

COMUNE DI BUDDUSO'

Provincia Sassari



ING. FRANCESCO BOI

N. TAVOLA

Tav. 01

Scala

Data

Febbraio 2023

Revisione

**PROGETTO:**

*Installazione di un aerogeneratore al servizio di un impianto per il recupero di materie prime dagli scarti di granito*

**OGGETTO:**

*Relazione generale*

IL PROGETTISTA

ING. FRANCESCO BOI

IL COMMITTENTE

EURIT Srl

VISTO

## **1) PREMESSA**

### **1.1 L'energia da fonte eolica nel continente europeo ed in Italia**

Non è molto tempo che la emotività ambientale è diventata patrimonio della sensibilità umana, almeno nei paesi occidentali, ma notevoli risultati sono già evidenti, ed altri sono in corso di maturazione a seguito di ciò. Il più eclatante è sicuramente l'attenzione rivolta verso gli agenti climalteranti e tra essi in particolar modo i gas serra con una attenzione specifica verso la CO<sub>2</sub> e le attività che la producono e la immettono in atmosfera.

Sicuramente, fra queste, l'attività umana maggiormente responsabile è la produzione di energia elettrica che fra i settori industriali assoggettati a quote (in Italia) ha contribuito nell'anno 2007 per circa il 65% del totale di produzione di CO<sub>2</sub>.

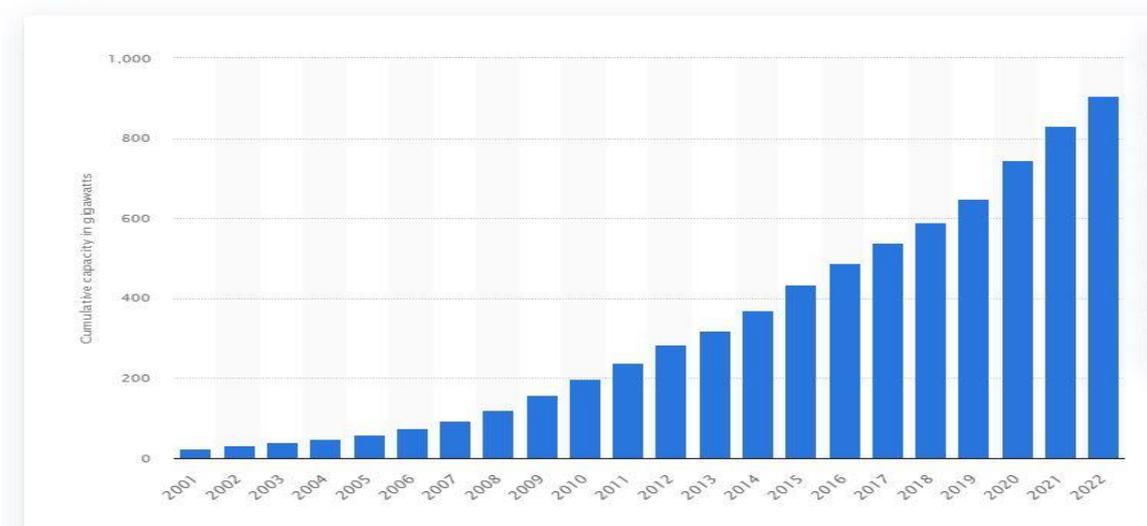
Questa, sicuramente, è una delle ragioni, insieme al costo crescente dei

combustibili fossili ed alla instabilità dei costi energetici, per cui molti sforzi si sono compiuti nell'ultimo decennio nella ricerca di energie alternative da fonti rinnovabili.

Non è certamente una fulminea o recente intuizione quella eolica, ma tuttavia negli ultimi anni ha visto crescere la produzione in misura maggiore delle più ottimistiche previsioni, almeno in alcuni paesi come la Germania, la Spagna, la Danimarca, ed a seguire anche l'Inghilterra e la Francia.

Il settore dell'energia eolica quindi sta vivendo, nel mondo occidentale in particolare, una stagione di sorprendente espansione e i dati di crescita di questa tecnologia confermano che il tasso di incremento registrato in questi ultimi anni è da intendersi eccezionale sia in termini di nuova potenza installata sia in termini di qualità delle nuove installazioni, sia per quanto riguarda l'aspetto tecnologico strettamente detto, sia quello ambientale e paesaggistico. I grafici qui di seguito riportati lo testimoniano

*(in gigawatts)*

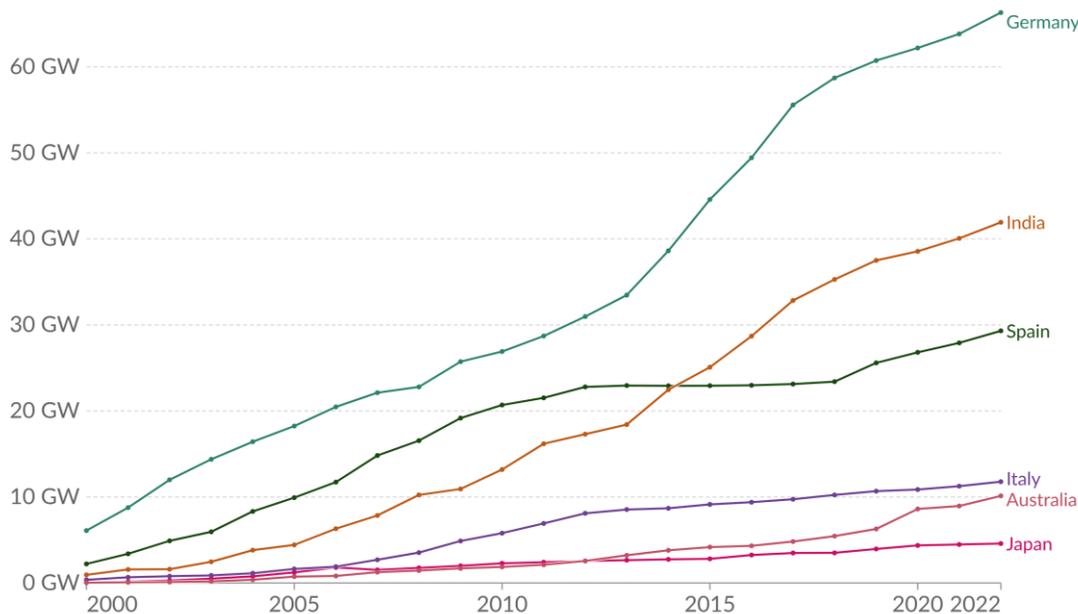


*Grafico cumulativo sulla potenza eolica installata dal 2001 al 2022*

### Installed wind energy capacity



Cumulative installed wind energy capacity including both onshore and offshore wind sources, measured in gigawatts (GW).



