

**06-PdD**

**PIANO DELLE DEMOLIZIONI**

ambito amministrativo

**REGIONE MOLISE  
PROVINCIA DI CAMPOBASSO  
COMUNE DI TERMOLI**

titolo

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA  
CENTRALE TERMOELETTRICA A CICLO  
COMBINATO EX BG I.P. DI TERMOLI**

Scala

--

Formato

A4

Data

19/10/2017

Rev.

00

Verif.

✓

Rev. Amb.

tipologia

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED  
ECONOMICA**

committente

**snowstorm**

enti

progettista

Progettazione Ambientale  
ISO 14001:2015



studio di ingegneria  
ing. sergio iezzi

studio: Via Rigopiano 20/5, 65124 Pescara (PE) – fax. +39 085-41.70.136 – mob. +39 346.82.91.332 – e-mail: sergio@iezzi.eu –  
PEC: sergio@pec.iezzi.eu – Albo degli Ingegneri di Pescara n. 1764 – P.IVA: 01592970667 – C.F.: ZZISRG74P25G878H –web: iezzi.eu

**PROVINCIA DI CAMPOBASSO  
COMUNE DI TERMOLI**

**SNOWSTORM SRL UNIPERSONALE**

**PROGETTO RELATIVO ALLE  
ATTIVITA' DI DISMISSIONE E  
DEMOLIZIONE DELLA CENTRALE  
DI COGENERAZIONE DI TERMOLI  
(CB)**

**-PROGETTO DEFINITIVO-**

Elaborato	<b>R-2</b>	<b>Relazione tecnica</b>	
Scala			
REPERTORIO	<b>24/06/2015</b>		
Emissione/Revisione	<b>DATA</b>		
<b>0</b>			
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>STUDIO TECNICO POLIEDRA DELL'ING. SERGIO IEZZI</b> STUDIO: via RIGOPIANO 20/5 65124 PESCARA PEC: <a href="mailto:sergio@pec.iezzi.eu">sergio@pec.iezzi.eu</a>			
Il Committente  <b>SNOWSTORM SRL</b> <i>società unipersonale</i> Via Don Carlo Botta, 11 - 24122 BERGAMO Tel. 035 4218100 C. F. e P. IVA 03874090164		ENTI	II TECNICO

**PROGETTO RELATIVO ALLE ATTIVITA' DI DISMISSIONE E  
DEMOLIZIONE DELLA CENTRALE DI COGENERAZIONE DI  
TERMOLI (CB)**

## SOMMARIO

1. SCOPO E FINALITÀ .....	5
1.1. Descrizione sito .....	5
1.2. Contestualizzazione geografica del sito .....	6
1.3. Descrizione funzionamento impianto .....	8
2. SEQUENZA DELLE ATTIVITA' .....	9
2.1. Identificazione circuiti elettromeccanici e fluidici da salvaguardare .....	11
2.2. Scoibentazione impianti, tubazioni e macchinari da lane minerali .....	11
2.2.1. Rimozione coibentazioni artificiali vetrose.....	11
2.3. Bonifica circuiti fluidi d'impianto .....	14
2.3.1. Gas combustibile.....	14
2.3.2. Olio lubrificazione e controllo valvole .....	14
2.3.3. Acque di raffreddamento e iniezione.....	14
2.4. Scollegamenti elettrostrumentali di potenza e controllo negli armadi .....	15
2.5. Smontaggio e rimozione delle macchine/apparecchiature .....	15
2.6. Elenco rifiuti prodotti e destinazione finale .....	15
3. PIANO GENERALE DELLE DEMOLIZIONI .....	16
3.1. Operazioni preliminari alle attività di demolizione/smontaggio.....	16
3.1.1. Indagini ambientali .....	16
3.1.2. Svuotamento edifici.....	17
3.2. Allestimento area di cantiere .....	18
3.3. Demolizione/smontaggio e smaltimento degli impianti .....	21
3.3.1. Demolizione strutture orizzontali.....	21
3.3.2. Demolizione dei camini .....	26
3.3.3. Demolizioni interne (casing e fasci tubieri) con escavatore .....	29
3.3.4. Demolizione opere in c.a. e fondazioni .....	30
3.4. Pulizia giornaliera .....	32
3.5. Pulizia Finale dell'Area.....	32
4. CONSIDERAZIONI SULL'IMPATTO AMBIENTALE .....	33
4.1. Operazioni preliminari e bonifiche .....	33
4.1.1. Fluidi e sostanze pericolose.....	33
4.2. Operazioni di demolizione.....	33
4.2.1. Rumore.....	33
4.2.2. Polveri .....	35

4.3. Gestione dei rifiuti .....	36
APPENDICE A - RUMORE.....	38
5. CONSIDERAZIONI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE SONORE.....	39
5.1. Scopo.....	39
5.2. Definizioni.....	40
a. Livello di pressione acustica in presenza di più sorgenti sonore .....	45
b. Descrizione delle lavorazioni da eseguire e loro localizzazione .....	45
c. Considerazioni sulla contemporaneità di più macchine operatrici .....	46
5.3. Considerazioni finali.....	52
5.4. Elaborazione dati conclusivi .....	52
APPENDICE B - POLVERI.....	54
6. CONSIDERAZIONI SULLA EMISSIONE DI POLVERI.....	55
6.1. Sorgenti di emissioni.....	55
6.2. Termine sorgente .....	55
6.2.1. Indicatore di riferimento .....	55
6.3. Limiti di legge .....	57
6.4. Modellistica .....	57
6.4.1. Il codice WINDS.....	58
6.4.2. Il codice P6 .....	58
6.5. Simulazioni condotte.....	59
6.5.1. Dati meteo e orografici utilizzati nella simulazione.....	59
6.6. Risultati .....	63
6.7. Considerazioni finali.....	64
ALLEGATO 1 - PIANO DI INDAGINE AMBIENTALE .....	66

## **1. SCOPO E FINALITÀ**

La Società Snowstorm S.r.l. ha in progetto la dismissione ed il completo smantellamento della centrale termoelettrica di cogenerazione realizzata nel biennio 1996-1997.

In sintesi il progetto di decostruzione riguarda le seguenti apparecchiature, opere ed impianti:

- due turbine a gas da 40 MWe;
- relative caldaie a recupero;
- turbine a vapore;
- sistema di scambiatori vapore/acqua;
- condensatori ad aria;
- caldaie ausiliarie di avviamento;
- relativi componenti ausiliari;
- strutture in cemento armato di contenimento in elevazione.

Nella presente relazione tecnica vengono altresì espresse alcune considerazioni in riferimento agli aspetti di impatto delle lavorazioni sull'ambiente circostante.

### **1.1. Descrizione sito**

La Centrale di Termoli, che copre un'area di 21.275 mq, è entrata in esercizio commerciale nel 1997. E' una centrale termoelettrica cogenerativa bi-gruppo del tipo a ciclo combinato che utilizzava gas metano.

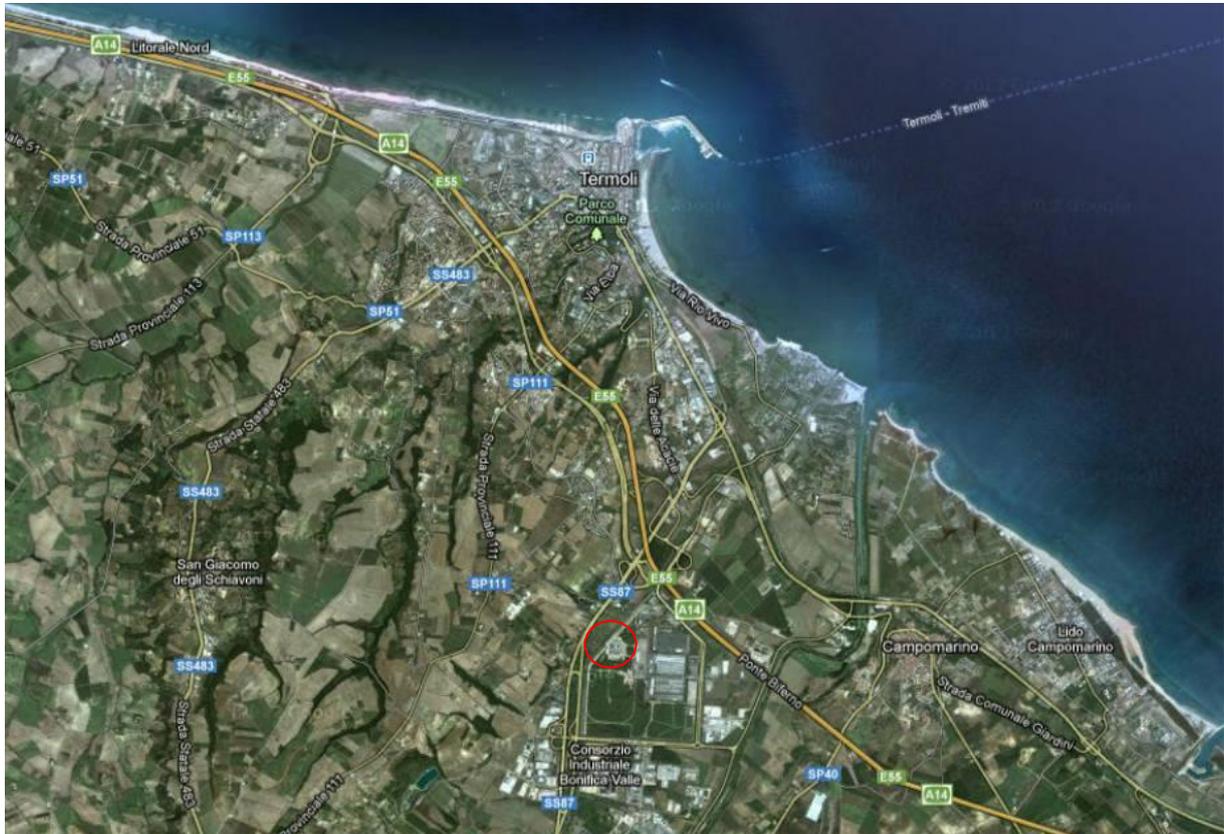
La cogenerazione era affidata a due gruppi identici ciascuno costituito da una turbina a gas e una turbina a vapore, accoppiate ad un unico generatore elettrico in grado di produrre una potenza elettrica nominale di 50 MW.

La potenza elettrica nominale complessiva della Centrale era quindi pari a 100 MW.

L'energia elettrica prodotta veniva venduta al Gestore del Sistema Elettrico GSE (ex Enel), mentre il vapore veniva utilizzato per uso industriale nello stabilimento adiacente della Fiat Powertrain Technologies S.p.A. ed al vicino stabilimento VIBAC S.p.A. (produzione nastri adesivi).

## 1.2. Contestualizzazione geografica del sito

Si riportano qui di seguito alcune immagini satellitari e/o aeree riguardanti la centrale in oggetto.



*Immagine satellitare dell'area*



*Vista di insieme dell'area industriale*



*Vista dall'alto della Centrale*



*Vista aerea della Centrale*



*Foto N. 1- Ingresso della Centrale*

### **1.3. Descrizione funzionamento impianto**

Il singolo impianto prevedeva un funzionamento di base continuato, esportando energia elettrica sulla rete nazionale a 150 kV.

La singola turbina a gas era alimentata a metano, i gas di scarico erano avviati alla relativa caldaia a recupero, funzionante a due livelli di pressione. Il vapore generato nella sezione di alta pressione della caldaia a recupero veniva impiegato per la generazione di energia elettrica tramite una turbina a vapore a derivazione e condensazione, da 10 MWe.

In assetto di cogenerazione il vapore di bassa pressione della caldaia a recupero veniva utilizzato nel sistema di scambiatori vapore/acqua per il surriscaldamento dell'acqua ad uso riscaldamento e tecnologico per lo stabilimento confinante del Gruppo FIAT.

In assetto combinato il vapore a bassa pressione veniva impiegato per la generazione di energia elettrica. Le condense di ritorno del sistema di scambiatori vapore/acqua venivano normalmente restituite a valle del pozzo caldo del condensatore principale, dal quale venivano prelevate e rimesse in ciclo.

## 2. SEQUENZA DELLE ATTIVITA'

Di seguito, in forma elencativa, la sequenza degli interventi da intraprendere per la dismissione degli impianti di cui al presente progetto:

1. Identificazione circuiti elettromeccanici e fluidici da salvaguardare, realizzazione di tagli, scollegamenti e/o flangiature cieche di sezionamento e isolamento per consentire l'inizio dei lavori su macchinari e impianti oggetto della dismissione;
2. Scoibentazione impianti, tubazioni e macchinari da lane minerali non pericolose;
3. Bonifica circuiti fluidi d'impianto. I principali circuiti interessati sono:
  - Gas combustibile (bonifica e flussaggio in azoto già avvenuta),
  - Olio lubrificazione e controllo valvole,
  - Acqua di raffreddamento e iniezione.
4. Scollegamenti elettrostrumentali di potenza e controllo negli armadi della sala quadri elettrici, armadi del cabinato controllo e morsettiere in campo. Scollegamento tra Cabinati Controllo locali e Sala Controllo centralizzata;
5. Demolizione delle macchine/apparecchiature principali e ausiliarie (Turbina a Gas, Alternatore, Step-up Trafo, ecc).

L'oggetto della demolizione di cui al punto 5 precedente può essere così riassunto:

- a) Demolizione e smaltimento dei materiali quali:
- Quadri elettrici di potenza;
  - Quadri elettrici/elettronici di controllo;
  - Alternatore con tutti i suoi ausiliari, inclusi quadri eccitazione, AVR, interruttore di macchine e condotto sbarre;
  - Turbina a Gas con tutti gli skid ausiliari (Olio, Gas Metano, Acqua raffreddata e DeNOx);
  - Scambiatore aria/acqua raffreddamento in circuito chiuso;
  - Camera filtri, condotto e silenziatore d'aspirazione area comburente;
  - Condotto orizzontale di scarico;

- Recuperatore di calore dai gas di scarico;
  - Collegamento tra recuperatore e ciminiera finale;
  - Ciminiera e relativa struttura di sostegno;
  - Cabinati vari (Tg, Quadri elettrici, Alternatore, etc.);
- b) Demolizioni di tipo civile sino a quota fondazioni (escluso edificio controllo)

Per le demolizioni in parola si utilizzeranno cesoie, pinze e martelloni oleodinamici installati su escavatori di grande potenza (50-60 tonn in assetto operativo) e autogru per le fasi di smontaggio.

Di seguito la descrizione schematica degli interventi prima elencati.

## **2.1. Identificazione circuiti elettromeccanici e fluidici da salvaguardare**

Prima fase in ordine di tempo riguarda l'identificazione circuiti elettromeccanici e fluidici da salvaguardare, realizzazione di tagli, scollegamenti e/o flangiature cieche di sezionamento e isolamento per consentire l'inizio dei lavori su macchinari e impianti oggetto della dismissione.

Si procederà con la mappatura dei sottoservizi esistenti che dovranno rimanere in essere effettuando la loro individuazione, segnalazione e protezione in modo da non avere interferenze successive in fase di smantellamento dell'impianto.

