



POLITECNICO
MILANO 1863

SCUOLA DI INGEGNERIA INDUSTRIALE
E DELL'INFORMAZIONE

Feasibility study and size optimization of a Renewable Energy Community

TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN
ELECTRICAL ENGINEERING-INGEGNERIA ELETTRICA

Author: **Daniele Rivadossi**

Student ID:	943455
Advisor:	Nicola Fergnani
Co-advisor:	Roberto Bazzani – Compendia S.r.l.
Academic Year:	2021-22

Abstract

Based on the internship at Compendia S.r.l., I developed an Excel model for the simulation of a Renewable Energy Community (REC). This so-called REC is a new form of distributed self-consumption, based on renewable energy sources (RES) production, particularly photovoltaic production. A REC consists of members, some producers and some consumers, who come together with a common goal: increase their own energy independence. This kind of initiative can lead to change the usual conception of “consumer”, giving him responsibility and a more active role with respect to his energy consumption and, more widely, with respect to the Green Transition. In this thesis an overview of the current Italian regulation about the REC will be presented. Then, a brief introduction of the used model will be shown, ending with the simulation results, done with the aim of investigating the feasibility of this kind of projects, interesting from an environmental and social point of view, but still weak from an economic one.

Key-words: Renewable Energy Community; Renewable Energy Sources; Green Transition; Photovoltaic Power Plants.

Abstract in lingua italiana

Sulla base del lavoro svolto nel mio tirocinio presso Compendia S.r.l., ho sviluppato un modello Excel per la simulazione di una Comunità di Energia Rinnovabile (CER). Tale CER è una nuova forma di autoconsumo diffuso basata sulla produzione da fonti energetiche rinnovabili (FER), in particolare quella fotovoltaica. Una CER è costituita da vari membri, alcuni produttori e altri consumatori, che si riuniscono con uno scopo comune: aumentare la propria indipendenza energetica. Questo tipo di iniziativa può portare a cambiare la concezione abituale di “consumatore”, responsabilizzandolo e donandogli un ruolo più attivo nei confronti dei suoi consumi di energia e, su scala più grande, della Transizione Ecologica. In questo elaborato verrà presentata una panoramica di quello che è lo stato normativo italiano attuale relativo alle CER. Si passa poi a una breve introduzione del modello per poi finire con la presentazione dei risultati ottenuti dalle simulazioni, effettuate con lo scopo di indagare la fattibilità di questo tipo di progetti, interessanti dal punto di vista ambientale e sociale, ma ancora incerti da quello economico.

Parole chiave: Comunità di Energia Rinnovabile; Fonti Energetiche Rinnovabili; Transizione ecologica; Impianti Fotovoltaici.

Contents

Abstract.....	i
Abstract in lingua italiana	iii
Contents	v
Introduction.....	7
1. Renewable Energy Communities	9
1.1 RECs in the European Union	9
1.1.1 Energy Union Strategy	9
1.1.2 Clean Energy for all Europeans Package (CEP).....	10
1.1.3 RED II	11
1.1.4 IEM Directive	11
1.1.5 Similarities between REC and CEC	12
1.1.6 Differences between REC and CEC	13
1.2 RECs in Italy	14
1.2.1 Virtual Model.....	17
1.2.2 Administrative Costs of a REC.....	18
1.2.3 Economic Contributes from GSE	18
1.3 REC: Italian Procedure.....	20
2. REC Simulation Model.....	23
2.1 Model Introduction	23
2.1.1 System charges.....	24
2.1.2 Capacity Market	26
2.2 Bonus partitioning.....	28
3. Case Studies	31
3.1 Case Study A - Production/Consumption Ratio	33
3.1.1 Results - A.....	33

3.2	Case Study B – Consumers’ number optimization.....	34
3.2.1	Intro - B	34
3.2.2	Energy Flows - B.....	36
3.2.3	IRR 12% Requirement - B	38
3.2.4	Range of consumers - B	39
3.2.5	Energy Prices - B.....	42
3.2.6	Results - B	45
4.	Conclusion and future development	49
	Bibliography.....	54
A.	Appendix A	57
B.	Appendix B.....	109
C.	Appendix C	117
	List of Figures.....	129
	List of Tables	131

Introduction

This paper starts, in Chapter 1, with the rise of the first European Energy Community, before any relevant legislation was made. Then, the Clean Energy for all Europeans Package (CEP) is presented, with an eye especially for the Renewable Energy Directive (REDII), on which there is the first apparition of an official definition of a REC in Europe. A comparison between the REC and the similar Citizen Energy Community (CEC) is then reported, considering similarities and differences. After that, the document moves to the more specific Italian scenario, focusing on the main differences between partial and full transposition of the previously mentioned REDII. Then, administrative costs and economic contributions are summarized, trying to depict a scheme of the economic flows of a REC. The ending of this first Chapter 1 is the summary of the “Regole Tecniche” of GSE, about the procedure of constitution of a REC in Italy.

In Chapter 2 a brief description of the simulation model is reported. Starting from the description of the input of the model, dividing the sections of the model in production, local-consumption, community consumption and energy sharing. Then, the description goes on with more aspects such as the considered kinds of user for the computation of the system charges, the newly introduced capacity market tariff and the proposed idea for the bonus partitioning. This Chapter is a summary of the more extended Appendix A, where a more detailed representation of the model is given.

In Chapter 3 the simulation process and results are presented. Starting with a presentation of the production and consumption profiles adopted in the simulation, the chapter goes with the first simulation, the case study A, where the energy flows of a REC are investigated to get a trend of the shared energy compared to the production/consumption ratio of the community. Then, the second simulation, case study B, is presented, starting with a description of the two considered cases and a summary of the input of this simulation. Then, energy flows results of this second simulation are presented and, after that, the rationale of the economic analysis is explained. This is the core of the second simulation, which aims to optimize the number of consumers of the community. To do so, it is necessary to simplify the

problem, in fact it is presented the adopted modelling to reduce the number of variables (energy prices). Finally, the results of this second simulation are reported.

1. Renewable Energy Communities

From 1929 the world economy declined, and the Great Depression began. As a result, investors were scarce or very cautious, even about the energy sector. Rural and remote areas suffered this lack of investments more than central areas, especially in Europe where the World War I destroyed much infrastructure. In this scenario, local governments and cooperatives of citizens started to fill the electricity supply gaps all over Europe. This was the first step toward today's Renewable Energy Communities [1].

Moving forward to 1973, the oil crisis pointed out how dependent Europe was on oil imports. Since then, the concept of energy source diversification was sought, in combination with renewable energy scientific research. At that time, one of the first (if not the first) energy communities was born, in the Danish town of Ulfborg. Here, teachers at the Tvind school center decided to build a wind turbine to fulfill the energy needs of the school. The turbine started to produce energy in 1978. It is interesting to highlight that the teachers, together with people from all over the country, worked under the same condition: no salary. They received only board and lodging and pocket money [1]. In that project, before all of today's definitions of Renewable Energy Community, there was already a key concept: citizens that work together and take the initiative to improve their environment, becoming an active part of the change.

1.1 RECs in the European Union

1.1.1 Energy Union Strategy

The development path of Energy Communities starts on the 25th of February 2015, with the publication of Energy Union Strategy, a European Commission project that aims at building an energy union that gives EU consumers secure, sustainable, competitive, and affordable energy. Since the beginning, the European Commission has published several packages of measures and regular progress reports to ensure that the energy union strategy is achieved [2].

These are the 5 priority dimensions of the Energy Union Strategy [2]:

- **Security, solidarity, and trust** - diversifying sources of energy and ensuring energy security through cooperation between EU countries.
- **A fully integrated** internal energy market- enabling the free flow of energy through the EU.
- **Energy efficiency** - to reduce energy imports and emissions.
- **Climate action, decarbonizing the economy.**
- **Research, innovation, and competitiveness** - supporting breakthroughs in low-carbon and clean energy technologies.

Specifically, the Energy Community topics are discussed in the Clean Energy Package (CEP).

1.1.2 Clean Energy for all Europeans Package (CEP)

The Clean Energy Package (CEP), adopted in 2019, is a set of rules with the purpose of update the European energy policy framework, to help the transition from fossil fuels towards cleaner energy and the reduction of greenhouse gas emissions [3].

The package, based on Commission proposal published in 2016, is composed of 8 new laws [3]:

- Energy performance in buildings
- Renewable energy
- Energy efficiency
- Governance of the energy union
- Electricity regulation
- Electricity directive
- Risk preparedness
- ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators).

In addition to these legal acts, the Commission has launched non-legislative initiatives to support the clean energy transition, such as [3]:

- The coal regions in transition initiative
- The clean energy for EU islands initiative
- Measures to define and better monitor energy poverty in Europe

The CEP represents a turning point for the development of *Renewable Energy Communities* (RECs) in Europe. For the first time they receive legal recognition at the EU level, in the *Renewable Energy Directive* of the CEP. By 2021, all Member States will have to transpose the CEP's Directives into national legislation, thus including the definition of an enabling framework that promotes RECs. CEP also includes the *Directive on common rules for the internal market for electricity* (IEM), which defines the *Citizen Energy Communities* (CECs), a similar but different concept with respect to RECs [3].

1.1.3 RED II

The *Renewable Energy Directive* (Directive 2018/2001) known as RED II, is a recast of the Directive 2009/28/EC (RED I), part of the previously mentioned CEP. RED II “establishes a common framework for the promotion of energy from renewable sources in the EU and set a binding target of 32 % for the overall share of energy from renewable sources in the EU's gross final consumption of energy in 2030. It also established sustainability and greenhouse gas emissions saving criteria for biofuels, bioliquids and biomass fuels and lays down rules on financial support to enhance the use of renewable energy usage” [4, p. 1].

The REC is defined in this directive, as a legal entity [5]:

- which, in accordance with the applicable national law, is based on open and voluntary participation, is autonomous, and is effectively controlled by shareholders or members that are located in the proximity of the renewable energy projects that are owned and developed by that legal entity.
- the shareholders or members of which are natural persons, SMEs or local authorities, including municipalities.
- the primary purpose of which is to provide environmental, economic, or social community benefits for its shareholders or members or for the local areas where it operates, rather than financial profits.

1.1.4 IEM Directive

The *Directive on common rules for the internal market for electricity* (2019/944) known as IEM Directive, is a replacement of the *Electricity Directive* (2009/72/EC), part of the previously mentioned CEP. This directive is about the central role of the consumer in the clean energy transition, also as active consumers, providing them a strong protection framework [6].

The CEC is defined in this directive, as a legal entity that [5]:

- is based on voluntary and open participation and is effectively controlled by members or shareholders that are natural persons, local authorities, including municipalities, or small enterprises.
- has for its primary purpose to provide environmental, economic, or social community benefits to its members or shareholders or to the local areas where it operates rather than to generate financial profits.
- may engage in generation, including from renewable sources, distribution, supply, consumption, aggregation, energy storage, energy efficiency services or charging services for electric vehicles or provide other energy services to its members or shareholders.

1.1.5 Similarities between REC and CEC

The first similarity between RECs and CECs is the requirement for both to be a legal entity, distinct from their members. Member States be entitled to choose the legal entity form that should be used [5, p. 14]. There are three different approaches Member States can adopt to determine suitable legal forms [5, p. 15]:

- Criteria based approach – Any legal form eligible as long as it complies with EU criteria.
- Identifying existing legal forms – listing a number of suitable legal forms that can be used (must still comply with the EU criteria).
- New legal form – Brand new legal form to be used as an energy community or appropriation of existing legal form with new criteria applied.

The second similarity is about their goal, that is to provide environmental, economic, and/or social benefits for their members and/or the territory where they operate. Making profit cannot be their main goal, but it is not forbidden, if the profits are reinvested into the community's activities. Of course, returns on investment are allowed [5, p. 18].

The third similarity is their duty to ensure open and voluntary participation (both entering and exiting the Community). The relationship between a REC/CEC and its members has two sides:

- Business-customer relationship
- Member/investor relationship

Regarding the first one, each member must keep his rights as a consumer (e.g., right to switch suppliers). Regarding the second one, Member States should provide REC/CEC some reasonable limitations on member's exit, considering the Community investment and the need to guarantee its long-term financial sustainability [5, p. 22].

1.1.6 Differences between REC and CEC

The first difference between REC and CEC lies into their activities. CEC definition lists the activities that CEC can engage in, while REC definition does not list any activities. RECs must pursue activities regarding electrical energy produced from only RES (Renewable Energy Sources), while CECs may not produce electrical energy and they do not have a technology-specific focus; hence they can produce electrical energy by any source [5].

The second difference lies into the limitations on participation. The actors that can join a REC are [5]:

- Natural persons (Citizens)
- Local authorities
- SMEs (Small and Medium Enterprises), whose primary activity does not constitute their primary commercial or professional activity

(Note that commercial energy companies can still provide services to RECs, it is only prohibited their direct participation).

Instead, CECs have no limitations on eligibility to become a member. CECs are also open to large enterprises (the limitation on commercial energy companies is still valid) [5, p. 24].

The third difference is about actors which can exercise effective control. Member States should define what “effective control” means in this context. From the previously mentioned REC definition, the effective control of a REC is allowed to the members located in the proximity of the RES of the community. Member States should define “proximity” concept, according to the method of their choice. Here some methods are listed [5]:

- **Geographical parameter(s)** – municipal boundaries (with possibly another distance-related parameter).
- **Technical/electrical parameter** – coupling members according to the same part of distribution network (e.g., one feeder, LV/MV transformer).
- **Varied approach** – proximity as a function of the activities of the community.

- **Combined approach** – combination of the above approaches.
- **Regional approach** – defining a region as “local”.

Note that the proximity constraint does not prevent RECs from having members outside this proximity perimeter. Member States may also extend the concept of proximity to community participation.

As regards CECs, their effective control is based on the size of the members. Effective control is restricted to natural persons, local authorities, and small and micro-enterprises (commercial energy enterprises are excluded) [5, pp. 26-28].

We can say that REC definition is stricter, and, from this point of view RECs can be seen as a subset of CEC (except for the size of enterprise that may exercise control over the community). The following Figure 1.1 will sum up what has been said.

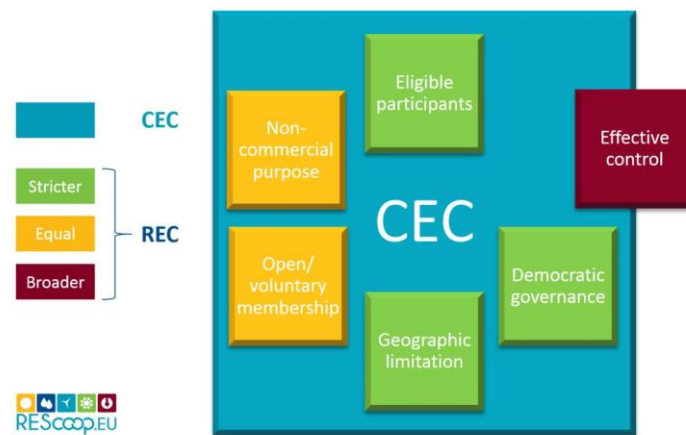


Figure 1.1: REC and CEC comparison [5].

1.2 RECs in Italy

RECs are just one of the possible configurations under the category named “*Distributed Self-Consumption*”. In this category are also found “*individual remote renewable self-consumers*” and “*jointly acting renewables self-consumers*”. These possible configurations are presented in Table 1.1, with their own requirements for valorization and incentive, according to the Italian legislation.

SSPC*	Configuration		RES	Requirements	Valorization Requirements (if any)	Valorization	Incentive Requirements (if any)	Incentive	Contact Person
Distributed Self-Consumption	Individual remote renewable self-consumer	with direct line (usage of private grid)	Yes	1. 10 km limit for direct line, without connections different from the production unit and the consumption unit. 2. Power plant property of the self-consumer/third party but in the availability of the consumer. D.Lgs. 199/21, Art. 30	/	No valorization from GSE because transmission and distribution tariffs are not applied normally. There is a direct saving on the components of the SDC (Sistema di Distribuzione Chiuso) tariffs. ARERA 390/2022/R/EEL	Depending on the chosen incentive. D.Lgs. 199/21, Art. 30	Can access general incentives on renewable energy. D.Lgs. 199/21, Art. 30	The consumer himself.
		with direct line 10 km + con linea diretta 10 km + distributed self-consumption assimilation request	Yes	1. Power plant property of the self-consumer/third party but in availability of the consumer. 2. PODs connected to the same primary substation. D.Lgs. 199/21 ARERA 218/2020/R/EEL		Return of transmission tariff. D.Lgs. 199/21, Art. 30	RES power plant P < 1 MW D.Lgs. 199/21	On shared energy volume, on hourly basis (currently 110 €/MWh). D.Lgs. 199/21, Art. 8	
		with no direct line (usage of public distribution grid)	Yes	1. Self-consumers in the same building. 2. New/already existing power plants. 3. Power plant property of the self-consumer/third party but in the availability of the self-consumers/active customers. 4. Power plants not necessarily located in the same building. 5. Cannot be the primary business activity for private companies. D.Lgs. 199/21, Art. 30 D.Lgs. 210/21, Art. 14	PODs connected to the same primary substation.	Sum of: 1. higher value of transmission tariff applied to customers connected to the distribution grid (7.78 €/MWh) in 2022). 2. higher value of BTAV tariff (0.59 €/MWh) in 2022). 3. sum of products for different voltage levels) of the self-consumed energy, avoided losses coefficient and hourly zonal price. ARERA 390/2022/R/EEL	RES power plant P < 1 MW D.Lgs. 199/21	On shared energy volume, on hourly basis (currently 110 €/MWh). D.Lgs. 199/21, Art. 8	A producer from the group or the legal representative of the building.
Energy Community	Jointly acting active customers	Not necessarily	Not necessarily				Not defined.	Not defined.	
		Renewable	Yes	1. Same market area. 2. New or already existing plants (if their P < 30% of the total community power) (valid for REC). 3. Power plant property of the community/third party but in the availability of the community. 4. Cannot be the primary business activity for private companies. 5. It's a legal entity, hence a statute is required. D.Lgs. 199/21, Art. 31 D.Lgs. 210/21, Art. 3		Return of transmission tariff. ARERA 390/2022/R/EEL	RES power plant P < 1 MW D.Lgs. 199/21	On shared energy volume, on hourly basis (currently 110 €/MWh). D.Lgs. 199/21, Art. 8	The community itself (being a legal entity).
		Citizen	Not necessarily				Not defined.	Not defined.	

Table 1.1: Configurations of distributed self-consumption.

Note that, in Table 1.1, the definition of new/already existing power plant depends on the entry in force of the respective decree. For RECs and jointly acting renewables self-consumers this date is the 15/12/2021 (entry in force of the 199/21 Decree).

Talking about the legislative REC enabling process, Italy has had a particular one. To accelerate the rise of RECs, waiting for a later full transposition, Italy decided to adopt a partial transposition of the European *REDII*. Table 1.2 shows the main differences between REC depicted in partial and full transposition. It is easy to note how the constraints of the partial transposition are more stringent than the ones of the full transposition; the partial transposition was indeed used as a “test” in the REC enabling process.

Feature	Partial transposition of REDII Milleproroghe, Art. 42-bis	Full transposition of REDII DLgs. 199/2021
REC Perimeter	Secondary substation (MT/BT)	Primary substation (AT/MT)
Max Power (per power plant)	200 [kWp]	1000 [kWp]
Plant Constraints	RES Connection after 01/03/2020	RES Connection after 15/12/2021 Existing, less than 30%
Member Constraints	Natural persons, SME, local entities	In addition: third sector entities, religious & research bodies
Services	Energy production, consumption, storage, sharing, sale	In addition: home automation, energy efficiency, EV charging, flexibility

Table 1.2: REC partial and full transposition comparison [7].

Here, in Figure 1.2, the main steps of REC into Italian law are presented.



Figure 1.2: REC steps into the Italian law.

1.2.1 Virtual Model

REC members can use the already existing public distribution grid for energy sharing. This model is called “Virtual” because members are not directly connected to each other, and the shared energy is computed with an energy balance [8].

The virtual model is effective for several reasons:

- Avoided expense and environmental footprint for a private distribution grid realization [8]
- Easy for members to modify their energy supply choice because no new electrical connection was built [9]
- Each member keeps his own autonomy in terms of connection to the grid [9]

This model was applied to the RECs of the partial transposition and will also be applied to the RECs of the total transposition due to its effectiveness.

1.2.2 Administrative Costs of a REC

As reported in the document “*Regole Tecniche*” of GSE [10], there is a fixed administrative cost of 4 [€/year] for each POD (Point of Delivery) belonging to the configuration. For each power plant, it is also applied a tariff composed by a fixed and a variable part, as shown in Table 1.3.

Power [kW]	Fixed part [€]	Variable part [€/kW]
$P \leq 3$	0	0
$3 < P \leq 20$	30	0
$20 < P \leq 200$	30	1

Table 1.3: Administrative costs for REC power plants.

It is easy to see that the upper limit of the plants power is 200 [kW], this is because the document still refers to the RECs of the partial transposition.

1.2.3 Economic Contributes from GSE

There are three different kinds of economic contributes that a REC can access to [10]:

- Shared energy valorization.
- Incentive for shared energy.
- Withdrawal of energy fed into the grid by GSE (on requested).

The shared energy valorization is a quantity in [€/MWh] given by the GSE to the REC, based on the amount of energy sharing, to compensate the members for the grid charges that they paid, considering that for the shared energy they did not use part of the grid. GSE gives a unit price (“*Corrispettivo Unitario*”) sum of “transmission tariff for BT users” and the maximum value of “BTAU distribution variable component”. Its value changes every year, the 2020 value of “*Corrispettivo Unitario*” is considered for future calculations (8.22 [€/MWh]) [8]. This value refers to a REC configuration from the partial transposition; with full transposition, the perimeter of a REC is extended from secondary substation to primary substation, hence the MV grid usage is no longer avoided. For this reason, the “BTAU distribution variable

component” will be removed from the “*Corrispettivo Unitario*”, which will decrease and, if applied to the 2020 values it would be 7.61 [€/MWh].

About the incentive for shared energy, GSE gives a premium tariff (“*Tariffa Premio*”) defined equal to 110 [€/MWh] and granted for a time from of 20 years (since the connection of the REC power plants) in the partial transposition [10]. This value could change in the full transposition.

The contact person receives from GSE the valorization and incentive contributions defined as a quantity in [€]. Then the contact person distributes the received amounts among the REC members, in accordance with arrangements defined by the community itself, based on private law contracts. About the energy injection and withdrawal, each member (consumers and producers) purchase and sell his quantities [9].

Figure 1.3 represents the economic flows of a REC.

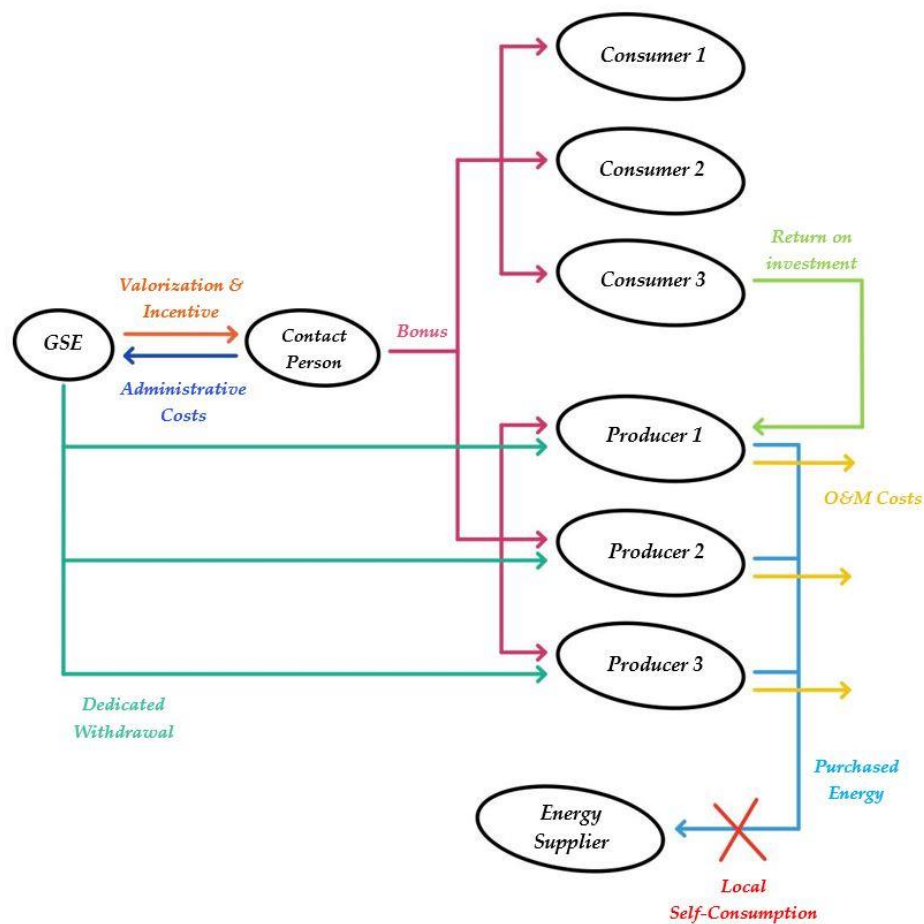


Figure 1.3: REC economic flows.

1.3 REC: Italian Procedure

Now a brief overview on the procedure for the constitution of a Renewable Energy Community is presented. Information is taken from the document “*Regole tecniche per l’accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell’energia elettrica condivisa*”, written by *Gestore dei Servizi Energetici (GSE)* [8]. The procedure refers to REC of the early transposition of *REDII*, hence with the power limitations of 200 [kWp] per power plant and the perimeter limitation of the same secondary substation. The new document concerning the full transposition of *REDII* has not yet been published but it should not be too different.

This is the procedure:

1. Find interested parties
 - a. Find at least 2 members
 - b. Find at least one (or a section of) production power plant; the REC must have full availability of that
2. Check the perimeter constraint
 - a. Their PODs must be located on low voltage grids, underlying the same secondary substation (this will change to “their PODs must be located on medium voltage grids, underlying the same primary substation”). This constraint will be checked in point (2.b)
 - b. Someone (that usually will be the contact person of the REC) should obtain the delegation from other future members (privacy policy about their info), to be able to ask the distribution company if all the PODs are connected to the same substation, hence check if the perimetral constraint is fulfilled
 - c. Wait for the answer from the distribution company; it is valid for 180 days
3. Constitution of the REC as a legal entity, with its own statute
 - a. The goal of the community can be environmental, economic and/or social benefits at a community level
 - b. The goal of the community cannot be financial profit; hence the REC could be a “non-recognized association” or a “cooperative”
 - c. Entry must be open and voluntary
 - d. Members must keep the rights of final customer

- e. REC must be autonomous and actually controlled by its own members
- f. Regulation for the bonus partitioning must be defined
- 4. Identification of a contact person. The contact person will send the required information to the GSE
- 5. Registration of the contact person on the GSE's "*Portale Informatico*"
- 6. The contact person must collect info about each power plant, to be sent later to the GSE
 - a. License ("*Licenza di officina elettrica*" / "*codice ditta*") given by *Agenzia delle Dogane*, if the plant power is greater than 20 [kW]
 - b. Connection rules, if the plant power is less than or equal to 20 [kW]
 - c. Single-line electrical diagram of the plant
 - d. Activation report of the
 - o energy input meter
 - o production meter
 - o storage system meter (if any)
 - e. Pictures of tags of:
 - o Photovoltaic module (one for each model)
 - o Inverter (one for each model)
 - o Storage system (if any)
 - f. List of the serial numbers of photovoltaic modules
 - g. Certificate of urban destination of the area on which the photovoltaic power plant is installed
- 7. Power plants registration on "*GAUDI*" portal by *Terna* (*CENSIMP* code release)
- 8. Request to GSE for access to the REC service – First Part
 - a. On the GSE's "*Portale Informatico*", the contact person must answer initial questions (about the fulfilment of REC requirements)
 - b. The contact person must report the date on which the association was created

- c. The contact person must specify for each plant if he intends to opt for *“dedicated withdrawal”* (*Ritiro Dedicato*)
 - d. The contact person must upload the initial information of all REC members
 - e. The contact person can now download the warrants to be signed by all the REC members (consumers and producers)
9. Request to GSE for access to the REC service - Second Part
- a. The contact person must collect signed warrants from all the REC members and upload them to the GSE's *“Portale Informatico”*
 - b. The contact person must upload copies of the identification document of all members
 - c. The contact person must accept the contract for the regulation of economic items related to the shared energy
 - d. The contact person also must upload all the information collected in previous points

2. REC Simulation Model

2.1 Model Introduction

To perform the analysis on the constitution of a REC, an Excel model is developed. Now there will be a brief presentation of what this model can do; for a more detailed description see Appendix A.