Data source: International Renewable Energy Agency (IRENA)

[OurWorldInData.org/renewable-energy](https://OurWorldInData.org/renewable-energy) | CC BY

### Capacità "eolica" installata in significative aree del globo

Sembra oramai accettato da tutti che gli effetti delle emissioni sui cambiamenti climatici abbiano una importanza fondamentale imponendo quindi a livello internazionale e comunitario importanti politiche in tema di riduzione dell'immissione, per questo oggi l'eolico insieme ad altre fonti rinnovabili viene più facilmente accettato.

Questa non è l'unica ragione per la quale l'eolico è considerato vincente come tecnologia per la produzione di energia elettrica, esso infatti oltre ai benefici sulle emissioni contribuisce al risparmio di materie prime e dei combustibili fossili, che come a tutti noto il loro uso implica attività di coltivazione, di estrazione, quindi raffinazione, con produzione di scarti e

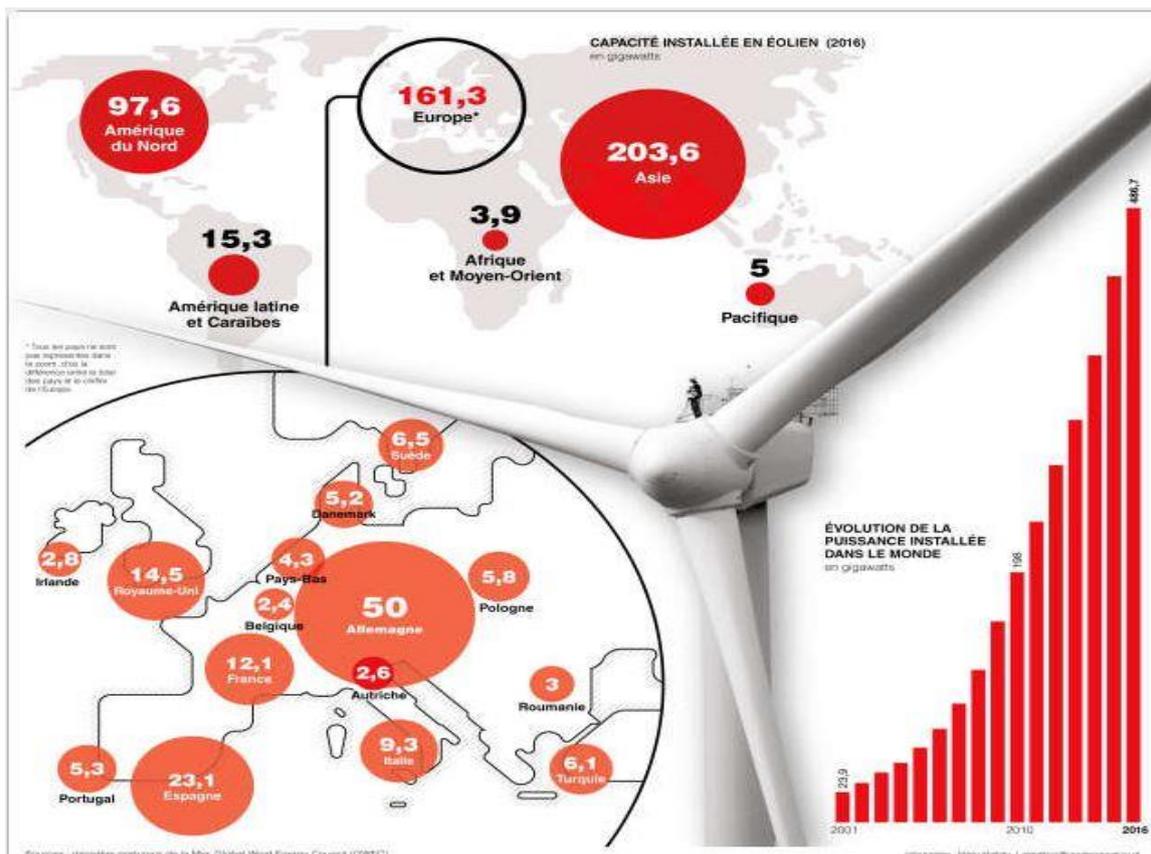
scorie ed altre emissioni. Inoltre è una fonte pulita e inesauribile per definizione, oggi anche affidabile, per giunta distribuibile nel territorio, contribuendo a garantire la invariabilità dei costi in misura molto importante.

Oggi inoltre abbiamo la certezza che non ha importanti effetti sulla flora e sulla fauna ed al contrario gli si riconosce il beneficio di portare e diffondere sul territorio conoscenze e tecnologie altrimenti inarrivabili in quei siti. A ciò si aggiunga a livello nazionale il contributo alla riduzione della dipendenza energetica dall'estero una maggiore certezza negli approvvigionamenti ed una considerazione molto importante che gli scarsi effetti paesaggistici sono completamente reversibili.

Infine altro elemento che ha contribuito ad un così clamoroso successo è dovuto alle nuove tecnologie ed alla innovazione costante applicata alle macchine di nuova generazione, che ha portato il costo del chilowattora molto prossimo a quello di alcune fonti tradizionali.

L'energia eolica 10/15 anni fa era una risorsa promettente certo, ma nulla di più, oggi invece per alcuni paesi rappresenta una delle principali opzioni di crescita per la produzione di energia elettrica.

