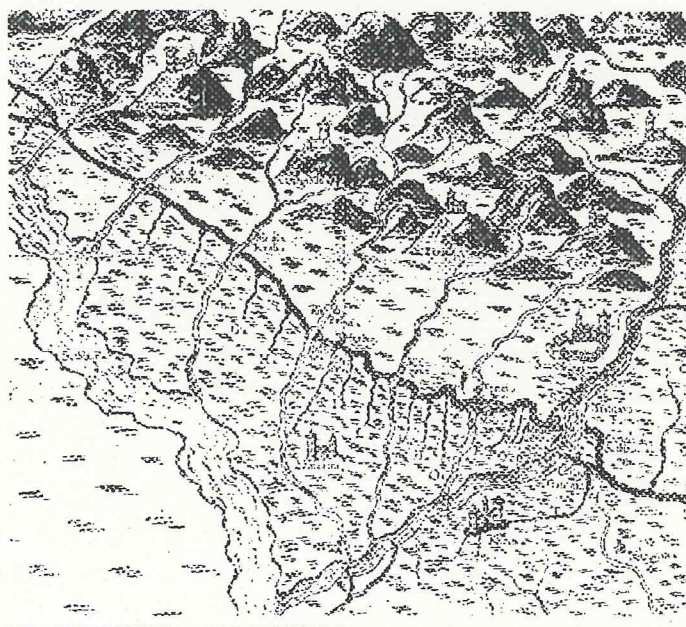




**COMUNE DI CASALGRANDE**  
**Provincia di Reggio Emilia**

# **VARIANTE PARZIALE AL P.R.G. VIGENTE**

(Frazione: S. Antonino)



**RELAZIONE**

(Giugno 2013)

**Allegati:**

- Estratto catastale dell'area oggetto della variante al P.R.G;
- Estratti di P.T.C.P 2010 vigente (Tav.P2, P4, P5a, P10a, P10c);
- Estratto Schema Direttore del PRG vigente (Tav.SD);
- Estratto di P.R.G vigente (Tav.P-12);
- Estratto di P.R.G variato (Tav.P-12);
- Parere della Provincia di Reggio Emilia del 15/05/2013 prot.n.27826/37/2013 (Servizio Infrastrutture e Mobilità sostenibile patrimonio ed Edilizia)
- Rapporto Preliminare procedura di "*Valutazione Ambientale Strategica V.A.S*" (ai sensi del D.Lgs n.152/2006 smi);
- Relazione previsione di impatto acustico;
- Relazione geologica, geotecnica sulle indagini, e sulla modellazione sismica;



**OGGETTO: VARIANTE PARZIALE AL P.R.G VIGENTE, AI SENSI DELL'ART.15  
LEGGE REGIONALE N.47/1978 S.M.I E ART.41 LEGGE REGIONALE  
N.20/2000 S.M.I, PER L'INDIVIDUAZIONE DI UN AREA ADIBITA A  
STAZIONE DI SERVIZIO ALL'AUTO (LOC. S. ANTONINO).**

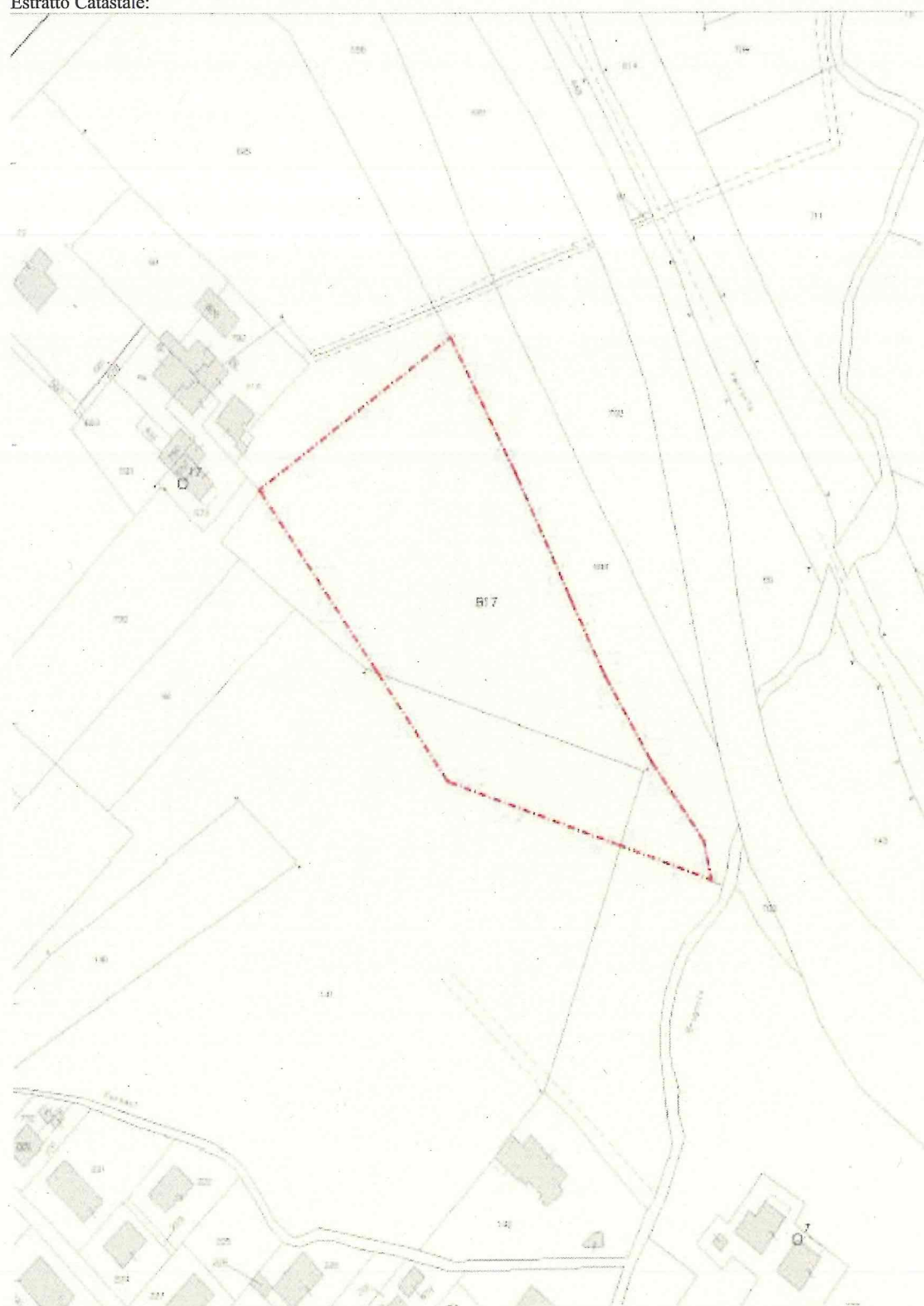
Il Sig. Scalise Salvatore, in qualità di legale rappresentante della Società IPERGAS S.r.l, con sede a Reggio Emilia in Via Paradisi n.1/2, ha presentato in data 12/07/2013 prot.gen.n.11064 la richiesta di variante parziale al Piano Regolatore Generale P.R.G vigente per riclassificare alcune aree (censite al catasto terreni di codesto comune al foglio n.31 mappali n.141(p)-817(p), in adiacenza alla Strada Pedemontana SP n.467R - località S. Antonino) in zona territoriale omogenea G, sottozona GE4 *"Impianti di distribuzione e servizi all'auto"*.

L'Amministrazione Comunale nei mesi scorsi ha valutato, con il soggetto attuatore, la possibilità di poter dar corso ad una specifica variante urbanistica al P.R.G vigente per la realizzazione di un nuovo impianto di distribuzione e servizi all'auto sulla Strada pedemontana SP n.467R, in località S. Antonino, considerata la sua compatibilità urbanistica e le norme programmatiche Regionali di razionalizzazione della rete distributiva carburanti che contengono indirizzi per la razionalizzazione e l'ammodernamento della rete degli impianti di carburante.

La finalità della presente variante al P.R.G è di assicurare il miglioramento dell'efficienza della rete, l'incremento dei servizi resi all'utenza, il contenimento dei prezzi e la garanzia di un pubblico servizio in coerenza con le scelte effettuate dalla Regione.



Estratto Catastale:



01-ESTRATTO DI MAPPA  
CATASTALE scala 1/2000

--- confine della proprietà

COMUNE DI CASALGRANDE (RE) foglio 31  
mappale 141 in parte per 12070 mq  
mappale 817 in parte per 2650 mq  
totale aree in proprietà = 14720 mq



## LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE SOVRAORDINATA

Nell'ambito della redazione del presente variante parziale al P.R.G vigente si ritiene opportuno prendere in considerazione le disposizioni derivanti dai piani sovraordinati:

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato dalla Regione Emilia Romagna con propria deliberazione n.126 del 4/02/2002 (pubblicata sul BUR della Regione al n.37 del 6/03/2002) in merito alle *"Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (P.A.I), ai sensi dell'art.17 comma 16 della Legge n.183/89"*, è ora parte attuativa del PTCP vigente. Esso ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico. Alcune aree del territorio comunale sono vincolate al rispetto dalle norme tecniche d'attuazione del PAI vigente, in particolare le zone classificate:

- in dissesto (ambito pedecollinare ricompreso fra Via Statutaria e i confini comunali posti a sud/est e sud/ovest);
- in fascia fluviale (ambito Fiume Secchia - sponda sinistra).

