



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di TROIA

<p>Proponente</p>	<p>e2i energie speciali Srl Via Dante n°15 - 20121 MILANO</p>				
<p>Progettazione e Coordinamento</p>	 <p>VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Via delli Carri, 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324 mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org</p>				
<p>Studio Ambientali e Paesaggistico</p>	<p>Arch. Antonio Demaio Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com</p>	<p>Studio Acustico</p>	<p>Arch. Marianna Denora Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it</p>		
<p>Studio Incidenza Ambientale Flora fauna ed ecosistema</p>	<p>Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it</p>	<p>Studio Geologico e Idraulico</p>	<p>Studio di Geologia Tecnica & Ambientale Dott.sa Geol. Giovanna Amedei Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793 Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it</p>		
<p>Studio Archeologico</p>	 <p>Dott. Vincenzo Ficco Tel. 0881.750334 E-Mail: info@archeologicasrl.com</p>	<p>Studio Agronomico</p>	<p>Dott. Agr. Emiddio Ursitti Tel. 339.5239845 E-Mail: emidioursitti@libero.it</p>		
<p>Opera</p>	<p>Impianto Eolico composto da n.10 aerogeneratori da 4,2 MW per una potenza complessiva di 42 MW nel Comune di Troia (FG) alla Località "Montalvino - Cancarro"</p>				
<p>Oggetto</p>	<p>Folder: PROGETTO - Parte C</p> <p>Nome Elaborato: 8HW7PE8_ARCH_DOC_C05</p> <p>Descrizione Elaborato: Specialistica - Studio dell' ombra giornaliera</p>				
<p>00</p>	<p>Luglio 2019</p>	<p>Emissione per progetto definitivo</p>	<p>Vega</p>	<p>Arch. A. Demaio</p>	<p>e2i Srl</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala: Fs</p>	<p>Codice Pratica 8HW7PE8</p>				
<p>Formato:</p>	<p>Codice Pratica 8HW7PE8</p>				

Impianto eolico nel Comune di Troia in località “Cancarro - Montalvino”, costituito da n. 10 per una potenza complessiva di 42 MW comprese le relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all’esercizio dell’impianto.

INDICE

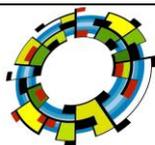
1. INTRODUZIONE.....	2
2. STUDIO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA GIORNALIERA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI.....	4
3. INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI ED IPOTESI DI CALCOLO	5
4. I RISULTATI DEL CALCOLO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA.....	8
5. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	9
6. ELENCO ALLEGATI.....	9

INDICE FIGURE

<i>Figura 1: Planimetria dell’impianto</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2: Evoluzione annuale tipo dell’ombra di una pala.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3 -Indicazione dei recettori su igm</i>	<i>6</i>

INDICE TABELLE

<i>Tab. 1 – Coordinate aeroogeneratori</i>	<i>2</i>
<i>Tab. 2 – Coordinate ricettori.....</i>	<i>5</i>
<i>Tab. 3 –Distanze delle turbine dai ricettori più prossimi</i>	<i>6</i>



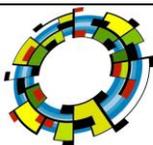
Impianto eolico nel Comune di Troia in località “Cancarro - Montalvino”, costituito da n. 10 per una potenza complessiva di 42 MW comprese le relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all’esercizio dell’impianto.

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato ha lo scopo di valutare in maniera tecnica l’eventuale impatto generato dall’evoluzione dell’ombra derivante dalla futura installazione di un impianto di produzione di energia da fonte eolica nel Comune di Troia ubicato a ovest del centro abitato alla località “Cancarro - Montalvino”, costituito da n. 10 aerogeneratori da 4,2 MW per una potenza complessiva di 42 MW e aventi un’altezza al mozzo pari a 105 metri ed un diametro del rotore pari a 150 metri. In particolare la posizione degli aerogeneratori è la seguente:

WTG	EST	NORD
1	520457,565	4574742,902
2	520794,878	4574900,963
3	521238,244	4575092,548
4	521716,442	4575320,150
5	522097,160	4575291,701
6	523352,959	4577789,430
7	522984,004	4577624,431
8	522744,284	4577902,290
9	523168,169	4578394,381
10	523426,514	4578648,424

Tab. 1 – Coordinate aeroogeneratori



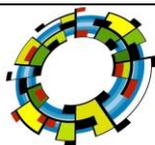
Impianto eolico nel Comune di Troia in località "Cancarro - Montalvino", costituito da n. 10 per una potenza complessiva di 42 MW comprese le relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto.