The goal of this model is to evaluate the economic performance of a hypothetical REC from the point of view of each REC member, hence computing the IRR of the investment for producers, but also the individual bonus on energy sharing to all the consumers. It is true that the REC main goal cannot be profit, but it is also true that if we want to see the spread of RECs, investment analysis and economic feasibility cannot be neglected.

This model has its foundation on the production and consumption profiles, on which it computes (for every hour of the year) the energy flows (i.e. self-consumed energy, energy fed into the grid, shared energy). Hence, having accurate profiles is of crucial importance and can be an additional improvement for this model. The photovoltaic production profiles used by the model are taken from the website www.renewables.ninja, a very useful tool for anyone who has no production data. The consumption profiles were given by Professor Nicola Fergnani and Compendia Srl.

Input for up to three different power plants (producers) can be inserted into the model. In case of more power plants, it is possible to aggregate them in one single “producer”. If the production profiles have the same “shape”, you can just rescale that to meet the new total production; if instead the production profiles differ from each other, you need to insert a production profile that is the sum of all the profiles of the aggregated power plants.

For each producer you can enter a local self-consumption profile, that the model will subtract to the production of that producer, for calculating (on an hourly basis) the actual energy injection into the grid. From these values, the model computes the energy savings for the producer (due to local self-consumption) and the earnings

from energy sold. PUN prices, Zonal prices, and other values (as system charges, grid losses, and the new charge to cover the Capacity Market) are collected and can be chosen by selecting a reference year.

Regarding the REC consumption, you can enter inputs for up to ten different consumers. As the producers, if you need more room, you can aggregate more of them into one single consumer. Producers could also participate in the power plant investments.

For each member of the REC, it is performed an economic analysis. If a single member is both a producer and a consumer, it is enough to consider both the economic analyses (summing up the cash flows of the two analyses).

Then, the model computes the amount of shared energy, based on the previous input. This value depends on the overlap of total injection profile and the total consumption profile (the higher, the better). Based on a percentage, the model computes the share of the bonus to producers and consumers (subtracting the REC administrative costs).

2.1.1 System charges

The system charges are different according to the type of consumer. Due to the perimetral limitation of the RECs to the same primary substation, HV consumers are not considered. This is the list of consumer's types:

- Consumers connected to LV grid with available power up to 16.5 [kW]
 - With committed power up to 1.5 [kW]
 - With committed power higher than 1.5 and up to 3 [kW]
 - With committed power higher than 3 and up to 6 [kW]
 - With committed power higher than 6 and up to 10 [kW]
 - With committed power higher than 10 [kW]
- Consumers connected to LV grid with available power higher than 16.5 [kW]
- Consumers connected to MV grid
 - With available power up to 100 [kW]
 - With available power higher than 100 and up to 500 [kW]
 - With available power higher than 500 [kW]

The system charges considered are the following:

- Annual updated charges
 - $TRAS_E$ (Transmission service tariff) [11]
 - DIS (Distribution service tariff) [12]
 - MIS_3 (Metering service tariff) [13]
- Quarterly updated charges
 - A_{SOS} (System charges relating to support for renewable energy and cogeneration) [14]
 - A_{RIM} (Remaining system charges) [14]
 - UC3 (System charges to cover imbalances in the equalization of electricity transmission and distribution costs) [14]
 - UC6 (System charges to cover costs arising from service quality recoveries) [14]

We need these values to compute the savings in case of local self-consumption, because even the amount connected to system charges will be saved. However, only the variable components (*“quota energia”*) of these charges will be saved because the fixed components (*“quota fissa”* and *“quota potenza”*) will be the same, since we assume the energy contract stays the same. Thanks to local self-consumption, it could be possible to reduce the nominal power of the contract, but this case has not been considered.

In order to take a look at how these charges will contribute to the savings for local self-consumption, in Figure 2.1 three charts (one for each year from 2020 to 2022) are presented taking into account three different consumers:

1. Consumer connected to the LV grid with available power lower than 16.5 [kW] and committed power equal 3 [kW]
2. Consumer connected to the LV grid with available power higher than 16.5 [kW]
3. Consumer connected to the MV grid with available power equal to 200 [kW]

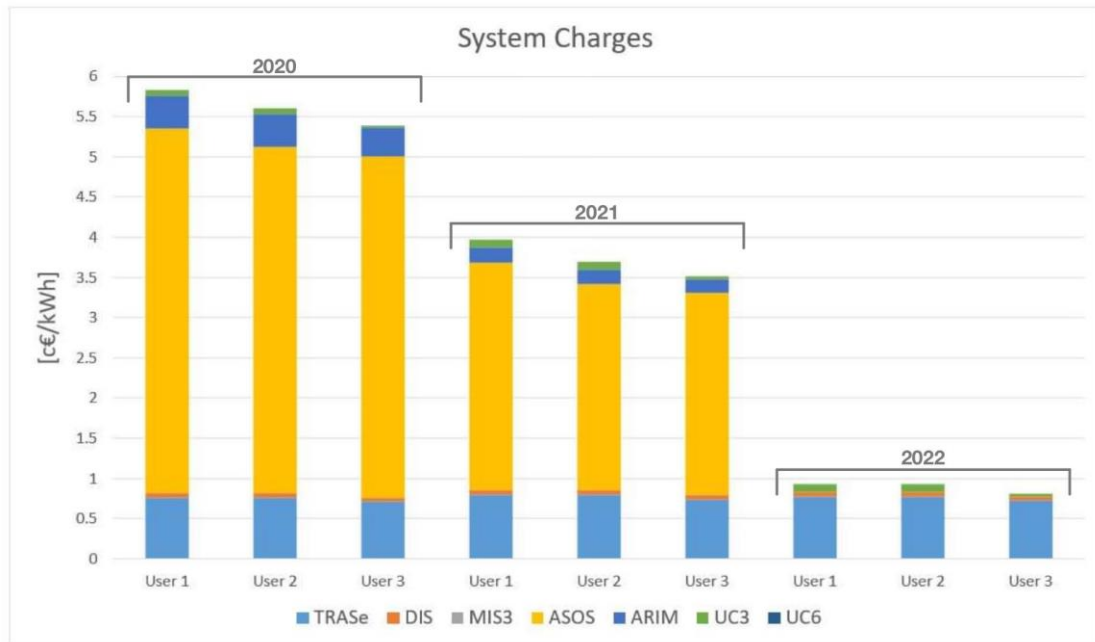


Figure 2.1: Composition of system charges for the three customers previously described.

We can notice that there is a strong reduction of system charges in 2022, due to the national maneuvers to contain the electricity bills (after the huge energy price increase). Assuming that these reductions cannot be sustained in a long period and bearing in mind that the REC economic analysis is performed over a 20 years' time frame, the system charges for 2020 were considered (conservative assumption).

More values of these charges are reported in Appendix B.

2.1.2 Capacity Market

In the traditional Energy Market, periods in which the system is adequate alternate with periods when it isn't. This effect is called "*Boom-and-Bust Cycles*" (Figure 2.2) and consists of 2 steps:

1. The system is not adequate, there isn't enough capacity, and, for this reason the energy price is high. With such high prices, the number of power plant investments will increase (until the prices are attractive). This will lead to step 2.
2. The system is now adequate (enough and even more capacity than needed), the energy price will decrease due to the competition among the high number of power plants. For this reason, the power plant

investments will stop. In this period the demand may increase and some of the existing power plants will be out of service; this will lead to step 1.

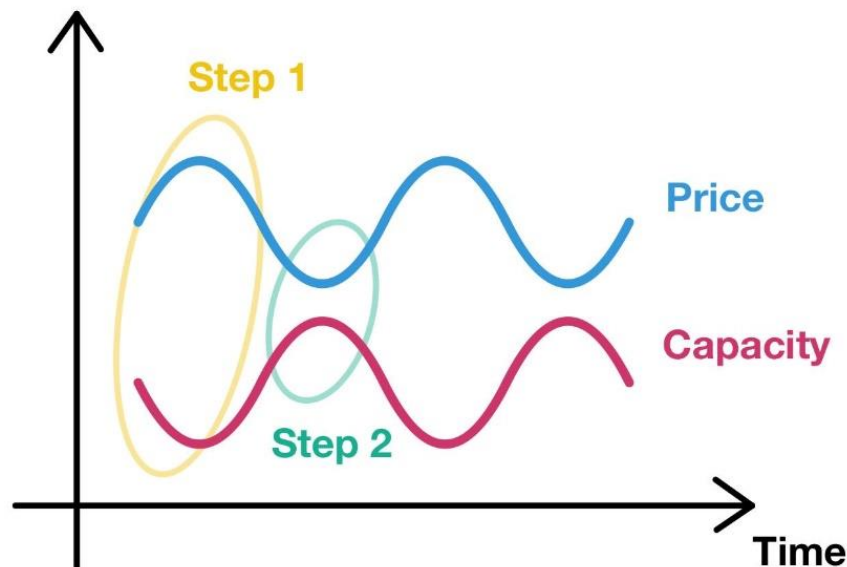


Figure 2.2: Boom and Bust Cycle.

After step 2 (before getting enough capacity to meet the demand) there will be a lack of capacity and it will take some years for the installation of new power plants. The traditional Energy Market, where the energy price is the signal to invest or not, is not able to prevent this effect. This is where the Capacity Market comes into play.

The Capacity Market model is based on the trade of power plants capacity and could help to mitigate this problem. The TSO (Transmission System Operator) tries to forecast the quantity of needed capacity and organizes a tender in which power plant operators can participate and offer capacity. Then, each selected operator should receive compensation, for example in terms of $[\text{€}/(\text{MW} \cdot \text{year})]$, for their capacity. These costs will be submitted to the final customers as a new component in their electricity bills.

The Capacity Market is criticized by some environmental associations for the possibility of thermoelectric (non-renewable) power plants participating in the tender process. These power plants will hinder the decarbonization process and the achievement of pre-established environmental goals [15].

After much discussion, a new fee to cover the costs of the Capacity Market ("Corrispettivo mercato capacità") is introduced in Italy at the beginning of the 2022,

with the application of the ARERA Resolution n. 98/11 [16]. There are two kinds of tariff and the defined values for the 2022 are [17]:

- Peak tariff = 39.799 [€/MWh]
- Off-Peak tariff = 1.296 [€/MWh]

Peak tariff is applied to the 500 peak hours defined by Terna (different from the peak hours defined by ARERA), mostly concentrated in January, February, and July.

Anyway, Terna will define the values of these two tariffs at the beginning of each quarter. In the case of lack of information about the hourly consumptions, Terna will apply a standard profile to the consumer, for the computation of the total cost related to the Capacity Market [16]. The annual cost due to this new component is strictly correlated to the consumption size and profile of the consumer, hence it's difficult to give a generic value in advance for a specific consumer.

2.2 Bonus partitioning

First, there is no guideline on how to split the “energy sharing total bonus” among members of a REC. For this reason, here is a suggestion on how to do that, that is also the procedure implemented in the excel model:

1. Look at the percentage under which the bonus is shared between producers and consumers (“portioning percentage”)
2. Compute the “injected energy of a producer/consumption of a consumer” and find the percentage of that with respect to the “total injected energy/total consumption”, find this percentage for each actor (“merit percentage”)
3. Multiply the previously mentioned “portioning percentage” and “merit percentage”, finding the “bonus percentage” for each actor
4. Apply the “bonus percentage” to the total bonus, finding (for each actor) a portion of the total bonus

This way is fast and simple because everything you need is the annual values of production and consumption (and no hourly values). However, using this approach, a producer/consumer could increase his production/consumption and therefore increase his “bonus percentage” (hence, his bonus). Consequently, the bonus percentage of the other producers/consumers would decrease (as their bonus). So, this approach doesn't consider indiscriminate consumption. This happens because the individual bonus is computed on a “total production/consumption” basis and

does not take into account if a producer/consumer actually contributes to the shared energy or not.

For this reason, another approach is presented, with an analogy. Each producer has a pot, and the shared energy is a liquid that we will put into these pots. We put this liquid in each pot simultaneously and, when a pot is full, we continue with the others until exhaustion. Then, the “merit percentage” of a producer is computed as percentage of liquid in his pod with respect to the total liquid (shared energy). Finally, the producer’s individual bonus is computed applying the “merit percentage” to the total bonus intended to the producers. This second method gives “priority” to the producers/consumers with less total production and favors equal values of production between producers, avoiding supporting indiscriminate consumption. This second method is implemented in Python and the programming code is reported in Appendix C.

3. Case Studies

Two are the case studies reported in this thesis (A and B). The goal of the first one, case study A, is to find the trend of the percentage shared energy with respect to the production/consumption ratio of the community. Looking at this ratio could be interesting in the sizing process of a community. The goal of the second one, case study B, is to find a way to find an optimal number of consumers in a REC. This can be done in many ways, here it is presented a proposal that is based on the optimization of the consumers' individual bonus.

Anyway, the production and consumption profiles used in the following simulations are now presented. To be able to do that, three different weeks are considered, sampled in three different periods of the year (Winter, Mid-Season, Summer). Starting with the production profile, the one presented in Figure 3.1 is referred to a power plant of 1000 [kWp] in North Italy, with system losses equal to 0.18 and equivalent hours equal to 1249 [h]. This profile is taken from the website RenewableNinja [18].

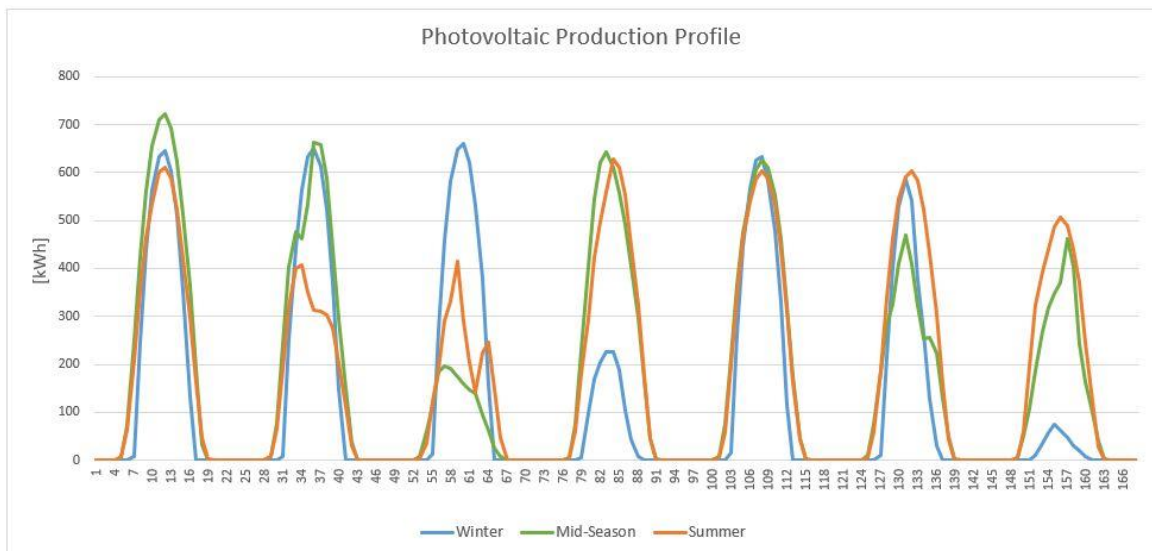


Figure 3.1: Production Profile.

Then, two different consumption profiles are considered for the following simulations, a domestic consumption (Figure 3.2) profile and an office consumption profile (Figure 3.3). These profiles are rescaled according to the wanted annual consumption of the simulations.

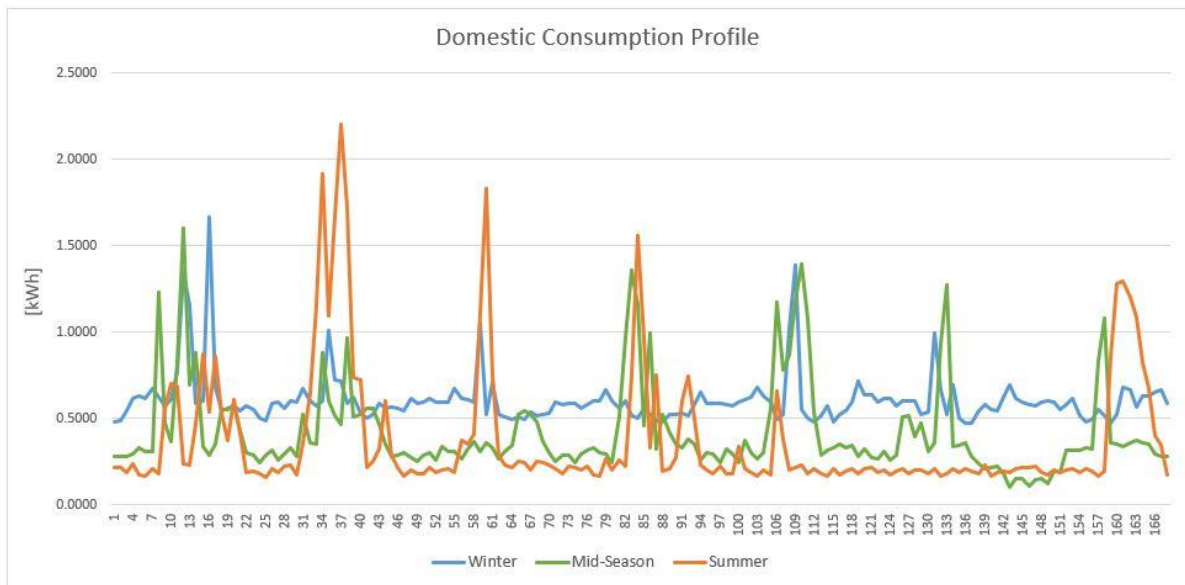


Figure 3.2: Domestic consumption profile.

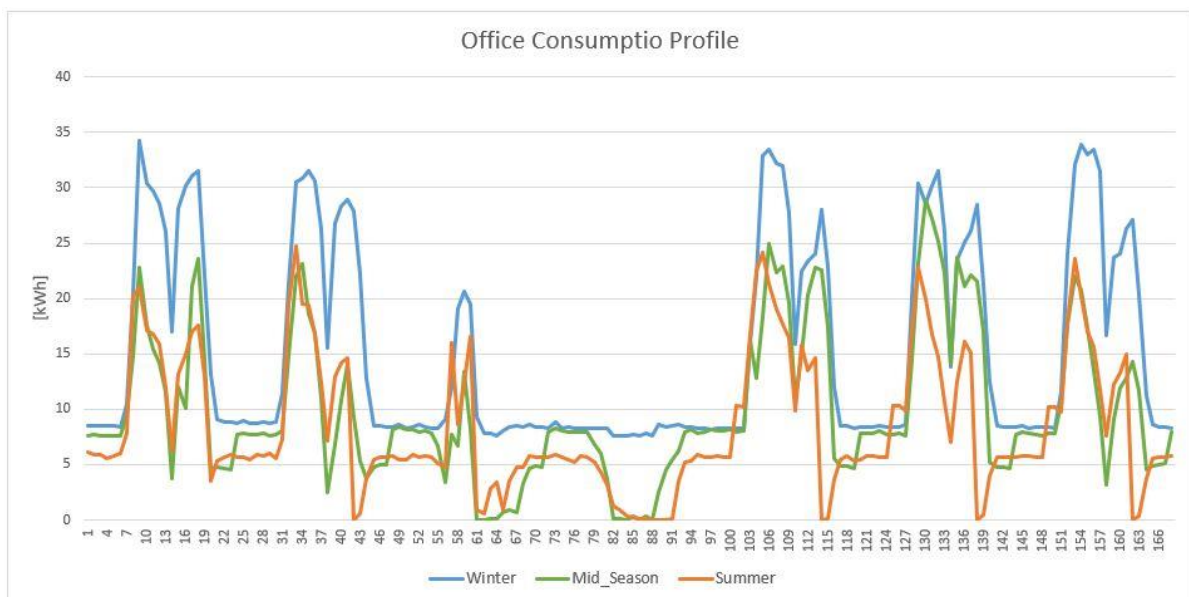


Figure 3.3: Office consumption profile.

3.1 Case Study A - Production/Consumption Ratio

Speaking of RECs, a key parameter to consider is the percentage of shared energy, based on the energy injected into the grid. Now a brief examination is presented, to highlight the relationship between this important parameter and the Production/Consumption Rate of the community.

The starting conditions of this test are summarized in the following Table 3.1.

Starting Conditions	
Annual photovoltaic production [kWh]	100'000
Plant location	North of Italy
Equivalent hours [h]	1'249
Local Self-consumption	None
Annual community consumption [kWh]	100'000
Consumption profile type	Domestic

Table 3.1: Starting conditions of case study A.

3.1.1 Results - A

Creating a sensitivity table in excel, the percentage shared energy is computed. Finally, from the resulting table, the chart represented in the Figure 3.4 is created.

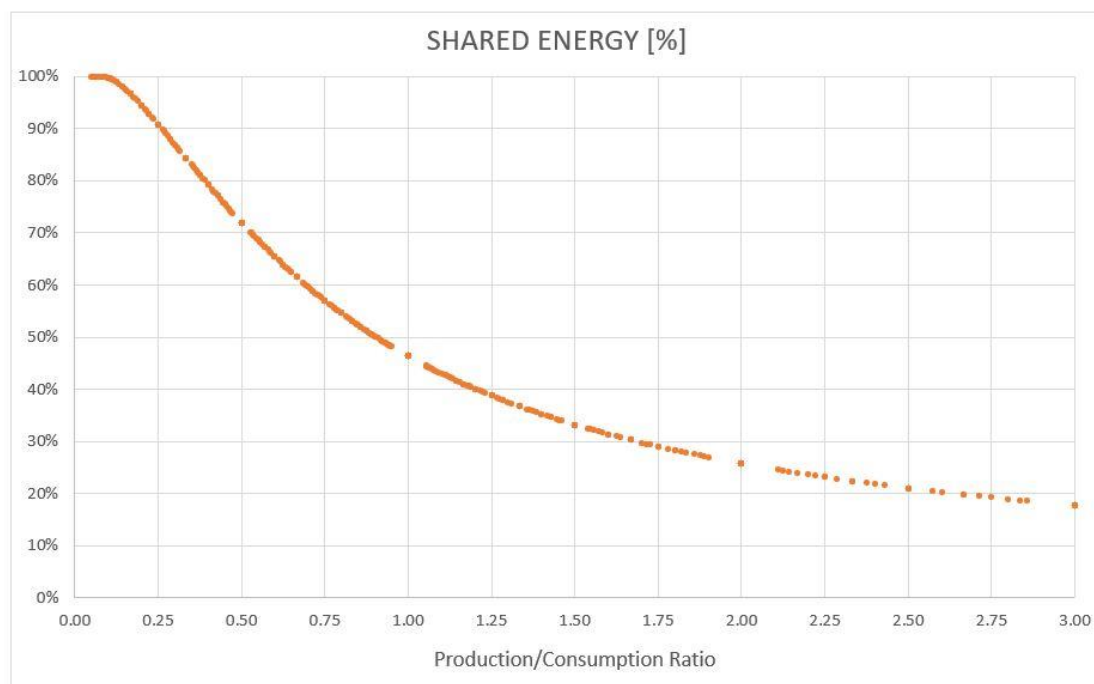


Figure 3.4: Shared energy trend.

Note that the shared energy trend is strictly correlated to the consumption profiles of the community, taking into account that the photovoltaic production profile is pretty the same for large geographical areas, but the consumption profile could vary widely between different RECs. However, it is not the numerical result itself, but the method adopted that can give an advice to future REC projects; looking at the shared energy trend (hence, building this graph) could be helpful in a first analysis for a REC project.

3.2 Case Study B – Consumers’ number optimization

3.2.1 Intro - B

Forming a REC, a legitimate question could be: “how many consumers should I include in the configuration?”. The answer to this question depends on the point of view adopted to approach this problem, you can find different optimum depending on the method you will use. The starting point of this test is to allow a minimum revenue to the producer (that is the investor), and then find the number of consumers that optimizes their individual bonus (due to energy sharing).

Two scenarios are considered for this test (Figure 3.5), and they differ in number (and size) of power plants included in the REC configuration. Specifically:

- Case 1 – one single PV power plant of 1 [MWp], built on/near a building with an office consumption profile.
- Case 2 – more PV power plants of 6 [kWp], each one built on a different house (hence, with a domestic consumption profile).

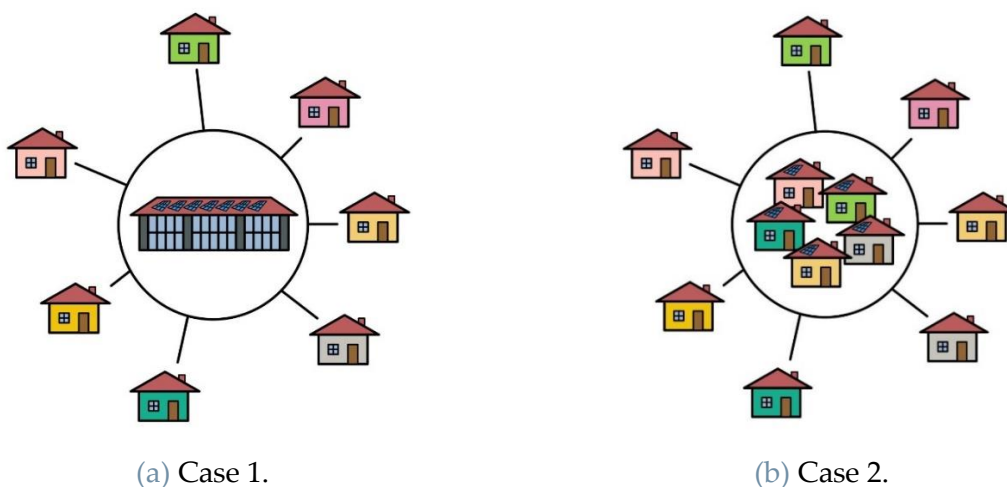


Figure 3.5: Representation of the two scenarios.

Note that:

- The number of 6 [kWp] power plants of Case 2 is chosen equal to 167, to achieve a total energy production as close as possible to the one of Case 1.
- The limit of 1 [MWp] is applied on each single power plant of the REC, hence we could have even more total power for a single REC configuration.
- The number of consumers is the number of REC members that are purely consumers, not considering the prosumers (consumers which also produce energy) of the Case 2.
- For the sake of simplicity, all the domestic consumption profiles of Case 2 are identical, aggregated in one single consumption profile.
- The IRR limit value (chosen equal to 12%) takes into account the nowadays high inflation.

The following Table 3.2 summarizes the starting conditions of the test.

Input	Case 1	Case 2
Number of power plants	1	167
Power of a single plant [kWp]	1'000	6
Total power [kWp]	1'000	1'002
Equivalent hours [h]	1'249	
CAPEX [€]	877'000	1'415'000
OPEX [€/kW]	16	
Number of self-consumers	1	167
Total local consumption [kWh]	668'000	
Consumption profile	Office	Domestic
Consumption of a single consumer [kWh]	4'000	
Type of consumer	Domestic	

Table 3.2: Starting conditions of case study B.