La Provincia di Reggio Emilia con propria deliberazione n.124 del 17/07/2010 ha approvato definitivamente il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale P.T.C.P. Il presente piano attraverso le previsioni del Piano Territoriale Regionale P.T.R e Piano Territoriale Paesistico Regionale P.T.P.R, definisce il quadro delle risorse e dei sistemi ambientali, nonché il grado di riproducibilità e vulnerabilità. Nel quadro della programmazione provinciale e della pianificazione territoriale ed urbanistica, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Reggio Emilia, uniformandosi alle disposizioni dell'art.2 della Legge Regionale n.6 del 30/01/1995 n.6, ai fini della tutela del territorio e del paesaggio e determinando specifiche condizioni ai processi di trasformazione ed utilizzazione del territorio, persegue i seguenti obiettivi:

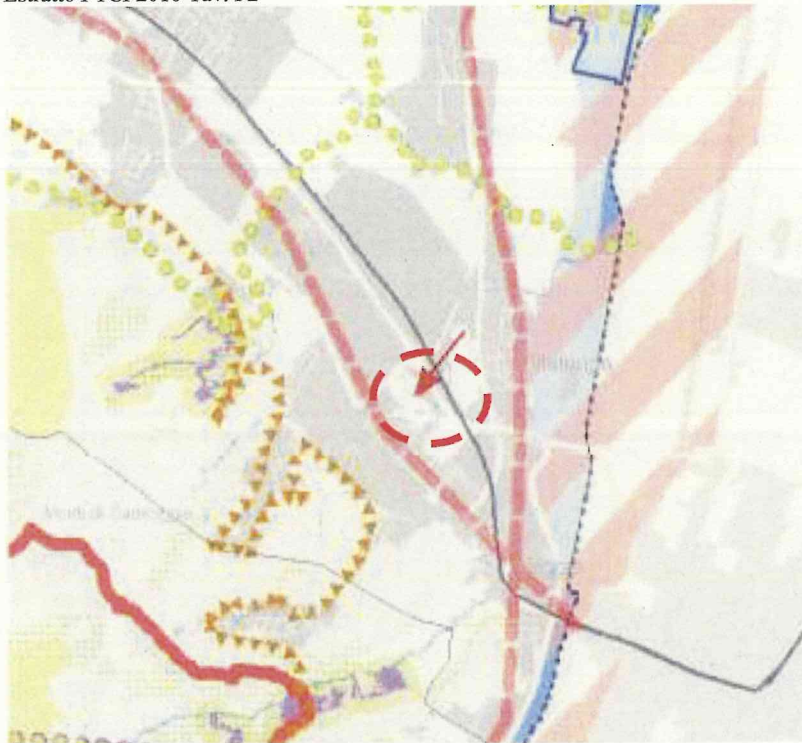
- *conservare i connotati riconoscibili della vicenda storica del territorio nei suoi rapporti complessi con le popolazioni insediate e con le attività umane;*
- *garantire la qualità dell'ambiente in quanto tale, sia esso naturale, sia esso antropizzato, e la sua fruizione collettiva;*
- *assicurare la salvaguardia del territorio e delle sue risorse primarie, fisiche, morfologiche, paesaggistiche e culturali;*
- *individuare le azioni necessarie per il mantenimento, il ripristino e l'integrazione dei valori paesaggistici ed ambientali, anche con l'elaborazione e la messa in atto di specifici piani e progetti.*

In funzione delle predette finalità il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Reggio Emilia PTCP vigente provvede, con riferimento all'intero territorio provinciale, a specificare, approfondire ed attuare i contenuti e le disposizioni del Piano Territoriale Paesistico Regionale, rivolgendo la loro applicazione alle specifiche situazioni locali, in modo da tutelare:

- *l'identità culturale del territorio provinciale; vale a dire le caratteristiche essenziali ed intrinseche di sistemi, di zone e di elementi di cui è riconoscibile l'interesse, per ragioni ambientali, paesaggistiche, naturalistiche, geomorfologiche, paleontologiche, storico archeologiche, storico-artistiche, storico-testimoniali;*
- *l'integrità fisica del territorio provinciale.*

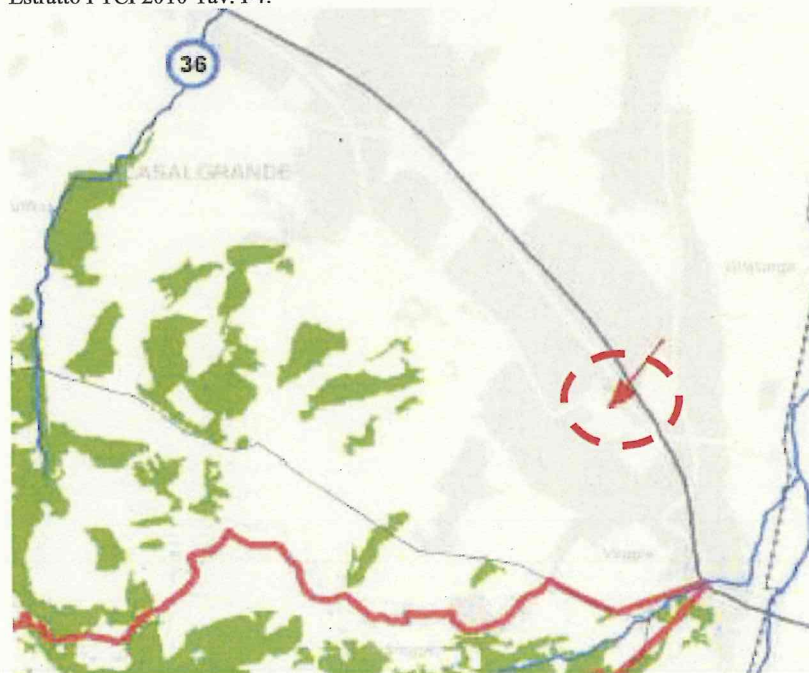
Nella cartografia “*Rete ecologica polivalente P2 -sezione 219NO art.5 delle nta di PTCP*”, di cui si allega estratto, le aree non presentano tutele.

Estratto PTCP2010 Tav. P2



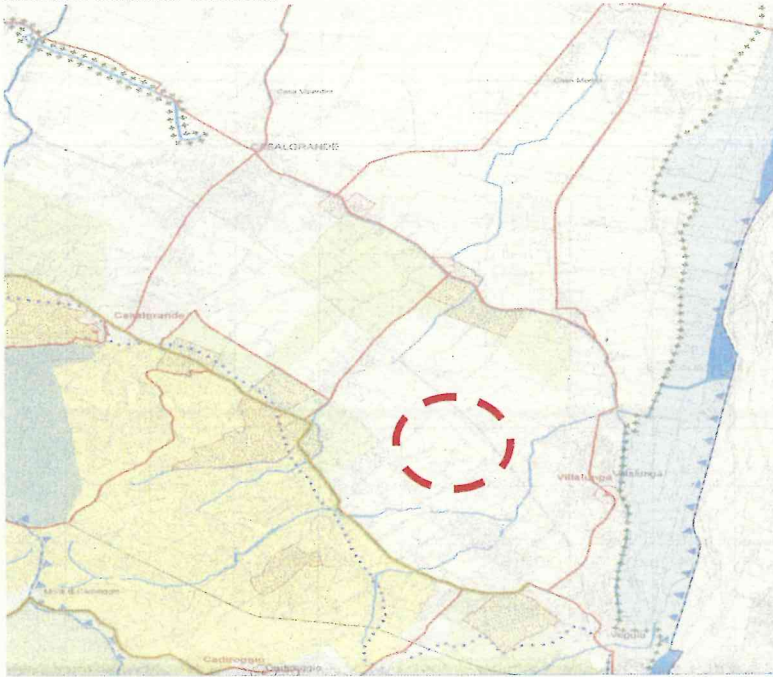
Nella cartografia “*Carta dei beni paesaggistici del territorio provinciale P4 - sezione 219NO art.36 di PTCP*”, di cui si allega estratto, le aree non presentano tutele.

Estratto PTCP2010 Tav. P4:

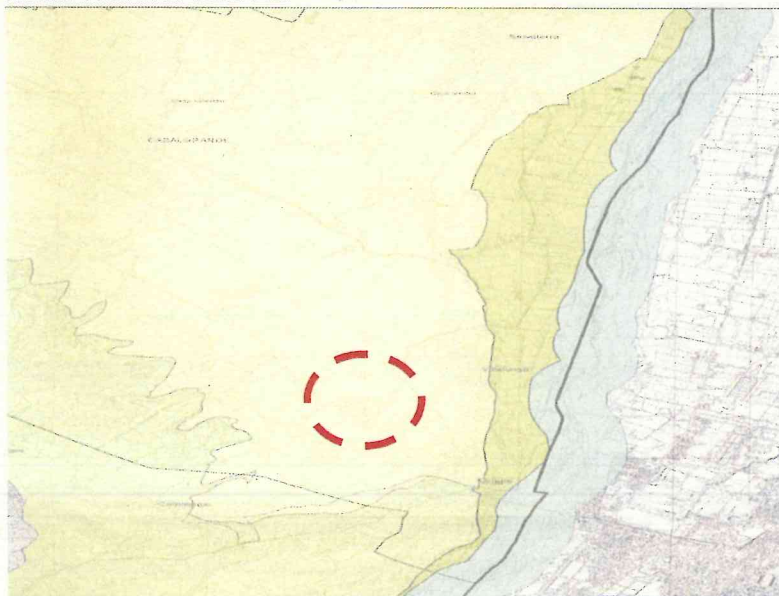




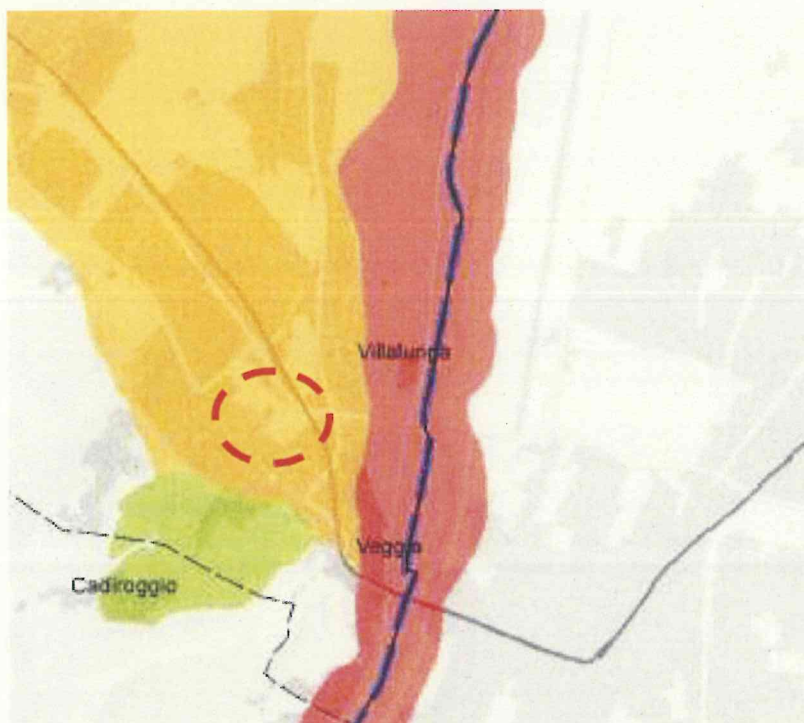
Estratto PTCP2010 Tav. P5a:



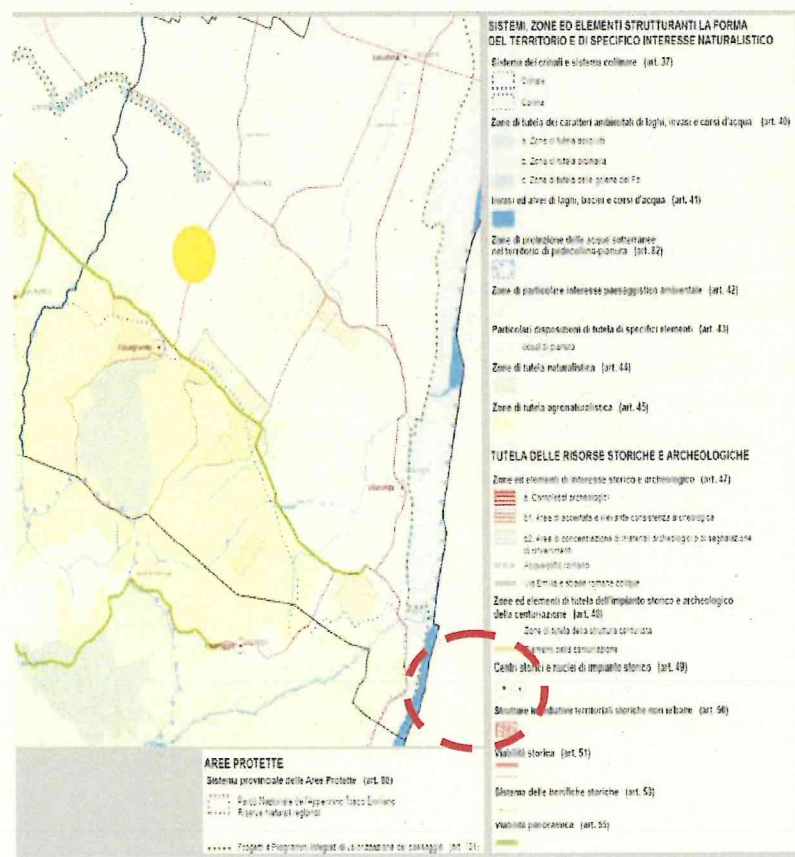
Estratto PTCP2010 Tav. P10a:



Estratto PTCP2010 Tav. P10c:



La presente zona è all'interno dell'ambito *"Zone di protezione acque sotterranee pedecollina – art.83 delle nta di PTCP"* e viene indicata come classe di infiltrazione media. Occorrerà applicare tutte le indicazioni contenute al titolo VII delle norme d'attuazione del PTCP vigente e nello specifico quelle di cui all'art.83



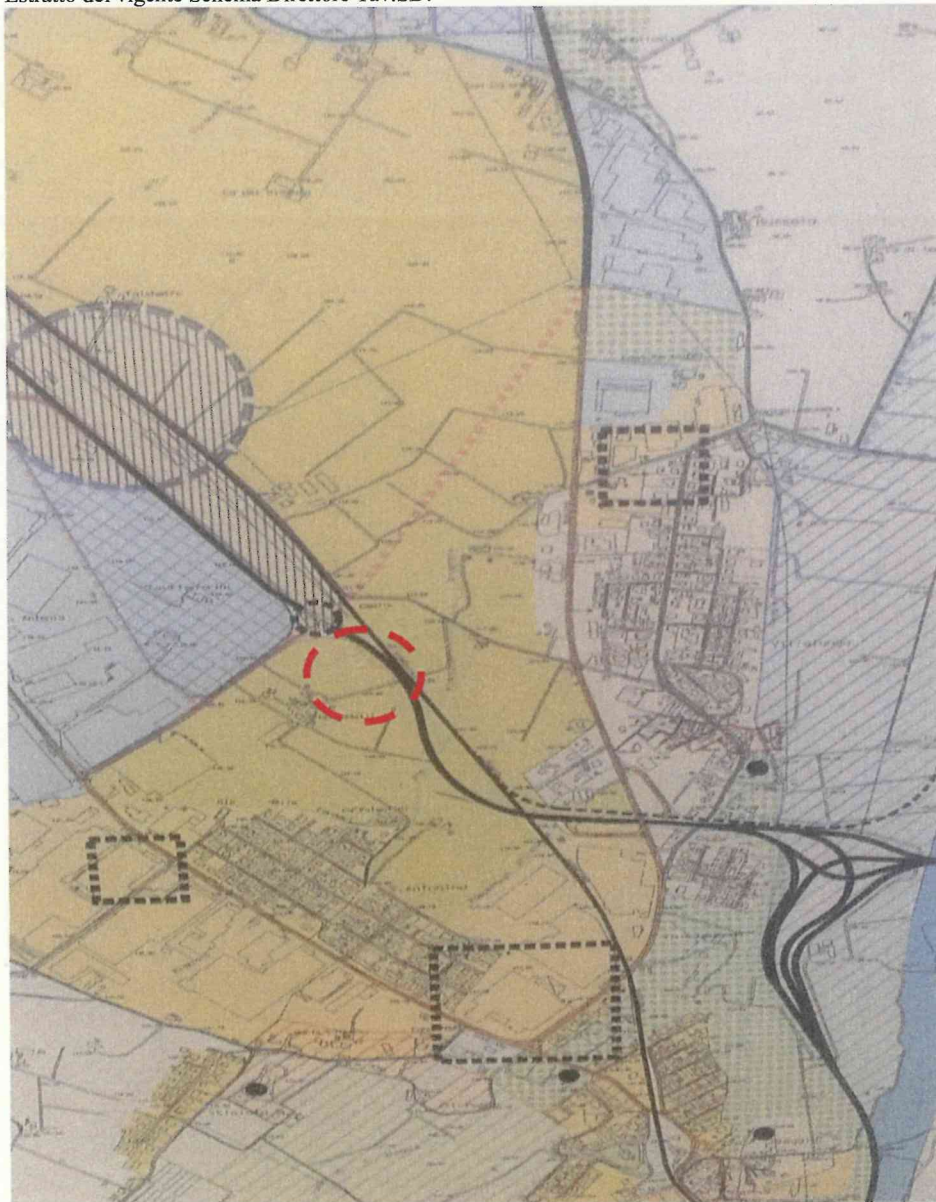


## LA PIANIFICAZIONE COMUNALE

L'Amministrazione Comunale attribuisce allo Schema Direttore il ruolo di elaborato base della Variante Generale al P.R.G, in quanto esso definisce le condizioni generali di assetto del territorio e di equilibrio ambientale, ed individua le strategie complessive e gli ambiti ove si localizzano le più rilevanti trasformazioni urbane, garantendo il quadro complessivo di coerenze e compatibilità necessario, e l'assetto infrastrutturale relativo.

