



Nuovo impianto per la produzione  
di energia eolica “Bruncu ‘e Niada”  
nel comune di Ballao (SU)

INTEGRAZIONE - TREMOLIO DELLE  
OMBRE

Rev. 0.0

Data: Febbraio 2022

Committente:

**Econergy Project 2 S.r.l.**  
via Alessandro Manzoni n. 30  
20121 MILANO (MI)  
C. F. e P. IVA: 10982660960  
PEC: [econergyproject2@legalmail.it](mailto:econergyproject2@legalmail.it)

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**  
Unit 3.21, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)  
Company number: 111780524  
email: [mail@quenter.co.uk](mailto:mail@quenter.co.uk)

**Sommario**

1.	Premessa.....	3
2.	Recettori.....	4
3.	Risultati.....	11
4.	Appendice.....	11

### 1. PREMESSA

Si presenta la documentazione integrativa per la relazione REL010 Studio del tremolio delle ombre per il parco eolico proposto Brancu e Niada. La richiesta chiede di integrare la relazione aggiungendo ai recettori anche i beni e siti culturali. Quindi è stata ripetuta la simulazione utilizzando gli stessi parametri esposti nella relazione REL010 ma includendo i beni e siti archeologici limitrofi (11km) al parco in proposta.

Si precisa, tuttavia, che nella relazione REL010 si è scelto di non includere questi beni e siti culturali poiché in essi non è presente nessun edificio adibito ad uso uffici o nessuna struttura nella quale degli eventuali lavoratori/abitanti siano costretti ad occupare una postazione fissa, pertanto un eventuale fenomeno di shadow flickering risulterebbe in un impatto nullo ai fini dell'analisi del impatto ambientale. Infatti le linee guida ("Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen" (WEA-Shattenwurf-Hinweise) specificano che gli ombreggiamenti diventano rilevanti solamente quando si considerano i recettori comportanti attività residenziali e lavorative stabili "... è auspicabile – che l'effetto flickering - si mantenga al di sotto delle 30 ore/anno in presenza di attività lavorative statiche, tipo ufficio, scuole, ospedali, interessate direttamente da impatto".

Questa indicazione è legata al fatto che all'interno di un edificio adibito a uffici, le postazioni di lavoro sono generalmente fisse, pertanto se l'edificio con pareti finestrate risulta prospiciente all'impianto eolico, chiaramente lo sfarfallio delle ombre oltre certi limiti può costituire un problema per quei lavoratori che si ritrovano con le loro postazioni proprio davanti alle pareti vetrate. **Viceversa, lo sfarfallio diventa irrilevante per tutti i recettori di tipo non residenziale e dedicati ad attività che non richiedono un'assidua presenza in una stazione fissa**, come ad esempio le attività agricole e agropastorali, nelle quali il personale addetto si muove in continuazione all'interno dei terreni per svolgere le proprie mansioni. Le stesse considerazioni valgono per tutti i beni paesaggistici, manufatti, beni archeologici etc, i quali possono essere frequentati, ma in un contesto nel quale le persone devono, per natura dei luoghi, muoversi in continuazione e non stazionare fermi nello stesso punto per quantità considerevoli di ore.

**Dovrebbero, quindi, essere considerati recettori quei beni e siti culturali nei quali delle persone devono svolgere dei lavori e/o passare del tempo in maniera continuativa in una certa posizione fissa rispetto alle turbine. Tale condizione non si verifica per nessuno dei recettori elencati di seguito e per i quali si è chiesto di effettuare il calcolo.**

## 2. RECETTORI

Sono stati considerati i seguenti beni:

001 nuraghe bruncu sedda 'e mesu	ARMUNGIA
002 insediamento punico/romanico loc. tassadi	ARMUNGIA
003 circoli megalitici e menhir cuile ilixi ucci	ARMUNGIA
004 Nuraghe perdu schirru	VILLAPUTZU
005 insediamento pluristratificato loc. murdega/su duttu	ARMUNGIA
006 Nuraghe Srebatzi	ARMUNGIA
007 Nuraghe cuile 'e ois	ARMUNGIA
008 tomba dei giganti cuile 'e ois	ARMUNGIA
009 Nuraghe gruppa/serra musciullida	ARMUNGIA
010 Nuraghe scandariu	ARMUNGIA
011 Nuraghe su nuraxi	ARMUNGIA
012 Nuraghe palas 'e nuraxi	ARMUNGIA
013 Nuraghe Sentenzia	ARMUNGIA
014 Complesso archeologico di santa chiara o clara	BALLAO
015 complesso nuragico di siliqua	BALLAO
016 pozzo sacro di funtana cuberta	BALLAO
017 Nuraghe pallaxius	ESCALAPLANO
018 Nuraghe is tancas	BALLAO
019 Nuraghe tradori	BALLAO
020 Nuraghe su nuraxi	BALLAO
021 Nuraghe corongiu 'e melas	BALLAO
022 Nuraghe saccui	BALLAO
023 tomba giganti nuraxi ii	BALLAO
024 tomba giganti nuraxi i	BALLAO
025 strutture fortificate puniche pala 'e corra	BALLAO
026 insediamento santa cruxi	BALLAO
027 Nuraghe s'orruaxu/mitza de paledda	BALLAO
028 Nuraghe mussu fogu	BALLAO
029 menhir mitza cuile 'e ois	BALLAO
030 Nuraghe su coronellu	BALLAO
031 Nuraghe corru arenas	BALLAO
032 Nuraghe corongiu 'e melas ii	BALLAO
033 Nuraghe arcu de sa pira	BALLAO
034 chiesa campestre di santa croce	BALLAO
035 chiesa campestre di santa maria di san rocco	BALLAO
036 domus de janas domu de xiana	BALLAO
037 Nuraghe is abiois	ESCALAPLANO
038 ut gutturu luas	BALLAO
039 ut pala de corra	BALLAO
040 ut pala staris	BALLAO
041 ut s'accorradroxiu	BALLAO
042 ut s. croce	BALLAO
043 ut s. pietro	BALLAO
044 nuraghe amuai	ESCALAPLANO
045 Nuraghe genna piccinnu	ESCALAPLANO
046 Nuraghe pranu ilixi	ESCALAPLANO

047 Nuraghe san giovanni	ESCALAPLANO
048 tomba dei giganti di san giovanni	ESCALAPLANO
049 nuraghe perducatta	ESCALAPLANO
050 nuraghe perda utzei	ESCALAPLANO
051 nuraghe nuraxestia	ESCALAPLANO
052 nuraghe perdalonga	ESCALAPLANO
053 Fonte nuragica loc. marcantoni/tacch'e masoni	ESCALAPLANO
054 complesso archeologico di is clamoris	ESCALAPLANO
055 chiesa di s. giovanni battista	ESCALAPLANO
056 insediamento romano nuraghe goni	GONI
057 tomba di giganti ls foradas	GONI
058 insediamento romano ls foradas	GONI
059 area archeologica domus suas	GONI
060 Nuraghe stincoddi	GONI
061 Nuraghe narba	GONI
062 Nuraghe perdu cucca	GONI
063 Nuraghe casteddu mannu	GONI
064 Nuraghe Arrubiu	ORROLI
065 Villaggio nuragico su putzu	ORROLI
066 strutture nuragiche loc. franza	ORROLI
067 strutture romane loc. su pranu e capanna nuragica loc. su pranu	ORROLI
068 nuraghe e villaggio taccu piccinu	ORROLI
069 area dispersione materiali ceramici loc. taccu piccinu	ORROLI
070 tomba romana loc. sa sbarra	ORROLI
071 strutture nuragiche loc. arcu s. stefano	ORROLI
072 nuraghe taccu majore	ORROLI
073 capanne nuragiche loc. axrola neus	ORROLI
074 area dispersione materiali romani loc. minda	ORROLI
075 tomba di giganti cranaxolu	ORROLI
076 area dispersione materiali romani loc. cranaxolu	ORROLI
077 capanna nuragica 1 e 2 tacchixeddu	ORROLI
078 Nuraghe findeu	ORROLI
079 area dispersione materiali neolitici, nuragici e romani loc. su gaffu e nuraghe su gaffu	ORROLI
080 betilo nuragico loc. taccu majore	ORROLI
081 Nuraghe fossas	ORROLI
082 Nuraghe sedda s' a madori	ORROLI
083 Tomba romana loc. sedda s' amadori	ORROLI
084 Capanna axrola	ORROLI
085 fonte e area sacra punico/romana santu jacci	S.NICOLO' GERREI
086 Nuraghe monte taccu	S.NICOLO' GERREI
087 Nuraghe loc. su cannoni	SILIUS
088 strutture di eta storica loc. bruncu nicola bidida	SILIUS
089 Nuraghe bruncu su carraxiu	SILIUS
090 Nuraghe ls carroccias	SILIUS
091 Nuraghe arrularis	SILIUS
092 Nuraghe foddi	SILIUS
093 Nuraghe sassai	SILIUS
094 Nuraghe perdu seguru loc. pizzu longius	VILLAPUTZU
095 Nuraghe cresia	VILLAPUTZU
096 Nuraghe pranu scandariu	VILLASALTO