## **2.2. Scoibentazione impianti, tubazioni e macchinari da lane minerali**

### **2.2.1. Rimozione coibentazioni artificiali vetrose**

Nelle fasi propedeutiche alle operazioni di scoibentazione saranno installati i box di cantiere con annessi i servizi igienici ad uso cantiere, le zone di lavoro saranno recintate per mezzo di recinzione mobile e/o nastro bi-colore e saranno posizionati appositi cartelli di pericolo.

Nei limiti degli impianti caldaia a recupero con estensione alle tubazioni afferenti i turbogeneratori ivi compresa la turbina a vapore e gli impianti di servizio, si procederà alla rimozione dei materiali coibenti. In fase preliminare si effettuerà una valutazione del rischio che comprenderà una dettagliata localizzazione e validazione della tipizzazione dei vari prodotti già effettuata in passato. Questo allo scopo di approntare le misure di prevenzione adeguate.

Si opererà quindi nel seguente modo:

#### **a. Delimitazione dell'area di lavoro - Zona di rispetto**

Si dovrà predisporre una zona in cui verranno svolti i lavori di rimozione di manufatti in fibra minerale. La zona dovrà essere adeguatamente delimitata e segnalata, onde consentirne l'accesso ai soli addetti ai lavori. La superficie da delimitare dovrà comprendere, oltre alla zona di lavoro anche il deposito temporaneo dei materiali di risulta.

#### **b. Rimozione dei prodotti coibenti**

Tutti i prodotti in fibra minerale artificiale che si presentano con la superficie "a vista" devono essere convenientemente imbibiti con acqua o con soluzioni a base di collanti. I tempi di intervento dovranno essere differenziati: immediati per la bagnatura con sola acqua e dopo il tempo necessario all'essiccazione, per la bagnatura con collanti; la successiva rimozione deve essere eseguita totalmente a mano con l'eventuale ausilio di utensili manuali come raschietti, coltelli o

forbici. Eventuali operazioni come la rimozione di prodotti a spruzzo possono richiedere un'accurata pulizia delle superfici trattate. Questa può essere effettuata con spazzole metalliche manuali dopo aver nebulizzato acqua sulla superficie da ripulire. E' buona norma non accumulare sul piano di lavoro (pavimento) grandi quantitativi di materiale rimosso, è opportuno quindi procedere all'insaccamento immediato in sacchi di polietilene di adeguato spessore.

### **c. Pulizie finali e restituibilità**

Dopo la rimozione del materiale coibente e lo sgombero dell'area temporanea di deposito si dovrà procedere ad una pulizia accurata dell'area di lavoro . Si dovrà procedere ad una attenta ispezione visiva dell'area operativa per verificare la completa rimozione dei materiali e dei residui della lavorazione e se del caso far procedere ad una successiva pulizia. Tutte queste operazioni dovranno essere effettuate prima dello smantellamento del cantiere di "rimozione lane".

Di seguito alcune foto riguardanti gli impianti o parte di essi da scoibentare.



*Vista impianti - Coibentazioni*



*Tubazioni afferenti- Coibentazioni*



*Vista di alcuni impianti- Coibentazioni*

## **2.3. Bonifica circuiti fluidi d'impianto**

I principali circuiti interessati sono:

- Gas combustibile (bonifica e flussaggio in azoto già avvenuta),
- Olio lubrificazione e controllo valvole,
- Acqua di raffreddamento e iniezione.

### **2.3.1. Gas combustibile**

Come già accennato le tubazioni metano sono, all'atto dell'a redazione del presente Piano, state già bonificate da gas combustibile e poste in pressione d'azoto.

### **2.3.2. Olio lubrificazione e controllo valvole**

Le operazioni di bonifica si svolgeranno attraverso lo svuotamento delle tubazioni la pulizia delle apparecchiature e dei serbatoi.

In prima istanza si eseguirà l'allaccio delle condotte di aspirazione delle autobotti adibite allo spurgo agli attacchi flangiati che si trovano nei pressi delle pompe di travaso.

Dopo aver effettuato l'operazione di aggancio delle pompe, all'interno delle condotte sarà immesso un prodotto biodegradabile intervallato da getti d'acqua ad alta pressione e/o vapore. Tale prodotto ha la funzione di pulire le condotte e asportare ogni residuo del materiale che esse trasportavano. Lo stesso trattamento sarà ripetuto per i motori e per gli altri macchinari in modo da eliminare ogni residuo di materiale inquinante. I punti di ingresso e uscita delle sostanze "lavanti" saranno, per quanto possibile, scelti il prima nel punto più alto e la seconda nel punto più basso.

Successivamente saranno recuperati i reflui di lavaggio e saranno convogliati su autobotti aspiranti. Verranno prelevati alcuni campioni dei reflui e una volta analizzati e classificati tramite l'assegnazione del codice CER, i reflui potranno essere conferiti presso centri di smaltimento autorizzato.

In ultima istanza si eseguiranno specifiche aperture sulle tubazioni e/o componenti per poter poi eseguire prove di gas free che autorizzeranno le successive fasi di demolizione.

### **2.3.3. Acque di raffreddamento e iniezione**

Per pulire la componente impiantistica sono necessarie operazioni molto simili a quelle descritte precedentemente. Per prima cosa si deve procedere alla svuotamento dei vari tank, poi seguirà il lavaggio ad opera di addetti specializzati. Successivamente saranno recuperati i reflui e saranno

convogliati su autobotti aspiranti. Verranno prelevati alcuni campioni dei reflui e una volta analizzati e classificati tramite l'assegnazione del codice CER, i reflui potranno essere conferiti presso centri di smaltimento autorizzato.

#### **2.4. Scollegamenti elettrostrumentali di potenza e controllo negli armadi**

Si procederà con gli scollegamenti elettrostrumentali di potenza e controllo negli armadi della sala quadri elettrici, verificando gli armadi del cabinato controllo e le morsettiere in campo. Ulteriormente si dovrà procedere con lo scollegamento tra Cabinati Controllo locali e Sala Controllo centralizzata.

#### **2.5. Smontaggio e rimozione delle macchine/apparecchiature**

Tale fase di intervento sarà più dettagliatamente descritta nel capitolo 3 seguente.

#### **2.6. Elenco rifiuti prodotti e destinazione finale**

I rifiuti ottenuti in seguito della pulizia degli impianti e della demolizione dei serbatoi e delle strutture presenti in loco saranno catalogati, classificati e verrà assegnato loro il rispettivo codice CER; dopodiché saranno conferiti presso impianti di smaltimento autorizzati esterni alla centrale. Di seguito viene riportata una tabella con una lista indicativa e probabile dei rifiuti prodotti e il rispettivo codice CER:

<b>DENOMINAZIONE E QUANTITA' PRESUNTE</b>	<b>CODICE CER</b>
Olio combustibile e carburante diesel	13 07 01
Olio lubrificante	13 02 08
Rifiuti contenenti olio	16 07 08
Oli sintetici per circuiti idraulici	13 01 11
Filtri oli	16 01 07
Assorbenti, materiali filtranti pericolosi	15 02 02
Ferro e acciaio	17 04 05
Rifiuti misti da costruzione e demolizione	17 09 04
Miscele bituminose	17 03 02
Altri materiali isolanti (lane minerali)	17 06 03
Metalli misti	17 04 07
Apparecchiature fuori uso non pericolose	16 02 14

### **3. PIANO GENERALE DELLE DEMOLIZIONI**

I lavori di demolizione delle macchine/apparecchiature principali e ausiliarie (Turbina a Gas, Alternatore, Step-up Trafo, ecc) e delle strutture facenti parte dell'intera sezione produttiva sull'area della Centrale procederanno seguendo l'iter di seguito riportato.

Per le due successive fasi è stato elaborato uno specifico paragrafo che descrive la metodologia di smontaggio/demolizione individuata.

Inoltre, preliminarmente all'attività di demolizione vera e propria (secondo l'iter precedentemente riportato), si rende necessaria una prima fase di cantieramento seguita da una fase propedeutica all'attività di demolizione descritta nel seguente capitolo.

#### **3.1. Operazioni preliminari alle attività di demolizione/smontaggio**

Al fine di rendere possibili la demolizione, devono essere effettuate alcune operazioni preliminari, che comprendono essenzialmente:

- Indagini ambientali;
- Bonifica dei cicli, degli impianti e dei serbatoi;
- Isolamento delle parti da demolire da altri impianti (elettrici, meccanici e fluidi);
- Svuotamento degli edifici

L'isolamento da impianti elettrici, meccanici e fluidici delle parti da demolire sarà eseguito preliminarmente all'inizio dei lavori, ricavandone tutte le informazioni utili alla caratterizzazione dell'impianto e delle condizioni al contorno.

Per quanto concerne le attività di bonifica si rimanda allo specifico capitolo. Qui di seguito si riporta una descrizione delle metodologie di demolizione impiegate per le varie strutture che insistono sull'area in esame.

##### **3.1.1. Indagini ambientali**

Preliminarmente alle attività di demolizione/smontaggio è stata svolta una campagna preliminare di indagine ambientale come da documento specifico riportato in **Allegato 1.**

### 3.1.2. Svuotamento edifici

Tra le attività preliminari alle demolizioni, si annovera lo svuotamento degli edifici. La modalità di intervento sarà indirizzata a:

- rimuovere tutti i materiali stoccati all'intero e/o all'esterno dei fabbricati;
- rimuovere i macchinari contenuti nei diversi edifici da demolire.

La rimozione di materiali sarà eseguita utilizzando mezzi di sollevamento, previo sezionamento mediante taglio a caldo ove necessario.

In particolare, la sequenza standard di operazione per la rimozione di un componente prevede:

- imbraco mediante funi agganciate ad autogrù, dove possibile, o a tirfor; l'imbraco dei componenti avverrà, ove possibile, utilizzando i punti di aggancio originali, previa verifica visiva del buono stato di conservazione degli stessi;
- messa in tiro delle funi e esecuzione del taglio di sezionamento; il taglio dovrà essere praticato a sufficiente distanza dai punti di aggancio (almeno 50 cm) al fine di non danneggiare le brache nonché dai supporti che rimarranno in essere per i tratti ancora non rimossi;
- presa in carico del pezzo da parte dell'autogrù o del tirfor;
- allontanamento del personale addetto al taglio,
- verifica che il campo di manovra sotteso a tutta la trattoria del carico sia libero da persone ed intralci e rispetti i vincoli impiantistici specifici,
- movimentazione del pezzo tagliato.

Tutte le operazioni in quota (imbraco, tagli a caldo) saranno effettuate da piani di servizio esistenti o da piani provvisori (trabattelli o piccoli ponteggi) montati all'uopo o da piattaforma idraulica, posta sempre a lato del pezzo da tagliare e con cesta e braccio non sovrapposti né interferenti con il braccio dell'autogrù.

In questa fase sono anche comprese tutte quelle attività relative alla rimozione di tutti i rifiuti presenti nell'area di competenza del fabbricato (soft strip out).

Le rimozioni dovranno essere eseguite tenendo conto della seguente procedura:

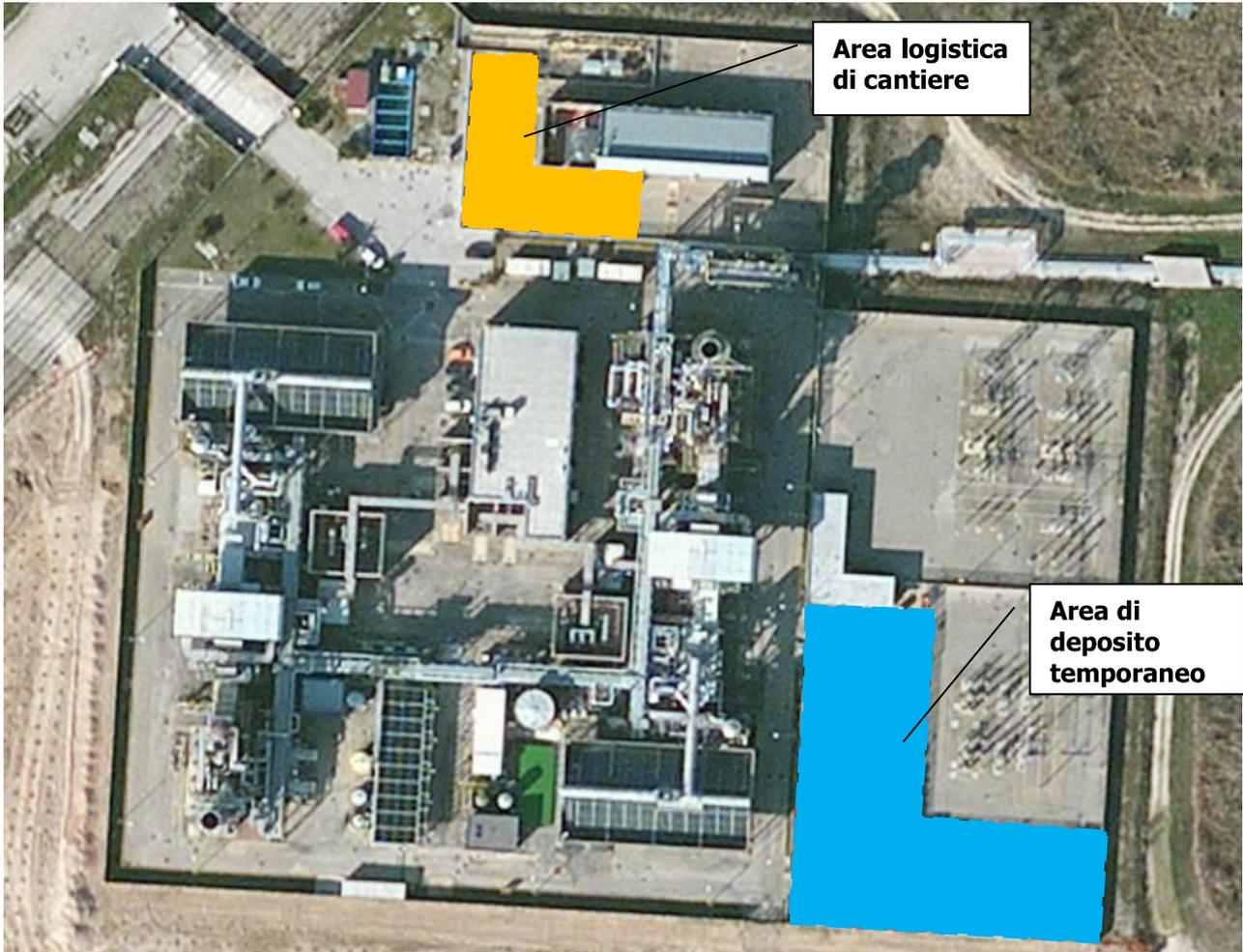
- verifica accessibilità della zona dove è posto il rifiuto da rimuovere,
- nel caso di rifiuto presente in quota costituire idoneo piano di lavoro (anche montando ponteggi, tra battelli o utilizzando piattaforme aeree),