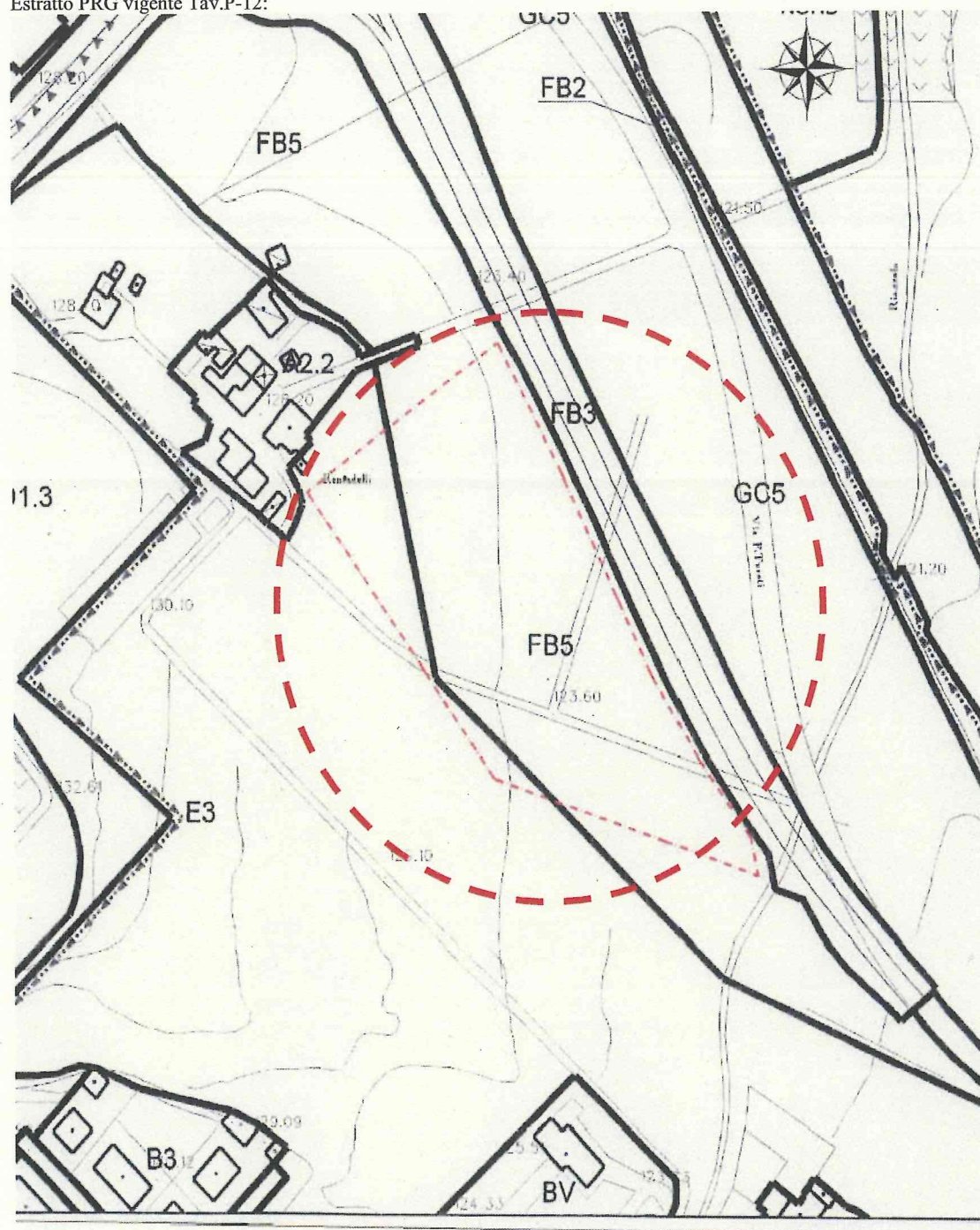
Lo Schema Direttore è un elaborato che rappresenta parte costitutiva della Variante Generale al P.R.G. e ne definisce la struttura dell'assetto spaziale e funzionale che il Piano Regolatore persegue attraverso il complesso di strumenti di cui è dotato.

Estratto del vigente Schema Direttore Tav.SD:



La presente variante parziale al Piano Regolatore Generale PRG vigente di riclassificazione di alcune aree, in zona territoriale omogenea G, sottozona GE4 *"Impianti di distribuzione e servizi all'auto"* non contrasta con scelte urbanistiche previste nello strumento urbanistico.





## 02- ESTRATTO DI PRG VIGENTE scala 1/2000

--- confine della proprietà

### DESTINAZIONI URBANISTICA DELL'AREA IN PROPRIETA'

ZONA E3: "Art.117 - Territorio rurale di contatto con gli spazi urbani ;  
per una superficie di 2280 mq

ZONA FB5: "Art.128 - Zona di mitigazione degli impatti ambientali delle infrastrutture stradali e  
ferroviarie e attività produttive; per una superficie di 12440 mq

## CRITERI DIRETTORI

La variante parziale al P.R.G. vigente riguarda un ambito territoriale del Comune localizzata ad nord dell'insediamento urbano esistente di S. Antonino lungo l'ex strada statale n.467 (individuata catastalmente al foglio n.31 mappali n.141(p)-817(p) del Comune di Casalgrande) e delimitata a nord dalla strada Pedemontana SP n.467R.

Le variante urbanistica prevede:

1) la riclassificazione di alcune aree:

- parte in zona territoriale omogenea E, sottozona E3 "Territorio rurale di contatto con gli spazi urbani" (art.117 delle nta di P.R.G) di superficie pari a 2.280mq;
- parte in zona territoriale omogenea F, sottozona FB5 "Zone di mitigazione degli impatti ambientali delle infrastrutture stradali e ferroviarie" (art.124 delle nta di P.R.G) di superficie pari a 12.440mq;
- a zona territoriale omogenea G, sottozona GE4 "Impianti di distribuzione e servizi all'auto" (art.135 delle nta di P.R.G), soggetta ad intervento diretto.

2) la perimetrazione dell'ambito in zona territoriale omogenea G, sottozona GE4;

3) la localizzazione del distributore di carburante e relativi servizi all'auto con la creazione di una fascia di mitigazione verde lungo il perimetro dell'area in oggetto.

La zona in argomento, viene evidenziata nel P.R.G. con specifica sigla di sottozona GE4 ed è regolata dagli artt.3-4-12-13-14-15-23-24-122-123-124-133-135-137-144 delle norme tecniche di attuazione del P.R.G.

Nell'attuazione della presente variante al P.R.G. vig. si prevedono i seguenti parametri:

DATI EDILIZI D.C.R N.355/2002 E P.R.G VIGENTE		
	NORMATIVA	VARIANTE
Superficie intervento	3.000mq (minima)	circa 14.720mq
Indice di edificabilità UF	0,05 mq/mq	0,05 mq/mq
SCp massima edificabile	---	735mq
Altezza massima	5,00ml	5,00ml
Usi ammissibili	U8-U16-U23-U34	U8-U16-U23-U34
Parcheggi P1	Vedi art.45 delle nta di PRG vig.	Vedi art.45 delle nta di PRG vig.
Parcheggi P3		
Distanze dai confini di proprietà	>= 5,00ml e comunque non inferiore alla metà dell'altezza del fronte dell'edificio erigendo;	>= 5,00ml e comunque non inferiore alla metà dell'altezza del fronte dell'edificio erigendo;
<sup>1</sup> Distanze tra gli edifici	>= 10,00ml	>= 10,00ml
<sup>2</sup> Distanze dalle strade	---	>= 20,00ml dal filo stradale
<sup>3</sup> N. piani fuori terra	1	1

La variante urbanistica è stata redatta nel rispetto dei seguenti "criteri direttori":

- razionalizzazione e ammodernamento della rete degli impianti di carburante presenti nel territorio comunale, allo scopo di assicurare il miglioramento dell'efficienza della rete, l'incremento dei servizi resi all'utenza;
- i parametri edilizi dell'area fanno riferimento a quelli indicati agli artt.133 e 135 nta di P.R.G. vigente, Regolamento edilizio comunale vigente e deliberazioni del Consiglio Regionale n.355/2002 e n.2615/2002.

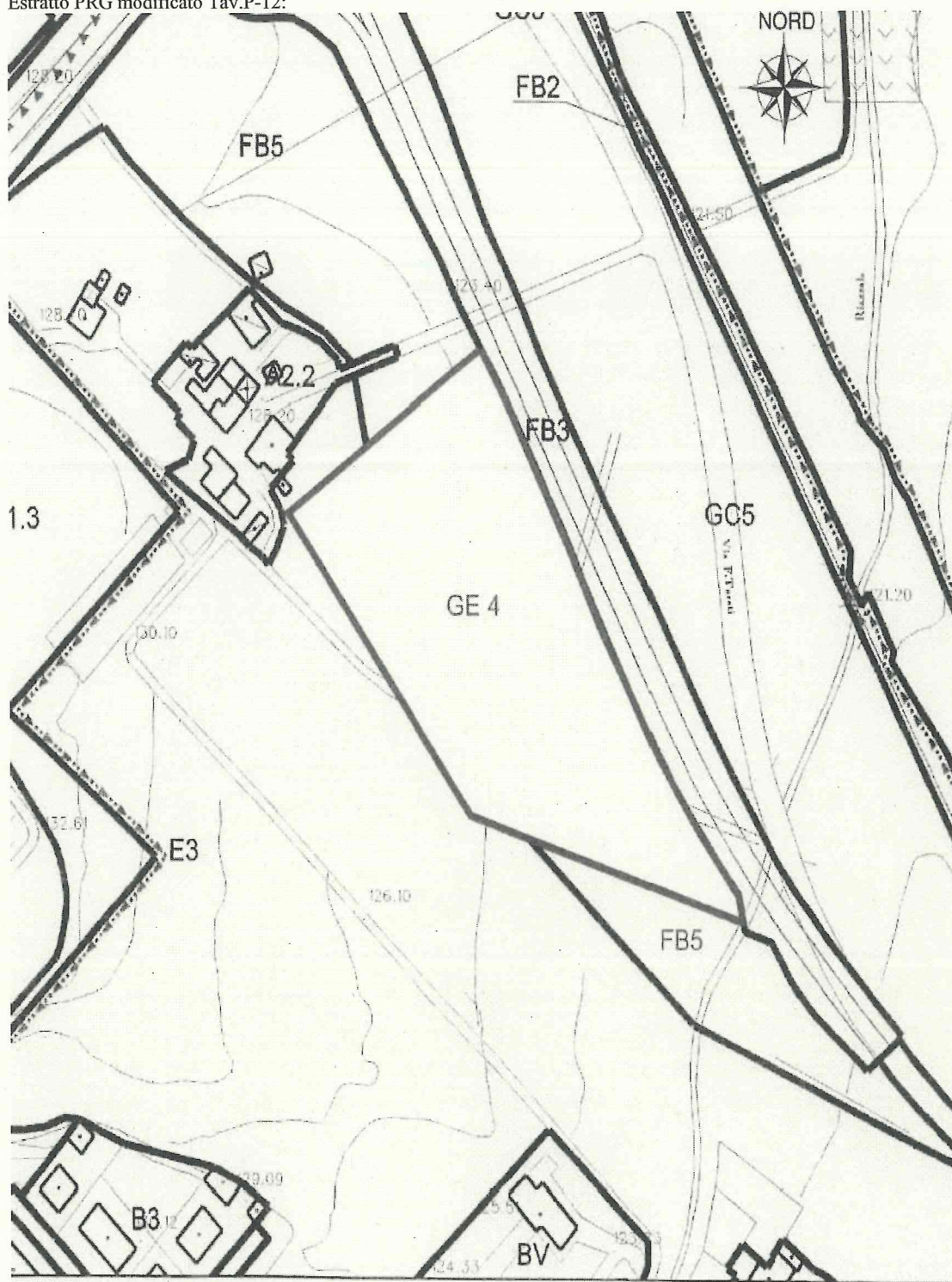
<sup>1</sup> Parametro edilizio da rispettare in questo specifico ambito