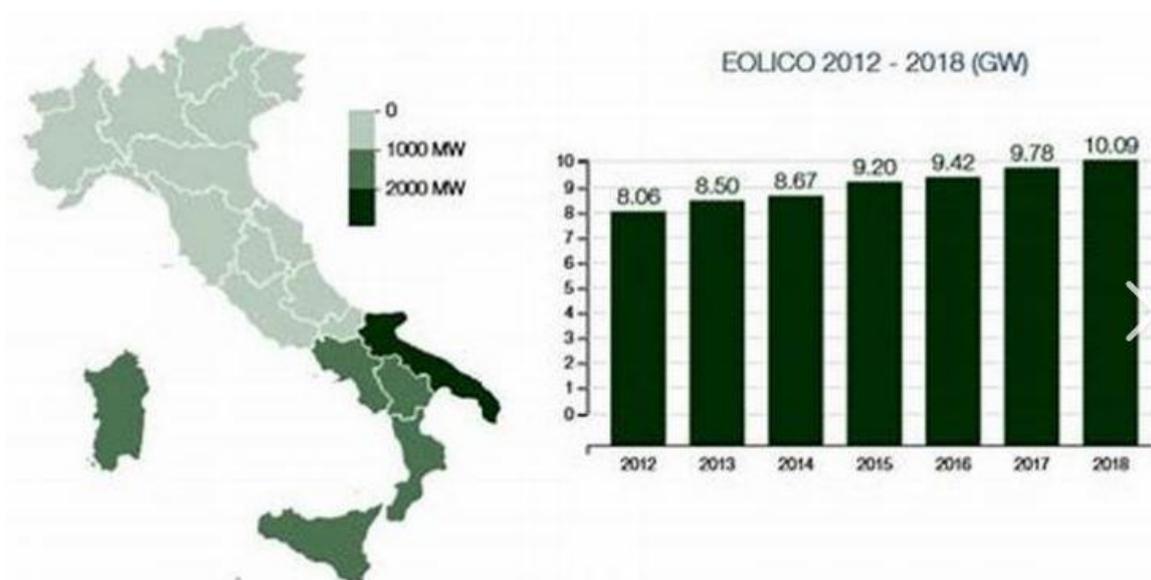
I paesi all'avanguardia sono la Germania e la Spagna e la Danimarca che da soli possiedono un terzo di tutta la potenza eolica installata nel pianeta, ma possiedono anche la tecnologia che incentivata da politiche lungimiranti permette loro di venderla in tutto il mondo. Nella immagine che segue il livello di penetrazione dell'energia da fonte eolica nei paesi sopra richiamati al confronto con l'Italia.



Il nostro paese in questo contesto procede attualmente con un andamento che si presta sia ad interpretazioni ottimistiche sia a considerazioni molto meno lusinghiere a seconda dei riferimenti adottati nel quadro evolutivo ipotizzabile. Infatti i numeri emergenti del resoconto 2010 - 2020 si collocano in una fascia intermedia tra conferma di un trend positivo iniziato nel 2004, e la difficoltà di un deciso balzo in avanti come invece avvenuto in paesi come Francia, Portogallo, Stati Uniti,, che recentemente senza ulteriori indugi hanno adottato una strategia condivisa di sviluppo a lungo termine nel settore. I benefici conseguiti anche in termini economici ed occupazionali nelle nazioni richiamate, già nel corso degli ultimi 10 anni, sono stati di notevole entità ma soprattutto sono forieri di una crescita duratura e di portata maggiore, sostenuta da politiche adeguate e improntate all'attuazione concreta dello sviluppo sostenibile come unico deterrente alla

diffusione, ormai non più accettabile dal pianeta, dei gas climalteranti. Negli ultimi anni, in Italia, la crescita in termini numerici dell'eolico è stata leggermente inferiore alle aspettative e ai risultati ottenuti nei primi anni 2000, ma allo stesso tempo, con una serie di ordini acquisiti dai costruttori di aerogeneratori, già da tempo presenti in Italia, sono state consolidate le premesse per un futuro di sicura crescita del settore alla pari con i principali attori europei.

Nel mercato nazionale le regioni che maggiormente hanno contribuito all'espansione dell' eolico sono state la Puglia, la Sicilia, la Campania , la Calabria e dal 2008 la Sardegna.



## **1.2 L'energia eolica in Sardegna**

In questo contesto la Sardegna, pur essendo la regione italiana, che secondo recenti studi ha le maggiori potenzialità di crescita, sia in termini di "qualità" che di superfici, nell'ultimo anno per il quale si dispone di dati certi è cresciuta meno della Puglia, della Sicilia, della Campania, crescendo poco più

del Molise e della Calabria.

Non sembra che l'immediato futuro porterà grosse variazioni a questa situazione creatasi a seguito di scelte a livello di politiche regionali che solo all'inizio di quest'anno sono state modificate.

Oggigiorno i più significativi impianti si trovano nella Area nord occidentale (Sassari, Aggius, Viddalba, Nulvi, Tula, Buddusò), Area centro Orientale (Nurri, Ulassai) mentre in corso di realizzazione sono altri impianti nell'area centro occidentale a Guspini, Siurgus Donigala.

Aspettative importanti su nutrono invece sull'area sud-occidentale ed in particolare dal sulcis-iglesiente area per la quale l'eolico rappresenterebbe un importante sostegno a quelle industrie energivore in tale zona ubicate, ed una alternativa altrettanto importante dal punto di vista occupazionale, considerata la perdurante crisi dell'industria. Tale area d'altra parte è, nella letteratura di settore, considerata la più produttiva di tutta l'isola e fra le più produttive d'Italia con enormi potenzialità di sviluppo.

## **2) LA FATTIBILITA' DEL PROGETTO**

### **2.1 La ditta proponente**

La EURIT è una società mineraria ben nota nel settore dei gress porcellanati, delle ceramiche e dei colorifici essendo uno dei maggiori fornitori mondiali di feldspati e fondenti.

In Italia ha sede e cantieri nell'isola d'Elba oltre che in terraferma di Toscana, All'estero, nei cinque continenti, fa parte del gruppo Colorobbia, che è presente ovunque vi sia un polo per ceramiche e vetri, o nei siti ove si faccia uso dei minerali feldspatici, si producano basi e pigmenti per gli smalti ceramici, e per l'industria del vetro.

In Sardegna opera in agro di Buddusò in località "Su Monte Ladu" nel cuore di innumerevoli cave di granito ormai abbandonate e dalle cui discariche recupera un feldspato di qualità venduto per la quasi totalità alle imprese ceramiche del Nord Italia.

L'impianto nei 15 anni di lavorazioni ha liberato l'area da circa 1.500.000 tonnellate di scarto dando lavoro diretto a 15/16 unità ed altrettanti nell'indotto per trasporti, manutenzioni, guardiania ecc.

La possibilità di abbattere i costi di produzione attraverso l'energia rinnovabile prospetta, a sua volta, la possibilità di ampliare il mercato, potendo servire anche quello spagnolo e tedesco delle ceramiche, dove oggi a causa del costo del trasporto non si può arrivare.

Tutto ciò, inoltre, si tradurrebbe in un più rapido e sicuro risanamento delle discariche di granito, che nel solo agro di Buddusò-Ala dei Sardi somma non meno di 18/20 milioni di tonnellate.

## **2.2 Il progetto in sintesi**

Si prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia eolica della potenza di 0,975 Mw in grado di produrre l'energia necessaria a far funzionare l'impianto che non lascia spazio alla vendita o a speculazioni.

Esso dovrebbe essere costituito da un solo aerogeneratore la cui altezza al mozzo prevista è di 80 m ed il cui diametro del rotore è di circa 90 m.