097 Nuraghe currulia	VILLASALTO
098 Nuraghe monte s'orcu tueri	PERDASDEFOGU
099 Grotta tueri	PERDASDEFOGU
100 Struttura nuragica n3 in loc. is clamoris	PERDASDEFOGU
101 Nuraghe truncone (bur 2735)	PERDASDEFOGU
102 Nuraghe arras (bur 2734)	PERDASDEFOGU
103 Nuraghe perduxeddu (bur 2740)	PERDASDEFOGU
104 Nuraghe san pietro (bur 2738)	PERDASDEFOGU
105 Nuraghe prediargiu (bur 2737)	PERDASDEFOGU
106 Nuraghe trutturis (bur 2739)	PERDASDEFOGU
107 Chiesa di s. pietro apostolo	PERDASDEFOGU
108 Chiesa di s. sebastiano	PERDASDEFOGU
109 Nuraghe fumia	ESCALAPLANO
110 Nuraghe cea usasta (bur 2982)	VILLAPUTZU
111 Nuraghe comida gavoni (bur 2936)	ULASSAI
112 Nuraghe florentina (bur 2987)	ULASSAI
113 Nuraghe laccheddu (bur 2986)	ULASSAI
114 Nuraghe santa maria (bur 2985)	ULASSAI
115 Nuraghe forru (bur 2983)	ULASSAI
116 Nuraghe sa cresia (bur 9237)	IERZU
117 Nuraghe (ulassai) codice bur 2984	ULASSAI
118 Nuraghe orta sa mola (bur 2256)	IERZU
119 Nuraghe di scuriu (bur 2248)	ULASSAI
120 Nuraghe s'ollastu entosu	SEUI
121 Necropoli	S.VITO
122 Insediamento e strutture nuragiche	S.VITO
123 Castello orguglioso	SILIUS
124 Nuraghe Is Truiscus	GONI
125 Abitato romano Corti 'e Caboni	ORROLI
126 Abitato romano Genna 'e Accas	ORROLI
127 Anfratto Su Gaffu	ORROLI
128 Capanna Axrola Neus_02	ORROLI
129 Capanna Monte Surei	ORROLI
130 Capanna Tacchixeddu_01	ORROLI
131 Fonte nuragica Su Runcu Mannu	ORROLI
132 Nuraghe Crocoriga	ORROLI
133 Nuraghe Pardu	ORROLI
134 Nuraghe Su Pranu	ORROLI
135 Nuraghe Tacchixeddu I	ORROLI
136 Nuraghe Tacchixeddu II	ORROLI
137 Pozzo sacro Su Putzu	ORROLI
138 Stele Mataracui	ORROLI
139 Strada romana Corti 'e Caboni_Genna 'e Accas	ORROLI
140 Strada romana Genna 'e Accas	ORROLI
141 Struttura muraria Mataracui	ORROLI
142 Struttura muraria Santa Liana	SIURGUS DONIGALA
143 Tomba romana Corti 'e Caboni	ORROLI
144 UT Arcu S. Stefano	ORROLI
145 UT Axrola Neus	ORROLI
146 UT Craddaxus	ORROLI

147 UT Findeu	ORROLI
148 UT Fossas	ORROLI
149 UT Genna 'e Accas	ORROLI
150 UT Minda	ORROLI
151 UT Pardu	ORROLI
152 UT Sedda S'Amadori_02	ORROLI
153 UT Su Gaffu	ORROLI
154 UT Su Pranu	ORROLI
155 UT Tacchixeddu	ORROLI
156 Villaggio nuragico romano Taccu Perdedinu	ORROLI
157 Villaggio nuragico Melebranu	SILIUS
158 Nuraghe S. Damianu	SILIUS
159 Nuraghe Cumida Gadoni	ULASSAI
160 Necropoli Matta 'e Canna	VILLAPUTZU
161 006 Abitato romano Casa Is Tiddias	ORROLI

Tabella.1 Recettori (beni e siti culturali) considerati.

Di questi solamente due ricadono in una zona con ombreggiatura, ovvero UT s'accorradroxiu (RI1) e UT gutturu luas (RI2). I restanti beni non subiscono ombreggiatura (ombreggiatura < 0.4 ore/anno) e si trovano ad una distanza > 2km; pertanto non subiscono effetto di ombreggiatura né di flickering. Seguono le foto di questi siti, presenti nella relazione archeologica RELO36 (si faccia riferimento alla relazione per ulteriori informazioni). Il recettore R1 si trova a 490 m di distanza dalla torre WTG013 mentre il recettore R2 si trova a 162 m dalla torre WTG006.