About the local consumption, it is computed starting with case 2. In this scenario we have 167 (6 [kWp]) power plants built respectively on 167 houses, all with a domestic consumption profile (same as the one used for the community consumption). It is considered an annual total consumption of [4000 kWh/house] (same as the one used for the community consumption). Hence, the total (annual) local consumption is equal to the one reported in equation (3.1).

$$167 [\text{houses}] * 4000 [\text{kWh/house}] = 668000 [\text{kWh}] \quad (3.1)$$

Then, to keep comparable the two cases, this value is entered in case 1, where however there is an office consumption profile.

3.2.2 Energy Flows - B

The energy flows results are summarized in the following Table 3.3.

Case	Local Self-Consumption [kWh]	Injection [kWh]
1	360'575	888'151
2	342'251	908'972

Table 3.3: Energy flows result of case study B.

We can see that, due to the type of consumption profile of the local consumption, in Case 1 there is more local self-consumption, hence less injection. The “Office” local consumption profile of Case 1 fits best the photovoltaic production profile, with respect to the “Domestic” local consumption profile of Case 2.

Now are presented some graphs about the energy injection in different sampled weeks (Winter, Mid-Season, Summer), for Case 1 (Figure 3.6, Figure 3.7 and Figure 3.8) and Case 2 (Figure 3.9, Figure 3.10 and Figure 3.11).

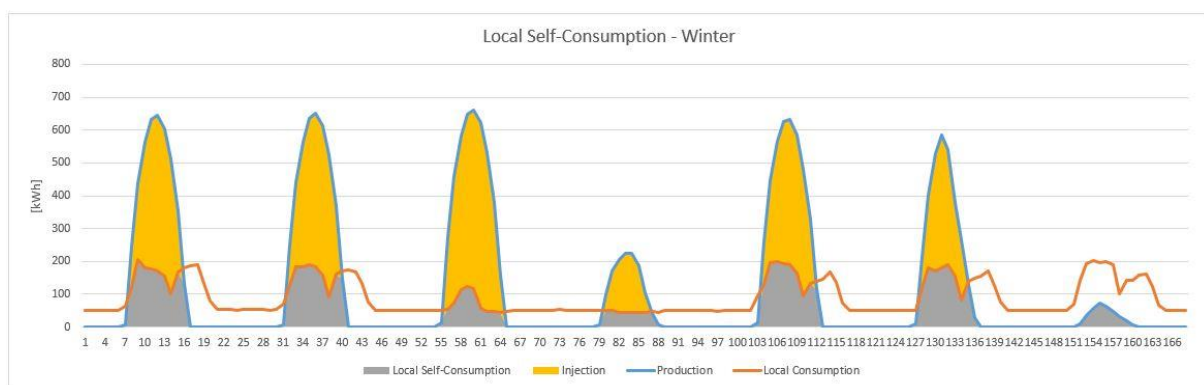


Figure 3.6: Case 1 injection (Winter).

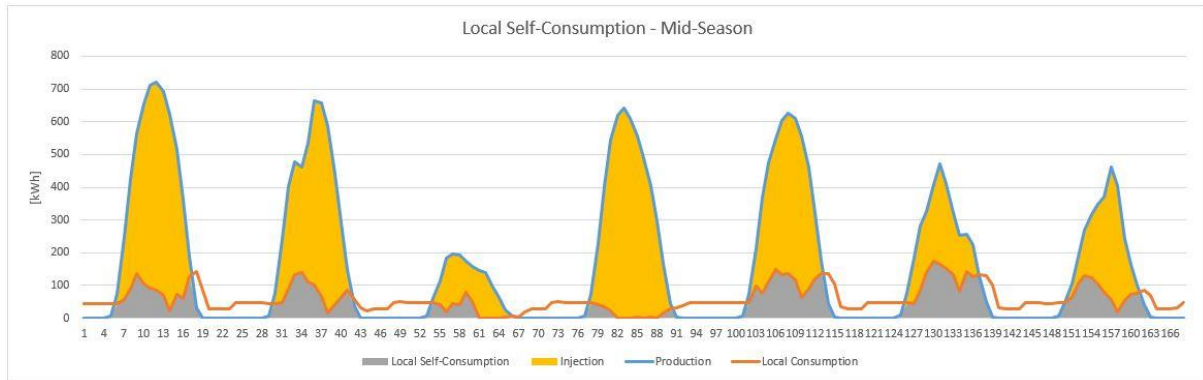


Figure 3.7: Case 1 injection (Mid-Season).

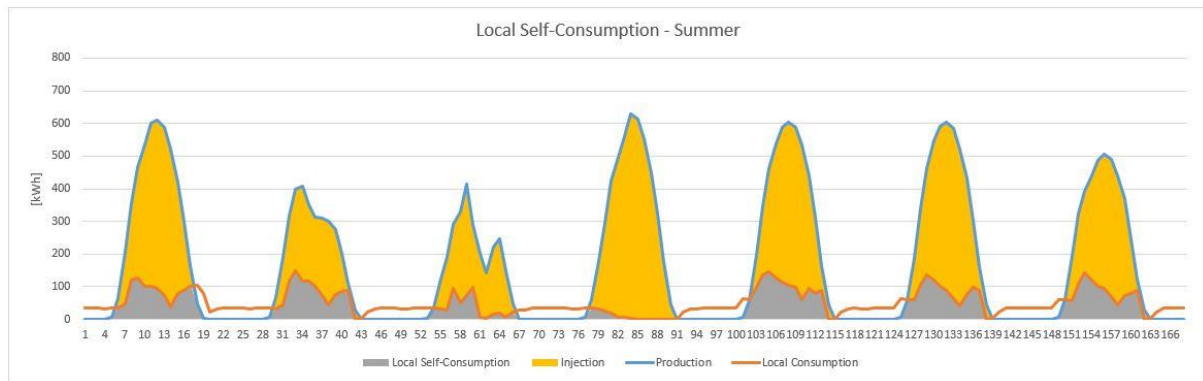


Figure 3.8: Case 1 injection (Summer).

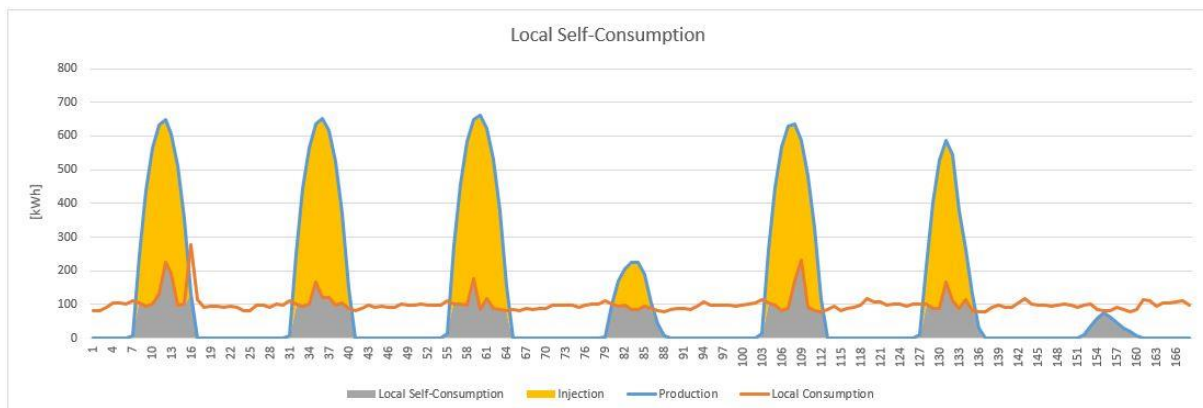


Figure 3.9: Case 2 injection (Winter).

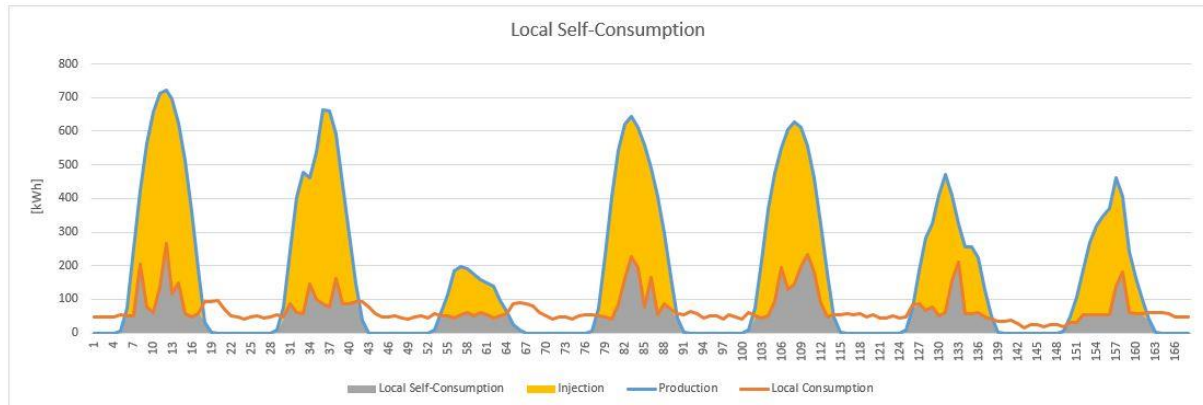


Figure 3.10: Case 2 injection (Mid-Season).

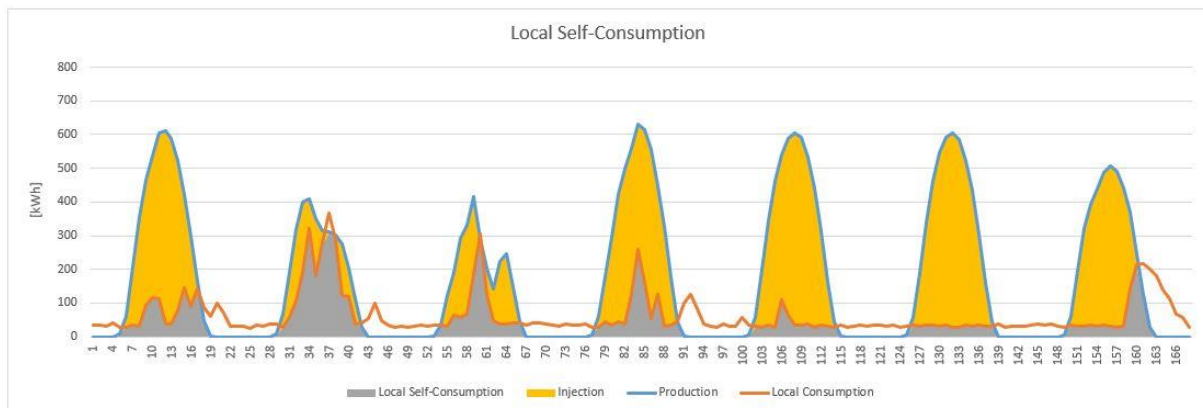


Figure 3.11: Case 2 injection (Summer).

3.2.3 IRR 12% Requirement - B

The minimum producer revenue to achieve an IRR equal to 12% is computed (Table 3.4), together with the value of PUN (PUN limit) needed to obtain that. The PUN limit is computed setting to zero the energy sharing, hence in case of no income from shared energy bonus. Note that for these values of PUN, the producer would not need any bonus from energy sharing in order to achieve an IRR of 12%.

Case	CAPEX [€]	First-year Minimum Revenue [€]	PUN limit [€/MWh]
1	877'000	161'154	113.78
2	1'415'000	279'998	130.08

Table 3.4: Minimum revenue to achieve a 12% IRR.

Then the next step is to find the total bonus from energy sharing (function of consumers' number). Next, find the portions of bonus needed by the producer to keep his IRR at 12% (function of energy prices). Then, find the remaining portion of the bonus, meant for consumers and computing the individual bonus. Finally, find what number of consumers (for each energy price) optimizes the individual bonus of consumers.

The complexity of this test lies in 2 factors:

- This computation should be performed for a range of “number of consumers”, to compare the results and find an optimum.
- The “portion of bonus needed by the producer” depends on energy prices.

3.2.4 Range of consumers - B

Changing the number of consumers will change the total energy sharing, hence will also change the total bonus due to this energy sharing. For this reason, we need to perform the computation for many values of “number of consumers”, by first finding the range in which this value can change.

This number goes from a minimum value of 1, in accordance with GSE's “Regole Tecniche” [8], to a maximum value set by the configuration perimeter constraint of being connected to the same primary substation. This value can be estimated by knowing the number of customers for a single secondary (MV/LV) substation and the number of MV feeders for a single primary (HV/LV) substation, as shown in equation (3.2).

$$90 \frac{\text{supply_points}}{\text{MV_feeder}} * 200 \frac{\text{MV_feeder}}{\text{primary_substation}} = 18000 \frac{\text{supply_points}}{\text{primary_substation}} \quad (3.2)$$

These values are taken from Figure 3.12 and Figure 3.13.

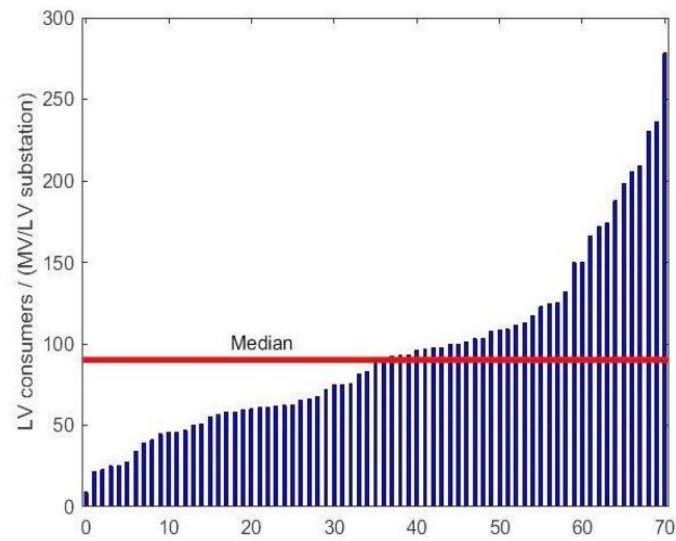


Figure 3.12: LV consumers for each secondary substation [19].

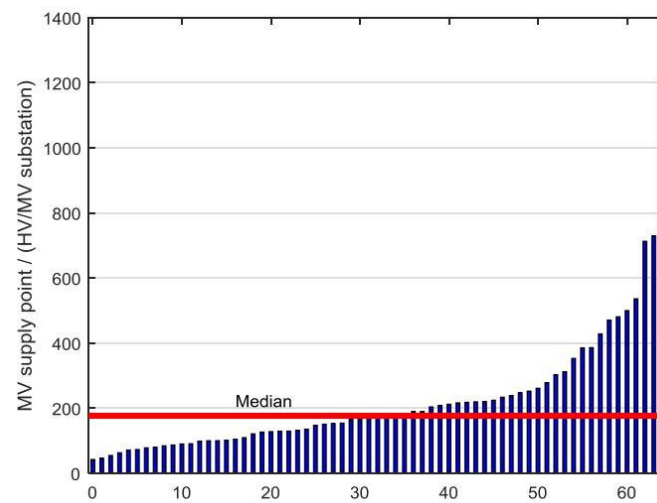


Figure 3.13: MV supply points for each primary substation [19].

The range goes from 1 to 18'000 consumers but for high values (let's say above 3'000) we start to see the shared energy saturation effect on the total bonus; this is shown in the following Figure 3.14 and Figure 3.15. A comparison between the two cases in terms of total bonus due to energy sharing is presented in Figure 3.16.

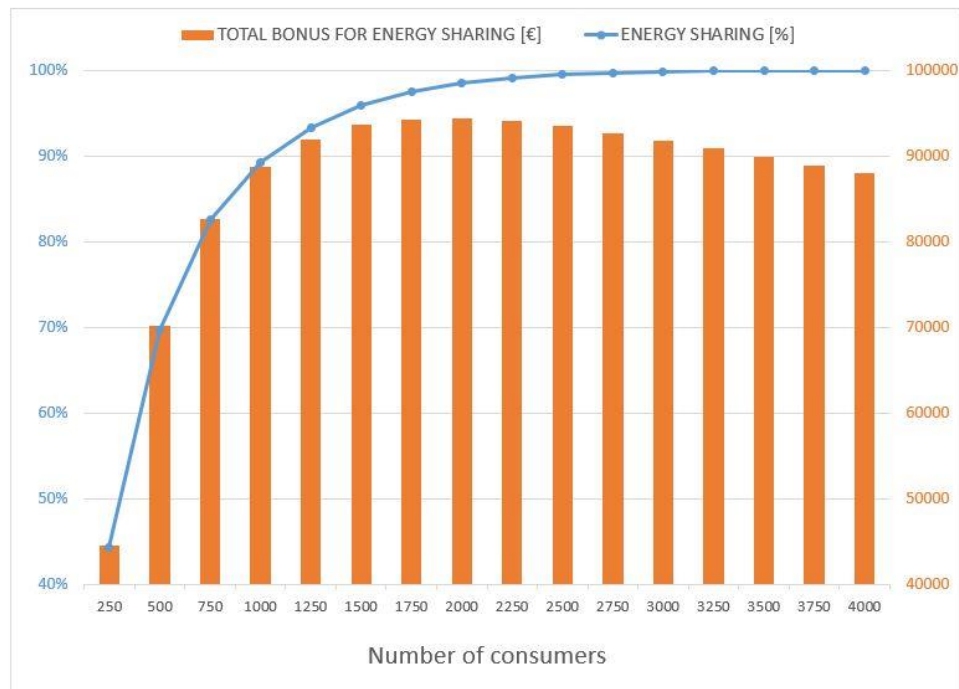


Figure 3.14: Total bonus change due to the variation of consumers in Case 1.

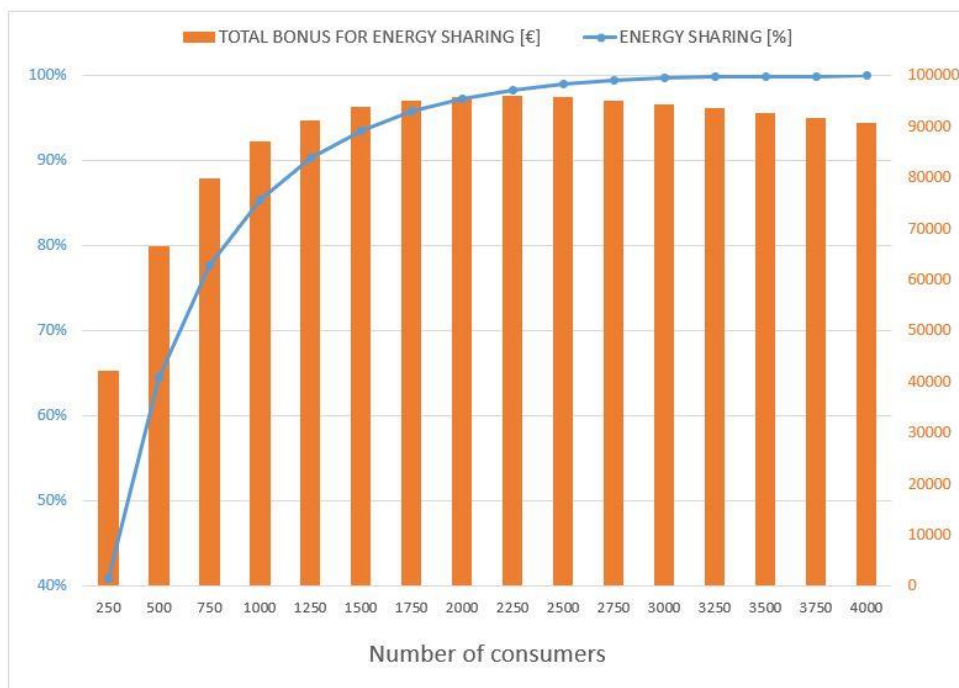


Figure 3.15: Total bonus change due to the variation of consumers in Case 2.

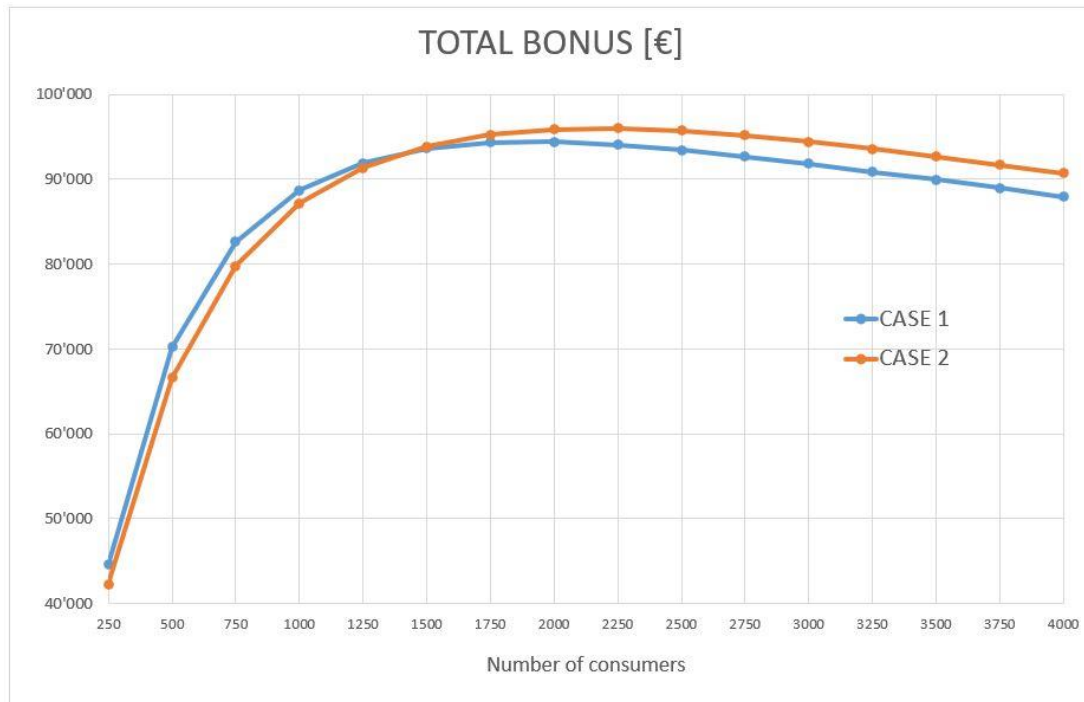


Figure 3.16: Comparison between total bonus trends in Case 1 and Case 2.

At some point, increasing the number of consumers will result in a reduction of the total bonus, because the little increase of earnings from energy sharing will not cover the increase of REC costs due to the increase of consumers. For this reason, we can say in advance that the optimum number of consumers will not be there, and we can exclude these values from the analysis.

Note that this saturation effect can be mitigated (hence, the percentage of energy sharing can be improved) adjusting the consumption profiles and spreading them more on the production profile. In practice, this could be applied by telling the REC consumers how to shift their consumption, by promising them in return a greater bonus.

3.2.5 Energy Prices - B

According to energy prices, the revenue of the producer will change. To be more specific:

- Revenues for energy savings, due to local consumption, depend on the PUN prices (“Prezzo Unico Nazionale”), that is the purchase price of energy.

- Revenues for energy sold, due to overproduction with respect to local consumption, depend on Zonal prices, that is the selling price of energy.

Each hour of the year has its own PUN and Zonal prices, hence there are 8760×2 prices to consider in one single year. To reduce the complexity of the problem, the F1-F2-F3 time slot model is used, bringing the number of prices to six:

- PUN F1
- PUN F2
- PUN F3
- Zonal Price F1
- Zonal Price F2
- Zonal Price F3

To further reduce the complexity of the problem, we can apply the constraints on zonal prices reported in equation (3.3).

$$\begin{cases} \text{Zonal Price}_{F1} = PUN_{F1} \\ \text{Zonal Price}_{F2} = PUN_{F2} \\ \text{Zonal Price}_{F3} = PUN_{F3} \end{cases} \quad (3.3)$$

Now, we have three variables that we can reduce to one, finding a connection between the PUNs of the three time slots and the average PUN, as shown in equation (3.4).

$$\begin{cases} PUN_{F1} = PUN * R_1 \\ PUN_{F2} = PUN * R_2 \\ PUN_{F3} = PUN * R_3 \end{cases} \quad (3.4)$$

Looking to the PUN historical data [20] on the GME website, we can see (for each month) the values of PUN F1/F2/F3 and of the average PUN. For each month we can compute R1, R2 and R3, as reported in equation (3.5).

$$\begin{cases} R_1 = \frac{PUN_{F1}}{PUN} \\ R_2 = \frac{PUN_{F2}}{PUN} \\ R_3 = \frac{PUN_{F3}}{PUN} \end{cases} \quad (3.5)$$

These values are shown in Figure 3.17, along with the average PUN trend.

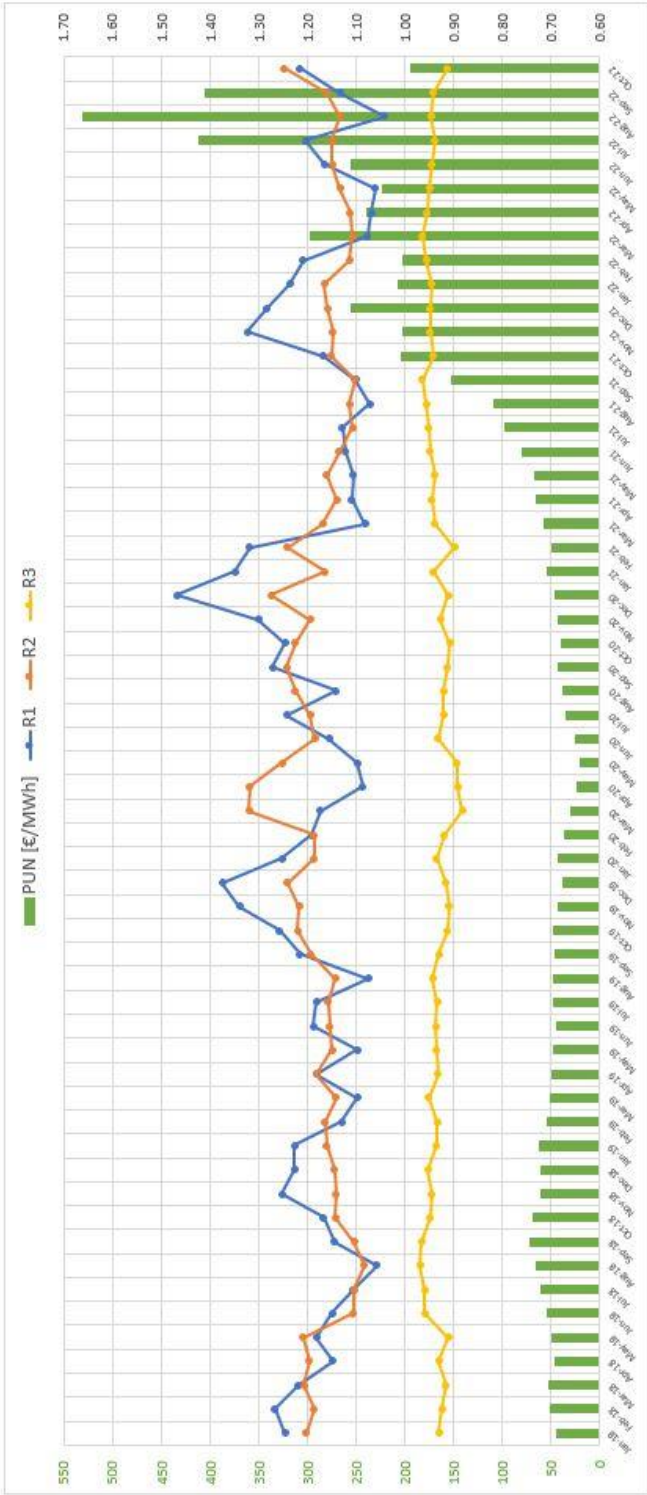


Figure 3.17: PUN and R1, R2, R3 trends.