L'Aerogeneratore proposto avrebbe quindi un'altezza totale di circa 125 m ed un blocco di fondazione dalla forma circolare di quasi 9 m di raggio, con uno spessore massimo al colletto di circa 2,5 m.

La connessione dovrebbe avvenire a poche decine di metri dal punto di installazione così come previsto nella STMG rilasciata dall'ente distributore dell'energia ed accettata dalla ditta proponente, essa avverrebbe direttamente nella cabina di alimentazione dell'impianto connessa questa alla

rete elettrica nazionale.

Pertanto tutti i lavori accessori quali fondazioni, cavidotti, cabina, piste ecc. Avrebbero all'interno del sito di cui è proprietaria la ditta proponente.

### **2.3 Il sito di intervento**

L'area ove è prevista l'installazione dell'aerogeneratore si trova in agro di Buddusò al confine con quello di Alà dei Sardi, in un sito noto col toponimo di Su Monte Ladu che è stato per moltissimi anni il più importante sito di estrazione di granito ad uso ornamentale in Sardegna.

Buddusò con Alà dei Sardi erano d'altra parte i due comuni che su una produzione globale regionale di granito ornamentale di 1.500.000 tonnellate contribuivano con 400.000 tonnellate. Il nome commerciale di questo granito è noto come Grigio Sardo, e di esso, nel momento di maggior espansione delle attività estrattive si contavano nell'area estesa circa 42 imprese. Di queste una decina di esse che occupavano circa 100 ettari di superfici confinanti fra loro, costituivano un unico bacino di estrazione noto appunto col toponimo di " Su Monte Ladu".

## **3) LA FATTIBILITA' ECONOMICO-TECNICA**

### **3.1 Generalità**

E' ben noto che il fenomeno naturale del vento è generato dallo spostamento di grandi masse d'aria che tendono a spostarsi a causa di fenomeni naturali generati essenzialmente da squilibri di pressione a loro volta generati dalla diversa irradiazione solare. Tale fenomeno costante, periodico o quasi ripetitivo in ben note aree della superficie terrestre in altre è meno prevedibile e sono incerte le sue caratteristiche e quindi la sua sfruttabilità "industriale".

Per questa ragione nella valutazione di fattibilità di un parco eolico lo studio anemologico è sicuramente l'aspetto maggiormente vincolante e condizionante, infatti da esso (in una corretta progettazione) dipende il successo o meno dell'impresa, e quindi il suo ritorno economico che condizionerà in misura importante la vita del parco. Tra gli elementi fondamentali di queste valutazioni vi sono i parametri fisici del vento, velocità media, costanza, direzione ecc. valori che possono essere acquisiti soltanto con una lunga campagna di rilevazioni che non possono prescindere da quelle continuative di almeno un anno.

Ma non meno importanti sono le condizioni al contorno del parco quali rilievi, "rugosità" del suolo, vegetazione di alto fusto ecc. Alle quali si aggiungono ancora condizioni e limiti imposti da norme nazionali regionali o locali. Occorre infatti sottolineare che le buone caratteristiche del vento sono condizioni necessarie ma non sufficienti per poter realizzare un parco in un determinato sito. Esso deve infatti possedere le caratteristiche di facile accessibilità per il trasporto delle turbine e dei sostegni, deve essere possibile il rispetto di determinate distanze da costruzione normalmente abitate, mantenere distanze di sicurezza da strade statali o provinciali, dalle linee ferrate, dagli elettrodotti ecc. Tali norme per quanto riguarda la Sardegna sono contenute nello studio di cui all'art. 112 delle NTA del Piano Paesaggistico Regionale approvate con Delibera di Giunta

Le stesse si ispirano, negli aspetti generali, alle linee guida per la corretta progettazione di impianti eolici emanate dal Ministero della Pubblica Istruzione e pubblicate nel 2008 e s.i.

Nel caso in esame si sono rispettate tutte le norme richiamate per una buona e corretta progettazione e si è tenuto conto di tutti i requisiti fisici del vento e del sito valutati sulle produzioni di un parco eolico limitrofo all'area scelta per la installazione dell'aerogeneratore.

### **3.2 Lo studio anemologico e produttività**

E' l'importante fase di interpretazione dei dati registrati in campagna sulla "qualità" del vento che ci dà l'idoneità del sito ad accogliere un parco eolico. Esso si basa su un approfondito studio con simulazioni delle interazioni tra vento, suolo, e disposizione delle macchine nello stesso sito. Infatti l'orografia, l'asperità del suolo e la turbolenza creata dalle stesse macchine in una errata installazione possono annullare anche le buone capacità produttive del vento.

Nei calcoli teorici di produttività le misurazioni del vento in situ, normalmente, il "modulo" e la direzione vengono analizzati con metodi statistici e probabilistici dopo osservazioni e registrazioni che durano almeno un anno. La prima misura statistica è la **media** ma non la semplice media aritmetica, infatti supponendo che le velocità al di sotto della media e quelle al di sopra di questa abbiano la stessa probabilità, il contributo dato dalle velocità alte è assai maggiore di quelle basse essendo come noto l'energia posseduta dal vento proporzionale al cubo della velocità. Si devono quindi utilizzare altri tipi di media. I concetti risultano molto più comprensibili se si introduce il concetto di "funzione di densità di probabilità" (PDF: probability density function), nota anche come "distribuzione di probabilità".