- verificare lo stato di conservazione del rifiuto da rimuovere (p.e. nella rimozione dei controsoffitti, impianti idrici ecc..),
- individuare la più idonea metodologia di rimozione che preferibilmente sarà tramite l'impiego di macchinari (es. miniescavatori),
- rimuovere il rifiuto/elemento e deposito in area dedicata individuata nella zona dell'edificio in questione. A tal proposito esternamente all'edificio verranno individuate due aree distinte di stoccaggio (pericolosi e non),
- smaltimento del rifiuto secondo la normativa vigente

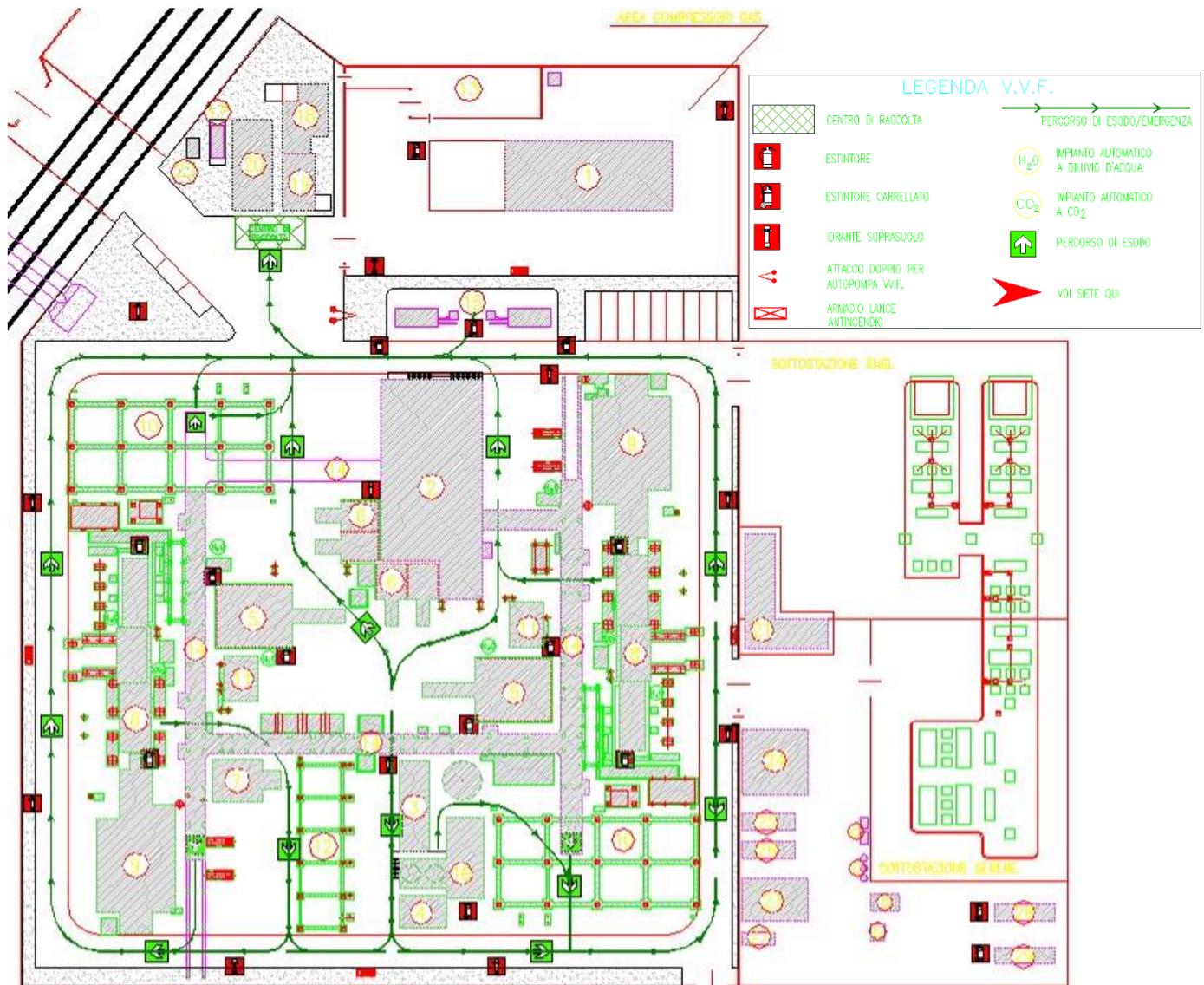
Sarà preferito le demolizioni tramite tagli a caldo esclusivamente dopo autorizzazione. In caso contrario si dovranno utilizzare esclusivamente tagli a freddo o smontaggio con attrezzature idonee. Il materiale rimosso dovrà essere accatastato in funzione della sua natura ed evacuato per lo smaltimento finale su automezzo.

### **3.2. Allestimento area di cantiere**

In questa fase si procederà alle operazioni preliminari di delimitazione e predisposizione del cantiere e di posizionamento della segnaletica di sicurezza e di salute sul luogo di lavoro. Quale prima attività di cantiere si provvederà all'installazione delle baracche di cantiere (box uffici/spogliatoio e box attrezzi). Le baracche saranno installate in zona distinta dal cantiere. Le baracche saranno trasportate mediante automezzo attrezzato con propria gru atta alla movimentazione delle baracche stesse. Una volta imbracate, calate a terra e posizionate, si provvederà all'allacciamento idrico delle baracche e alla posa dei servizi igienici. Successivamente, si provvederà ad allacciamento elettrico al punto di fornitura richiesto dall'impresa. Le baracche di cantiere, alternativa all'impiego dei locali esistenti, verranno disposte nell'area sotto individuata e l'esatta posizione di tali baraccamenti sarà oggetto di ricognizione e verifica in campo.



*Vista dall'alto – Area adibita alla logistica di cantiere e deposito temporaneo*



*Lay-out con individuazione percorsi*

Nelle zone laterali ai "gruppi" e più precisamente negli antistanti piazzali sono state individuate idonee aree da adibire a deposito e stoccaggio dei materiali di risulta dalle demolizioni. Si chiarisce che i depositi e gli stoccaggi dei materiali individuati nelle aree prospiciente i gruppi verranno utilizzati soltanto nella prima fase di demolizione relativa allo smantellamento delle caldaie. Per tutte le altre fasi di lavoro verranno utilizzate anche le aree individuate dall'impronta degli stessi impianti man mano rimossi. Inoltre, i materiali di risulta degli smantellamenti, una volta ridotti di dimensioni trasportabili e/o pronto forno saranno inviati allo smaltimento nel più breve tempo possibile, in fase con il progredire delle demolizioni, evitando così eccessivi accumuli di materiale all'interno del cantiere. Inoltre, in prossimità delle baracche di cantiere verrà adibita un'area da dedicarsi a parcheggio per l'attività cantieristica. In questo modo si evita la commistione tra i parcheggi destinati al personale del cantiere e zone di lavoro.

### 3.3. Demolizione/smontaggio e smaltimento degli impianti

Di seguito la descrizione sintetica delle metodologie di demolizione riferite agli elementi impiantistici più rilevanti. Si descriverà la:

- Demolizione strutture orizzontali;
- Demolizione dei camini;
- Demolizioni casing con escavatore;
- Demolizione opere in c.a.

#### 3.3.1. Demolizione strutture orizzontali

A titolo esemplificativo, si riportano qui di seguito, alcune immagini ritraenti degli elementi orizzontali oggetto di rimozione. Nella fattispecie in questa fase si rimuoveranno strutture e condotti.



*Immagine con individuazione di alcune strutture da rimuovere*

La demolizione dei condotti verrà effettuata:

- nelle zone raggiungibili da terra, mediante escavatore attrezzato con cesoia.
- nelle zone non raggiungibili con i mezzi da terra, mediante taglio a caldo dai piani di servizio esistenti o da piattaforma idraulica e con l'ausilio di autogrù;

Per lo smontaggio delle strutture in carpenteria metallica, sulle quali poggiano le tubazioni orizzontali, si procederà tramite l'ausilio di gru idraulica della portata di 150 ton e una/due piattaforme aeree di circa 20 metri.

Si provvederà al piazzamento del mezzo di sollevamento sull'esistente pavimentazione (il posizionamento avverrà tra i vari elementi impiantistici in funzione del condotto da rimuovere) perpendicolarmente al rack e con piattaforma semovente si accederà in quota per l'esecuzione e degli imbraghi e dei vari sezionamenti a caldo.

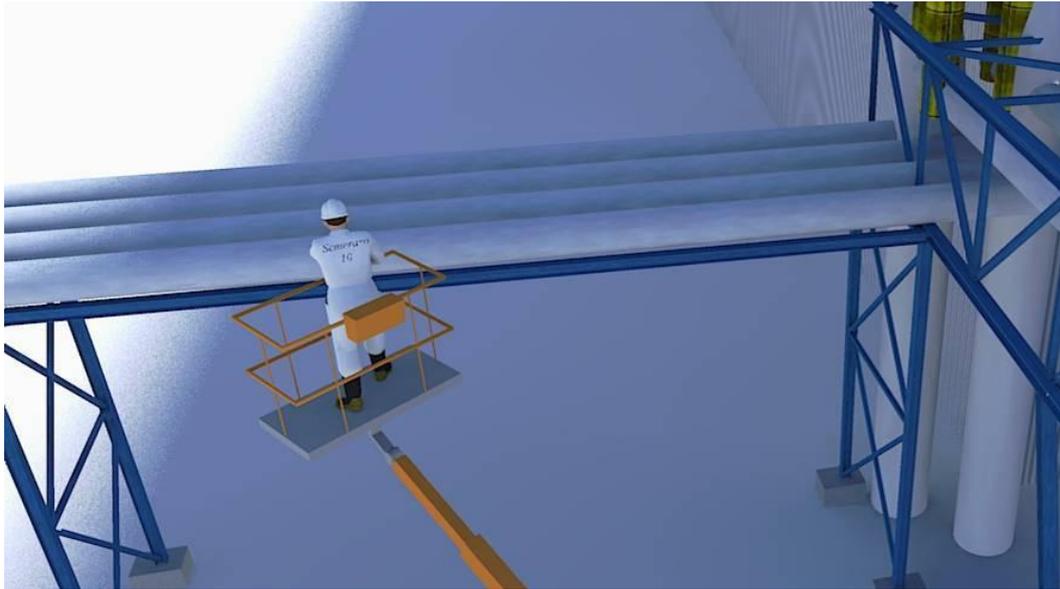
Dopo l'applicazione della procedura di cui sopra si potrà procedere con il sezionamento della medesima al fine di svincolarla dalla restante porzione di impianto in essere. Il sezionamento non comporterà alcuna labilità verticale in quanto il tronco di tubazione ottenuto sarà sorretto e vincolato alla struttura in carpenteria metallica che lo sostiene.

La fase di lavoro si articolerà nel seguente modo:

1. arrivo in quota tramite piattaforma aerea;
2. individuazione del tronco da rimuovere;
3. esecuzione forometria;
4. predisposizione dell'imbrago.



*Accesso in quota tramite piattaforma aerea*



*Attività di individuazione del tronco e forometria*

#### **a) Imbrago, taglio e calo a terra**

Di seguito si riporta segnatamente la sequenza operativa d'intervento per il taglio a caldo delle tubazioni:

- individuare i punti di sezionamento; questa operazione sarà fatta dal Capocantiere o dal Caposquadra incaricato dell'operazione; per quanto possibile, i punti di sezionamento dovranno essere individuati in modo che la parte di tubazione non rimossa rimanga sopportata dagli agganci originari; se ciò non fosse possibile si dovrà provvedere a posizionare punti di vincolo nuovi in modo da assicurare che la parte non rimossa sia sostenuta;
- individuare i punti di imbrago e procedere con l'esecuzione del vincolo della fascia/catena/fune alla tubazione;
- lieve messa in tiro;
- eseguire il taglio di sezionamento ad una estremità; questo andrà praticato a sufficiente distanza dai punti di aggancio (almeno 50 cm) al fine di non danneggiare le brache;
- eseguire il taglio di sezionamento all'estremità opposta, partendo dall'alto, in modo da creare una cerniera plastica e consentire alla tubazione di adagiarsi al vincolo di imbrago realizzato;

Nel caso di tubazioni imbracate, allontanarsi dal pezzo prima di dare inizio alla manovra di sollevamento:

- accertarsi che il campo di manovra sotteso a tutta la trattoria del carico sia libero da persone ed intralci e rispetti i vincoli impiantistici specifici;
- iniziare e concludere la manovra di sollevamento, con il calo a terra del pezzo.

Per le tubazioni gli addetti opereranno da piattaforma aerea.



*Sezionamento tubazione, sollevamento e calo a terra*

Le strutture metalliche smontate saranno ulteriormente ridotte di pezzatura a terra mediante cesoia idraulica o cannello ossipropanico. I materiali di risulta saranno trasportati a discarica mediante autocarro.

Il materiale di risulta sarà completamente rimosso, lasciando un fondo piano, stabile, senza intralci, calpestabile in sicurezza.

La demolizione con escavatore sarà realizzata prevalentemente con:

- per componenti orizzontali: sezionamento di una estremità del componente mediante cesoia idraulica montata su escavatore, quindi della seconda estremità, con caduta a terra del pezzo, all'interno dell'area di sicurezza precedentemente individuata. L'area di sicurezza dovrà essere perimetrata con recinzione metallica; sarà inoltre prevista la sorveglianza da parte di un preposto. Sarà tenuta a disposizione una manichetta per l'abbattimento delle polveri (allorquando prodotte);
- per componenti verticali: ammorsamento con cesoia nella parte sommitale della colonna, piegatura della colonna verso terra, quindi cesoiamento o taglio a caldo alla base; per componenti di spessore superiore, la fase di piegatura verso terra potrà essere preceduta dalla incisione alla base (effettuata mediante cesoia o taglio a caldo), in modo da intaccare circa il 30-50% della sezione e creare un punto di indebolimento ("cerniera") per la successiva operazione di piegatura; l'incisione sarà fatta nella parte di semisezione opposta a quella di piegatura, così da "aprire" il taglio effettuato durante la rotazione verso terra.

Una volta a terra, i pezzi saranno ridotti a pezzatura pronto forno mediante taglio a caldo o cesoia idraulica. I cablaggi elettrici saranno separati dai residui ferrosi e temporaneamente accumulati in zona diversa per avvio a smaltimento.

### 3.3.2. Demolizione dei camini

La Centrale Serene presenta due camini di altezza ~ 30 m. Per la demolizione delle canne si prevede il sezionamento di porzioni e il calo a terra del pezzo rimosso. Tale metodologia permette di controllare l'operazione di demolizione evitando la possibilità di proiezioni di materiali.



*Prospetto*

L'iter procedurale prevede di rimuovere in prima battuta il tronco di canna dotato di ballatoio perimetrale, riporlo in area dedicata e successivamente di provvedere alla rimozione delle restanti porzioni di canna.