Then, we can compute the average values of R1, R2 and R3. The time frame taken into account for the computation of these values is January 2018 – October 2022. Looking at Figure 3.17, we can see that starting from 2021 the average PUN has an unusual increase (due to the energy crisis). For this reason, the average values of R1, R2 and R3 are computed also on a different time frame (2018 – 2020) and the result is reported in the following Table 3.5.

Time Frame	R _{1,avg}	R _{2,avg}	R _{3,avg}
2018-2022	1.19	1.17	0.93
2018-2020	1.20	1.19	0.93

Table 3.5: Average values of R1, R2 and R3.

We can see that the result is not so different from the one before; the relationship between F1, F2 and F3 prices are pretty constant. This means that using average values of R1, R2 and R3 could be acceptable. Specifically, the average values over the time frame 2018-2022 are used.

3.2.6 Results - B

For both Case 1 and Case 2, consumers' individual bonuses are computed and collected in a table where each row represents a different value of consumers' number, and each column represents a different PUN value. The following Table 3.6 shows a specific column, hence a specific PUN value (equal to 90 [€/MWh]) of the table of Case 1.

Number of consumers	Individual Bonus [€]
4000	20.06
3500	23.48
3000	28.03
2500	34.29
2000	43.34
1500	57.26
1000	80.97
900	87.83
800	95.60

700	104.36
650	109.13
600	114.18
550	119.45
500	124.96
450	130.44
400	135.89
350	141.00
300	145.07
250	147.41
200	146.60
150	139.65
100	117.09
75	90.80
50	35.46
25	-136.44

Table 3.6: Individual bonus (Case 1, PUN 90 [€/MWh])

We can see that, for a given PUN value, there is a value of consumers' number that optimizes the individual bonus. In this case it corresponds to 250 consumers. From this point, decreasing the number of consumers would result in a reduction of the total bonus (due to the reduction of shared energy) that would reduce the individual bonus for each consumer. On the other hand, increasing the number of consumers would lead to an increase of shared energy but, the increase of the administrative costs of the REC and the addition of more consumers to share the bonus with, would result in a decrease of the individual bonus.

For each of these columns, only the optimal value of the individual bonus is taken. From these optimal values, the following Figure 3.18 and Figure 3.19 are made.

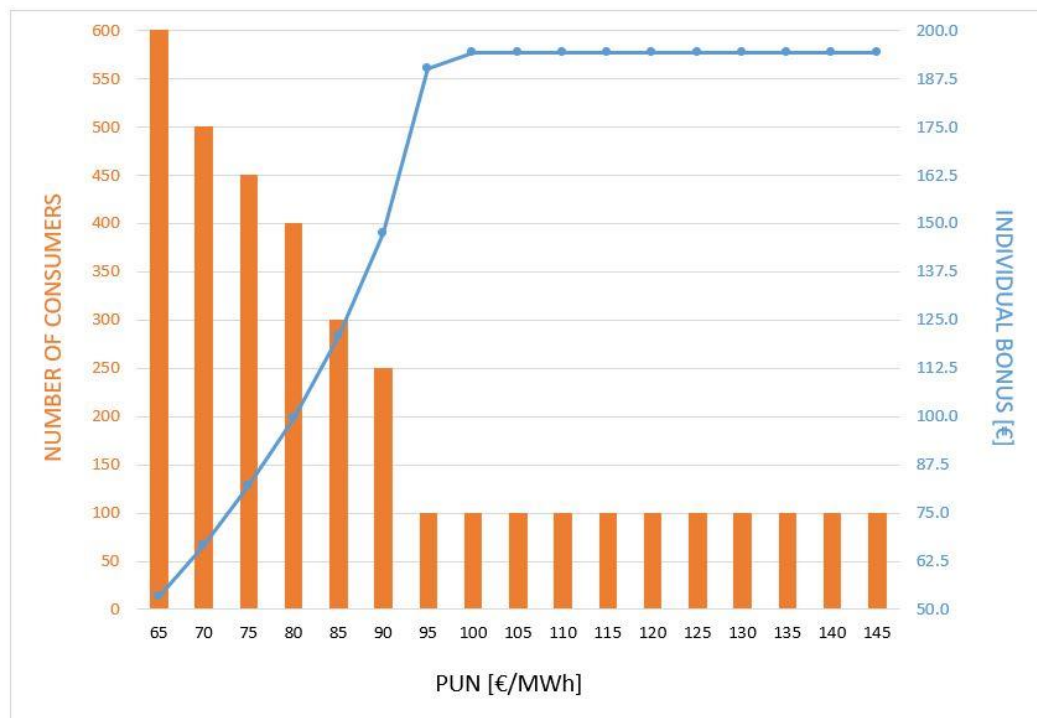


Figure 3.18: Individual bonus in Case 1.

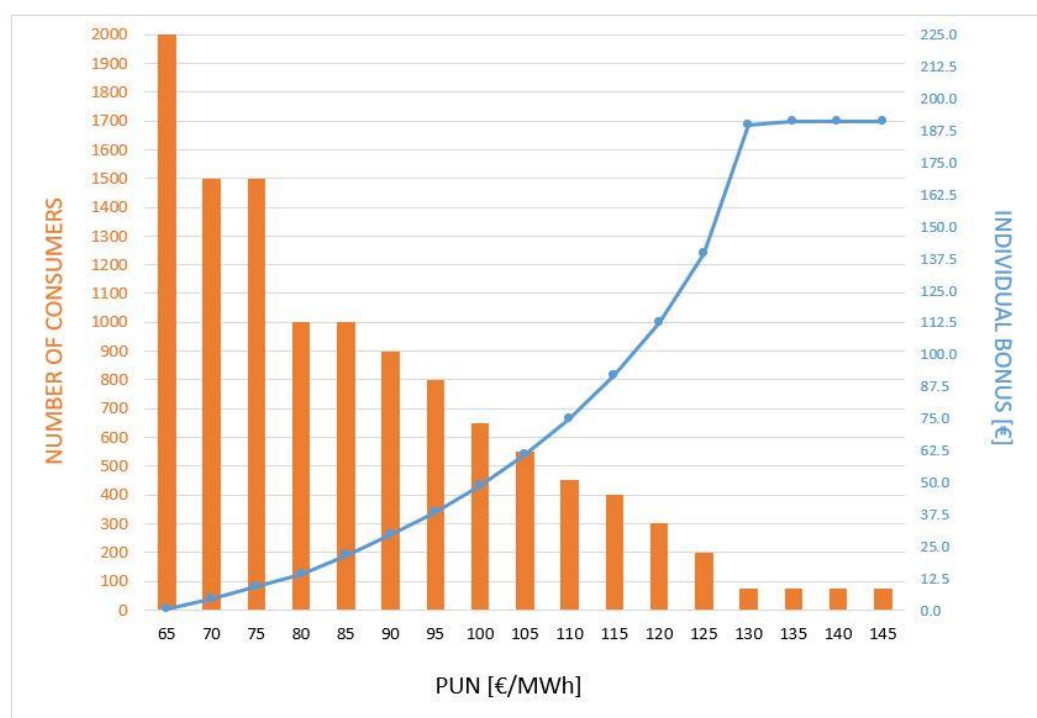


Figure 3.19: Individual bonus in Case 2.

We can see from the graphs that the individual bonus has an upper limit. It reaches this value when the PUN price is higher enough to allow the producer (investor) to hit a 12% IRR without the need for the bonus of energy sharing, which is therefore entirely shared between the consumers. To be exact, after reaching this upper limit, an increase of the PUN would lead to an increase of the IRR of the producer. These PUN values are those reported in Table 3.4.

4. Conclusion and future development

In Chapter 1 we saw the main characteristic that a REC should have according to the Italian legislation:

- Each POD connected to the same primary substation.
- Renewable power plants only.
- 1 [MWp] max power per plant.
- Virtual Model applied.

In Chapter 2 a brief description of the Excel model used for the simulations was presented. The model computes the energy flows of the REC to assess the economic feasibility. Starting from the production plants, the energy injection is computed (considering any local self-consumption) and, based on the other consumptions in the REC configuration, the shared energy is calculated on an hourly basis. Then, these quantities are computed:

- Revenue for energy injection.
- Savings for local self-consumption.
- Bonus for shared energy.

In this way, the model provides information on a possible REC investment, both from producers' and consumers' point of view. The model allows to find the optimal size of REC, provided the features of the generation plants, the energy profiles of production and consumption and the average market price for energy.

In Chapter 3 the results of two analyses are reported. The first analysis is only about the energy flows of a community, not considering any economic flow. In this analysis an annual production of 100'000 [kWh] was considered (at first), provided by a power plant characterized by a value of equivalent hours equal to 1'249 (north of Italy). Then, no local self-consumption was considered and a value of community consumption (domestic profile) equal to 100'000 [kWh] in a year. Then, a sensitivity

table was built, increasing and decreasing the production/consumption ratio and checking the value of shared energy.

The result of the first analysis is reported in Figure 4.1, the percentage shared energy trend over the production/consumption ratio of the community. This result is strictly correlated with the production and consumption profiles but can give an advice about the method that can be adopted at the beginning of a feasibility analysis on a REC project, because looking at this kind of trend can give an idea on how and how much you can increase the shared energy of the community.

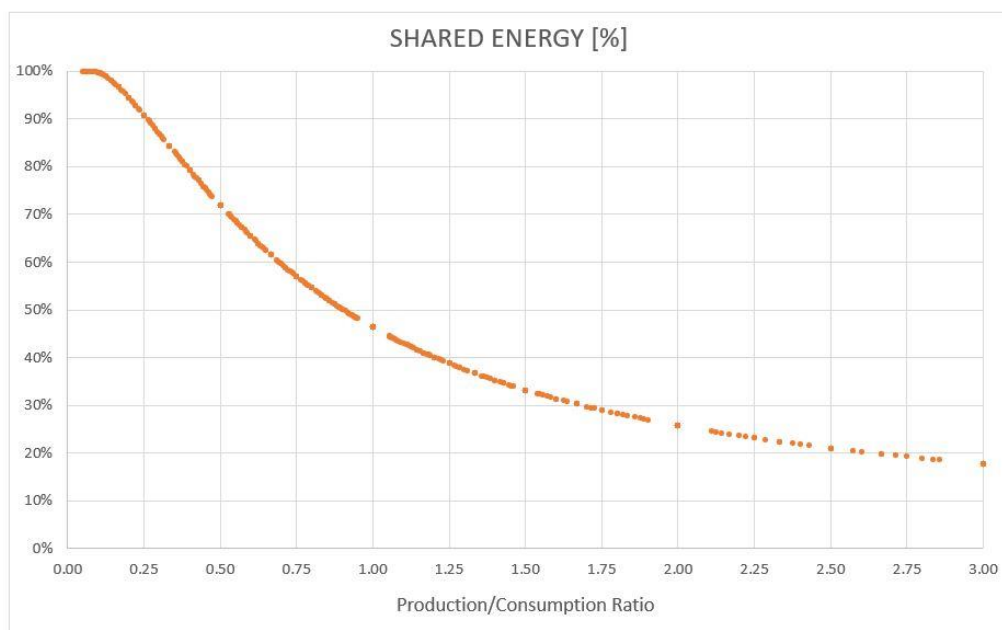


Figure 4.1: Shared energy trend.

In the second analysis, we saw two different cases (1 and 2) that describe two different possible REC configurations. Here are presented the starting conditions of this test (Table 4.1).

Input	Case 1	Case 2
Number of power plants	1	167
Power of a single plant [kWp]	1'000	6
Total power [kWp]	1'000	1002
Equivalent hours [h]	1249	
CAPEX [€]	877'000	1'415'000
OPEX [€/kW]	16	
Number of self-consumers	1	167
Total local consumption [kWh]	668'000	

Consumption profile	Office	Domestic
Consumption of a single consumer [kWh]	4'000	
Type of consumer	Domestic	

Table 4.1: Starting conditions of second analysis.

We first found the energy flow result, as reported in Table 4.2.

Case	Local Self-Consumption [kWh]	Injection [kWh]
1	360'575	888'151
2	342'251	908'972

Table 4.2: Energy flows result of second analysis.

After that, the analysis on the number of consumers, optimizing the consumers' individual bonus, was performed under the assumption to provide a minimum revenue stream to the producer in order to reach a target IRR of 12%. The result of case 1 is shown in Figure 4.2.

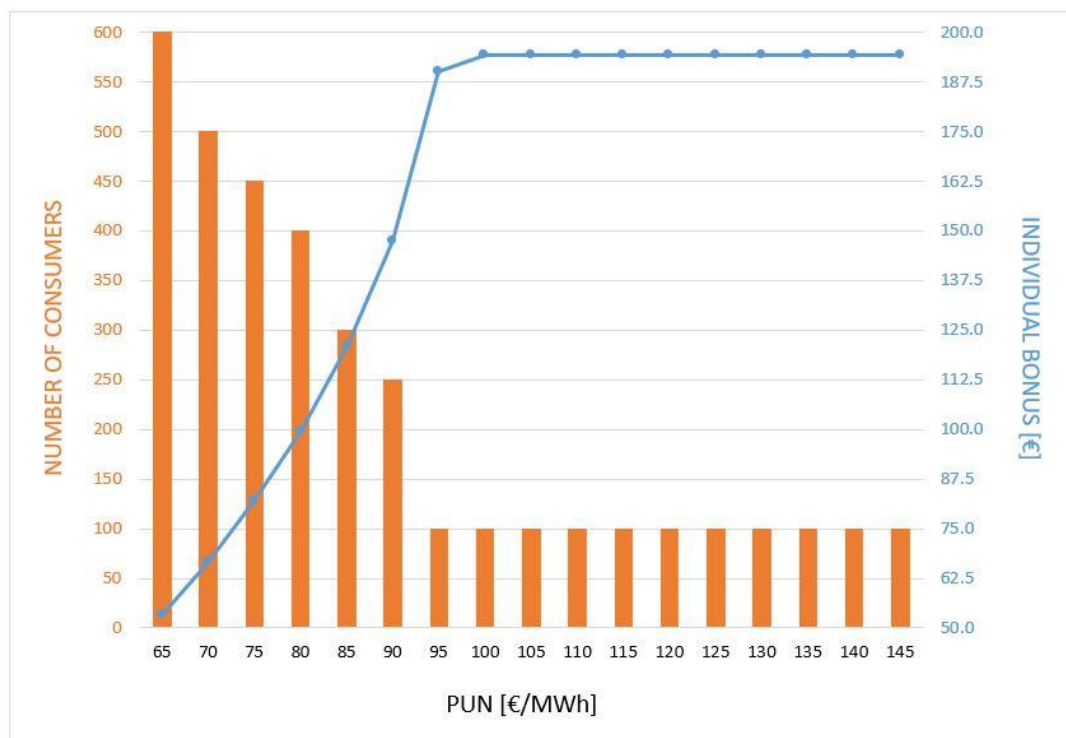


Figure 4.2: Individual bonus in Case 1.

For a given value of PUN, there is a specific number of consumers that optimizes their individual bonus as a tradeoff between:

- A low number of consumers generates a low volume of shared energy and so there is the need for the producer to keep a big share of the total bonus in order to pay back the plant.
- A high number of consumers that leads to a high total bonus available for the consumers themselves which is, on the other hand, split over a higher number of actors and a higher administrative cost for the REC.

Note that there is a saturation effect on the shared energy (Figure 4.1), which makes not useful to further increase the number of consumers.

Figure 4.2 summarizes the optimal values of number of consumers for different values of PUN, showing also the respective individual bonus. In other words, this is the aggregation of the results of more optimization problems, each one for a given PUN value.

It is also noticeable as there is a saturation effect for high values of PUN. This happens when the PUN value is higher enough to allow the producer to reach the target IRR without any part of the bonus. This means that all the bonus is shared among consumers only and, once the optimal number of consumers is computed, this value will be the same even for higher values of PUN.

Looking at these results and at today's energy prices, it can be said that a Renewable Energy Community project can make sense. Of course, this kind of investment depends heavily on the energy prices trend and on the defined value of incentives. However, this thesis is focused more on the economic aspects of this kind of investment, without considering the other benefits. For example, a municipality could get benefits at an image level from the constitution of one or more RECs, hard to quantify in economic terms. Hence, it is important not to neglect other benefits, different from the economic ones.

Talking about the model, two possible developments could be:

- Consumption profiles improvement
- Storage system addition

About the consumption profiles, they can be improved by adding more types of consumers (increasing the amount of data) and implementing the possibility to choose simultaneously more than ten different consumption profiles. This enhancement could be implemented even for the production profiles, which currently have a limit of three at a time. However, the production profiles can be

better aggregated because the REC perimetral limit (same primary substation) implies that all the production power plants are in the same geographical area. Hence, considering that they are probably photovoltaic power plants, we can assume the same production profile for each of them and aggregate them.

The other improvement is for sure more interesting. There is the possibility of adding storage systems to the configuration of a REC. In this way, it could be possible to shift the production and improve the match with the consumption. This could be done at two different levels; production can be shifted to meet:

- Local self-consumption (to improve producer savings)
- Consumptions of the community (to improve shared energy, hence the bonus)

The problem with using storage systems is their cost. To meet this constraint, another possibility could be a sort of “distributed storage system”. The idea is to benefit from the incentives on storage systems for private individuals and grant a storage system that is distributed among the members of the community, in order to improve the energy sharing.

Bibliography

- [1] D. Vansintjan, 26 March 2015. [Online]. Available: <https://www.rescoop.eu/uploads/rescoop/downloads/REScoop-Energy-Transition-to-Energy-Democracy-English.pdf>. [Accessed 12 October 2022].
- [2] European Commission, "Energy Union," 25 February 2015. [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/energy-union_en. [Accessed 9 September 2022].
- [3] European Commission, "Clean Energy for all Europeans package," [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en. [Accessed 13 September 2022].
- [4] A. Zygierewicz and L. S. Sanz, "Think Tank - Renewable Energy Directive," March 2021. [Online]. Available: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2021\)662619](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2021)662619). [Accessed 13 September 2022].
- [5] REScoop.eu, "How can EU Member States support energy communities?," 25 June 2020. [Online]. Available: <https://www.rescoop.eu/toolbox/how-can-eu-member-states-support-energy-communities>. [Accessed 14 September 2022].
- [6] European Commission, "Electricity market design," [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/market-legislation/electricity-market-design_en. [Accessed 8 September 2022].
- [7] *ènostra, in ènostra e le comunità energetiche: oltre la sperimentazione*, 2022.
- [8] GSE - Gestore dei Servizi Energetici, "Gruppi di Autoconsumatori e Comunità di Energia Rinnovabile," [Online]. Available: <https://www.gse.it/servizi-per-te/autoconsumo/gruppi-di-autoconsumatori-e-comunita-di-energia->

rinnovabile/documenti. [Accessed 13 December 2021].

- [9] ARERA - Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, "Consultazione 02 agosto 2022 390/2022/R/eel," 2 August 2022. [Online]. Available: <https://www.arera.it/it/docs/22/390-22.htm>. [Accessed 10 November 2022].
- [1 GSE - Gestore dei Servizi Energetici, "Regole tecniche per l'accesso al servizio di
0] valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa," 11 April 2022. [Online]. Available: <https://www.gse.it/servizi-per-te/autoconsumo/gruppi-di-autoconsumatori-e-comunita-di-energia-rinnovabile/documenti>. [Accessed 18 November 2022].
- [1 ARERA - Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambienti, "Tariffa per il
1] servizio di trasmissione," 31 December 2021. [Online]. Available: <https://www.arera.it/it/elettricita/trasmissione.htm>. [Accessed 2022 November 16].
- [1 ARERA - Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, "Tariffa di
2] distribuzione," 31 December 2021. [Online]. Available: <https://www.arera.it/it/elettricita/distr.htm>. [Accessed 16 November 2022].
- [1 ARERA - Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, "Tariffa per il
3] servizio di misura," 27 January 2021. [Online]. Available: <https://www.arera.it/it/elettricita/mis.htm>. [Accessed 16 November 2022].
- [1 ARERA - Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, "Oneri generali di
4] sistema e ulteriori componenti," 30 September 2022. [Online]. Available: <https://www.arera.it/it/elettricita/auc.htm>. [Accessed 16 November 2022].
- [1 F. Masci, "Il Capacity Market in Italia: cos'è e come funziona?," Selectra Italia, 20
5] May 2022. [Online]. Available: <https://luce-gas.it/guida/mercato/capacity-market>. [Accessed 14 September 2022].
- [1 C. Tarquini, "Capacity Market: il nuovo corrispettivo che fa aumentare le bollette
6] elettriche da gennaio 2022," Confindustria Firenze, 2022 January 17. [Online]. Available: <https://www.confindustriafirenze.it/capacity-market-il-nuovo-corrispettivo-che-fa-aumentare-le-bollette-elettriche-da-gennaio-2022/#:~:text=Il%20corrispettivo%20fissato%20a%20copertura,pari%20a%201%2C296%20%E2%82%AC%2FMWh>. [Accessed 14 September 2022].

- [1 Terna S.p.A., "Sistema Elettrico - Mercato della capacità - Disciplina," [Online].
7] Available: <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/mercato-capacita/disciplina>.
[Accessed 10 November 2022].
- [1 Renewable.Ninja, [Online]. Available: <https://www.renewables.ninja/>. [Accessed
8] 18 January 2022].
- [1 G. Prettico, F. Gangale, A. Mengolini, A. Lucas and G. Fulli, "Distribution system
9] operators observatory - From European electricity distribution systems to
reference network," Joint Research Centre, 2016.
- [2 GME - Gestore dei Mercati Energetici, "Rapporti Mercati - Statistiche," [Online].
0] Available: <https://www.mercatoelettrico.org/It/download/DownloadStatGG.aspx>.
[Accessed 11 November 2022].

A. Appendix A

INTRODUZIONE

Questo modello ha come obiettivo quello di calcolare la fattibilità ed eventuali benefici economici derivanti dalla scelta di creare una CER (Comunità di Energia Rinnovabile). L'analisi economica viene effettuata su un orizzonte temporale di 20 anni.

In questo lasso di tempo è inevitabile considerare anni bisestili; tuttavia, per questioni di semplicità, negli anni bisestili saranno ignorate le 24 ore corrispondenti al 29 febbraio.

Nel modello c'è la possibilità di aggiungere fino a 3 impianti di produzione e fino a 10 consumatori. Gli impianti di produzione sono considerati di tipo fotovoltaico, in quanto è la tipologia di impianto che più si adatta all'applicazione nelle CER.

I valori di energia e somme di denaro, sono da considerarsi valori annui (salvo diversamente indicato).

LEGENDA:

- **CELLE GIALLE**: sono gli input del modello
- **CELLE ROSSE**: sono input selezionabili da un elenco implementato in Excel, NON INSERIRE valori arbitrati
- **CELLE BIANCHE**: sono celle di calcolo. NON MODIFICARE queste celle a meno di voler modificare la struttura del modello.
- **CELLE BLU**: sono celle di calcolo di particolare rilevanza e interesse.

La maggior parte degli input sono nella scheda *Valutazione_Economica*.

La maggior parte dei calcoli è svolta nella scheda *Calcoli*.

Molte delle tabelle (escluse quelle relative alle analisi economiche) hanno 8760 righe, in quanto i calcoli devono essere svolti in ogni ora per ogni giorno dell'anno (ovvero 8760 ore).

A causa dell'utilizzo della funzione *Analisi di Simulazione > Tabella Dati*, è opportuno impostare *Formule > Opzioni di Calcolo > Automatico* tranne che per le tabelle dati, in modo da evitare il continuo aggiornamento di queste tabelle "speciali", in quanto rallentano considerevolmente i tempi di calcolo. Per aggiornare queste tabelle è sufficiente premere "F9" (aggiorna tutto il file) oppure "MAIUSC + F9" (aggiorna solo la scheda selezionata).

Ora saranno presentate le varie schede del modello Excel.

VALUTAZIONE ECONOMICA

Questa è la scheda principale, dove va inserita la maggior parte degli input e dove vengono visualizzati i risultati delle analisi economiche di produttori e consumatori.

Impianti di Produzione

In questa sezione andranno inseriti gli input relativi ai 3 impianti di produzione.

IMPIANTI DI PRODUZIONE			
PRODUTTORE	1	2	3
STATO IMPIANTO			
INVESTIMENTO IMPIANTO			
LOCALITÀ			
TAGLIA IMPIANTO [kWp]			
PRODUZIONE TOTALE [kWh]			
ORE EQUIVALENTI [h]			
Investimento per la realizzazione dell'impianto			
COSTO SPECIFICO INVESTIMENTO [€/kW]			
INVESTIMENTO STIMATO [€]			
INVESTIMENTO Manuale [€]			
TIPOLOGIA INVESTIMENTO SCELTA			
INVESTIMENTO IMPIANTO [€]			
ANNI AMMORTAMENTO LINEARE			
COSTO SPECIFICO O&M [€/kW]			
O&M [€]			
INCREMENTO PERCENTUALE O&M			
% CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI			
CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI [€]			
NUMERO ANNI - CESSIONE CREDITO			
Oppure, nel caso di realizzazione impianto da azienda esterna			
RATA PER IMPIANTO [€]			
NUMERO ANNI - RATA			
CANONE ANNUO PER IMPIANTO (PER N ANNI) [€]			
PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO			
ALIQUOTA TASSE			
WACC			

STATO IMPIANTO (selezione): selezionare *ON* nel caso l'impianto sia attivo, *OFF* nel caso sia non attivo.

INVESTIMENTO IMPIANTO (selezione): selezionare *SÌ* in caso di normale investimento per l'impianto in questione, selezionare *APPALTO* nel caso di investimento delegato ad azienda esterna, selezionare *NO* in caso non vi sia investimento per l'impianto.

LOCALITÀ (selezione): selezionare la località dall'elenco fornito, in base alla zona geografica in cui si trova l'impianto; questo andrà ad incidere sull'irraggiamento solare, quindi sul profilo dell'impianto, di conseguenza sulla produzione annua. La voce *PERSONALIZZATO* serve nel caso in cui si vogliano inserire manualmente

valori specifici; in tal caso andare alla scheda *Profili_Produzione > Tabella I* e inserire nella colonna *PERSONALIZZATO* i valori desiderati.

TAGLIA IMPIANTO (input): inserire la taglia dell'impianto, definita in [kWp], usata per riproporzionare il profilo selezionato sulla base della taglia inserita.

PRODUZIONE TOTALE (calcolo): deriva dalla scheda *CALCOLI*, dalla somma dell'energia prodotta ora per ora, su un anno, definita in [kWh].

ORE EQUIVALENTI (calcolo): calcolata come $\frac{PRODUZIONE\ TOTALE\ [kWh]}{TAGLIA\ IMPIANTO\ [kW]}$, definita in [h].

IMPIANTI DI PRODUZIONE			
PRODUTTORE	1	2	3
STATO IMPIANTO			
INVESTIMENTO IMPIANTO			
LOCALITÀ			
TAGLIA IMPIANTO [kWp]			
PRODUZIONE TOTALE [kWh]			
ORE EQUIVALENTI [h]			

Ora c'è la sottosezione relativa all'investimento degli impianti, utilizzata nel caso in cui la selezione della *cella INVESTIMENTO IMPIANTO* sia *SI*.

COSTO SPECIFICO INVESTIMENTO (calcolato): definito in [€/kW], viene calcolato per mezzo della formula che esprime il costo specifico in funzione della taglia dell'impianto. La formula è riportata nella scheda *CostoSpecifico_Investimento*, ma non è collegata direttamente a questa cella (è riportata manualmente).

INVESTIMENTO STIMATO (calcolato): definito in [€], pari a $COSTO\ SPECIFICO\ INVESTIMENTO\ [€/kW] \times TAGLIA\ IMPIANTO\ [kW]$.

INVESTIMENTO Manuale (input): definito in [€], fornisce la possibilità di inserire un importo specifico manualmente (bypassando il *COSTO SPECIFICO INVESTIMENTO*).

TIPOLOGIA INVESTIMENTO SCELTA (selezione): permette di selezionare tra *INVESTIMENTO STIMATO* e *INVESTIMENTO Manuale*.