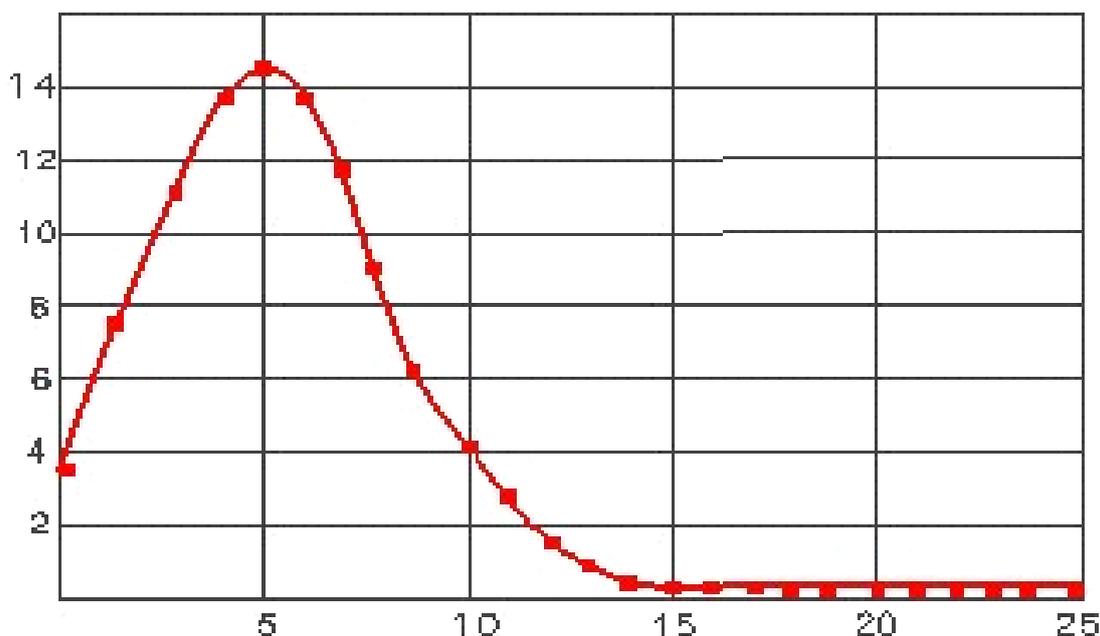
Il significato fisico della PDF per una qualsiasi variabile statistica è abbastanza facilmente intuibile, se si parte dalla costruzione di un istogramma: si dividono i dati in gruppi a seconda degli intervalli di valori nei quali cadono: il primo gruppo comprende ad esempio tutti i campioni aventi velocità medie comprese fra 0 e 1 m/s, il secondo quelli con velocità fra 1 e 2 m/s, e così via. Se il numero di campioni aumenta, e l'ampiezza degli intervalli si riduce (per esempio 0.5 m/s, 0.1 m/s, etc), il limite di questa procedura è la distribuzione di probabilità.

La distribuzione più nota ed usata nelle più disparate materie è la "Gaussiana", cioè la curva a campana che rappresenta molti fenomeni fisici, e anche la distribuzione degli errori di misura. Certamente meno nota ed utilizzata della Gaussiana, ma essenzialmente analoga nei contenuti, è la distribuzione di **Weibull**, che è stata considerata più adatta per la rappresentazione della statistica delle velocità medie del vento in particolar modo per quelle di breve periodo. Si tratta di una curva nella cui funzione vengono introdotti dei parametri  $c$  e  $k$  che rendono la forma della curva dipendente dalla velocità media ( $U$ ) e dal fattore di forma ( $K$ ), essendo

$$t(v) = k/c*(v/c)^{k-1} \exp(-(v/c)^k]$$

$U = C*\Gamma(1+1/K)$  dove  $\Gamma$  rappresenta la funzione di Eulero ed ha le dimensioni di una velocità

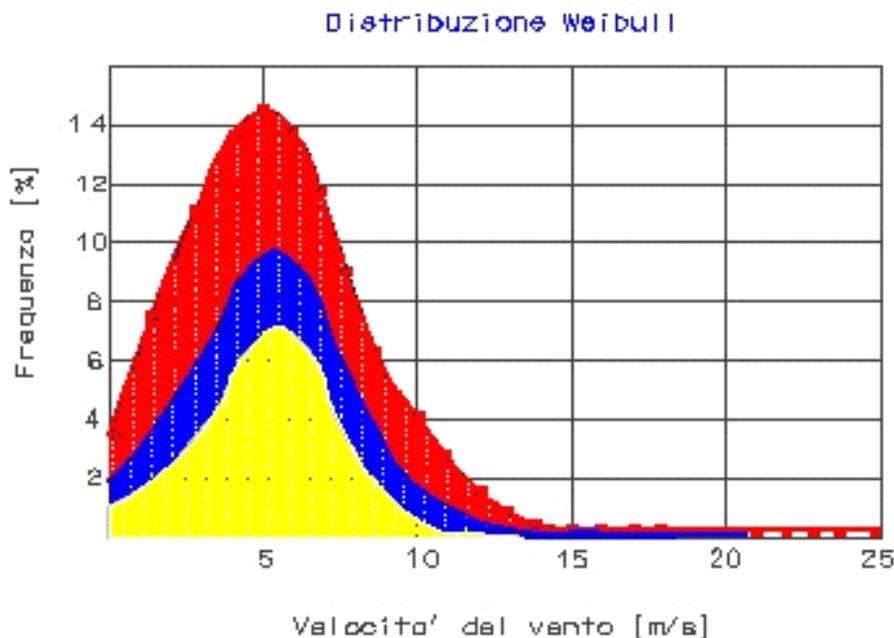
$K$  è un fattore dimensionale compreso fra 1,4 e 3,5



*esempio della distribuzione delle velocità in un sito*

Come si vede si tratta di una curva asimmetrica il cui significato è che al crescere della velocità media del vento la curva si sposta verso destra, mentre al crescere della varianza, cioè al crescere della variabilità del regime ventoso la curva si appiattisce a dimostrazione dei tanti intervalli di tempo in cui la velocità media viene superata.

E' ovvio che quanto più esteso è il periodo delle osservazioni, più attendibili saranno i risultati ottenuti, ed è ovvio altrettanto che non tutta l'energia posseduta dalla corrente, e valutata con detta espressione, possa essere sfruttata (Legge di Betz), di questa energia teoricamente disponibile solo una parte è realmente estratta dagli aerogeneratori. Appresso una rappresentazione grafica di quanto affermato.



Dove:

- in rosso l'energia posseduta dalla corrente
- in bleu l'energia teoricamente estraibile secondo la teoria di Betz

- in giallo l'energia effettivamente estraibile da un buon aerogeneratore

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato specifico che tratta ampiamente gli aspetti qui sopra solo marginalmente trattati.

### **3.3 Inquadramento territoriale**

L'area ove ubicare l'impianto è collocata nel Nord-Ovest della Sardegna in agro del comune di Buddusò che ospita quello che ancora oggi è il più grande parco eolico d'Italia con i suoi circa 150 Mw.

L'area ristretta, come visibile nella immagine che precede, si presenta con gli indelebili segni delle trascorse coltivazioni minerarie.



E' un'area, come suggerisce il toponimo che la distingue (Su Monte Ladu), genericamente "piatta" con i vecchi giacimenti coltivati a "fossa" oggi riempitisi naturalmente di acque meteoriche a creare piccoli laghetti. Le

discariche, invece, costituiscono cumuli di ritagli di pietra ove la vegetazione stenta a riprendersi per la totale mancanza di un minimo sub-strato di humus e per le forti pendenze con le quali sono accatastati.