<sup>2</sup> vedi nota 1

<sup>3</sup> vedi nota 1



Estratto PRG modificato Tav.P-12:



**03- ESTRATTO DI PRG VARIATO scala  
1/2000**

DESTINAZIONI URBANISTICA DELL'AREA IN PROPRIETA' - a seguito della variante:  
ZONA GE4: "Art.135 - Impianti di distribuzione e servizi all'auto (sottozona GE4)  
per una superficie di 14720 mq

### DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

Lo strumento urbanistico comunale vigente individua nella cartografia SD, FR-3, S-3 e P-12 (in scala 1:5000 e 1:2000) l'ambito oggetto della trasformazione urbanistica riclassificando alcune aree della zona territoriale omogenea E, sottozona E3 "Territorio rurale di contatto con gli spazi urbani" – art.117 delle nta di P.R.G.

La variante parziale al P.R.G classifica le aree citate precedentemente (individuate catastalmente nel Foglio n.31 Mappali n.141(p)-817(p) all'interno della zona territoriale omogenea G, sottozona GE4 per "Impianti di distribuzione e servizi all'auto".

La variante coinvolge una porzione di terreno avente una superficie territoriale ST pari a circa 14.720mq, nella quale si prevede la costruzione di un nuovo impianto di distribuzione carburante posto in fregio alla strada Pedemontana SP n.467R. L'impianto prevede la costruzione di una pensilina dove sono collocate le varie isole di distribuzione carburanti sottostanti su cui insistono gli erogatori. Viene previsto un manufatto in muratura per il gestore, il magazzino e servizi per gli addetti.

Proposta progettuale – Assetto dell'area (scala 1:2000):



La progettazione dei nuovi fabbricati, destinati a servizi, sarà integrata nel contesto ambientale, prevedendo barriere di verde (con essenze autoctone) e verifiche cromatiche.

Tutti gli scarichi dovranno essere autorizzati dalle Autorità competenti (AUSL, ARPA) e realizzati secondo le vigenti normative e in particolare secondo la D.G.R 14 febbraio 2005, n.286 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da



aree esterne (art.39, D.Lgs 11 maggio 1999, n.152)". Dovranno inoltre essere adottate tutte le misure più adeguate perché le acque provenienti dal dilavamento degli spazi esterni non costituiscano pericolo d'inquinamento. In ogni caso sarà garantita la continuità e l'integrità di tutte le opere di raccolta, canalizzazione, smaltimento delle acque stradali.

I serbatoi di stoccaggio per l'immagazzinamento carburanti potranno essere installati solo interrati a doppia parete, muniti di sistema di rilevazione perdite. Negli impianti esistenti, quando si necessiti o sia prevista la sostituzione dei serbatoi. Tutte le tubazioni di collegamento da e per i serbatoi dovranno essere anch'esse munite di doppia parete; altrettanta attenzione dovrà essere posta nei giunti per garantire che le eventuali perdite non contaminino il suolo.

Gli impianti saranno dotati di schermature poste a protezione realizzate mediante vegetazione nella misura necessaria ai fini di una efficace mitigazione dell'impatto visivo e di un contributo alla riduzione dell'impatto acustico e atmosferico. Inoltre, saranno studiate appropriate opere di mitigazione dell'impatto visivo in rapporto al contesto e previste le soluzioni per minimizzare gli impatti sul territorio rapportate al contesto in cui si inseriscono.

L'altezza massima dei fabbricati non dovrà superare i 5,00ml; mentre l'altezza massima delle pensiline all'intradosso non potrà superare i 6,00ml. Ciò viene stabilito sia per consentire un'adeguata visibilità dell'impianto dalla relativa infrastruttura, sia per non inserirsi in maniera troppo impattante nell'ambiente circostante.

Alla funzione primaria di distribuzione carburanti per autotrazione, come definita dalla legislazione vigente in materia, può essere associata, in forma accessoria, la vendita di accessori e articoli per gli autoveicoli, servizi di lavaggio, grassaggio e di assistenza ai veicoli.

Negli impianti di distribuzione carburanti ad uso pubblico è consentito, nel rispetto delle disposizioni igienico-sanitarie ed ambientali vigenti, il libero esercizio di attività commerciali integrative, quali pubblici esercizi per la somministrazione di alimenti e/o bevande e attività di commercio, nonché l'esercizio delle altre attività di servizio, ai veicoli e alle persone, in superfici non superiori a quelle previste per gli esercizi di vicinato cui all'art.4, comma 1, lettera d), del D.Lgs n.114/98 e s.m.i. previste dalle norme d'attuazione del vigente P.R.G.

## **RAPPORTO PRELIMINARE IN MERITO ALLA VERIFICA DI NON ASSOGGETTABILITA' ALLA VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA V.A.S.**

In riferimento alla Legge Regionale n.9 del 13/06/2008 e Decreto Legislativo n.4 del 16/01/2008 a modifica parziale del Decreto Legislativo n.152 del 3/04/2006, a sostegno della presente variante parziale al P.R.G. vigente, viene allegato il *"Rapporto Preliminare di non assoggettabilità alla V.A.S."*, di cui all'art.12 del Decreto Legislativo n.152/2006 smi, volto a verificare gli impatti ambientali dell'intervento urbanistico della presente variante parziale al P.R.G. vigente. La presente documentazione è obbligatoria affinché la Provincia di Reggio Emilia, quale Autorità competente ai fini della valutazione ambientale strategica V.A.S., possa esprimersi nel merito.

## **PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO**

Ai sensi della Legge n.447/1995 smi, del D.C.P.M. de 14/11/1997 e Legge Regionale n.15/2001 smi è stata redatta la valutazione dell'impatto acustico derivante dalla realizzazione di un nuovo impianto di distribuzione e servizi all'auto sulla Strada pedemontana SP n.467R (località S. Antonino).

## **FATTIBILITÀ GEOLOGICA, GEOTECNICA, E MODELLAZIONE SISMICA**

La relazione geologico-tecnica, redatta dal Dott.Geol. Francesco Dettori di Bologna, conferma l'edificabilità della nuova zona classificata GE4 e la sua idoneità geomorfologia a recepire le costruzioni edilizie come programmate dalla variante in oggetto.

L'Amministrazione richiederà in sede di presentazione del permesso di costruire (ai sensi dell'art.13 Legge Regionale n.31/2002 smi) ulteriori approfondimenti tecnici e indagini sugli aspetti geologico-sismici relativi agli interventi edificatori per la realizzazione di manufatti ed opere d'arte (in quanto è obbligatoria, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, l'esecuzione di specifiche indagini geognostiche e di opportune e approfondite verifiche di carattere geologico-geotecnica).





# PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

CAS/cas

Reggio Emilia II, 15 MAG. 2013

Prot. 27826 /37/2013

Spett.le

IPERGAS  
Via Paradisi, 1/2  
42121 REGGIO EMILIA

Al Signor Sindaco del Comune di  
42013 CASALGRANDE

Oggetto: Richiesta di parere per realizzazione di un impianto di distribuzione carburante sulla SP. 467R

In riscontro alla richiesta della S.V. di cui all'oggetto (Prot. 18551/37/2013 del 29.03.2013), visti l'art.24 del Codice della Strada, l'art. 15 del Regolamento Provinciale per le Concessioni ed Autorizzazioni su strade e aree pubbliche, visto il comma 3 dell'art. 45 del Regolamento del Codice della Strada, esprime **PARERE FAVOREVOLE**, per quanto di competenza, alla realizzazione di un impianto di distribuzione carburante sulla SP. 467R, fuori c.a. di Casalgrande lato Dx. nel comune di Casalgrande, alle condizioni seguenti:

- Distanza minima del lato verso strada della pensilina, rispetto al bordo bitumato, non inferiore a m.5
- Fronte minimo di mt. 60 di cui 15 per ciascuno dei due accessi e mt. 30 di aiuola spartitraffico.
- Aiuola spartitraffico in linea con le recinzioni esistenti e comunque mai a distanza inferiore a metri 2,00 dalla linea di demarcazione della carreggiata o, in assenza della stessa, dalla linea del manto bitumato ed avere una larghezza minima di metri 0,80.
- Entrata ed uscita dei veicoli dalla stazione di servizio dovrà avvenire tassativamente in destra.