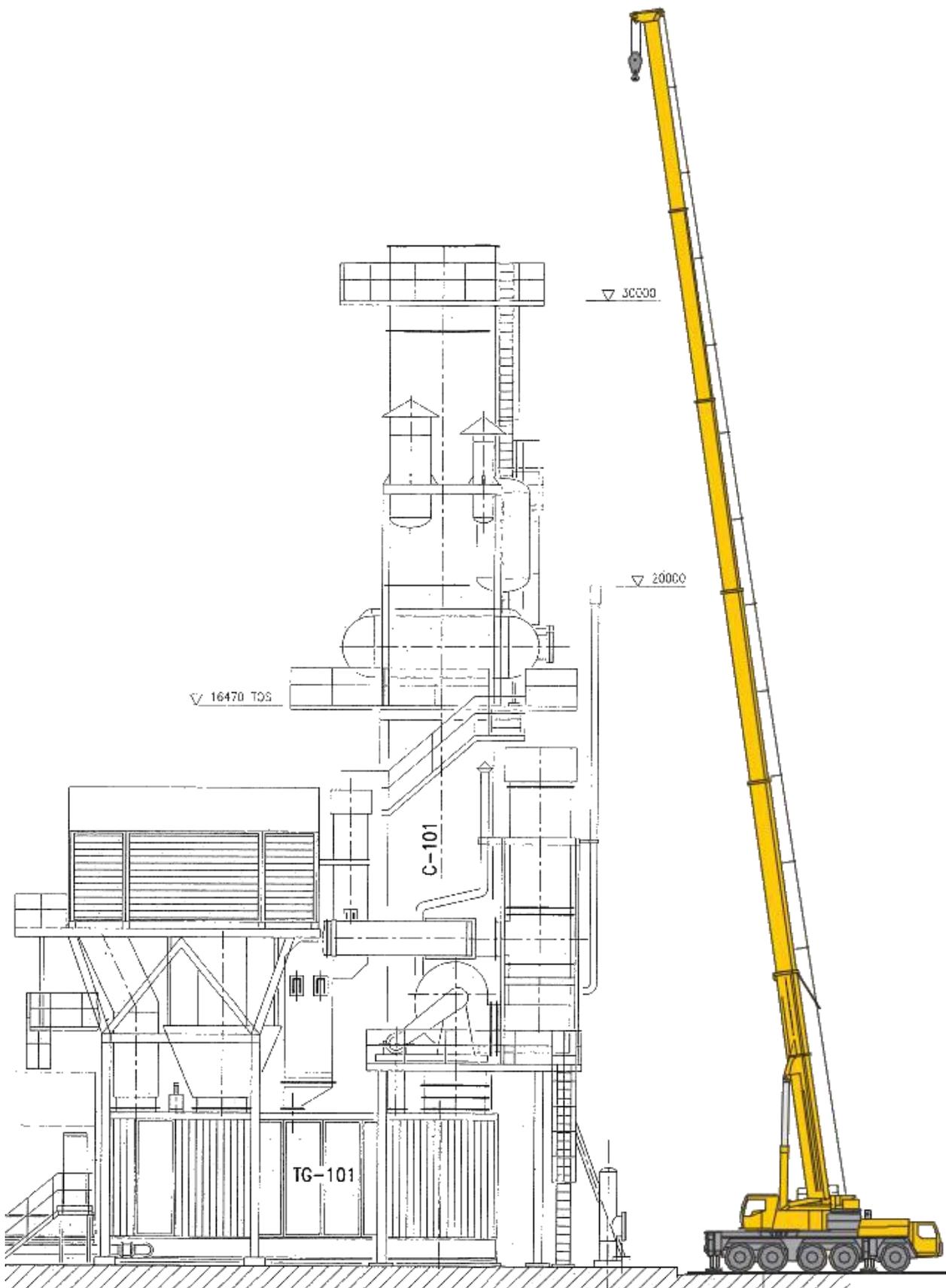
La sequenza di operazione prevista per le due canne è la seguente:

1. posizionamento di autogrù (per imbraco delle porzioni);
2. imbraco della parte da rimuovere; l'accesso in quota per eseguire l'operazione di imbraco verrà effettuato attraverso l'uso di piattaforma aerea;
3. sezionamento della canna attraverso l'esecuzione del taglio con cannello ossipropanico;
4. calo a terra della porzione della canna rimossa;
5. ripetizione della sequenza descritta fino alla completa rimozione della canna.

Una volta stoccati a terra, le porzioni rimosse saranno ridotte di pezzatura tramite l'uso di escavatore dotato di cesoia idraulica che provvederà a ridurre le porzioni delle canne in pezzatura "pronto forno".

Per i camini si prevede di sezionare tronchi di lunghezza massima 5/6 m per un peso stimato di circa 5/6 ton caduno; la lunghezza dei condotti sarà definita, oltre che dai punti di appoggio, dal diagramma di carico della autogrù disponibile; orientativamente sarà necessario l'impiego almeno di una autogrù 150 t.

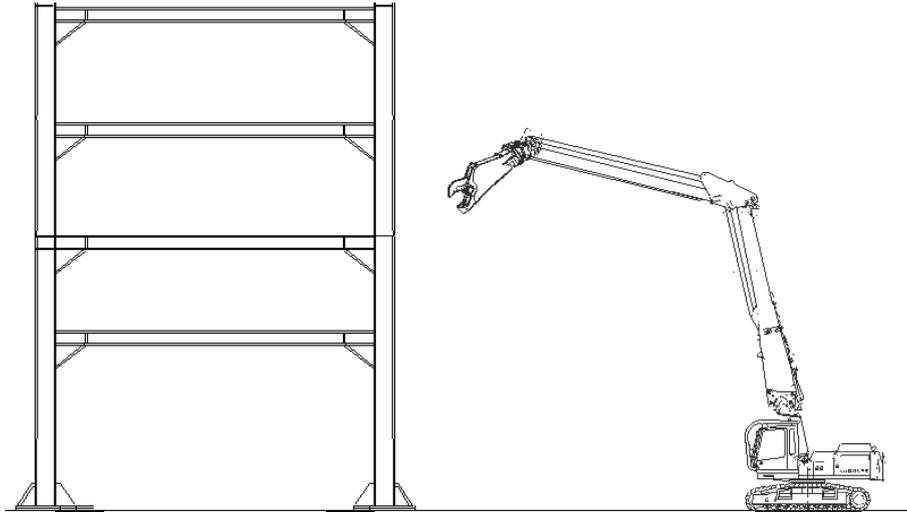
Comunque sarà a cura della ditta esecutrice dell'intervento stimare peso del tronco da calare e, conseguentemente, autogrù e brache da impiegare, in ragione anche dello schema di imbraco, della massima altezza del pezzo e dello sbraccio durante la traiettoria.



*Vista in sezione – dislocazione mezzo per lo smontaggio*

### 3.3.3. Demolizioni interne (casing e fasci tubieri) con escavatore

Con escavatore posto frontalmente alla struttura, partendo dall'alto verso il basso, si procederà dapprima all'apertura di un varco sulla lamiera esterna che consentirà in questo modo di scoprire i fasci tubieri presenti e successivamente alla demolizione di quest'ultimi. La demolizione si spingerà internamente fino a dove consentito dal braccio della macchina, in subordine alla sconnessione delle parti di impianto superiori in termini di quota rispetto all'utensile dell'escavatore.



Durante tutte le fasi di demolizione la macchina deve rimanere con cabina guida con cielo libero sopra la testa ad una distanza di circa 1/3 dell'altezza dell'edificio e comunque a non meno di 10 m dal filo edificio.

Durante la demolizione dell'edificio si provvederà a separare con la pinza o cesoia oleodinamica i materiali di risulta, accumulando di fianco alla struttura i materiali a seconda della loro tipologia.

Le strutture metalliche demolite saranno ulteriormente ridotte di pezzatura a terra mediante cesoia idraulica o canello ossi-propanico. I materiali di risulta saranno trasportati a discarica mediante autocarro.



*Demolizione meccanica dei fasci tubieri*

Il materiale di risulta sarà completamente rimosso, lasciando un fondo piano, stabile, senza intralci, calpestabile in sicurezza.

Tutti i ferri fuoriuscenti dai basamenti in c.a. ("chiamate" dei ferri di armatura) saranno tagliati a piano campagna. Il materiale di risulta sarà completamente rimosso con ausilio di pala meccanica, lasciando un fondo piano, stabile, senza intralci, calpestabile in sicurezza con scarpe antinfortunistiche con lamina in acciaio.

#### **3.3.4. Demolizione opere in c.a.**

La demolizione avverrà attraverso l'uso di escavatori dotati di pinza idraulica e martelli oleodinamici con il mezzo disposto in modo da lavorare sempre con cabina di guida in aree a cielo libero, evitando di attraversare o stazionare sotto solai, strutture o impianti in fase di demolizione o comunque compromessi.

La modalità di operazione descritta in questo capitolo sarà impiegata per affrontare la demolizione degli edifici in precedenza descritti.

Le demolizioni dovranno essere operate in sequenza tale da non rendere in nessuna fase labili o instabili le strutture residue. A tale scopo, **la demolizione procederà nella direzione ortogonale alla orditura dei telai strutturali**, secondo la seguente sequenza operativa:

- demolizione della tamponatura di una facciata di testa,

- demolizione delle tamponature laterali che interessano al più due campate dell'edificio, aggredendo prima un lato e poi l'altro,
- demolizione del solaio di copertura, per una profondità consentita dal braccio della macchina,
- demolizione della trave di cordolo superiore ovvero della trave che collega due pilastri contrapposti,
- demolizione delle murature interne con progressione dall'alto verso il basso e, scendendo,
- demolizione dei solai intermedi e relative strutture portanti,
- ripresa della demolizione del solaio di copertura e di tutte le murature e solai interni, fino a liberare i pilastri di due campate,
- demolizione delle travi di cordolo laterali che uniscono i pilastri liberati;
- demolizione dei pilastri liberati;
- avanzamento della demolizione con ripetizione della sequenza per alte due campate successive e così via fino a completamento della demolizione.

Laddove i pilastri e le travi/capriate siano in carpenteria metallica, la sequenza di demolizione non subirà modifiche, ma cambierà l'attrezzatura del mezzo meccanico (cesoia idraulica anziché pinza idraulica).

In tale caso, anziché una "masticazione" della trave o capriata, si eseguirà un sezionamento ad una estremità della trave/capriata, che poi sarà "ammorsata" con la pinza e ruotata fino a far toccare terra all'estremità tagliata, facendo cerniera nell'estremità ancora vincolata, quindi si provvederà a sezionare la seconda estremità. I pilastri, una volta liberati dai vincoli strutturali (travi/capriate ed altre strutture intermedie), saranno ammorsati in sommità e piegati verso terra, quindi sezionati con cesoia al piede (se lo spessore della carpenteria sarà superiore a quello sezionabile con la cesoia, si provvederà ad eseguire taglio a caldo con cannello ossipropanico).

Per le demolizioni da effettuare in prossimità dei confini dello stabilimento, o comunque dove non sia possibile realizzare una fascia di rispetto di dimensioni sufficienti a contenere interamente la proiezione di detriti, dovranno essere impiegate opere provvisorie per il contenimento del materiale da interporre tra la zona di lavorazione della pinza frantumatrice e le zone da preservare. L'impiego di una pinza frantumatrice consente, comunque, una demolizione per schiacciamento del materiale e quindi una ridotta proiezione dello stesso che tende a cadere sulla verticale.

Le strutture in c.a. demolite saranno ulteriormente ridotte di pezzatura mediante frantumatore meccanico su escavatore, al fine di separare il ferro di armatura dal conglomerato cementizio. I materiali di risulta saranno trasportati a discarica mediante autocarro.

### **3.4. Pulizia giornaliera**

In cantiere sarà prevista un'opera sistematica di pulizia delle aree assegnate, sia dei locali ausiliari e di servizio, sia delle aree di lavoro e di deposito del materiale.

Particolare attenzione dovrà essere posta:

- alla diffusione di polvere e sporcizia a causa della movimentazione di mezzi di cantiere;
- alla produzione di polvere derivante dai materiali di risulta stoccati.

In particolare si provvederà:

- a bagnare con acqua i materiali di risulta inerti, oltre che durante le demolizioni, anche in deposito temporaneo prima del trasporto a destinazione finale;
- nel caso si abbia sollevamento di polvere durante i trasporti di materiale dal cantiere verso l'esterno, si potrà prevedere la bagnatura periodica della viabilità di accesso al cantiere, da definire in modalità e frequenza al bisogno.

Giornalmente si provvederà a gestire i rifiuti prodotti nelle lavorazioni, che saranno suddivisi per tipologia e raccolti nelle aree identificate fino allo smaltimento.

### **3.5. Pulizia Finale dell'Area**

Conclusi i lavori di demolizione, le zone di cantiere saranno poste in sicurezza e rese libere dalle macchine operatrici e dalle altre attrezzature nonché dagli allestimenti di cantiere.

## **4. CONSIDERAZIONI SULL'IMPATTO AMBIENTALE**

Nel presente capitolo sono illustrate alcune considerazioni sul potenziale impatto che le lavorazioni di dismissione e demolizione potranno avere sulle aree circostanti la Centrale Serene di Termoli (CB).

### **4.1. Operazioni preliminari e bonifiche**

L'impatto delle operazioni preliminari e di bonifica è essenzialmente legato al trattamento e alla movimentazione dei materiali pericolosi oggetto dell'intervento, in particolare oli e residui dei cicli produttivi.

#### **4.1.1. Fluidi e sostanze pericolose**

Le operazioni di bonifica preliminare di tutti gli impianti da fluidi e sostanze pericolose contenute dovrà essere effettuata ricorrendo a ditte specializzate autorizzate alla gestione e al trasporto di tali tipi di sostanze, che presenteranno un loro piano specifico di intervento nel quale saranno indicate nel dettaglio le procedure di trattamento dei materiali e le misure di sicurezza adottate in caso di sversamenti o rilasci. In ogni caso la bonifica e pulizia dei recipienti, delle tubazioni e dei serbatoi sarà realizzata in modo da non provocare (in condizioni ordinarie) rilasci nell'ambiente.

### **4.2. Operazioni di demolizione**

Durante le operazioni di demolizione, l'impatto sulle aree circostanti è legato principalmente ai seguenti fattori:

- rumore emesso nelle fasi di demolizione con l'utilizzo di mezzi meccanici
- polvere emessa nelle operazioni di demolizione di opere in cemento armato.