Questi giacimenti, con gli elementari mezzi degli anni '70 venivano sfruttati lavorando le aree in cui famiglie di faglie strutturali avevano creato enormi bancate affioranti o compatte rocce tafonate comunque poggianti su superfici mammellonari sottostanti. Successivamente col progredire delle tecniche di abbattimento fu possibile anche la coltivazione a fossa delle parti più compatte. Questo ha comportato l'uso di esplosivi detonanti, non più quelli deflagranti, che producevano una quantità di sfridi mediamente pari al 50% dell'abbattuto. Sono così nate le enormi discariche ancora oggi visibili. L'area appare caratterizzata dai vuoti di coltivazione, dai rilevati degli sfridi e da piccole aree in cui il suolo costituito da granito fortemente arenizzato era destinato a piazzole di stoccaggio, piste interne, aree di carico ecc.

La soluzione, oggi attuata dall'azienda proponente consente, con la vendita del feldspato di recuperare quantomeno i costi e garantire un minimo compenso ai proprietari dei suoli e permette, alle aziende estrattive, ancora in essere, di annullare le discariche utilizzando il 100% del materiale abbattuto.

### **3.4 Inquadramento urbanistico**

Lo strumento di programmazione urbanistica del comune di Buddusò risale ai primi anni 2000 e fu adottato **in via definitiva con Delibera del C.C. n. \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_**. In base a tale piano l'area di cui ci si occupa ricade nelle **seguenti zone:**

Zona E <sub>5</sub> /2°	Aree marginali per attività agricole nelle quali è stata ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale
-------------------------	--

## **4) ASPETTI TECNICI DEL PROGETTO**

### **4.1 Generalità**

Al fine di garantire la piena operatività del parco e la necessaria connessione con la rete si prevedono una serie di interventi sull'area che possono definirsi in:

- adeguamento della viabilità interna esistente con sistemazione del piano viario
- approntamento della piazzola di cantiere per il sollevamento della torre l'assemblaggio della turbina
- scavi e realizzazione delle opere di fondazione dei sostegni alle turbine
- installazione degli aerogeneratori
- realizzazione degli scavi per la posa dei cavi elettrici finalizzati al trasporto della energia elettrica prodotta e per il monitoraggio e telecontrollo delle macchine
- approntamento dell'area per la realizzazione della sottostazione
- lavori di ripristino morfologico delle aree temporaneamente utilizzate
- collegamenti elettrici e collaudi delle opere

### **4.2 Caratteristiche dell'impianto**

Il progetto del parco prevede l'installazione di 1 aerogeneratore del tipo Leitwind LTV 90 0.95 MW dalle seguenti caratteristiche:

- potenza nominale singola macchina 0.99 Mw
- diametro del rotore 90 metri

- area spazzata 7.850 mq
- altezza al mozzo 80 metri
- velocità del vento per l'avvio 3 m/s
- velocità del vento alla potenza nominale 12.0 m/s
- velocità del vento di arresto 20 m/s
- N. di pale 3 con controllo elettrico del passo
- Numero di giri 7,8/15,0 g/min
- Tensione nominale di funzionamento 690 V
- Numero di giri nominale 900/1.800 g/min
- Direct drive

*L'immagine seguente rappresenta l'aerogeneratore che si vorrebbe installare*



*L'immagine seguente è un dettaglio della particolare "navicella"*

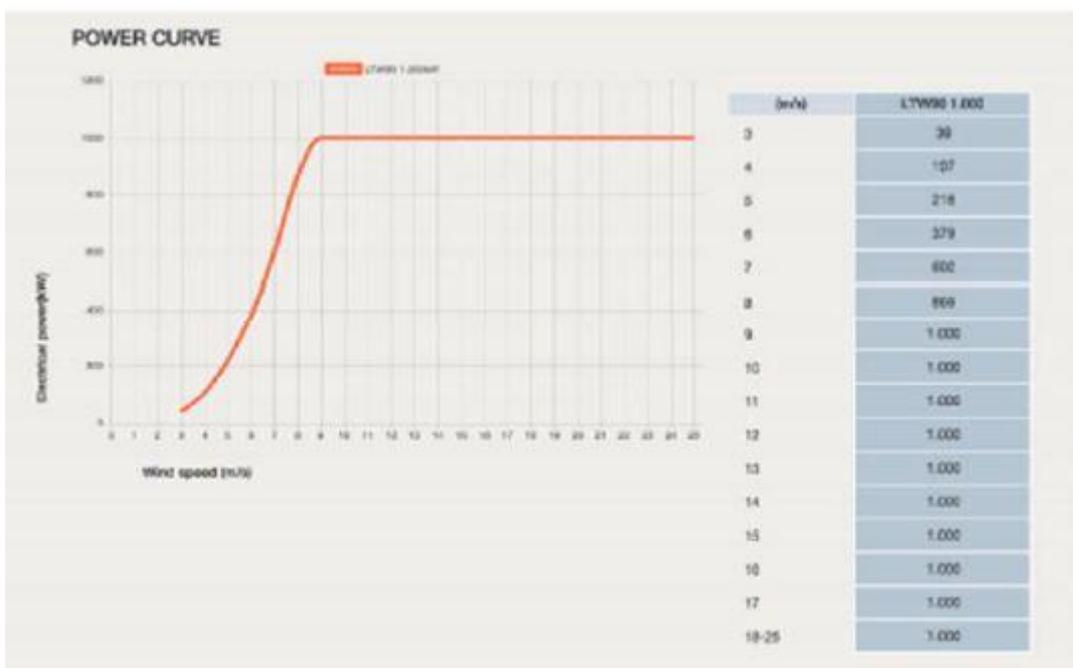


Non sono delle "macchine" recenti, ma affidabili, perfezionate nel corso degli anni e con l'esperienza per questo modello di oltre 500 installazioni nel mondo, la ditta costruttrice è la più diffusa in Europa nella sua classe.

L'elevata efficienza operativa e la configurazione flessibile permettono a questa turbina di avere un avvio ad appena 3 metri al secondo di velocità del vento e di raggiungere la prestazione massima ad una velocità del vento inferiore a 12 m/s, ideale per siti con elevato numero di ore di vento ed allo stesso tempo con velocità non elevatissime ed incostanti. Ha diverse configurazioni nel diametro delle pale e nell'altezza dei sostegni per renderla adattabile alle più disparate situazioni morfologiche ed alle più diverse condizioni di ventosità, ed un sistema automatico di variazione dell'angolo di attacco delle pale per dare alla macchina sempre la ottimale configurazione di maggior produttività.