Figura 1: Planimetria dell'impianto

Lo Shadow-Flickering è l'espressione comunemente impiegata in ambito specialistico per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici quando sussistono le condizioni meteorologiche opportune; infatti la possibilità e la durata di tali effetti dipendono da una serie di condizioni ambientali, tra cui : la posizione del sole, l'ora del giorno, il giorno dell'anno, le condizioni atmosferiche ambientali e la posizione della turbina eolica rispetto ad un recettore sensibile. La valutazione tecnica è eseguita con l'ausilio di un software di simulazione specifico per la progettazione degli impianti eolici WIND PRO®, costituito da un insieme di moduli di elaborazione orientati alla simulazione di una serie di aspetti che caratterizzano le diverse fasi progettuali. Il modulo SHADOW è quello specifico per la valutazione dell'evoluzione dell'ombra e del flickering. In tale report è riportata:

- *La descrizione del caso studio con le posizioni delle turbine e loro caratteristiche tecniche*
- *Una breve descrizione tecnica del fenomeno di shadow flickering*
- *La descrizione dei recettori soggetti al fenomeno per i quali è stata richiesta questa analisi*
- *Sintesi della metodologia di analisi seguita per lo studio*
- *Sintesi dei risultati ottenuti, con allegati grafici ed analitici di dettaglio che descrivono il fenomeno su*



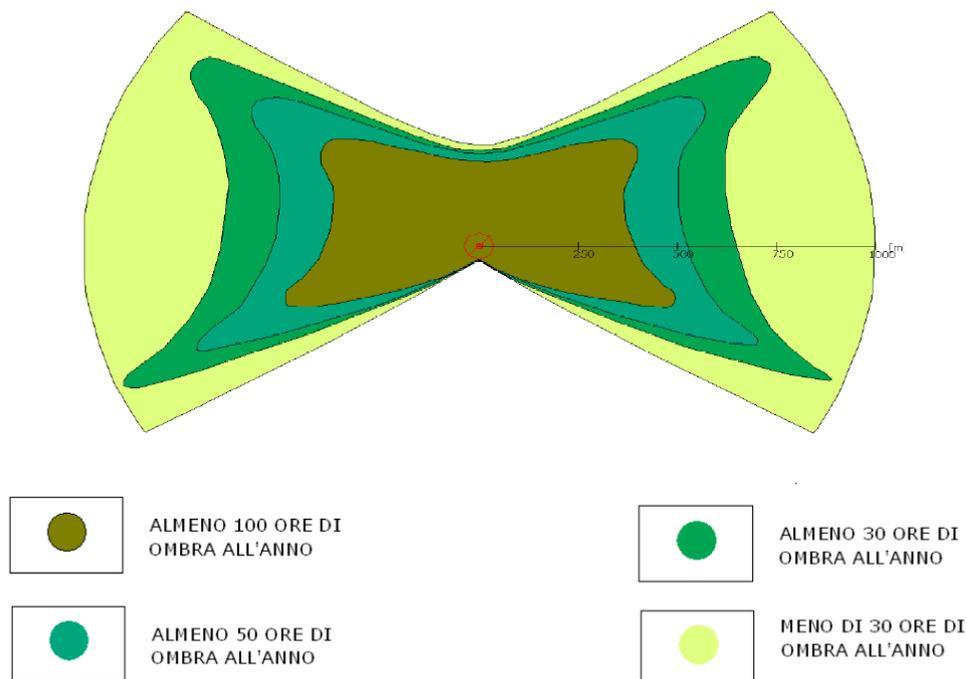
Impianto eolico nel Comune di Troia in località "Cancarro - Montalvino", costituito da n. 10 per una potenza complessiva di 42 MW comprese le relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto.

ognuno dei recettori e da parte di ognuna delle turbine per tutto l'anno solare.

2. STUDIO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GIORNALIERA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI

Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza della luce solare diretta. Per chi vive in tali zone prossime all'insediamento eolico può essere molto fastidioso il cosiddetto fenomeno del "flicker" che consiste in un effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento "tagliano" la luce solare in maniera intermittente. Una progettazione attenta a questa problematica permette di evitare questo spiacevole fenomeno semplicemente prevedendo il luogo di incidenza dell'ombra e disponendo le turbine in maniera tale che l'ombra sulle zone sensibili non superi un certo numero di ore all'anno. Il grafico in figura i riporta l'evoluzione annuale dell'ombra di una turbina considerando il caso peggiore di pale sempre in rotazione intorno al mozzo, e orientate sempre ortogonalmente al sole durante la sua evoluzione giornaliera.

