenze spesso agli antipodi richiede griglie di pagamento che possano remunerare adeguatamente anche chi trapianta varietà tardive con rese meno elevate, ma che consentono all'industria di allungare o gestire meglio la campagna di trasformazione o meno produttive in termini di quintali, ma con un contenuto zuccherino più elevato o più colore e via discorrendo. Si tratta di un tema delicato che ha sempre rappresentato un punto critico dei rapporti agro-industriali. Critico in fase di trattativa, per la definizione dei parametri e appunto delle griglie e, in fase di consegna, per la relativa verifica analitica del prodotto (prelievo di un campione attendibile, rappresentativo, metodi di analisi, taratura degli strumenti ecc.).

Le tabelle utilizzate normalmente nei contratti prevedono una griglia basata sui gradi di Brix, ovvero sul contenuto in zuccheri del pomodoro, con premi o penalità a seconda del dato registrato. Per esempio, se consideriamo la tabella 13, fatto pari a 100 un valore tra 4,90 e 4,99 gradi Brix (quindi uguale al prezzo pieno), tra 5 e 5,09 il prezzo diventa pari al 105% del prezzo pieno, mentre se i gradi di Brix sono nell'intervallo 4,8-4,89 il prezzo cala al 95%. Si devono poi verificare i valori relativi alla presenza dei cosiddetti difetti quali corpi estranei, bacche marce e bacche verdi e la percentuale di elementi dequalificanti il prodotto quali bacche schiacciate, spaccate, immature, scottate o con lesioni cicatrizzate. Anche in questo caso esistono tolleranze e penalità che possono interessare il peso netto e/o l'indice di prezzo. Ovviamente, oltre una certa tolleranza, il carico può essere respinto. Questa è la situazione normalmente disciplinata, ma il settore ha conosciuto nel corso degli anni lo sviluppo di nuove tipologie di trasformati che si sono affermati presso i consumatori, caratterizzati da nuove particolarità, come le polpe e i cubettati, prodotti più difficili, tecnologicamente parlando, caratterizzati da un grado di Brix basso, che necessitano di caratteristiche quali pelabilità, consistenza della polpa, colorazione ottimale. In alcuni casi l'industria ha quindi affiancato al grado Brix altri parametri, quali l'acidità, attraverso la misurazione del pH, la consistenza, valutata in gradi Bostwich, il colore, verificato in gradi Gardner, con premi o penalità a seconda dei valori desiderati e riscontrati. Sono emerse poi, nel corso degli anni, nuove esigenze, quali quelle legate agli aspetti nutraceutici dei prodotti alimentari, ovvero al loro contenuto di sostanze salutistiche, quali antiossidanti, riduttori del colesterolo ed altri.

Tabella 13 - griglia di valutazione del pomodoro basata sui gradi Brix

°Brix	Percentuale del prezzo concordato
<4,09	75
4,80-4,89	95
4,90-4,99	100
5,00-5,09	105
>5,80	125

3.1.1.2. Caratteristiche, clima e terreno

In Italia si coltiva generalmente da marzo a settembre, quando vi è una temperatura media giornaliera compresa tra i 16 e i 35 gradi. Nel nostro Paese è possibile scendere al di sotto dei 16 gradi nei mesi di aprile e maggio, mentre il problema opposto si può verificare durante i mesi estivi; uscire da questi limiti di temperatura può causare lo stop dello sviluppo vegetativo con conseguente perdita del raccolto finale. Per una crescita ottimale il terreno deve essere sciolto, drenante, profondo, ricco di nutrienti e sostanze organiche e pH compreso tra 5,5 e 7,9, ideale se 6,5 (tab. 14). Importante, però, che sia un terreno lavorato in profondità (per fornire umidità quando il clima è secco), ben concimato e situato in una posizione soleggiata e al riparo dalle correnti fredde.

Tabella 14 - caratteristiche del pomodoro da industria

POMODORO	
Temperatura minima	16
Temperatura ottimale	24
Temperatura massima	35
pH ideale	6,5
Salinità	< 3 mS/cm
Calcare attivo	<10%

3.1.1.3. Rotazione colturale

Con il termine di rotazione colturale, si intende una successione di colture diverse tra di loro sullo stesso appezzamento, la quale prevede il ritorno dopo un certo numero di anni della coltura iniziale (cioè quella che ha aperto la rotazione). La funzione principale di questa pratica agronomica, è quella di ricostituire la fertilità del suolo che si è perduta nel corso del tempo, attraverso le coltivazione sullo stesso terreno della stessa specie colturale. Per questo ai fini delle rotazioni colturali, le colture sono distinte in:

1. depauperanti o sfruttatrici → esigenti dal punto di vista nutritivo, perché sfruttano il terreno e lo impoveriscono (es. frumento, avena, orzo, segale, riso, mais, sorgo e tutti i cereali da granella);
2. preparatrici o da rinnovo → richiedono cure colturali particolari come lavori di preparazione e/o concimazioni organiche e minerali abbondanti (es. mais, barbabietola da zucchero, patata, pomodoro, tabacco, girasole, fava, fagiolo, pisello, lupino ecc.);
3. miglioratrici → aumentano la fertilità del terreno influendo sulla struttura fisica, chimica e biologica (es. graminacee pratensi) oppure lo arricchiscono d'azoto (es. leguminose da granella e da foraggio).

I vantaggi che si ottengono sono i seguenti: terreno più fertile, meno parassiti e meno malattie. Innanzitutto, il pomodoro non deve mai succedere a sé stesso. È importante far sì che ci sia una rotazione colturale ogni tre o quattro anni, in successione a cereale o oleaginosa, al fine di non incorrere in malattie. È necessario, soprattutto, evitare che venga coltivato in successione ad un ortaggio appartenente alla stessa famiglia delle solanacee, quale la patata, peperone e melanzana, mentre sono ben visti aglio, cipolla o basilico.

3.1.1.4. Malattie causate dal contatto con l'acqua

I fattori primari che possono portare a malattie sono: presenza di acqua, carenza idrica e temperatura. L'acqua, infatti, è una delle principali cause per il sorgere di malattie alla piantina di pomodoro e al frutto stesso. Pertanto, è frequente la formazione di malattie dovute ai ristagni idrici, che possono essere generati da un'alluvione o, con conseguenze meno catastrofiche, da un eccesso di irrigazione; in quest'ultimo caso è più semplice prevenire la formazione di ristagni idrici, mentre è sicuramente più complicato mettere in atto misure di prevenzione per difendersi da un possibile alluvione. Il produttore agricolo, infatti, cerca di evitare i terreni poco drenanti dove possono verificarsi ristagni sotto superficiali e prepara il terreno con lavorazioni che possano assicurare un buon drenaggio.

Vi sono due malattie principali che, generate da un eccesso idrico, possono attaccare la pianta o il frutto stesso:

- la peronospora compare soprattutto in estate dopo giornate piovose (sono sufficienti sei ore di pioggia continuata). Irrigare i pomodori è molto utile, ma bisogna sapere anche che irrigazioni sbagliate sono anche una delle maggiori cause di malattia della pianta; non bisogna mai esagerare

con le quantità e l'acqua deve essere direzionata sul terreno, non sulla pianta. In particolare, quando le temperature sono miti, è di buona norma evitare eccessi idrici;

- il marciume apicale del pomodoro si presenta con un annerimento della parte terminale del frutto, dovuta alla necrosi dei tessuti che rende il pomodoro non commerciabile. Le varietà di pomodoro ad esserne colpite sono quasi esclusivamente quelle allungate, come il classico San Marzano, oppure le tipologie Cuore di bue. Anche in questo caso, è buona prassi prevedere turni irrigui brevi e frequenti.

Il periodo peggiore per lo sviluppo di queste malattie coincide con la fine della primavera (maggio e giugno) e soprattutto la fine dell'estate (fine agosto). La prevenzione e i trattamenti di difesa per proteggere i pomodori vanno effettuati in questi momenti.

3.1.1.5. Mantova, Piacenza e la coltivazione del pomodoro da industria di San Marzano

Si è scelto di sviluppare il modello di danno alluvionale AGRIDE-c per il pomodoro coltivato nelle province di Piacenza e Mantova, rispettivamente la seconda e la quarta provincia nel distretto del Po per estensione della superficie destinata alla coltivazione di pomodoro a potenziale rischio alluvione (fig. 18). Sono state scelte queste due province per via della disponibilità degli stakeholders locali (Confagricoltura di Mantova e Confagricoltura di Piacenza), con i quali sono stati organizzati diversi incontri.
In figura 30 sono evidenziate le aree a potenziale rischio di esondazione (TR 500) nelle due province in esame.

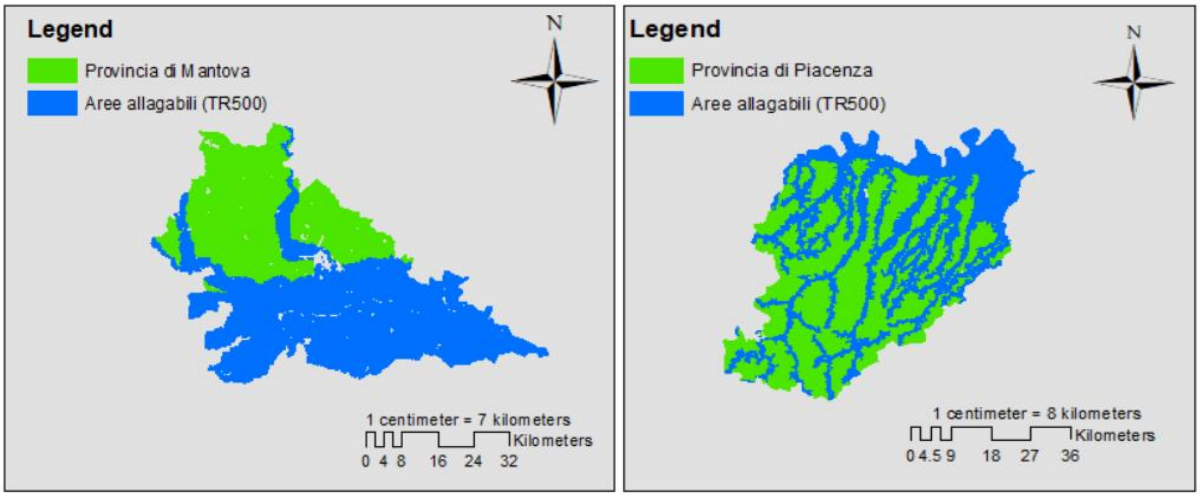


Figura 30 – aree potenzialmente allagabili (TR 500) in provincia di Mantova (sinistra) e di Piacenza (destra)

Le province di Mantova e Piacenza sono, rispettivamente, seconda e terza in termini di superficie e produzione di pomodoro nel bacino del Po; insieme a Cremona sono state identificate come appartenenti al "triangolo del pomodoro", grazie alla loro vicinanza e al medesimo metodo di coltivazione.
Come evidenziato nel capitolo precedente, il pomodoro è l'ortaggio più presente in Lombardia (anche nelle aree potenzialmente allagabili) e Mantova è la prima provincia in termini di superficie (totale e allagabile) destinata agli ortaggi, in particolare ai pomodori (fig. 31 e tab. 15): il pomodoro raccolto in terreni a rischio alluvionale occupa una superficie di 2.125,84 ettari (31% del totale), a seguire vi sono il melone con il 22% (orticola presente quasi solamente qui), barbabietola 15% e cocomero 14%.
Di seguito sono state riportate le proporzioni di aree potenzialmente allagabili con all'interno i principali ortaggi.

Tabella 15 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Mantova

TIPOLOGIA	SUPERFICIE COLTIVATA [ha]
POMODORO	**2.125,84**
MELONE	1.503,1
BARBABIETOLA	**1.039,09**
COCOMERO	960,27
PISELLO	748,78
ZUCCA	390,46
FAGIOLO	154,28
LATTUGA	0,66

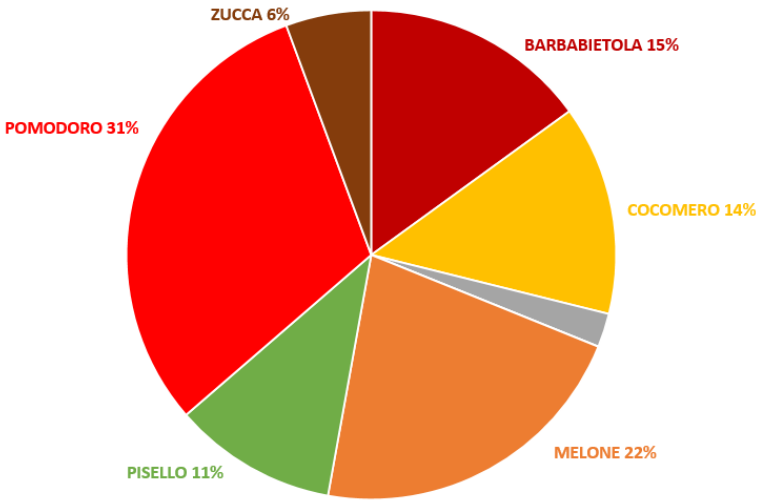


Figura 31 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Mantova

In particolare, la varietà più coltivata in questa provincia è quella di San Marzano (fig. 32). Il pomodoro di San Marzano è lungo, nervoso e costoluto; inoltre, non si frantuma durante la lavorazione. Il pomodoro a Mantova, ma anche a Cremona, Piacenza e Parma, è soprattutto da trasformazione (sughi, pelati) e viene coltivato in pieno campo. Nelle stesse province si coltiva sempre in pieno campo, ma in quantità ridotte, anche il pomodoro da mensa; in serra (coltura idroponica), invece, ve ne è pochissimo: varietà di ciliegino, a pera ecc.

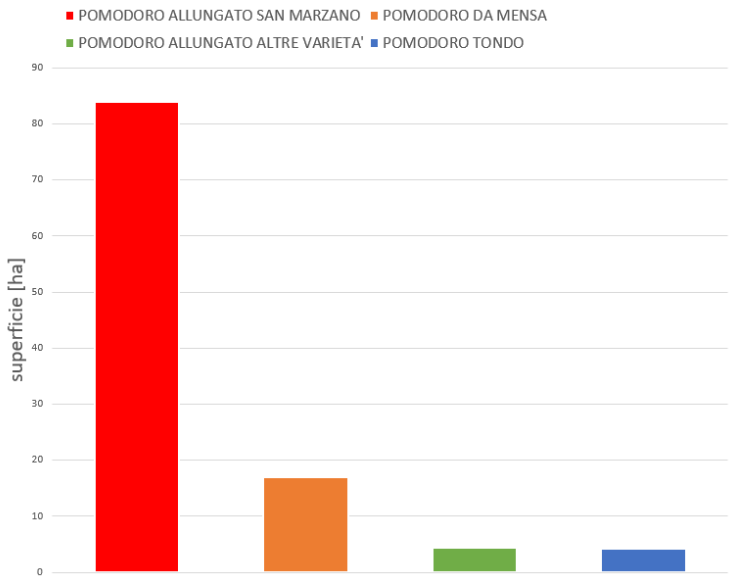


Figura 32 - varietà di pomodoro coltivate in aree a rischio esondazione nella provincia di Mantova

In Emilia-Romagna, invece, prevale la barbabietola. A Piacenza, però, il pomodoro soggetto a rischio esondazione viene coltivato su una superficie di 3.297,6 ha (88% della superficie agricola che ricade in aree potenzialmente allagabili), mentre la barbabietola solamente su un'area di 75,2 ha (2% della superficie agricola che ricade in aree potenzialmente allagabili) (fig. 33 e tab. 16).

Tabella 16 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Piacenza

TIPOLOGIA	SUPERFICIE UTILIZZATA [ha]
POMODORO	**3.297,59**
PISELLO	277,14
BARBABIETOLA	75,17
FAGIOLINO	95,33

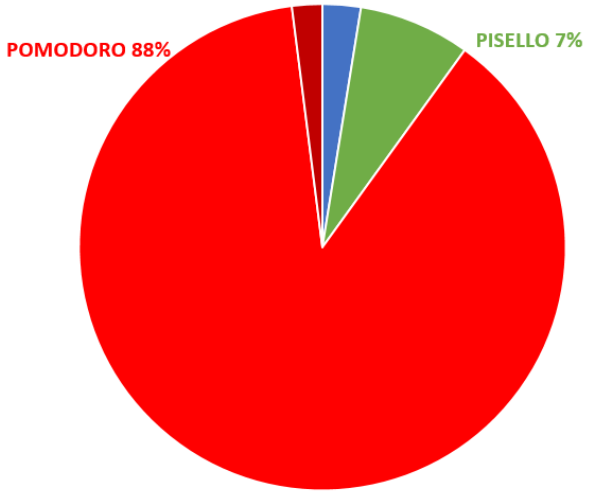


Figura 33 - superficie e percentuale di orticole e tuberi coltivati in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Piacenza

Le varietà di pomodoro coltivate nella provincia di Piacenza sono distribuite in percentuale simile rispetto alle stesse nella provincia di Mantova (fig. 34).

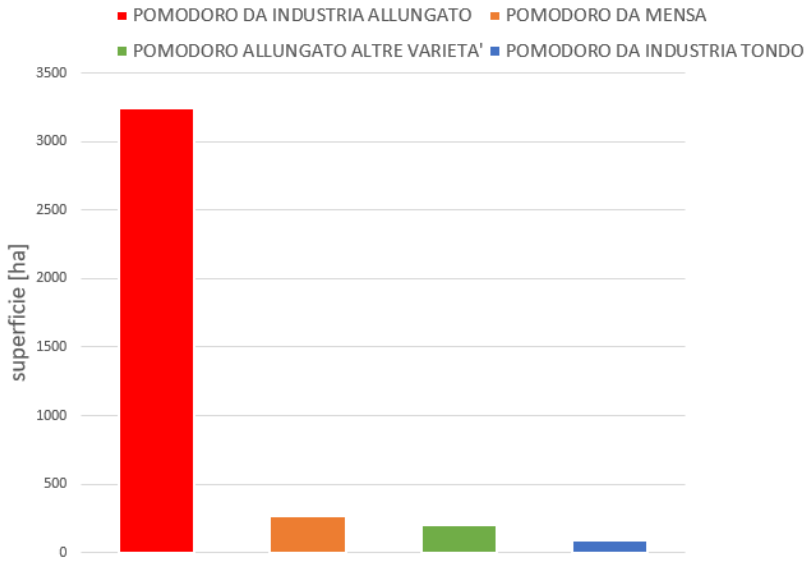


Figura 34 - varietà di pomodoro coltivate in aree a rischio esondazione nella provincia di Piacenza

3.2. Sviluppo del modello – Mantova (pomodoro)

In questo capitolo viene illustrato il modello AGRIDE-c sviluppato per il pomodoro coltivato nella provincia di Mantova, mentre i risultati per la provincia di Piacenza sono riassunti in Appendice.

Come primo step è di fondamentale importanza costruire lo scenario zero (condizioni normali) per la coltivazione del pomodoro, nel quale collocare le fasi fenologiche con relativa durata e periodo dell'anno (calendario colturale), il bilancio economico dell'azienda e le lavorazioni coi corrispettivi costi cumulati durante tutto il ciclo biologico in assenza di evento alluvionale; definito questo scenario, si può procedere alla valutazione dell'effetto delle alluvioni in termini di diminuzione della resa e variazione dei costi di produzione, per diversi scenari.

3.2.1. Calendario colturale

Una corretta definizione del calendario colturale è la base per la formulazione del modello di danno alluvionale. Con l'aiuto degli esperti sono stati individuati nove stadi vegetativi (tab. 17).

Tabella 17 - fasi fenologiche e rispettiva altezza della piantina di pomodoro

POMODORO									
Fasi fenologiche	**Semina**	**Germogliazione**	**Trapianto**	**Post trapianto**	**Crescita**	**Allegagione**	**Sviluppo frutti**	**Maturazione**	**Raccolta**
Altezza piantina	x	< 1 cm	15-20 cm	20-25 cm	25-50 cm	50-80 cm	80-50	50-30	30

In ognuna di queste fasi, la piantina di pomodoro ha differenti capacità di resistere ad una possibile alluvione. Alcune fasi fenologiche successive e con caratteristiche simili sono state accorpate, in modo tale da ottenere un ciclo semplificato ed idoneo per lo sviluppo del modello di danno. Si è dovuto ricorrere ad approssimazioni, prendendo in considerazione le seguenti ipotesi: ogni stadio vegetativo è stato fatto durare un mese, cercando di rispettare le date di inizio e fine mese. Questo perché l'informazione relativa all'intensità e alla probabilità di accadimento degli scenari di pericolosità è disponibile al più con dettaglio mensile, coerentemente con i dati storici di pioggia e di portata disponibili a livello italiano. In natura, invece, è fisiologico che ci sia una sovrapposizione di almeno due fasi fenologiche, dato che vi è una differenza massima di circa un mese tra la prima e l'ultima piantina trapiantata. Se al verificarsi di un'alluvione alcune piantine di pomodoro non si trovano esattamente nella fase fenologica del calendario colturale semplificato corrispondente al mese dell'alluvione l'agricoltore può calcolare il danno facendo riferimento allo stadio vegetativo, invece che al mese.

Inoltre, anche se in natura non vi è uno stacco ben definito, ma l'agricoltore opta spesso per un trapianto e, quindi, successiva raccolta scalare in base alle esigenze dell'industria di trasformazione, si è ritenuto opportuno realizzare un doppio calendario colturale (uno per il ciclo precoce, uno per il ciclo tardivo), al fine di poter valutare il danno alluvionale attraverso una precisa semplificazione. Le aziende che producono pomodori durante il primo ciclo non proseguiranno con il secondo; questo è dovuto sia alle tempistiche di lavorazione (non vi sarebbe il tempo necessario), sia a possibili malattie che potrebbero attaccare la piantina e il frutto stesso (mancanza di rotazione colturale). Al termine del primo ciclo vengono raccolti mediamente il 65%-70% dei pomodori, mentre al termine del secondo il restante 30% circa.

Qui di seguito vi è una descrizione accurata delle fasi fenologiche e del calendario colturale riferito al primo ciclo.
Per quanto riguarda il pomodoro da industria nel primo ciclo colturale, nel 95% dei casi in Italia la semina avviene in semenzaio durante il mese di febbraio, per permettere un controllo sulla quantità di semi utilizzati, velocizzare il ciclo e ridurre gli effetti di eventi climatici avversi come ritorni di freddo primaverili. Le piantine di pomodoro in crescita nel semenzaio possono essere attaccate da vari funghi che ne causano

la moria, favoriti da una scarsa ventilazione e un'alta umidità relativa di questi ambienti, per cui è importante tenere sempre arieggiato il semenzaio e non annaffiare troppo le piantine.
A seguire vi è lo stadio vegetativo del trapianto, fase molto critica e sensibile. I vantaggi del trapianto rispetto alla semina diretta in campo sono i seguenti: maturazione più concentrata nel tempo e anticipata, minor distribuzione di diserbo con diminuzione del costo (ciclo più breve), attecchimento del 100%. Vi sono due tipi di trapianto: trapianto precoce e trapianto tardivo, al fine di ottenere una maturazione scalare in due periodi. Ogni piantina viene in media trapiantata 45 giorni dopo la semina, per la precisione da metà marzo fino a metà aprile, quando l'altezza è di circa 15-20 cm e possiede dalle 3 alle 5 foglie. C'è comunque un lasso di tempo entro cui fare semina o trapianto, che dipende dalle condizioni climatiche e dal tipo di terreno; infatti, se le temperature sono elevate rispetto alle medie stagionali, il trapianto viene anticipato verso l'inizio di marzo. Inoltre, un terreno sabbioso si scalda più in fretta e, dunque, il trapianto deve essere anticipato; se argilloso rimane freddo più a lungo e si dovrà aspettare un po' di tempo. Dopo il trapianto vi è un periodo di circa 10 giorni in cui la piantina si deve adattare al nuovo ambiente ed è fondamentale che ci riesca, per questo motivo è una fase molto delicata che si estende per un lasso temporale che va dal 15 marzo a fine aprile. Per rendere il calendario di più semplice interpretazione, dovuto anche ad una percentuale di incertezza, si è stabilito di unire le due fasi in un solo mese (tab. 17-18).
La crescita è la fase meno sensibile. In generale, a partire dagli inizi di aprile le prime piantine trapiantate iniziano a crescere per circa tre settimane, mentre le ultime trapiantate rimarranno nella fase di crescita fino al 15 di maggio. Anche in questo caso, come per ogni successivo stadio vegetativo, la durata della fase è stata posta pari ad un mese.
La fase di allegagione (fioritura), che avviene verso metà primavera, ha durata di circa 3 settimane per ogni piantina come anche lo sviluppo dei frutti, dove molte piantine hanno raggiunto il metro di altezza e molti fiori si sono trasformati in piccoli pomodori verdi.
Per quanto riguarda la loro maturazione, ovviamente non può avvenire nello stesso istante temporaneo per tutti i pomodori. Il motivo principale è, come è già stato accennato, il fatto che ogni piantina è stata seminata e trapiantata nell'arco di un mese. Il secondo motivo è dovuto al fatto che, anche se due piantine dello stesso tipo fossero state trapiantate nello stesso momento, non è detto che la maturazione dei frutti avvenga in contemporanea; vi sono molte variabili in gioco.
Durante tutto il mese di luglio è possibile raccogliere i pomodori. Il pomodoro da industria viene raccolto quando ha raggiunto la completa maturazione ed ogni pianta produce circa, per ogni ciclo colturale, dai 2 ai 5 kg di pomodoro. Dalla coltivazione di un ettaro di terreno si ricavano mediamente 70-80 tonnellate di bacche, anche se i produttori migliori ricavano anche tra le 90 e le 100 tonnellate/ha. La raccolta avviene grazie all'utilizzo di idonee apparecchiature. Queste possono essere di proprietà, spesso nel caso in cui l'agricoltore possiede grosse superfici (circa 40-50 ettari); in caso contrario si può fare affidamento ai terzisti, anche perché una macchina adibita alla raccolta del pomodoro costa circa 250.000 €.

È importante essere consapevoli del fatto che le piantine non sono macchine: le ultime seminate e trapiantate hanno un ciclo biologico di minor durata, riuscendo a recuperare circa due settimane alle prime grazie al clima e alla temperatura del terreno. Per questi motivi, spesso, la raccolta del secondo ciclo inizia circa un mese dopo aver terminato la raccolta per il primo ciclo. L' industria, infatti, organizza i calendari per avere un raccolto secondo le loro esigenze. Il pomodoro, inoltre, ha necessità di essere lavorato in poche ore, contrariamente, ad esempio, al mais che si conserva per mesi; per questo alcune aziende agricole trapiantano in anticipo e alcune in ritardo, in modo da avere scaglionata la fase di raccolta e di trasformazione ed impedire al pomodoro di marcire in campagna per sovra-maturazione.
La durata complessiva del primo ciclo varia tra i 110 e 120 giorni, mentre per il secondo tra i 90 e i 100 giorni. Vi è una differenza temporale di circa due mesi tra il primo e secondo ciclo che si assottiglia verso il mese e mezzo a partire dalla fase di allegagione, grazie alle temperature estive che accelerano lo sviluppo vegetativo. Per questo motivo, non solo ci sarebbe un recupero di tempo della piantina all'interno del ciclo stesso, ma anche tra i due cicli diversi. Il secondo ciclo, infatti, dura circa 20 giorni in meno.
Qui di seguito (tab. 18-19) sono stati riportati i calendari colturali semplificati per entrambi i cicli.

Tabella 18 - calendario colturale per il primo ciclo biologico nella provincia di Mantova

CALENDARIO COLTURALE											
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
PARTICELLA SPOGLIA	SEMINA	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	CRESCITA	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	MATURAZIONE	RACCOLTA	PARTICELLA SPOGLIA				

Tabella 19 - calendario colturale per il secondo ciclo biologico nella provincia di Mantova

CALENDARIO COLTURALE											
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
PARTICELLA SPOGLIA			SEMINA	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	CRESCITA	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	MATURAZIONE	RACCOLTA	PARTICELLA SPOGLIA		

3.2.2. Resa, prezzo di vendita e contributi europei

Si è scelto di sviluppare il lavoro per una particella unitaria (1 ha) di terreno.

Il bilancio di una determinata azienda agricola è dato dalla differenza tra il ricavo [€/ha] e i costi di produzione variabili e fissi [€/ha]; il tutto moltiplicato per la superficie totale coltivata. Dei costi di produzione si parlerà nel dettaglio nel paragrafo successivo. Il ricavo, invece, è dato dalla somma tra la produzione lorda vendibile (PLV), ottenuta moltiplicando il prezzo di vendita [€/q] di una determinata coltura per la sua resa [q/ha], e i contributi europei (contributi U.E.).
Il prezzo di vendita non è fisso, ma varia a seconda del periodo dell'anno e, quindi, in base alle richieste del mercato. In questo lavoro di tesi si è fatto uso di un valore medio di 8 €/q come prezzo per il pomodoro da industria per entrambi i cicli colturali. Questo, comunque, non supera quasi mai i 10 €/q, anche perché l'azienda agricola non vende il pomodoro direttamente all'industria, ma ci arriva attraverso un secondo passaggio per mezzo delle associazioni di produttori.
Riguardo la quantità prodotta, si è stabilito di considerare una resa media di 850 q/ha per il ciclo precoce, mentre di 750 q/ha per il ciclo tardivo.

In tabella 20 è stato riportato il bilancio economico [€/ha] dell'azienda per entrambi i cicli colturali.

Tabella 20 - bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria nella provincia di Mantova

BILANCIO ECONOMICO											
Primo ciclo						Secondo ciclo					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U. E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
850	8	300	7100	5825	1275	750	8	300	6300	6125	175

Una voce importante del bilancio aziendale è data dai contributi europei all'agricoltura, legati alla Politica Agricola Comunitaria (PAC). In coerenza con quanto adottato originariamente in AGRIDE-c, sono stati qui considerati solo alcuni dei contributi facenti capo alla "Misura 10 – Pagamenti agro-climatico-ambientali" dei Programmi di Sviluppo Rurale regionali (PSR). I contributi possono essere di due tipi, anche se, per ogni tipologia colturale, può essere valido un solo contributo: contributo disaccoppiato dalla produzione, la cui entità varia da produttore a produttore, e contributo accoppiato alla produzione. Nel pomodoro della provincia di Mantova si fa riferimento solamente al contributo disaccoppiato (300 €/ha).