E' all'avanguardia nella sicurezza essendo la macchina dotata di più sistemi di protezione quali la sicurezza parafulmine con sistema di rilevazione sulle pale e sulla stazione meteo, con percorsi di scarica predefiniti, protezione galvanica del sistema del generatore, protezione delle persone e della macchina grazie alla schermatura dei cavi rilevanti e l'impiego di sbarre collettrici.

A seguire la curva di potenza della macchina descritta.



### 4.3 La stazione di consegna

Come noto è la parte dell'impianto in cui la rete interna si connette alla Rete Nazionale per consentire il trasporto dell'energia prodotta dall'aerogeneratore. Si compone di un piccolo fabbricato, normalmente preassemblato di misura in pianta pari a 10\*2.5 m, esso è suddiviso in tre

distinti ambienti. Uno contiene le apparecchiature di connessione ed eventuale interruzione del "travaso" di energia da parte dell'azienda che gestisce l'aerogeneratore. Un secondo è destinato ad accogliere le apparecchiature di immissione in rete ed il suo controllo da parte dell'ente gestore della distribuzione in quel punto, di solito ENEL o TERNA. Nel terzo ambiente si trova solitamente l'area di misura, ovvero le apparecchiature in grado di misurare l'energia prodotta o assorbita dall'impianto.

#### **4.4 La rete viaria e piazzole temporanee di cantiere**

La rete viaria che servirà ad avviare e mantenere la proposta installazione sarà la medesima di quella che attualmente serve le attività estrattive della zona ed ancor di più quelle interne all'area di "Su Monte Ladu" ben visibili nelle foto aeree allegate ai paragrafi precedenti. Trattasi di piste in terra battuta in grado sopportare il traffico dei mezzi pesanti utilizzati per il trasporto del granito dai punti di estrazione fino al porto di Olbia. Hanno portanza superiore a quella necessaria per il transito dei mezzi che trasporteranno gli elementi in cui è stato suddiviso l'aerogeneratore previsto. Non è pertanto necessario realizzare nuove piste sarà invece necessario aumentare il raggio di curvatura in un unico punto del tracciato evidenziato di seguito, per facilitare il trasporto delle pale che hanno un peso modesto ma una lunghezza di circa 45 metri.



Il percorso evidenziato ha una lunghezza di circa 1250m e si diparte dalla quota 639 mslm per arrivare a 663 mslm con una pendenza media inferiore al 2%. Valori che consentono un agevole trasporto senza ricorrere alla creazione di nuove strade.

Il piano viario sarà sottoposto, nei tratti ove è maggiormente degradato, a lavori di straordinaria manutenzione, generalmente con ricariche di materiale arido presente in grandi quantità nelle immediate vicinanze come sfrido di lavorazione dei graniti. Non si prevede la realizzazione di opere d'arte di qualunque importanza.

Alla base dell'aerogeneratore verrà realizzata una piazzola di servizio le cui dimensioni in pianta dovranno avere dimensioni di circa 40x80 metri. In prossimità di uno dei vertici sarà realizzato lo scavo di fondazione per la torre

di sostegno mentre la restante superficie sarà utilizzata per l'assemblaggio del rotore, per il posizionamento della gru e per il collocamento temporaneo degli elementi in cui si suddivide il sostegno, oltre alle pale del rotore stesso così come evidenziato nella tavola dei particolari.

La piazzola, come chiarito, "contiene" la base del sostegno della turbina e come dalle prescrizioni regionali è stata ubicata in un punto la cui pendenza massima è inferiore al 15%

Tali superfici (piazzole) che hanno ragione di esistere durante la fase di montaggio e saranno via via smantellate col procedere dei lavori ed i materiali di scavo riutilizzati per coprire le fondazioni in cls e per la risagomatura degli scavi

Chiaramente nell'ambito di individuazione dei tracciati viari e della realizzazione della piazzola oltre al criterio della pendenza si è stati sensibili nell'individuare percorsi "denaturalizzati" quali sentieri e percorsi esistenti, assenza di piante di altofusto o macchia. Ancora si è puntigliosamente evitato l'intersezione col reticolo idrografico superficiale che comunque considerata la morfologia ed il modesto sviluppo interessato è stato abbastanza semplice.

#### **4.5 La regimazione delle acque**

La realizzazione della viabilità di servizio impone di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque superficiali al fine di scongiurare ristagni e possibili erosioni dei manufatti. A tal fine si è prevista una pendenza trasversale del piano viario del 1,5% e la realizzazione di una cunetta stradale atta a favorire il deflusso. Si è detto che i tracciati sono stati scelti evitando di interferire con l'idrologia superficiale e quindi non è necessario prevedere opere per attraversamenti, non di meno, in corrispondenza dei compluvi si ritiene di dover realizzare interventi che facilitino il deflusso

salvaguardando l'opera dalla erosione, quali canalette superficiali a grande curvatura pavimentate in selciato o il contenimento con assi di legno sempre in superficie.

## **4.6 Le linee elettriche**

### 4.6.1 Criteri generali

Tutte le nuove linee elettriche saranno del tipo interrato, all'interno di cavidotti di idonea sezione, ad una profondità minima di un 1,40 metri dal piano di campagna quando il percorso segue la viabilità, a profondità superiori in funzione delle aree interessate. Lo scavo sarà realizzato con mezzi meccanici per gran parte del tracciato ma in prossimità di eventuali manufatti, o situazioni particolari si procederà anche manualmente.

I cavidotti saranno posati su un letto di sabbia grezza di altezza pari ad almeno 10 cm mentre la larghezza dello scavo entro cui saranno posati sarà di 45 cm, insieme ai cavidotti sarà interrata una treccia di rame da 35 mmq ed il tutto ricoperto da almeno 30 cm di sabbia grezza, quindi verrà steso un corrugato da 50mmq per alloggiare i cavi del controllo remoto. Il tutto verrà ricoperto da ulteriori 10 cm di sabbia. Si procederà quindi col rinterro con materiale arido badando di stendere a circa 50 cm dal piano di campagna un nastro di segnalazione.

Il rinterro avverrà immediatamente avendo cura di costipare ed eventualmente innaffiare il materiale al fine di evitare successivi cedimenti.

Sono state previste 4 linee che comporteranno scavi per metri 1250. Considerato che parte del materiale di riempimento a ricoprimento dei cavi deve essere sabbia si avrà un surplus di materiale di scavo di circa 310 mc.

### 4.6.2 Criteri di scelta del tracciato

---

---

Per la disposizione planimetrica si consultino le tavole 11 e 12 che illustrano sia il percorso sia la distribuzione delle linee. Tutti sono stati scelti col criterio della sicurezza, del rispetto delle valenze ambientali, del minimo disagio alle attività esistenti, della facilità di intervento ed infine della facilità di esecuzione. Quasi tutti prevedono uno sviluppo parallelo alla viabilità esistente o appena creata.