#### **4.2.1. Rumore**

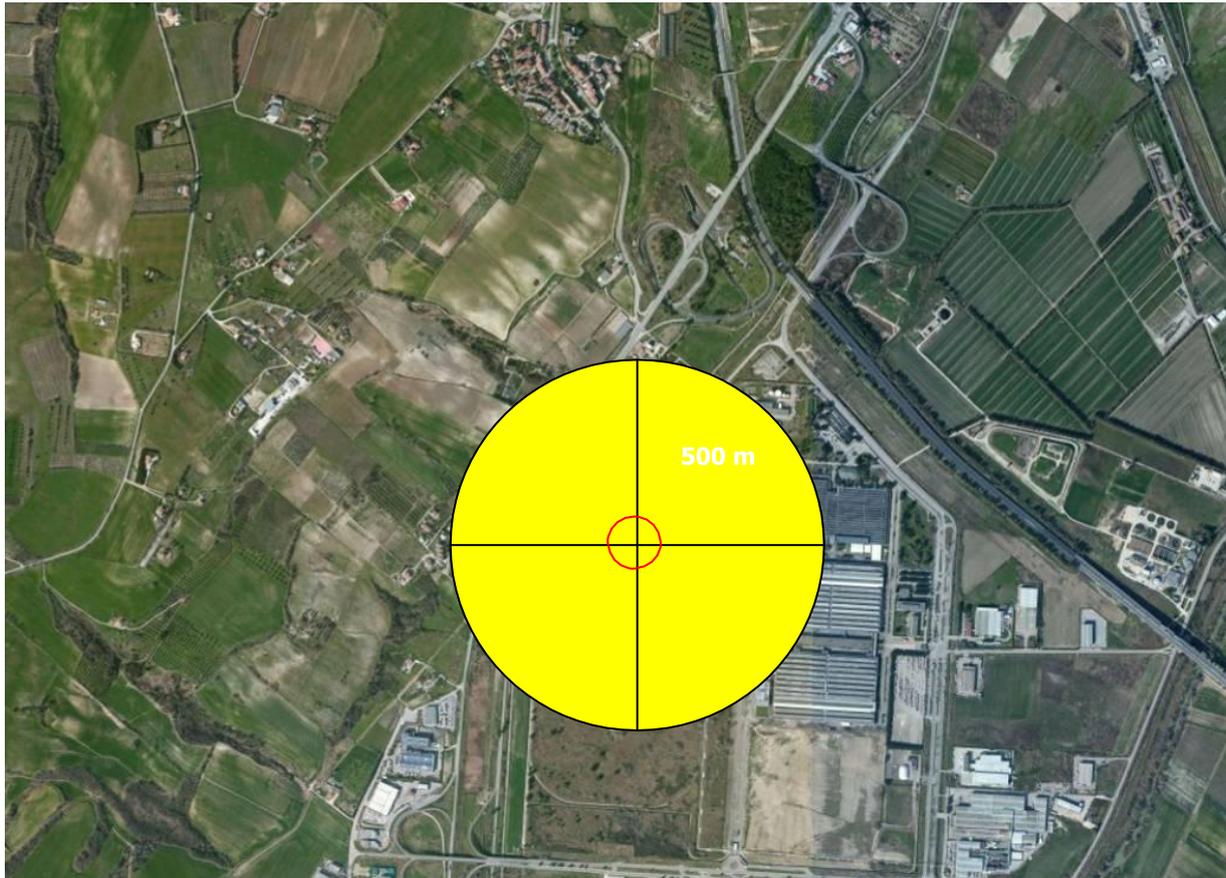
Per avere una indicazione di prima approssimazione sull'impatto acustico derivante dalle lavorazioni di demolizione, è stata effettuata una stima basata sul livello di rumore equivalente complessivo di tutti i macchinari che si è ipotizzato operare, considerando una propagazione in campo libero. Tale stima è riportata in appendice A, alla quale si rimanda per la trattazione completa.

Di seguito si riportano i principali risultati:

- Per le lavorazioni svolte presso la Centrale Serene ( $\approx 300/500$  m dall'area residenziale) è atteso che si produrrà un livello di rumore **inferiore ai limiti di legge**. Quindi, durante lo svolgersi delle lavorazioni, si prospetta la necessità di eseguire un'indagine fonometrica mirata al fine di valutare l'effettivo impatto acustico ricevuto durante i lavori e, conseguentemente, individuare le necessarie azioni correttive da apportare;



*Vista aerea con individuazione dell'area residenziale più prossima*



*Vista aerea con individuazione dell'area residenziale più prossima*

Si rimanda all'appendice A per la trattazione completa dell'argomento.

#### **4.2.2. Polveri**

E' stata condotta una stima di prima approssimazione della propagazione delle polveri derivanti dalle lavorazioni di demolizione. Tale stima è riportata in appendice B, alla quale si rimanda per la trattazione completa.

Di seguito si riportano i principali risultati:

- le concentrazioni delle polveri PM10 possono talvolta superare i valori di riferimento legislativi. Questo è atteso in condizioni di vento calmo; in tali casi è necessario eseguire la demolizione sempre accompagnata da un sistema di abbattimento ad acqua nebulizzata, direzionato localmente presso il punto di lavoro dell'utensile (pinza o frantumatore idraulico), sia esso in quota (operazione di demolizione) o a piano campagna (operazione di demolizione o riduzione volumetrica); si ritiene necessario anche mantenere bagnato il cumulo di macerie formato al piede della costruzione in demolizione;

- la tecnica di abbattimento ad acqua nebulizzata dovrebbe risultare sufficientemente efficace per ridurre l'emissione delle polveri entro i valori di legge, rispetto ai ricettori sensibili situati nelle immediate vicinanze della sorgente;
- in condizioni di vento sostenuto non si dovrebbero avere problemi di superamento dei valori di soglia stabiliti dalla vigente legislazione, per l'elevata dispersione delle polveri subito già in prossimità del punto di emissione; d'altro canto, preme sottolineare che impiegare una tecnica di abbattimento ad acqua in queste condizioni risulta operativamente non fattibile, in quanto la direzione del getto risulta fortemente condizionata dal vento e non governabile, perdendo di efficacia.

In conclusione, con la tecnica di demolizione con abbattimento delle polveri a nebulizzazione d'acqua, l'emissione di particolato PM10 è attesa rimanere al di sotto dei valori di riferimento riportati nel DECRETO LEGISLATIVO 13 agosto 2010 , n. 155.

Si rimanda all'appendice B per la trattazione completa dell'argomento.

#### **4.3. Gestione dei rifiuti**

Le operazioni di demolizione nell'area comporteranno la presenza dei seguenti residui di materiale:

- materiale di risulta ferroso;
- materiale di risulta inerte proveniente dalla demolizione delle strutture in c.a. e civili in genere;
- rifiuti assimilabili agli urbani.

È inoltre prevista la produzione di residui derivanti dalle attività preliminari (che saranno gestiti come descritto nei paragrafi specifici), e in particolare, di materiale tossico e/o nocivo proveniente dalla bonifica degli impianti, macchinari, tubazioni, ecc.

I rottami in ferro provenienti dalla demolizione degli impianti e delle strutture saranno temporaneamente accumulati in zona del cantiere opportunamente individuata e segnalata – diversa da quella di accumulo dei materiali inerti.

Le zone di accumulo dei materiali saranno ubicate in modo da non creare intralcio alla movimentazione dei mezzi nel cantiere e nello stabilimento, in aree facilmente accessibili ai mezzi impiegati per lo smaltimento.

Il ciclo di trattamento dei materiali inerti riutilizzabili provenienti dalle demolizioni prevede:

- il prelievo dei materiali dal punto di produzione ed il deposito in aree di stoccaggio;
- la frantumazione dei materiali;

- il trasporto e l'invio ad utilizzatori esterni.

Il riutilizzo dei materiali è condizionato alla esecuzione di test di cessione.

I materiali da trattare e quelli trattati verranno suddivisi per tipologie e depositati in box di volume variabile a seconda del materiale e del tipo di trattamento che lo stesso dovrà subire. I box saranno anch'essi impermeabili in modo da evitare dispersione di possibili percolazioni, e almeno tre pareti perimetrali, così da evitare contaminazioni derivanti da contiguità di box adiacenti.

I rifiuti pericolosi prodotti dalle attività di demolizione saranno, di norma, avviati a discariche autorizzate contestualmente alla loro produzione.

# APPENDICE A - RUMORE

## 5. CONSIDERAZIONI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE SONORE

### 5.1. Scopo

Il presente documento espone considerazioni in merito alla propagazione delle onde sonore connesse alle attività di demolizione riguardanti la Centrale Serene di Termoli in Zona Industriale - Contrada Pantano Basso.

E' presente una disciplina di competenza Comunale in materia di inquinamento acustico quindi la si prenderà come riferimento normativo per le considerazioni sotto espone unitamente alla disciplina Nazionale ed Europea.

**Il DPCM 14.11.1997 stabilisce per ciascuna delle classi acustiche i seguenti valori limite espressi in livelli equivalenti continui di pressione sonora ponderata "A"**

DPCM 14.11.1997						
Classi di destinazione d'uso del territorio	VE		VI		VQ	
	D	N	D	N	D	N
I - aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37
II - aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45	52	42
III - aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47
IV - aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52
V - aree prevalentemente industriali	65	55	70	60	67	57
VI - aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70

**VE** = Valore limite di emissione  
**VI** = Valore limite di immissione  
**VQ** = Valore di qualità

**D** = diurno  
**N** = notturno

*Valori di riferimento Nazionali*

**Il Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011** richiede che il rumore a cui sono sottoposti gli occupanti di un edificio, consenta appropriate condizioni di sonno, di riposo e di lavoro.

Prescrive quindi, per la **FACCIATA DEL FABBRICATO**, un determinato abbattimento acustico espresso in dB.

Tale materia è regolamentata da una serie di normative e di leggi di seguito elencate:

- **L. 447/95:** Legge quadro sull'isolamento acustico

- **D.P.C.M.** 5 Dicembre 1997: Requisiti acustici passivi degli elementi di edificio
- **UNI 8204:** Criteri di classificazione dei serramenti esterni
- **UNI EN ISO 140/3 – UNI EN ISO 7170-1:** Metodo di prova – Espressione dei risultati
- **prEN 14351-1:** Utilizzo tabelle in allegato B – classe di permeabilità all'aria 3 secondo UNI EN 12207.

Non potendo intervenire con modifiche strutturali sugli edifici posti in prossimità dell'area di demolizione, con il presente studio ci si pone l'obiettivo di comprendere l'andamento della propagazione del suono individuando, laddove necessarie, le dovute azioni da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi cogenti al fine di consentire un normale svolgimento dell'attività antropica presso le abitazioni limitrofe l'area di cantiere.

Si procederà prendendo come riferimento normativo la **Legge 447/95** la quale riassume e determina le classi di isolamento acustico standardizzato delle facciate degli edifici, suddividendo le tipologie edilizie in diverse categorie in base a determinati coefficienti.

Individuato quindi lo standard da raggiungere ed analizzando i valori di "rumorosità" delle macchine impiegate, si andrà a valutare qual è il livello di pressione sonora sulle facciate interessate.

Determinato quanto sopra, si definirà l'eventuale requisito progettuale di attenuazione dell'opera da realizzare al fine del rispetto delle summenzionate norme.

## 5.2. Definizioni

Si definisce attività rumorosa temporanea qualsiasi attività caratterizzata da lavori, manifestazioni o spettacoli che si svolga in siti per loro natura non permanentemente e non esclusivamente destinati a tale attività rumorosa che, per tipo di lavorazione, caratteristiche degli impianti, delle apparecchiature e delle macchine, comporti livelli sonori, misurati come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" (LAeq), ad un metro di distanza dalla sorgente superiori a 80 dB(A) (*vedi articolo 2 comma 1 della delibera G.R. n° 2510 del 18/12/98*).

Il Piano di Zonizzazione suddivide il territorio di pertinenza in zone acustiche omogenee alle quali sono assegnati i valori limite di immissione, i valori limite di emissione, i valori di qualità (che si ometteranno ai fini della presente relazione) previsti dalla Tabella D del D.P.C.M. 14 novembre 1997 e di seguito riportati unitamente alle definizioni legislative:

- **Valore limite di immissione (Def.):**

Per limite di immissione secondo quanto indicato dal D.L. 447/95 art.2 comma f) si intende il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

	<b>classi di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Diurno dalle ore 06.00 alle ore 22.00</b>	<b>Notturmo dalle ore 22.00 alle ore 06.00</b>
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

*Valori limite di immissione sonore per classi d'uso territoriale – Leq in dB (A)*

- **Valore limite di emissione (Def.):**

Per limite di emissione secondo quanto indicato dal D.L. 447/95 art. 2 comma e) si intende il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurata in prossimità della sorgente stessa.

	<b>Classi di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Diurno dalle ore 06.00 alle ore 22.00</b>	<b>Notturmo dalle ore 22.00 alle ore 06.00</b>
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

*Valori limite di emissione sonore per classi d'uso territoriale – Leq in dB (A)*

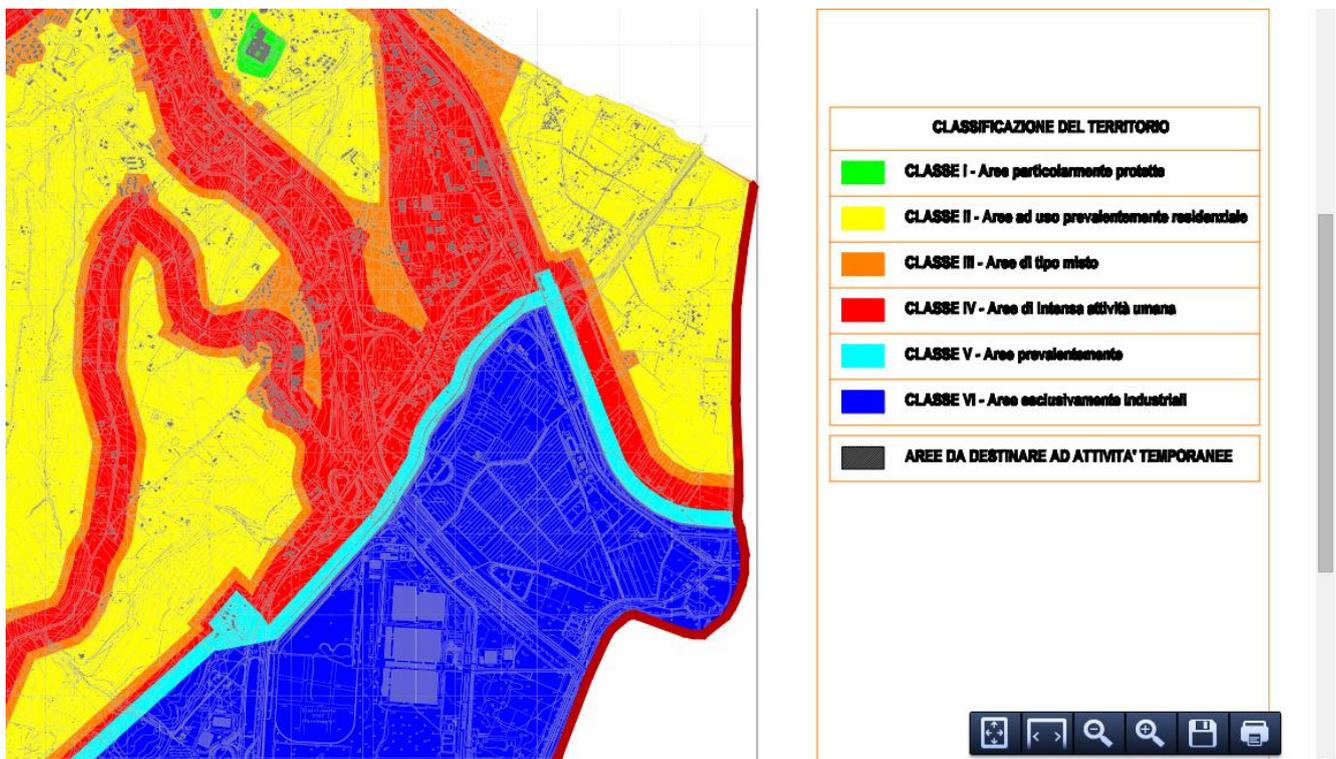
- **Valore di qualità (Def.):**

I valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge.