3.2.3. Lavorazioni e costi di produzione

Per costi di produzione variabili si intendono tutte quelle spese associate alle lavorazioni necessarie sia prima sia durante tutto il processo biologico di crescita e sviluppo della piantina di pomodoro. Queste lavorazioni possono essere svolte sia manualmente sia attraverso macchine e, i rispettivi costi sommati, costituiscono le spese che ogni azienda deve sostenere per arrivare alla raccolta finale. Di fondamentale importanza è una loro accurata valutazione perché, in caso di alluvione, maggiore è la precisione nel capire i soldi spesi dall'azienda agricola fino a quel determinato momento, migliore sarà la valutazione del danno economico e, quindi, la scelta su come procedere (continuo, risemino, abbandono). Ai costi di produzione variabili viene sommata una quota di costi fissi: ne fanno parte tutte quelle spese non variabili nel tempo che l'azienda agricola deve pagare ogni anno (come luce e gas). Questi sono stati assunti pari ad un 5% della produzione lorda vendibile (PLV).

Per quanto riguarda il pomodoro da industria, la lavorazione meccanica prevale quasi sempre su quella a mano, grazie anche all'evoluzione tecnologica delle macchine. Nell'elaborato è stata fatta una distinzione tra i costi delle lavorazioni meccaniche (es. distribuzione del concime) e dei mezzi tecnici (es. concime di fondo).
La lavorazione principale del terreno avviene in autunno, in particolare con l'aratura, la ripuntatura e l'estirpatura. La prima tecnica è il livellamento o sistemazione superficiale a due strati: ripuntatura a 50-60 cm di profondità e, poi, aratura leggera o superficiale a 25-30 cm. A fine inverno (tipicamente a febbraio) si procede con la preparazione del terreno: concimazione, diserbo e preparazione del letto di semina. Questi sono procedimenti che devono essere svolti prima del trapianto in campo aperto, durante la fase di semina in semenzaio. I costi vengono associati ad un processo meccanico di distribuzione del concime e concime di fondo, e ad una distribuzione del diserbo prima del trapianto e diserbo stesso. Se il terreno è povero di sostanze organiche è necessario concimare con del letame con circa 30-40 kg per ogni m^2. Inoltre, è spesso necessaria una distribuzione di fosforo e potassio (rispettivamente 15 e 25 g per ogni m^2). Per "concimazione di fondo" si intende il concime che deve essere sparso prima del trapianto. Il concime di copertura con azoto, invece, va distribuito dopo il trapianto. Talvolta si fanno anche due passaggi di azoto, ma ciò può variare da azienda ad azienda.
Una volta avvenuto il trapianto si deve procedere ad un'ulteriore distribuzione del diserbo, per rendere più probabile l'attecchimento della piantina nel suo nuovo ambiente ed evitare lo svilupparsi di malattie che sarebbero fatali; in genere sempre prima della fioritura.
Durante le fasi di crescita, allegagione, sviluppo frutti e maturazione è necessario "lottare" contro insetti e crittogame attraverso fungicidi, geo disinfestanti ed insetticidi. I primi hanno un costo nettamente superiore perché è d'obbligo proteggere le piantine dallo sviluppo di malattie come la peronospora; gli insetti, invece, non sempre sono presenti. Questi interventi devono essere interrotti alcuni giorni prima della raccolta, altrimenti si può andare incontro al rischio di trovarne tracce nel prodotto. Inoltre, è possibile ricorrere ad interventi preventivi che prevedono il possibile manifestarsi dell'infezione; questi prendono il nome di "interventi per la lotta integrata" e consentono di ridurre il numero di interventi chimici a 3 o massimo 4. Durante questo lasso di tempo si effettua anche la sarchiatura, lavorazione importante per il mantenimento dell'umidità all'interno del terreno. Durante il ciclo tardivo si fa uso di un circa 10% in meno di fertilizzanti, concimi e diserbanti; i costi, ovviamente, diminuiscono proporzionalmente.

Irrigazione e raccolta più trasporto fanno parte dei costi che influenzano maggiormente la spesa per ettaro di terreno che un agricoltore deve sostenere durante tutto il ciclo biologico. In media è consono irrigare i campi circa 5 volte durante l'intero ciclo; si è pensato che, essendo il primo ciclo principalmente in primavera, si hanno numerose piogge per cui quattro irrigazioni possano essere sufficienti: la prima durante il trapianto, la seconda e la terza durante crescita ed allegagione e sviluppo dei frutti, mentre l'ultima durante la maturazione. Durante il secondo ciclo, invece, si è optato per irrigare 6 volte: una volta per mese, tranne durante i mesi più caldi (luglio e agosto) in cui si irriga il doppio, per un totale di 1.440

€/ha. Il secondo ciclo, infatti, si sviluppa prevalentemente in estate, per questo motivo sarà necessaria una maggior quantità di acqua.
Si è deciso di analizzare in maniera più accurata l'irrigazione, lavorazione di fondamentale importanza perché una scarsa o elevata quantità di apporto idrico potrebbe causare la morte della pianta e quindi la perdita del raccolto finale. Il fenomeno alluvionale può, infatti, avere alcune similitudini con l'utilizzo di un'elevata quantità di acqua a scopo irriguo, che è in funzione dell'epoca del trapianto, delle piogge, della riserva idrica iniziale terreno e della profondità della falda. Il fabbisogno irriguo, dunque, è dato dalla differenza tra il fabbisogno idrico e gli apporti naturali (piogge utili, apporti di falda, acqua accumulata nel terreno).
Vi sono differenti metodi di infiltrazione: da solchi, aspersione, goccia. Al fine di ottenere le massime produzioni è necessario irrigare a goccia; per una produzione ottimale si suggerisce di effettuare in media i seguenti interventi irrigui:

- aprile → 250 m^3/ha equamente distribuiti sul terreno, un intervento durante la semina o il trapianto;
- maggio → 600 m^3/ha equamente distribuiti sul terreno;
- giugno → 1.500 m^3/ha equamente distribuiti sul terreno;
- luglio → 1.500 m^3/ha equamente distribuiti sul terreno;
- agosto → 1.000 m^3/ha equamente distribuiti sul terreno entro la seconda metà d'agosto ed in funzione delle esigenze di raccolta.

Il pomodoro San Marzano necessita di apporti idrici somministrati con frequenza costante. Vi sono stadi vegetativi in cui un apporto idrico è particolarmente importante: il periodo in cui il seme germina e la piantina deve svilupparsi è da curare con grande attenzione; la pianta giovane, infatti, ha radici esili e corte, per cui non è in grado di cercare l'acqua in profondità. Anche quando inizia la fioritura è utile una più frequente irrigazione, visto che fruttificare comporta un dispendio idrico maggiore.
L'acqua, quindi, gioca un ruolo centrale per il reddito dei produttori di pomodoro da Nord a Sud dello Stivale e per questo motivo è essenziale individuare le strategie agronomiche più efficaci. L'irrigazione a goccia in questo senso è la tecnica che meglio incarna il concetto di uso razionale della risorsa acqua, non per niente la principale Organizzazione Interprofessionale (O.I.) del pomodoro da industria del Nord Italia ha individuato nell'irrigazione a goccia la soluzione irrigua più sostenibile sia a livello ambientale sia economico. I vantaggi di questa tecnica irrigua sul pomodoro sono sia a livello produttivo, sia qualitativo. Per quanto concerne la salinità, il pomodoro risulta meno esigente rispetto ad altre colture (tab. 14), per cui si possono utilizzare anche acque che presentino moderati livelli di salinità.
Le lavorazioni sono, dunque, numerose. Nelle tabelle 21 e 22 è riportato un tipico prospetto di lavorazioni meccaniche e rispettivi mezzi tecnici essenziali per la coltivazione del pomodoro da industria, con i relativi costi per ettaro per i due cicli nella provincia di Mantova.

Tabella 21 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Mantova

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
agosto - settembre - ottobre - novembre - dicembre - gennaio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 300		**300**
febbraio	SEMINA	Distribuzione concime: 60	Concime di fondo: 280	**300 + 450 = 750**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 30	Diserbo pre trapianto: 80	
marzo	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 320	Piantine: 800	**750 + 1720 = 2470**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 60	Diserbo post trapianto: 100	
		Irrigazione_1: 240	Concime di copertura (azoto): 200	
aprile	CRESCITA	Sarchiatura: 60		**2470 + 300 = 2770**
		Irrigazione_2: 240		
maggio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazione_3: 240	Insetticida: 35	**2770 + 775 = 3545**
		Distribuzione fungicida: 160	Geo disinfestante: 90	
			Fungicida: 250	
giugno	MATURAZIONE	Irrigazione_4: 240		**3545 + 240 = 3785**
luglio	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 1700		**3785 + 1700 = 5485**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**5485**

Tabella 22 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Mantova

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
ottobre – novembre – dicembre – gennaio – febbraio – marzo	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 300		**300**
aprile	SEMINA	Distribuzione concime: 54	Concime di fondo: 252	**300 + 405 = 705**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 27	Diserbo pre trapianto: 72	
maggio	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 320	Piantine: 800	**705 + 1685 = 2390**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 55	Diserbo post trapianto: 90	
		Irrigazione_1: 240	Concime di copertura (azoto): 180	
giugno	CRESCITA	Sarchiatura: 55		**2390 + 295 = 2685**
		Irrigazione_2: 240		
luglio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazioni_3_4: 480	Insetticida: 30	**2685 + 960 = 3645**
		Distribuzione fungicida: 145	Fungicida: 225	
			Geo disinfestante: 80	
agosto	MATURAZIONE	Irrigazioni_5_6: 480		**3645 + 480 = 4125**
settembre	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 1700		**4125 + 1700 = 5825**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**5825**

La raccolta del pomodoro e il suo trasporto occupano il primo posto nella classifica dei costi sostenuti dall'azienda con circa 1.700 euro/ha. Nel complesso un'azienda deve spendere mediamente circa 5.725 euro/ha per assicurarsi un ottimo sviluppo del pomodoro: nel primo ciclo circa 5.485 euro/ha, mentre nel secondo 5.825 euro/ha.

Il costo associato alla preparazione e lavorazione principale del terreno e alla raccolta (e trasporto) è il medesimo per tutti e due i cicli colturali. Vi è una sottile differenza tra il primo ed il secondo ciclo. Quest'ultimo ha una durata di circa 20 giorni meno, per cui due differenze sostanziali in termini economici,

come è già stato accennato, riguardano l'irrigazione, l'uso dei fertilizzanti ed elementi nutritivi; ciò può portare, però, ad una resa/ha inferiore, anche se le spese sono più elevate: 340 €/ha in più.

In figura 35 sono state costruite due curve riferenti ai costi di produzione cumulati durante il processo biologico per entrambe i cicli colturali.

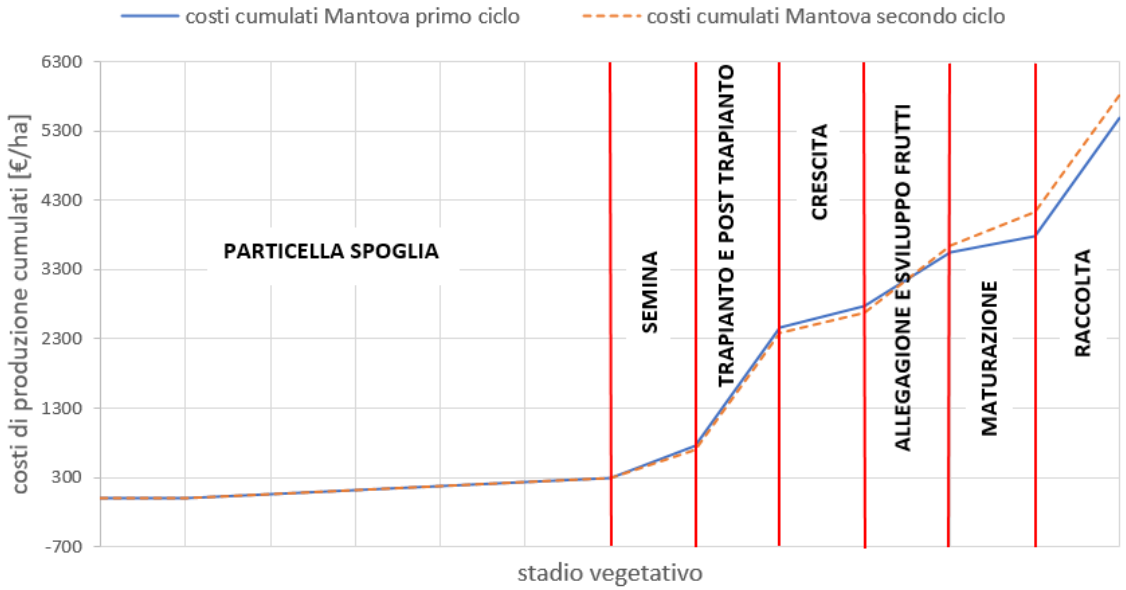


Figura 35 - andamento nel tempo dei costi di produzione variabili cumulati per entrambi i cicli colturali nella provincia di Mantova

Si nota come, a grandi linee, l'andamento sia piuttosto simile: un'impennata della curva si ha durante le fasi di trapianto e post trapianto e di raccolta. I costi cumulati del ciclo tardivo superano quelli del primo ciclo a partire dallo stadio di allegagione e sviluppo dei frutti: sia qui che nel mese successivo sono stati inseriti due cicli di irrigazione di un valore medio di 240 €/ha.

3.2.4. Modello di danno fisico ed economico

Il modello di danno alluvionale AGRIDE-c sviluppato per le colture, come è già stato spiegato nel dettaglio nel capitolo 1.3, ha la caratteristica di poter associare il danno fisico (inteso come perdita/riduzione della resa della coltura) e le variabili di pericolosità e vulnerabilità da cui dipende con il danno economico legato a questa perdita.
Per la formulazione del modello di danno fisico occorre innanzitutto essere al corrente che qualsiasi tipo di coltura, durante il suo ciclo biologico, può essere danneggiata. Ciò nella maggior parte dei casi può portare alla perdita parziale o totale del raccolto. Le cause possono essere associate a tre principali tipi di avversità: alluvione, gelo, siccità. Ovviamente, a seconda del periodo dell'anno, vi è una differente sensibilità da parte della coltura e diversa probabilità di incorrere in una delle tre avversità naturali.
In AGRIDE-c, il modello fisico è dato dalla valutazione del danno alluvionale che può essere recato alla coltura, mentre non vengono presi in considerazione i possibili danni fisici al suolo; un suolo permeabile permette all'acqua di infiltrarsi e quindi di andare via in minor tempo (minor durata e minor altezza). Durante e al termine dell'esondazione sarebbe importante considerare la diminuzione di fertilità del suolo, l'erosione, il deposito e la contaminazione al fine di valutare il danno che esso ha causato.
È fondamentale porre l'attenzione sulle variabili di pericolosità e vulnerabilità. I parametri di vulnerabilità sono il tipo di coltura, il suo calendario colturale e la strategia di mitigazione del danno economico adottata dall'agricoltore. La durata di un'alluvione e il periodo dell'anno sono, invece, le variabili di pericolosità che hanno maggior influenza. La prima può causare un danno elevato alla coltura; il periodo dell'anno viene, invece, associato a:

1. ciclo biologico → la vulnerabilità della coltura dipende fortemente dalle sue caratteristiche e quindi dallo stadio vegetativo al momento dell'alluvione; in generale, è più sensibile negli stadi iniziali, mentre nelle fasi successive dipende se i fiori, i frutti o altri componenti della pianta entrano in contatto con l'acqua;
2. calendario colturale → parametro di vulnerabilità che segue il ciclo biologico della coltura. Un'operazione (es. semina) per la stessa coltura può essere eseguita in diversi periodi dell'anno, a seconda della regione perché lo sviluppo della pianta varia con il clima e le caratteristiche del suolo. É, perciò, importante conoscere la distribuzione annuale delle pratiche colturali caratteristiche per ogni specie nella regione presa in esame. In caso di alluvione, gli itinerari tecnici colturali possono subire delle modifiche.

A seguire, in termini di importanza, entrano in gioco l'altezza d'acqua e la velocità come parametri di pericolosità; nel lavoro di tesi non sono state prese in considerazione, a causa della loro scarsa valenza. Per quanto riguarda la prima è risultato difficile comprendere in maniera esatta le soglie di danno per le diverse fasi fenologiche del pomodoro, anche perché, in ogni fase, sarebbero sufficienti pochi centimetri di acqua per ottenere una perdita totale del raccolto. Data l'enorme quantità di pomodoro, infatti, non si fa uso di canne; ciò fa sì che la pianta del pomodoro si prostri, per cui i frutti non si trovano ad altezze superiori ai 70-80 centimetri.
La velocità della corrente, invece, può essere considerata prossima allo zero. Nella zona di interesse, infatti, il campo delle velocità risulta essere estremamente basso; osservazione che ci permetterà di giustificare l'assenza del parametro velocità dalle variabili in gioco nella determinazione del danno.

Per la realizzazione delle funzioni di danno alluvionale, oltre agli esperti, è stata contattata ISMEA. In tabella 23 sono riportati, per le diverse province lombarde ed emiliano-romagnole, il periodo e livello di vulnerabilità del pomodoro ai tre tipi di avversità già citati, in funzione delle fasi fenologiche sottoposte a maggior rischio. Come si può osservare, il livello di vulnerabilità complessivo dovuto ad un fenomeno alluvionale risulta essere elevato ovunque. Gelo e siccità, invece, non sempre hanno vulnerabilità elevata, spesso, anzi, media o bassa. Il trapianto, ad esempio, è una fase fenologica molto sensibile alle gelate, soprattutto per quanto riguarda i trapianti precoci di fine inverno ed inizio primavera. Se il trapianto, invece, avviene verso fine maggio o inizio giugno, diventa sempre più problematica la carenza idrica ed è necessario intervenire tramite irrigazione.
Nella provincia di Mantova, ad esempio, anche la siccità, che si può verificare dal termine della stagione primaverile fino a fine estate, può causare gravi danni al pomodoro. Per quanto riguarda il danno alluvionale in AGRIDE-c, le fasi fenologiche più fragili, sono quella post trapianto (dove un eccesso di acqua può portare ad asfissia radicale), allegagione e sviluppo dei frutti: un evento alluvionale durante questo periodo, anche se di breve durata e altezza d'acqua, potrebbe essere fatale per la raccolta stagionale. Secondo la Confagricoltura di Mantova, oltre che agli stadi vegetativi precedentemente citati, anche la fase di maturazione e raccolta dei frutti è molto sensibile perché anche un'alluvione di breve durata può portare alla marcescenza dei frutti.
Nella provincia di Piacenza, per ciò che concerne l'alluvione, le voci avversità, livello di vulnerabilità e fasi fenologiche a rischio sono le stesse, ma per quanto riguarda il periodo di vulnerabilità ISMEA fornisce un lasso temporale che termina alla fine del mese di giugno. Questa può essere una spiegazione del fatto che per la Provincia di Piacenza la costruzione di un doppio ciclo colturale che si estende fino al mese di settembre possa essere una forte approssimazione.

Tabella 23 - matrice dei coefficienti di vulnerabilità delle colture agli eventi catastrofali

Prodotto	Province	Avversità	Periodo di vulnerabilità	Livello di vulnerabilità complessivo	Fasi fenologiche a rischio
POMODORINO ALTRE LAVORAZIONI, POMODORO CONCENTRATO E PELATO	Cremona, Piacenza, Parma, Lodi	alluvione	apr - giu	elevato	post trapianto-allegagione-sviluppo frutti
		gelo	mar - apr	medio	post trapianto-inizio fioritura primo palco
		siccità	apr - ago	medio	post trapianto-accrescimento bacche-maturazione
POMODORO TAVOLA		alluvione	apr - giu	elevato	post trapianto-allegagione-sviluppo frutti
		gelo	mar - apr	medio	post trapianto-inizio fioritura primo palco
		siccità	apr - ago	medio	post trapianto-accrescimento bacche-maturazione
POMODORINO ALTRE LAVORAZIONI, POMODORO CONCENTRATO E PELATO	Mantova, Ferrara, Bologna, Modena, Reggio nell'Emilia,	alluvione	apr - sett	elevato	post trapianto-allegagione-sviluppo frutti
		gelo	apr	medio	trapianto o emergenza
		siccità	apr - ago	elevato	dal trampianto alla pre raccolta
POMODORO TAVOLA		alluvione	-		
		gelo	-		
		siccità	-		

A questo punto, sono state create funzioni di danno dipendenti dalla durata dell'alluvione per poter combinare il danno alla piantina e conseguente perdita del raccolto alla riduzione della PLV.
Per le fasi fenologiche di trapianto e post trapianto – allegagione e sviluppo frutti si farà riferimento ad una stessa funzione di danno. Si è stabilito di procedere in questo modo perché ISMEA, nella classificazione del livello di vulnerabilità, considera questi stadi vegetativi come i più sensibili all'inondazione. Durante queste fasi fenologiche, al verificarsi di un'esondazione, si è ipotizzato che il danno crescerà con andamento lineare in funzione della durata, fino a stabilizzarsi al 100% dopo un giorno (fig. 36). Per questa ragione, una riduzione in percentuale del futuro raccolto (resa) corrisponde ad una stessa riduzione in percentuale della PLV, senza prendere in considerazione l'eventuale riduzione della qualità del prodotto finale raccolto e quindi del prezzo di vendita. La fase di crescita è, invece, quella meno sensibile, per cui una durata dell'alluvione inferiore ai due giorni non reca danno alle piantine, ma leggermente al terreno e alla struttura dell'azienda; dai due ai tre giorni si è ipotizzato che il danno crescerà linearmente come nel caso precedente, fino a raggiungere il 100% di danno (fig. 37). La terza funzione è stata costruita per le fasi di maturazione e raccolta, considerate come le più sensibili non tanto per la piantina quanto per la presenza dei frutti: 12 ore di contatto con l'acqua portano ad una perdita totale del raccolto poiché la marcescenza dei pomodori sarebbe inevitabile (fig. 38).
Queste curve saranno le stesse sia per il primo che per il secondo ciclo. Il danno fisico, infatti, non ha dipendenza dal mese in cui l'alluvione si verifica, ma solamente dallo stadio vegetativo in cui la piantina si trova, essendo queste funzioni relazionate al ciclo biologico della coltura stessa e non al periodo dell'anno.

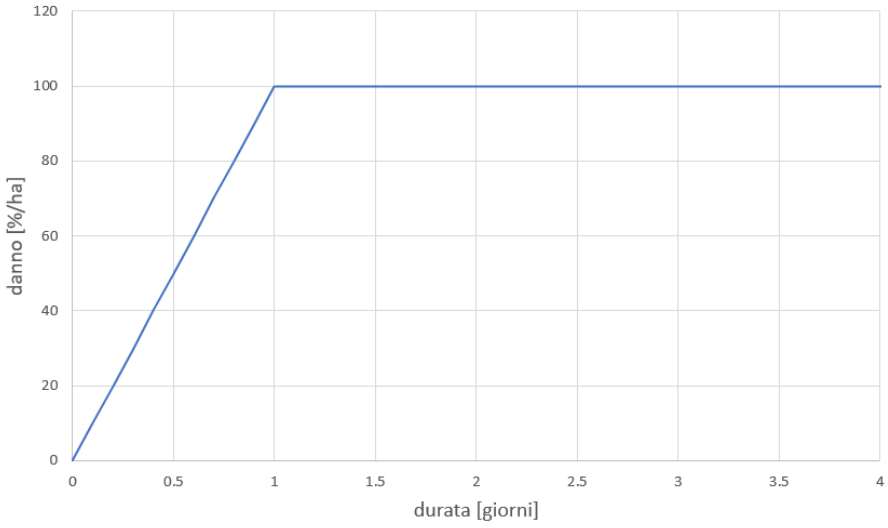


Figura 36 - funzione di danno per le fasi fenologiche di trapianto e post trapianto, allegagione e sviluppo dei frutti

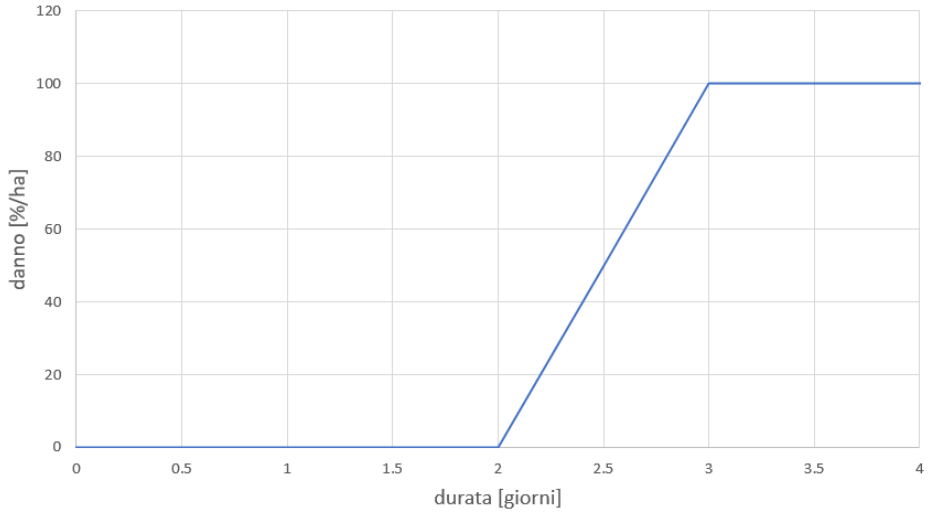


Figura 37 - funzione di danno per la fase fenologica di crescita

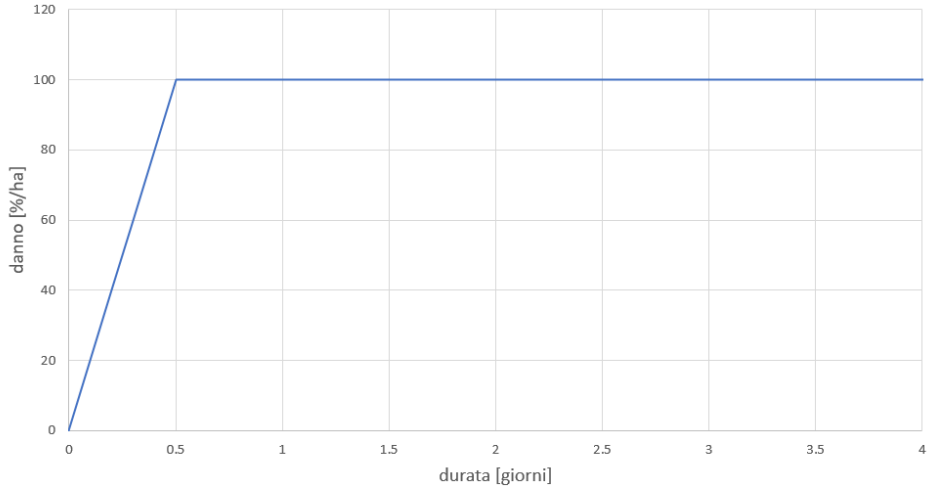


Figura 38 - funzione di danno per la fase fenologica di maturazione

Figura 39 – immagini relative al 100% di danno causato da un'esondazione del fiume Osone nel 2014 nel comune di Ceresara (MN)

3.2.4.1. Scenari di alluvione_1

Nella fase finale di sviluppo del modello AGRIDE-c è stata analizzata la variazione del bilancio economico aziendale rispetto alle condizioni normali (scenario zero) per diversi scenari di allagamento. Con lo scopo di valutare l'impatto che un'alluvione può avere sul bilancio economico di un'impresa agricola, derivato dalla relazione tra il danno fisico alla piantina e la successiva perdita economica annessa, sono stati presi in considerazione diversi scenari. In base alle caratteristiche di pericolosità dell'evento (mese di occorrenza e durata di allagamento) cambiano infatti non solo i danni fisici alla coltura, ma anche le strategie di mitigazione che possono essere messe in atto dall'agricoltore e, quindi, sia il ricavo sia i costi di produzione; di conseguenza varierà il guadagno rispetto a quello dello scenario zero.

Sono stati considerati 9 macro-scenari corrispondenti a nove eventi alluvionali di diversa stagionalità, in modo da ricoprire le varie fasi dell'itinerario agronomico e quindi del doppio ciclo biologico del pomodoro. I mesi di occorrenza dell'evento ipotizzati sono gennaio, febbraio, marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre; corrispondenti alle fasi di particella spoglia, trapianto e post trapianto, crescita, fioritura e sviluppo dei frutti, maturazione e raccolta. Poi, per alcuni di questi nove eventi alluvionali sono stati considerati dei sotto-casi relativi a differenti caratteristiche dell'evento, in termini di durata di inondazione.

In funzione della stagione in cui si verifica l'evento, e quindi del danno fisico, vi sono massimo tre possibili strategie da poter adottare: proseguimento, abbandono o risemina della coltivazione in atto al momento dell'alluvione. Se si dovesse optare per la prima, la produzione lorda vendibile (PLV) dipende dalla percentuale di pomodoro rimasta sul terreno, mentre i costi di produzione sono pari a quelli dello scenario zero più i costi di sistemazione del terreno (500 €/ha) e i costi aggiuntivi (ipotizzati pari al 50% dei costi sostenuti durante il mese in cui si verifica l'alluvione) legati a quantità extra di fertilizzanti, diserbanti e concimi vari e alla necessità di ulteriori lavorazioni ed utilizzo di mezzi tecnici. Per quanto riguarda i costi di ripristino del terreno, si è ipotizzato che questi siano sempre costanti, a prescindere dal periodo dell'anno in cui si verifica l'evento catastrofico, dalla sua durata e dalla coltura presa in esame (500 €/ha); essi saranno sempre presenti in ogni scenario.
In caso di abbandono il ricavo è pari solamente ai contributi dell'Unione Europea; i costi di produzione, invece, corrispondono ai costi sostenuti fino al momento in cui si verifica l'alluvione più i costi di riparazione del terreno. Ovviamente non si ha alcuna produzione, ma si ha comunque un ricavo minimo dato dal contributo UE; si ha, inoltre, un risparmio dei costi di produzione, ma il ricavo è pressoché nullo, perciò l'azienda subisce una perdita considerevole. La terza opzione è consentita solamente fino al mese di aprile (ossia solamente per il pomodoro alluvionato del primo ciclo), a causa dell'impossibilità di portare a termine il ciclo biologico da parte della pianta di pomodoro per semine successive. In caso di risemina, il ricavo è pari a quello dello scenario zero del secondo ciclo colturale, dato che sicuramente la risemina avverrà non più nel mese di febbraio; i costi di produzione, invece, sono pari a quelli dello scenario di proseguimento del secondo ciclo, dove non si considerano più i costi aggiuntivi, ma le spese effettuate fino al momento prima della risemina. Inoltre, la risemina è sempre totale, mai parziale, anche se alcune piantine non andranno perse completamente. Questa strategia è chiaramente salvifica in molte circostanze.
Per comprendere quale strategia sia meglio utilizzare, è necessario considerare il guadagno che si otterrebbe al termine del raccolto, ossia la differenza tra il ricavo e i costi di produzione (tab. 1). La circostanza in cui il danno economico subito supera il 100% sta ad indicare che, al mancato guadagno, si somma la perdita dovuta all'eccedenza delle uscite finanziare sostenute a fronte delle entrate conseguite, per cui i costi risultano maggiori dei ricavi ed il guadagno diventa negativo.