## **5) PIANO DI DISMISSIONE**

Valutata in 20 anni la vita utile dell'aerogeneratore (*oggi moderne turbine sono realizzate per lavorare anche 30 anni*) alla scadenza si dovrà valutare l'ipotesi di proseguire l'attività produttiva o di smantellamento del parco.

La prima ipotesi è quella che si sta affermando in quei paesi (Danimarca, Germania e Spagna) ove la produzione da eolico si è avviata oltre 30 anni or sono ed in questi casi, più che ad una radicale revisione degli impianti si ricorre ad un *REPOWERING* ovvero alla sostituzione delle parti soggette ad usura ed affaticamento meccanico con nuove parti generalmente più evolute e performanti che allungano la vita degli impianti sin oltre i 50%

Nel caso in cui si decida invece per lo smantellamento occorre prevedere lo smontaggio dell'aerogeneratore con un ordine di operazioni inverso rispetto a quelle del montaggio. I costi da prevedere per tali operazioni dipendono in gran parte dallo stato delle macchine e dagli obiettivi che si perseguono con tale operazione. Infatti l'impianto o parti di esso possono essere revisionati e rimontati in altro sito, oppure si ricorre al riciclo delle materie prime in particolare rame e acciaio.

La prima ipotesi per quanto teoricamente vantaggiosa è più difficile da realizzare in quanto presuppone che esista un acquirente disposto a sostenere i costi di un attento smontaggio e contemporaneamente sia disposto a pagare il valore residuo delle macchine. Non viene pertanto

valutata. Della seconda è invece possibile stimare Fasi e Costi. Tale impegno può essere suddiviso in cinque fasi.

- smontaggio degli organi rotanti
- smontaggio della navicella
- smontaggio dei segmenti della torre
- demolizione strutture
- cavi elettrici

### **5.1 Smontaggio degli organi rotanti**

E' necessaria una gru principale da 400 t ed una ausiliaria da 200 t la prima imbraca singolarmente e successivamente le pale ed il mozzo e con l'ausilio a terra della seconda vengono smontati e caricati. Si stimano 20 ore di lavoro per entrambe le gru ed almeno 6 ore per una equipe di 4 smontatori. Una volta ultimato lo smontaggio ed il carico si procederà al trasporto presso centri di recupero attrezzati per recuperare soprattutto i metalli.

### **5.2 Smontaggio della navicella**

Anche in questo caso si utilizza la stessa attrezzatura di cui al passo precedente con tempi che sono ovviamente ridotti in quanto pur essendo la parte dell'impianto con maggior peso di tutta la macchina è sufficiente un solo "tiro" della gru che per giunta è già montata. Si ritiene sufficiente un impegno di 3 ore per la gru da 400 t e di 2 ore per la gru da 200 t e 2 ore per la squadra di tecnici.

### **5.3 Smontaggio dei segmenti della torre**

Lo smontaggio degli elementi che compongono la torre richiede un tempo "gru" che si può stimare in 6 ore di impegno di quella di maggior portata, e di circa 10 per quella minore in quanto si ritiene di dovere ridurre i tubolare in "fette" di misura pari a circa 10x2 metri. A questi impegni si sommeranno circa 10 ore di lavoro per la squadra dei tecnici a terra.

#### **5.4 Demolizione delle strutture**

Le strutture di fondazione saranno demolite ed asportate sino alla profondità di un metro dal piano di campagna con l'asportazione della flangia di attacco alla base della torre. La restante parte si ritiene di poterla lasciare in posto senza rischi ambientali. Gli scavi saranno opportunamente ripristinati attraverso il riempimento con materiale idoneo e con la stabilizzazione degli stessi con idrosemina al fine di favorire un rapido inerbimento che prevenga l'erosione ed il dilavamento della parte più esposta.

#### **5.5 Cavi elettrici**

Il recupero dei cavi posati sotto il piano di campagna meritano una attenzione particolare, più per i costi che per gli effetti sull'ambiente. Infatti accertato che alla profondità di posa prevista di 1,4 metri non arrecano rischi per il sistema ambientale, può nel caso di posa multipla diventare economico il recupero del rame, ed in questo caso può facilmente eseguirsi soprattutto per quello posato direttamente a terra, mentre diventa leggermente più oneroso nel caso di posa entro cavidotti, ma in entrambi i casi pur realizzando i lavori con tutti gli accorgimenti per la salvaguardia ambientale gli attuali costi del rame compensano il lavoro del recupero.

**Indice**

<b>1) PREMESSA.....</b>	<b>p 1</b>
1.1 L'energia eolica nel continente europeo e in Italia.....	p 1
1.2 L'energia eolica in Sardegna.....	p 7
1.3 L'intesa Regione – Provincia – Comune.....	p 8
1.4 La proposta della "ALLARA spa".....	p 10
<b>2) LA FATTIBILITA' DEL PROGETTO.....</b>	<b>p 11</b>
2.1 La legislazione nazionale.....	p11
2.2 La legislazione e le norme regionali.....	p 12
2.3 La normativa tecnica.....	p 14
2.3.1 Impianti elettrici.....	p 14
2.3.2 Opere in cemento armato.....	p
17	
2.3.3 Sicurezza e salute nei luoghi di lavoro.....	p 17
<b>3) LA FATTIBILITA' ECONOMICO-TECNICA.....</b>	<b>P 18</b>
3.1 Generalità.....	p 18
3.2 Lo studio anemologico e produttività.....	p 19
3.3 Inquadramento territoriale.....	p 23
3.4 Inquadramento urbanistico.....	p 24
<b>4) ASPETTI TECNICI DEL PROGETTO.....</b>	<b>p 28</b>
4.1 Generalità.....	p 28
4.2 Caratteristiche dell'impianto.....	p 28
4.3 La stazione di trasformazione.....	p 31

4.4 La rete viaria e piazzole temporanee di cantiere.....	p 32
4.5 La regimazione delle acque.....	p 34
4.6 Le linee elettriche.....	p 35
4.6.1 Criteri generali.....	p 35
4.6.2 Criteri di scelta del tracciato.....	p 35
<b>5) PIANO DI DISMISSIONE.....</b>	<b>p 37</b>
5.1 Smontaggio degli organi rotanti.....	p 38
5.2 Smontaggio della navicella.....	p 38
5.3 Smontaggio dei segmenti della torre.....	p 38
5.4 Demolizione delle strutture.....	p 38
5.5 Cavi elettrici.....	p 39