INVESTIMENTO IMPIANTO (calcolato): in base alla selezione precedente, viene riportato l'importo relativo all'investimento, che sarà poi utilizzato nell'analisi economica.

ANNI AMMORTAMENTO LINEARE (input): numero di anni su cui ripartire l'ammortamento, del tipo lineare.

COSTO SPECIFICO O&M (input): inserire un valore per i costi operativi e di manutenzione, definito in [€/kW],

O&M (calcolato): definito in [€], pari a $COSTO SPECIFICO O\&M[€/kW] \times TAGLIA IMPIANTO[kW]$

INCREMENTO PERCENTUALE O&M (input): inserire un valore percentuale, riferito all'incremento dei costi O&M che si avrà negli anni, a causa del decadimento dell'impianto.

% CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI (input): inserire la percentuale dell'investimento che tornerà agli investitori.

CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI (calcolato): definito in [€], pari a $INVESTIMENTO IMPIANTO[€] \times \% CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI$

NUMERO ANNI - CESSIONE CREDITO (input): inserire il numero di anni su cui è distribuita la cessione del credito.

Investimento per la realizzazione dell'impianto			
COSTO SPECIFICO INVESTIMENTO [€/kW]			
INVESTIMENTO STIMATO [€]			
INVESTIMENTO Manuale [€]			
TIPOLOGIA INVESTIMENTO SCELTA			
INVESTIMENTO IMPIANTO [€]			
ANNI AMMORTAMENTO LINEARE			
COSTO SPECIFICO O&M [€/kW]			
O&M [€]			
INCREMENTO PERCENTUALE O&M			
% CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI			
CESSIONE CREDITO RESTANTE AGLI INVESTITORI [€]			
NUMERO ANNI - CESSIONE CREDITO			

Ora c'è la sottosezione relativa all'investimento degli impianti, utilizzata nel caso in cui la selezione della cella *INVESTIMENTO IMPIANTO* sia *APPALTO*.

RATA PER IMPIANTO (input): inserire l'importo annuo, definito in [€], da versare all'azienda esterna che ha preso in carico la realizzazione dell'impianto.

NUMERO ANNI - RATA (input): inserire il numero di anni per cui si deve versare la rata precedentemente inserita.

CANONE ANNUO PER IMPIANTO (calcolato): pari a *RATA PER IMPIANTO*, nel caso in cui alla voce *INVESTIMENTO IMPIANTO* sia stato selezionato *APPALTO*.

Oppure, nel caso di realizzazione impianto da azienda esterna			
RATA PER IMPIANTO [€]			
NUMERO ANNI - RATA			
CANONE ANNUO PER IMPIANTO (PER N ANNI) [€]			

Ora c'è la sottosezione relativa all'analisi economica degli impianti.

PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO (calcolato): valore percentuale relativo alla percentuale di partecipazione del produttore all'impianto di produzione, in quanto anche i consumatori potrebbero partecipare all'investimento per un impianto (per tanto la percentuale sarebbe inferiore al 100%). Viene calcolata automaticamente, sulla base dei valori inseriti nelle celle *PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO*, della sezione *CONSUMO*.

ALiquOTA TASSE (input): inserire un valore percentuale per calcolare, nella successiva analisi economica, l'importo relativo alle tasse.

WACC (input): inserire un valore percentuale, utilizzato nella successiva analisi economica.

PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO			
ALiquOTA TASSE			
WACC			

Autoconsumo

In questa sezione andranno inseriti gli input relativi all'autoconsumo dei 3 impianti di produzione. Ogni voce ha 3 valori, relativi ai 3 impianti di produzione.

AUTOCONSUMO				
	PRODUTTORE	1	2	3
	STATO AUTOCONSUMO	ON	OFF	OFF
	PROFILO AUTOCONSUMO			
	CONSUMO ANNUO IMPIANTO [kWh]			
	ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE [kWh]			
	ENERGIA AUTOCONSUMATA (% su ENERGIA PRODOTTA)			
	ENERGIA AUTOCONSUMATA (% su CONSUMO)			
MATERIA PRIMA ENERGIA + PERDITE	PUN	2021		
	LIVELLO DI TENSIONE	BT	BT	BT
	PERDITE DI RETE PERCENTUALI			
	RISPARMIO ENERGIA & PERDITE DI RETE PER AUTOCONSUMO [€]			
	RISPARMIO SPECIFICO ENERGIA & PERDITE [€/MWh]			
ONERI	ANNO DI RIFERIMENTO ONERI			
	PRODUTTORE 1 - TIPOLOGIA UTENZA			
	PRODUTTORE 2 - TIPOLOGIA UTENZA			
	PRODUTTORE 3 - TIPOLOGIA UTENZA			
	TOT QUOTE VARIABILI ANNUALI [c€/kWh]			
	RISPARMIO SU QUOTE VARIABILI ANNUALI [€]			
	RISPARMIO SU QUOTE VARIABILI TRIMESTRALI [€]			
	RISPARMIO TOTALE ONERI [€]			
CAP MARKET	RISPARMIO SPECIFICO ONERI [€/MWh]			
	CAPACITY MARKET			
	RISPARMIO QUOTA CAPACITY MARKET [€]			
	RISPARMIO SPECIFICO CAPACITY MARKET [€/MWh]			
	RISPARMIO TOTALE PER AUTOCONSUMO [€]			

STATO AUTOCONSUMO (selezione): selezionare *ON* nel caso l'autoconsumo sia attivo, *OFF* nel caso sia non attivo.

PROFILO AUTOCONSUMO (selezione): selezionare un profilo di consumo dall'elenco fornito, in base ai profili di consumo presenti nella scheda *Profili_Consumo*. La voce *PERSONALIZZATO* serve nel caso in cui si vogliano inserire manualmente valori specifici; in tal caso andare alla scheda *Profili_Consumo > Tabella I* e inserire nella colonna *PERSONALIZZATO* i valori desiderati.

CONSUMO ANNUO IMPIANTO (input): inserire un valore in [kWh], relativo al consumo totale annuo dell'impianto in esame. Sulla base di questo valore, il profilo selezionato precedentemente verrà riproporzionato.

ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE (calcolato): valore restituito dalla scheda *Calcoli > Autoconsumo*, definito in [kWh].

ENERGIA AUTOCONSUMATA (% su ENERGIA PRODOTTA) (calcolato): valore percentuale calcolato come $\frac{\text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE}}{\text{ENERGIA PRODOTTA}}$. Descrive la frazione di energia prodotta ed impiegata in sito, rispetto al totale di energia prodotta dall'impianto. Nel caso in cui l'ENERGIA PRODOTTA sia 0, allora sarà 0 anche questa voce.

ENERGIA AUTOCONSUMATA (% su CONSUMO) (calcolato): valore percentuale calcolato come $\frac{\text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE}}{\text{CONSUMO ANNUO IMPIANTO}}$. Descrive la frazione di consumo coperta dalla produzione, rispetto al consumo totale in sito. Nel caso in cui il CONSUMO ANNUO IMPIANTO sia 0, allora sarà 0 anche questa voce.

PUN (selezione): selezionare un anno tra quelli presenti nell'elenco. È inoltre possibile scegliere i modelli F1, F2, F3 e Peak/Off-Peak, andando ad inserire i valori desiderati nella tabellina a destra della *Tabella II* nella scheda *Prezzi*. Questa funzione permette di andare a osservare l'impatto di determinati prezzi del PUN, inserendo solamente i valori delle fasce orarie. Vi è la possibilità di inserire dei valori specifici, selezionando la voce **PERSONALIZZATO** e inserendo i dati manualmente alla scheda *Prezzi > Tabella II* nella colonna **PERSONALIZZATO**.

LIVELLO DI TENSIONE (selezione): selezionabile tra BT (bassa tensione) e MT (media tensione). Nota: non è stata inserita l'alta tensione in quanto il perimetro di una CER si limita solamente alla medesima cabina primaria.

PERDITE DI RETE PERCENTUALI (calcolato): valore percentuale riportato in base alla selezione del livello di tensione effettuata precedentemente, definite da ARERA.

RISPARMIO ENERGIA & PERDITE DI RETE PER AUTOCONSUMO (calcolato): valore calcolato nella scheda *Calcoli > Autoconsumo*, definito in [€].

RISPARMIO SPECIFICO ENERGIA & PERDITE (calcolato): definito in [€/MWh] e calcolato come $\frac{\text{RISPARMIO ENERGIA \& PERDITE DI RETE PER AUTOCONSUMO}}{\text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE}}$.

NOTA: per il calcolo degli oneri è stata presa in considerazione la Classe di Agevolazione ZERO.

NOTA: per il calcolo del risparmio per autoconsumo, sono considerati solamente gli oneri variabili (ovvero quota energia) poiché quelli fissi (quota potenza e quota fissa) rimarranno invariati. In realtà, nel caso di autoconsumo sufficientemente elevato, si potrebbe diminuire il valore contrattuale di potenza, riducendo così la quota potenza; tuttavia, per semplicità questo scenario non è stato preso in considerazione.

ANNO DI RIFERIMENTO ONERI (selezione): selezionare un anno, dalla tabella *ANNI CONSIDERATI* nella scheda *Oneri*, per andare a definire quelli che saranno gli oneri (quota energia).

PRODUTTORE X – TIPOLOGIA UTENZA (selezione): selezionare una tipologia di utenza per ciascun impianto. Essa andrà a definire, insieme all'*ANNO DI RIFERIMENTO ONERI* gli importi relativi agli oneri (quota energia) che serviranno per il calcolo del risparmio per autoconsumo. È possibile selezionare la voce *PERSONALIZZATO*, andando ad inserire un valore nella cella gialla della *Tabella I* nella scheda *ONERI*, per avere un valore desiderato relativo al totale degli oneri. Questa funzione non è disponibile per gli oneri trimestrali, che si azzerano quando si seleziona *PERSONALIZZATO* nella cella *PRODUTTORE X – TIPOLOGIA UTENZA*.

TOT QUOTE VARIABILI ANNUALI (calcolato): valore restituito dalla *Tabella I* nella scheda *Oneri*, definito in [c€/kWh].

RISPARMIO SU QUOTE VARIABILI ANNUALI (calcolato): pari a
$$\frac{\text{TOT QUOTE VARIABILI [c€/kWh]} \times \text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE[kWh]}}{100}$$
 definito in [€].

RISPARMIO SU QUOTE VARIABILI TRIMESTRALI (calcolato): definito in [€], restituito dalla *Tabella II* nella scheda *Oneri*.

RISPARMIO TOTALE ONERI (calcolato): definito in [€], pari alla somma tra *RISPARMIO SU QUOTE VARIABILI ANNUALI* e *RISPARMIO SU QUOTE VARIABILI TRIMESTRALI*.

RISPARMIO SPECIFICO ONERI (calcolato): definito in [€/MWh] e calcolato come
$$\frac{\text{RISPARMIO TOTALE ONERI}}{\text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE}}$$

CAPACITY MARKET (selezione): selezionare una voce dall'elenco disponibile, in base ai profili inseriti alla scheda *PREZZI* nella *Tabella IV*. La voce *PERSONALIZZATO* serve nel caso in cui si vogliano inserire manualmente valori specifici; in tal caso andare alla scheda *Prezzi > Tabella IV* e inserire nella colonna *PERSONALIZZATO* i valori desiderati. Nel caso in cui non si voglia prendere in considerazione la componente relativa al Capacity Market, è sufficiente selezionare la voce *NO*.

RISPARMIO QUOTA CAPACITY MARKET (calcolato): valore calcolato nella scheda *Calcoli > Autoconsumo* e definito in [€].

RISPARMIO SPECIFICO CAPACITY MARKET (calcolato): definito in [€/MWh] e calcolato come
$$\frac{\text{RISPARMIO QUOTA CAPACITY MARKET}}{\text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE}}$$

RISPARMIO TOTALE PER AUTOCONSUMO (calcolato): definito in [€], pari a
RISPARMIO ENERGIA & PERDIRE DI RETE PER AUTOCONSUMO +
RISPARMIO TOTALE SU QUOTE VARIABILI +
RISPARMIO QUOTA CAPACITY MARKET + *RISPARMIO ACCISE*

Vendita Energia Imnessa

Questa sezione mostra i dati relativi all'energia immessa dai 3 impianti di produzione. Ogni voce ha 3 valori, relativi ai 3 impianti di produzione.

VENDITA ENERGIA IMMESSA			
PRODUTTORE	1	2	3
ENERGIA IMMESSA IN RETE [kWh]			
PREZZO ZONALE			
RICAVI TOTALI ENERGIA IMMESSA [€]			

ENERGIA IMMESSA IN RETE (calcolato): valore calcolato nella scheda *Calcoli > Energia Imnessa*. A destra, è riportata la cella contenente la somma dell'energia immessa dai 3 impianti di produzione, rinominata *ENERGIA IMMESSA TOT*.

PREZZO ZONALE (selezione): selezionare una voce dall'elenco fornito, in base ai profili di prezzo zonale inseriti alla scheda *Prezzi* nella *Tabella III*. La voce *PERSONALIZZATO* serve nel caso in cui si vogliano inserire manualmente valori specifici; in tal caso andare alla scheda *Profili_Consumo > Tabella III* e inserire nella colonna *PERSONALIZZATO* i valori desiderati. È inoltre possibile scegliere i modelli F1, F2, F3 e Peak/Off-Peak, andando ad inserire i valori desiderati nella tabellina a destra della *Tabella III* nella scheda *Prezzi*. Questa funzione permette di andare a osservare l'impatto di determinati prezzi del Prezzo Zonale, inserendo solamente i valori delle fasce orarie. Vi è la possibilità di inserire dei valori specifici, selezionando la voce *PERSONALIZZATO* e inserendo i dati manualmente alla scheda *Prezzi > Tabella II* nella colonna *PERSONALIZZATO*.

RICAVI TOTALI ENERGIA IMMESSA (calcolato): valore restituito dalla scheda *Calcoli > Energia Imnessa*.

Consumo

In questa sezione andranno inseriti gli input relativi al consumo dei 10 consumatori.

CONSUMO										
CONSUMATORE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
STATO CONSUMO										
PROFILO CONSUMO										
CONSUMO TOTALE [kWh]										
CONSUMO TOTALE CER										
PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO - IMPIANTO 1										
PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO - IMPIANTO 2										
PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO - IMPIANTO 3										
WACC										

STATO CONSUMO (selezione): selezionare *ON* nel caso il consumo sia attivo, *OFF* nel caso sia non attivo.

PROFILO CONSUMO (selezione): selezionare un profilo di consumo dall'elenco fornito, in base ai profili di consumo presenti nella scheda *Profili_Consumo*. La voce *PERSONALIZZATO* serve nel caso in cui si vogliano inserire manualmente valori specifici; in tal caso andare alla scheda *Profili_Consumo > Tabella I* e inserire nella colonna *PERSONALIZZATO* i valori desiderati.

CONSUMO TOTALE (input): inserire un valore in [kWh], relativo al consumo totale annuo di ogni consumatore. Sulla base di questo valore, il profilo selezionato precedentemente verrà riproporzionato. A destra è presente la somma dei consumi totali dei 10 consumatori, chiamato *CONSUMO TOTALE CER*.

Ora c'è la sottosezione relativa alla partecipazione da parte dei consumatori all'investimento dei 3 impianti di produzione.

PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO (input): inserire un valore percentuale; questa voce è ripetuta 3 volte (una per ciascun impianto); per ciascun impianto, la somma delle partecipazioni all'investimento dei 10 utenti non può superare il 100% (in caso contrario Excel restituirà un errore). Inserendo dei valori diversi da 0%, si andrà a modificare automaticamente la cella *PARTECIPAZIONE ALL'INVESTIMENTO* nella sezione *IMPIANTI DI PRODUZIONE* (poiché, ad un aumento della partecipazione all'investimento degli utenti, corrisponderà una diminuzione della partecipazione all'investimento del produttore).

WACC (input): inserire un valore percentuale; verrà usato nella valutazione economica dei consumatori.

Comunità Energetica

COMUNITÀ ENERGETICA			
STATO CONDIVISIONE			
NUMERO CONSUMATORI			
NUMERO PRODUTTORI			
NUMERO MEMBRI DELLA COMUNITÀ			
ENERGIA CONDIVISA [kWh]			
ENERGIA CONDIVISA (% su ENERGIA IMMESSA)			
ENERGIA CONDIVISA (% su CONSUMO TOTALE)			
TARIFFA PREMIO [€/MWh]			
TARIFFA TRASMISSIONE IN BT [€/MWh]			
VALORE COMPONENTE VARIABILE DISTRIBUZIONE BTAU [€/MWh]			
CORRISPETTIVO UNITARIO [€/MWh]			
TOTALE CONTRIBUTI ECONOMICI GSE [€/MWh]			
RICAVI INCENTIVI SU ENERGIA CONDIVISA [€]			
COMPENSO ATTIVAZIONE COMUNITÀ ENERGETICA [€]			
COSTO GESTIONE CE - COMPONENTE FISSA [€]			
COSTO GESTIONE CE - COMPONENTE VARIABILE [€]			
COSTO GESTIONE CE - EXTRA [€]			
COSTO FISSO ANNUO GESTIONE CE [€]			
BUDGET COMUNITÀ RIMANENTE [€]		BONUS [€]	
PORZIONE AI CONSUMATORI			0.
PORZIONE AI PRODUTTORI			0.
BONUS AI CONSUMATORI			
	Excel	Python	Manuale
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 1 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 2 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 3 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 4 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 5 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 6 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 7 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 8 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 9 [€]			
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 10 [€]			
TOTALE BONUS AI CONSUMATORI [€]			
BONUS CONSUMATORI - METODO SCELTO			
BONUS AI PRODUTTORI			
	Excel	Python	Manuale
BONUS ANNUO AL PRODUTTORE 1 [€]			
BONUS ANNUO AL PRODUTTORE 2 [€]			
BONUS ANNUO AL PRODUTTORE 3 [€]			
TOTALE BONUS AI PRODUTTORI [€]			
BONUS PRODUTTORI - METODO SCELTO			

	BONUS C [€]	BOLLETTA [€]	RISPARMIO %
1			0.0%
2			0.0%
3			0.0%
4			0.0%
5			0.0%
6			0.0%
7			0.0%
8			0.0%
9			0.0%
10			0.0%

	BONUS P [€]
1	
2	
3	

STATO CONDIVISIONE (selezione): selezionare *ON* nel caso il consumo sia attivo, *OFF* nel caso sia non attivo.

NUMERO CONSUMATORI (calcolato): calcolato automaticamente andando a contare (con la funzione *CONTA.SE*) i consumi attivi, nella sezione *Consumo*.

NUMERO PRODUTTORI (calcolato): calcolato automaticamente andando a contare (con la funzione *CONTA.SE*) i consumi attivi, nella sezione *Impianti di Produzione*.

NUMERO MEMBRI DELLA COMUNITÀ (calcolato): calcolato automaticamente andando a contare produttori e consumatori attivi, considerando come un unico membro quelli sotto il controllo del Gestore.

ENERGIA CONDIVISA (calcolato): definita in [kWh], derivante dalla scheda *Calcoli*.

ENERGIA CONDIVISA (% su ENERGIA IMMESSA): valore percentuale calcolato come $\frac{ENERGIA\ CONDIVISA}{ENERGIA\ IMMESSA\ TOT}$. Descrive la frazione di energia immessa e poi condivisa, rispetto al totale di energia immessa dagli impianti. Nel caso in cui l'*ENERGIA IMMESSA TOT* sia 0, allora sarà 0 anche questa voce.

ENERGIA CONDIVISA (% su **CONSUMO TOTALE**): valore percentuale calcolato come $\frac{\text{ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE}}{\text{CONSUMO TOTALE CER}}$. Descrive la frazione di consumo nella CER coperto dall'energia condivisa, Nel caso in cui il **CONSUMO TOTALE CER** sia 0, allora sarò 0 anche questa voce.

COMUNITÀ ENERGETICA	
STATO CONDIVISIONE	
NUMERO CONSUMATORI	
NUMERO PRODUTTORI	
NUMERO MEMBRI DELLA COMUNITÀ	
ENERGIA CONDIVISA [kWh]	
ENERGIA CONDIVISA (% su ENERGIA IMMESSA)	
ENERGIA CONDIVISA (% su CONSUMO TOTALE)	

Ora c'è la sottosezione relativa agli incentivi sull'energia condivisa.

TARIFFA PREMIO (input): inserire valore, definito in [€/MWh].

TARIFFA TRASMISSIONE IN BT (input): inserire valore, definito in [€/MWh].

VALORE COMPONENTE VARIABILE DISTRIBUZIONE BTAU (input): inserire valore, definito in [€/MWh].

CORRISPETTIVO UNITARIO (calcolato): definito in [€/MWh], pari a **TARIFFA TRASMISSIONE IN BT** + **VALORE COMPONENTE VARIABILE DISTRIBUZIONE BTAU**.

TOTALE CONTRIBUTI ECONOMICI GSE (calcolato): definito in [€/MWh], pari a **TARIFFA PREMIO** + **CORRISPETTIVO UNITARIO**.

RICAVI INCENTIVI SU ENERGIA CONDIVISA (calcolato): definito in [€], pari a **TOTALE CONTRIBUTI ECONOMICI GSE** [€/MWh] $\times \frac{\text{ENERGIA CONDIVISA [kWh]}}{1000}$. La divisione per 1000 è necessaria in quanto l'**ENERGIA CONDIVISA** è espressa in [€/kWh].

TARIFFA PREMIO [€/MWh]	
TARIFFA TRASMISSIONE IN BT [€/MWh]	
VALORE COMPONENTE VARIABILE DISTRIBUZIONE BTAU [€/MWh]	
CORRISPETTIVO UNITARIO [€/MWh]	
TOTALE CONTRIBUTI ECONOMICI GSE [€/MWh]	
RICAVI INCENTIVI SU ENERGIA CONDIVISA [€]	

Ora c'è la sottosezione relativa ai costi della CER e ai Bonus.

COMPENSO ATTIVAZIONE COMUNITÀ ENERGETICA (input): inserire valore in [€]. È un'uscita presente al solo anno 0 (all'attivazione della CER). È attribuita al Gestore della CER, nel caso in cui lo *STATO CONDIVISIONE* sia *ON*.

COSTO GESTIONE CE – COMPONENTE FISSA (calcolato, con formula input): calcolato automaticamente con la formula definita sulla base delle Regole Tecniche 2022 del GSE, ovvero $COMPONENTE FISSA [€] = (4 [€] \times numero_POD) + \begin{cases} 0; per P \leq 3 \\ 30; per P > 3 \end{cases}$ (da applicare ad ogni impianto, dove P è la potenza dell'impianto)

Nota: il numero_POD è uguale alla somma di *NUMERO CONSUMATORI* e *NUMERO PRODUTTORI*.

COSTO GESTIONE CE – COMPONENTE VARIABILE (calcolato, con formula input): calcolato automaticamente con la formula definita sulla base delle Regole Tecniche 2022 del GSE, ovvero $COMPONENTE VARIABILE [€] = \begin{cases} 0; per P \leq 20 \\ 30; per P > 20 \end{cases}$ (da applicare ad ogni impianto, dove P è la potenza dell'impianto)

COSTO GESTIONE CE – EXTRA (input): inserire valore in [€] per eventuali costi extra per la gestione della CER.

COSTO ANNUO GESTIONE CE (calcolato): definito in [€], pari alla somma dei precedenti costi di gestione (fisso, variabile, extra).

BUDGET COMUNITÀ RIMANENTE (calcolato): definito in [€], pari a *RICAVI INCENTIVI SU ENERGIA CONDIVISA* [€] –

COSTO FISSO ANNUO GESTIONE CE [€]. È il budget dal quale verranno creati i bonus ai membri della CER.

PORZIONE AI CONSUMATORI (input): inserire valore percentuale compreso tra 0 e 100 (in caso contrario Excel riporterà un errore). Definisce la percentuale del *BUDGET COMUNITÀ RIMANENTE* da spartire tra i vari consumatori. A destra è presente anche il valore in [€].

PORZIONE AI PRODUTTORI (calcolato): valore percentuale calcolato automaticamente, definito come $1 - PORZIONE AI CONSUMATORI$. Definisce la percentuale del *BUDGET COMUNITÀ RIMANENTE* da spartire tra i vari produttori. A destra è presente anche il valore in [€].

COMPENSO ATTIVAZIONE COMUNITÀ ENERGETICA [€]		
COSTO GESTIONE CE - COMPONENTE FISSA [€]		
COSTO GESTIONE CE - COMPONENTE VARIABILE [€]		
COSTO GESTIONE CE - EXTRA [€]		
COSTO FISSO ANNUO GESTIONE CE [€]		
BUDGET COMUNITÀ RIMANENTE [€]		BONUS [€]
PORZIONE AI CONSUMATORI		0.
PORZIONE AI PRODUTTORI		0.

BONUS AI CONSUMATORI: 10 righe (vuote in caso di *STATO CONSUMO* = OFF) che corrispondono ai bonus ai 10 consumatori. Per ogni riga (consumatore) ci sono 3 possibili bonus, ovvero:

- Excel (calcolato), calcolato direttamente sulla base del consumo percentuale del singolo consumatore (rispetto ai consumi totali della Comunità).

$$\text{Calcolato come } \frac{\text{BUDGET COMUNITÀ RIMANENTE [€]} * \text{TOTALE CONTRIBUTO CONSUMATORE X [kWh]}}{\text{ENERGIA CONDIVISA [kWh]}}, \text{ dove TOTALE CONTRIBUTO CONSUMATORE X deriva dalla scheda } \text{CALCOLI} > \text{ENERGIA CONDIVISA} > \text{CONTRIBUTO CONSUMATORE X}, \text{ in fondo alla tabella c'è la somma totale dei contributi orari, per ciascun consumatore.}$$
- Python (calcolato), risultato preso dal foglio *Bonus_Python > Tabella II (in fondo)*, grazie all'utilizzo del programma Python.
- Manuale (input), fornisce la possibilità di decidere arbitrariamente la ripartizione del bonus.

Nota: nel caso di un solo consumatore, il calcolo dei bonus è superfluo in quanto l'intera *PORZIONE AI CONSUMATORI* andrebbe assegnata all'unico consumatore.

TOTALE BONUS AI CONSUMATORI (calcolato): definito in [€], pari alla somma dei bonus dei 10 consumatori.

BONUS CONSUMATORI - METODO SCELTO (selezione): con questa selezione è possibile scegliere quale metodo per il calcolo dei bonus ai consumatori utilizzare nella successiva analisi economica.

BONUS C (calcolato): elenco dei bonus, in base alla scelta del metodo alla cella *BONUS CONSUMATORI – METODO SCELTO*.

BOLLETTA (input): è possibile inserire manualmente un valore in [€] corrispondente alla bolletta di ciascun consumatore. Questa cella ha il solo scopo di calcolare il

RISPARMIO %, pertanto il mancato inserimento di valori in queste celle non comprometterà le altre funzionalità del modello.

RISPARMIO % (calcolato): valore percentuale pari a $\frac{BONUS [€]}{BOLLETTA [€]}$. Può essere utile per analizzare il bonus dal punto di vista di un consumatore.

BONUS AI CONSUMATORI	Excel	Python	Manuale		BONUS C [€]	BOLLETTA [€]	RISPARMIO %
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 1 [€]				1			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 2 [€]				2			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 3 [€]				3			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 4 [€]				4			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 5 [€]				5			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 6 [€]				6			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 7 [€]				7			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 8 [€]				8			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 9 [€]				9			0.0%
BONUS ANNUO AL CONSUMATORE 10 [€]				10			0.0%
TOTALE BONUS AI CONSUMATORI [€]							
BONUS CONSUMATORI - METODO SCELTO							

BONUS AI PRODUTTORI: 3 righe (vuote in caso di *STATO IMPIANTO* = OFF) che corrispondono ai bonus ai 3 produttori. Analogo al *BONUS AI CONSUMATORI*, citato precedentemente.