Per ogni scenario alluvionale ipotizzato sono stati presi in esame i costi di produzione sostenuti fino al termine del mese considerato, come se l'alluvione avvenisse a fine mese. Inoltre, per ogni fase fenologica con annessa funzione di danno, sono state calcolate le durate limite di inondazione tra continuare la coltivazione o ritrapiantare, nel caso in cui si abbia ancora la possibilità di riseminare in semenzaio, e tra

continuare o abbandonare nel caso in cui non si possa più procedere con la risemina. Queste due soglie sono fondamentali perché "avvisano" l'agricoltore su quale sia la durata di alluvione oltre la quale è necessario cambiare strategia, al fine di scegliere quella più conveniente in termini monetari. In generale, la perdita economica che l'azienda agricola è costretta a subire, a parità di durata, è maggiore col passare dei mesi, a causa delle spese sostenute durante il ciclo produttivo.

Un'ultima considerazione va fatta sul prezzo del pomodoro: in teoria, ad esondazione verificata, la qualità del raccolto potrebbe ridursi e, quindi, anche il prezzo. Nell'elaborato di tesi, però, questa opzione non è stata presa in esame, essendo molteplici le variabili e, perciò, complicato lo stabilire alcuni valori precisi.
Di seguito vengono descritti gli scenari di pericolosità ipotizzati e le relative conseguenze sul bilancio economico.

Alluvione nel mese di gennaio – durante il primo mese dell'anno la particella di terreno è ancora spoglia in entrambe i cicli colturali e gli unici costi sostenuti sino a questo momento coincidono con i costi di lavorazione principale del terreno tramite aratura, estirpatura ed erpicatura. Pertanto, la PLV al termine del ciclo produttivo rimane invariata rispetto alla situazione normale poiché l'alluvione non ha alcun effetto sull'orticola. I costi di produzione aumentano perché si aggiungono le spese per il ripristino e la pulizia del terreno. Le operazioni di ripristino e pulizia del suolo consistono nel livellamento del terreno e nello spostamento della terra accumulatasi. L'incremento dei costi implica una riduzione del profitto dell'azienda. In questo caso, infatti, non si fa riferimento a funzioni di danno, ma si ha solamente una perdita economica dovuta ai motivi elencati in precedenza.
La Tabella 24 riassume il bilancio economico dell'azienda per lo scenario alluvionale considerato, con associati la fase fenologica e la strategia più vantaggiosa a cui affidarsi per il primo ciclo. Si sottolinea che si è preso in considerazione il mese di gennaio come mese generico in cui sono state effettuate tutte le spese relative alla lavorazione del terreno; per questa ragione, si fa affidamento alla tabella qui sotto nel caso in cui si verifichi un'alluvione a partire dal mese di agosto fino a gennaio.
Anche durante il secondo ciclo si è già speso una certa cifra a gennaio, ma alcune lavorazioni potrebbero essere svolte successivamente, tra febbraio e marzo. A ragion di ciò, si fa riferimento alla tabella del mese di marzo, come mese riassuntivo di quelli precedenti (tab. 24).

Tabella 24 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio

Alluvione nel mese di gennaio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7100	6325	775	500	**39,3**

Il danno assoluto è, dunque, dato solamente dai costi fissi dovuti alla sistemazione del suolo, i quali causano un danno relativo del 39,3%. In questa situazione non si hanno possibili strategie: si procede con la semina nel mese successivo.

Alluvione nel mese di febbraio - anche in questo mese la particella di terreno è ancora spoglia in tutti e due i cicli; la differenza sta nel fatto che durante il primo vi è la semina in semenzaio e si è proseguito con le lavorazioni del terreno, mentre nel secondo ancora nulla (tab. 27). Durante il ciclo precoce, i costi sostenuti aumentano a causa dei costi di rispristino del terreno (sempre 500 €/ha) più i costi aggiuntivi di concimazione e diserbo, ipotizzati pari al 50% dei 450 €/ha spesi per l'utilizzo dei fertilizzanti, diserbanti e concimi nel mese di febbraio.

Anche qui, il ricavo al termine dei cicli produttivi rimane invariato rispetto alla situazione normale, mentre i costi di produzione durante il primo ciclo aumentano di 225 €/ha rispetto al mese precedente ed implicano una riduzione del profitto dell'impresa.
In tabella 25 è schematizzato il bilancio economico per il primo ciclo.

Tabella 25 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7100	6550	550	725	**56,9**

Il danno assoluto è, perciò, ottenuto sommando ai 500 €/ha i 225 €/ha dei costi aggiuntivi. Questi fanno sì che il danno relativo sia prossimo al 57%. Anche questa situazione non si hanno possibili strategie: si procede con la semina nel mese successivo.

Alluvione nel mese di marzo - si è nello stadio di trapianto e post trapianto del pomodoro durante il primo ciclo, mentre nel secondo la particella di terreno è ancora spoglia, anche se le lavorazioni principali del terreno sono terminate.
È a questo punto che, per il ciclo precoce, entrano in gioco le funzioni di danno fisico; infatti, la riduzione della produzione lorda e la strategia scelta per proseguire la coltivazione, e dunque la variazione del bilancio aziendale, dipendono dalla percentuale di riduzione della resa subita dalla pianta. Dalla tabella 26 si osserva che nella fase di trapianto e post trapianto sono possibili due opzioni: continuare la coltivazione o riseminare. La terza ipotesi, ossia l'abbandono, non viene contemplata come possibile scelta, perché, anche in caso di durata di inondazione superiore ad un giorno (durata catastrofica), si ha la possibilità di riseminare. Sia a marzo che ad aprile l'agricoltore ha questa possibilità, ma la PLV e i costi di produzione dell'azienda non sono più gli stessi del primo ciclo colturale; si deve far riferimento al bilancio economico del secondo ciclo colturale. Durante quest'ultimo, infatti, la semina avviene in semenzaio ad aprile e le tempistiche non potranno più essere uguali a quelle del ciclo precedente. I calcoli del danno assoluto e relativo devono essere, però, formulati facendo riferimento al guadagno nello scenario zero del primo ciclo.
A questo punto entra in gioco la durata limite, ossia la durata soglia per la quale, considerata valida la possibilità di risemina (o, ove non fosse possibile, l'abbandono), il guadagno, il danno assoluto e il danno relativo sono all'incirca identici rispetto a quelli che si otterrebbero col proseguimento della coltivazione.
In questo scenario, con una durata di permanenza d'acqua sul terreno maggiore di 10,8 ore, non è più conveniente continuare la coltivazione, ma si deve optare per la risemina in semenzaio. Il legame tra la percentuale di danno e la durata è lineare: 10,8 ore portano ad una riduzione della resa, e quindi della PLV, del 45%.
La durata limite, ovviamente, è da prendere in considerazione anche nel caso in cui la durata dell'alluvione sia maggiore di un giorno (100% di danno). Chiaramente la situazione migliora nel caso in cui si decida di riseminare perché, nonostante l'aumento dei costi, si riesce ad ottenere la massima produzione lorda, cioè quella ottenibile in condizioni normali. Tuttavia, pur realizzando il massimo ricavo possibile, l'incremento dei costi incide maggiormente sul guadagno finale, che difatti risulta negativo. Si è inoltre constatato come, in ogni mese, il danno relativo associato al 100% di danno venga sempre attutito grazie alla strategia di risemina nel caso in cui si possa attuare.
Per ciò che concerne il ciclo tardivo, sono valide le stesse considerazioni fatte per il ciclo precoce nel mese di gennaio. Una grossa differenza riguarda, però, il profitto dell'azienda: per il secondo ciclo è negativo, per cui il danno relativo supera il 100% già durante il mese di marzo.

Le tabelle 26 e 27 riportano i bilanci per i due casi analizzati.

Tabella 26 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 10,8 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	3310	- 3010	4285	**336,1**	4040	6505	- 2465	3740	**293,3**
RISEMINARE					RISEMINARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
6300	8795	- 2495	3770	**295,7**	6300	8795	- 2495	3770	**295,7**

Tabella 27 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
6300	6625	- 325	500	**285,7**

Alluvione nel mese di aprile - corrisponde al periodo di crescita del pomodoro per il ciclo precoce, mentre per quanto riguarda il secondo vi è la semina in semenzaio e, quindi, non si fa ancora riferimento ad una funzione di danno.
Durante il ciclo precoce le riduzioni di resa cominciano dopo 2 giorni di inondazione e sono totali dopo 3. Per questo scenario di pericolosità è, perciò, necessario analizzare tre casi corrispondenti ad inondazioni di diversa durata. Nel primo caso, si ipotizza un'alluvione di durata inferiore a 2 giorni. In tali condizioni non si ha alcuna perdita di resa e, dunque, è possibile proseguire la coltivazione senza ripercussioni sulla produzione finale: il ricavo rimane invariato rispetto alla situazione normale, mentre i costi aumentano per via dei due tipi di costi (ripristino del suolo ed aggiuntivi). Nonostante l'incremento dei costi, il bilancio rimane positivo.
Nel caso in cui si verifichi un'inondazione di durata pari a 2 giorni e 12,48 ore, il danno relativo che si ottiene proseguendo la coltivazione e quello dovuto alla risemina sono pressoché coincidenti. Proseguendo la coltivazione si ha, dunque, una riduzione della resa del 52%. Con una durata maggiore alla soglia, riseminare è la miglior soluzione. Pur ottenendo il massimo ricavo, l'incremento dei costi di produzione è superiore rispetto al caso di proseguimento della coltura inondata perché, oltre alle operazioni di ripristino del terreno, bisogna aggiungere tutti i costi legati alla risemina del pomodoro (erpicature, risemina, sementi). È necessario capire, però, in quale periodo del mese si verifica l'inondazione e se vi è il tempo necessario per procedere: la semina nel secondo ciclo avviene durante il mese di aprile; un'eventuale alluvione alla fine del mese potrebbe compromettere la possibilità di riseminare.
Come nel mese precedente, per una durata di alluvione uguale o superiore ai 3 giorni, riseminare è la strategia più conveniente, anche se le perdite monetarie sono significative.

I diversi scenari ipotizzati sono riassunti nelle tabelle 28 e 29.

Tabella 28 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 12,48 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	3610	-3310	4585	**359,6**	3564	6355	- 2791	4066	**318,9**	7100	6355	745	530	**41,6**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
6300	9095	- 2795	4070	**319,2**	6300	9095	- 2795	4070	**319,2**					

Tabella 29 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese aprile				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]
6300	6827,5	- 527,5	702,5	**401,4**

In tabella 29 il danno assoluto è superiore di 202,5 €/ha rispetto al mese di marzo per via dei maggiori costi aggiuntivi.

Alluvione nel mese di maggio - da questo momento in poi vi è una "sovrapposizione" teorica dei due cicli e, quindi, delle funzioni di danno: durante il primo ciclo il pomodoro si trova allo stadio di allegagione e sviluppo dei frutti, mentre durante il secondo in quello di trapianto e post trapianto. Entrambe le fasi fenologiche sono state classificate come molto sensibili all'inondazione, per cui le curve di danno sono le stesse; le perdite cominciano appena si verifica un'inondazione e sono totali dopo soltanto 1 giorno di sommersione. Da questo mese in poi non si ha più la possibilità di riseminare, perché la semina del secondo ciclo avviene durante il mese di aprile e, quindi, non si avrebbe più il tempo necessario per la raccolta a settembre, ma si dovrebbe andare oltre. Ciò non sarebbe consentito né dall'industria di lavorazione, né, dal punto di vista biologico, dal clima. Per questa ragione, non è più necessario calcolare una soglia di durata oltre la quale conviene riseminare, ma una soglia di durata oltre la quale conviene abbandonare la coltivazione. Al verificarsi di un evento alluvionale caratterizzato da una durata pari a 16,32 ore (primo ciclo) e 9,6 ore (secondo ciclo), ci si trova in corrispondenza della durata limite e, per durate superiori, non resta che abbandonare la coltivazione del pomodoro alluvionato. L'abbandono, infatti, oltrepassata la durata limite è l'unica strategia di mitigazione adottabile. In questa circostanza, il ricavo coincide con i contributi UE, mentre i costi coincidono con quelli sostenuti fino a questo momento più i costi di sistemazione del terreno.

Nelle tabelle 30 e 31 sono riassunti gli scenari appena descritti per il mese di maggio.

Tabella 30 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 16,32 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	4385	- 4085	5360	**420,3**	2476	6592,5	- 4116,5	5391,5	**420,4**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					300	4385	-4085	5360	**420,3**

Tabella 31 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 9,6 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	3190	- 2890	3065	**1751,4**	3900	6787,5	- 2887,5	3062,5	**1750**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					300	3190	- 2890	3065	**1751,4**

Pur avendo la stessa vulnerabilità, la durata limite in tabella 31 è più bassa di 6,72 ore rispetto alla stessa della tabella 30. La spiegazione è dovuta al fatto che, mentre nel primo ciclo il $guadagno_{scenario0}$ è pari a 1275 €/ha, nel secondo è pari a 175 €/ha.

Alluvione nel mese di giugno – durante il mese di giugno, il pomodoro ha ormai raggiunto la fase finale di maturazione per il primo ciclo, e, quindi, le alluvioni non hanno più solamente effetto sulla piantina, ma sul frutto del pomodoro stesso (marcescenza). Inoltre, se si ha un ristagno e all'interno del pomodoro si accumula l'acqua diminuisce la qualità e, quindi, il prezzo dovrebbe essere inferiore, anche se nell'elaborato è stato considerato costante. Per queste importanti ragioni, dopo solamente mezza giornata si raggiunge il 100% di danno. A giugno, se si è in fase di maturazione, proseguendo la coltivazione non si hanno i costi aggiuntivi: l'unica lavorazione meccanica presente in tabella 32 è l'irrigazione. In questo scenario l'azienda va incontro alla massima perdita monetaria possibile. Sicuramente il caso di abbandono appena prima del raccolto è in assoluto la situazione peggiore che si possa verificare: da una parte la produzione viene persa interamente e quindi l'unico ricavo possibile coincide con il finanziamento europeo, dall'altra parte l'azienda ha ormai effettuato quasi tutte le lavorazioni richieste per la coltivazione del pomodoro.
Durante secondo ciclo, invece, si è giunti al termine della crescita della piantina. In questo periodo, perciò, la curva del danno che deve essere presa in considerazione è diversa tra i due cicli e, di conseguenza, per una specifica durata la perdita del futuro raccolto varierà notevolmente.

I valori nel caso di alluvione a giugno sono riportati nelle tabelle 32 e 33.

Tabella 32 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 9 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	4625	- 4325	5600	**439,2**	2000	6325	- 4325	5600	**439,2**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					300	4625	- 4325	5600	**439,2**

Tabella 33 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 11,28 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	3485	- 3185	3360	**1920**	3480	6652,5	3172,5	3347,5	**1912,8**	6300	6652,5	- 352,5	527,5	**301,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]					
					300	3485	- 3185	3360	**1920**					

I danni economici nel secondo ciclo colturale sono elevati e, anche per una durata di esondazione inferiore ai due giorni, che non porta perdite di resa, si ottiene un guadagno negativo.

Alluvione nel mese di luglio - i danni che si hanno in seguito ad un'alluvione durante il mese di luglio per il ciclo precoce sono gli stessi di quelli a cui si va incontro quando la particella di terreno è ancora spoglia, ossia si fa riferimento al mese di gennaio (tab. 24). Questo perché, avendo inizialmente ipotizzato che, per ogni mese, l'alluvione si verifichi al suo termine, la quantità di pomodoro rimasta sul campo risulterebbe quasi nulla, per cui ci si aspetta solamente una perdita economica di 500 €/ha.
Per il secondo ciclo colturale (tab. 34), invece, si è nella fase di allegagione e sviluppo dei frutti. Le strategie possibili per proseguire l'itinerario colturale sono le stesse del mese di giugno, con però una durata limite che, a partire dal momento in cui si inizia ad avere perdita di resa, è inferiore.

Tabella 34 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 14,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	4445	- 4145	4320	**2468,6**	2700	6865	- 4165	4340	**2480**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					300	4445	- 4145	4320	**2468,6**

Alluvione nel del mese di agosto – durante il mese di agosto avviene la maturazione del pomodoro all'interno del ciclo tardivo. In questo lasso temporale il danno relativo supera il 1000%: la PLV dello scenario zero ha un valore relativamente basso e la perdita economica prima della raccolta si aggira attorno ai 4625 €/ha: cifra che corrisponde alla massima perdita relativa al secondo ciclo colturale (tab. 35).
Per avere un focus sul danno che si verifica nel primo ciclo, d'ora in poi, si deve ipotizzare di essere nel mese di gennaio, anche se, in realtà, il terreno viene lasciato a riposo per almeno un mese, per cui la lavorazione del terreno non è ancora iniziata.

Tabella 35 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,64 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
300	4925	- 4625	4800	**2742,8**	1980	6625	- 4645	4820	**2754,3**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					300	4925	- 4625	4800	**2742,8**

Alluvione alla fine del mese di settembre – si ha solamente 500 €/ha di perdita economica in entrambi i cicli colturali: nel primo la raccolta è già terminata da due mesi, mentre nel secondo si è appena conclusa, ma non vi è più nulla sul terreno. Per il ciclo tardivo una stima del danno è riportata in tabella 26: è lo stesso del mese di marzo.

3.2.4.2. Scenari di alluvione_2

Per avere un quadro più chiaro sul bilancio economico dell'azienda agricola per tutti gli scenari alluvionali ipotizzati, sono stati costruiti gli istogrammi delle figure 40 e 41, che mostrano i guadagni o le perdite relativi a ciascun scenario. Si è scelto di distinguere le varie situazioni possibili in base al mese di occorrenza dell'evento e in funzione della miglior strategia di proseguimento dell'itinerario colturale (abbandono, risemina, proseguimento con/senza perdita di resa) associata ad una durata specifica di evento alluvionale ricavata dal paragrafo precedente (durata soglia oltre o sotto la quale il ricavo o la perdita sono costanti). Rispetto alle tabelle del paragrafo precedente, dunque, si fa rifermento alla strategia più conveniente in termini monetari a partire da una certa durata di alluvione. In entrambi i cicli colturali è evidente come l'abbandono della coltura inondata sia la situazione peggiore che si possa verificare e come, in linea di massima, le perdite conseguenti aumentino nel corso dell'itinerario colturale (tranne nel mese in cui la raccolta è già stata effettuata), a causa dell'incremento progressivo dei costi di produzione sostenuti fino al momento dell'eventuale alluvione. Lo scenario peggiore in assoluto è quello dell'abbandono nel mese prima della raccolta (maturazione).

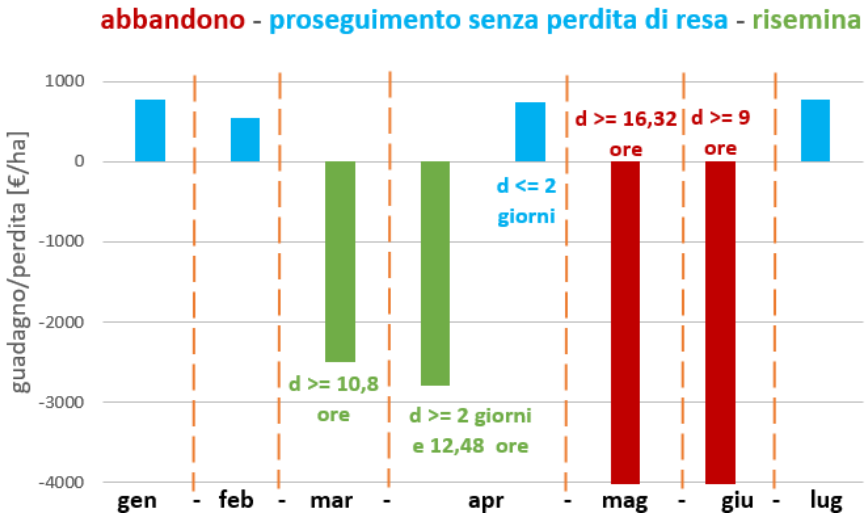


Figura 40 - utile dell'impresa agricola per il primo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità

Le casistiche in cui conviene proseguire la coltivazione con perdite di resa non sono state rappresentate nel grafico; questo perché la continuazione con perdita avviene per durate minori o comprese tra le soglie di durata inserite nel grafico; ad esempio, nel primo ciclo colturale (fig. 40) il guadagno/perdita nel mese di aprile per una durata di alluvione compresa tra i due giorni e i due giorni e 12,48 ore è compreso tra i due istogrammi del mese. In generale, per durate minori delle soglie di abbandono e risemina si continua sempre con la coltivazione, ma si hanno perdite di resa e, per ogni durata specifica, deve essere quantificata la perdita ad essa associata, che sarà comunque inferiore rispetto a quella riferita alla soglia calcolata. Ovviamente, per gli stadi vegetativi di particella spoglia, semina in semenzaio e raccolta non vi è associata una durata.
Per il secondo ciclo (fig. 41) in caso di alluvione, l'azienda non ha mai il bilancio in positivo. Anche nei mesi di marzo e settembre (particella spoglia e raccolta) si perdono 325 €/ha.

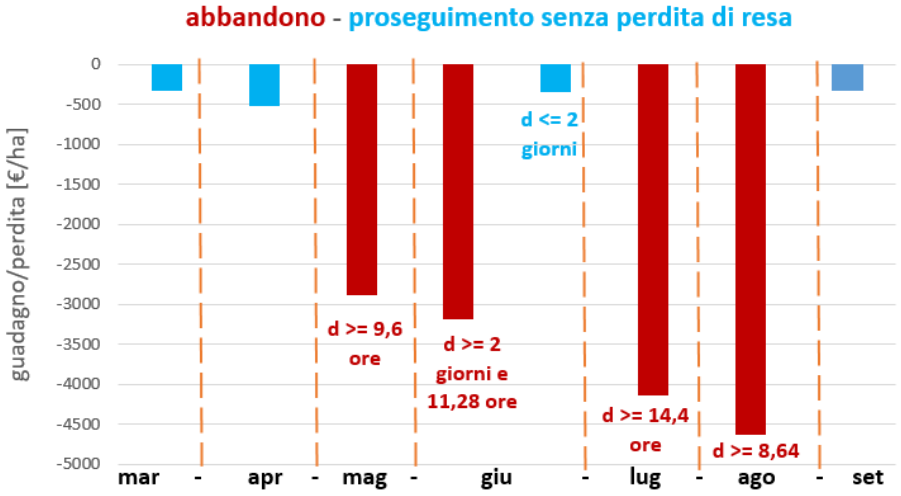


Figura 41 - utile dell'impresa agricola per il secondo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità

Dal grafico qui sopra è, inoltre, possibile notare che non vi è mai la possibilità di attenuare il danno attraverso la risemina.

Per concludere, si è cercato di ricostruire le tipiche curve di vulnerabilità, che esprimono il danno in funzione del parametro principale di pericolosità dell'evento, ossia la durata nel caso specifico (fig. 42-43). Si è deciso dunque di rappresentare il danno economico relativo in funzione della durata dell'evento

alluvionale, per ciascuna fase fenologica in cui si verifica l'evento e considerando sempre la migliore strategia in termini economici. Ad ogni discontinuità delle varie funzioni corrispondono le differenti strategie di proseguimento dell'itinerario colturale. Ad esempio, durante la fase di maturazione, la funzione di danno fisico ha andamento lineare crescente fino a 12 ore (perdita totale della resa); in questo grafico, però, la funzione di danno relativo allo stadio di maturazione incontra una discontinuità prima delle 12 ore, ossia nel momento in cui è consigliato l'abbandono della coltivazione (durata limite). Difatti, per una durata maggiore, il danno relativo rimane costante.
Solamente per le fasi fenologiche di particella spoglia, semina e raccolta, in cui la durata non ha alcuna influenza sulle perdite, non vi è distinzione in termini di strategia (perché si prosegue sempre la coltivazione), per cui sono raffigurate tre rette parallele all'asse delle ascisse.

Figura 42 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del primo ciclo

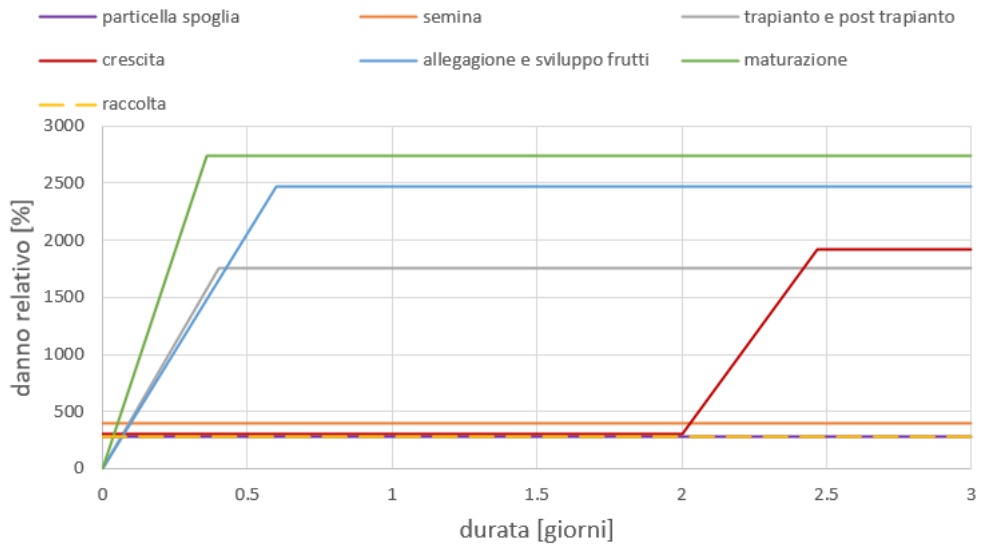


Figura 43 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del secondo ciclo

Per quanto riguarda la provincia di Piacenza (capitolo 5 – Appendice), per lo sviluppo del modello si sono mantenuti identici sia il calendario colturale sia le funzioni di danno rispetto a quelli della provincia di Mantova, nell'ipotesi che non vi sia una variazione significativa all'interno del distretto del fiume Po. Viceversa, cambiano i valori locali delle variabili economiche, specifici del contesto di studio: resa, prezzo, contributi U.E., lavorazioni e costi di produzione associati.

3.3. Barbabietola

3.3.1. Origine e produzione della barbabietola da zucchero nel mondo e in Italia

La Barbabietola da zucchero possiede tre centri di origine: il primo è rappresentato dal bacino del Mediterraneo, il secondo dalle regioni steppiche dell'Asia sud-occidentale, mentre il terzo è situato nelle isole Canarie o del Capo Verde. La sua coltivazione è antica ed era praticata da Greci e Romani. La sua varietà più famosa, perché coltivata in prevalenza, è quella da zucchero; infatti, la sua coltivazione a finalità alimentari è iniziata, in Germania, soltanto verso la metà del 1700: fino all'epoca, infatti, il processo d'estrazione del saccarosio risultava ancora un'incognita, perciò la barbabietola da zucchero veniva coltivata esclusivamente come coltura marginale, e della pianta si utilizzavano solamente le foglie come foraggio per il bestiame.

È conosciuta in botanica con il nome *Beta vulgaris* var. *rapa* forma *altissima* o *saccharifera* (da non confondere con *Beta vulgaris* var. *rapa* forma *rubra*, la barbabietola rossa): stiamo parlando di una pianta erbacea biennale appartenente alla famiglia delle Chenopodiaceae.

In tutto il mondo vengono prodotte in media 279.396.160 tonnellate di barbabietola da zucchero all'anno. La Russia è il più grande produttore al mondo di barbabietola da zucchero con 51.366.830 tonnellate di produzione annuale. La Francia arriva seconda con 33.794.906 tonnellate; mentre l'Italia, con 2.046.297 tonnellate, è classificata ventunesima. Di seguito (tab. 36) è stata riportata la classifica dei Paesi che coltivano questo tubero.

Tabella 36 - principali Paesi produttori di barbabietola da zucchero nel mondo (Atlas Big, 2020)

Classifica	Nazione	Produzione [milioni di ton]
1	Russia	51,4
2	Francia	33,8
3	Stati Uniti	29.8
4	Germania	22,8
5	Turchia	16,5
6	Cina	12,1
7	Ucraina	10,8
8	Polonia	10,6
9	Egitto	10
10	Regno Unito	8
[…] 21	Italia	2,05

AGRIDE-c è stato sviluppato anche per la barbabietola, tubero presente in grandi quantità nel Nord Italia. È il quarto ortaggio della Lombardia, dopo pomodoro, pisello e melone; primo in Emilia-Romagna e in Veneto. In particolare è corretto anche qui concentrarsi sulla barbabietola da zucchero, dal momento che viene coltivata in circa il 90% del terreno destinato a questo tubero, nella restante parte si coltiva la barbabietola da seme.