## **L'area di riferimento in cui sarà installato il cantiere di demolizione è di tipo "VI"**

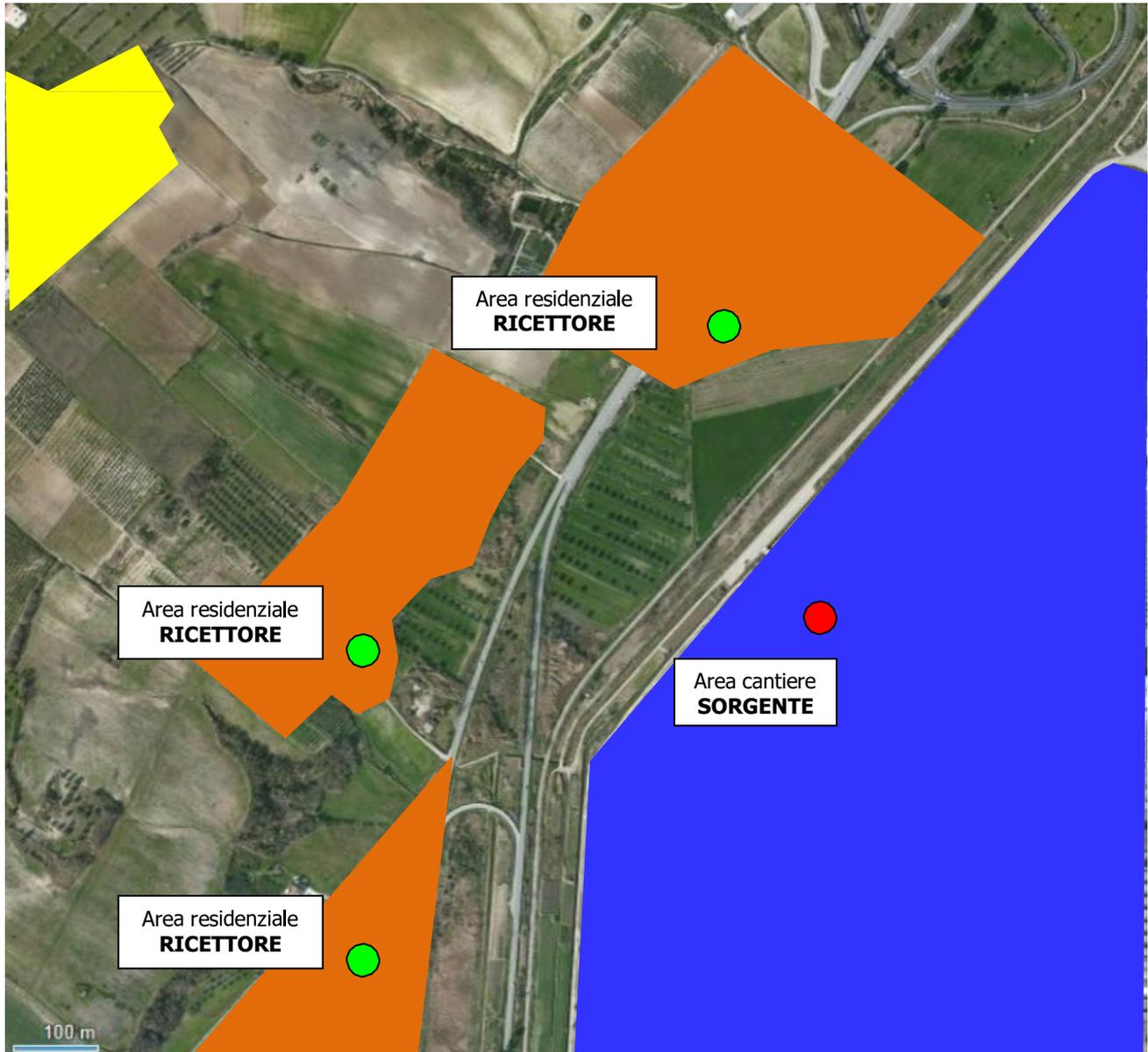
Di seguito la rappresentazione delle Classi di destinazione d'uso ed i valori dei limiti e di qualità dettati dalla norma UNI 9884 "Caratterizzazione Acustica del territorio comunale mediante la descrizione del rumore ambientale"; i colori riportati si riferiscono alla delibera n°239 del 05/07/2011 del Comune di Termoli con cui la Giunta Comunale approva il piano di **zonizzazione acustica**.

Dalle assunzioni relative alla zonizzazione acustica dell'area di cantiere e di quella circostante si ricava che la zona più prossima al luogo in cui ricadono i lavori di demolizione in questione è classificabile di tipo V° pertanto i limiti di "immissione" in orario diurno sono di 70 dB in prossimità dell'ambiente abitativo.



Stralcio zonizzazione acustica Termoli

I ricettori più vicini si trovano in classe IV (area ad intensa attività umana) i cui limiti di emissione sono 60/50 dB. Tale ipotesi è in linea con quella più restrittiva possibile in base al DPCM 1 Marzo 1991.



*Sopra, ipotesi di classificazione acustica dell'area di sedime della centrale Serene e dell'area pertinenziale della FIAT. In "arancione" l'area mista residenziale.*

### **Area di tipo misto (area vicina alla sorgente) – Classe III**

Valore limite di immissione: 60/50 diurno/notturno

Valore limite di emissione: 60/50 dB diurni/notturni (*valore di riferimento*)

Il valore di emissione è riferito al livello di rumorosità prodotto dalla specifica sorgente disturbante, ossia dalla sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

Tale valore è misurato in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Infatti, la normativa in materia di inquinamento acustico rappresenta una norma di tutela del disturbato e, pertanto, le verifiche circa il rispetto dei valori limite indicati dalla norma sono effettuate nei pressi dei ricettori esposti (abitazioni).

In altre parole, le sorgenti sonore "disturbanti" devono rispettare i limiti previsti per le zone limitrofe nelle quali l'attività dispiega i propri effetti. Nel nostro caso l'attività inserita in zona industriale (futuro cantiere) che confina ( $\approx 300/500$  m) con alcuni edifici dovrà rispettare i limiti di emissione propri delle aree vicine, ove sono ubicati gli edifici.

In sintesi, i limiti di "emissione" in orario diurno (nostro unico riferimento in quanto le attività di cantiere saranno esclusivamente svolte in orario diurno) è di 60 dB in prossimità dell'ambiente abitativo (ricettore).

I ricettori più vicini infatti, si trovano in "Classe IV" i cui limiti di emissione sono, come riportati sopra, rispettivamente di 60 dB diurni e 50 dB notturni.

### a. Livello di pressione acustica in presenza di più sorgenti sonore

Qualora si abbia la presenza di più sorgenti sonore,  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ , nel medesimo punto di osservazione il livello equivalente di pressione sonora sarà dato dalla somma dei livelli equivalenti di ciascuna sorgente misurata singolarmente,  $Leq_1, Leq_2, \dots, Leq_n$ , eseguita con il seguente algoritmo:

$$Leq_{tot} = 10 \cdot \log_{10} \left( \sum_{i=1}^n \frac{Leq_i}{10} \right)$$

### b. Descrizione delle lavorazioni da eseguire e loro localizzazione

I lavori di demolizione in oggetto riguardano la Centrale Serene di Termoli (*evidenziato nella figura seguente*) composto prevalentemente da elementi in acciaio e cls.

Ai fini delle presenti considerazioni sulla propagazione delle onde sonore prodotte dall'attività di demolizione è stato considerato il caso più conservativo (*demolizione strutture in cemento armato*).



*Area oggetto di intervento*

Ai fini di avere una indicazione di ragionevole approssimazione sulla propagazione delle onde sonore, è stato stimato il livello di rumore equivalente complessivo di tutti i macchinari che si è ipotizzato operare, considerando una propagazione in campo libero di una sorgente sferica posta su di un piano riflettente. (ulteriore condizione di maggiore conservazione). Le assunzioni di cui sopra sono assolutamente conservative, poiché la realtà operativa prevede la presenza di strutture

in generale (in grado di generare un'attenuazione per riflessione del rumore prodotto), durante lo svolgimento della maggior parte delle lavorazioni.

Il livello di rumore complessivo è stato valutato a diverse distanze dalla sorgente di emissione e i risultati sono stati riportati anche in forma grafica.

### **c. Considerazioni sulla contemporaneità di più macchine operatrici**

Sulla base di quanto sopra esposto, si possono sviluppare alcune considerazioni sull'impatto acustico conseguente alla contemporaneità di azione di più macchine operatrici utilizzate per le demolizioni in oggetto.

Per ricondurci nei limiti di applicazione delle formulazioni esposte, ciascuna macchina operatrice sarà ipotizzata come sorgente sonora puntiforme (condizione accettabile a sufficiente distanza dalla macchina e dal punto di azione dell'utensile). Inoltre, si considera il caso di propagazione delle onde sonore in campo libero su superficie piana riflettente.

Oltre a queste premesse cautelative a favore di sicurezza, si ipotizzano i seguenti valori di livelli equivalenti per le macchine di seguito elencate, registrati in altri cantieri simili in prossimità della sorgente:

Macchine utilizzate (macchine di dimensioni medie):

<b>Tipo macchina ed utensile</b>	<b>Leq(A) (misurazione)</b>
Escavatore con braccio lungo attrezzato con pinza o cesoia oleodinamica	89,4 dB(A)
Escavatore attrezzato con cesoia o frantumatore	89,4 dB(A)
Autogru (200 ton)	85 dB(A)
Camion (carico e trasporto merci)	79,0 dB(A)
Escavatore attrezzato con martello – demolizione	105 dB(A)
Escavatore attrezzato con frantumatore per frantumazione primaria	90 dB(A)

Nota : I valori sopra riportati sono stati desunti sia da dati riportati in letteratura che da misurazioni fonometriche effettuate in varie condizioni operative e sono da intendersi come valori medi indicativi, che devono essere verificati in relazione alle condizioni di lavoro contingenti (tipologia del manufatto in demolizione, condizioni al contorno, ecc.).

Noti i valori di cui sopra, è possibile, a secondo dei casi e delle circostanze, valutare il rumore residuo nel punto voluto, considerando che il livello di rumore che si propaga in campo libero si attenua, con legge logaritmica, in funzione della distanza.

Affinché tale legge possa essere applicata correttamente, è necessario verificare che sul sito di riferimento sussistano effettivamente i requisiti di CAMPO LIBERO. Non devono quindi esistere ostacoli che possano deviare, diffrangere, rifrangere il suono. Volendo considerare un qualsiasi escavatore in fase di demolizione come sorgente acustica puntiforme, conosciuto il valore di pressione sonora  $L_{p1}$  alla distanza  $d_1$  di 1 m, che supponiamo essere di 85 dB(A) , applicando la formula sotto, è possibile determinare il rumore residuo di pressione sonora  $L_{p2}$  trasmesso nell'area d'interesse, attenuato dalla distanza, per esempio di 6 m (*comodità di calcolo*):

$$L_{p2} = L_{p1} - 20 \log d_2/d_1$$

Sostituendo i valori nell'espressione sopra si ottiene:  $L_{p2} = 85 - 20 \log 6/1 = 69,44$  dB(A).

Il risultato ottenuto sta a indicare che teoricamente l'escavatore in demolizione scelto, avente valore di rumorosità di 85 dB(A) a 1m, alla distanza di m 6 usufruisce di un abbattimento naturale di rumore pari a 15,56 dB. In altre parole, la differenza del livello di pressione sonora fra i due punti che si trovano rispettivamente alle distanze  $d_1$  e  $d_2$  dalla sorgente è calcolabile con la relazione seguente:

$$L_{p1} - L_{p2} = 20 \log d_2/d_1$$

In questo caso, l'espressione sopra ci consente di calcolare il valore di attenuazione acustica che una sorgente puntiforme subisce in campo libero, in funzione della distanza. Pertanto, se vogliamo conoscere l'attenuazione del valore di rumore che si ottiene allontanandosi di 1 m dalla sorgente di rumore, in altre parole ponendosi da essa alla distanza di 2 m, applicando la relazione sopra avremo:

$$L_{p1} - L_{p2} = 20 \log 2/1 = 6,02 \text{ dB}$$

Allo stesso modo, se cambiamo adesso la nostra posizione portandoci da 2 a 4 m, l'attenuazione acustica dovuta alla distanza sarà ulteriormente diminuita di un valore pari a:

$$L_{p1} - L_{p2} = 20 \log 4/2 = 6,02 \text{ dB}$$

Ed ancora, se cambiamo ulteriormente la nostra posizione portandoci questa volta da 4 a 8 m, l'attenuazione acustica dovuta alla distanza sarà ancora pari a:

$$L_{p1} - L_{p2} = 20 \log 8/4 = 6,02 \text{ dB}$$

Gli esempi di cui sopra ci portano a individuare la regola di comune applicazione, molto pratica, la quale stabilisce il criterio che in campo libero si ha una attenuazione acustica di 6 dB per ogni raddoppio di distanza.

Per comodità di lettura è riportata qui di seguito la tabella riportante una serie di valori di attenuazione acustica in funzione della distanza:

<b>ATTENUAZIONE ACUSTICA</b>			
<b>DIST. (m)</b>	<b>ATTEN. (dB)</b>	<b>DIST. (m)</b>	<b>ATTEN. (dB)</b>
1	0	16	<b>24,08</b>
2	<b>6,02</b>	17	24,60
3	9,54	18	25,10
4	<b>12,04</b>	19	25,57
5	13,97	20	26,02
6	15,56	21	26,44
7	16,90	22	26,85
8	<b>18,06</b>	23	27,23
9	19,08	24	27,60
10	20,00	25	27,96
11	20,82	26	28,29
12	21,58	27	28,63
13	22,27	28	28,94
14	22,92	29	29,25
15	23,52	30	29,54

Ai fini del calcolo, si assume un tempo di lavoro continuato (condizione conservativa).