Si rammenta inoltre che, una volta ottenute le concessioni di legge, la Ditta dovrà inoltrare, presso la scrivente Provincia, regolare richiesta di autorizzazione disciplinante gli accessi, e di quant'altro pertinente alla proprietà stradale, ai sensi del vigente Codice della Strada e del Regolamento per le concessioni e autorizzazioni della Provincia di Reggio Emilia, p.g.95/11403/02612 e successive modificazioni ed integrazioni.

Durante l'esecuzione dei suddetti lavori, non dovrà in alcun modo essere interessata la sede stradale e dovranno essere adottate tutte le cautele atte a garantire la sicurezza della circolazione.

IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO INFRASTRUTTURE  
MOBILITA' SOSTENIBILE PATRIMONIO ED EDILIZIA  
(Ing. Valerio Brussei)





**Comune di Casalgrande  
Provincia di Reggio Emilia**

**OGGETTO:**

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI  
IMPIANTO DISTRIBUZIONE CARBURANTI  
DA REALIZZARSI IN COMUNE DI CASALGRANDE (RE)**

**ASSOGGETTABILITA' A VALUTAZIONE  
AMBIENTALE STRATEGICA**

**Giugno 2013**

**progetto a cura di:**

 **studioALFA**

**via Vincenzo Monti 1  
42122 Reggio Emilia**

**Il responsabile del Settore Fisico  
(tecnico competente in acustica ambientale)**

**Gianluca Savigni**



## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....	3
3. INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO .....	4
3.1 ANALISI DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE REGIONALE (PTR) 4	
3.2 ANALISI DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PROVINCIALE (PTCP).....	5
3.3 ANALISI DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE (PRG) 9	
4. INQUADRAMENTO PROGETTUALE .....	10
5. MOBILITA'.....	14
6. INQUINAMENTO ACUSTICO.....	14
7. QUALITA' DELL'ARIA.....	15
7.1 ZONIZZAZIONE PROVINCIALE.....	15
7.2 LA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI REGGIO EMILIA .....	18
7.3 CONSIDERAZIONI RELATIVE AL PROGETTO .....	20
8. GESTIONE DEI RIFIUTI.....	21
9. ASPETTI PAESAGGISTICI .....	23
10. GESTIONE ACQUE .....	23
11. ASPETTI NATURALISTICI.....	24
12. SALUTE.....	24
13. CONCLUSIONI.....	24





### 3. INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO

#### 3.1 ANALISI DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE REGIONALE (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale vigente è stato approvato dall'Assemblea Legislativa Regionale con delibera n. 276 del 3 febbraio 2010 ai sensi della Legge Regionale 24 Marzo 2000, n. 20 così come modificata dalla L.R. n.6, del 6 luglio 2009.

Il PTR costituisce l'atto più rilevante della nostra regione, rappresenta il disegno strategico che ambisce ad articolare l'intero ventaglio degli strumenti di programmazione esistenti. La sua visione strategica è soprattutto il risultato di una condivisione che darà forma alla regione che vogliamo diventare.

L'area aziendale oggetto di studio è inserita all'interno dell'unità di Pianificazione e programmazione *Area di Casalgrande*, presente all'interno della scheda nr. 3 Sintesi PTCP Reggio Emilia. La scheda di sintesi è stata elaborata sulla base delle informazioni relative al PTCP della Provincia di Reggio Emilia, a cui si rimanda quindi per specifiche in merito.

Dall'analisi del PTR non si evince nessun particolare vincolo relativo all'area studiata.

#### Scheda n. 3 Sintesi PTCP Reggio Emilia

PTCP	Provincia Reggio Emilia
Adottato	1997
Approvato	1999
variante approvata	nessuna
Predisposto secondo le direttive	L.R. N. 6 del 30/01/1995
Fonti informazioni/dati	Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Reggio Emilia
Unità di pianificazione e programmazione	La Relazione Programmatica individua Ambiti ed Aree di riferimento delle strategie del Piano:
	<b>Ambiti ed Aree di riferimento</b>
	<b>GUASTALLA</b> Comuni: Boretto, Brescello, Gualtieri, Guastalla, Luzzara, Novellara , Poviglio, Reggiolo.
	<b>MONTECCHIO EMILIA</b> Comuni: Bibbiano, Campegine, Canossa, Cavriago, Gattatico, Montecchio Emilia, Sant'Ilario d'Enza, San Polo d'Enza.
	<b>CORREGGIO</b> Comuni: Campagnola Emilia, Correggio, Fabbrico, Rio Saliceto, Rolo, San Martino in Rio.
	<b>REGGIO NELL'EMILIA</b> Comuni: Albinea, Bagnolo in Piano, Cadelbosco di Sopra, Castelnovo di Sotto, Quattro Castella, Reggio nell'Emilia, Vezzano sul Crostolo.
	<b>SCANDIANO</b> Comuni: Baiso, <u>Casalgrande</u> , Castellarano, Rubiera, Scandiano, Viano.
	<b>CASTELNOVO NE' MONTI</b> Comuni: Busana, Carpineti, Casina, Castelnovo ne' Monti, Collagna, Ligonchio, Ramiseto, Toano, Vetto, Villa Minozzo.

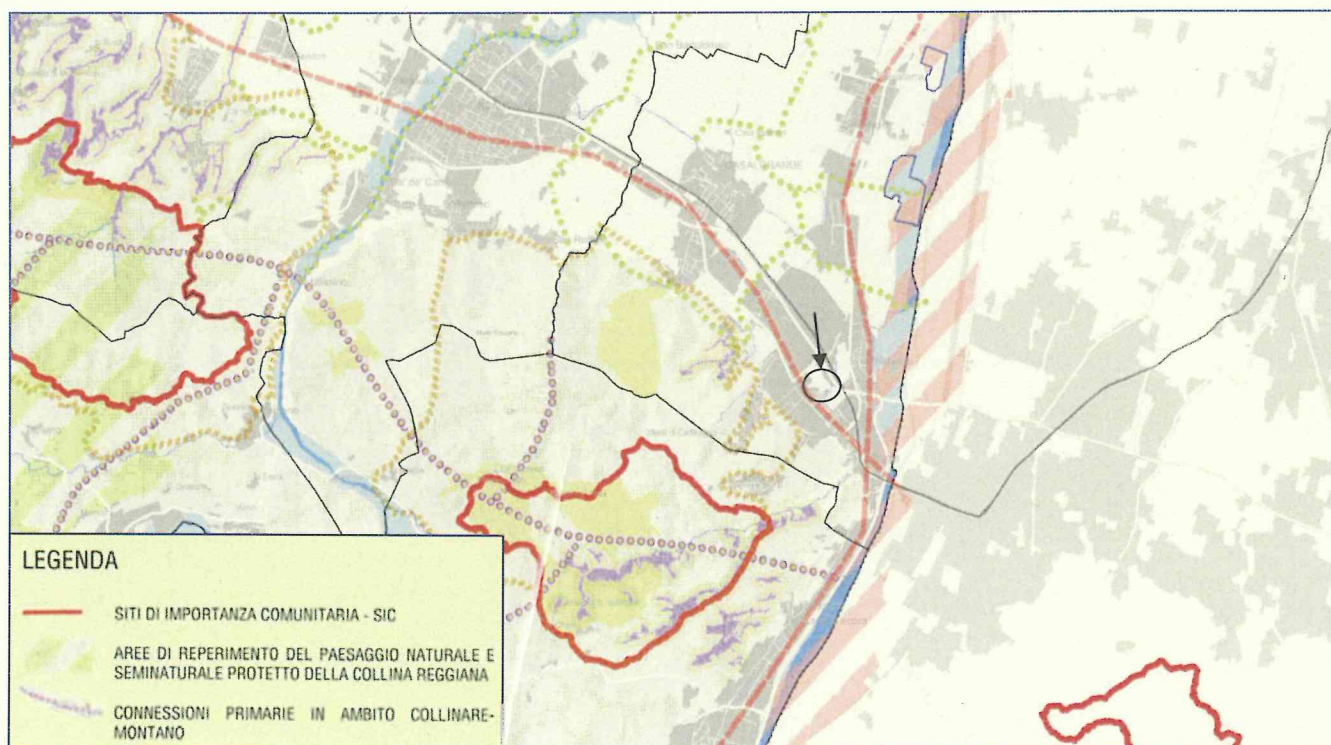


### 3.2 ANALISI DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PROVINCIALE (PTCP)

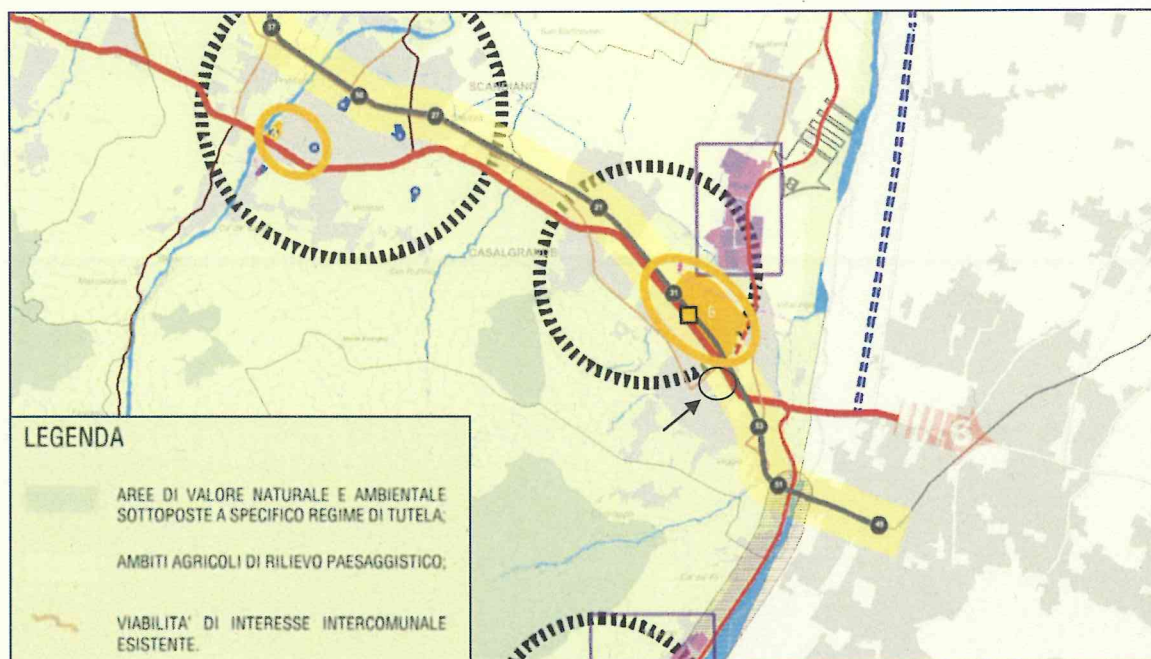
Il Consiglio provinciale ha adottato il nuovo P.T.C.P. con Del. n.92 del 06/11/2008, e lo ha successivamente approvato con Del. n.124 del 17/06/2010. Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) è lo strumento di pianificazione che definisce l'assetto del territorio, è sede di raccordo e verifica delle politiche settoriali e strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale.