Per lo sviluppo del modello si fa sempre riferimento alla superficie a rischio esondazione (TR 500). Nella Penisola italiana si seminano circa 27.500 ettari di barbabietola da zucchero, concentrati soprattutto in Emilia-Romagna (16.840,4 ha). Mantova (prima provincia lombarda per produzione e superficie di barbabietola), con 1.040 ha potenzialmente allagabili è al quinto posto nella classifica delle province che coltivano questo tubero; è preceduta da quattro province dell'Emilia-Romagna: Bologna al primo posto, poi Ferrara, Ravenna e Modena. La superficie a rischio esondazione in cui si coltiva barbabietola nelle province di Rovigo e Verona è inferiore rispetto a quella della provincia di Mantova. Qui in Veneto, la barbabietola

viene coltivata solamente in campo aperto, mentre la maggior parte della coltivazione del pomodoro avviene in serra.

In figura 44 è stata riportata una rappresentazione in scala della superficie coltivata con barbabietola da zucchero in aree potenzialmente allagabili.

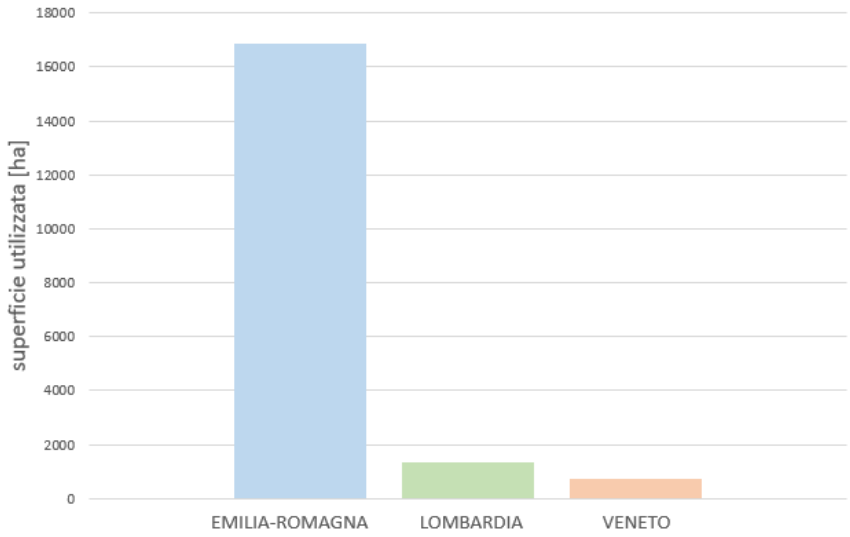


Figura 44 - superficie potenzialmente allagabile destinata alla coltivazione di barbabietola in Emilia-Romagna, Lombardia e Veneto (province di Rovigo, Verona, Venezia)

In Emilia-Romagna la superficie potenzialmente allagabile destinata alla coltivazione di barbabietola è pari a 16.840 ha, mentre il Lombardia ed in Veneto rispettivamente a 1340 ha e 750 ha.

3.3.1.1. La produzione di zucchero in Europa e in Italia

Dal 2006 la superficie agricola destinata alla barbabietola in Italia (per il 90 % nella pianura Padana) è passata da circa 270.000 ha ad appena 25.000 ha. Questo a seguito di una riforma da parte dell'Organizzazione comune di Mercato (OCM) che ha coinvolto tutta l'Unione Europea; il peso economico di tutta la coltura è stato fortemente ridimensionato. In Italia, sono rimasti due stabilimenti che producono zucchero: a Minerbio in provincia di Bologna e Pontelongo in provincia di Padova, entrambi zuccherifici di COPROB (la cooperativa di produttori che ha sede in Emilia-Romagna, che riunisce circa 7.000 aziende produttrici). COPROB è l'unica filiera di zucchero 100% italiano con una produzione di 280.000 ton/anno.
Il 70% dello zucchero presente in Italia viene dall'estero, in particolare da Francia e Germania che lo vendono sul mercato anche a prezzi stracciati. L'Italia, infatti, produce ormai soltanto il 30% del fabbisogno nazionale.
In questo contesto molto difficile il Veneto e l'Emilia Romagna si distinguono con produttori che hanno scelto di puntare sul valore aggiunto dello zucchero italiano. Nel 2017, infatti, in Francia ed in Germania si è assistito ad una sovrapproduzione di zucchero che ha portato alla vendita, anche sul nostro mercato, di zucchero a prezzi talvolta inferiori rispetto a quelli del marchio italiano.
Nel 2018 si è aperta una crisi a livello mondiale: il prezzo dello zucchero, che si aggirava sui 400 euro a tonnellata, è crollato a 300 euro con una produzione complessiva inferiore alla media; questi elementi hanno comportato una caduta degli introiti per le aziende del settore e hanno richiesto una revisione della politica europea. Vi è oggigiorno una ripresa; i prezzi dello zucchero sono aumentati grazie ad un incremento della richiesta di barbabietola biologica da parte delle industrie, dovuta al fatto che la coltivazione del mais sta subendo un tracollo causato anche dall'aumento di micotossine, dovuto al divieto di coltivare semi di mais geneticamente modificati in grado di essere resistenti alla piralide.
Il rilancio dello zucchero nazionale così diventa una doppia necessità per gli agricoltori. Per mantenere in vita COPROB, si è deciso di dedicare gran parte della produzione non solo allo zucchero e a tutti i

sottoprodotti ricavati (es. polpe di bietola disidratata), ma anche a biogas (e quindi energia, aventi un prezzo di vendita più basso). La radice è la stessa, anche se i semi vengono venduti con nomi diversi rispetto a quella da zucchero; il seme, infatti, costa di più.
Per gli agricoltori, dunque, la produzione di biogas è una valida alternativa; nel caso in cui gli zuccherifici fossero distanti dall'azienda agricola, infatti, l'agricoltore dovrebbe spendere elevate somme di denaro nel trasporto della barbabietola.

Infine, è necessario riportare un'ultima considerazione sul prezzo: anche per la barbabietola da zucchero il prezzo della radice viene stabilito in base al peso ed alla qualità tramite parametri che si basano sulla percentuale di zucchero contenuto all'interno, ovvero i gradi di Brix, per i quali una qualità media è rappresentata da una percentuale di saccarosio del 16%. Sotto, la qualità è via via più scarsa, mentre sopra il 16% è apprezzata e pagata dall'industria.

3.3.1.2. Caratteristiche, clima e terreno

La radice della barbabietola da zucchero è costituita dal 75% da acqua, 20% da zucchero e 5% da polpa. Lo zucchero è di valore primario, mentre la polpa, che viene utilizzata come mangime per animali, contribuisce ad aggiungere un valore del 10% al raccolto. Oltre che per ottenere lo zucchero, in molti Paesi la barbabietola da zucchero viene utilizzata per produrre bevande alcoliche, come, ad esempio, lo sciroppo zuccherino in qualità di dolcificante. Infine, si possono anche ottenere prodotti chimici come l'uridina e la betaina: sottoprodotti derivanti dalla sua lavorazione.

Non richiede particolare concimazione, sfrutta quella utilizzata per altre colture (fertilità residua); ha bisogno, invece, di un terreno ricco di sostanza organica, in particolare di humus. Anche se il raccolto può essere coltivato su terreni sabbiosi e argillosi, il terreno ideale è un terriccio sabbioso, a medio impasto e bagnato con pH variabile tra 6 e 6,8. Poiché è necessaria la coltivazione ad una profondità variabile tra i 30,5 e i 38,1 cm, la presenza di uno strato di ghiaia o di una coppa non è auspicabile. L'estensione delle radici capillari varia dai 4 a massimo 6 metri, ma la radice da zucchero può avere una lunghezza che oscilla tra i 40 cm, massimo 60 cm e spessore tra i 20 e i 30 cm.

Il clima deve essere temperato-fresco, tipico dei Paesi nord-europei come Francia e Germania. In Italia il clima non è ottimale per la coltivazione della barbabietola, motivo per il quale si cerca di allungare il ciclo vegetativo. La semina anticipata, però, aumenta il pericolo di gelo e, con raccolte tardive in autunno, si va incontro ad un elevato rischio alluvioni. Il tubero, infatti, ha una buona resistenza al freddo e all'ombra, ma sotto i 5 gradi la crescita si arresta; per una crescita omogenea ne servono almeno 10-12.

3.3.1.3. Rotazione colturale

La barbabietola non deve mai succedere a sé stessa: sono necessari almeno circa 3 anni di altre colture in successione; sarebbe più consono aspettare quattro o cinque anni, ma ciò dipende dalla superficie dell'azienda e, quindi, dal terreno che si ha a disposizione. Sono stati riportati due esempi di rotazione colturale:

- barbabietola da zucchero → cereale (frumento, orzo o mais) → grano → foraggera (ad esempio l'erba medica);
- barbabietola da zucchero → grano → soia → barbabietola da zucchero → mais → soia → foraggera.
- Grano, mais e soia, ad esempio, possono succedere a sé stessi senza problemi.

3.3.1.4. Malattie causate dal contatto con acqua

Il ristagno idrico porta ad una diminuzione del contenuto di ossigeno nel terreno e provoca la decomposizione del sistema radicale e lo sviluppo di microbi patogeni. Come il pomodoro, anche la barbabietola può essere attaccata dalla peronospora, anche se la probabilità si riduce notevolmente e non riveste gravità per le bietole industriali. È più frequente nei Paesi in cui il clima è freddo-umido (valori termici sugli 8-14 gradi), soprattutto durante i primi stadi di sviluppo della bietola.
Gli attacchi sulle colture da seme sono, invece, molto più pericolosi e possono causare conseguenze negative sulla produzione. Per prevenire le infestazioni parassitarie, fungine e virali, è sufficiente una buona gestione del suolo, evitando ristagni idrici.

3.3.1.5. Ravenna, Mantova e la coltivazione della barbabietola da zucchero

Si è scelto di sviluppare il modello di danno alluvionale AGRIDE-c a per la barbabietola da zucchero coltivata nelle province di Ravenna e Mantova, rispettivamente la terza e la quinta provincia nel distretto del Po per estensione della superficie potenzialmente allagabile al cui interno si coltiva barbabietola da zucchero (fig. 19). Sono state scelte queste due province per la disponibilità degli stakeholders locali (Confagricoltura di Ravenna e Confagricoltura di Mantova).

In figura 45 sono rappresentate le aree a potenziale rischio esondazione (TR 500) all'interno della provincia di Ravenna (quelle in provincia di Mantova sono riportate in figura 30). La parte centro-sud della provincia non presenta reticoli idrici principali e secondari che possono straripare e causare danni alle colture.

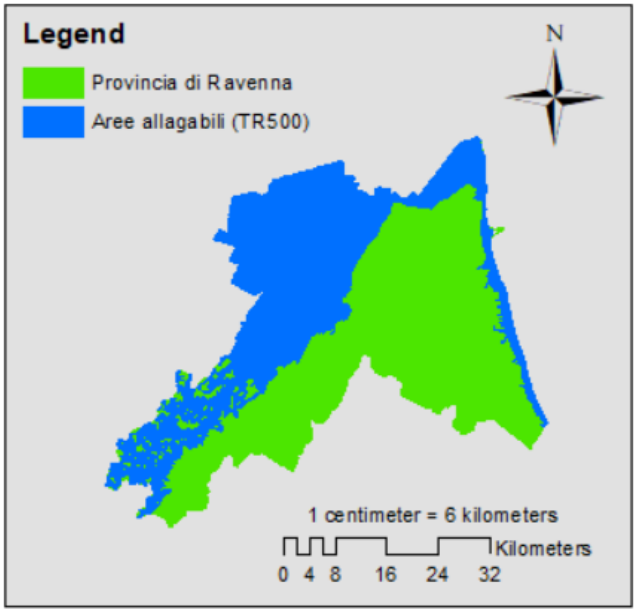


Figura 45 - provincia di Ravenna e aree potenzialmente allagabili (TR 500)

Come è già stato illustrato nella figura 19, la provincia di Ravenna è terza in termini di superficie destinata alla coltivazione di barbabietola a rischio esondazione. Qui, la barbabietola coltivata in aree potenzialmente a rischio occupa una superficie di 2.472,64 ha sui 5.045,2 ha totali (49%) e, così come per l'Emilia-Romagna, la barbabietola è la prima coltura in termini di superficie utilizzata: viene coltivata su quasi la metà del territorio della provincia a rischio esondazione (fig. 46).

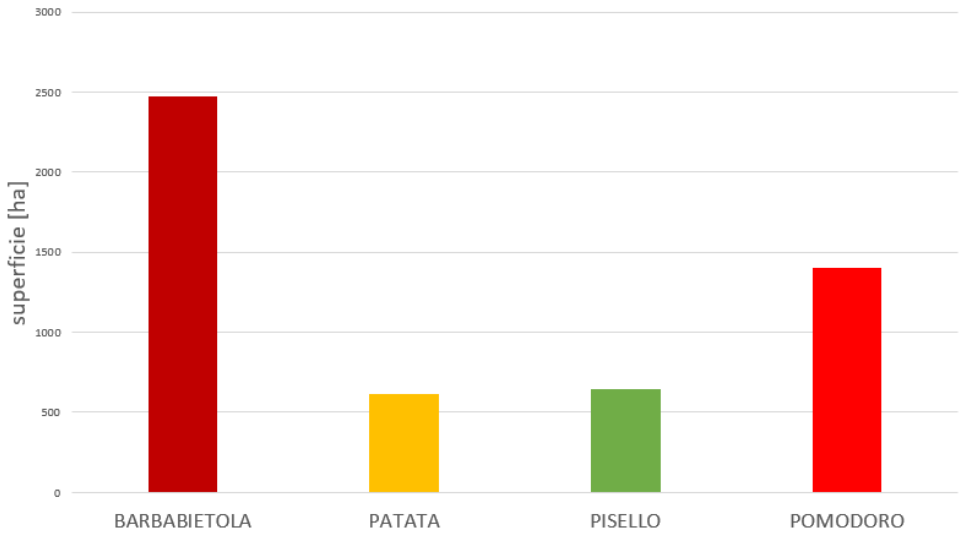


Figura 46 - orticole e tuberi principali in aree potenzialmente allagabili nella provincia di Ravenna

Nella provincia di Mantova, invece, circa il 90% (1.040 su 1.130 ha) del terreno utilizzato per la coltivazione della barbabietola ricade in aree potenzialmente allagabili (fig. 31 e tab. 15); negli anni d'oro erano anche 20.000 ettari, che sono andati riducendosi sempre di più con la chiusura di numerosi zuccherifici.

Per entrambe le province, è stato utile riportare le varietà di barbabietola coltivate al fine di evidenziare la netta prevalenza della varietà di industria da zucchero, per cui si è scelto di sviluppare il modello di danno (fig. 47).

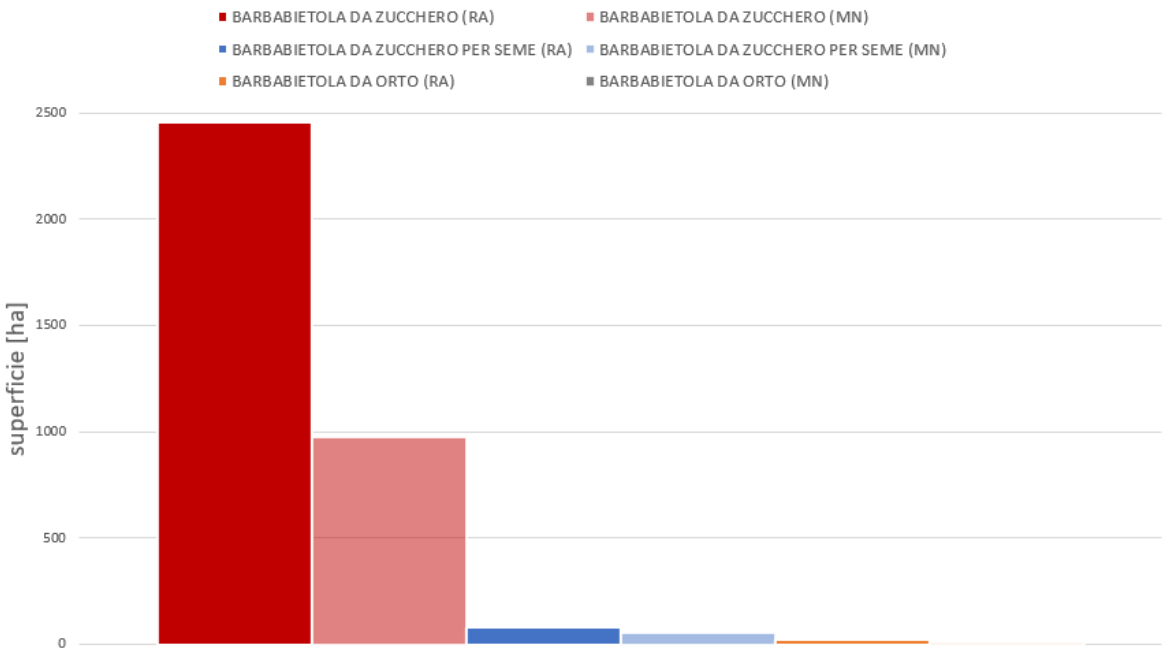


Figura 47 - varietà di barbabietola coltivate in aree a rischio esondazione nelle province di Ravenna e Mantova

3.4. Sviluppo del modello – Ravenna (barbabietola da zucchero)

In questo capitolo viene illustrato il modello AGRIDE-c sviluppato per la barbabietola da zucchero coltivata nella provincia di Ravenna, mentre i risultati per la provincia di Mantova sono riassunti in Appendice.

Come primo step è di fondamentale importanza definire lo scenario zero per la coltivazione della barbabietola, nel quale collocare le fasi fenologiche con relativa durata e periodo dell'anno (calendario colturale), il bilancio economico dell'azienda e le lavorazioni coi corrispettivi costi cumulati durante tutto il ciclo biologico, in assenza di evento alluvionale; definito questo scenario , si può procedere alla valutazione dell'effetto delle alluvioni in termini di diminuzione della resa e variazione dei costi di produzione, per diversi scenari di alluvione.

3.4.1. Calendario colturale

Una corretta definizione del calendario colturale è la base per la formulazione del modello di danno alluvionale.

La prima differenza sostanziale rispetto al pomodoro è che per la barbabietola si effettua solamente un ciclo colturale, la seconda che la semina avviene direttamente in campo aperto e non più in semenzaio. Inoltre, non esistono chiare e delineate fasi fenologiche, a causa del fatto che non vi sarà la raccolta di un frutto, ma solamente della radice.
Il ciclo biologico sul quale verrà sviluppato il modello ha una durata di circa 7 mesi, ma la peculiarità è che la pianta ha una durata biennale: sviluppo vegetativo al primo anno e sviluppo riproduttivo con seme al secondo. La raccolta della radice da zucchero avviene durante il primo anno, ovvero il periodo di tempo preso in esame per AGRIDE-c, mentre la fioritura e la produzione del seme avvengono l'anno successivo.
Durante il primo anno lo sviluppo vegetativo può essere suddiviso in 5 fasi fenologiche: la semina, lo sviluppo della radice in profondità ed emissione della rosetta fogliare, l'accrescimento molto rapido della rosetta (20-25 foglie), l'ingrossamento della radice (parte aerea stabile) e l'ingrossamento della radice con la parte aerea ridotta. Durante il secondo anno, invece, lo sviluppo riproduttivo consisterà in: emissione di una nuova rosetta fogliare, accrescimento della parte aerea per circa 50 giorni, emissione dello scapo fiorale e produzione del polline e del seme. Come per il pomodoro, anche qui si sono dovute attuare alcune approssimazioni, con lo scopo di rendere il più veritiera ma semplificata possibile la distribuzione del ciclo colturale.
È necessario, perciò, adottare una scala temporale mensile ai fini della valutazione del rischio alluvionale. Inoltre, una sovrapposizione di due o più fasi fenologiche, come potrebbe accadere nella realtà, rende impossibile il calcolo del danno, a causa di una poco probabile conoscenza della percentuale di barbabietola in ogni stadio vegetativo. Anche in questa circostanza, in caso di inondazione spetterà all'agricoltore sapere esattamente la fase fenologica in cui si trova la barbabietola e fare riferimento ai costi e agli scenari associati nel modello.
Si sconsiglia la semina in semenzaio perché vi è il rischio di uno sviluppo di radici non deformi, difatti si semina a 2-3 cm di profondità. Si inizia solitamente a seminare a fine febbraio nell'Italia centrale, viste le temperature più miti, mentre a marzo nella Pianura Padana, ma data la delicatezza delle plantule di barbabietola bisogna prevedere forti fallanze: il numero di semi da seminare è di 15-20 per ottenere 10 piante ogni m^2. Dopo circa 10 giorni la piantina comincia a germogliare e, successivamente, ad avere la formazione di foglie dette "foglie vere". Una volta raggiunte le dieci foglie vere, la radice può considerarsi quasi matura.
La raccolta varia in relazione alle condizioni climatiche e alle varietà coltivate. Generalmente, in funzione del calendario concordato fra produttore, impresa che esegue la raccolta e l'industria saccarifera inizia a fine luglio (quando le radici hanno raggiunto un diametro di 5-8 cm) e termina ad inizio ottobre nel caso di autunni poco piovosi. Se la raccolta viene ritardata la radice diventa legnosa e perde gran parte dei nutrienti e delle sue benefiche proprietà; inoltre la radice, una volta raccolta, deve essere lavorata in

giornata onde evitarne l'ossidazione. La scelta del momento di intervento è perciò fondamentale: si cerca di raccogliere al raggiungimento della maturazione economica che corrisponde alla massima quantità di saccarosio estraibile per ettaro, poiché un ritardo in questa fase comporta un minore contenuto zuccherino dovuto ad un maggior contenuto di acqua. Durante il mese di agosto, infatti, il contenuto di zucchero è maggiore (minor peso, maggior qualità); verso la fine dell'estate, invece, la radice si ingrossa perché assorbe acqua e la percentuale di zucchero diminuisce. Si raccolgono in media dai 500 ai 600 quintali/ha: differenza che dipende dalla bravura dell'agricoltore, dal tipo di terreno e dal fatto che, più si va verso una raccolta tardiva, più la radice si ingrossa e aumenterà di peso.

In tabella 37 è stato riportato il calendario colturale della barbabietola da zucchero durante il primo anno, corrispondente allo sviluppo della radice.

Tabella 37 - calendario colturale della barbabietola da zucchero

CALENDARIO COLTURALE											
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
PARTICELLA SPOGLIA		SEMINA	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO		RACCOLTA PRECOCE	RACCOLTA	RACCOLTA TARDIVA	PARTICELLA SPOGLIA	

La differenza sostanziale rispetto al pomodoro riguarda la fase di raccolta, che si terrà nell'arco di circa tre mesi.

3.4.2. Resa, prezzo di vendita e contributi europei

Anche per la barbabietola si è scelto di derivare un modello alla micro-scala, adatto per la valutazione dei danni potenziali a livello della singola azienda agricola e, più nel dettaglio, del singolo ettaro di terreno.

Il bilancio economico dell'azienda per la produzione di barbabietola da zucchero è riportato in tabella 38. Il guadagno è di 760 €/ha e quindi è inferiore rispetto al primo ciclo colturale del pomodoro nella provincia di Mantova, ma superiore se comparato al ciclo tardivo. Rispetto al pomodoro, è evidente come non solo il prezzo di vendita sia inferiore di 2,5 €/q, ma anche la resa sia più bassa di circa 250 q/ha. Il motivo principale di un prezzo più basso sta nel fatto che la barbabietola è un tubero "rustico", che non ha bisogno di molte spese per le lavorazioni. Per quanto riguarda i costi di produzione, ai costi variabili delle lavorazioni e dei mezzi tecnici (spiegati nel dettaglio al paragrafo successivo), è stata aggiunta la quota di costi fissi, assunta pari al 5% della PLV (150 €/ha), per un totale di 2.690 €/ha.

Tabella 38 - bilancio economico della barbabietola da zucchero nella provincia di Ravenna

BILANCIO ECONOMICO					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
550	5,5	425	3450	2690	760

I contributi forniti dall'Unione Europea ammontano a 125€ in più rispetto agli stessi per il pomodoro. In linea di massima, questi sono sempre un centinaio di euro in più rispetto a quelli del pomodoro per qualsiasi provincia e periodo storico. In coerenza con quanto adottato originariamente in AGRIDE-c, anche in questo caso sono stati considerati solo alcuni dei contributi facenti capo alla "Misura 10 – Pagamenti agro-climatico-ambientali" dei Programmi di Sviluppo Rurale regionali. Mentre per il pomodoro della provincia di Mantova si fa riferimento solamente al contributo disaccoppiato (300 €/ha), per la barbabietola si fa riferimento anche al contributo accoppiato, per un totale di 650 €/ha.

3.4.3. Lavorazioni e costi di produzione

Nell'elaborato è stata fatta una distinzione tra lavorazioni meccaniche e mezzi tecnici. La lavorazione meccanica prevale quasi sempre su quella a mano, grazie anche all'evoluzione tecnologica delle macchine.

La lavorazione principale del terreno avviene a cavallo tra l'autunno e l'inverno con l'erpicatura, poi si procede con la preparazione del letto di semina. Durante i mesi di marzo e aprile è buona abitudine concimare il terreno, mentre durante le fasi di "accrescimento rapido della rosetta" a maggio e di "ingrossamento della radice e accumulo dello zucchero" a giugno è buona norma distribuire i diserbanti e ricorrere a trattamenti con fungicidi e/o insetticidi. Un'altra importante differenza rispetto al pomodoro riguarda l'irrigazione: qui è una tecnica "recente"; soltanto negli ultimi 15-20 anni si è cominciato ad irrigare questo tubero durante tutto il ciclo biologico, mentre prima era considerata una coltura in asciutto, essendo un ortaggio rustico che può crescere anche in assenza di un apporto idrico costante. Il costo di irrigazione è dato prevalentemente dal numero di ore in cui vengono utilizzati gli appositi macchinari e quindi dal consumo di carburante più che di acqua; in media è consono irrigare i campi 3 volte durante l'intero ciclo e ci si ferma circa 3 settimane prima della raccolta, onde evitare la marcescenza della radice.

Le lavorazioni sono, dunque, numerose. Di seguito (tab. 39) è riportato un tipico prospetto di lavorazioni meccaniche associate ad ogni fase e rispettivi mezzi tecnici essenziali per la coltivazione della barbabietola da zucchero, con i rispettivi costi unitari.

Tabella 39 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero nella provincia di Ravenna

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
novembre - dicembre - gennaio - febbraio	PARTICELLA SPOGLIA	Erpicatura profonda: 200		**300**
		Varie erpicature superficiali: 100		
marzo	SEMINA	Semina: 80	Seme: 400	**300 + 760 = 1060**
		Irrigazione_1: 180	Concime: 100	
aprile	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	Concimazioni: 50	Concime: 200	**1060 + 250 = 1310**
maggio	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	Distribuzione diserbi: 60	Diserbanti: 150	**1310 + 390 = 1700**
		Irrigazione_2: 180		
giugno	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)	Trattamenti: 60	Insetticidi/fungicidi: 250	**1700 + 310 = 2010**
luglio	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)	Irrigazione_3: 180		**2010 + 180 = 2190**
agosto - settembre - ottobre	RACCOLTA PRECOCE - RACCOLTA - RACCOLTA TARDIVA	Raccolta + trasporto: 350		**2190 + 350 = 2540**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**2540**

L'irrigazione, la raccolta e il trasporto influenzano maggiormente la spesa per ettaro di terreno che un agricoltore deve sostenere durante tutto il ciclo biologico.
Nel complesso un'azienda deve spendere circa 2.540 euro/ha per assicurarsi un ottimo sviluppo del tubero. Trattandosi di una pianta più rustica rispetto alle orticole, ha meno necessità di essere curata. I costi di produzione sono, infatti, inferiori di circa mille euro rispetto a quelli del pomodoro.

3.4.4. Modello di danno fisico ed economico

Anche per la barbabietola da zucchero sono state costruite funzioni di danno fisico per ogni fase fenologica in funzione solamente della durata di permanenza dell'acqua nel campo, che risulta essere la variabile di pericolosità più importante, insieme al mese di occorrenza dell'evento, come per il pomodoro. La radice della barbabietola da zucchero si sviluppa in profondità nel terreno, per cui ha ancora di più minor importanza considerare il livello idrico presente sopra il suolo.
Per la formulazione delle funzioni di danno fisico, oltre alle informazioni ottenute dagli esperti, ISMEA ci ha fornito una tabella (tab. 40) in cui sono indicate per ogni provincia il tipo di avversità, il periodo di vulnerabilità, il livello di vulnerabilità complessivo e le fasi fenologiche a rischio.
Dalla tabella 40 è possibile osservare come nelle province di Mantova e Ravenna la barbabietola da zucchero abbia un livello medio di vulnerabilità al rischio alluvionale compreso tra marzo e settembre, ossia si estende per tutta la durata del ciclo biologico (dalla semina alla raccolta). Un livello medio di vulnerabilità garantisce, infatti, una buona resistenza all'acqua fino ad almeno i primi due giorni, poi dipende dalla fase fenologica in cui si verifica l'evento estremo.

Tabella 40 - matrice dei coefficienti di vulnerabilità delle colture agli eventi catastrofali fornita da ISMEA

Prodotto	Province	Avversità	Periodo di vulnerabilità	Livello di vulnerabilità complessivo	Fasi fenologiche a rischio
BIETOLA DA ZUCCHERO (RADICE)	Forlì-Cesena, Rimini, Ravenna	alluvione	mar - set	medio	dalla semina alla raccolta
		gelo	feb - apr	basso	da emergenza a foglie vere
		siccità	mag - ago	medio	accrescimento radice
BIETOLA DA ZUCCHERO (SEME)		alluvione	feb - lug	elevato	dal trapianto alla raccolta
		gelo	feb - mar	basso	dal trapianto alla ripresa vegetativa
		siccità			
BIETOLA DA ZUCCHERO (RADICE)	Mantova, Ferrara, Bologna, Modena, Reggio nell'Emilia,	alluvione	mar - sett	medio	dalla semina alla raccolta
		gelo	mar - apr	medio	emergenza prodotto
		siccità	apr - lug	medio	dall'emergenza all'ingrossamento del fittone
BIETOLA DA ZUCCHERO (SEME)		alluvione	feb - lug	elevato	dal trapianto allo sfalcio
		gelo	mar - apr	medio	dal trapianto alla ripresa vegetativa
		siccità	apr - lug	medio	dal trapianto allo sfalcio

Dopo aver consultato gli esperti, sono state create funzioni di danno dipendenti dalla durata dell'alluvione per poter combinare il danno alla piantina e conseguente perdita del raccolto alla riduzione della PLV. Durante ogni fase fenologica, al verificarsi di un'esondazione, si è ipotizzato che il danno crescerà con andamento lineare in funzione della durata.
Nelle fasi iniziali di sviluppo, la plantula è molto delicata e sensibile a ritorni di freddo e ad alluvioni, che possono causarne la morte per durate comprese tra i due fino ai tre giorni, oltre i quali sicuramente si raggiunge il 100% di danno (fig. 48). Il tubero teme, soprattutto durante le prime fasi vegetative, l'asfissia radicale ed aerea che, se prolungata nel tempo, può causare maggiori danni rispetto ad un evento alluvionale importante ma veloce. Successivamente la pianta, sviluppandosi, rimane meno sensibile ai ristagni idrici, che comunque possono inficiare negativamente la resa produttiva e la qualità (contenuto in percentuale di saccarosio – non considerata nel modello) della radice (fig. 49).