Per ogni singola macchina i livelli equivalenti a 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200 m risultano i seguenti:

<b>Tipo macchina ed utensile</b>	<b>Leq (A) in funzione della distanza dalla sorgente (dBA)</b>							
	<b>1 m</b>	<b>5 m</b>	<b>10 m</b>	<b>20 m</b>	<b>25 m</b>	<b>50 m</b>	<b>100 m</b>	<b>200 m</b>
Escavatore con braccio lungo attrezzato con pinza oleodinamica	89,4	75,42	69,40	63,38	61,44	55,42	49,40	43,38
Escavatore attrezzato con frantumatore	89,4	75,42	69,40	63,38	61,44	55,42	49,40	43,38
Autogru (200 ton)	85	71,02	65,00	58,98	57,04	51,02	45,00	38,98
Carico macerie	79,0	65,02	59,00	52,98	51,04	45,02	39,00	32,98

<b>Leq (A) in funzione della distanza dalla sorgente (dBA)</b>								
<b>Tipo macchina ed utensile</b>	<b>1 m</b>	<b>5 m</b>	<b>10 m</b>	<b>20 m</b>	<b>25 m</b>	<b>50 m</b>	<b>100 m</b>	<b>200 m</b>
Escavatore con martello per demolizione	105,0	91,03	85,0	78,98	77,04	71,4	65,04	59,04
Escavatore attrezzato con frant. per frant. primaria	90,0	76,0	70,0	64,0	62,0	56,0	50,0	44,0

Sotto queste ipotesi si stimano i seguenti livelli di rumore equivalenti, relativi al complesso di tutte le macchine operatrici impiegate considerando la contemporaneità delle lavorazioni nelle ore diurne:

<b>FASE 1: Demolizione</b>		
	<b>Leq (A) in funzione della distanza dalla sorgente (dBA)</b>	
	<b>5 m</b>	<b>76,43</b>
Macchine operative ( <u>uso contemporaneo</u> ): • N.1 Escavatori + autogru <i>(somma Log. senza attenuazione = 90,4 dB)</i>	<b>10 m</b>	70,40
	<b>20 m</b>	64,40
	<b>25 m</b>	62,44
	<b>50 m</b>	56,42
	<b>100 m</b>	50,40
	<b>200 m</b>	44,38
	<b>300 m</b>	<b>40,85</b>
	<b>400 m</b>	38,36
	<b>500 m</b>	<b>38,26</b>

<b>FASE 2: Demolizione</b>		
Macchine operative ( <u>uso contemporaneo</u> ):  • N.1 Escavatori con martello + N. 1 escavatore per frantumazione primaria <i>(somma Log. senza attenuazione = 105,1 dB)</i>	<b>Leq (A) in funzione della distanza dalla sorgente (dBA)</b>	
	<b>5 m</b>	91,13
	<b>10 m</b>	85,10
	<b>20 m</b>	79,07
	<b>25 m</b>	77,13
	<b>50 m</b>	71,10
	<b>100 m</b>	65,08
	<b>200 m</b>	59,06
	<b>300 m</b>	<b>55,53</b>
	<b>400 m</b>	53,04
<b>500 m</b>	<b>51,10</b>	

<b>FASE 3: Riduzione Volumetrica e movimentazione materiale di risulta</b>		
Macchine operative ( <u>uso contemporaneo</u> ):  • N.1 Escavatori (per riduzione volumetrica) + movimentazione materiale di risulta <i>(somma Log. senza attenuazione = 91,19 dB)</i>	<b>Leq (A) in funzione della distanza dalla sorgente (dBA)</b>	
	<b>5 m</b>	77,22
	<b>10 m</b>	71,20
	<b>20 m</b>	65,18
	<b>25 m</b>	63,23
	<b>50 m</b>	57,21
	<b>100 m</b>	51,19
	<b>200 m</b>	45,17
	<b>300 m</b>	<b>41,64</b>
	<b>400 m</b>	39,15
<b>500 m</b>	<b>37,21</b>	

Ipotizzando di avere simultaneamente tutti i mezzi considerati in fase di lavoro continuativo, avremmo che la somma logaritmica rilascerebbe un valore di 105,4 dB quindi un valore molto prossimo all'ipotizzata FASE 2 di lavoro. In ragione di ciò, si omette l'ulteriore valutazione di attenuazione con la distanza.

Come accennato precedentemente, la sensazione acustica prodotta da una qualsiasi sorgente può essere correttamente identificata anche in termini di livello di potenza acustica  $L_w$  (W), piuttosto che in termini di livello di pressione acustica  $L_p$  (dB).

Per produrre sensazioni acustiche elevate non occorre molta potenza sonora. Basta pensare che la potenza acustica di un impianto domestico ad alta fedeltà ha la potenza di un centinaio di Watt. Inoltre, è forviante l'illusione che l'aumento sconsiderato della potenza acustica, possa portare ad un aumento considerevole della sensazione uditiva. Basta considerare infatti che con il raddoppio della potenza si ottiene un incremento di sensazione acustica di soli 3 dB. Incrementando quindi la potenza da 1 W a 2 W, piuttosto che da 100 W a 200 W, o ancora da 1000W a 2000 W, si ottiene lo stesso risultato.

In termini analitici, l'incremento è dato dalla seguente relazione:

$$I = 10 \log 2 = 3,01$$

Avendo disponibile il livello di potenza acustica  $L_w$ , applicando la relazione sotto (già vista) è possibile calcolare il livello di rumore  $L_p$  in un determinato punto posto ad una certa distanza dalla sorgente di rumore, nel campo semisferico:

$$L_p = L_w - 10 * (\log 2 * \pi * r^2) = L_w - 20 \log(r) - 8 \text{dB}$$

La potenza massima che genera i risultati di cui sopra è pari a 113,13 dB.

### 5.3. Considerazioni finali

Prima di esporre le conclusioni derivanti dallo studio condotto, preme fare alcune puntualizzazioni, richiamando i limiti di tale indagine, al fine di impiegare al meglio i risultati. Infatti, quanto esposto nei capitoli sopra è stato sviluppato sulla base di considerazioni ed assunzioni che non corrispondono alla situazione di un cantiere reale, in quanto:

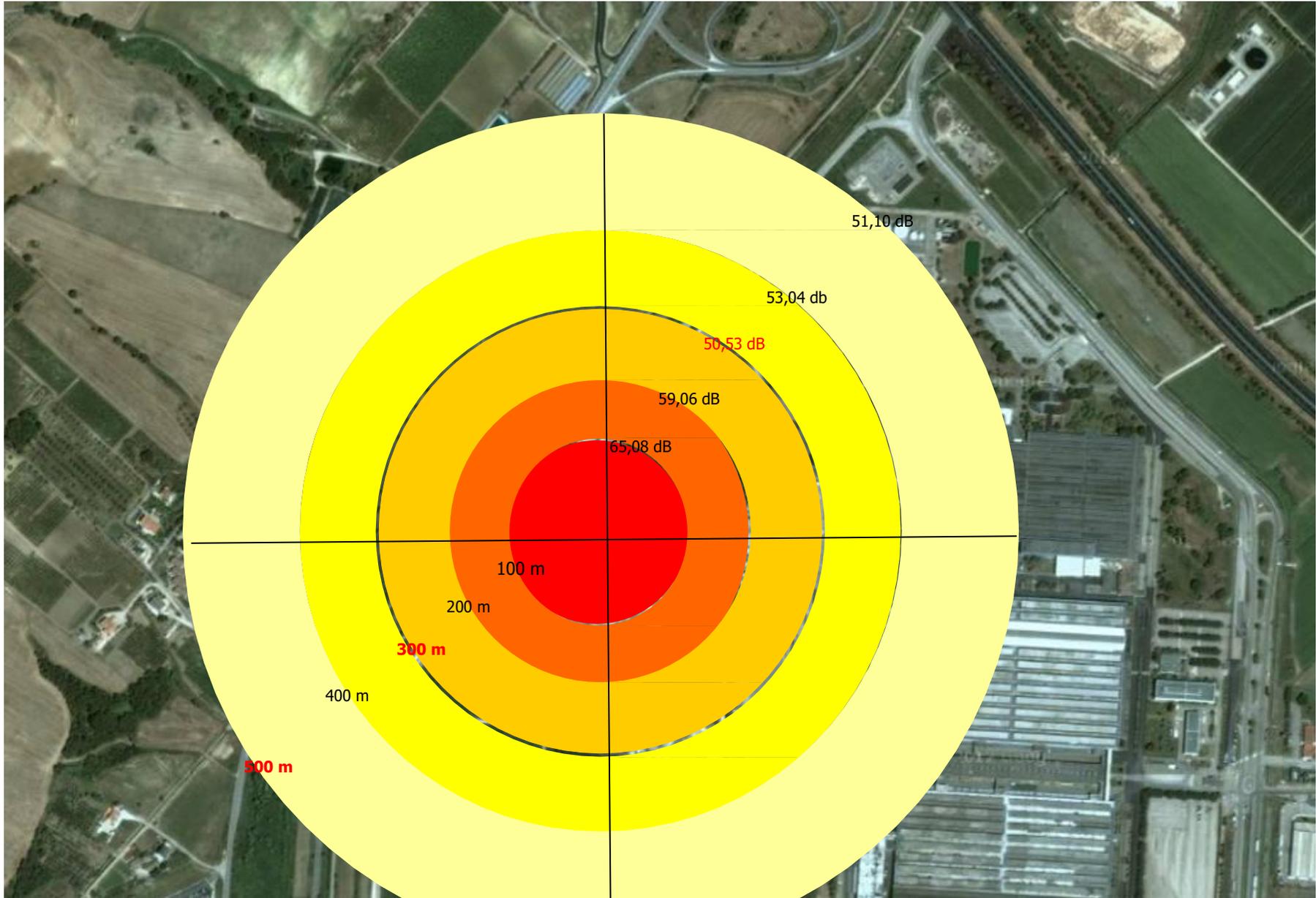
- 1 la contemporaneità operativa di due e più macchine è condizione non continua; infatti, il tempo di effettiva operatività di una macchina non ricopre tutto l'arco della giornata lavorativa; in altre parole, i valori di Leq riferiti ad un tempo di osservazione di 8 ore sono di 3dB inferiore rispetto a quelli riportati nelle tabelle;
- 2 la propagazione delle onde sonore non avviene in campo libero, ma in presenza di ostacoli che determinano riflessione ed assorbimento di onde (**gli stessi impianti costituiscono una barriera verso la propagazione delle onde sonore**);

Per contro occorre segnalare come in tale calcolo non si è tenuto conto di alcuni fattori che possono avere, invece, un'influenza negativa, in particolare gli effetti legati alle condizioni meteorologiche (in particolare il vento). Per quanto riguarda il fattore vento, dati disponibili in letteratura dimostrano che il suo contributo, incrementato da particolari gradienti di temperatura del suolo, possono comportare un aggravio di 3-4 dB in caso di distanze nell'ordine delle centinaia metri, come nel nostro caso.

Stante quanto sopra, in prossimità degli obiettivi sensibili (aree limitrofi residenziali) è **ragionevole attendersi un contributo del livello equivalente reale inferiore alle stime effettuate per le medesime sorgenti di emissione.** Lo studio è utile per fornire una indicazione per calcolare il livello equivalente al ricevitore e fare un confronto con i limiti di legge che nel caso specifico, per l'unica abitazione presente entro un raggio di 300 metri, non risultano soddisfatti per lo svolgimento di attività diurne infatti **55,53 dB > 55 dB (cautelativo)**. In considerazione però, delle assunzioni cautelative prese, si può ragionevolmente affermare che il contributo reale è inferiore alle stime effettuate.

### 5.4. Elaborazione dati conclusivi

Si riporta la distribuzione del livello equivalente complessivo stimato in base alle ipotesi di studio sopra illustrate. Sulla distribuzione del livello equivalente complessivo sono stati riportati la distanza progressiva dalla sorgente e il relativo valore in decibel.



# **APPENDICE B - POLVERI**

## **6. CONSIDERAZIONI SULLA EMISSIONE DI POLVERI**

### **6.1. Sorgenti di emissioni**

Ai fini dello studio dell'impatto della demolizione nei confronti dei centri urbani limitrofi alla zona dei lavori, un parametro da considerare sono le polveri (particolato) emesse durante l'attività di demolizione stessa.

Il particolato è costituito da polveri e particelle di dimensioni e forme tali da permettere la loro permanenza nell'aria, una volta emesse, grazie alle proprie forze di galleggiamento.

Convenzionalmente le polveri vengono classificate per diametri e le classi più comuni sono le PM10 (diametro fino a 10  $\mu$ m) e PM2,5 (diametro fino a 2,5  $\mu$ m).

Nello studio condotto sono state considerate le polveri PM10 in quanto più rappresentative delle emissioni dovute alla demolizione di strutture; le PM2,5 sono tipiche delle emissioni derivanti da impianti di produzione quali produzione di energia o gas di scarico automobili e, pertanto, non di interesse per le presenti considerazioni. Le polveri PM10 hanno una elevata penetrabilità nelle vie respiratorie umane fino al massimo la trachea, potendo generare problemi alle prime vie respiratorie.

### **6.2. Termine sorgente**

#### **6.2.1. Indicatore di riferimento**

La produzione di polveri durante la demolizione di edifici civili (in c.a. e/o laterizio) è strettamente connessa alla modalità di demolizione, che nel caso avvenga in modo meccanizzato (come è previsto nel presente progetto), deriva dall'azione di schiacciamento e frantumazione esercitata dalla pinza idraulica sulla struttura nel punto di azione. Ad ogni modo, la demolizione di strutture in c.a. e/o laterizio è imprescindibile dalla produzione di polveri, risultando proporzionale al volume di materiale demolito.

La produzione di polveri durante la demolizione di strutture metalliche, invece, è strettamente legata alla presenza di ruggine o depositi di processo all'interno dei condotti/tubazioni/involucri, in quanto la modalità di demolizione di materiali ferrosi di per se non comporta una produzione significativa di polveri, specie se eseguita in prevalenza con mezzi meccanici (come è il caso del progetto presente). Ad ogni modo, anche in presenza di residui rugginosi o depositi all'interno degli impianti (è esclusa la presenza di residui pericolosi in quanto gli impianti devono essere bonificati prima di essere demoliti), la produzione di polveri rimane un fatto occasionale e contingente, non connesso alla modalità di esecuzione di lavori e, come tale, di minore rilevanza

rispetto alla produzione di polveri durante demolizioni di edifici in laterizio e/o c.a., oltre che di difficile quantificazione.

In definitiva, la componente inquinante assunta per la valutazione effettuata è data da:

- **Polveri PM10, emesse durante le opere di demolizione edifici civili (strutture in c.a.).**

Per la determinazione del tasso di emissione delle polveri in seguito alla demolizione di strutture in calcestruzzo sono state fatte le considerazioni di seguito riportate, basate essenzialmente da dati reperibili in letteratura su condizioni medie di riferimento:

- stato assunto un tasso di produzione di macerie ( $V_h$ ) di  $9 \text{ m}^3/\text{h}$  basato sulla produzione media di un escavatore;

Considerando l'attività svolta per 8 ore al giorno si ha **volume giornaliero**  $V_g = 72 \text{ m}^3/\text{g}$

- è stato assunto un rateo di produzione di polveri per la condizione di scavo e movimentazione terra, pari a  $165 \text{ kg}$  di polvere ogni  $1.000.000 \text{ di Kg}$  ( $1000 \text{ tonnellate} = 1000 \text{ Mg}$ ) di macerie prodotte; conseguentemente, si ha un coefficiente di produzione (meglio identificato come **Fattore di emissione PM10** -  $E_{\text{PM10}}$ ) di polveri pari a  $1.65 \times 10^{-4} \text{ Kg/Mg}$  (polveri con particelle di diametro minore o uguale a  $10 \mu\text{m}$ ). Questo valore può essere ritenuto conservativo, in quanto l'attività di scavo coinvolge un materiale di per sé "sciolto", che può emettere polveri anche se inalterato; diversamente, nel caso delle demolizioni, la produzione delle polveri nasce nel punto di aggressione della struttura (che per sua natura non emetterebbe polveri), quindi in modo molto localizzato e meno diffuso, a parità di caratteristiche geometriche.