Di seguito si riportano stralci alle tavole di PTCP ritenute più significative alla caratterizzazione a livello provinciale dell'area di studio.

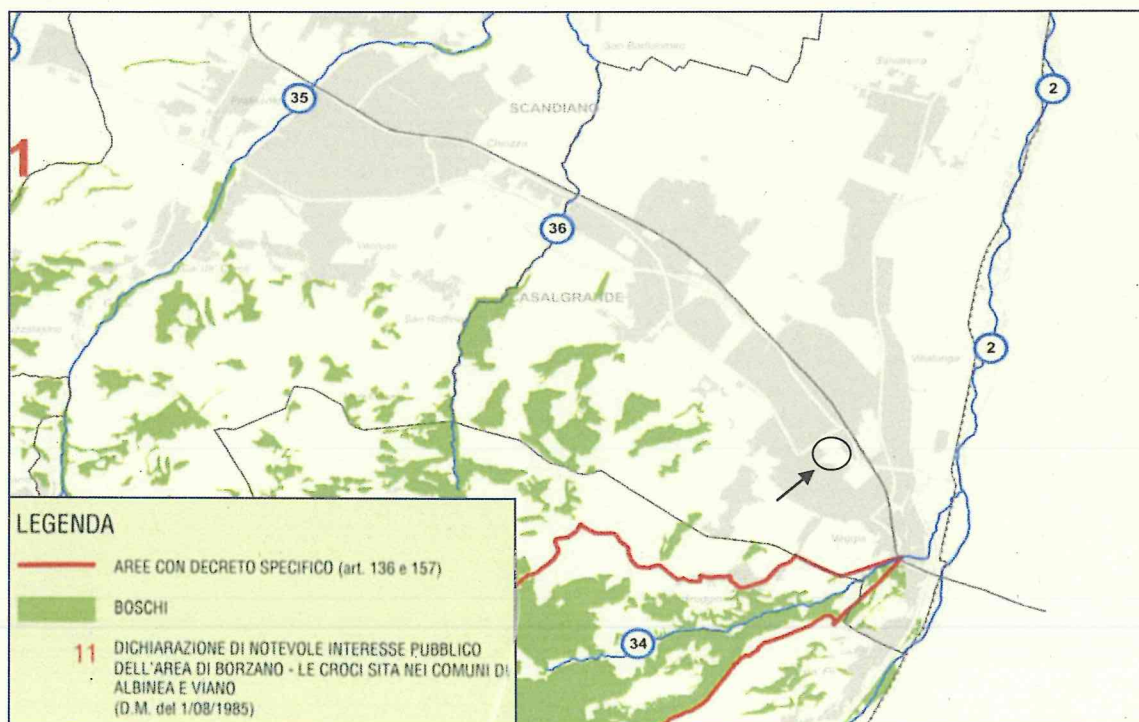
**Tavola P2 – Centro: Rete Ecologica Polivalente**



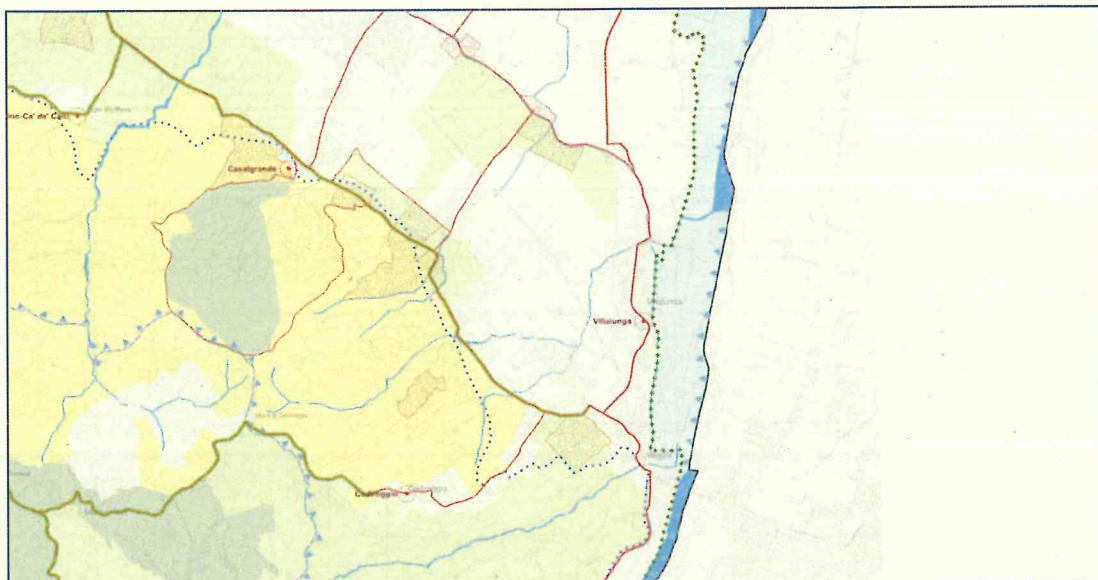
**Tavola P3a - Centro: Assetto territoriale degli insediamenti e delle reti, della mobilità, territorio rurale**