Come è evidente dal grafico e dalla legenda le ore annue di ombra sono sempre minori con l'aumentare della distanza dal pilone secondo una particolare geometria dettata dalla posizione geografica; da osservare che l'ombra arriva a proiettarsi anche sino ad una distanza di 1 km, anche se solo per pochi minuti all'anno.



Impianto eolico nel Comune di Troia in località “Cancarro - Montalvino”, costituito da n. 10 per una potenza complessiva di 42 MW comprese le relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all’esercizio dell’impianto.

Figura 2: Evoluzione annuale tipo dell'ombra di una pala

Considerati i pochi precedenti esistenti (Germania) e le ipotesi così penalizzanti con cui è stata calcolato tale grafico si è ritenuto opportuno effettuare una sovrapposizione sull’impianto della parte più interna del grafico ovvero dell’area **che supera le 100 ore all’anno di ombra dei punti di installazione, intendendo questo come limite da non superarsi.**

In Italia, così come nella maggior parte dei paesi Europei ed extraeuropei non esiste una normativa specifica in relativa al disturbo generato dal fenomeno di Shadow – Flickering. Esistono delle regolamentazioni locali ma quasi mai comprendono limiti numerici specifici, quanto piuttosto delle raccomandazioni tese a sottolineare che il fenomeno non sia “unreasonable” o “significant”.

3. INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI ED IPOTESI DI CALCOLO

3.1 Individuazione dei ricettori

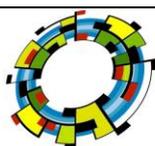
Il progetto in esame nel comune di Troia prevede l’installazione di 10 aerogeneratori in località “Cancarro-Montalvino”.

L’analisi di shadow-flickering di cui al presente studio è stata elaborata per specifici 6 ricettori che circondano l’impianto; tuttavia alcune strutture inserite nel modello di simulazione potrebbero essere ruderi non abitati e sostanzialmente privi di caratteristiche minime di abitabilità o agibilità.

A tal riguardo per eventuali approfondimenti, si faccia riferimento allo specifico elaborato di progetto “Allegato 1 – Documentazione fotografica relativa ai ricettori considerati nelle analisi acustiche”.

N	EST	NORD	Z [m]
A	520.029	4.574.651	524
B	520.867	4.574.970	484
C	522.087	4.574.979	425
D	522.167	4.575.591	420
E	522.818	4.578.078	400
F	523.553	4.578.711	420

Tab. 2 – Coordinate ricettori



Impianto eolico nel Comune di Troia in località “Cancarro - Montalvino”, costituito da n. 10 per una potenza complessiva di 42 MW comprese le relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all’esercizio dell’impianto.