Fig.1 UT gutturu luas (RI2).



Fig.2 UT s'accorradroxiu (RI1).

### 3. RISULTATI

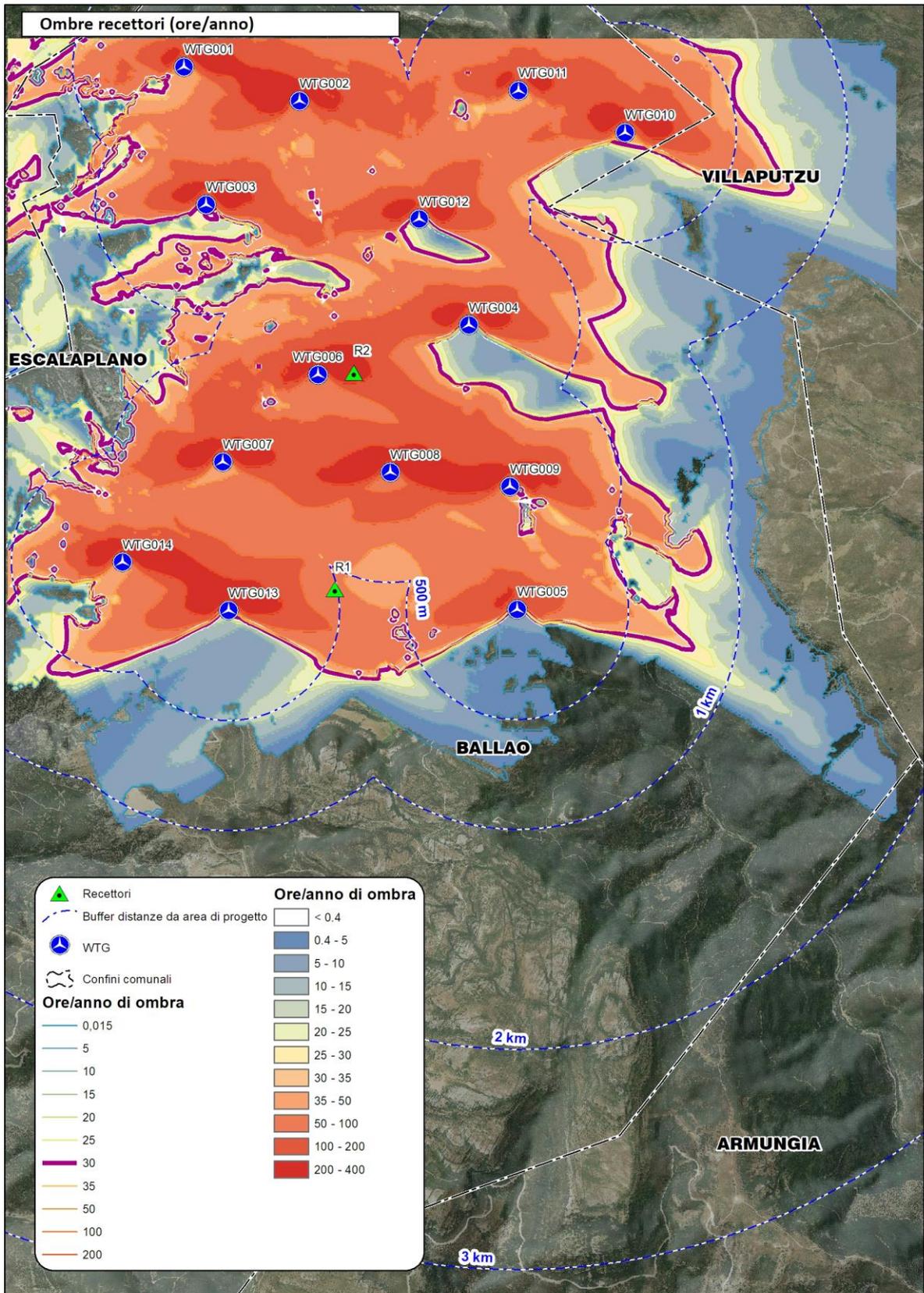


Fig.3 Ombra (ore/anno). Solamente i recettori R1 e R2 ricadono nella zona di ombreggiatura.

I calcoli riportano (tabella 2) che il recettore R11 subisce un'ombra di 57 ore/anno mentre il recettore R12 subisce 283 ore/anno. L'ombra massima giornaliera risulterebbe 47 minuti e 91 minuti, rispettivamente per i recettori R11 e R12.