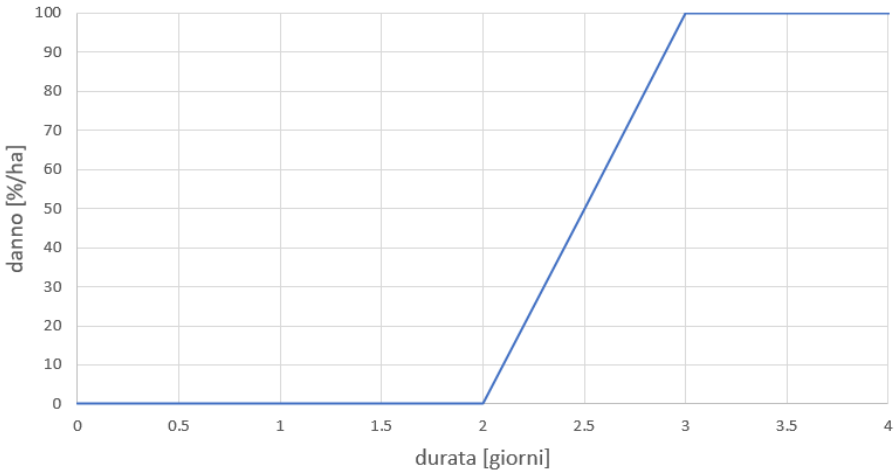


Figura 48 - funzione di danno per le fasi fenologiche di semina e sviluppo della radice con emissione della rosetta

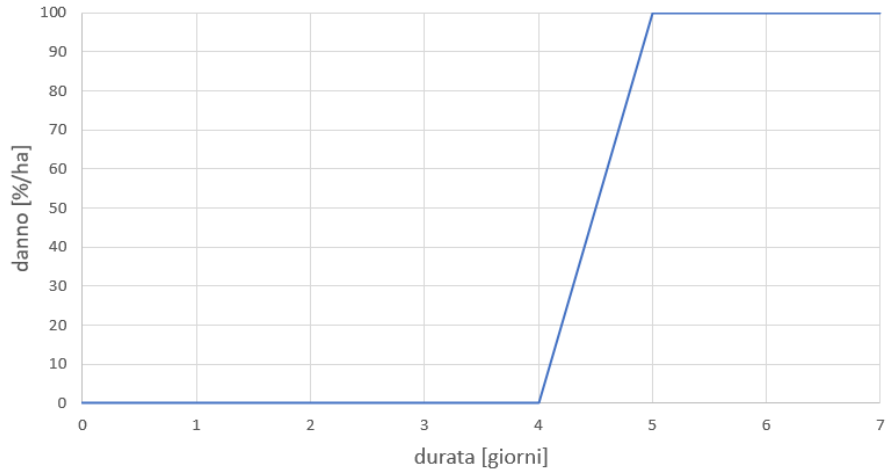


Figura 49 - funzione di danno per l'accrescimento della rosetta, ingrossamento della radice e accumulo di zucchero e raccolte

Dalle figure si può osservare come un giorno di sommersione non causi mai danni al tubero. Durante le prime due fasi, il danno inizia a manifestarsi dopo i 2 giorni di sommersione, fino a raggiungere il 100% dopo 3. Durante gli ultimi tre stadi vegetativi, la forma della curva di danno sarà la stessa, però traslata di due giorni, poiché la radice è più resistente. Comparando queste due funzioni con quelle relative al pomodoro, si nota che la barbabietola è più resistente ad una possibile esondazione, dal punto di vista fisico: il pomodoro, infatti, si sviluppa più in superficie e il frutto può essere vittima di più malattie e di marcescenza.

3.4.4.1. Scenari di alluvione_1

Nella fase finale di sviluppo del modello AGRIDE-c è stata analizzata la variazione del bilancio economico aziendale rispetto alle condizioni normali (scenario zero) per diversi scenari di allagamento. Con lo scopo di valutare l'impatto che un'alluvione può avere sul bilancio economico di un'impresa agricola, derivato dalla relazione tra il danno fisico al tubero e la successiva perdita economica annessa, sono stati presi in considerazione diversi scenari alluvionali. In base alle caratteristiche di pericolosità dell'evento (mese di occorrenza e durata di allagamento) cambiano sia le rese che le strategie di mitigazione adottabili dall'agricoltore e, quindi, sia il ricavo sia i costi di produzione; di conseguenza varierà il guadagno rispetto a quello dello scenario zero.

Qui sono stati considerati 9 macro-scenari corrispondenti a nove eventi alluvionali di diversa stagionalità, in modo da ricoprire le varie fasi dell'itinerario agronomico e quindi l'intero ciclo biologico della barbabietola. I mesi di occorrenza dell'evento ipotizzati vanno da febbraio a ottobre.

L'unica differenza rispetto alle considerazioni elencate per il pomodoro sta nel fatto che se si prosegue la coltivazione post alluvione, non si hanno i costi aggiuntivi dovuti a trattamenti extra perché non si sviluppano facilmente malattie come la peronospora. Gli unici costi in più sono come sempre legati al ripristino e alla sistemazione del terreno. Nel caso in cui l'avvento del fenomeno alluvionale non rechi danno al tubero, a prescindere dalla durata, il danno relativo per ogni mese è pari al 65,8%. Questo danno costante è dovuto ai costi aggiuntivi di ripristino del terreno, fissati a 500 €/ha in tutti gli scenari.

Alluvione nel mese di febbraio - durante i mesi autunnali ed invernali che vanno da novembre a febbraio la particella di terreno è spoglia. Si è preso in esame questo mese perché è quello precedente alla semina, per cui sono già stati sostenuti tutti i costi di preparazione del terreno e il danno economico derivante da un evento alluvionale sarebbe superiore rispetto ai mesi precedenti.
Non si deve ancora fare riferimento alle funzioni di danno fisico, ma si ha comunque una perdita economica dovuta ai costi di sistemazione del terreno, che corrisponde ai soliti 500 €/ha. La PLV è la stessa dello scenario zero, mentre i costi sostenuti aumentano determinando una riduzione del guadagno, come indicato in tabella 41.

Tabella 41 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3450	3190	260	500	**65,8**

Il danno assoluto corrispondente alla particella spoglia, come per il pomodoro, è pari ai soli costi di ripristino del suolo. In questa situazione non si hanno possibili strategie: si procede con la semina nel mese successivo.

Alluvione nel mese di marzo – da questo mese in avanti entrano in gioco le curve di danno fisico. Sia qui sia nel mese successivo, la funzione che esprime la perdita di resa della pianta in funzione della durata di inondazione è la stessa, ma cambiano i costi di produzione e il danno economico conseguente.
Se il ristagno avviene nelle prime due fasi vegetative l'agricoltore può considerare la possibilità di riseminare. Dopo aprile non è più conveniente perché non ci sarebbero le condizioni climatiche adatte per lo sviluppo della pianta, che deve avvenire inizialmente con un clima fresco. Nella provincia di Mantova, invece, la risemina avviene solamente entro il mese di marzo.
Si può notare come, a partire dal mese di marzo, il guadagno, il danno assoluto ed il danno relativo abbiano i medesimi valori rispetto a quelli di ogni mese successivo in cui l'alluvione non causa danno alla barbabietola (es. durata < 2 giorni a marzo e aprile; durata < 4 giorni da maggio a settembre) e, quindi, si può proseguire la coltivazione senza perdita di resa (tab. 42).

Tabella 42 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo														
SEMINA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 6 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
425	1710	- 1285	2045	**269,1**	2693,7	3190	- 496,2	1256,2	**165,3**	3450	3190	260	500	**65,8**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3450	3950	- 500	1260	**165,8**	3450	3950	- 500	1260	**165,8**					

Già a partire da marzo, il profitto dell'azienda che si ottiene alla durata limite è negativo.

Alluvione nel mese di aprile – si ha ancora la possibilità di riseminare, però, se si ricorre alla risemina oltre il 20 aprile non vi è un'elevata probabilità che si completi il ciclo vegetativo.
In questo mese la soglia di durata oltre la quale è conveniente riseminare è pari a 2 giorni e 7,92 ore (tab. 43). Sia qui sia durante il mese di marzo, se non si avesse più avuto la possibilità di riseminare, la durata limite tra il proseguimento della coltivazione e l'abbandono (non più tra il proseguimento e la risemina) sarebbe stata maggiore.

Tabella 43 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 7,92 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
425	1960	- 1535	2295	**301,9**	2451,7	3190	- 738,3	1498,3	**197,1**	3450	3190	260	500	**65,8**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3450	4200	- 750	1510	**198,7**	3450	4200	- 750	1510	**198,7**					

Alluvione nel mese di maggio - da maggio fino ad ottobre la sensibilità del tubero ad un'esondazione e, quindi, la funzione di danno fisico è la stessa, mentre aumentano i costi di produzione sostenuti dall'azienda nel corso dei mesi e, conseguentemente, le perdite economiche. Dalla fase fenologica di accrescimento rapido della rosetta in poi non si ha più la possibilità di ricorrere alla risemina del tubero, per cui, in ogni scenario, è stata calcolata la durata limite tra proseguimento ed abbandono (tab. 44).

Tabella 44 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio														
ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 17,28 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
425	2350	- 1925	2685	**353,3**	1272	3190	- 1918	2668	**351,1**	3450	3190	260	500	**65,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					425	2350	- 1925	2685	**353,3**					

Alluvione nel mese di giugno – si è nello stadio vegetativo di ingrossamento della radice e accumulo dello zucchero (con parte aerea stabile); in tabella 45 vi è schematizzato il bilancio economico.

Tabella 45 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 19,68 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
425	2660	- 2235	2995	**394,1**	969,5	3190	- 2220,5	2980,5	**392,2**	3450	3190	260	500	**65,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					425	2660	- 2235	2995	**394,1**					

Durante questa fase la perdita subita dall'azienda è molto elevata: sfiora i 3.000 €/ha.

Alluvione nel mese di luglio – si è nella fase di ingrossamento della radice ed accumulo dello zucchero (con parte aerea ridotta). Anche qui è possibile constatare come la durata limite tra continuazione – abbandono sia di circa un'ora e mezza superiore rispetto al mese precedente, essendo maggiori i costi sostenuti. Di conseguenza, ne risente la PLV, il guadagno, il danno assoluto ed il danno relativo (tab. 46).

Tabella 46 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 21,12 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
425	2840	- 2415	3175	**417,8**	788	3190	- 2402	3162	**416,1**	3450	3190	260	500	**65,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					425	2840	- 2415	3175	**417,8**					

Alluvione nel mese di agosto – in questo mese ed in quello di settembre vi è una situazione particolare: l'operazione colturale generale della raccolta dura tre mesi, per cui è stato fondamentale analizzare la possibilità che un'alluvione si verifichi sia ad agosto, sia nel mese successivo. Inoltre, si è ipotizzato che, nel caso di durata >= 5 giorni, sia la PLV sia i costi di raccolta sono stati distribuiti in ugual misura nei tre mesi.
Il danno relativo cala drasticamente rispetto a maggio e giugno, mentre è molto simile a quello di aprile. Il guadagno, infatti, risulta sempre negativo, ma tende ad avvicinarsi allo zero: qui un terzo di barbabietola da zucchero è già stata raccolta, mentre nel successivo mese si raccolgono i restanti due terzi (tab. 47).

Tabella 47 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto														
RACCOLTA PRECOCE														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 21,12 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1433,3	2956,7	- 1523,4	2283,4	**300,4**	1675,3	3190	- 1514,7	2274,7	**299,3**	3450	3190	260	500	**65,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1433,3	2956,7	- 1523,4	2283,4	**300,4**					

È curioso il fatto che la durata limite tra il mese di agosto e luglio sia la stessa, mentre qui diminuisce il danno relativo. Al termine del mese di agosto, infatti, si è raccolto un terzo della produzione totale, per cui è necessario sommare i 1.008 € di PLV (un terzo del totale) alla PLV associata alla percentuale di barbabietola che è possibile raccogliere dopo l'evento alluvionale.

Alluvione nel mese di settembre – il danno relativo è inferiore rispetto al mese di agosto, perché sono stati raccolti circa i due terzi di tutta la barbabietola da zucchero, mentre nel mese precedente solamente un terzo. Il fatto che si debba spendere circa 115€ in più per la raccolta non ha grande influenza sui 2.016 € che sono già stati guadagnati durante i mesi di agosto e settembre (tab. 48).

Tabella 48 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre														
RACCOLTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 21,6 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2441,7	3073,3	- 631,6	1391,6	**183,1**	2542,5	3190	- 647,5	1407,5	**185,2**	3450	3190	260	500	**65,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					2441,7	3073,3	- 631,6	1391,6	**183,1**					

Alluvione nel mese di ottobre – al termine della raccolta, come per il pomodoro, non si fa più riferimento a funzioni di danno. La casistica è identica a quando si ha la particella di terreno spoglia e la perdita monetaria corrisponde semplicemente ai 500 €/ha di ripristino del terreno (tab. 49).

Tabella 49 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre

Alluvione nel mese di ottobre				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3450	3190	260	500	**65,8**

3.4.4.2. Scenari di alluvione_2

Col fine di avere un quadro più chiaro sul bilancio economico dell'azienda agricola per tutti gli scenari di allagamento ipotizzati, sono stati costruiti gli istogrammi in figura 50, che rappresentano i guadagni o le perdite relativi ad ogni scenario. Si è scelto di distinguere le varie situazioni possibili in base al mese di occorrenza dell'evento e in funzione della miglior strategia di proseguimento dell'itinerario colturale (abbandono, risemina, proseguimento con/senza perdita di resa) associata ad una durata specifica di evento alluvionale ricavata dal paragrafo precedente (durata soglia oltre o sotto la quale il ricavo o la perdita sono costanti). Rispetto alle tabelle del paragrafo precedente, dunque, si fa riferimento alla strategia più conveniente in termini monetari a partire da una certa durata di alluvione.
E' evidente come l'abbandono della coltura inondata sia la situazione peggiore che si possa verificare e come, in linea di massima, le perdite conseguenti aumentino nel corso dell'itinerario colturale a causa dell'incremento progressivo dei costi di produzione sostenuti fino al momento dell'eventuale alluvione (tranne nei mesi di agosto e settembre in cui si raccoglie la barbabietola). Lo scenario peggiore in assoluto è quello dell'abbandono nel mese di luglio, ovvero il mese precedente alla raccolta.

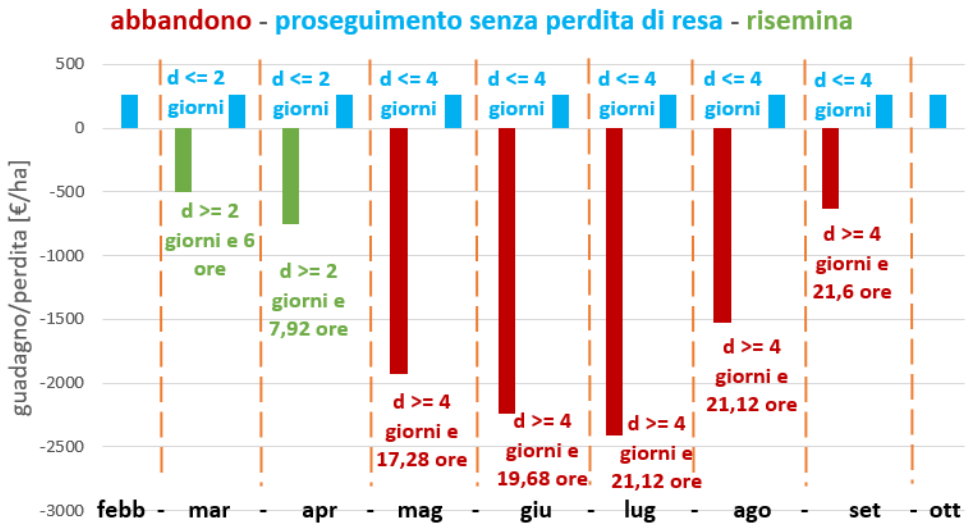


Figura 50 - utile dell'impresa agricola nei diversi scenari di pericolosità

Le casistiche in cui conviene proseguire la coltivazione con perdite di resa non sono state rappresentate nel grafico; questo perché la continuazione con perdita avviene per durate minori o comprese (vedi marzo e aprile) tra le soglie di durata inserite nel grafico; per esempio, ad aprile il guadagno/perdita per una durata di alluvione compresa tra i due giorni e i due giorni e 7,92 ore, è compreso tra i due istogrammi del mese (fig. 50). In generale, per durate minori delle soglie di abbandono e risemina si continua sempre con la coltivazione, ma si hanno perdite di resa e, per ogni durata specifica, deve essere quantificata la perdita economica ad essa associata, che sarà comunque inferiore a quella riferita alla soglia calcolata. Ovviamente, non è associata una durata ai mesi in cui la particella è spoglia.

Per concludere, si è cercato di ricostruire le tipiche curve di vulnerabilità, che esprimono il danno in funzione del parametro principale di pericolosità dell'evento, ossia la durata (fig. 51). Si è deciso dunque di rappresentare il danno economico relativo in funzione della durata dell'evento alluvionale, per ciascuna fase fenologica in cui si verifica l'evento e relativa miglior strategia in termini economici. Ad ogni discontinuità delle varie funzioni corrispondono le differenti strategie di proseguimento dell'itinerario colturale. Ad esempio, durante la fase di ingrossamento della radice con parte aerea stabile, la curva di danno fisico ha andamento lineare crescente fino a 5 ore (perdita totale della resa); in questo grafico, però, la funzione di danno relativo incontra una discontinuità prima dei 5 giorni, ossia nel momento in cui è consigliato l'abbandono della coltivazione (durata limite). Difatti, per una durata maggiore, il danno relativo rimane costante.
Per le fasi fenologiche di particella spoglia e raccolta tardiva, in cui la durata non ha alcuna influenza sulle perdite (fig. 51), non vi è distinzione in termini di strategia, per cui sono raffigurate due rette parallele all'asse delle ascisse.

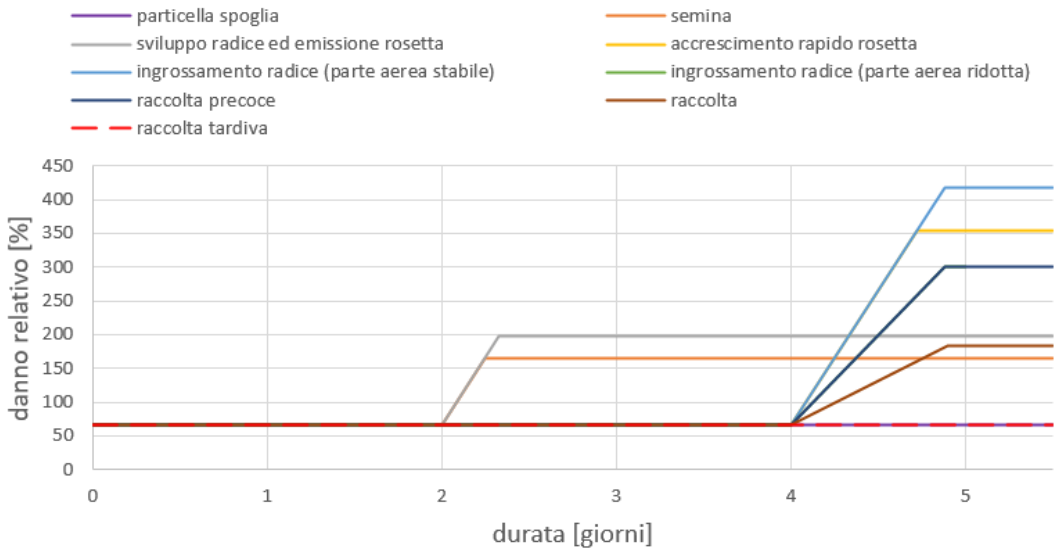


Figura 51 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche

Per quanto riguarda la provincia di Mantova (capitolo 5 – Appendice), per lo sviluppo del modello si sono mantenuti sia il calendario colturale sia le funzioni di danno derivati per la provincia di Ravenna, nell'ipotesi che non vi sia una variazione significativa all'interno del distretto del fiume Po. Al contrario, sono stati modificati i valori di tutte le variabili economiche, considerando quelli specifici per la provincia di Mantova: resa, prezzo, contributi U.E., lavorazioni e costi di produzione associati.

4. Regionalizzazione del modello

Successivamente, lo sviluppo del modello di danno alluvionale AGRIDE-c è stato esteso alle principali regioni appartenenti al bacino del fiume Po in cui si coltivano pomodoro e barbabietola da zucchero: Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna. Nello specifico, si è deciso di sviluppare dei modelli di danno regionali, per entrambe le colture, per un'applicazione a scala di distretto finalizzata allo sviluppo del PGRA (obiettivo del progetto MOVIDA, in cui si inserisce il presente lavoro di tesi), andando ad adattare i modelli sviluppati su scala locale/provinciale. Relativamente alla componente fisica del danno, per i modelli regionali sono stati mantenuti i calendari colturali e le funzioni di danno derivati localmente per le diverse province esaminate, sia per il pomodoro che per la barbabietola da zucchero.

4.1. Regionalizzazione del modello per il pomodoro

Per quanto riguarda il pomodoro, come nel modello sviluppato a scala locale, sono stati considerati solamente i contributi U.E. dei Programmi di Sviluppo Rurale (PSR) 2014-2020 di ogni Regione, mentre sono stati trascurati i pagamenti diretti annuali. In coerenza con quanto adottato originariamente in AGRIDE-c, sono stati considerati solamente alcuni dei contributi facenti capo alla "Misura 10 – Pagamenti agro-climatico-ambientali" dei PSR; per il Veneto, non essendo stato trovato un valore, si è optato per una media dei pagamenti delle altre tre regioni del bacino. I valori dei contributi europei sono riportati nelle tabelle del bilancio economico per gli scenari zero regionali.
Il lavoro più importante è stato quello di costruire le tabelle per costi di produzione, essendo variabili anche all'interno di una regione. In ogni regione si è fatto uso dei costi medi regionali di ogni singola lavorazione, calcolati sulla base dei Tariffari dei Contoterzisti disponibili. Per il Piemonte si è fatto riferimento al Tariffario della provincia di Vercelli (2018) e al Tariffario delle province di Alessandria, Novara e Pavia (2014); per la Lombardia al Tariffario di Mantova (2018), al Tariffario di Milano e Lodi, al Tariffario di Cremona e quello di Pavia già utilizzato per il Piemonte. Per l'Emilia-Romagna è stato considerato il Tariffario di Reggio-Emilia (2021), il Tariffario di Forlì-Cesena e Rimini (2018) ed il Tariffario di Ravenna (2014); infine, per il veneto, si è fatto uso del Tariffario delle lavorazioni dei contoterzisti regionale (2018). Per la valutazione dei costi (variabili) di produzione nelle regioni del distretto sono state considerate le medesime voci di costo riportate nel modello a scala locale, ipotizzando dunque identiche le pratiche colturali nelle diverse aree e valutando così il solo effetto di eventuali variazioni di prezzo. A lavorazioni specifiche mancanti sono stati applicati i costi del modello locale, moltiplicati per un coefficiente correttivo pari al rapporto medio tra i costi delle lavorazioni disponibili per la regione di interesse e i costi del modello locale corrispondenti. I coefficienti sono riportati in tabella 50.

Tabella 50 - coefficienti correttivi del pomodoro per il primo ciclo e per il secondo ciclo

	LOMBARDIA	EMILIA-ROMAGNA	PIEMONTE	VENETO
primo ciclo	1,19	1,05	1,05	1,12
secondo ciclo	1,15	1,02	1,03	1,11

Si può constatare come i coefficienti siano sempre maggiori di uno, in particolare in Lombardia ed in Veneto. Ciò fa sì che, prendendo come esempio la Lombardia, i costi di produzione calcolati a livello regionale siano superiori rispetto a quelli ottenuti per la provincia di Mantova nel modello AGRIDE-c. È inoltre opportuno riferire che spesso i costi presenti nei tariffari disponibili non fanno riferimento a lavorazioni specifiche per il pomodoro, ma più in generale alle orticole, per cui vi può essere un margine di incertezza significativo.

Infine, si è costruito il bilancio economico sulla base delle rese del SIAN e dei prezzi di vendita di ISMEA che, però, spesso non forniscono i valori per tutte le regioni ma soltanto per quelle principali per ciascuna coltura. Per questo motivo si è dovuto procedere nel seguente modo:

- prezzo di vendita (ISMEA) → l'idea di partenza era quella di considerare, per ogni regione, una media dei prezzi di vendita del pomodoro degli ultimi 5 anni (2017-2021). Il problema è che nei dati forniti da ISMEA, per le due province prese in esame, vi sono prezzi di vendita che risultano essere di un ordine di grandezza superiori rispetto a quelli forniti dagli esperti. Per tale ragione si è deciso di non utilizzare i prezzi di ISMEA, ma di considerare una media dei prezzi di vendita delle province di Mantova e Piacenza per tutto il bacino del Po, ossia 8,4 €/q.
- rese (SIAN) → per ogni regione si è considerata una media delle rese del pomodoro da industria degli ultimi 5 anni (2017-2021). Per quasi tutte le province appartenenti ad una regione vi è la stessa resa, con fonte regionale o nazionale del dato. Mentre il prezzo di vendita tra primo e secondo ciclo è stato tenuto costante, le rese no; si è, dunque, mantenuta una differenza di resa di 100 q/ha tra primo e secondo ciclo, andando a sommare e sottrarre 50 q/ha dal valore ottenuto dal SIAN.

A titolo esemplificativo, a fine di avere una panoramica generale sulla regionalizzazione del modello di danno per una specifica regione, sono state riportate le tabelle del bilancio economico (tab. 51), delle lavorazioni e dei relativi costi di produzione (tab. 52-53) e tutti gli scenari di alluvione (da tab. 54 a tab. 67) per la Lombardia. Le tabelle relative alla regionalizzazione per le altre tre regioni sono riportate in Appendice.

Tabella 51 -bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria in Lombardia

BILANCIO ECONOMICO											
Primo ciclo						Secondo ciclo					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U. E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno[€/ha]	Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
983,1	8,4	485	8745	7070	1675	883,1	8,4	485	7900	7135	765

Tabella 52 - lavorazioni e costi di produzione per il pomodoro da industria nel primo ciclo colturale in Lombardia

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
agosto - settembre - ottobre - novembre - dicembre - gennaio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 410		**410**
febbraio	SEMINA	Distribuzione concime: 50	Concime di fondo: 335	**410 + 520 = 930**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 55	Diserbo pre trapianto: 80	
marzo	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 420	Piantine: 950	**930 + 2025 = 2955**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 70	Diserbo post trapianto: 55	
		Irrigazione_1: 290	Concime di copertura (azoto): 240	
aprile	CRESCITA	Sarchiatura: 75		**2955 + 365 = 3320**
		Irrigazione_2: 290		
maggio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazione_3: 290	Insetticida: 100	**3320 + 960 = 4280**
		Distribuzione fungicida: 190	Geo disinfestante: 80	
			Fungicida: 300	
giugno	MATURAZIONE	Irrigazione_4: 290		**4280 + 290 = 4570**
luglio	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 2090		**4570 + 2090 = 6660**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6660**

Tabella 53 - lavorazioni e costi di produzione per il pomodoro da industria nel secondo ciclo colturale in Lombardia

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**costi cumulati [€/ha]**
ottobre – novembre – dicembre – gennaio – febbraio – marzo	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 410		**410**
aprile	SEMINA	Distribuzione concime: 45	Concime di fondo: 290	**410 + 455 = 865**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 50	Diserbo pre trapianto: 70	
maggio	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 420	Piantine: 925	**865 + 1940 = 2805**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 65	Diserbo post trapianto: 50	
		Irrigazione_1: 280	Concime di copertura (azoto): 200	
giugno	CRESCITA	Sarchiatura: 75		**2805 + 355 = 3160**
		Irrigazione_2: 280		
luglio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazioni_3_4: 560	Insetticida: 90	**3160 + 1145 = 4305**
		Distribuzione fungicida: 165	Fungicida: 260	
			Geo disinfestante: 70	
agosto	MATURAZIONE	Irrigazioni_5_6: 560		**4305 + 560 = 4865**
settembre	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 1900		**4865 + 1900 = 6765**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6765**

Tabella 54 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio

Alluvione nel mese di gennaio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8745	7570	1175	500	**29,8**

Tabella 55 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8745	7795	950	725	**43,2**

Tabella 56 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 14,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	3455	- 2790	4645	**277,3**	3795	7750	- 2280	3955	**236,1**
RISEMINARE					RISEMINARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7900	10180	- 2280	3955	**236,1**	7900	10180	- 2280	3955	**236,1**

Tabella 57 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7900	7837	62	703	**91,9**

Tabella 58 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 10,3 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	3820	-3335	5010	**299,1**	4955	7660	- 2645	4320	**257,9**	8745	7600	1145	530	**31,6**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
7900	10545	- 2645	4320	**257,9**	7900	10545	- 2645	4320	**257,9**					

Tabella 59 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese aprile				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]
7900	7837	62	703	**91,9**

Tabella 60 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 16,3 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	4780	- 4295	5970	**356,4**	2476	7387	- 4295	5970	**356,4**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					485	4780	- 4295	5970	**356,4**

Tabella 61 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 9,6 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	3305	- 2820	3585	**468,6**	4977	7797	- 3585	3062,5	**468,6**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					485	3305	- 2820	3565	**468,6**

Tabella 62 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	5070	- 4585	6260	**373,7**	2985	7570	- 4585	6260	**373,7**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					485	5070	- 4585	6260	**373,7**

Tabella 63 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 11 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	3660	- 3175	3940	**515**	4487	7662	3175	3940	**515**	7900	7662	238	1437	**85,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]					
					485	3660	- 3175	3940	**515**					

Tabella 64 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8745	7570	1175	500	**29,8**

Tabella 65 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 14,2 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	4805	- 4320	5085	**664,7**	3555	7875	- 4320	5085	**664,7**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					485	4805	- 4320	5085	**664,7**

Tabella 66 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	5365	- 4880	5645	**737,9**	2755	7635	- 4880	5645	**737,9**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					485	5365	- 4880	5645	**737,9**

Tabella 67 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7900	7635	265	500	**65,4**

4.2. Regionalizzazione del modello per la barbabietola da zucchero

Per quanto riguarda i contributi europei, l'unica differenza rispetto al pomodoro riguarda il fatto che per la regione Veneto era disponibile un contributo specifico per la coltivazione della barbabietola da zucchero e quindi non si è dovuto calcolare una media tra le altre tre regioni, mentre in Lombardia equivale a quello del pomodoro perché il contributo si riferisce in generale alla voce "orticole".