Nota: nel caso di un solo produttore, il calcolo dei bonus è superfluo in quanto l'intera *PORZIONE AI PRODUTTORI* andrebbe assegnata all'unico produttore.

TOTALE BONUS AI PRODUTTORI (calcolato): definito in [€], pari alla somma dei bonus dei 3 produttori.

BONUS PRODUTTORI – METODO SCELTO (selezione): con questa selezione è possibile scegliere quale metodo per il calcolo dei bonus ai produttori utilizzare nella successiva analisi economica.

BONUS P (calcolato): elenco dei bonus, in base alla scelta del metodo alla cella *BONUS PRODUTTORI – METODO SCELTO*.

BONUS AI PRODUTTORI	Excel	Python	Manuale		BONUS P [€]
BONUS ANNUO AL PRODUTTORE 1 [€]				1	
BONUS ANNUO AL PRODUTTORE 2 [€]				2	
BONUS ANNUO AL PRODUTTORE 3 [€]				3	
TOTALE BONUS AI PRODUTTORI [€]					
BONUS PRODUTTORI - METODO SCELTO					

Confronto Autoconsumo/ Ritiro Dedicato/ Condivisione

Questa sezione è utile per provare ad osservare la CER dal punto di vista del produttore, andando a valutare le varie entrate possibili e quale sia tra esse la più remunerativa.

AUTOCONSUMO (calcolato): calcolato solo in caso di *STATO IMPIANTO = ON* ed *ENERGIA AUTOCONSUMATA FISICAMENTE* > 0, pari a $\frac{RICAVI\ TOTALI\ PER\ AUTOCONSUMO\ [€]}{ENERGIA\ AUTOCONSUMATA\ FISICAMENTE\ [kWh]}$. Fornisce un valore che mostra il guadagno specifico del produttore per autoconsumo.

RITIRO DEDICATO (calcolato): calcolato nel caso in cui *ENERGIA IMMESSA IN RETE* > 0, pari a $\frac{RICAVI\ TOTALI\ ENERGIA\ IMMESSA\ [€]}{ENERGIA\ IMMESSA\ IN\ RETE\ [kWh]}$. Fornisce un valore che mostra il guadagno specifico del produttore per l'energia immessa in rete e venduta.

CONDIVISIONE (calcolato): calcolato nel caso in cui *ENERGIA CONDIVISA* > 0 e *BONUS ANNUO AL PRODUTTORE* > 0, pari a $\frac{BONUS\ ANNUO\ AL\ PRODUTTORE\ [€]}{ENERGIA\ CONDIVISA\ [kWh]}$. Fornisce un valore che mostra il guadagno specifico del produttore per l'energia condivisa.

RITIRO DEDICATO & CONDIVISIONE (calcolato): pari alla somma di *RITIRO DEDICATO* e *CONDIVISIONE*, fornisce un valore che mostra il guadagno specifico del produttore relativo a quella parte di energia immessa che è anche condivisa all'interno della CER.

Nota: non tutta l'energia immessa è necessariamente condivisa.

Analisi Economica - Produttori

A destra della sezione Impianti di Produzione, vi sono le analisi economiche dei 3 impianti. Le strutture delle tabelle di queste 3 analisi economiche sono identiche; pertanto, ne verrà analizzato lo schema generale.

PRODUTTORE 1 - ANALISI ECONOMICA							ALiquota TASSE 0.0%		WACC 0%						
ANNO	ENTRATE	USCITE	AMMORTAMENTI	CASH FLOW PRE TAX	TASSE	CASH FLOW	PARTECIPAZIONE %		CASH FLOW Produttore	CUMULATA Non attualizzata	PIIP Semplific	CASH FLOW Attualizzato	CUMULATA Attualizzata	PIIP Attualizzato	ANNO
0	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0%		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0
1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	1
2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	2
3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	3
4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	4
5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	5
6	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	6
7	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	7
8	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	8
9	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	9
10	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	10
11	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	11
12	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	12
13	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	13
14	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	14
15	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	15
16	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	16
17	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	17
18	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	18
19	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	19
20	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -			€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	20

PRODUTTORE 1		
20 anni	IRR	€ -
10 anni	IRR	€ -
10 anni	VAN	€ -

In queste tabelle **NON CI SONO INPUT**; è tutto calcolato automaticamente.

Nel caso di *STATO IMPINATO = ON*, verrà visualizzata la scritta “*ATTIVA*” sopra la tabella corrispondente, altrimenti verrà visualizzata la scritta “*NON ATTIVA*”.

Le tabelle si dividono in due parti:

- la prima parte riguarda l’impianto di produzione
- la seconda parte riguarda il produttore, in quanto si prende in considerazione la sua partecipazione percentuale all’investimento dell’impianto

Iniziamo ad analizzare le voci della prima parte della tabella, ovvero quelle che riguardano l’impianto di produzione.

YEAR “ANNO”: considerando l’investimento all’anno 0, si considera un orizzonte temporale di 20 anni.

REVENUES “ENTRATE”: sono composte da *RISPARMIO TOTALE PER AUTOCONSUMO*, *RICAVI TOTALI ENERGIA IMMESSA*, *BONUS P* (bonus ai produttori) ed eventuale *CESSIONE CREDITO* (a seconda della formula utilizzata e dell’anno in questione).

EXPENSES “USCITE”: all’anno 0 è costituita dal solo *INVESTIMENTO IMPIANTO* (se presente). Negli anni successivi invece è composta dai costi *O&M* (con eventuale *INCREMENTO PERCENTUALE O&M*) e dal *CANONE ANNUO PER IMPIANTO* (se presente e a seconda dell’anno in questione). Nota: tutti i termini sono positivi, infatti vengono raccolti e cambiati in segno negativo.

DEPRECIATION “AMMORTAMENTI”: importo calcolato a seconda del valore di *ANNI AMMORTAMENTO LINEARE*.

CASH FLOW PRE TAX: somma di *ENTRATE* (termine positivo) e *USCITE* (termine negativo).

TAX “TASSE”: applica il valore percentuale *ALIQUOTA TASSE* al *CASH FLOW PRE TAX* se *CASH FLOW PRE TAX* è positivo. Nel caso in cui *CASH FLOW PRE TAX* è negativo, le *TASSE* saranno pari a 0 in quell’anno.

CASH FLOW: definito come $CASH FLOW PRE TAX - TAX$.

PRODUTTORE 1 - ANALISI ECONOMICA					ALIQUOTA TASSE	0.0%
ANNO	ENTRATE	USCITE	AMMORTAMENTI	CASH FLOW PRE TAX	TASSE	CASH FLOW
0		€ -		€ -	€ -	€ -
1	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
4	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
5	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
6	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
7	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
8	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
9	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
10	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
11	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
12	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
13	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
14	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
15	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
16	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
17	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
18	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
19	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
20	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -

Procediamo ora ad analizzare le voci della seconda tabella, ovvero quella riguardante il produttore. Si parte applicando la *PARTECIPAZIONE* % del produttore al *CASH FLOW* dell'impianto.

Producer CASH FLOW “*CASH FLOW Produttore*”: definito come $CASH FLOW \times PARTECIPAZIONE$ %.

Undiscounted CUMULATIVE CASH FLOW “*CUMULATA Non attualizzata*”: definita come $\sum_{i=0}^k CASH FLOW Produttore_i$, dove k è l'anno preso in considerazione.

Simple PBP “*PBP Semplice*”: Payback Period all'anno i , pari a 1 se $CUMULATA Non attualizzata(i) < 0$, pari a 0 se $CUMULATA Non attualizzata(i - 1) > 0$, altrimenti calcolato come $-\frac{CUMULATA Non attualizzata(i-1)}{CASH FLOW Produttore(i)}$

Discounted CASH FLOW “*CASH FLOW Attualizzato*”: definito come $\frac{CASH FLOW Produttore}{(1+WACC)^{anno}}$.

Discounted CUMULATIVE CASH FLOW “*CUMULATA Attualizzata*”: definita come $\sum_{i=0}^k CASH FLOW Attualizzato$, dove k è l'anno preso in considerazione.

Discounted PBP “*PBP Attualizzato*”: Payback Period Attualizzato, calcolato nello stesso modo di *PBP Semplice*, sostituendo *CUMULATA Attualizzata* a quella non attualizzata e *CASH FLOW Attualizzato* a quello non attualizzato.

		WACC		0%			
PARTECIPAZIONE %	CASH FLOW Produttore	CUMULATA Non attualizzata	PBP Semplice	CASH FLOW Attualizzato	CUMULATA Attualizzata	PBP Attualizzato	ANNO
0%	€ -	€ -		€ -	€ -		0
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	1
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	2
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	3
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	4
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	5
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	6
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	7
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	8
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	9
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	10
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	11
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	12
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	13
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	14
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	15
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	16
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	17
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	18
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	19
	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0	20

A destra della tabella è presente una tabella più piccola in cui sono riportati i risultati relativi all'IRR e al VAN, rispettivamente a 10 e a 20 anni.

PRODUTTORE 1		
20 anni	IRR	
	VAN	€ -
10 anni	IRR	
	VAN	€ -

Analisi Economica - Consumatori

A destra della sezione Consumo, vi sono le analisi economiche dei 10 consumatori. Le strutture delle tabelle di queste 10 analisi economiche sono identiche; pertanto, ne verrà analizzato lo schema generale.

Nota: l'analisi economica è svolta solo per i consumatori che partecipano all'investimento di almeno un impianto di produzione e, in quel caso, verrà visualizzata la scritta "ATTIVA" sopra la relativa tabella. In caso contrario verrà visualizzata la scritta "NON ATTIVA".

In queste tabelle **NON CI SONO INPUT**; è tutto calcolato automaticamente.

CONSUMATORE 1 - ANALISI ECONOMICA				NON ATTIVA						WACC		0%			
PARTECIPAZIONE %		CASH FLOW 1	CASH FLOW 2	CASH FLOW 3	BONUS	CASH FLOW Consumatore	CUMULATA Non attualizzata	PBP Semplice	CASH FLOW Attualizzato	CUMULATA Attualizzata	PBP Attualizzato	ANNO			
IMPIANTO 1	0%	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -		€ -	€ -					
IMPIANTO 2	0%	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
IMPIANTO 3	0%	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -		0.0			
		€ -													

La prima voce della tabella si riferisce alla *PARTECIPAZIONE %* agli investimenti dei 3 impianti di produzione, da parte del consumatore in questione. Queste 3 percentuali vengono moltiplicate per i *CASH FLOW* dei 3 impianti (nota: si fa riferimento ai *CASH FLOW* dei 3 impianti, non a quelli dei 3 produttori). I risultati sono riportati nelle colonne *CASH FLOW* 1, 2 e 3. A queste “frazioni” dei *CASH FLOW* degli impianti, va aggiunto l’importo relativo al *BONUS C* (bonus ai consumatori). La somma di questi 4 valori, porta al *CASH FLOW* Consumatore. Da qui in avanti, l’analisi economica ha la stessa struttura di quella effettuata per i produttori, utilizzando un *WACC* specifico per ognuno dei consumatori (input nella sezione *Consumo*).

Anche qui l’analisi economica si conclude riportando i valori di *IRR* e *VAN*, calcolati a 10 e 20 anni.

CONSUMATORE 1		
20 anni	IRR	
	VAN	€ -
10 anni	IRR	
	VAN	€ -

GESTORE

In questo foglio è possibile andare a selezionare quali impianti e quali consumi siano di proprietà del Gestore, andando a inserire i valori 1 (proprietà) o 0 (non proprietà), nella tabella *GESTORE*. L'inserimento di altri valori non è consentito e risulterà in un errore di Excel in quanto è stata usata la funzione *Dati > Convalida Dati > Consenti: Elenco*, usando la tabella (cella C75) creata appositamente per evitare l'inserimento di valori non validi.

L'inserimento del valore 1 per impianti o consumi che non sono attivi (*OFF* nella scheda *Valutazione_Economica*) risulterà in un errore visualizzabile nella cella a destra rispetto a quella dell'inserimento del valore. L'error check consiste in una funzione *SE* (con 2 condizioni, usando la funzione *E*) e mostra a schermo la scritta "error" in caso di errore.

GESTORE		errors
IMPIANTO 1		
IMPIANTO 2		
IMPIANTO 3		
CONSUMO 1		
CONSUMO 2		
CONSUMO 3		
CONSUMO 4		
CONSUMO 5		
CONSUMO 6		
CONSUMO 7		
CONSUMO 8		
CONSUMO 9		
CONSUMO 10		
WACC		

Per poter completare l'analisi economica relativa al Gestore, è necessario inserire un valore nella cella WACC.

Nella tabella viene eseguita l'analisi economica sulla base della somma (anno per anno) dei cash flow degli impianti e dei consumi selezionati precedentemente.

All'anno 0 viene considerata anche la spesa per l'attivazione della CER (input nella scheda *Valutazione_Economica*).

L'analisi economica ha la stessa struttura di quella effettuata per i produttori (nella scheda *Valutazione_Economica*, sezione *Analisi Economica – Produttori*).

ANNO	CASH FLOW	CUMULATA Non attualizzata	PBP Semplice	CASH FLOW Attualizzato	CUMULATA Attualizzata	PBP Attualizzato
0	€ -	€ -		€ -	€ -	
1	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
2	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
3	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
4	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
5	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
6	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
7	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
8	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
9	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
10	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
11	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
12	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
13	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
14	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
15	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
16	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
17	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
18	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
19	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0
20	€ -	€ -	0.0	€ -	€ -	0.0

GESTORE		
20 anni	IRR	
	VAN	€ -
10 anni	IRR	
	VAN	€ -

CALCOLI

In questa scheda vengono sviluppati i calcoli di tutte le grandezze che necessitano di essere calcolate su base oraria. Tutti i calcoli sono raccolti in una tabella, divisa in sezioni di diverso colore, composta da 8760 righe (le ore in un anno). Ogni sezione è a sua volta divisa in varie voci, con le relative unità di misura.

In questa scheda **NON CI SONO INPUT**, ogni valore viene calcolato automaticamente.

La prima colonna contiene il conteggio dei giorni (da 1 a 8760) e la seconda contiene l'elenco delle date (nel formato del modello, ovvero 24 ore per ognuno dei 365 giorni) funzione dell'anno selezionato nella scheda *Valutazione_Economica*.

	DATA
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Sotto alla tabella ci sono tre righe colorate:

- Riga arancione → stato ON/OFF relative alla colonna soprastante (ON = 1; OFF = 0)
[dipende dalla compilazione nella scheda *Valutazione_Economica*]
- Riga verde → somma dei valori della colonna soprastante
- Riga rossa → errori nella colonna soprastante

Nota: non tutte le celle di queste righe sono compilate, in quanto a volte non è necessario.

STATO ON/OFF				
TOTALE				
ERRORS				

Ci sono ora 3 blocchi (uno per ciascun impianto di produzione) la cui struttura è identica, composti da 6 voci:

- *CONSUMO LOCALE*

Profilo di consumo (percentuale) inserito automaticamente tramite la funzione *CERCA.ORIZZ* dalla scheda *Profili_Consumo* a seconda del tipo di profilo selezionato nelle celle *PROFILO AUTOCONSUMO* (C40 – D40 – E40) nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*. Questi valori sono poi moltiplicati per l'input nella cella *CONSUMO TOTALE ANNUO* (C41 - D41 - E41) nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*. Sono infine moltiplicati per la cella ON/OFF della riga arancione (in fondo), in modo da azzerare eventuali consumi non attivi. Nella riga verde (in fondo) viene calcolato il consumo totale dell'intero anno.

- *AUTOCONSUMO*

Viene calcolato come minimo tra la produzione di un impianto e il suo consumo, ora per ora, per tutte le ore dell'anno. Nella riga verde (in fondo) è calcolata l'energia totale autoconsumata.

- *AUTOCONSUMO (% su Produzione)*

Percentuale calcolata come $\text{Autoconsumo} / \text{Produzione}$; se $\text{Produzione} = 0$ allora risulterà pari a 0 (per evitare errori dovuti alla divisione per 0)

- *AUTOCONSUMO (% su Consumo)*

Percentuale calcolata come $\text{Autoconsumo} / \text{Consumo}$; se $\text{Consumo} = 0$ allora risulterà pari a 0 (per evitare errori dovuti alla divisione per 0)

- *RISPARMIO ENERGIA + PERDITE*

Viene calcolato ora per ora come: $\text{Autoconsumo} * (1 + \text{perdite di rete}) * \text{PUN} / 1000$

Le perdite di rete sono definite nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo* nelle celle *LIVELLO DI TENSIONE* (C46 - D46 – E46).

La divisione per 1000 è necessaria in quanto il prezzo PUN è espresso in [€/MWh].

Nella riga verde (in fondo) è calcolato il risparmio totale annuo per Energia + Perdite evitate.

- *RISPARMIO CAPACITY MARKET*

Viene calcolato ora per ora come: $\text{Autoconsumo} * \text{Capacity Market} / 1000$.

La divisione per 1000 è necessaria in quanto il prezzo Capacity Market è espresso in [€/MWh].

Nella riga verde (in fondo) è calcolato il risparmio totale annuo per quota del Capacity Market evitata.

CONSUMO LOCALE 1 [kWh]	AUTOCONSUMO 1 [kWh]	AUTOCONSUMO 1 [% su PRODUZIONE 1]	AUTOCONSUMO 1 [% su CONSUMO 1]	RISPARMIO 1 ENERGIA + PERDITE [€]	RISPARMIO 1 CAPACITY MARKET [€]

Energia Immessa

La prima colonna di questa sezione riguarda il *PREZZO ZONALE CORRETTO*, pari al massimo (ora per ora) tra il Prezzo Minimo Garantito e il Prezzo Zonale (definiti nella scheda *Prezzi* e selezionati automaticamente in base alla cella *PREZZO ZONALE* (C80) nella scheda *Valutazione_Economica*).

PREZZO ZONALE CORRETTO [€/MWh]

Seguono 3 blocchi (uno per ogni impianto di produzione) di identica struttura, composti da 2 colonne:

- *ENERGIA IMMESSA*

Calcolata ora per ora come: Energia Prodotta – Energia Autoconsumata

Nella riga verde (in fondo) è calcolato il totale annuo di energia immessa.

- *RICAVI ENERGIA IMMESSA*

Calcolato ora per ora come: Energia Immessa * Prezzo Zonale Corretto / 1000

La divisione per 1000 è necessaria in quanto il prezzo Prezzo Zonale Corretto è espresso in [€/MWh].

Nella riga verde (in fondo) è calcolato il consumo totale annuo di ogni consumatore. Questo valore deve corrispondere al valore *CONSUMO TOTALE* inserito nella scheda *Valutazione_Economica > Consumo*, in caso contrario un errore sarà visualizzato nella riga rossa (sotto).

L'ultima colonna di questa sezione corrisponde al *CONSUMO TOTALE*, ovvero la somma (ora per ora) dei consumi dei 10 consumatori. Nella riga verde (in fondo) è calcolato il consumo totale annuo dell'insieme dei 10 consumatori. Questo valore deve corrispondere alla somma dei consumi totali dei 10 consumatori, in caso contrario un errore sarà mostrato nella riga rossa (sotto).

CONSUMO TOTALE [kWh]

Energia Condivisa

La prima colonna di questa sezione riguarda l'*ENERGIA CONDIVISA*, calcolata come il minimo (ora per ora) tra l'*ENERGIA IMMESSA TOT* e il *CONSUMO TOTALE*, moltiplicato per lo stato ON/OFF (1/0) nella riga arancione (in fondo), che dipende da quanto selezionato nella scheda *Valutazione_Economica > Comunità Energetica* alla cella *CONDIVISIONE (C109)*. Nella riga verde (in fondo) è calcolata l'energia condivisa totale annua all'interno della CER.

Nella seconda colonna è calcolata la percentuale di energia condivisa sulla base dell'energia totale immessa.

Nella terza colonna è calcolata la percentuale di energia condivisa sulla base dell'energia totale consumata (nota: non bisogna considerare i consumi locali degli impianti ma solo i consumi inseriti come consumatori).

ENERGIA CONDIVISA [kWh]	ENERGIA CONDIVISA [% su ENERGIA IMMESSA]	ENERGIA CONDIVISA [% su CONSUMO TOTALE]

Nelle colonne a seguire vengono calcolati i contributi (in [kWh]) dei produttori e dei consumatori, necessari per il successivo calcolo dei bonus, derivante dagli incentivi sull'energia condivisa. Per i produttori, il contributo è calcolato (ora per ora) come:

$$\frac{Energia_Immessa(i)}{Energia_Immessa_Tot(i)} \cdot Energia_Condivisa(i) \cdot Porzione_ai_Produttori$$

dove i è l'ora considerata

Nota: *Porzione_ai_Produttori* è un valore fisso, non cambia ora per ora. Questo valore si trova nella scheda *Valutazione_Economica > Comunità Energetica* alla cella (C129).

CONTRIBUTO PRODUTTORE 1 [kWh]	CONTRIBUTO PRODUTTORE 2 [kWh]	CONTRIBUTO PRODUTTORE 3 [kWh]	CHECK PRODUTTORI

Per i consumatori il calcolo è il medesimo:

$$\frac{Consumo(i)}{Consumo_Totale(i)} \cdot Energia_Condivisa(i) \cdot Porzione_ai_Consumatori$$

Nota: *Porzione_ai_Consumatori* è un valore fisso, non cambia ora per ora. Questo valore si trova nella scheda *Valutazione_Economica > Comunità Energetica* alla cella (C128).

Nella riga verde (in fondo) è calcolata, per ogni produttore e consumatore, il contributo (in [kWh]) annuo per l'energia condivisa nella CER.

CONTRIBUTO CONSUMATORE 8 [kWh]	CONTRIBUTO CONSUMATORE 9 [kWh]	CONTRIBUTO CONSUMATORE 10 [kWh]	CHECK CONSUMATORI

Vi sono anche due colonne nominate *CHECK PRODUTTORI* e *CHECK CONSUMATORI*. In queste colonne viene controllato (ora per ora) se la somma dei

contributi dei produttori/consumatori è pari al totale di energia condivisa moltiplicata per la porzione ai produttori/consumatori. Nel caso in cui questi valori non coincidano, un errore verrà riportato nella cella relativa a quella riga. Nella riga rossa (in fondo) si controlla se vi siano errori nelle colonne *CHECK PRODUTTORI* e *CHECK CONSUMATORI*, andando ad usare la funzione *CERCA.SE*, alla ricerca di errori in queste colonne. Nel caso anche solo una cella di queste colonne presenti un errore, verrà visualizzato un errore nella cella della riga rossa, sottostante alla colonna di riferimento.

PROFILI DI PRODUZIONE

In questa scheda sono raccolti i profili di produzione di varie località, selezionabili nella scheda *Valutazione_Economica > Impianti di Produzione*.

Tabella I

Nella prima tabella sono raccolti i profili di produzione orari calcolati dal sito RenewableNinja, con potenza di riferimento pari a 1 kWp e impostazioni definite a inizio tabella (Anno, Tracking, Tilt, Azimuth). È stata scelta una potenza di riferimento da 1 kWp per rendere più immediato il calcolo dell'energia prodotta sulla base della potenza dell'impianto, da definire nella scheda *Valutazione_Economica > Impianti di Produzione*. Una colonna (*PERSONALIZZATO*) è stata lasciata vuota, per permettere l'immissione di dati manuali specifici. Modificando i nomi dei vari profili, l'elenco di nomi della cella C9 nella scheda *Valutazione_Economica > Impianti di Produzione* sarà aggiornato automaticamente.

TABELLA I						
	Cantù	Figino-Serenza	Limido-Comasco	Mozzate	Seregno	PERSONALIZZATO
Anno	2019	2019	2019	2019	2019	
Tracking	None	None	None	None	None	
Tilt (°)	35	35	35	35	35	
Azimuth (°)	180	180	180	180	180	
1	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	
8	0.071	0.071	0.072	0.072	0.072	
9	0.267	0.266	0.268	0.268	0.264	
10	0.403	0.4	0.406	0.405	0.391	

In fondo alla tabella (riga verde) sono calcolate le somme delle produzioni orarie sull'intero anno, per ogni profilo di produzione inserito, che corrispondono alle ore equivalenti per ciascun impianto (in quanto si è scelta una potenza di 1 kWp).

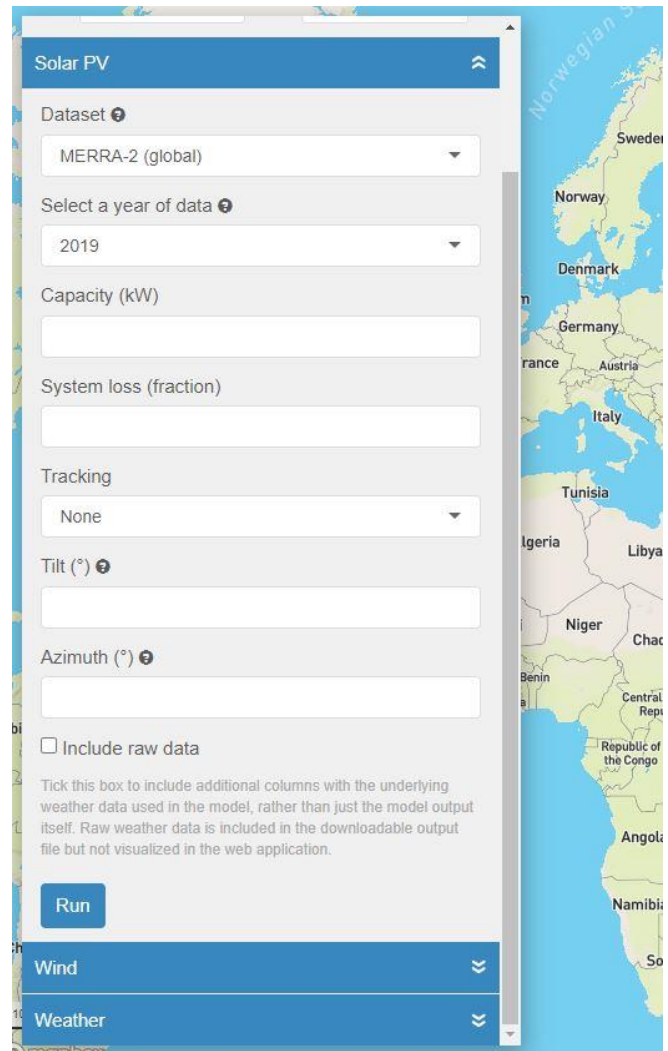
8759	0	0	0	0	0	
8760	0	0	0	0	0	
ORE EQUIVALENTI	1377.735	1375.399	1375.373	1374.716	1370.577	0

Download dati da RenewableNinja

1. Aprire il sito
<https://www.renewables.ninja>
2. Inserire una località nella voce *Search by location* (oppure selezionarne una manualmente dalla mappa)
3. Selezionare la voce *Solar PV*
4. Inserire i dati necessari (anno, capacità [kW], perdite di sistema, Tracking, Tilt, Azimut)

Nota: inserire capacità = 1 [kW] in modo da avere un profilo facilmente riproporzionabile.

Nota: per poter accedere a una maggior quantità di dati meteorologici (collegati alla selezione dell'anno), è necessaria la registrazione (gratuita).



5. Cliccare il pulsante *Run*, apparirà una finestra che mostra la produzione media giornaliera e il capacity factor mensile
6. Cliccare il pulsante *Save hourly output as CSV*, il file verrà scaricato dal sito
7. Creare un nuovo file Excel (.xlsx)
8. Nel nuovo file usare la funzione *Dati > Recupera dati > Da file > Da testo/CSV*, selezionare il file scaricato dal sito RenewableNinja e cliccare su *Importa*

9. Nella finestra che appare, i dati orari di produzione sono posizionati a sinistra all'interno della loro colonna (solitamente la colonna 3), questo perché non sono stati letti come numeri, ma come testo. Cliccare su *Trasforma dati*
10. Selezionare la colonna contenente i dati orari di produzione, cliccando con il tasto sinistro del mouse sull'intestazione della colonna
11. Cliccare su *Modifica tipo > Uso delle impostazioni locali*
12. Selezionare *Tipo dati -> Numero decimale e Impostazioni locali -> Inglese (mondiale)*, cliccare su OK. Ora i dati dovrebbero essere posizionati a destra, all'interno della loro colonna.
13. Cliccare su *Chiudi e carica* (in alto a sinistra)
14. Ora, la colonna relativa ai dati orari di produzione è pronta per essere copiata e incollata all'interno del modello CER, nella scheda *Profili_Produzione*.