ID	Nome	x	y	giorni di ombra (giorni/anno)	ombra (ore/anno)	max minuti (minuti/giorno)
R11	ut s'accorradroxiu	1535364	4382309	138	57	47
R12	ut gutturu luas	1535449	4383293	332	283	91

Tabella.2 Ombreggiatura per i recettori R1 e R2.

Segue in fig.4 il calendario grafico nel caso peggiore (ovvero senza tenere conto dell'orientazione relativa turbina-recettore e dell'effettivo periodo di operativita delle turbine (vedi REL010). I recettori R11 e R12 subiscono ombre dalle turbine WTG004, WTG005, WTG006, WTG007, WTG009, WTG013, WTG014. In fig.4 sono mostrati i periodi della giornata nei quali i recettori sono interessati dall'ombreggiatura.

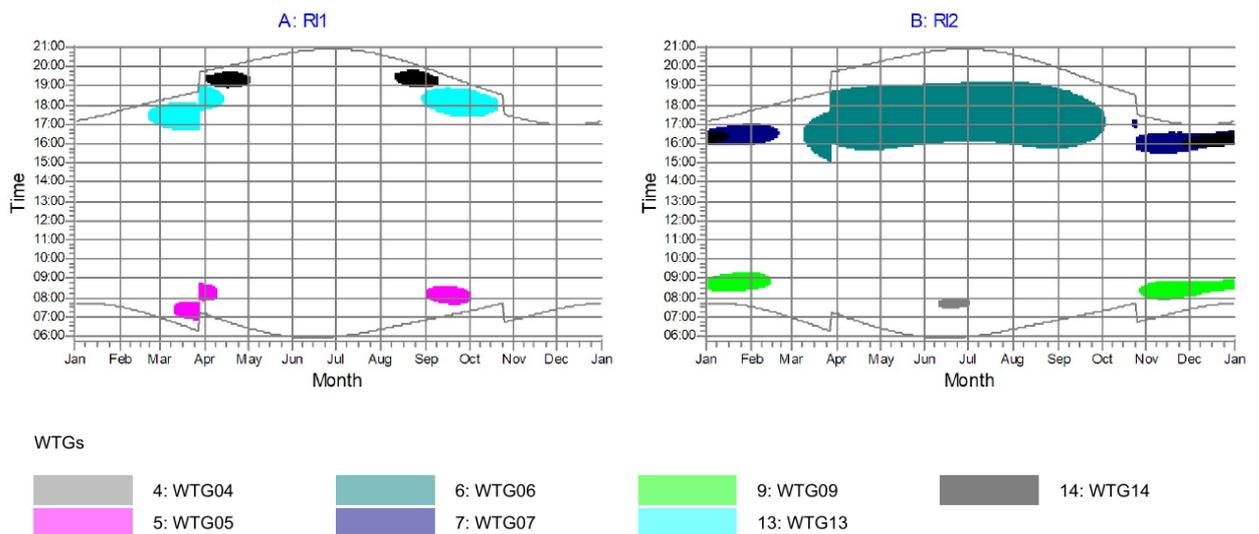


Fig.4 Calendario grafico, caso peggiore.

Il recettore R11 subisce contemporaneamente l'ombra delle turbine WTG014 e WTG007 nel periodo compreso tra il 27 novembre e il 15 gennaio nelle fasce orarie tra le 15:52 e 16:30. Perché il fenomeno di flickering ponga un problema per la salute umana è necessaria la sovrapposizione dell'ombra di 5 turbine del modello SG170 (REL010 par. 1.2), ma poiché il recettore R11 subisce l'ombra al massimo da 2 turbine contemporaneamente si conclude che il fenomeno di flickering non porrebbe un problema (ai fini della salute delle persone) per il recettore R11. Il recettore R12 subisce solamente l'ombra di una turbina per volta e quindi per esso non si presenta il fenomeno di flickering.

## 2. CONCLUSIONI

Il fenomeno di flickering non è rilevante per i recettori RI1 e RI2 in quanto il recettore RI1 subisce l'ombra di una sola turbina per volta e il recettore RI2 subisce l'ombra da solo 2 turbine contemporaneamente e questo non è sufficiente perché il fenomeno di flickering ponga un problema per la salute umana. Inoltre nei recettori RI1 ed RI2 non sono presenti strutture nelle quali degli eventuali lavoratori/abitanti siano costretti ad occupare una postazione fissa e pertanto l'impatto delle ombre è nullo per essi. I restanti recettori considerati (tabella.1) non sono interessati dall'ombra delle turbine del parco in proposta.

### APPENDICE - RISULTATI DI DETTAGLIO

*WINDPRO 2.8*

---