I costi di produzione regionali per la barbabietola sono stati derivati dagli stessi Tariffari dei Contoterzisti utilizzati per il pomodoro; spesso, infatti, non c'era una distinzione chiara sulle lavorazioni specifiche per il pomodoro o per la barbabietola. Per i costi di produzione variabili sono stati ricavati i seguenti coefficienti correttivi regionali (tab. 68).

Tabella 68 - coefficienti correttivi della barbabietola da zucchero

	LOMBARDIA	EMILIA-ROMAGNA	PIEMONTE	VENETO
ciclo unico	1,13	1	1,12	0,9

Per calcolare la PLV a scala regionale sono state fatte le seguenti valutazioni:

- prezzo di vendita (ISMEA) → a differenza del pomodoro, i prezzi di vendita forniti da ISMEA sono risultati essere affidabili e coerenti con quelli ottenuti dagli esperti intervistati: vi sono però solamente valori annuali facenti riferimento genericamente al Nord Italia, per questo motivo i prezzi di vendita delle quattro regioni appartenenti al bacino del fiume Po sono gli stessi (4,2 €/q).
- rese (SIAN) → per ogni regione si è considerata una media delle rese degli ultimi 5 anni (2017-2021).

Anche in questo caso sono state riportate le tabelle del bilancio economico (tab. 69), delle lavorazioni e dei relativi costi di produzione (tab. 70) e tutti gli scenari di alluvione (da tab. 71 a tab. 79) per la Lombardia, a titolo di esempio. Le tabelle per le altre tre regioni sono riportate in Appendice.

Tabella 69 - bilancio economico per la barbabietola da zucchero in Lombardia

BILANCIO ECONOMICO					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	PLV [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
673,7	4,2	485	3315	2905	410

Tabella 70 - lavorazioni e costi di produzione per la barbabietola da zucchero in Lombardia

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
novembre - dicembre - gennaio - febbraio	PARTICELLA SPOGLIA	Erpicatura profonda: 200 Varie erpicature superficiali: 100		**300**
marzo	SEMINA	Semina: 100 Irrigazione_1: 200	Seme: 300 Concime: 270	**300 + 870 = 1170**
aprile	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	Concimazioni: 80	Concime: 150	**1170 + 230 = 1400**
maggio	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	Distribuzione diserbi: 80 Irrigazione_2: 180	Diserbanti: 80	**1400 + 340 = 1740**
giugno	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)	Trattamenti: 100	Insetticidi/fungicidi: 250	**1740 + 350 = 2090**
luglio	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)	Irrigazione_3: 200		**2090 + 200 = 2290**
agosto - settembre - ottobre	RACCOLTA PRECOCE - RACCOLTA - RACCOLTA TARDIVA	Raccolta + trasporto: 480		**2290 + 480 = 2770**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**2770**

Tabella 71 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3315	3405	- 90	500	**121,9**

Tabella 72 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo														
SEMINA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 7,4 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	1670	- 1185	1595	**389**	2445	3405	- 960	1370	**342,5**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3315	4275	- 960	1370	**342,5**	3315	4275	- 960	1370	**342,5**					

Tabella 73 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 9,4 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	1900	- 1415	1825	**445,1**	2215	3405	- 1190	1600	**390,2**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadag no [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3315	4505	- 1190	1600	**390,2**	3315	4505	- 1190	1600	**390,2**					

Tabella 74 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio														
ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 14,2 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	2240	- 1775	2165	**528**	1650	3405	- 1755	2065	**528**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					485	2240	- 1775	2165	**528**					

Tabella 75 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno															
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)															
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 17 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	2590	- 2105	2515	**613,4**	1300	3405	- 2105	2415	**613,4**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					485	2590	- 2105	2515	**613,4**					

Tabella 76 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio															
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)															
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 18,7 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
485	2790	- 2305	2715	**662,2**	1100	3405	- 2305	2715	**662,2**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					485	2790	- 2305	2715	**662,2**					

Tabella 77 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto														
RACCOLTA PRECOCE														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 18,2 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1432	2950	- 1518	1928	**470,2**	1887	3405	- 1518	1928	**470,2**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1432	2950	- 1518	1928	**470,2**					

Tabella 78 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre														
RACCOLTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 16,6 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2378	3310	- 732	1142	**278,5**	2673	3405	- 732	1142	**278,5**	3315	3405	- 90	500	**121,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					2378	3310	- 732	1142	**278,5**					

Tabella 79 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa durante il mese di ottobre

Alluvione nel mese di ottobre				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3315	3405	- 90	500	**121,9**

5. Applicazione

Come ultimo punto del lavoro di tesi si è applicato il modello AGRIDE-c su una porzione del distretto in esame, per la precisione sull'Area a Potenziale Rischio Significativo di Alluvione (APSFR) lungo il tratto di Po che si estende da Torino fino alla sua foce (APSFR denominata "Fiume Po da Torino al mare") e che comprende pertanto territori situati nelle quattro regioni sulle quali è stato regionalizzato il modello. Per tale area era disponibile il dato vettoriale delle particelle catastali con rispettiva coltura prevalente. L'obiettivo è stato quello di calcolare il danno atteso in questa superficie sia per il pomodoro sia per la barbabietola da zucchero, contribuendo al danno atteso già calcolato per le principali colture cerealicole e foraggere nel bacino, all'interno del progetto MOVIDA, in modo tale da fornire un quadro generale più ampio all'interno del bacino stesso.

Per permettere il confronto con i risultati di danno ottenuti nell'ambito dell'aggiornamento del PGRA per l'APSFR del fiume Po (disponibili nella relativa scheda monografica, allegata al PGRA 2021 del Distretto del Po – https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021), è stato considerato lo stesso scenario alluvionale, corrispondente a un evento con tempo di ritorno di 200 anni (scenario di media pericolosità – P2), che avviene in maggio e nell'ipotesi di una durata dell'inondazione costante su tutta la APSFR, pari a 7 giorni. Durante questo mese si raggiunge una percentuale di danno significativa per il pomodoro e la barbabietola (mentre danno massimo per le colture cerealicole e foraggere) dovuta al fatto che, spesso, la fase fenologica di semina è terminata da qualche mese e le spese sostenute dall'azienda agricola sono elevate.
Dopodiché, i modelli di danno sono stati riapplicati per un secondo scenario alluvionale, corrispondente a un evento di pericolosità (P2 – TR = 200 anni) e durata (7 giorni) ma che si verifica in giugno, in modo da mostrare le differenze stagionali del danno alle colture di interesse. Sia per il pomodoro che per la barbabietola, il danno atteso durante il mese di giugno è superiore rispetto a quello ottenuto nel mese di maggio e quindi è più significativo dal punto di vista fenologico. Per il pomodoro (es. con primo ciclo), infatti, il danno atteso in termini economici qualora si dovesse verificare un'alluvione nel mese di giugno sarebbe massimo, mentre per la barbabietola il danno massimo si raggiungerebbe a luglio, ma a giugno risulterebbe comunque superiore rispetto al danno conseguente a un'alluvione in maggio.

Per stimare il danno atteso nei due scenari alluvionali ipotizzati, si è considerato il danno economico unitario [€/ha] ricavato dalla regionalizzazione per pomodoro e barbabietola per una durata di alluvione di una settimana durante i mesi di maggio e giugno (da tab. 80 a tab. 83); qui, il danno fisico raggiunto è pari al 100% (perdita totale della resa), per cui l'agricoltore è costretto ad abbandonare la coltivazione senza avere nemmeno la possibilità di riseminare.

Tabella 80 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per il Piemonte

	POMODORO				BARBABIETOLA			
			durata >= 3 giorni				durata >= 5 giorni	
PIEMONTE	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]
	Maggio	Allegagione	abbandono	6090	Maggio	Accrescimento rapido rosetta	abbandono	2045
	Giugno	Maturazione	abbandono	6340	Giugno	Ingrossamento radice (pas)	abbandono	2465

Tabella 81 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per la Lombardia

	POMODORO				BARBABIETOLA			
			durata >= 3 giorni				durata >= 5 giorni	
LOMBARDIA	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]
	Maggio	Allegagione	abbandono	5970	Maggio	Accrescimento rapido rosetta	abbandono	2165
	Giugno	Maturazione	abbandono	6260	Giugno	Ingrossamento radice (pas)	abbandono	2515

Tabella 82 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per l'Emilia-Romagna

	POMODORO				BARBABIETOLA			
			durata >= 3 giorni				durata >= 5 giorni	
EMILIA-ROMAGNA	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]
	Maggio	Allegagione	abbandono	5150	Maggio	Accrescimento rapido rosetta	abbandono	2130
	Giugno	Maturazione	abbandono	5400	Giugno	Ingrossamento radice (pas)	abbandono	2460

Tabella 83 - danno atteso a maggio e a giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni, sulla base del modello di danno regionale sviluppato per il Veneto

	POMODORO				BARBABIETOLA			
			durata >= 3 giorni				durata >= 5 giorni	
VENETO	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]	MESE	FASE VEGETATIVA	strategia	danno [€/ha]
	Maggio	Allegagione	abbandono	6187	Maggio	Accrescimento rapido rosetta	abbandono	2483
	Giugno	Maturazione	abbandono	6457	Giugno	Ingrossamento radice (pas)	abbandono	2763

A questo punto, è stato associato ad ogni particella catastale nell'APSFR del Po coltivata con pomodoro e barbabietola la resa [q/ha], il prezzo [€/q] e la PLV non unitaria [€], ma moltiplicata per la superficie coltivata in area potenzialmente allagabile. Infine, si è completata l'implementazione andando a calcolare il danno atteso [€] ottenuto in ogni particella catastale moltiplicando il danno atteso unitario [€/ha] per la medesima superficie.

Analizzando i risultati ottenuti nel progetto MOVIDA per l'APSFR "Fiume Po da Torino al mare", emerge che, nello scenario con tempo di ritorno di 200 anni sono esposti oltre 400.000 ha a destinazione agricola, per un controvalore di circa 10 miliardi di euro in termini di PLV. Tali aree sono prevalentemente vocate alla coltivazione di cerealicole, distribuite in egual proporzione tra mais, frumento e foraggio (~10% della superficie agricola utilizzata). Il danno atteso calcolato per lo scenario P2 (mese: maggio, durata: 7 giorni) per i cinque seminativi annuali presenti in maggiori quantità nel Nord Italia ammontava a circa 150 milioni di euro e la tipologia colturale che contribuiva (e contribuisce tuttora) maggiormente al danno era il frumento, che pesava sul totale per circa il 50%, seguito dal mais (~30%).

Per quanto riguarda il primo scenario di alluvione (maggio), l'incremento del danno atteso nell'APSFR in esame dato da pomodoro e barbabietola assume una importante valenza. La porzione di superficie in cui si coltivano pomodoro e barbabietola da zucchero è piuttosto scarsa (~3%) con rispettivamente 3.445 Km^2 e 2.545 Km^2, mentre la variazione del danno atteso è, invece, piuttosto significativa (fig. 52 e tab. 84) grazie ad una PLV elevata, il cui contributo maggiore è dovuto in particolar modo al prezzo di vendita, soprattutto per il pomodoro.

Tabella 84 – distribuzione del danno atteso per le principali colture a maggio per una durata di alluvione pari a 7 giorni

Tipologia	M€	%
FRUMENTO	72,85	36
MAIS	46,50	23
RISO	17,05	8
FORAGGIO	13,95	7
ORZO	4,65	2
POMODORO	**39,39**	**20,5**
BARBABIETOLA	**6,54**	**3,5**

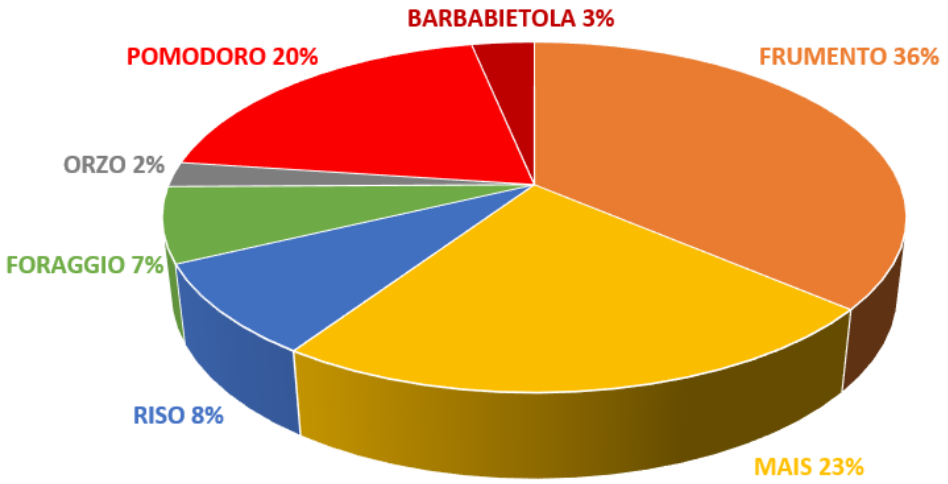


Figura 52 - distribuzione del danno atteso per le principali colture a maggio per una durata di alluvione pari a 7 giorni

Dalla tabella emerge che il danno atteso per il pomodoro nell'APSFR del fiume Po, calcolato nello scenario di probabilità duecentennale per il mese di maggio, ammonta a 39.394.023 €, mentre per la barbabietola da zucchero a 6.543.909 €, per un totale di circa 46 M€ ed un contributo in percentuale sul danno atteso stimato di circa il 24%.

Infine, è stata rappresentata la distribuzione spaziale del danno atteso calcolato durante il mese di maggio, senza e con la coltivazione di pomodoro e barbabietola. Si è deciso di focalizzarsi su due porzioni significative dell'area potenzialmente allagabile in termini di superficie utilizzata per la coltivazione di pomodoro e barbabietola. Nelle figure 53 e 54, infatti, è raffigurata la variazione del danno atteso tra le province di Mantova e Cremona e si può notare come vi sia un aumento delle particelle catastali colorate (soprattutto di viola), ossia un incremento importante del danno atteso nella zona dovuto a queste due colture. Si è infine ripetuto lo stesso procedimento al confine tra le province di Piacenza, Lodi e Cremona (fig. 55-56).

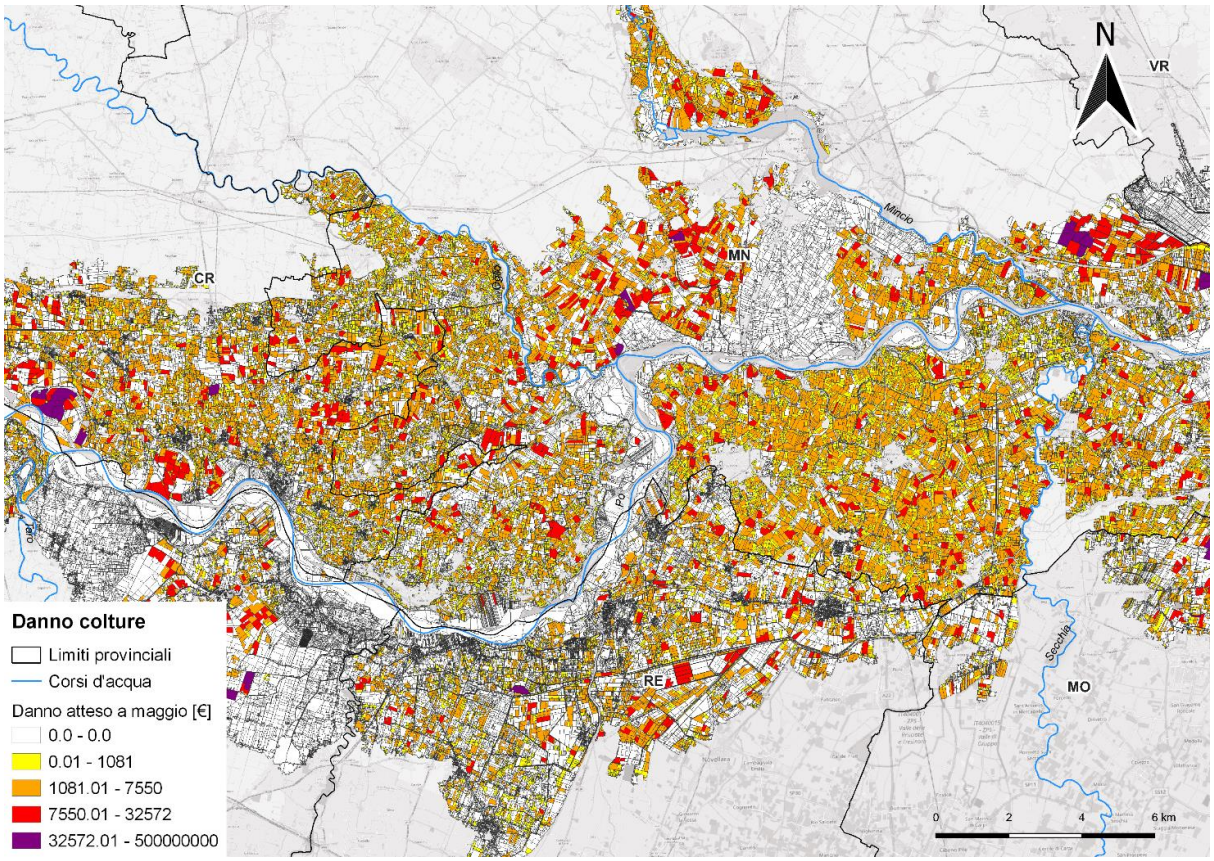


Figura 53 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Mantova e Cremona senza pomodoro e barbabietola

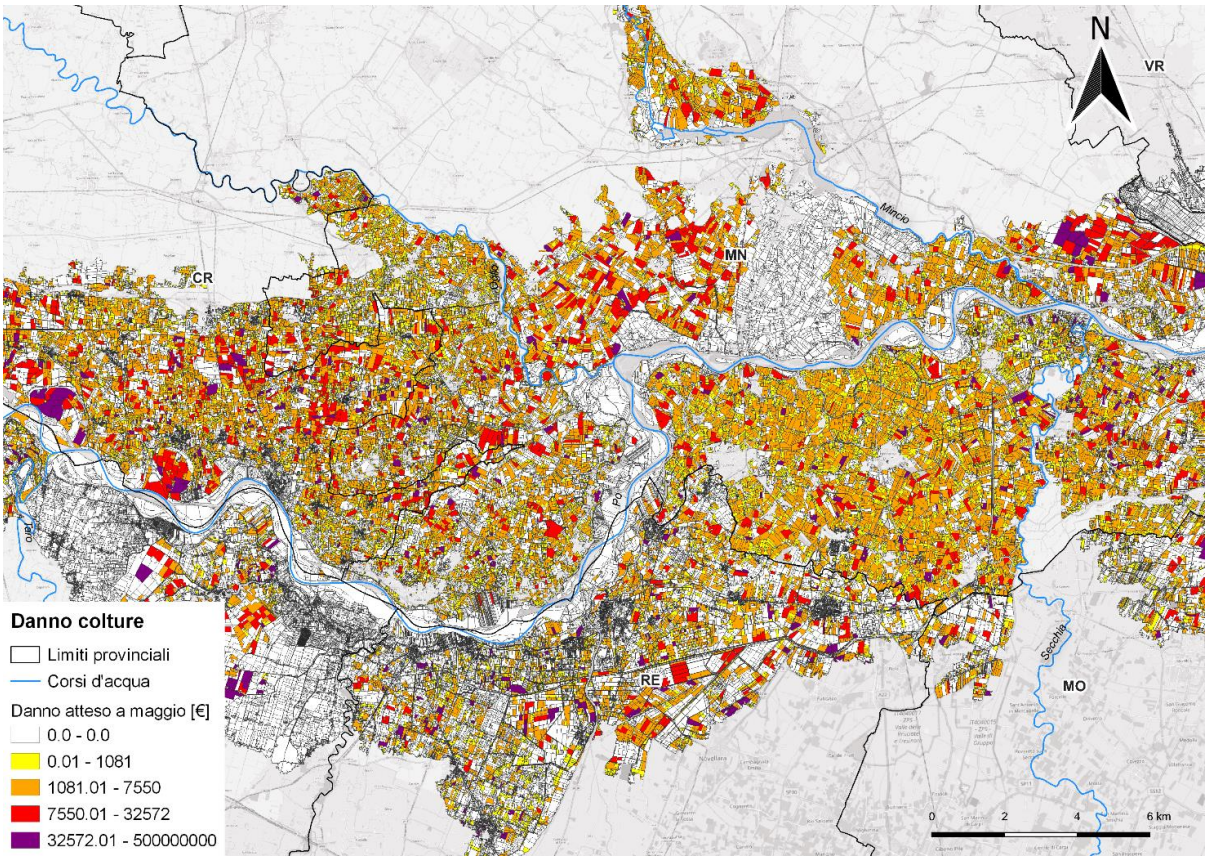


Figura 54 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Mantova e Cremona con pomodoro e barbabietola

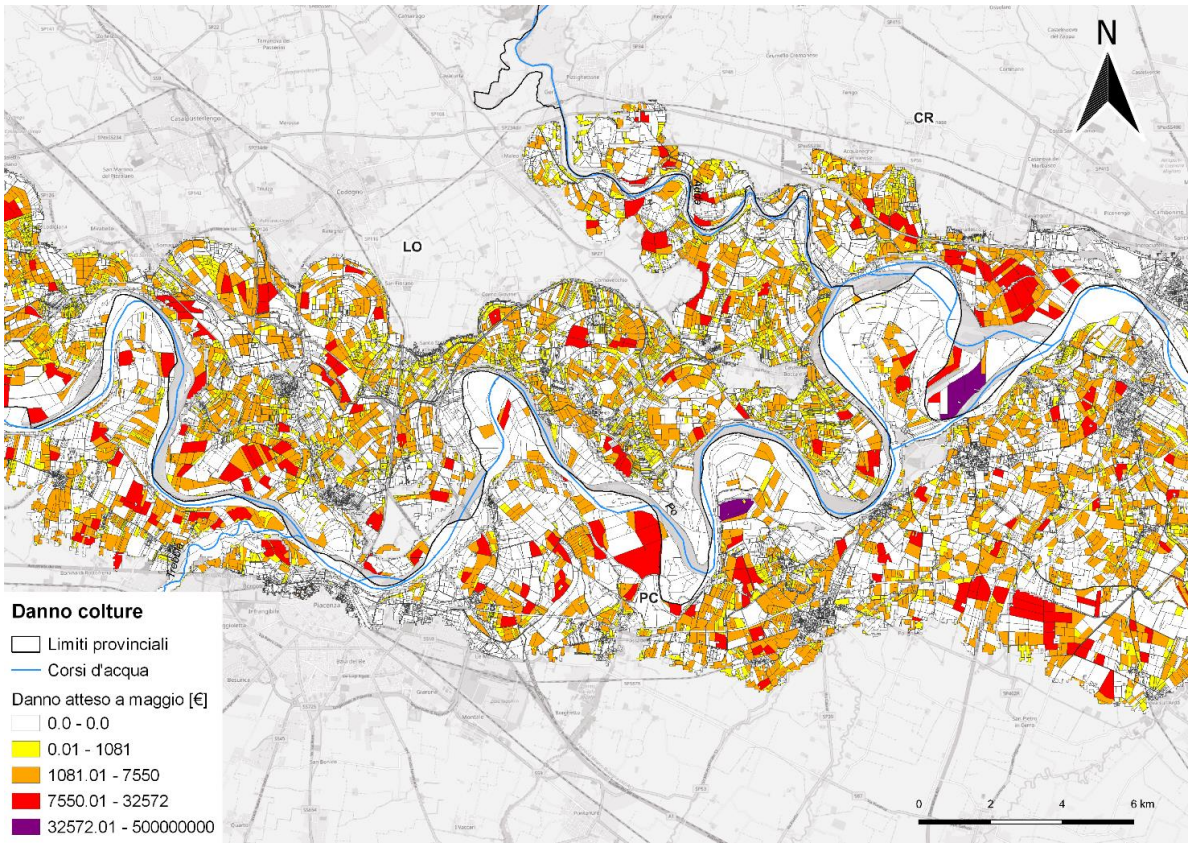


Figura 55 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Piacenza, Lodi e Cremona senza pomodoro e barbabietola

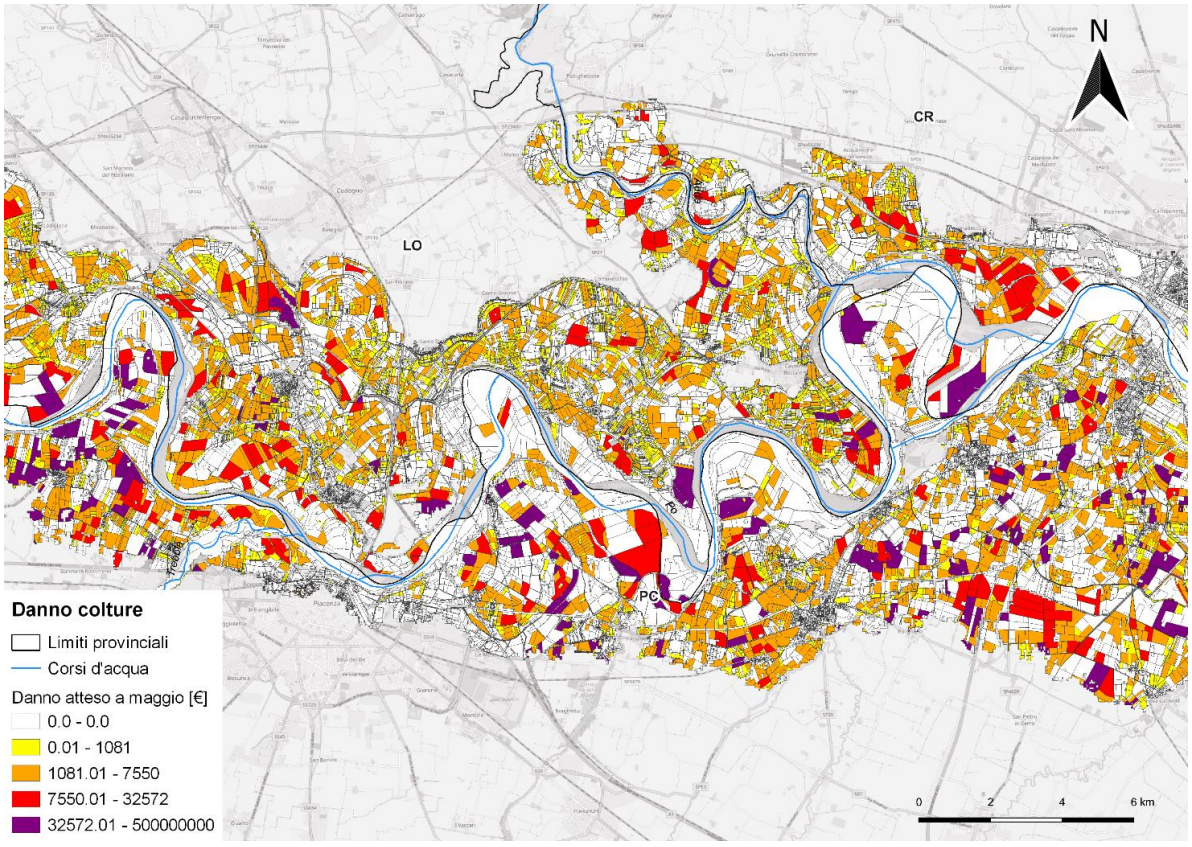


Figura 56 - danno atteso alle colture durante il mese di maggio tra le province di Piacenza, Lodi e Cremona con pomodoro e barbabietola

Per quanto riguarda il secondo scenario (alluvione durante il mese di giugno), il danno atteso per entrambe le colture è superiore rispetto a quello di maggio: il danno atteso per il pomodoro ammonta a 41.303.397 €, mentre per la barbabietola a 7.573.387 €. (fig. 57 e tab. 85).