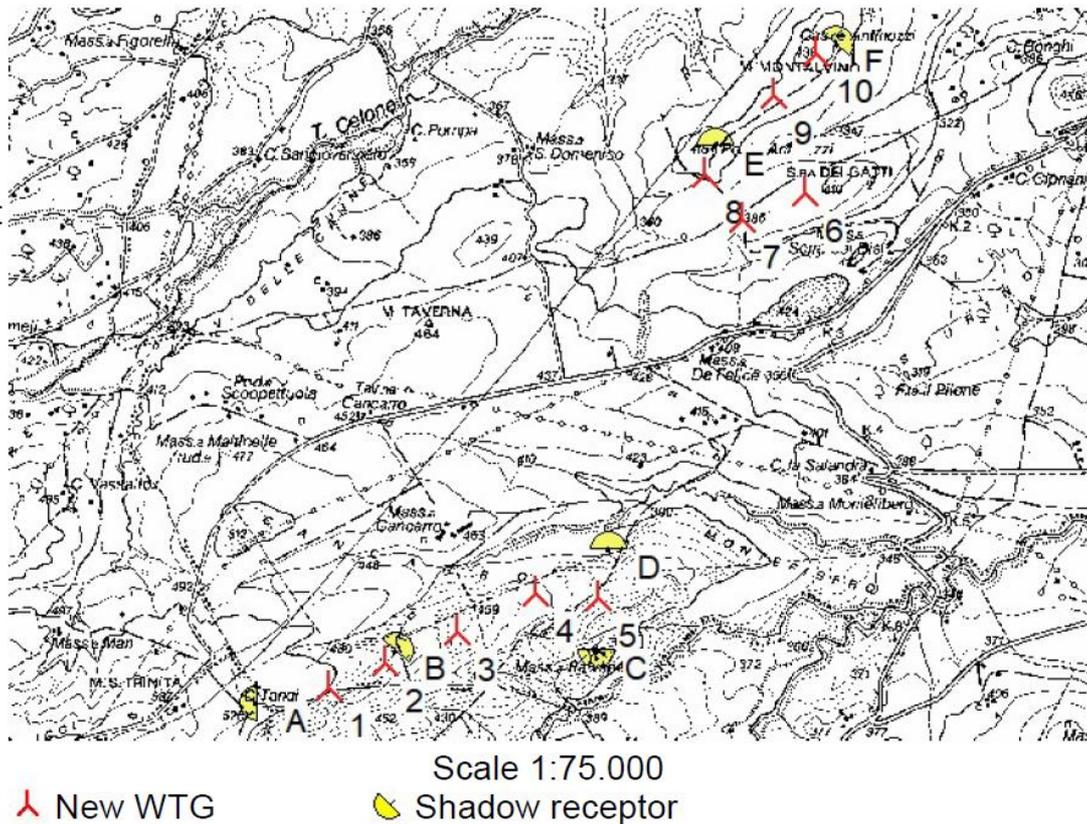


Figura 3 -Indicazione dei recettori su igm

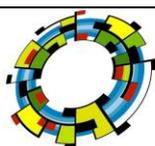
Nella tabella a seguire sono riportate le distanze minime intercorrenti tra recettori in oggetto e l’aerogeneratore più prossimo.

Ricettore	Torre più prossima	Distanza m
A	1	455
B	2	95
C	5	315
D	5	307
E	8	150
F	10	130

Tab. 3 –Distanze delle turbine dai ricettori più prossimi

In relazione a ciò, si fa presente che già in fase di scelta delle aree sulle quali ubicare l’impianto si è cercato di allontanarsi il più possibile dall’area urbana e dalle abitazioni ed edifici ritenuti sensibili.

Tale fascia è stata definita in fase di progetto al fine di garantire il rispetto dei limiti in merito non solo



all’ombreggiamento ma anche agli impatti acustici, elettromagnetici e in termini di calcolo della gittata.

Lo studio, i cui risultati in dettaglio sono riportati di seguito, è stato condotto con uno specifico software (WindPRO).

Nello studio ci si è posti nella condizione più sfavorevole possibile, in quanto si è considerato che:

- il sole risplende per tutta la giornata dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla linea che passa per il sole e per l'aerogeneratore (l'aerogeneratore “insegue” il sole);
- l'aerogeneratore è sempre operativo.

Allo stesso tempo, si è trascurata la presenza degli alberi e di altri ostacoli che bordano le strade “intercettando” l’ombra degli aerogeneratori riducendo il fastidio del flickering.

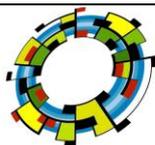
Ciò significa che i risultati ai quali si perverrà sono ampiamente cautelativi.

3.2 Base dati e parametri di calcolo

In base alla metodologia descritta nei paragrafi precedenti, sono stati utilizzati i seguenti dati di input per impostare il modello di simulazione per la valutazione del fenomeno di Shadow-Flickering degli aerogeneratori di progetto:

- a) **Il DTM o Modello del terreno digitale** per caratterizzare l'orografia è stato estrapolato dal grid disponibile in download dal SIT della Regione Puglia, georeferenziato, sovrapposto, confrontato e adeguato con le curve di livello presenti sulla cartografia ufficiale CTR 1:5.000 con uno step di 5 m. Il modello digitale ottenuto copre un’area sufficiente ad inglobare l’area del parco eolico di progetto e trova un buon riscontro con l’andamento orografico verificato in sito.
- b) **Posizioni geografiche di recettori con dettaglio dimensionale delle aree più esposte.** Sono i ricettori individuati dallo studio acustico e classificati secondo la loro abitabilità e destinazione d’uso. Per tutti i ricettori si è ritenuto opportuno usare l'ipotesi di cautela della modalità “green house mode”. Questa scelta è stata operata poiché in talune circostanze anche lo spazio antistante le strutture può essere considerato o adibito a luogo di riposo e relax. La scelta di una singola finestra o di una facciata in alcune condizioni potrebbe risultare riduttiva allo scopo di una vera valutazione d'impatto.
- c) **Posizioni geografiche delle turbine eoliche e loro caratteristiche dimensionali**

Gli aerogeneratori di progetto con le loro caratteristiche dimensionali e tecnologiche



d) Nessun ostacolo naturale o artificiale è stato modellato.