Tabella II

Nella seconda tabella (*Senza Decadimento*), vengono definiti i profili di produzione dei tre impianti, in base alla selezione effettuata nella scheda *Valutazione_Economica > Impianti di Produzione*. Per questo, è stata usata la funzione CERCA.ORIZZ, cercando la tipologia di profilo di produzione (definita nella scheda *Valutazione_Economica > Impianti di Produzione*) nella prima tabella della scheda *Profili_Produzione*. Il risultato della ricerca è poi moltiplicato per il valore della potenza del relativo impianto (valore input nella scheda *Valutazione_Economica > Impianti di Produzione*). In fondo alla tabella (riga verde) sono calcolate le somme delle produzioni orarie sull'intero anno.

TABELLA II		
SENZA DECADIMENTO		
PRODUZIONE 1	PRODUZIONE 2	PRODUZIONE 3

Tabella III

Nella terza tabella (*Con Decadimento*), i profili di produzione della seconda tabella sono moltiplicati per un valore percentuale (pari o inferiore a 100%, definiti nella tabella nella scheda *Decadimento*), relativo al decadimento degli impianti di produzione. I valori di decadimento dipendono dall'anno (da 1 a 20) selezionato nella scheda *Decadimento*, nella cella G3. Questa struttura servirà in seguito per il calcolo del decadimento di produzione, al capitolo DECADIMENTO IMPIANTO. In fondo alla tabella (riga verde) sono calcolate le somme delle produzioni orarie sull'intero anno.

TABELLA III		
CON DECADIMENTO		
100%	100%	100%
PRODUZIONE 1	PRODUZIONE 2	PRODUZIONE 3

PROFILI DI CONSUMO

In questa scheda sono raccolti i profili di consumo, selezionabili nella scheda *Valutazione_Economica*, alle voci *Autoconsumo* e *Consumo*.

Tabella I

I profili di consumo nella prima tabella derivano da dati reali, presi dal sito e-distribuzione come dati quartorari e rielaborati in una singola colonna con il file Excel *Consumo_Quartorario*, per avere una struttura idonea al modello CER. Una colonna (*PERSONALIZZATO*) è stata lasciata vuota, per permettere l'immissione di dati manuali specifici. All'inizio della tabella è possibile inserire alcuni dati relativi a ciascun profilo di consumo; tuttavia, questi dati non hanno impatto sui calcoli, servono solamente a distinguere e descrivere i vari profili. In fondo alla tabella (riga verde) sono calcolate le somme dei consumi orari sull'intero anno.

TABELLA I						
	EREDI MAGGIONI	MeC	RETI	TDI 1	TDI 2	PERSONALIZZATO
Anno	2021	2021	2021	2021	2021	
Tipologia						
Potenza [kW]			150	60	3	
1	1.375	18	42.625	8.825	0.003	
2	1.3	17.1	42.375	8.7	0.003	
3	1.4	17.1	42.025	8.825	0.003	

Tabella II

Nella seconda tabella vengono calcolate le percentuali di consumo di ciascun'ora, sulla base del consumo totale, calcolato in fondo alla prima tabella (riga verde). In questo modo si ottengono dei profili di percentuali di consumo che, moltiplicati per il consumo totale annuo di ciascun consumatore (da inserire nella scheda *Valutazione_Economica*), permettono di adattare gli andamenti dei profili inseriti con la quota di consumo desiderata. Modificando i nomi dei profili di consumo nella seconda tabella, si andranno a modificare in automatico i nomi presenti nell'elenco disponibile delle varie celle nella scheda *Valutazione_Economica* adibite alla scelta di un profilo di consumo. In fondo alla tabella (riga verde) sono calcolate le somme dei profili, che dovranno risultare tutti uguali a 100%. Se così non fosse, nella riga sotto (riga rossa), verrà visualizzato un errore.

L'error check è definito come:

SE(O(cella>0.99999999 ; cella<0.00000001) ; " " ; "ERRORE")

Questi valori sono stati inseriti al posto di 1 e 0, per evitare il manifestarsi della scritta “ERRORE” a causa di approssimazioni di Excel.

TABELLA II

	EREDI MAGGIONI	MeC	RETI	TDI 1	TDI 2	PERSONALIZZATO
Anno	2021	2021	2021	2021	2021	
Tipologia						
Potenza [kW]			150	60	3	
1	0.00076454%	0.00108410%	0.01311180%	0.00790707%	0.00145750%	
2	0.00072284%	0.00102990%	0.01303490%	0.00779507%	0.00145750%	
3	0.00077844%	0.00102990%	0.01292724%	0.00790707%	0.00145750%	

PRICES

In questa scheda vengono raccolti i dati relativi al PUN, ai Prezzi Zonali e alla quota relativa al Capacity Market.

Tabella I

La prima tabella serve a definire la fascia oraria per ogni ora dell’anno, con i modelli F1, F2, F3 e Peak/Off-Peak. Con la funzione *CERCA.ORIZZ* viene cercato l’anno definito nella cella C2 della scheda *Valutazione_Economica*, nella scheda *Calendari*, in modo da avere un elenco di date e un elenco che riporta il titolo “FESTIVO” in caso il giorno sia festivo. Infine, vengono create due liste (una per F1, F2, F3 e l’altra per Peak/Off-Peak) facendo un confronto (usando *CERCA.VERT*) tra ogni singola data e i valori inseriti nelle due tabelle sotto la Tabella I.

TABELLA I

	DATA	FESTIVI	F1, F2, F3	PEAK/OFF-PEAK
1	sab 1/1/22 0:00	FESTIVO	F3	OP
2	sab 1/1/22 1:00	FESTIVO	F3	OP
3	sab 1/1/22 2:00	FESTIVO	F3	OP

Tabella II

La seconda tabella raccoglie i dati storici del PUN (presi dal sito del GSE). Per ogni anno inserito, si hanno i dati orari del PUN. È presente la colonna *PERSONALIZZATO*, per fornire la possibilità di inserire manualmente valori

specifici. Tuttavia, questa opzione è piuttosto onerosa, sono state quindi inserite anche due colonne relative ai modelli F1, F2, F3 e Peak/Off-Peak, automaticamente compilate dopo l'inserimento manuale dei prezzi nella tabellina a destra.

TABELLA II							
	PUN [€/MWh]						
	2019	2020	2021	F1, F2, F3	PEAK/OFF-PEAK	PERSONALIZZATO	
1	51	41.88	50.87	85	80		
2	46.27	38.6386	48.19	85	80		
3	39.78	36.55	44.6797	85	80		
4	27.8694	32.3177	42.9219	85	80		
5	22	30.85	40.3915	85	80		
6	20	30.1376	40.2	85	80		
7	20.9047	30.1695	39.6326	85	80		
8	26.54	30	40.0947	85	80		

PUN	
FASCIA	PREZZO
F1	110
F2	100
F3	85
P	95
OP	80

Tabella III

La terza tabella raccoglie i dati storici dei Prezzi Zonali (presi dal sito del GSE). A destra, è presente una tabellina che riporta i prezzi minimi garantiti relativi al fotovoltaico, applicati ai prezzi zonali, in base all'anno. È presente la colonna *PERSONALIZZATO*, per fornire la possibilità di inserire manualmente valori specifici. Tuttavia, questa opzione è piuttosto onerosa, sono state quindi inserite anche due colonne relative ai modelli F1, F2, F3 e Peak/Off-Peak, automaticamente compilate dopo l'inserimento manuale dei prezzi nella tabellina a destra.

TABELLA III						
	Calabria2021	CentroNord2019	CentroNord2020	CentroNord2021	CentroSud2019	CentroSud2020
1	50.87	51	41.88	50.87	51	41.88
2	48.19	46.27	38.6	48.19	46.27	38.7
3	44.67966	39.78	36.55	44.67966	39.78	36.55
4	42.92193	27.86938	32.31772	42.92193	27.86938	32.31772
5	40.39151	22	30.85	40.39151	22	30.85
6	40.2	20	30.13762	40.2	20	30.13762
7	39.63258	20.90473	30.16953	39.63258	20.90473	30.16953
8	40.09467	26.54	30	40.09467	26.54	30

Sud2020	Sud2021	F1, F2, F3	PEAK/OFF-PEAK	PERSONALIZZATO	PREZZO ZONALE	
41.88	50.87	0	0		FASCIA	PREZZO
38.7	48.19	0	0		F1	
36.55	44.67966	0	0		F2	
32.31772	42.92193	0	0		F3	
30.85	40.39151	0	0		P	
30.13762	40.2	0	0		OP	
30.16953	39.63258	0	0		PREZZI MINIMI GARANTITI (FOTOVOLTAICO)	
30	40.09467	0	0		ANNO	PREZZO
30.65	41.26866	0	0		2019	39.8
30.65	41.67	0	0		2020	40
30.27327	45	0	0		2021	39.9
30.34	47.2	0	0			
30.99	48.43	0	0			
30.04245	45.49486	0	0			

In fondo alla tabella, sono riportati manualmente i Prezzi Minimi Garantiti relativi al fotovoltaico, in base all'anno della colonna soprastante. Questi valori serviranno nella scheda *Calcoli > Energia Immessa* per avere il prezzo effettivo di vendita dell'energia elettrica.

Tabella IV

La quarta tabella si divide in due parti; nella prima è riportato l'elenco di ore Peak (definite da Terna); nella seconda si calcola la tariffa per ogni ora dell'anno, a seconda dell'elenco precedente, in base ai valori input inseriti nella tabellina a destra.

TABELLA IV									
CAPACITY MARKET [€/MWh]									
	2022	PERSONALIZZATO		NO	2022	PERSONALIZZATO		2022	PERSONALIZZATO
1					1.296	0	Prezzo P [€/MWh]	39.799	
2					1.296	0	Prezzo OP [€/MWh]	1.296	
3					1.296	0			
4					1.296	0			
5					1.296	0			
6					1.296	0			
7					1.296	0			
8					1.296	0			
9					1.296	0			
10					1.296	0			

ONERI

In questa scheda vengono raccolti i dati storici relativi agli oneri, per il calcolo del risparmio dovuto al mancato consumo di energia elettrica e, di conseguenza, mancato pagamento della parte variabile tali oneri (quota energia). Gli oneri sono espressi in [c€/kWh].

Gli oneri considerati si possono dividere in due “tipologie”:

- Oneri Annuali – il loro valore è definito da ARERA ogni anno; sono elaborati nella *Tabella I*
- Oneri Trimestrali - il loro valore è definito da ARERA ogni trimestre; sono elaborati nella *Tabella II*

Gli oneri annuali considerati nel modello sono:

- TRASe – tariffa per coprire i costi per il trasporto dell’energia elettrica sulla rete di trasmissione nazionale
- DIS – tariffa per coprire i costi per il trasporto dell’energia elettrica sulle reti di distribuzione
- MIS3 – tariffa per coprire i costi di installazione e manutenzione del misuratore (contatore), nonché i costi di rilevazione e registrazione delle misure.

Gli oneri trimestrali considerati nel modello sono:

- ASOS – oneri generali relativi al sostegno delle energie rinnovabili ed alla cogenerazione
- ARIM – rimanenti oneri generali
- UC3 – componente a copertura degli squilibri dei sistemi di perequazione dei costi di trasporto dell’energia elettrica (trasporto e distribuzione), nonché dei meccanismi di integrazione
- UC6 – componente a copertura dei costi riconosciuti derivanti da recuperi di qualità del servizio

Le tipologie di utenze considerate nel modello sono:

- Utenza domestica in BT, residente
 - Residente
 - Non residente
- Altre utenze in BT con potenza disponibile fino a 16.5 [kW]
 - Potenza impegnata ≤ 1.5 [kW]

- 1.5 [kW] < Potenza impegnata ≤ 3 [kW]
- 3 [kW] < Potenza impegnata ≤ 6 [kW]
- 6 [kW] < Potenza impegnata ≤ 10 [kW]
- Potenza impegnata > 10 [kW]
- Altre utenze in BT con potenza disponibile superiore a 16.5 [kW]
- Altre utenze in MT
 - Potenza disponibile ≤ 100 [kW]
 - 100 [kW] < Potenza disponibile ≤ 500 [kW]
 - Potenza disponibile > 500 [kW]

Non sono stati presi in considerazione gli utenti in AT poiché il perimetro per le CER è:

- Cabina secondaria (MT/BT), con la trasposizione parziale della RED II
- Cabina primaria (AT/MT), con la trasposizione completa della RED II

Nota: per tutte le utenze viene considerata una classe di agevolazione ZERO.

Tabella I

Nella *Tabella I* vengono riportati (dalle tabelle sulla sinistra), per ogni tipologia di utenza, gli oneri annuali riferiti all'anno selezionato nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*, alla voce *ANNO DI RIFERIMENTO ONERI*. Nell'ultima colonna viene calcolata la somma di questi oneri. È possibile inserire un valore desiderato nella cella gialla, per una scelta manuale degli oneri (è necessario selezionare *PERSONALIZZATO* nella cella *PRODUTTORE X - TIPOLOGIA UTENZA*, nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*).

TABELLA I

ANNO DI RIFERIMENTO:

2020

ONERI ANNUALI DELL'ANNO DI RIFERIMENTO [c€/kWh]

	TRASe	DIS	MIS3	TOTALE [c€/kWh]
Utenze domestiche in bassa tensione				
3 di cui: residenti	0	0	0	0
4 di cui: non residenti	0	0	0	0
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
6 - per potenze impegnate inferiori o uguali a 1,5 kW	0.761	0.061	0	0.822
7 - per potenze impegnate superiori a 1,5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.761	0.061	0	0.822
8 - per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.761	0.061	0	0.822
9 - per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.761	0.061	0	0.822
10 - per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.761	0.061	0	0.822
11 Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.761	0.059	0	0.82
12 Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.709	0.056	0	0.765
13 Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.709	0.05	0	0.759
14 Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.709	0.044	0	0.753
15 PERSONALIZZATO				

A destra vengono mostrati gli oneri annuali totali [c€/kWh] per ciascun produttore, considerando la scelta effettuata nella cella *PRODUTTORE X - TIPOLOGIA*

UTENZA, nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*. Questi valori vengono riportati nella scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*, alla voce *TOT QUOTE VARIABILI ANNUALI*.

	[c€/kWh]
PRODUTTORE 1 - TOTALE ONERI (ANNUALI)	0
PRODUTTORE 2 - TOTALE ONERI (ANNUALI)	0
PRODUTTORE 3 - TOTALE ONERI (ANNUALI)	0

Le piccole tabelle presenti tra la *Tabella I* e la *Tabella II* servono a convertire la tipologia di utenza dei tre produttori in un indice numerico, utilizzato per cercare i valori corretti (in base alla selezione effettuata) nelle tabelle contenenti i dati storici degli oneri.

TABELLA INDICI			
Utenze domestiche	-	Utenza domestica in E	3
di cui: residenti	3	Utenza domestica in E	4
di cui: non residen	4	Utenza in BT con pote	6
Altre utenze in bas	-	Utenza in BT con pote	7
- per potenze impe	6	Utenza in BT con pote	8
- per potenze impe	7	Utenza in BT con pote	9
- per potenze impe	8	Utenza in BT con pote	10
- per potenze impe	9	Utenza in BT con pote	11
- per potenze impe	10	Altre utenze in media	12
Altre utenze in bas	11	Altre utenze in media	13
Altre utenze in me	12	Altre utenze in media	14
Altre utenze in me	13	PERSONALIZZATO	15
Altre utenze in me	14		

Tabella II

Nella *Tabella II* vengono riportati i dati orari di autoconsumo dei tre produttori. Vengono poi riportati gli oneri trimestrali riferiti alla tipologia di utenza (per ciascun produttore) e anno, rispettivamente selezionati nelle celle *TIPOLOGIA UTENZA* e *ANNO DI RIFERIMENTO ONERI*, della scheda *Valutazione_Economica > Autoconsumo*. Data la natura trimestrale di tali oneri, il calcolo viene svolto utilizzando la struttura (tabella da 8760 righe) già presente in questo file Excel. Per ogni produttore vengono riportati (dalle tabelle sulla sinistra) gli oneri trimestrali, per poi calcolarne il totale (per ciascuna ora dell'anno). Infine, viene calcolato il risparmio derivante dal mancato pagamento di questi oneri, moltiplicando il totale oneri ottenuto per

TABELLA II										
ANNO DI RIFERIMENTO:					2020					
ONERI TRIMESTRALI DELL'ANNO DI RIFERIMENTO										
		[kWh]					[c€/kWh]	[€]	[kWh]	
		AUTOCONSUMO 1	ASOS 1	ARIM 1	UC3 1	UC6 1	TOT ONERI 1	RISPARMIO 1	AUTOCONSUMO 2	ASOS 2
	1	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	2	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	3	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	4	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	5	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	6	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	7	0	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0	0	0
	8	0.355	3.2049	0.9768	0.072	0	4.2537	0.015100635	0	0

CALENDARI

Questa scheda serve per avere degli elenchi di date già pronti e compatibili con il formato del modello, ovvero una colonna di date in cui vengono riportate le 24 ore per ciascun giorno dell'anno. È stato inoltre eliminato il giorno 29 febbraio (quindi 24 celle, riferite alle sue 24 ore) dagli anni bisestili, in modo da avere la medesima struttura nelle tabelle del modello, a prescindere dall'anno selezionato.

Tabella I

Nella prima tabella sono inseriti i calendari. Per la creazione dei calendari è sufficiente creare una prima cella in cui si inserisce la prima ora del primo giorno dell'anno di interesse; dopodiché bisogna inserire nella cella sottostante una formula che consiste nel richiamare la cella precedente e aggiungere 1/24 (ovvero un'ora). In questo modo si costruisce un calendario composto da ogni ora di ogni giorno. Si procede poi manualmente, nella rimozione del 29 febbraio, in caso di anno bisestile.

TABELLA I						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	dom 1/1/17 0:00	lun 1/1/18 0:00	mar 1/1/19 0:00	mer 1/1/20 0:00	ven 1/1/21 0:00	sab 1/1/22 0:00
2	dom 1/1/17 1:00	lun 1/1/18 1:00	mar 1/1/19 1:00	mer 1/1/20 1:00	ven 1/1/21 1:00	sab 1/1/22 1:00
3	dom 1/1/17 2:00	lun 1/1/18 2:00	mar 1/1/19 2:00	mer 1/1/20 2:00	ven 1/1/21 2:00	sab 1/1/22 2:00
4	dom 1/1/17 3:00	lun 1/1/18 3:00	mar 1/1/19 3:00	mer 1/1/20 3:00	ven 1/1/21 3:00	sab 1/1/22 3:00
5	dom 1/1/17 4:00	lun 1/1/18 4:00	mar 1/1/19 4:00	mer 1/1/20 4:00	ven 1/1/21 4:00	sab 1/1/22 4:00
6	dom 1/1/17 5:00	lun 1/1/18 5:00	mar 1/1/19 5:00	mer 1/1/20 5:00	ven 1/1/21 5:00	sab 1/1/22 5:00
7	dom 1/1/17 6:00	lun 1/1/18 6:00	mar 1/1/19 6:00	mer 1/1/20 6:00	ven 1/1/21 6:00	sab 1/1/22 6:00
8	dom 1/1/17 7:00	lun 1/1/18 7:00	mar 1/1/19 7:00	mer 1/1/20 7:00	ven 1/1/21 7:00	sab 1/1/22 7:00
9	dom 1/1/17 8:00	lun 1/1/18 8:00	mar 1/1/19 8:00	mer 1/1/20 8:00	ven 1/1/21 8:00	sab 1/1/22 8:00
10	dom 1/1/17 9:00	lun 1/1/18 9:00	mar 1/1/19 9:00	mer 1/1/20 9:00	ven 1/1/21 9:00	sab 1/1/22 9:00

Tabella II

Nella seconda tabella è possibile selezionare, per ogni anno, quali siano i giorni festivi. Per ogni giorno degli anni inseriti, è possibile selezionare "FESTIVO" oppure lasciare il campo vuoto. L'inserimento di qualsiasi altro valore risulterà in un errore di Excel in quanto è stata usata la funzione *Dati > Convalida Dati > Consenti: Elenco*, usando la tabella (cella K380) creata appositamente per evitare l'inserimento di valori non validi.

L'identificazione dei giorni festivi è necessaria per la corretta assegnazione delle fasce F1, F2, F3 o Peak/Off-Peak, nella scheda *Prezzi*. Le festività sono sostanzialmente fisse, fatta eccezione per la Pasqua. Per semplificare la selezione, in questo elenco sono presenti i soli 365 giorni dell'anno, senza andare a considerare ogni singola ora, evitando quindi di dover inserire 24 volte l'input "FESTIVO" in

ogni giorno festivo. In fondo alla tabella, è riportata la somma dei giorni festivi, per ogni anno.

TABELLA II

	FERIE						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
1	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	01-gen
2							02-gen
3							03-gen
4							04-gen
5							05-gen
6	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	06-gen
7							07-gen
8							08-gen
9							09-gen
10							10-gen

Tabella III

La terza tabella serve a espandere (in modo automatico) la tabella precedente, ovvero estendere l'assegnazione di "FESTIVO" a ogni ora dei giorni definiti come tali, in modo da essere compatibile con la struttura delle altre tabelle del modello. In questo modo, per ogni giorno selezionato come festivo nella tabella precedente, vedremo 24 valori "FESTIVO" in questa tabella, relativi alle 24 ore di quel giorno.

TABELLA III						
2017	2018	2019	2020	2021	2022	
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	1
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	2
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	3
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	4
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	5
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	6
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	7
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	8
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	9
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	10
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	11
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	12
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	13
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	14
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	15
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	16
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	17
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	18
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	19
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	20
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	21
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	22
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	23
FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	FESTIVO	24
0	0	0	0	0	0	25
0	0	0	0	0	0	26
0	0	0	0	0	0	27
0	0	0	0	0	0	28
0	0	0	0	0	0	29
0	0	0	0	0	0	30
-	-	-	-	-	-	-

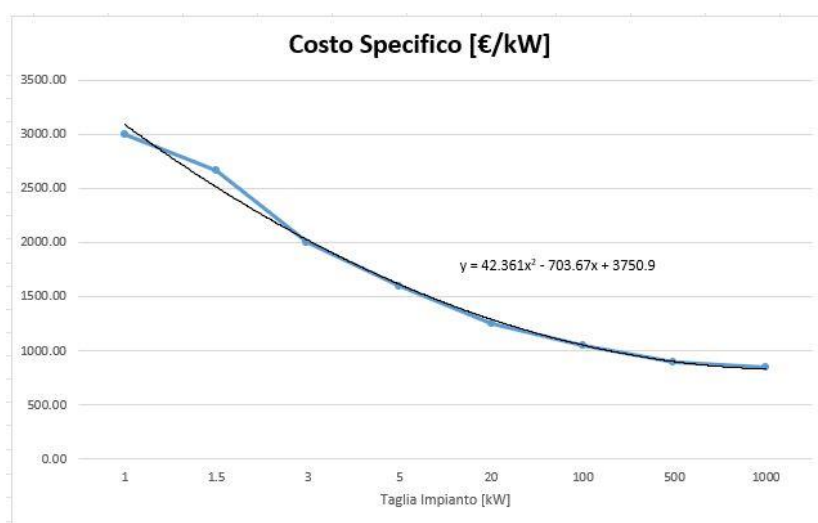
COSTO SPECIFICO DELL'INVESTIMENTO

Questa scheda non ha un collegamento diretto e automatico con le altre, è stata usata solamente per trovare la formula che lega il costo specifico dell'investimento alla taglia dell'impianto.

Dati i valori della taglia dell'impianto [kW] e del costo medio [€], si trova il costo specifico [€/kW]. Successivamente, con l'utilizzo di siti come www.dcode.fr/function-equation-finder, si risale alla funzione e si trova il costo specifico funzione della taglia dell'impianto.

x		y	
TAGLIA IMPIANTO [kW]	COSTO MEDIO (IVA inclusa) [€]	COSTO SPECIFICO (DATO) [€/kW]	COSTO SPECIFICO (CALCOLATO) [€/kW]
1	3000	3000.00	2999.992
1.5	4000	2666.67	2666.660
3	6000	2000.00	1999.982
5	8000	1600.00	1599.966
20	25000	1250.00	1249.510
20	25000	1250.00	1250.000
100	105000	1050.00	1050.000
500	450000	900.00	900.000
1000	850000	850.00	850.000

Infine, si confronta l'andamento trovato con l'andamento dei dati iniziali, per vedere se la funzione trovata è accettabile. In caso di problemi nel trovare una funzione idonea, si può scomporre il range di dati in più intervalli, in modo da trovare più funzioni ed avere un andamento più vicino alla realtà.



DECADIMENTO

Questa scheda serve per andare a raffinare l'analisi economica del Gestore, tenendo conto del decadimento degli impianti.

Nella tabella *INDICE DI DECADIMENTO* è possibile andare a modificare manualmente la performance dei tre impianti, nell'arco di 20 anni.

ANNO	INDICE DI DECADIMENTO		
	IMPIANTO 1	IMPIANTO 2	IMPIANTO 3
1	100%	100%	100%
2	99%	99%	99%
3	98%	98%	98%
4	97%	97%	97%
5	96%	96%	96%
6	95%	95%	95%
7	94%	94%	94%
8	93%	93%	93%
9	92%	92%	92%
10	91%	91%	91%
11	90%	90%	90%
12	89%	89%	89%
13	88%	88%	88%
14	87%	87%	87%
15	86%	86%	86%
16	85%	85%	85%
17	84%	84%	84%
18	83%	83%	83%
19	82%	82%	82%
20	81%	81%	81%

Per andare ad applicare il decadimento degli impianti, non è sufficiente modificare i valori annui, in quanto l'analisi nel modello viene condotta a livello orario. Per questo motivo si è utilizzata la funzione *Dati > Analisi di Simulazione > Tabella Dati*. In questo modo, nella tabella viene sviluppata l'analisi economica in modo iterativo, andando a variare l'anno e quindi variando la tabella CON DECADIMENTO nella scheda *Profili_Produzione*.

In questo modo si va ad applicare direttamente l'effetto del decadimento degli impianti di produzione, senza servirsi di indici per la stima degli impatti di tale decadimento sull'analisi economica.

ANNO	CASH FLOW					
1	€ -					
Per questa tabella è stata usata l'analisi di simulazione (l'analisi di simulazione non comprende l'anno 0)						
ANNO	CASH FLOW	CUMULATA Non attualizzata	PBP Semplice	CASH FLOW Attualizzato	CUMULATA Attualizzata	PBP Attualizzato
0	€ -	€ -		€ -	€ -	
1	€ -	€ -	0.00	€ -	€ -	0.00
2	€ 859	€ 859	0.00	€ 859	€ 859	0.00
3	€ 852	€ 1'711	0.00	€ 852	€ 1'711	0.00
4	€ 845	€ 2'556	0.00	€ 845	€ 2'556	0.00
5	€ 837	€ 3'394	0.00	€ 837	€ 3'394	0.00
6	€ 830	€ 4'223	0.00	€ 830	€ 4'223	0.00
7	€ 822	€ 5'046	0.00	€ 822	€ 5'046	0.00
8	€ 815	€ 5'861	0.00	€ 815	€ 5'861	0.00
9	€ 807	€ 6'668	0.00	€ 807	€ 6'668	0.00
10	€ 800	€ 7'468	0.00	€ 800	€ 7'468	0.00
11	€ 572	€ 8'040	0.00	€ 572	€ 8'040	0.00
12	€ 564	€ 8'605	0.00	€ 564	€ 8'605	0.00
13	€ 557	€ 9'161	0.00	€ 557	€ 9'161	0.00
14	€ 549	€ 9'710	0.00	€ 549	€ 9'710	0.00
15	€ 541	€ 10'252	0.00	€ 541	€ 10'252	0.00
16	€ 533	€ 10'785	0.00	€ 533	€ 10'785	0.00
17	€ 525	€ 11'310	0.00	€ 525	€ 11'310	0.00
18	€ 518	€ 11'828	0.00	€ 518	€ 11'828	0.00
19	€ 510	€ 12'338	0.00	€ 510	€ 12'338	0.00
20	€ 502	€ 12'839	0.00	€ 502	€ 12'839	0.00

BONUS PYTHON

Tabella I

In questa scheda sono riportati (*Tabella I*) i valori di Energia Immessa e Consumo, presi dalla scheda *Calcoli*. Questi sono i valori da inserire nel file *INPUT_Users*, per il calcolo dei bonus tramite il programma Python.