Tabella 85 - variazione del danno atteso per pomodoro e barbabietola tra i mesi di maggio e giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni

Tipologia	Mese	M€	ΔM€
POMODORO	maggio	39,39	1,91
POMODORO	giugno	41,30	
BARBABIETOLA	maggio	6,54	1,03
BARBABIETOLA	giugno	7,57	

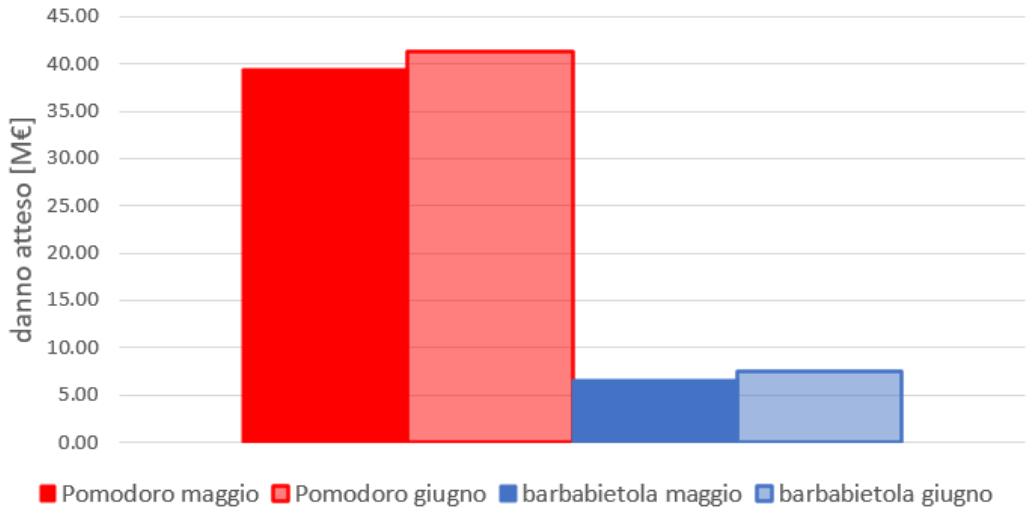


Figura 57 - variazione del danno atteso per pomodoro e barbabietola tra i mesi di maggio e giugno per una durata di alluvione pari a 7 giorni

6. Conclusioni

Il lavoro di tesi ha sviluppato il modello di danno alluvionale AGRIDE-c per le due colture orticole prevalenti nel distretto idrografico del fiume Po nell'ambito del progetto MOVIDA, ampliandone l'applicazione per rispondere alla Direttiva Alluvioni (Direttiva 2007/60/CE). Lo sviluppo di modelli per la valutazione del danno alluvionale nelle zone agricole, seppur mediamente inferiore a quello sulle aree urbane, risulta infatti ormai indispensabile per rispondere alle richieste e alle politiche di gestione e mitigazione del rischio, definite a livello comunitario dalla Direttiva Alluvioni: elaborazione delle mappe del rischio, analisi costi-benefici per valutare l'efficienza e la priorità delle misure di mitigazione, soprattutto per i progetti che includono il ripristino di aree golenali/piane alluvionali o la realizzazione dei bacini di laminazione.
In particolare, dopo un'accurata analisi territoriale sulle orticole prevalenti a scala di distretto, l'elaborato si è focalizzato sulla stima del danno atteso per il pomodoro e la barbabietola da zucchero, che sono rispettivamente l'orticola e il tubero più abbondanti nel distretto.
Per lo sviluppo del modello di danno è risultata di fondamentale importanza la raccolta di informazioni da esperti del settore, vista la carenza di dati ex-post relativi ai danni all'agricoltura. Certamente questo tipo di approccio presuppone un notevole impegno futuro, poiché richiede la raccolta e la condivisione delle conoscenze di agronomi e agrari, nonché la partecipazione degli agricoltori direttamente interessati, in modo tale da arrivare a definire un quadro conoscitivo completo, omogeneo e possibilmente adattabile a diversi contesti territoriali.
L'applicazione del modello ha poi messo in risalto come sia di fondamentale importanza lo sviluppo di modelli di danno per le principali colture sia in termini di superficie occupata sia, soprattutto, di PLV, poiché questi modelli possono assumere un ruolo fondamentale per la stima del danno complessivo. Dall'implementazione emerge, infatti, come sebbene la superficie dell'APSFR adibita alla coltivazione di pomodoro non vada oltre i 3.500 km^2, il danno atteso stimato sia prossimo ai 40 milioni di euro, cifra che, in proporzione alla superficie utilizzata, supera tutte le altre colture coltivate nel distretto idrografico del fiume Po.

La modellazione proposta nel seguente elaborato costituisce dunque una continuazione per lo sviluppo ed adattamento del modello AGRIDE-c ed un punto di partenza per le ricerche future, che richiederanno sicuramente le conoscenze e il supporto di agronomi e agricoltori, nonché la raccolta ex-post di dati di danno indispensabili per la validazione del modello.
Il risultato finale evidenzia nel dettaglio come nel distretto, dopo pomodoro e barbabietola da zucchero, la terza orticola sulla quale può essere in futuro sviluppato il modello di danno nel distretto del Po è il pisello (fig. 17).
Un altro possibile sviluppo della tesi può essere l'analizzare l'uso del suolo agricolo nelle regioni escluse dal lavoro causa mancanza di dati, per verificare la presenza di eventuali ulteriori orticole prevalenti all'interno del distretto; ora i rispettivi dati di Piemonte e Valle d'Aosta sono disponibili. Inoltre, sarebbe importante estendere il modello AGRIDE-c non soltanto nel distretto idrografico del fiume Po, ma anche a livello nazionale per altre tipologie di colture quali i frutteti (colture pluriennali) e come è già stato fatto per i vigneti, in modo da ampliare l'applicabilità del modello anche in contesti differenti.
Sarebbe anche opportuno risolvere le criticità riscontrate durante lo svolgimento della tesi, ossia l'assenza delle dichiarazioni degli agricoltori in alcune particelle catastali e di dati contenenti errori (es. errori sui codici necessari per identificare le particelle): la possibilità di utilizzare in futuro i dati satellitari per riconoscere le colture in atto nei diversi periodi dell'anno potrebbe sicuramente essere una valida soluzione. Infine, riuscire a recuperare informazioni riguardanti alcuni parametri di pericolosità come la velocità e la durata di alluvione porterebbe ad analisi più precise sulla stima del danno alluvionale.
Per concludere, studi futuri potrebbero considerare, oltre al danno atteso sulle colture agricole, la stima dei possibili danni alle altre componenti costituenti l'azienda agricola (suolo, bestiame, macchine, materiali immagazzinati, fabbricati agricoli, ecc.). Infatti, per avere una stima esaustiva del danno totale, sarebbe opportuno valutare tutte le categorie e tenere conto anche dei potenziali impatti indotti sull'attività dell'azienda.

7. Bibliografia

Agenais A.- L., Grelot F., Brémond P., Erdlenbruch K. (2013) Groupe de travail national ACB inondation. *Dommages des inondations au secteur agricole. Guideméthodologique et fonctions nationales.* IRSTEA, UMR G-EAU «Gestion de l'Eau, Acteurs et Usages».

ARPA Lombardia *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia 2003*.

ARPA Toscana (2016) *La salvaguardia e il ripristino delle pianure alluvionali.* ARPATnews (n. 063 – 30/03/2016).

Brémond P., Grelot F., and Agenais A. - L. (2013) Review Article: Economic evaluation of flood damage to agriculture – review and analysis of existing methods. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 2493–2512, 2013.

Cellerino R. (2004*) L'Italia delle alluvioni. Un'analisi economica.* Ed. Franco Angeli.

CRED and UNISDR (2016) *The human cost of weather related disasters 1995-2015.*

Decreto Legislativo del 23 febbraio 2010, n. 49 - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi alluvioni.

Domeneghetti A., Martinelli L., Carisi F. (2020) *Sviluppo ed applicazione di modelli di stima del danno alluvionale al settore agricolo.* Tesi di Laurea Magistrale, Università di Bologna (2020).

Dottori F., Figueiredo R., Martina M.L.V., Molinari D., and Scorzini A. R. (2016) *INSYDE: a synthetic, probabilistic flood damage model based on explicit cost analysis.* Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 16, 2577–2591, 2016.

Dr. Srikantha Herat (2003) *Flood Damage Estimation of an Urban Catchment Using Remote Sensing and GIS.* International Training Program on Total Disaster Risk Management 10-13 June 2003.

Dutta D., Herath S., Musiake K. (2003) *A mathematical model for flood loss estimation.* Journal of Hydrology 277 (2003) 24–49.

Franco Rosso, Maria Teresa Amaducci, Gianpietro Venturi (2002) *Agronomica: L'agrotecnica della bietola primaverile (acquisizione e sviluppi).* Supplemento N.1 al N. 3/2002 (maggio) della rivista Agronomica.

Galliani M., Molinari D., Ballio F. (2020) Brief Communication: Simple-INSYDE, development of a new tool for flood damage evaluation from an existing synthetic model. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 20, 2937-2941, 2020.

Klaus S., Kreibich H., Merz B., Kuhlmann B. (2016) *Large-scale, seasonal flood risk analysis for agricultural crops in Germany.* Environ Earth Sci (2016).

Kok M., Huizinga H.J., Vrouwenvelder, A.C.W.M., Barendregt A. (2004) *Standard Method 2004 Damage and Casualties Caused by Flooding. Ministrie van Verkeer en Waterstaat.* Road and Hydraulic Engineering Institute. The Netherlands.

La valutazione dei danni alluvionali nel PGRA. Report metodologico – versione 12/03/2021.

Marotta N. e Zirilli O. (2015) Disastri e catastrofi. Rischio, esposizione, vulnerabilità e resilienza. Maggioli editore.

Mendoza M. T. (2015) Flood risk models: from assumptions to reality. Challenges of adapting damage functions at the local scale: an application in the Valle d'Aosta, Italy. Tesi di Laurea Magistrale, Politecnico di Milano 2015.

Merz B., Kreibich H., Schwarze R., and Thieken A. (2010) *Review article: Assessment of economic flood damage.* Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, 1697–1724, 2010.

Molinari D., Scorzini A. R., Gallazzi A., Ballio F. (2019) *AGRIDE-c, a conceptual model for the estimation of flood damage to crops: development and implementation.* Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 19, 2565-2582, 2019.

Molinari D., Aronica G. T., Ballio F., Berni N., and Pandolfo C. (2012) Le curve di danno quale strumento a supporto della Direttiva Alluvioni: criticità dei dati italiani.

Molinari D., Gallazzi A., Scorzini A. M., Ballio F. (2017) *AGRIDE: un modello esperto per la valutazione del danno alluvionale al settore agricolo.* Tesi di Laurea Magistrale, Politecnico di Milano (2017).

Pieri R. e Pretolani R. (2016) *Il Sistema Agro-alimentare della Lombardia. Rapporto 2017.* Ed. Franco Angeli.

S. Forster, B. Kuhlmann, K.-E. Lindenschmidt, A. Bronstert Assessing (2008) *Natural Hazards and Earth System Sciences: Flood Risk for a rural detention area.* Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 8, 311–322, 2008.

Scorzini A. R., Di Bacco M., Manella G. (2021) Regional flood risk analysis fro agricultural crops: Insights from the implementation of AGRIDE-c in central Italy. International Journal of Disaster Risk Reduction 53 (2021) 101999.

The European Parliament and the Council of the European Union (2007) *Directive on the assessment and management of flood risks (2007/60/EC).* Official Journal of the European Union L 288/27.
U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1985) *AGDAM, Agricultural Flood Damage Analysis* - User's Manual (Provisional).

Vozinaki A.-E. K., Karatzas G.P., Sibetheros I.A., and Varouchakis E.A. (2015) *An agricultural flash flood loss estimation methodology: the case study of the Koiliaris basin (Greece), February 2003 flood.* Nat. Hazards (2015) 79:899–920 DOI 10.1007/s11069-015- 1882-8.

8. Sitografia

https://agreagestione.regione.emilia-romagna.it/agrea-file/PianiColturaliAlfanumerici/

https://www.avepa.it/uso-suolo

https://ortodacoltivare.it

https://passioneinverde.it

https://agricolturabiologicaonline.it

https://ispraambiente.gov.it

https://colturaecultura.it

https://freshplaza.it

https://www.gmpe.it

https://www.fema.gov/plan/prevent/hazus

https://venetoagricoltura.org

https://researchgate.net

https://agraria.org

https://www.comuni-italiani.it

https://acutis.it

https://dati.istat.it

https://agri.iamb.it

https://terraevita.edagricole.it

https://guaresi.com

https://uniba.it

file:///C:/Users/Vittorio/Downloads/OpportunitàdifinanziamentodellemisuredeiPSR1420_Vol2_ver1.pdf

https://polaris.crea.gov.it/psr_2014_2020/Regioni/LOMBARDIA/MIS.%2010/SOTTOMIS.%2010.1/OPERAZIONI%2010.1.1/LOM_M10.1.1_2020_DDS_3852_Bando_20.pdf

https://www.psr.regione.lombardia.it/wps/portal/PROUE/FEASR/programma/

https://www.psr.regione.lombardia.it/wps/portal/PROUE/FEASR/misure-e-operazioni/misura-10

https://polaris.crea.gov.it/psr_2014_2020/Regioni/EMILIA_ROMAGNA/MIS.%2010/SOTTOMIS.%2010.1/Operazione%2010.1.1/EMR_M10.1.1_2016_Bando.pdf

https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/psr-2014-2020/doc/testo-del-psr-e-allegati/testo-del-psr-versione-11-1_versione-vigente/capitolo-8-programme_2014it06rdrp003_11_1_it.pdf

https://polaris.crea.gov.it/psr_2014_2020/bandiPSR.htm

https://www.regione.piemonte.it/web/temi/fondiprogettieuropei/programmasvilupporuralefeasr/m10agroambiente/sottomisura-101-impegni-agro-climatico-ambientali

https://psrveneto.it/misure/misura-10-pagamenti-agro-climatico-ambientali/

https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/sviluppo-rurale-2020

https://www.contoterzisti.it/tariffari.php

https://www.contoterzisti.it/tariffari.php

https://www.contoterzisti.it/tariffari.php

https://www.istitutoagrariosartor.edu.it/wpcontent/uploads/2021/01/tariffe_lavorazionicontoterzi_veneto_2018.pdf

https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021

9. Appendice

9.1. Sviluppo del modello – Piacenza (pomodoro)

Tabella 86 - bilancio economico del pomodoro nella provincia di Piacenza

BILANCIO ECONOMICO											
Primo ciclo						Secondo ciclo					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U. E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
950	8,8	400	8760	6350	2410	850	8,8	400	7880	6665	1215

Tabella 87 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Piacenza

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
agosto - settembre - ottobre - novembre - dicembre - gennaio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 470		**470**
febbraio	SEMINA	Distribuzione concime: 50	Concime di fondo: 230	**470 + 410 = 880**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 50	Diserbo pre trapianto: 80	
marzo	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 415	Piantine: 660	**880 + 1540 = 2420**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 65	Diserbo post trapianto: 95	
		Irrigazione_1: 240	Concime di copertura (azoto): 65	
aprile	CRESCITA	Sarchiatura: 60		**2420 + 300 = 2720**
		Irrigazione_2: 240		
maggio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazione_3: 240	Insetticida: 35	**2720 + 775 = 3495**
		Distribuzione fungicida: 160	Geo disinfestante: 90	
			Fungicida: 250	
giugno	MATURAZIONE	Irrigazione_4: 240		**3495 + 240 = 3735**
luglio	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 2200		**3735 + 2200 = 5935**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**5935**

Tabella 88 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo del pomodoro da industria nella provincia di Piacenza

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
ottobre - novembre - dicembre - gennaio - febbraio - marzo	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 470		**470**
aprile	SEMINA	distribuzione concime: 45	Concime di fondo: 205	**470 + 370 = 840**
		distribuzione diserbo pre trapianto: 45	Diserbo pre trapianto: 75	
maggio	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 415	Piantine: 660	**840 + 1515 = 2355**
		distribuzione diserbo post trapianto: 60	Diserbo post trapianto: 85	
		Irrigazione_1: 240	Concime di copertura (azoto): 55	
giugno	CRESCITA	Sarchiatura: 55		**2355 + 295 = 2650**
		Irrigazione_2: 240		
luglio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazioni_3_4: 480	Insetticida: 30	**2650 + 960 = 3610**
		Distribuzione fungicida: 145	Geo disinfestante: 80	
			Fungicida: 225	
agosto	MATURAZIONE	Irrigazione_5_6: 480		**3610 + 480 = 4090**
settembre	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 2200		**4090 + 2200 = 6290**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6290**

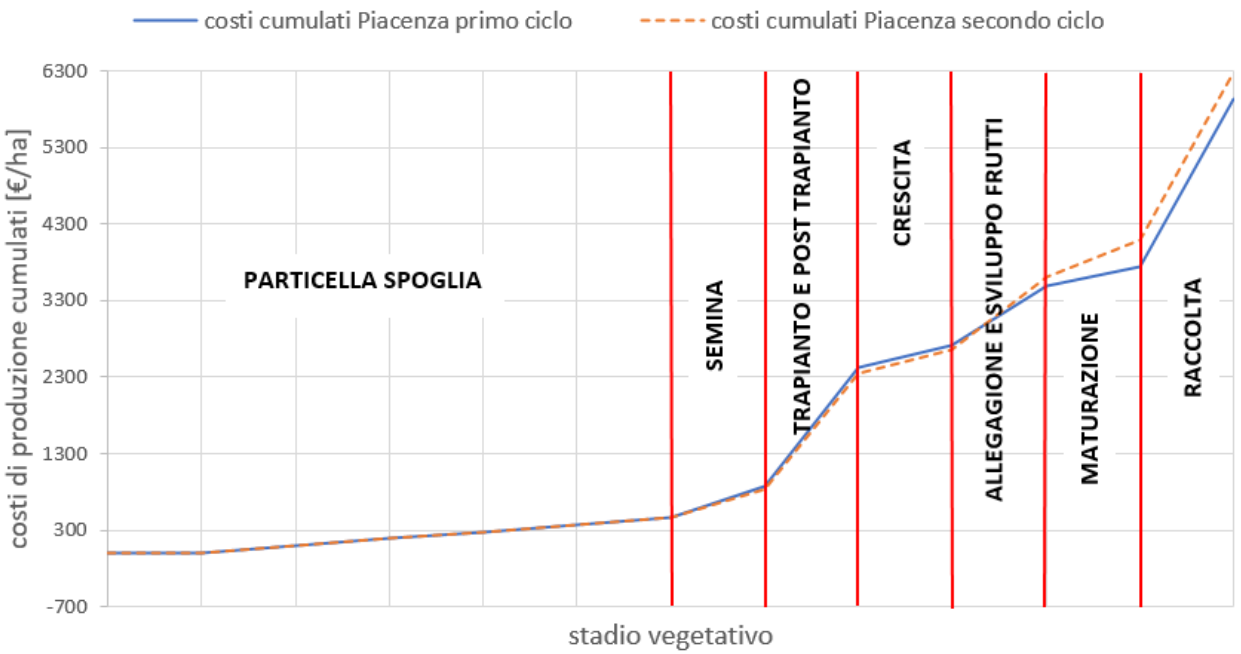


Figura 58 - andamento nel tempo dei costi di produzione variabili cumulati per entrambi i cicli colturali nella provincia di Piacenza

Tabella 89 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio

Alluvione nel mese di gennaio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8760	6850	1910	500	**20,7**

Tabella 90 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8760	7055	1705	705	**29,2**

Tabella 91 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1					Durata LIMITE = 8,88 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
400	3335	- 2935	5345	**221,8**	5666,8	6962,5	- 1295,7	3705,7	**153,7**
RISEMINARE					RISEMINARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7880	9115	- 1235	3645	**151,2**	7880	9115	- 1235	3645	**151,2**

Tabella 92 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7880	7165	715	500	**41,1**

Tabella 93 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
CRESCITA														
Durata >= 3					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 9,84 [ore]					Durata < 2				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
400	3635	- 3235	5645	**234,2**	5332,4	6880	- 1547,6	3957,6	**164**	8760	6880	1880	530	**22**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
7880	9415	- 1535	3945	**163,7**	7880	9415	- 1535	3945	**163,7**					

Tabella 94 -bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese aprile				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7880	7350	530	685	**56,4**

Tabella 95 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1					Durata LIMITE = 16,32 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
400	4410	- 4010	6420	**266,4**	3075,2	7117,5	- 4042,3	6452,3	**267,6**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					400	4410	- 4010	6420	**266,4**

Tabella 96 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1					Durata LIMITE = 11,04 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
400	3230	- 2830	4045	**332,9**	4439,2	7265	- 2825,8	4040,8	**332,6**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					400	323O	- 2830	4045	**332,9**

Tabella 97 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5					Durata LIMITE = 8,88 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
400	4650	- 4250	6660	**276,3**	2573,6	6850	- 4276,4	6686,4	**277,4**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					400	4650	- 4250	6660	**276,3**

Tabella 98 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
CRESCITA														
Durata >= 3					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 12,24 [ore]					Durata < 2				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]
400	3525	- 3125	4340	**357,2**	4065,2	7192,5	- 3127,3	4342,3	**357,4**	7880	7192,5	687,5	527,5	**43,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]					
					400	3525	- 3125	4340	**357,2**					

Tabella 99 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8760	6850	1910	500	**20,7**

Tabella 100 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5					Durata LIMITE = 8,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
400	4965	- 4565	5780	**475,7**	2569,2	4965	- 4565	5780	**475,7**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					400	4965	- 4565	5780	**475,7**

Tabella 101 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7880	7165	715	500	**41,4**

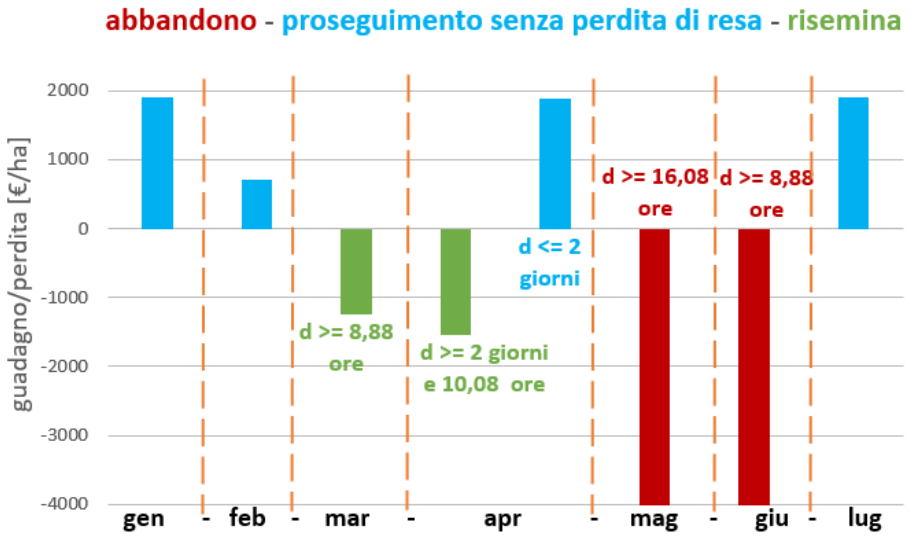


Figura 59 - utile dell'impresa agricola per il primo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità

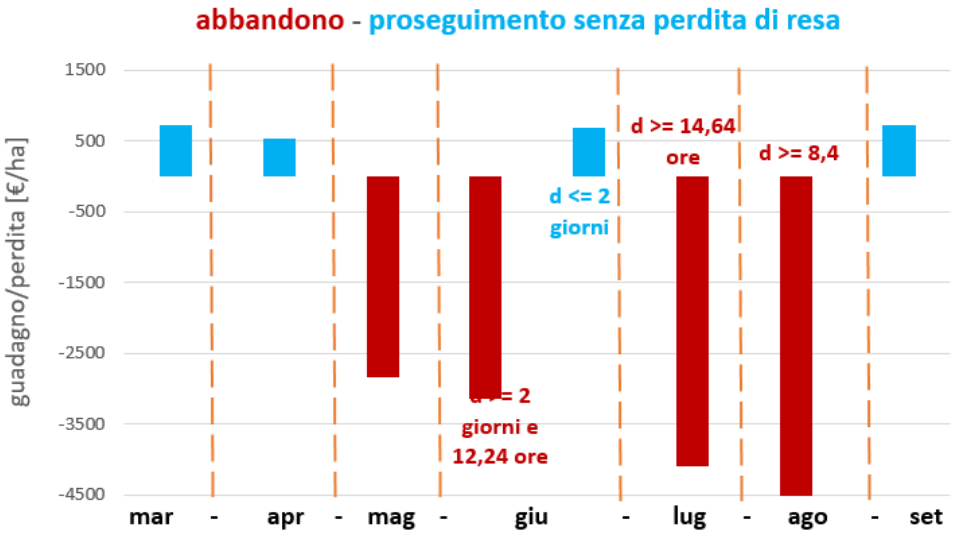


Figura 60 - utile dell'impresa agricola per il secondo ciclo colturale nei diversi scenari di pericolosità

Figura 61 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del primo ciclo

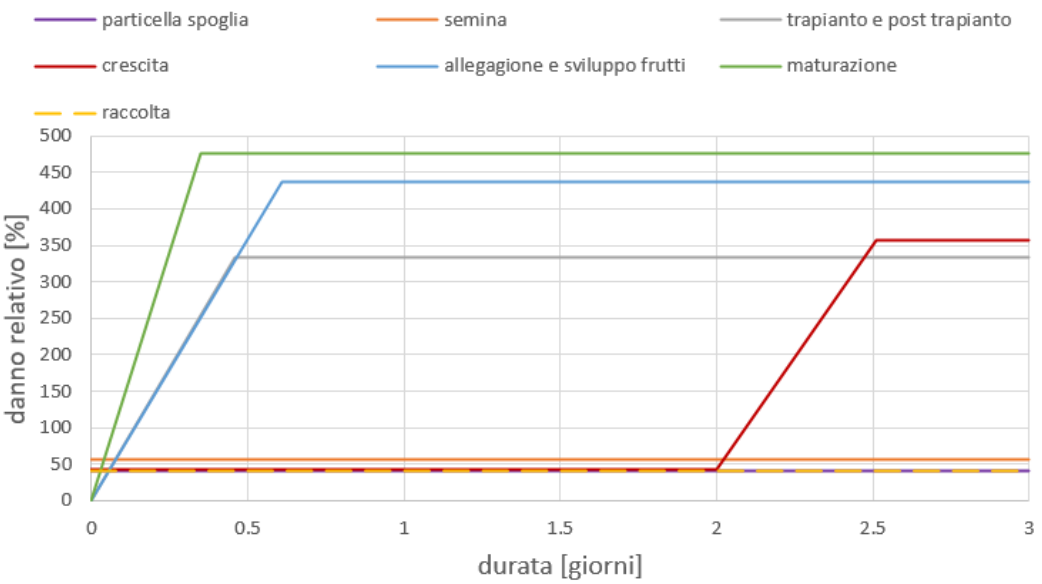


Figura 62 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche del secondo ciclo

9.2. Sviluppo del modello – Mantova (barbabietola da zucchero)

Tabella 102 - bilancio economico della barbabietola da zucchero nella provincia di Mantova

BILANCIO ECONOMICO					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
550	6	650	3950	2825	1125

Tabella 103 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero nella provincia di Mantova

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
novembre - dicembre - gennaio - febbraio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione terreno: 300		**300**
marzo	SEMINA	Semina: 120	Seme: 250	**300 + 550 = 850**
		Irrigazione_1: 180		
aprile	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	Distribuzione concime: 30	Concime di fondo (perf. triplo e potassio): 90 + 150	**850 + 425 = 1275**
		Distribuzione diserbo pre emergenza: 30	Diserbo pre emergenza: 125	
maggio	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	Sarchiatura: 60	Concime di copertura (azoto): 120	**1275 + 530 = 1805**
		Irrigazione_2: 180		
		Distribuzione diserbo post emergenza: 50	Diserbo post emergenza: 120	
giugno	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)	Distribuzione fungicida: 50	Insetticida: 35	**1805 + 225 = 2030**
			Fungicida: 140	
luglio	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)	Irrigazione_3: 180		**2030 + 180 = 2210**
agosto - settembre - ottobre	RACCOLTA PRECOCE - RACCOLTA - RACCOLTA TARDIVA	Raccolta: 450		**2210 + 450 = 2660**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**2660**

Tabella 104 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3950	3325	625	500	**44,4**

Tabella 105 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo														
SEMINA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 4,08 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
650	1515	- 865	1990	**176,9**	3389	3325	64	1061	**94,3**	3950	3325	625	500	**44,4**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3950	3875	75	1050	**93,3**	3950	3875	75	1050	**93,3**					

Tabella 106 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 5,8 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
650	1940	- 1290	2415	**214,7**	2036	3325	- 1289	2414	**214,6**	3950	3325	625	500	**44,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					650	1940	- 1290	2415	**214,7**					

Tabella 107 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio														
ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 17,76 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
650	2470	- 1820	2945	**261,8**	1508	3325	- 1817	2942	**261,5**	3950	3320	625	500	**44,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					650	2470	- 1820	2945	**261,8**					

Tabella 108 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 19,44 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
650	2695	- 2045	3170	**281,8**	1277	3325	- 2048	3173	**282**	3950	3325	625	500	**44,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					650	2695	- 2045	3170	**281,8**					

Tabella 109 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 20,64 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
650	2875	- 2225	3350	**297,8**	1112	3325	- 2213	3338	**296,7**	3950	3325	625	500	**44,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					650	2875	- 2225	3350	**297,8**					

Tabella 110 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto														
RACCOLTA PRECOCE														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 20,88 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1750	3025	- 1275	2400	**213,3**	2036	3325	- 1289	2414	**214,6**	3950	3325	625	500	**44,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1750	3025	- 1275	2400	**213,3**					

Tabella 111 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre														
RACCOLTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 20,88 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2850	3175	- 325	1450	**128,9**	2993	3325	- 332	1457	**129,5**	3950	3325	625	500	**44,4**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					2850	3175	- 325	1450	**128,9**					

Tabella 112 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre

Alluvione nel mese di ottobre				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3950	3325	625	500	**44,4**