4. I RISULTATI DEL CALCOLO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA

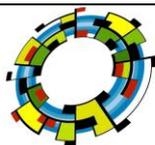
Nella procedura "Worst case" il fenomeno di shadow/flickering viene calcolato non tenendo conto delle condizioni di soleggiamento del sito e del vento, dati che allo stato dell'arte per il sito in questione non sono disponibili. Invece se avessimo di dati di cui sopra potremmo calcolare il fenomeno di shadow/flickering con la metodologia ("real case"), che secondo altri casi simili comporterebbe la riduzione del fenomeno ad 1/3 dei valori, il quale seppur più realistico, è comunque sovrastimato poiché non tiene conto della presenza di nubi e di vegetazione ad alto fusto. Dalle simulazioni effettuate, si evince che gli aerogeneratori di progetto generano maggiormente il fenomeno di shadow/flickering sui recettori "B-E-F" individuati nell'analisi che, nelle ipotesi di "Worst case", subiscono il fenomeno per un periodo che supera di molto le 100 ore/anno, per tutti gli altri rimanenti recettori considerati invece, l'effetto calcolato è più modesto e/o comunque meno rilevante fino a divenire irrilevante e in alcuni casi nullo.

Con le considerazioni di cui sopra, ovvero prevedendo la riduzione ad 1/3 si avranno valori sicuramente più ridotti e comunque sono RUDERI e di conseguenza non abitati e quindi la probabilità di accadimento si riduce quasi al nulla.

E' stato elaborato un calendario dell'ombra riportato in appendice (rif. Appendice Calendar), che riporta in maniera grafica giorno per giorno, per tutto l'anno, la durata giornaliera del fenomeno, l'orario di inizio e di fine del fenomeno, nelle condizioni di caso reale. Dalla lettura del "Calendar" si legge che il fenomeno dell'ombreggiamento, si esplica sui recettori con intensità maggiore nel periodo compreso tra Gennaio, Marzo, Aprile, Settembre, Novembre e Dicembre nelle prime ore della giornata, oppure al primo pomeriggio. Nella figura che segue è riportato a titolo di esempio il grafico "calendar" di un recettore: le macchie individuano i momenti di shadow, la posizione nel grafico individua tempo e durata del fenomeno, il colore della macchia individua la turbina che causa il fenomeno.

L'allegato 2 riporta il dettaglio analitico di quanto espresso dal grafico precedente con gli specifici orari di inizio e di fine del fenomeno. A seguire è altresì riportata la sintesi grafica annuale (come mostra l'immagine precedente) dell'apporto di ombreggiamento a carico di ogni recettore ed il/gli aerogeneratore/i responsabile/i del fenomeno.

E' stata inoltre elaborata una mappa (report Map, Allegato 3) in cui vengono riportate, con diverse gradazioni di colore, le zone soggette ad una determinata durata del fenomeno dell'ombreggiamento oltre



all’estensione areale nella quale il fenomeno risulta significativo.

Il fenomeno dell’ombreggiamento interessa marginalmente tratti di strade comunali e/o private per un numero di ore all’anno del tutto irrilevanti e cioè pari ad un massimo di 30 ore/anno, ma solo in alcuni tratti. Preme tuttavia evidenziare che nelle simulazioni non si è tenuto conto della possibile presenza di vegetazione capace di offrire un effetto “barriera” ai recettori e/o alle strade limitrofe. Inoltre, la percezione dell’impianto dalla strada risulterebbe essere “in movimento” e quindi legata alla breve permanenza delle automobili in transito, per cui il fastidio indotto sarebbe temporalmente limitato. A questo si aggiunge che le simulazioni sono state effettuate assumendo le “condizioni peggiori”, sovrastimando pertanto l’effetto di flickering.

5. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

In conclusione, si può affermare che i risultati ottenuti della elaborazioni evidenziano, pur considerando le condizioni più sfavorevoli, che le turbine di progetto generano effetti di shadow flickering **i cui impatti risultano essere nulli per molte strutture, e piuttosto modesti (o non particolarmente problematici) per altre.**

In ogni caso è comunque da rimarcare l’effetto di sovrastima dovuto al grado di cautela utilizzato per la simulazione che non tiene in conto di tutte le possibili fonti di attenuazione dell’effetto cui ogni recettore è (o può essere) soggetto quali presenza di alberi, ostacoli, siepi e quant’altro possa attenuare il fenomeno dell’evoluzione giornaliera dell’ombra.

6. ELENCO ALLEGATI

1. Main result: quadro sintetico dei risultati di calcolo;
2. Calendar: analisi giornaliera dell’effetto “flickering” ricevuto da ogni recettore;
3. Calendar, graphical: grafico dell’analisi giornaliera dell’effetto “flickering” ricevuto da ogni recettore;
4. Calendar per WTG: analisi giornaliera dell’effetto “flickering” indotto da ogni aerogeneratore sui recettori;
6. Map: mappa delle aree soggette ad ombreggiamento.

Foggia, Agosto 2019

Il tecnico
Arch. Antonio Demaio