TABELLA I														
	ENERGIA IMMESSA [kWh]				CONSUMO [kWh]									
	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0.31628	0.23721	0.15814	0.07907	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0.3118	0.23385	0.1559	0.07795	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0.31628	0.23721	0.15814	0.07907	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0.3118	0.23385	0.1559	0.07795	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0.31718	0.23788	0.15859	0.07929	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0.31359	0.2352	0.1568	0.0784	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0.31359	0.2352	0.1568	0.0784	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0.45516	0.34137	0.22758	0.11379	0	0	0	0	0	0

Nota: è importante salvare e chiudere i file *INPUT_Users* e *OUTPUT_UsersContribution* prima dell'avvio del programma Python, per il suo corretto funzionamento.

Tabella II

I valori restituiti da Python andranno inseriti nella *Tabella II*. Questi valori rappresentano il contributo (ora per ora) di ciascun produttore e consumatore all'energia condivisa, in termini di [kWh].

TABELLA II														
	CONTRIBUTI in [kWh] da PYTHON													
	PRODUTTORI			CONSUMATORI										
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1				0	0	0	0							
2				0	0	0	0							
3				0	0	0	0							
4				0	0	0	0							
5				0	0	0	0							
6				0	0	0	0							
7				0	0	0	0							
8				0	0	0	0							

In fondo alla *Tabella II* si trovano, per ogni produttore e ogni consumatore, le somme dei contributi annui, in termini di [kWh]. Dato che il programma Python non distingue le due ripartizioni (produttori e consumatori) del budget totale; ovvero calcola i contributi sul totale dell'energia condivisa, non considerando che parte dei contributi spettano all'altra parte. Per questo motivo, sia la somma totale dei

contributi dei produttori che quella dei contributi dei consumatori, risulterà pari all'energia condivisa. In altri termini, tutta l'energia condivisa viene allocata ai produttori e lo stesso viene fatto ai consumatori. Su queste somme dei contributi di produttori e consumatori viene effettuato un error check, in modo da verificare che i risultati del programma Python siano congruenti con i dati inseriti nel file Excel.

Tabella III

Nella *Tabella III* vengono calcolati i contributi di produttori e consumatori, ma in termini di [€].

Il contributo di un produttore x all'ora i è calcolato come:

$$\text{Contributo}_x(i) [\text{€}] = \frac{\text{Porzione_ai_Produttori} [\text{€}]}{\text{Energia_Condivisa} [\text{kWh}]} * \text{Contributo}_x(i) [\text{kWh}]$$

dove $\text{Porzione}_{\text{aiProduttori}[\text{€}]}$ ed $\text{Energia}_{\text{Condivisa}[\text{kWh}]}$ sono valori costanti per ogni produttore x , per ogni ora i ;
presi dalla scheda *Valutazione_Economica > Comunità Energetica*.

Il contributo di un consumatore x all'ora i è calcolato come:

$$\text{Contributo}_x(i) [\text{€}] = \frac{\text{Porzione_ai_Consumatori} [\text{€}]}{\text{Energia_Condivisa} [\text{kWh}]} * \text{Contributo}_x(i) [\text{kWh}]$$

dove $\text{Porzione}_{\text{aiConsumatori}[\text{€}]}$ ed $\text{Energia}_{\text{Condivisa}[\text{kWh}]}$ sono valori costanti per ogni produttore x , per ogni ora i ;
preso dalla scheda *Valutazione_Economica > Comunità Energetica*.

TABELLA III														
ENERGIA CONDIVISA [kWh]	CONTRIBUTI CALCOLATI [€]													
	PRODUTTORI			CONSUMATORI										
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

In fondo alla *Tabella III* si trovano, per ogni produttore e ogni consumatore, le somme dei contributi annui, in termini di [€]. Questi valori sono quelli che vengono visualizzati nella scheda *Valutazione_Economica > Comunità Energetica*, alla voce *BONUS* (Python).

PANORAMICA

In questa scheda vengono riassunti i valori di maggior interesse di tutto il file Excel.

In ordine, vengono elencati i seguenti valori (calcolati sull'arco temporale di un anno):

- *Produzione* – definita, per ogni impianto, in [kWh]
- *Consumo Locale* – definito, per ogni impianto, in [kWh]
- *Autoconsumo* – definito, per ogni impianto, in [kWh]
- *Autoconsumo % (su Consumo Locale)* – valore percentuale definito per ogni impianto
- *Energia Immessa* – definita, per ogni impianto, in [kWh]
- *Consumo* – definito, per ogni consumatore, in [kWh]
- *Energia Condivisa % (su Energia Immessa)* – valore percentuale definito per la CER

nota: i dati riportati fanno riferimento ad un intero anno											
IMPIANTI	1	2	3	TOT							
Produzione [kWh]											
Consumo Locale [kWh]											
Autoconsumo [kWh]											
Autoconsumo % (su Consumo Locale)											
Energia Immessa [kWh]											
CONSUMATORI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOT
Consumo [kWh]											
ENERGIA CONDIVISA											
Energia Condivisa [kWh]											
Energia Condivisa % (su Energia Immessa)											

Seguono i dati relativi alle analisi economiche per produttori, consumatori e per il gestore della CER, ovvero:

- IRR – valore percentuale, calcolato su 10 e su 20 anni
- VAN – definito in [€], calcolato su 10 e su 20 anni
- PBP – definito in [anni], calcolato pre e post attualizzazione (ovvero PBP Semplice e PBP Attualizzato)

Nella tabella dedicata al gestore viene riportato anche il numero di impianti (POD a cui è associata una produzione) e di consumi (POD a cui è associata un'utenza di consumo) di proprietà del gestore.

PRODUTTORI		1	2	3							
20 anni	IRR										
	VAN										
10 anni	IRR										
	VAN										
PBP	Semplice										
	Attualizz.										
CONSUMATORI		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20 anni	IRR										
	VAN										
10 anni	IRR										
	VAN										
PBP	Semplice										
	Attualizz.										
GESTORE											
composto da		impianti consumi									
20 anni	IRR										
	VAN										
10 anni	IRR										
	VAN										
PBP	Semplice										
	Attualizz.										

B. Appendix B

In questa appendice sono riportati i valori delle componenti considerate nel modello, per gli anni 2020-2021-2022.

Tutti i valori sono in [c€/kWh].

Si fa riferimento alla classe di agevolazione ZERO.

Le tabelle relative a MIS3 e UC6 non sono riportate in quanto i valori sono pari a zero in ogni periodo dal 2020 al 2022, per le tipologie di utenze considerate.

Utenza	2020	2021	2022
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW			
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.761	0.794	0.778
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.761	0.794	0.778
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.761	0.794	0.778
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.761	0.794	0.778
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.761	0.794	0.778
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.761	0.794	0.778
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.709	0.741	0.726
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.709	0.741	0.726
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.709	0.741	0.726

Table B.1: TRASe.

Utenza	2020	2021	2022
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW			
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.061	0.062	0.059
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.061	0.062	0.059
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.061	0.062	0.059
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.061	0.062	0.059
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.061	0.062	0.059
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.059	0.06	0.057
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.056	0.057	0.054
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.05	0.051	0.048
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.044	0.045	0.043

Table B.2: DIS.

Utenza	2020			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	4.5269	4.5269	4.5269	4.6179
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	4.5269	4.5269	4.5269	4.6179
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	4.5269	4.5269	4.5269	4.6179
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	4.5269	4.5269	4.5269	4.6179
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	4.5269	4.5269	4.5269	4.6179
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	4.3037	4.3037	4.3037	4.3947

Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	4.2456	4.2456	4.2456	4.3353
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	4.242	4.242	4.242	4.3317
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	4.2384	4.2384	4.2384	4.328

Table B.3: ASOS 2020.

Utenza	2021			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	4.8557	4.8557	2.8261	0
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	4.8557	4.8557	2.8261	0
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	4.8557	4.8557	2.8261	0
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	4.8557	4.8557	2.8261	0
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	4.8557	4.8557	2.8261	0
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	4.5854	4.5854	2.5563	2.5563
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	4.5168	4.5168	2.518	2.518
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	4.5131	4.5131	2.5159	2.5159
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	4.5094	4.5094	2.5139	2.5139

Table B.4: ASOS 2021.

I valori ASOS dell'anno 2022 sono tutti uguali a zero.

Utenza	2020			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.4084	0.4084	0.4084	0.3582
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.4084	0.4084	0.4084	0.3582
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.4084	0.4084	0.4084	0.3582
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.4084	0.4084	0.4084	0.3582
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.4084	0.4084	0.4084	0.3582
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.4075	0.4075	0.4075	0.3574
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.3628	0.3628	0.3628	0.3182
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.36	0.36	0.36	0.3158
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.3574	0.3574	0.3574	0.3135

Table B.5: ARIM 2020.

Utenza	2021			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.3266	0.3266	0.1876	0
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.3266	0.3266	0.1876	0
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.3266	0.3266	0.1876	0
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.3266	0.3266	0.1876	0
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.3266	0.3266	0.1876	0
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.3259	0.3259	0.1872	0.1872

Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.287	0.287	0.1648	0.1648
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.2851	0.2851	0.1637	0.1637
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.283	0.283	0.1626	0.1626

Table B.6: ARIM 2021.

I valori ARIM dell'anno 2022 sono tutti uguali a zero.

Utenza	2020			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.029	0.029	0.029	0.029
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.029	0.029	0.029	0.029
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.029	0.029	0.029	0.029

Table B.7: UC3 2020.

Utenza	2021			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.072	0.072	0.072	0.072
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.038	0.038	0.038	0.038
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.038	0.038	0.038	0.038

Table B.8: UC3 2021.

Utenza	2022			
	I	II	III	IV
Utenze in bassa tensione con potenza disponibile fino a 16,5 kW				
- per potenze impegnate inferiori o uguali a 1.5 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 1.5 kW e inferiori o uguali a 3 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 3 kW e inferiori o uguali a 6 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 6 kW e inferiori o uguali a 10 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
- per potenze impegnate superiori a 10 kW	0.095	0.095	0.095	0.095
Altre utenze in bassa tensione con potenza disponibile superiore a 16,5 kW	0.095	0.095	0.095	0.095

Altre utenze in media tensione con potenza disponibile fino a 100 kW	0.038	0.038	0.038	0.038
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 100 kW e inferiore o uguale a 500 kW	0.038	0.038	0.038	0.038
Altre utenze in media tensione con potenza disponibile superiore a 500 kW	0.038	0.038	0.038	0.038

Table B.9: UC3 2022.

C. Appendix C

Legenda per agevolare la lettura del codice:

- *Commento*
- Istruzione
- Modulo/Classe
- Variabile
- Valore numerico
- Stringa

Program Code

Questo è il codice relativo al programma di calcolo dei bonus:

```
#required import
import pandas
import copy

#number of hours in a year
x_row = 8760

#define n (number of users)
#note: check that there are n user_excel_file
#note: users goes from 1 to n, hence fill in the users files starting from 1
n = int(input("enter the number of consumers: "))

#import n excel_files "User#"
users_list = []
for user in range(n):
```

```

    #each user, as a matrix (DataFrame)
    user_matrix = pandas.read_excel("C:\\Users\\Daniele\\OneDrive - Politecnico di Milano\\CompendiaSrl\\Calcolo_Bonus\\INPUT_Users.xlsx", "User{}".format(user+1))

    #from DataFrame to List
    user_tolist = list(user_matrix["DATA"])
    #list of all the users
    users_list.append(user_tolist)

#import excel_file "Shared_Energy"
shared_energy_matrix = pandas.read_excel("C:\\Users\\Daniele\\OneDrive - Politecnico di Milano\\CompendiaSrl\\Calcolo_Bonus\\INPUT_Users.xlsx", "Shared_Energy")

#from DataFrame to List
shared_energy = list(shared_energy_matrix["DATA"])

#user_contributions list of matrices (1 matrix for each user, all in a single list)
user_conts = copy.deepcopy(users_list)

#iteration on rows
for row in range(x_row):

    #sorted_list definition
    messy_list = []
    #iteration on users
    for user in range(n):
        messy_list.append(users_list[user][row])
    sorted_list = sorted(messy_list)
    #list of index of sorted_list elements in messy_list
    index_list = sorted(range(len(messy_list)), key = lambda k: messy_list[k])

```

```

#step List
b=sorted_list[0]*n
step_list=[b]
for i in range(1,n):
    b+=(sorted_list[i]-sorted_list[i-1])*(n-i)
    step_list.append(b)

#error check
if shared_energy[row] > step_list[n-1]*1.0001:
    #step_list[n-1] = b
    print("ERROR: shared energy cannot be bigger than total consumptions")
    print("Error occurs on hour {}".format(row+1))
    #stop the program
    raise SystemExit

#CORE
cons_sum = 0

#iterations to find the correct interval
for l in step_list:

    if shared_energy[row] <= l:

        #c needed for the first iteration
        c = None

        #iteration on users
        for user in range(n):

            #need to use "index_list[user]" to put the contribution of the
            user in the correct user_cons
            if sorted_list[user] < sorted_list[step_list.index(l)]:

```

```

        user_conts[index_list[user]][row] = sorted_list[user]

    else:
        if sorted_list[user] == c:
            user_conts[index_list[user]][row] =
user_conts[index_list[user]-1][row]
        else:
            user_conts[index_list[user]][row] =
(shared_energy[row]-cons_sum)/(n-user)
            cons_sum += user_conts[index_list[user]][row]
            c = sorted_list[user]
        break

    else:
        continue

#export to excel the users contributions
for user in range(n):
    #create a List of DataFrame
    cont = pandas.DataFrame({"DATA":user_conts[user]})
    #export each DataFrame
    with pandas.ExcelWriter("C:\\Users\\Daniele\\OneDrive - Politecnico di
Milano\\CompendiaSrl\\Calcolo_Bonus\\OUTPUT_UsersContribution.xlsx", "openpyxl"
,mode="a",if_sheet_exists="replace") as writer:
        cont.to_excel(writer,"User{}".format(user+1))

print("Done!")

```

Adesso andremo ad analizzare le varie parti che compongono il modello, ovvero:

- Acquisizione dati
- Riorganizzazione dati & Error check
- Calcolo
- Esportazione dati

Data acquisition

#number of hours in a year

`x_row = 8760`

I dati input da Excel sono colonne di 8760 righe, ovvero le ore presenti in un intero anno, contenenti i valori in [kWh] di consumo/immissione dei consumatori/produttori. Il programma esegue i calcoli per ognuna di queste righe, dove il numero di iterazioni è definito dalla variabile x_{row} .

#define n (number of users)

#note: check that there are n user_excel_file

#note: users goes from 1 to n, hence fill in the users files starting from 1

`n = int(input("enter the number of consumers: "))`

Viene chiesto, una volta avviato il programma, di specificare il numero di utenti per il calcolo dei bonus in quanto il programma è in grado di eseguire il calcolo per un numero n di utenti.

I dati, relativi agli utenti, vengono importati a partire dall'utente 1, andando avanti fino all'utente n . È importante definire n in modo che tutti gli utenti che si vogliano considerare, cadano nell'intervallo 1- n . Gli utenti per i quali non è stato inserito alcun dato saranno considerati come utenti i cui valori sono nulli.

```

#import n excel_files "User#"
users_list = []
for user in range(n):
    #each user, as a matrix (DataFrame)
    user_matrix = pandas.read_excel("C:\\Users\\Daniele\\OneDrive - Politecnico di Milano\\CompendiaSrl\\Calcolo_Bonus\\INPUT_Users.xlsx", "User{}".format(user+1))
    #from DataFrame to List
    user_tolist = list(user_matrix["DATA"])
    #list of all the users
    users_list.append(user_tolist)

```

Vengono importati i dati relativi a *n* utenti, con l'utilizzo del modulo *pandas*. È importante verificare l'indirizzo al quale il programma attinge i dati. In questo caso è stato lasciato un esempio, per comprendere la forma in cui inserire l'indirizzo. I dati vengono importati da un file Excel, in cui sono presenti più schede, una per ciascun utente. Il programma itera l'importazione per ogni scheda di questo file, a seconda del valore *n* (numero utenti) inserito precedentemente. La funzione *pandas.read_excel* importa i dati nel formato DataFrame, nella variabile *user_matrix*. I dati vengono poi convertiti in liste, usando la funzione *list*, specificando il nome della prima cella di ciascuna delle colonne dati (definita come *DATA*, in ciascun foglio Excel). Viene infine creata una lista di liste (*users_list*), andando ad aggiungere iterativamente ogni lista importata alla lista di liste.

```

#import excel_file "Shared_Energy"
shared_energy_matrix = pandas.read_excel("C:\\Users\\Daniele\\OneDrive - Politecnico di Milano\\CompendiaSrl\\Calcolo_Bonus\\INPUT_Users.xlsx", "Shared_Energy")
#from DataFrame to List
shared_energy = list(shared_energy_matrix["DATA"])

```

I dati relative all'energia condivisa vengono importati, nello stesso modo descritto precedentemente, con la differenza che in questo caso vi è una sola colonna dati da

importate, indipendentemente dal valore n (numero utenti) inserito, e il risultato è una sola lista di valori (*shared_energy*).

```
#user_contributions list of lists (1 list for each user, all in a single list)
user_conts = copy.deepcopy(users_list)
```

Viene creata una lista di liste, della stessa dimensione della lista *user_list*. Per farlo è necessario usare la funzione *copy.deepcopy*, creando così una copia indipendente dall'originale (ovvero i cui valori non cambiano se cambiassero quelli dell'originale).

Data reorganisation & Error check

```
#iteration on rows
for row in range(x_row):
```

Questo blocco viene iterato x_row volte, ovvero viene eseguito per ciascuna riga delle colonne dati input (quindi per ciascun'ora dell'anno).

```
#sorted_list definition
messy_list = []
#iteration on users
for user in range(n):
    messy_list.append(users_list[user][row])
sorted_list = sorted(messy_list)
#list of index of sorted_list elements in messy_list
index_list = sorted(range(len(messy_list)), key = lambda k: messy_list[k])
```

Viene creata una lista (*messy_list*) con tutti i valori (di una specifica riga) in ordine dal primo utente all'ultimo utente. Da questa lista viene poi creata una lista "ordinata" (*sorted_list*) in cui i valori vengono disposti dal minore al maggiore. Viene infine

creata una lista (*index_list*) i cui valori rappresentano la posizione nella *messy_list* dei valori della *sorted_list*.

```
#step list
b=sorted_list[0]*n
step_list=[b]
for i in range(1,n):
    b+=(sorted_list[i]-sorted_list[i-1])*(n-i)
    step_list.append(b)
```

Viene create una lista (*step_list*) che definisce i vari step, necessari in seguito per il calcolo dei contributi dei vari utenti all'energia condivisa. L'ultimo elemento della lista *sorted_list* risulta pari alla somma dei consumi/immissioni dei vari utenti.

```
#error check
if shared_energy[row] > step_list[n-1]*1.0001:
    #step_list[n-1] = b
    print("ERROR: shared energy cannot be bigger than total energy consumption/fed")
    print("Error occurs on hour {}".format(row+1))
    #stop the program
    raise SystemExit
```

Viene eseguito un test per verificare che (ad una data ora) l'energia condivisa sia inferiore alla somma totale dei consumi/immissioni (ultimo valore di *sorted_list*).

Se così non fosse, significa che alcuni dati input non sono corretti (in quanto l'energia condivisa non può mai essere superiore al totale dell'energia consumata/immessa), il programma verrà arrestato e verrà riportato a schermo un messaggio di errore.

Computation

```
#CORE

cons_sum = 0

#iterations to find the correct interval
for l in step_list:

    if shared_energy[row] <= l:

        #c needed for the first iteration
        c = None

        #iteration on users
        for user in range(n):

            .
            .
            .

        break

    else:

        continue
```

In questo blocco vengono eseguiti i calcoli per trovare i contributi di ciascun utente all'energia condivisa, sulla base dei quali verrà poi calcolato il bonus relativo a ciascun utente. Viene definita la variabile *cons_sum*, in seguito utilizzata per rappresentare la somma totale dei contributi, iterazione dopo iterazione. È presente un ciclo *for* in cui la variabile *l* prende il valore di ogni valore presente nella lista *step_list*, a partire dal primo. Se *shared_energy* $\leq l$ non viene soddisfatta, il valore di *l* assume il valore dell'elemento successivo nella lista *step_list*. Al primo valore che soddisfa la condizione, si entra nel ciclo *for* (ricordo che questo avviene per ognuna delle *x_row* righe). Una volta all'interno di questo ciclo, viene definita la variabile *c*,

necessaria per la prima iterazione. Ora si passa a un altro ciclo *for*, al cui interno viene calcolato (iterativamente per n volte) il contributo di ogni utente (n utenti) a una determinata ora dell'anno. Quando l'indice *user* ha assunto ogni valore (in ordine, a partire dal primo) da 0 a $n-1$, si ha l'istruzione *break* che fa uscire dal ciclo "*for l in step_list*" per andare a ripetere questi calcoli per il valore successivo di *row* (riga). Al termine delle righe, il programma procede verso l'esportazione dei dati.

Ora andremo ad analizzare il contenuto di quest'ultimo ciclo *for*.

```
#iteration on users
for user in range(n):

    #need to use "index_list[user]" to put the contribution of the user in the
    correct user_cons

    if sorted_list[user] < sorted_list[step_list.index(l)]:
        user_cons[index_list[user]][row] = sorted_list[user]

    else:
        if sorted_list[user] == c:
            user_cons[index_list[user]][row] = user_cons[index_list[user]-
1][row]
        else:
            user_cons[index_list[user]][row] = (shared_energy[row]-
cons_sum)/(n-user)
            cons_sum += user_cons[index_list[user]][row]
            c = sorted_list[user]
    break
```

Per ogni utente (*user*) degli n utenti inseriti, viene ora calcolato il contributo.

La variabile *sorted_list[user]* fa riferimento al consumo/immissione dell'utente *user* (ad una specifica ora). La variabile *sorted_list[step_list.index(l)]* fa riferimento all'elemento di *sorted_list* che ha lo stesso indice di *l* in *step_list*. Se *sorted_list[user]* è minore di quest'ultimo, il programma assegna il valore di *sorted_list[user]* alla variabile *user_cons[index_list[user]][row]*, ovvero l'elemento *row*-esimo nella sottolista

index_list[user]-esima della lista *user_cons*. In caso contrario il programma entra nell'*else*, dove trova un altro *if*, soddisfatto nel caso in cui *sorted_list[user]* sia uguale a *c*. La variabile *c*, pari a *None* per la prima iterazione ad ogni nuovo valore di *row*, non è altro che il valore di *sorted_list[user]* riferito all'iterazione precedente (quindi se vogliamo, *c = sorted_list[user-1]*). Nel caso in cui il consumo/immissione dell'utente *user* all'ora *row* sia uguale a quello del precedente utente (*user-1*), allora anche il contributo sarà identico. Nel caso in cui così non fosse, il programma utilizza la formula per il calcolo del contributo:

$$\frac{\text{Energia_Condivisa} - \text{Somma_Totale_Contributi}(i)}{\text{Numero_Utenti} - \text{Numero_Utente}(i)}$$

dove la *Somma_Totale_Contributi(i)* rappresenta la somma dei contributi fino all'iterazione che stiamo considerando e il *Numero_Utente(i)* rappresenta il numero dell'utente in questione, a seconda dell'iterazione in cui siamo.

Infine, vengono aggiornati i valori di *cons_sum* e di *c*.

Data export

```
#export to excel the users contributions
for user in range(n):
    #create a List of DataFrame
    cont = pandas.DataFrame({"DATA":user_cons[user]})
    #export each DataFrame
    with pandas.ExcelWriter("C:\\Users\\Daniele\\OneDrive - Politecnico di
Milano\\CompendiaSrl\\Calcolo_Bonus\\OUTPUT_UsersContribution.xlsx", "openpyxl"
,mode="a",if_sheet_exists="replace") as writer:
        cont.to_excel(writer,"User{}".format(user+1))

print("Done!")
```

In questo blocco, i risultati relativi ai contributi all'energia condivisa di ciascun utente, contenuti nella lista di liste *user_cons*, sono esportati in un file Excel. Ogni lista (dalla prima all'*n*-esima) contenuta nella lista *user_cons* viene convertita in

DataFrame e successivamente esportata in Excel (all'indirizzo indicato, alla scheda indicata). Infine, il programma mostra a schermo il messaggio *"Done!"* per indicare che il programma è terminato correttamente.

List of Figures

Figure 1.1: REC and CEC comparison [5].	14
Figure 1.2: REC steps into the Italian law.	17
Figure 1.3: REC economic flows.	19
Figure 2.1: Composition of system charges for the three customers previously described.	26
Figure 2.2: Boom and Bust Cycle.	27
Figure 3.1: Production Profile.	31
Figure 3.2: Domestic consumption profile.	32
Figure 3.3: Office consumption profile.	32
Figure 3.4: Shared energy trend.	33
Figure 3.5: Representation of the two scenarios.	34
Figure 3.6: Case 1 injection (Winter).	36
Figure 3.7: Case 1 injection (Mid-Season).	37
Figure 3.8: Case 1 injection (Summer).	37
Figure 3.9: Case 2 injection (Winter).	37
Figure 3.10: Case 2 injection (Mid-Season).	38
Figure 3.11: Case 2 injection (Summer).	38
Figure 3.12: LV consumers for each secondary substation [19].	40
Figure 3.13: MV supply points for each primary substation [19].	40
Figure 3.14: Total bonus change due to the variation of consumers in Case 1.	41
Figure 3.15: Total bonus change due to the variation of consumers in Case 2.	41

Figure 3.16: Comparison between total bonus trends in Case 1 and Case 2.	42
Figure 3.17: PUN and R1, R2, R3 trends.	44
Figure 3.18: Individual bonus in Case 1.	47
Figure 3.19: Individual bonus in Case 2.	47
Figure 4.1: Shared energy trend.	50
Figure 4.2: Individual bonus in Case 1.	51

List of Tables

Table 1.1: Configurations of distributed self-consumption.	15
Table 1.2: REC partial and full transposition comparison [7].	16
Table 1.3: Administrative costs for REC power plants.	18
Table 3.1: Starting conditions of case study A.	33
Table 3.2: Starting conditions of case study B.	35
Table 3.3: Energy flows result of case study B.	36
Table 3.4: Minimum revenue to achieve a 12% IRR.	38
Table 3.5: Average values of R1, R2 and R3.	45
Table 3.6: Individual bonus (Case 1, PUN 90 [€/MWh]).	46
Table 4.1: Starting conditions of second analysis.	51
Table 4.2: Energy flows result of second analysis.	51
Table B.1: TRASe.	109
Table B.2: DIS.	110
Table B.3: ASOS 2020.	111
Table B.4: ASOS 2021.	111
Table B.5: ARIM 2020.	112
Table B.6: ARIM 2021.	113
Table B.7: UC3 2020.	113
Table B.8: UC3 2021.	114
Table B.9: UC3 2022.	115