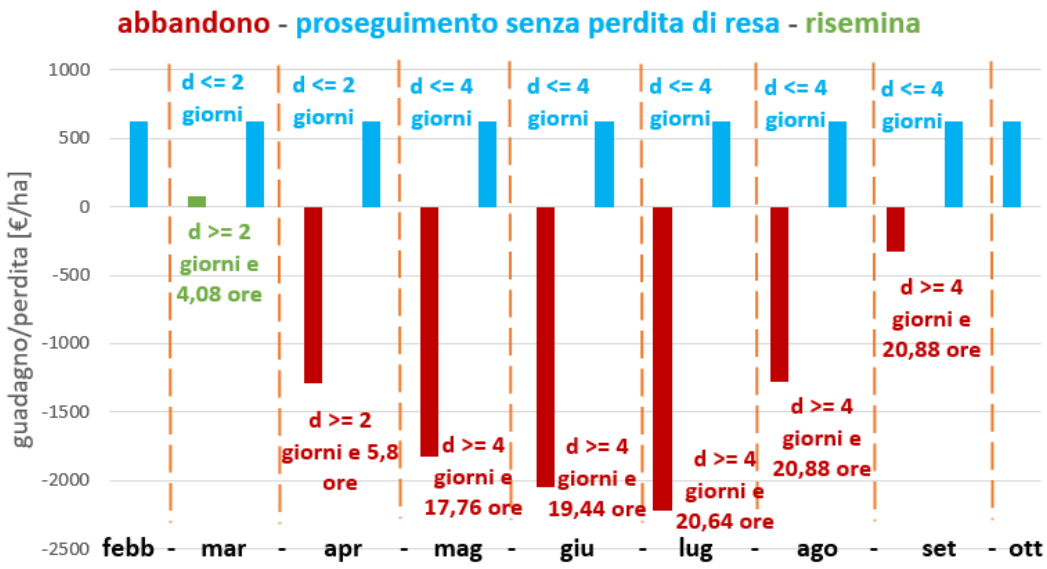


Figura 63 - utile dell'impresa agricola nei diversi scenari di pericolosità

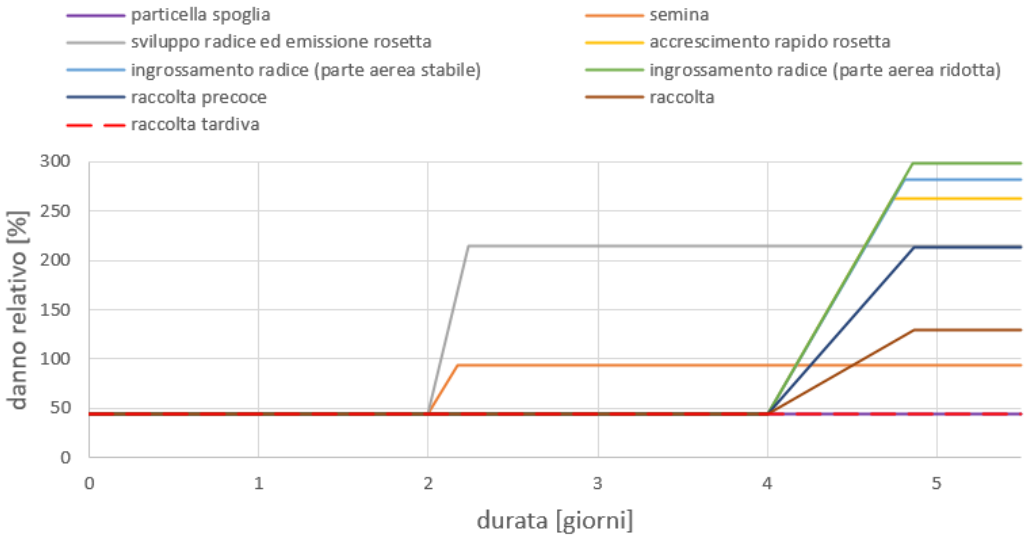


Figura 64 - danno relativo associato alle curve di danno in funzione della durata per le diverse fasi fenologiche

9.3. Regionalizzazione

9.3.1. Piemonte – pomodoro

Tabella 113 - bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria in Piemonte

BILANCIO ECONOMICO											
Primo ciclo						Secondo ciclo					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U. E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno[€/ha]	Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
984,6	8,4	280	8550	6160	2390	884,6	8,4	280	7710	6330	1380

Tabella 114 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo di pomodoro da industria in Piemonte

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
agosto - settembre - ottobre - novembre - dicembre - gennaio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 365		**365**
febbraio	SEMINA	Distribuzione concime: 45	Concime di fondo: 240	**365 + 465 = 830**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 95	Diserbo pre trapianto: 85	
marzo	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 330	Piantine: 695	**830 + 1515 = 2345**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 70	Diserbo post trapianto: 100	
		Irrigazione_1: 250	Concime di copertura (azoto): 70	
aprile	CRESCITA	Sarchiatura: 75		**2345 + 325 = 2670**
		Irrigazione_2: 250		
maggio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazione_3: 250	Insetticida: 35	**2670 + 810 = 3480**
		Distribuzione fungicida: 170	Geo disinfestante: 95	
			Fungicida: 260	
giugno	MATURAZIONE	Irrigazione_4: 250		**3480 + 250 = 3730**
luglio	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 2015		**3730 + 2015 = 5745**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**5745**

Tabella 115 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo di pomodoro da industria in Piemonte

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**costi cumulati [€/ha]**
ottobre – novembre – dicembre – gennaio – febbraio – marzo	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 365		**365**
aprile	SEMINA	Distribuzione concime: 40	Concime di fondo: 210	**365 + 415 = 780**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 85	Diserbo pre trapianto: 80	
maggio	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 330	Piantine: 685	**780 + 1475 = 2255**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 65	Diserbo post trapianto: 90	
		Irrigazione_1: 250	Concime di copertura (azoto): 55	
giugno	CRESCITA	Sarchiatura: 70		**2255 + 320 = 2575**
		Irrigazione_2: 250		
luglio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazioni_3_4: 500	Insetticida: 30	**2575 + 995 = 3570**
		Distribuzione fungicida: 150	Fungicida: 230	
			Geo disinfestante: 85	
agosto	MATURAZIONE	Irrigazioni_5_6: 500		**3570 + 500 = 4070**
settembre	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 1890		**4070 + 1890 = 5960**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**5960**

Tabella 116 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio

Alluvione nel mese di gennaio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8550	6660	1890	500	**20,9**

Tabella 117 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8550	6885	1665	725	**30,9**

Tabella 118 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 8,2 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	2845	- 2565	4955	**207,3**	35740	6840	- 1100	3490	**146**
RISEMINARE					RISEMINARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7710	8810	- 1100	3490	**146**	7710	8810	- 1100	3490	**146**

Tabella 119 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7710	6830	880	500	**36,2**

Tabella 120 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 9,6 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	3170	-2890	5280	**220,9**	5265	6690	- 1425	3815	**159,6**	8550	6690	1860	530	**22**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
7710	9135	- 1425	3815	**159,6**	7710	9135	- 1425	3815	**159,6**					

Tabella 121 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese aprile				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]
7710	7032	678	702	**50,9**

Tabella 122 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 15,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	3980	- 3700	6090	**254,8**	3227	6927	- 3700	6090	**254,8**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					280	3980	- 3700	6090	**254,8**

Tabella 123 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 10,3 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	2755	- 2475	3855	**279,3**	4517	6992	- 2475	3855	**279,3**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					280	2755	- 2475	3855	**279,3**

Tabella 124 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	4230	- 3950	6340	**265,3**	2710	6660	- 3950	6340	**265,3**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					280	4230	- 3950	6340	**265,3**

Tabella 125 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 12,2 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	2755	- 2475	3855	**279,3**	3882	6857	2975	4355	**302,5**	7710	6857	853	528	**38,3**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]					
					280	2755	- 2475	3855	**279,3**					

Tabella 126 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8550	6660	1890	500	**20,9**

Tabella 127 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 14,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	4070	- 3790	5170	**374,6**	3280	7070	- 3790	5170	**374,6**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					280	4070	- 3790	5170	**374,6**

Tabella 128 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,64 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
280	4570	- 4290	5670	**410**	2540	6830	- 4290	5670	**410**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					280	4570	- 4290	5670	**410**

Tabella 129 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7710	6830	880	500	**36,2**

9.3.2. Piemonte – barbabietola da zucchero

Tabella 130 - bilancio economico della barbabietola da zucchero in Piemonte

BILANCIO ECONOMICO					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
668,2	4,2	475	3280	2880	400

Tabella 131 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero in Piemonte

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
novembre - dicembre - gennaio - febbraio	PARTICELLA SPOGLIA	Erpicatura profonda: 175		**275**
		Varie erpicature superficiali: 100		
marzo	SEMINA	Semina: 155	Seme: 280	**275 + 735 = 1010**
		Irrigazione_1: 200	Concime: 100	
aprile	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	Concimazioni: 50	Concime: 170	**1010 + 220 = 1230**
maggio	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	Distribuzione diserbi: 100	Diserbanti: 90	**1230 + 390 = 1620**
		Irrigazione_2: 200		
giugno	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)	Trattamenti: 70	Insetticidi/fungicidi: 350	**1620 + 420 = 2040**
luglio	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)	Irrigazione_3: 200		**2040 + 200 = 2240**
agosto - settembre - ottobre	RACCOLTA PRECOCE - RACCOLTA - RACCOLTA TARDIVA	Raccolta + trasporto: 500		**2240 + 500 = 2740**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**2740**

Tabella 132 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3280	3380	- 100	500	**125**

Tabella 133 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo														
SEMINA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 6,2 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
475	1510	- 1035	1435	**358,7**	2545	3380	- 835	1235	**308,7**	3280	3380	- 100	500	**125**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3280	4115	- 835	1235	**308,7**	3280	4115	- 835	1235	**308,7**					

Tabella 134 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 8,4 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
475	1730	- 1255	1655	**413,7**	2325	3380	- 1055	1450	**363,7**	3280	3380	- 100	500	**125**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadag no [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3280	4335	- 1055	1455	**363,7**	3280	4355	- 1055	1455	**363,7**					

Tabella 135 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio														
ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 13,2 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
475	2120	- 1645	2045	**511,2**	1735	3380	- 1645	2045	**511,2**	3280	3380	- 100	500	**125**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					475	2120	- 1645	2045	**511,2**					

Tabella 136 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 17,3 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
475	2540	- 2065	2465	**616,2**	1315	3380	- 2065	2465	**616,2**	3280	3380	- 100	500	**125**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					475	2540	- 2065	2465	**616,2**					

Tabella 137 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 19,7 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
475	2740	- 2265	2665	**666,2**	1115	3380	- 2265	2913,6	**666,2**	3280	3380	- 100	500	**125**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					475	2740	- 2265	2665	**666,2**					

Tabella 138 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto														
RACCOLTA PRECOCE														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 18 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1410	2907	- 1497	1897	**474,2**	1883	3380	- 1497	1897	**474,2**	3280	3380	- 100	500	**125**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1410	2907	- 1497	1897	**474,2**					

Tabella 139 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre														
RACCOLTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 16,3 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2345	3075	- 730	1130	**282,5**	2650	3380	- 730	1130	**282,5**	3280	3380	- 100	500	**125**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					2345	3075	- 730	1130	**282,5**					

Tabella 140 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre

Alluvione nel mese di ottobre				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3280	3380	- 100	500	**125**

9.3.3. Emilia-Romagna – pomodoro

Tabella 141 - bilancio economico del primo e secondo ciclo del pomodoro da industria in Emilia-Romagna

BILANCIO ECONOMICO											
Primo ciclo						Secondo ciclo					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U. E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno[€/ha]	Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
906,7	8,4	310	7925	6525	1400	806,7	8,4	310	7085	6510	575

Tabella 142 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo di pomodoro da industria in Emilia-Romagna

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
agosto - settembre - ottobre - novembre - dicembre - gennaio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 475		**475**
febbraio	SEMINA	Distribuzione concime: 45	Concime di fondo: 240	**475 + 435 = 910**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 50	Diserbo pre trapianto: 100	
marzo	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 315	Piantine: 690	**910 + 1525 = 2435**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 70	Diserbo post trapianto: 100	
		Irrigazione_1: 250	Concime di copertura (azoto): 100	
aprile	CRESCITA	Sarchiatura: 75		**2435 + 325 = 2760**
		Irrigazione_2: 250		
maggio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazione_3: 250	Insetticida: 40	**2760 + 800 = 3560**
		Distribuzione fungicida: 150	Geo disinfestante: 100	
			Fungicida: 260	
giugno	MATURAZIONE	Irrigazione_4: 250		**3560 + 250 = 3810**
luglio	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 2335		**3810 + 2335 = 6145**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6145**

Tabella 143 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo di pomodoro da industria in Emilia-Romagna

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**costi cumulati [€/ha]**
ottobre – novembre – dicembre – gennaio – febbraio – marzo	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 475		**475**
aprile	SEMINA	Distribuzione concime: 40	Concime di fondo: 210	**475 + 385 = 860**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 45	Diserbo pre trapianto: 90	
maggio	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 315	Piantine: 670	**860 + 1435 = 2295**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 60	Diserbo post trapianto: 85	
		Irrigazione_1: 250	Concime di copertura (azoto): 55	
giugno	CRESCITA	Sarchiatura: 75		**2295 + 320 = 2615**
		Irrigazione_2: 245		
luglio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazioni_3_4: 490	Insetticida: 30	**2615 + 975 = 3590**
		Distribuzione fungicida: 145	Fungicida: 230	
			Geo disinfestante: 80	
agosto	MATURAZIONE	Irrigazioni_5_6: 490		**3590 + 490 = 4080**
settembre	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 2090		**4080 + 2090 = 6170**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6170**

Tabella 144 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio

Alluvione nel mese di gennaio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7925	7025	900	500	**35,7**

Tabella 145 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7925	7250	675	725	**51,8**

Tabella 146 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 8,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	2935	- 2625	4025	**287,5**	5252	7137	- 1885	3285	**234,6**
RISEMINARE					RISEMINARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7085	8970	- 1885	3285	**234,6**	7085	8970	- 1885	3285	**234,6**

Tabella 147 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7085	7010	75	500	**87**

Tabella 148 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 18,2 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	3260	- 2950	4350	**310,7**	2125	4325	- 2220	3600	**257,1**	7925	7055	870	530	**37,8**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
7085	9285	- 2200	3600	**257,1**	7085	9285	- 2200	3600	**257,1**					

Tabella 149 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese aprile				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]
7085	7212	- 127	702	**122,1**

Tabella 150 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 13,7 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	4060	- 3750	5150	**367,8**	3542	7292	- 3750	5150	**367,8**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					310	4060	- 3750	5150	**367,8**

Tabella 151 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 8,4 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	2795	- 2485	3060	**532,2**	4687	7172	- 2485	3060	**532,2**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					310	2795	- 2485	3060	**532,2**

Tabella 152 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 7,7 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	4310	- 4000	5400	**385,7**	3025	7025	- 4000	5400	**385,7**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					310	4310	- 4000	5400	**385,7**

Tabella 153 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 10,1 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	3115	- 2805	3380	**587,8**	4232	7037	- 2805	3380	**587,8**	7085	7037	47	528	**91,8**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]					
					310	3115	- 2805	3380	**587,8**					

Tabella 154 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7925	7025	900	500	**35,7**

Tabella 155 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 12,7 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	4090	- 3780	4355	**757,4**	3470	7250	- 3780	4355	**757,4**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					310	4090	- 3780	4355	**757,4**

Tabella 156 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 7,7 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
310	4580	- 4270	4845	**842,6**	2740	7010	- 4270	4845	**842,6**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					310	4580	- 4270	4845	**842,6**

Tabella 157 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7085	7010	75	500	**87**

9.3.4. Emilia-Romagna – barbabietola da zucchero

Tabella 158 - bilancio economico della barbabietola da zucchero in Emilia-Romagna

BILANCIO ECONOMICO					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
636,6	4,2	255	2930	2745	185

Tabella 159 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero in Emilia-Romagna

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
novembre - dicembre - gennaio - febbraio	PARTICELLA SPOGLIA	Erpicatura profonda: 210 Varie erpicature superficiali: 110		**320**
marzo	SEMINA	Semina: 90 Irrigazione_1: 180	Seme: 400 Concime: 100	**320 + 770 = 1090**
aprile	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	Concimazioni: 50	Concime: 200	**1090 + 250 = 1340**
maggio	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	Distribuzione diserbi: 80 Irrigazione_2: 180	Diserbanti: 100	**1340 + 360 = 1700**
giugno	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)	Trattamenti: 80	Insetticidi/fungicidi: 250	**1700 + 330 = 2030**
luglio	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)	Irrigazione_3: 180		**2030 + 180 = 2210**
agosto - settembre - ottobre	RACCOLTA PRECOCE - RACCOLTA - RACCOLTA TARDIVA	Raccolta + trasporto: 400		**2210 + 400 = 2610**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**2610**

Tabella 160 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2930	3245	- 315	500	**270**

Tabella 161 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo														
SEMINA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 8,6 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
255	1590	- 1335	1520	**821,6**	1975	3245	- 1270	1455	**786,5**	2930	3245	- 315	500	**270**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
2930	4200	- 1270	1455	**786,5**	2930	4200	- 1270	1455	**786,5**					

Tabella 162 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 9,1 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
255	1840	- 1585	1770	**956,7**	1910	3245	- 1335	1520	**821,6**	2930	3245	- 315	500	**270**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
2930	4265	- 1335	1520	**821,6**	2930	4265	- 1335	1520	**821,6**					

Tabella 163 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio														
ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 14,6 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
255	2200	- 1945	2130	**1151,3**	1300	3245	- 1945	2130	**1151,3**	2930	3245	- 315	500	**270**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					255	2200	- 1945	2130	**1151,3**					

Tabella 164 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 17,5 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
255	2530	- 2275	2460	**1329,7**	970	3245	- 2275	2460	**1329,7**	2930	3245	- 315	500	**270**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					255	2530	- 2275	2460	**1329,7**					

Tabella 165 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio															
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)															
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 19,2 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
255	2710	- 2455	2640	**1427**	790	3245	- 2455	2640	**1427**	2930	3245	- 315	500	**270**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					255	2710	- 2455	2640	**1427**					

Tabella 166 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto														
RACCOLTA PRECOCE														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 18,7 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1142	2845	- 1703	1888	**1020,5**	1542	3245	- 1703	1888	**1020,5**	2930	3245	- 315	500	**270**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1142	2845	- 1703	1888	**1020,5**					

Tabella 167 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre														
RACCOLTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 21,6 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2038	2977	- 939	1124	**607,6**	2306	3245	- 939	1124	**607,6**	2930	3245	- 315	500	**270**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					2030	2977	- 939	1124	**607,6**					

Tabella 168 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre

Alluvione nel mese di ottobre				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
2930	3245	- 315	500	**270**

9.3.5. Veneto – pomodoro

Tabella 169 - bilancio economico del primo e secondo ciclo di pomodoro da industria in Veneto

BILANCIO ECONOMICO											
Primo ciclo						Secondo ciclo					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U. E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno[€/ha]	Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
979,2	8,4	358	8585	6630	1995	879,2	8,4	358	7745	6870	875

Tabella 170 - lavorazioni e costi di produzione per il primo ciclo di pomodoro da industria in Veneto

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
agosto - settembre - ottobre - novembre - dicembre - gennaio	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 450		**450**
febbraio	SEMINA	Distribuzione concime: 35	Concime di fondo: 315	**450 + 475 = 925**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 35	Diserbo pre trapianto: 90	
marzo	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 360	Piantine: 895	**925 + 1920 = 2845**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 65	Diserbo post trapianto: 110	
		Irrigazione_1: 270	Concime di copertura (azoto): 220	
aprile	CRESCITA	Sarchiatura: 65		**2845 + 335 = 3180**
		Irrigazione_2: 270		
maggio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazione_3: 270	Insetticida: 40	**3180 + 870 = 4050**
		Distribuzione fungicida: 180	Geo disinfestante: 100	
			Fungicida: 280	
giugno	MATURAZIONE	Irrigazione_4: 270		**4050 + 270 = 4320**
luglio	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 1900		**4320 + 1990 = 6220**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6220**

Tabella 171 - lavorazioni e costi di produzione per il secondo ciclo di pomodoro da industria in Veneto

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**costi cumulati [€/ha]**
ottobre – novembre – dicembre – gennaio – febbraio – marzo	PARTICELLA SPOGLIA	Preparazione e lavorazione principale del terreno: 450		**450**
aprile	SEMINA	Distribuzione concime: 30	Concime di fondo: 275	**450 + 420 = 870**
		Distribuzione diserbo pre trapianto: 35	Diserbo pre trapianto: 80	
maggio	TRAPIANTO E POST TRAPIANTO	Trapianto: 350	Piantine: 880	**870 + 1845 = 2715**
		Distribuzione diserbo post trapianto: 60	Diserbo post trapianto: 90	
		Irrigazione_1: 265	Concime di copertura (azoto): 200	
giugno	CRESCITA	Sarchiatura: 60		**2715 + 325 = 3040**
		Irrigazione_2: 265		
luglio	ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI	Irrigazioni_3_4: 530	Insetticida: 35	**3040 + 1060 = 4100**
		Distribuzione fungicida: 160	Fungicida: 245	
			Geo disinfestante: 90	
agosto	MATURAZIONE	Irrigazioni_5_6: 480		**4100 + 480 = 4580**
settembre	RACCOLTA	Raccolta + trasporto: 1870		**4580 + 1870 = 6450**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**6450**

Tabella 172 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di gennaio

Alluvione nel mese di gennaio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8585	7130	1455	500	**25,1**

Tabella 173 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8585	7355	1230	765	**38,3**

Tabella 174 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 9,6 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	3345	- 2987	4982	**249,7**	5290	7310	- 2020	4015	**201,2**
RISEMINARE					RISEMINARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7745	9765	- 2020	4015	**201,2**	7745	9765	- 2020	4015	**201,2**

Tabella 175 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7745	7370	375	500	**57,1**

Tabella 176 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 11 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	3680	- 3322	5317	**266,5**	4805	7160	- 2355	4350	**218**	8585	7160	1425	570	**28,6**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
7745	10100	- 2355	4350	**218**	7745	10100	- 2355	4350	**218**					

Tabella 177 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese aprile				
SEMINA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]
7745	7572	172	703	**80,3**

Tabella 178 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 15,6 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	4550	- 4192	6187	**310,1**	3205	7397	- 4192	6187	**310,1**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					358	4550	- 4192	6187	**310,1**

Tabella 179 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio									
TRAPIANTO E POST TRAPIANTO									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 12 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	3215	- 2857	3732	**426,5**	4435	7292	- 2857	4852	**426,7**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					358	3215	- 2857	3732	**426,5**

Tabella 180 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,6 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	4820	- 4462	6457	**323,7**	2668	7130	- 4462	6457	**323,7**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					358	4820	- 4462	6457	**323,7**

Tabella 181 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
CRESCITA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 14,6 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	3540	- 3182	4057	**463,6**	3525	6707	- 3182	5177	**463,6**	7745	7397	348	527	**60,2**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	Danno relativo [%]					
					358	3540	- 3182	4057	**463,6**					

Tabella 182 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il primo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
8585	7130	1455	500	**25,1**

Tabella 183 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio									
ALLEGAGIONE E SVILUPPO FRUTTI									
Durata >= 1 [giorni]					Durata LIMITE = 15,8 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	4600	- 4242	5177	**584,8**	3128	7370	- 4242	6237	**584,8**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					358	4600	- 4242	5177	**584,8**

Tabella 184 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto									
MATURAZIONE									
Durata >= 0,5 [giorni]					Durata LIMITE = 8,9 [ore]				
ABBANDONARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
358	5080	- 4722	5597	**639,6**	2408	7130	- 4722	6717	**639,6**
					ABBANDONARE				
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
					358	5080	- 4722	5597	**639,6**

Tabella 185 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il secondo ciclo durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre				
RACCOLTA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
7745	7370	375	500	**57,1**

9.3.6. Veneto – barbabietola da zucchero

Tabella 186 - bilancio economico della barbabietola da zucchero in Veneto

BILANCIO ECONOMICO					
Resa [q/ha]	Prezzo [€/q]	Contributo U.E. [€/ha]	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]
700,5	4,2	307	3250	2535	715

Tabella 187 - lavorazioni e costi di produzione della barbabietola da zucchero in Veneto

LAVORAZIONI E COSTI DI PRODUZIONE				
Mese	**Stadio vegetativo**	**Lavorazioni meccaniche [€/ha]**	**Mezzi tecnici [€/ha]**	**Costi cumulati [€/ha]**
novembre - dicembre - gennaio - febbraio	PARTICELLA SPOGLIA	Erpicatura profonda: 190		**290**
		Varie erpicature superficiali: 100		
marzo	SEMINA	Semina: 100	Seme: 360	**290 + 710 = 1000**
		Irrigazione_1: 160	Concime: 90	
aprile	SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA	Concimazioni: 50	Concime: 180	**1000 + 230 = 1230**
maggio	ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA	Distribuzione diserbi: 50	Diserbanti: 135	**1230 + 345 = 1575**
		Irrigazione_2: 160		
giugno	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)	Trattamenti: 50	Insetticidi/fungicidi: 230	**1575 + 280 = 1855**
luglio	INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)	Irrigazione_3: 160		**1855 + 160 = 2015**
agosto - settembre - ottobre	RACCOLTA PRECOCE - RACCOLTA - RACCOLTA TARDIVA	Raccolta + trasporto: 375		**2015 + 375 = 2390**
COSTI DI PRODUZIONE TOTALI [€/ha]				**2390**

Tabella 188 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di febbraio

Alluvione nel mese di febbraio				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3250	3035	215	500	**69,9**

Tabella 189 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di marzo

Alluvione nel mese di marzo														
SEMINA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 5,8 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
307	1500	- 1193	1908	**266,8**	2540	3035	- 495	1210	**169,2**	3250	3035	215	500	**69,9**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3250	3745	- 495	1210	**169,2**	3250	3745	- 495	1210	**169,2**					

Tabella 190 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di aprile

Alluvione nel mese di aprile														
SVILUPPO DELLA RADICE ED EMISSIONE DELLA ROSETTA														
Durata >= 3 [giorni]					Durata LIMITE = 2 [giorni] e 7,7 [ore]					Durata < 2 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
307	1730	- 1423	2138	**299**	2310	3035	- 725	1440	**201,4**	3250	3035	215	500	**69,9**
RISEMINARE					RISEMINARE									
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
3250	3975	- 725	1440	**201,4**	3250	3975	- 725	1440	**201,4**					

Tabella 191 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di maggio

Alluvione nel mese di maggio														
ACCRESCIMENTO RAPIDO DELLA ROSETTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 16 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
307	2075	- 1768	2483	**347,3**	1267	3035	- 1768	2483	**347,3**	3250	3035	215	500	**69,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					307	2075	- 1768	2483	**347,3**					

Tabella 192 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di giugno

Alluvione nel mese di giugno														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea stabile)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 18,5 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
307	2355	- 2048	2763	**386,4**	987	3035	- 2048	2763	**386,4**	3250	3035	215	500	**69,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					307	2355	- 2048	2763	**386,4**					

Tabella 193 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di luglio

Alluvione nel mese di luglio														
INGROSSAMENTO DELLA RADICE E ACCUMULO DELLO ZUCCHERO (parte aerea ridotta)														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 19,7 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
307	2515	- 2208	2923	**408,8**	827	3035	- 2208	2923	**408,8**	3250	3035	215	500	**69,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					307	2515	- 2208	2923	**408,8**					

Tabella 194 -bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di agosto

Alluvione nel mese di agosto														
RACCOLTA PRECOCE														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 19,2 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1288	2640	- 1352	2067	**289,1**	1683	3035	- 1352	2067	**289,1**	3250	3035	215	500	**69,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1288	2640	- 1352	2067	**289,1**					

Tabella 195 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di settembre

Alluvione nel mese di settembre														
RACCOLTA														
Durata >= 5 [giorni]					Durata LIMITE = 4 [giorni] e 18,7 [ore]					Durata < 4 [giorni]				
ABBANDONARE					CONTINUARE					CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**	Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
1962	2765	- 803	1518	**212,3**	2232	3035	- 803	1518	**212,3**	3250	3035	215	500	**69,9**
					ABBANDONARE									
					Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**					
					1962	2765	- 803	1518	**212,3**					

Tabella 196 - bilancio economico, fase fenologica e strategia più vantaggiosa per il ciclo colturale durante il mese di ottobre

Alluvione nel mese di ottobre				
PARTICELLA SPOGLIA				
NO FUNZIONE DI DANNO				
CONTINUARE				
Ricavo [€/ha]	Costi [€/ha]	Guadagno [€/ha]	Danno assoluto [€/ha]	**Danno relativo [%]**
3250	3035	215	500	**69,9**

Ringraziamenti

Laurearsi in ingegneria non è semplice. Questo risultato è frutto di sacrifici quotidiani. Ci sono stati giorni in cui ho pensato di non farcela, che questo percorso sarebbe stato infinito, che il traguardo era troppo lontano, ma non ho mai mollato. Ho creduto in me stesso e sono orgoglioso di essere un Dottore in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio.

Passiamo ora ai ringraziamenti: ci tengo a ringraziare TUTTI, tutti coloro che mi sono stati vicino e che mi hanno aiutato ed accompagnato in questi anni. Ovviamente GRAZIE alla mia famiglia: mamma, papà, nonni, mio fratello Filippo, zio Gianni e zia Pier, cugina preferita Ele, Marina, Michele e Rocco (il mio cagnolino). Ci sarebbero troppe cose da dire ed episodi che mi vengono in mente, ma un GRAZIE va soprattutto ai miei genitori, che hanno sempre creduto in me, anche quando ero tentato di smettere, di abbandonare tutto e di aprire un nuovo capitolo della mia vita. Ora ho iniziato a lavorare e mi è stata regalata una casa (GRAZIE nonno), sono un ragazzo fortunato, non potrei chiedere di più.

GRAZIE anche ai miei amici. In università ho trovato un gruppo di ragazzi stupendi, abbiamo legato fin da subito e, sicuramente, è anche grazie a loro se ho sempre reagito di fronte ad ostacoli che mi sembravano insormontabili. L'unione fa la forza e affrontare un percorso da soli è molto più complicato, invece noi lo abbiamo fatto sempre con il sorriso. È con piacere che ricordo le uscite in gruppo: quante belle serate e quante risate, quelle che mi servivano per scaricare la tensione e riprendere il duro lavoro il giorno successivo. Gli anni della laurea triennale sono stati sicuramente i più belli della mia vita. Milano, l'essere indipendenti, un mondo nuovo e compagni stupendi: wow! Ok, mi sto dilungando; GRAZIE di cuore Gabri, Fabri, Teo, Mitch, Pol, Ale, Robi, Gea, siete delle persone fantastiche.

E da ultimo, ma non per importanza, desidero dire GRAZIE anche a coloro che mi hanno permesso di svolgere questo interessante lavoro di tesi: la professoressa Daniela Molinari e la dottoressa Alice Gallazzi, disponibili e pazienti fin dal primo giorno. Non avrei potuto trovare persone migliori per questo mio ultimo step.

GRAZIE A TUTTI, sono un ingegnere!