Questi dati, ipotizzando un peso del materiale prodotto dall'attività di demolizione pari a  $2500 \text{ kg/m}^3$  ( $\rho = 2,5 \text{ Mg/m}^3$ ) contribuiscono a determinare il rateo di produzione delle emissioni di polveri definibile come "**massa oraria di materiale demolito** ( $\rho \times V_h$ ) =  $m = 22500 \text{ Kg/h}$ " (=  $22,5 \text{ Mg/h}$ ).

L'emissione stimata per questa fase risulta quindi ( $E_{\text{PM10}} \times m$ ):

**Emissione per la fase di demolizione:**  $E = 0,0037 \text{ Kg/h}$

$$E = 3,7 \text{ g/h} = 0,00102 \text{ g/sec}$$

Durante l'attività di demolizione dovrà essere utilizzata una tecnica di abbattimento delle polveri emesse che utilizza getti di acqua nebulizzata.

Da dati reperibili in letteratura relativamente a questo sistema di soppressione delle polveri, applicato a particolato avente dimensioni fino a  $10 \cdot \text{m}$  (PM10), si arriva a stimare un valore medio

di abbattimento pari 0,00015 g/s. Di conseguenza il tasso di emissione si abbassa fino al valore di 0,00087 g/sec.

In definitiva, ai fini di avere indicazioni sulla propagazione di polveri durante i lavori di demolizione, si può assumere una sorgente avente le seguenti caratteristiche:

- Diametro di sorgente 10 m<sup>2</sup>
- Altezza della sorgente 20 m
- Emissione delle polveri senza abbattimento 0,00102 g/sec
- Emissione delle polveri con abbattimento 0,00087 g/sec

### 6.3. Limiti di legge

I valori di soglia per le polveri PM10 in aria riscontrabili nella legislazione attualmente vigente (rif. DECRETO LEGISLATIVO 13 agosto 2010, n. 155) che recepisce i nuovi limiti disposti dalla normativa europea, sono riportati nella tabella seguente.

	<b>Media su 24 ore PM 10</b>	<b>Media annuale PM 10</b>	<b>Media annuale PM 2,5*</b>
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 ·g/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 ·g/ m <sup>3</sup> )	70% del valore limite (17 ·g/ m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 ·g/ m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 ·g/ m <sup>3</sup> )	50% del valore limite (12 ·g/ m <sup>3</sup> )

*\* La soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore del PM2,5 non si applicano alle misurazioni effettuate per valutare la conformità all'obiettivo di riduzione dell'esposizione al PM2,5 per la protezione della salute umana*

### 6.4. Modellistica

Per la simulazione della diffusione delle polveri di demolizione in aria si è utilizzato il modello proposto dal codice Safe-Air. Questo è costituito da un generatore di campo cinetico (codice Winds) e da un modello di dispersione (codice P6). Il codice di dispersione deriva dal codice AVACTA II riconosciuto ufficialmente dall'ente governativo americano (EPA) per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera.

#### 6.4.1. Il codice WINDS

Il modello per la simulazione del campo di vento tridimensionale in orografia complessa è il codice WINDS, evoluzione del modello AIOLOS derivato a sua volta dal modello NOABL. WINDS differisce dagli altri modelli citati principalmente per l'inserimento di algoritmi applicativi e di modifiche finalizzate a considerare i seguenti fenomeni: effetti della rugosità, cambiamenti di rugosità (*internal boundary layer*), variazioni della direzione del vento dovute alla forza di Coriolis, effetti imputabili alla stabilità atmosferica, ecc.

WINDS appartiene alla 'famiglia' dei modelli *mass-consistent*; esso costruisce un campo di vento tridimensionale partendo dalle misure di vento disponibili, crea un campo di vento iniziale tramite una procedura di interpolazione e ne effettua un aggiustamento, basato sul metodo variazionale proposto da Sasaki (1970), per ottenere un campo di vento a divergenza nulla. WINDS è scritto in coordinate conformi, che sono *terrain-following* nelle immediate vicinanze del terreno e, abitualmente, piate alla sommità del dominio di simulazione. Le coordinate conformi hanno molti vantaggi rispetto alle coordinate cartesiane: la superficie del terreno è rappresentata più accuratamente e, conseguentemente, possono essere utilizzate più semplici condizioni al contorno che permettono una maggior risoluzione nei pressi del terreno. I principali dati di ingresso del codice sono i seguenti: orografia, rugosità, dati di vento, stabilità dei bassi strati atmosferici.

In atmosfera neutra e stabile il modello usa le formule per i profili verticali di vento (cioè le formule che calcolano i valori delle componenti del vento lungo un profilo verticale a partire dalla superficie del terreno) proposte da Zilitinkevich (1989). In condizioni di atmosfera instabile, il modello usa delle estensioni, in accordo con le espressioni Yamada (1976), delle formule di Zilitinkevich.

#### 6.4.2. Il codice P6

P6 è un modello derivato dalla parte dispersiva del codice AVACTA II; esso si basa sulla formula del *pennacchio/puff* gaussiano, ma permette una più accurata simulazione numerica sia di condizioni non stazionarie sia di condizioni non omogenee (ad esempio, in caso di orografia complessa). L'inquinante emesso è suddiviso in una sequenza di "elementi", segmenti di pennacchio e/o *puffs*, che sono connessi tra loro, ma la cui dinamica è funzione delle condizioni meteorologiche locali.

Poiché le grandezze meteorologiche possono variare sia nel tempo sia nello spazio, ciascun elemento evolve in accordo con le diverse condizioni meteorologiche incontrate lungo la propria traiettoria. Mentre i segmenti forniscono una rapida simulazione numerica della dispersione degli inquinanti nei pressi delle proprie sorgenti durante condizioni di trasporto, i *puffs* permettono

un'appropriate simulazione della diffusione sia lontano dalla sorgente sia durante condizioni di vento debole o calma di vento.

P6 è principalmente designato alla simulazione dell'impatto sulla qualità dell'aria causato da sorgenti puntiformi. Tuttavia, a causa della sua capacità di trattare sorgenti con sigma di dispersione iniziali diverse da zero, questo codice può anche essere utilizzato per trattare sorgenti areali e di volume.

Il codice è inoltre in grado di trattare contemporaneamente più sorgenti.

Il codice P6 lascia all'utente grande flessibilità nella scelta e nella determinazione dei seguenti parametri funzionali:

- definire il dominio computazione, gli input meteorologici e di emissione, la collocazione dei recettori;
- selezionare la modalità per calcolare il plume rise: metodo di Turner, formule di Briggs, formula di CONCAWE, modello di Moore, oppure utilizzare un valore fornito dall'utente stesso;
- selezionare le funzioni "sigma": Pasquill-Gifford-Turner, Brookaven, Briggs open country o urban, oppure interpolare tra valori forniti dall'utente stesso;
- selezionare altre opzioni (ad esempio, penetrazione del pennacchio al di sopra di eventuali discontinuità termiche, assunzioni relative alla riflessione dell'inquinante alla base e alla sommità del dominio, ecc.).

## **6.5. Simulazioni condotte**

Con il codice Safe-Air è stato condotto uno studio parametrico sulla diffusione di polveri in atmosfera, al fine di avere indicazioni di massima su:

- propagazione di polveri verso le realtà eterne allo stabilimento in occasione delle demolizioni,
- efficacia di interventi di abbattimento previsti a progetto,
- necessità di interventi correttivi.

### **6.5.1. Dati meteo e orografici utilizzati nella simulazione**

Per effettuare la simulazione della diffusione degli inquinanti (nel caso specifico le polveri derivanti dalla demolizione) in aria tramite il codice Safe-Air è necessario individuare alcuni parametri caratteristici dell'ambiente meteo della zona di riferimento tra i quali i parametri seguenti:

- Velocità del vento: sono state considerate due situazioni estreme delle condizioni di vento una relativa ad una situazione di calma di vento "0,5 m/sec" ed una di vento sostenuto con velocità pari a "5 m/sec".
- Stabilità atmosferica: è stata considerata la Classe di stabilità del vento prevista teoricamente secondo quanto descritto in letteratura considerando una radiazione giornaliera media intorno ai 500 W/m<sup>2</sup> (vedi tabella seguente); e che risulta essere la Classe "B" in condizioni di calma di vento e la classe "C" in condizioni di vento forte.

Radiazione (500 W/m <sup>2</sup> )			Velocità del vento (m/s)					
			< 2	2 ÷ 3	3 ÷ 4	4 ÷ 5	5 ÷ 6	≥ 6
<b>GIORNO</b>	Radiazione solare incidente	≥ 700	A	A	B	B	C	C
		700÷540	A	B	B	B	C	C
		540÷400	B	B	B	C	C	D
		400÷270	B	B	C	C	C	D
		240÷140	C	C	C	D	D	D
		≤ 140	D	D	D	D	D	D
<b>NOTTE</b>	Radiazione netta	≥ -20	D	D	D	D	D	D
		-20÷ -40	D	E	D	D	D	D
		<-40	D	F	E	E	D	E

*Corrispondenze tra categorie di Pasquill, intensità della velocità del vento a 10 m e radiazione solare incidente (giorno) o netta (notte)*

- Direzione del vento: si è optato di considerare costante la direzione del vento e sono state scelte due direzioni del vento, rispettivamente alle angolazioni di "45deg" e "202deg", secondo il sistema di riferimento assunto nel codice di calcolo. A queste sono state aggiunte altre tre direzioni del vento "160deg", "240deg" e "0deg" al fine di poter ottenere un dato più realistico possibile.

Le considerazioni sono state effettuate in base ai dati riportati sulle Rose dei Venti diurne registrate nella Stazione Aeronautica di Termoli. Di seguito è riportato un grafico con la distribuzione media del vento.

La direzione media è: ESE (127°); quest'ultimo dato è generato da *Windfinder.com*.



*Distribuzione media del vento*

- Orografia: è stata considerata una situazione di terreno completamente pianeggiante, in virtù del fatto che la zona oggetto dell'indagine è un'area industriale e che, ai fini del presente lavoro, era interessante una simulazione per la zona immediatamente a ridosso della centrale.

## 6.6. Risultati

Sono state effettuate simulazioni della dispersione di PM10 con le seguenti combinazioni dei parametri principali:

Caso	Velocità del vento [m/sec]	Direzione del vento [deg]	Abbattimento polveri
1	0.5	45	NO
1a	0.5	45	SI
2	0.5	202	NO
2a	0.5	202	SI
3	5	45	NO
3a	5	45	SI
4	5	202	NO
4a	5	202	SI
5	0.5	160	NO
5a	0.5	160	SI
6	5	160	NO
6a	5	160	SI
7	0.5	240	NO
7a	0.5	240	SI
8	5	240	NO
8a	5	240	SI
9	0.5	0	NO
9a	0.5	0	SI
10	5	0	NO
10a	5	0	SI

La tabella seguente riporta i valori massimi delle concentrazioni e le distanze massime alle quali tali valori sono stati rilevati:

Caso	Abbattimento polveri	Valore max [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Distanza dalla sorgente [m]
1	NO	99.7	63
1a	SI	<b>15.0</b>	63
2	NO	141.4	125
2a	SI	<b>21.2</b>	125
3	NO	9.8	63
3a	SI	<b>1.5</b>	63
4	NO	11.4	125
4a	SI	<b>1.7</b>	125

5	NO	96.8	114
<b>Caso</b>	<b>Abbattimento polveri</b>	<b>Valore max [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>	<b>Distanza dalla sorgente [m]</b>
5a	SI	<b>14.5</b>	114
6	NO	10.9	114
6a	SI	<b>1.6</b>	114
7	NO	221.3	83
7a	SI	<b>33.2</b>	83
8	NO	16.3	83
8a	SI	<b>2.4</b>	83
9	NO	152.4	100
9a	SI	<b>22.9</b>	100
10	NO	13.4	100
<b>10a</b>	<b>SI</b>	<b>2</b>	<b>100</b>

In **grassetto** sono evidenziate le simulazione con termine di sorgente ridotto (cioè nella condizione operativa di presenza di sistema di abbattimento polveri con acqua).

Le distanze indicate sono quelle per le quali i risultati numerici espressi in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] conducevano ad una significatività della simulazione condotta.

## 6.7. Considerazioni finali

Prima di esporre le conclusioni derivanti dallo studio condotto, preme fare alcune puntualizzazioni, richiamando i limiti di tale indagine, al fine di impiegare al meglio i risultati. Infatti, quanto esposto nei capitoli sopra è stato sviluppato sulla base di considerazioni ed assunzioni che non corrispondono alla situazione di un cantiere reale, in quanto:

- il valore della produzione unitaria di polveri derivanti da operazioni di demolizione è stata assimilata a quelle di scavo e movimentazione terra,
- il rateo di demolizione è stato desunto da dati reperiti in letteratura basati in prevalenza su demolizioni di edifici per civile abitazione, quando le costruzioni in c.a. presenti sono a destinazione industriale (dove è minore il rapporto pieno/vuoto);
- sono state considerate direzioni di vento prevalente (analisi statica) e valori di vento limite, ma non legate alla realtà locale.

Stante quanto sopra, lo studio è utile per fornire una indicazione sulla necessità di azioni di mitigazione e le condizioni operative che lo richiedono.

Avendo chiaro lo scopo ed i limiti di questo studio, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- le concentrazioni delle polveri PM10 possono talvolta superare i valori di riferimento legislativi. Questo è atteso in condizioni di vento calmo; in tali casi è necessario eseguire le demolizioni sempre accompagnate da un sistema di abbattimento ad acqua nebulizzata, direzionato localmente presso il punto di lavoro dell'utensile (pinza o frantumatore idraulico), sia esso in quota (operazione di demolizione) o a piano campagna (operazione di demolizione o riduzione volumetrica); si ritiene necessario anche mantenere bagnato il cumulo di macerie formato al piede della costruzione in demolizione;
- la tecnica di abbattimento ad acqua nebulizzata dovrebbe risultare sufficientemente efficace per ridurre l'emissione delle polveri entro i valori di legge, rispetto ai ricettori sensibili situati nelle immediate vicinanze della sorgente;
- in condizioni di vento sostenuto non si dovrebbero avere problemi di superamento dei valori di soglia stabiliti dalla vigente legislazione, per l'elevata dispersione delle polveri subito già in prossimità del punto di emissione; d'altro canto, preme sottolineare che impiegare una tecnica di abbattimento ad acqua in queste condizioni risulta operativamente non fattibile, in quanto la direzione del getto risulta fortemente condizionata dal vento e non governabile, perdendo di efficacia.

In conclusione, con la tecnica di demolizione con abbattimento delle polveri a getto d'acqua, l'emissione di particolato PM10 è attesa rimanere al di sotto dei valori di riferimento riportati nel DECRETO LEGISLATIVO 13 agosto 2010, n. 155.

# **ALLEGATO 1 - PIANO DI INDAGINE AMBIENTALE**