**Tavola P4 - Centro: Carta dei beni paesaggistici del territorio provinciale**





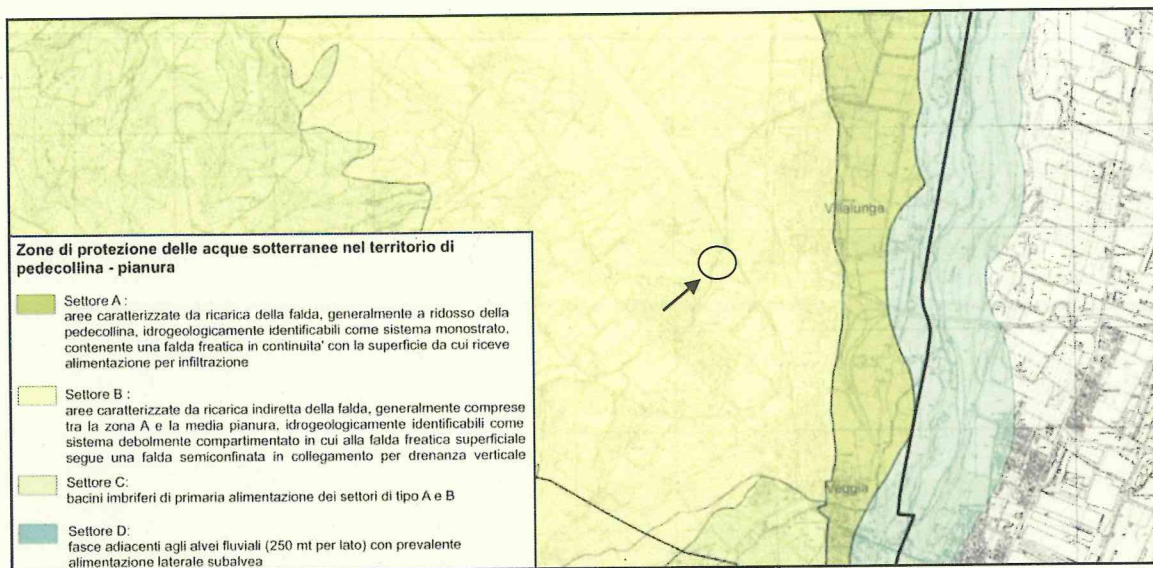


**Tavola P5a (219NO): Zone, tutele ed elementi della tutela paesistica**

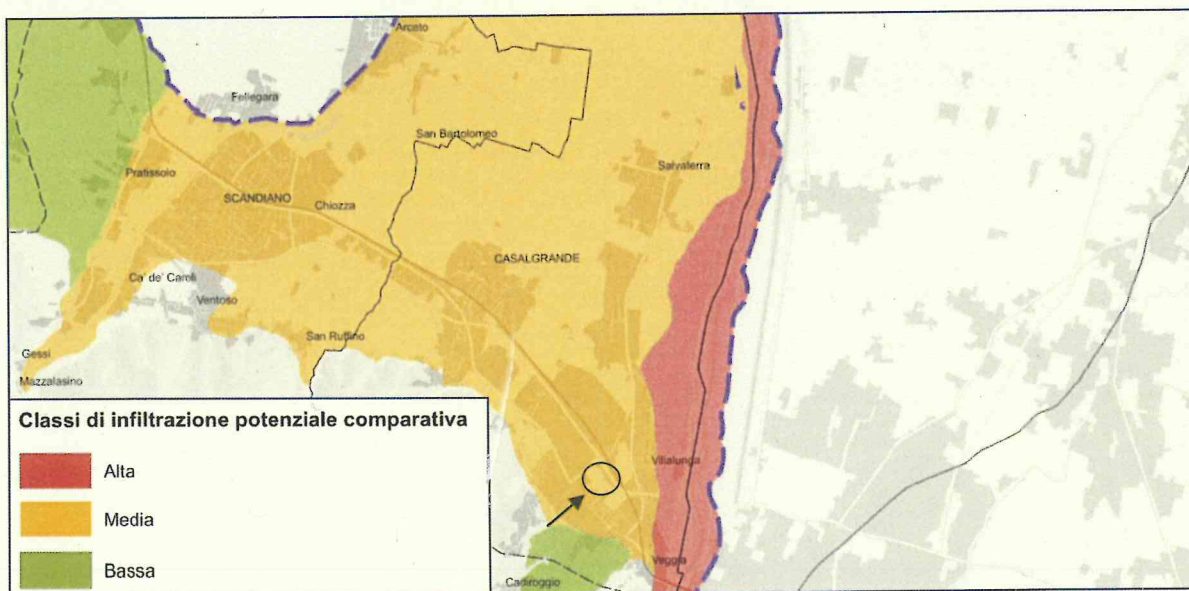
<b>SISTEMI, ZONE ED ELEMENTI STRUTTURANTI LA FORMA DEL TERRITORIO E DI SPECIFICO INTERESSE NATURALISTICO</b>	
<b>Sistema dei crinali e sistema collinare (art. 37)</b>	
	Crinale
	Collina
<b>Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, invasi e corsi d'acqua (art. 40)</b>	
	a. Zone di tutela assoluta
	b. Zona di tutela ordinaria
	c. Zone di tutela delle golene del Po
<b>Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (art. 41)</b>	
<b>Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura (art. 82)</b>	
<b>Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale (art. 42)</b>	
<b>Particolari disposizioni di tutela di specifici elementi (art. 43)</b>	
	dossi di pianura
<b>Zone di tutela naturalistica (art. 44)</b>	
<b>Zone di tutela agronaturalistica (art. 45)</b>	
<b>Strutture insediative territoriali storiche non urbane (art. 50)</b>	
<b>Viabilità storica (art. 51)</b>	
<b>Sistema delle bonifiche storiche (art. 53)</b>	
<b>Viabilità panoramica (art. 55)</b>	

**LEGENDA**

**Tavola P10a (219NO): Carta delle tutele delle acque sotterranee e superficiali**



**Tavola P10c (219NO): Carta dell'infiltrazione potenziale comparativa per la pianificazione urbanistica comunale**



Dagli stralci delle tavole di progetto del PTCP analizzati, e riportati in precedenza, non si evince la presenza di nessuno specifico vincolo sull'area oggetto di studio. L'area rientra in "settore B" riguardo la tutela delle acque (Art. 82 NTA di PTCP), e viene classificata come "Classe di Infiltrazione Media" (Art. 83 NTA di PTCP).

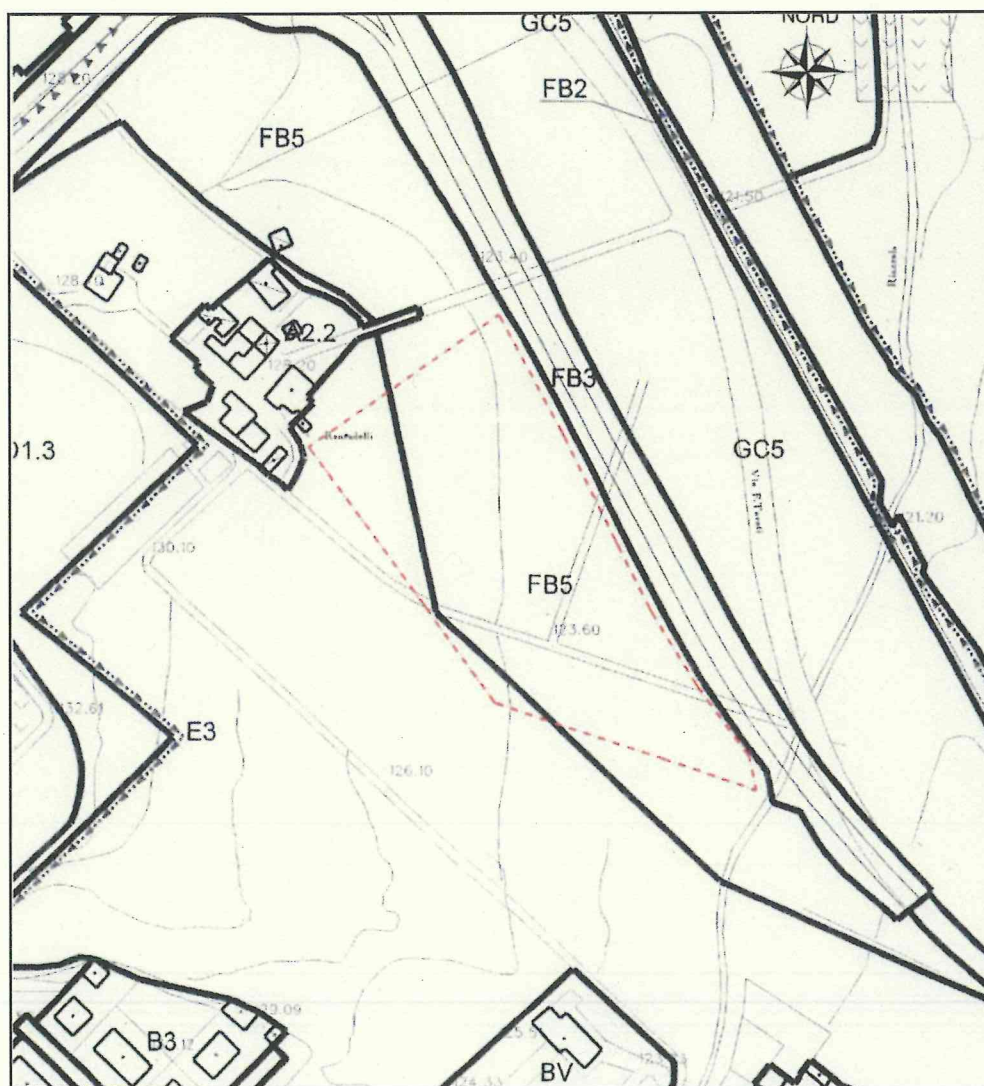


### 3.3 ANALISI DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE (PRG)

In base a quanto indicato nel Piano Regolatore Generale vigente, l'area oggetto di studio è compresa in aree così classificate:

- Zona E3: "Art. 117 – Territorio rurale di contatto con gli spazi urbani (per una superficie di 2.280 mq);
- Zona FB5: "Art. 128 – Zona di mitigazione degli impatti ambientali delle infrastrutture stradali e ferroviarie e attività produttive (per una superficie di 12.440 mq).

Di seguito si riporta un estratto di PRG in cui viene indicato il perimetro dell'area oggetto di progetto.



#### 4. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un distributore carburanti, da realizzarsi in Comune di Casalgrande, Provincia di Reggio Emilia.

Sulla base dell'attuale destinazione d'uso delle aree interessate dal progetto in esame, si è realizzata documentazione di variante urbanistica, al fine di richiedere la trasformazione delle attuali aree (classificate dal PRG vigente in parte ZONA E3 - Art. 117, e in parte ZONA FB5 - Art. 128) in area classificata ZONA GE4 - Art. 135 *Impianti di distribuzione e servizi all'auto (sottozona GE4)*.

Si riporta di seguito l'estratto delle NTA del PRG relativo all'Art. 135, che disciplina la realizzazione degli impianti di distribuzione carburanti.

##### **Art.135 - Impianti di distribuzione e servizi all'auto (sottozona GE4)**

*1 La disciplina per la razionalizzazione della rete distributiva dei carburanti per autotrazione è definita dalla Delibera del Consiglio Regionale dell'Emilia-Romagna n.355 del 28/05/2002. In base a tale provvedimento l'apertura di nuovi impianti:*

- è esclusa nelle zone A (Centri Storici);*
- è consentita nelle zone destinate dal P.R.G. a nuovi impianti, nel rispetto della normativa nazionale e regionale;*
- è consentita in altre aree, nel rispetto dei criteri individuati agli art.2, 3 e 4 della Delibera Regionale citata.*

*2 Le situazioni di incompatibilità tra impianto e territorio sono definite al punto 1.q delle "Norme di indirizzo programmatico" citate, e consistono in: intralcio al traffico; salvaguardia delle risorse e beni storici; incompatibilità con le norme del Nuovo Codice della Strada e relativo regolamento.*

*3 La superficie minima dell'area di localizzazione è definita al punto 2 delle "Norme di indirizzo programmatico" citate, in rapporto alle zone del territorio comunale (zona 2: residenziale di completamento; zona 3: insediamenti produttivi e commerciali; zona 4: agricola) Stazioni di servizio: 1000 mq. (zona 1) - 1800 mq. (zona 2) - 3000 mq. (zona 3) Stazioni di rifornimento: 900 mq. (zona 1) - 1500 mq. (zona 2) - 2000 mq. (zona 3) Chioschi: 720 mq. (zona 1) - 900 mq. (zona 2) - 1200 mq. (zona 3).*

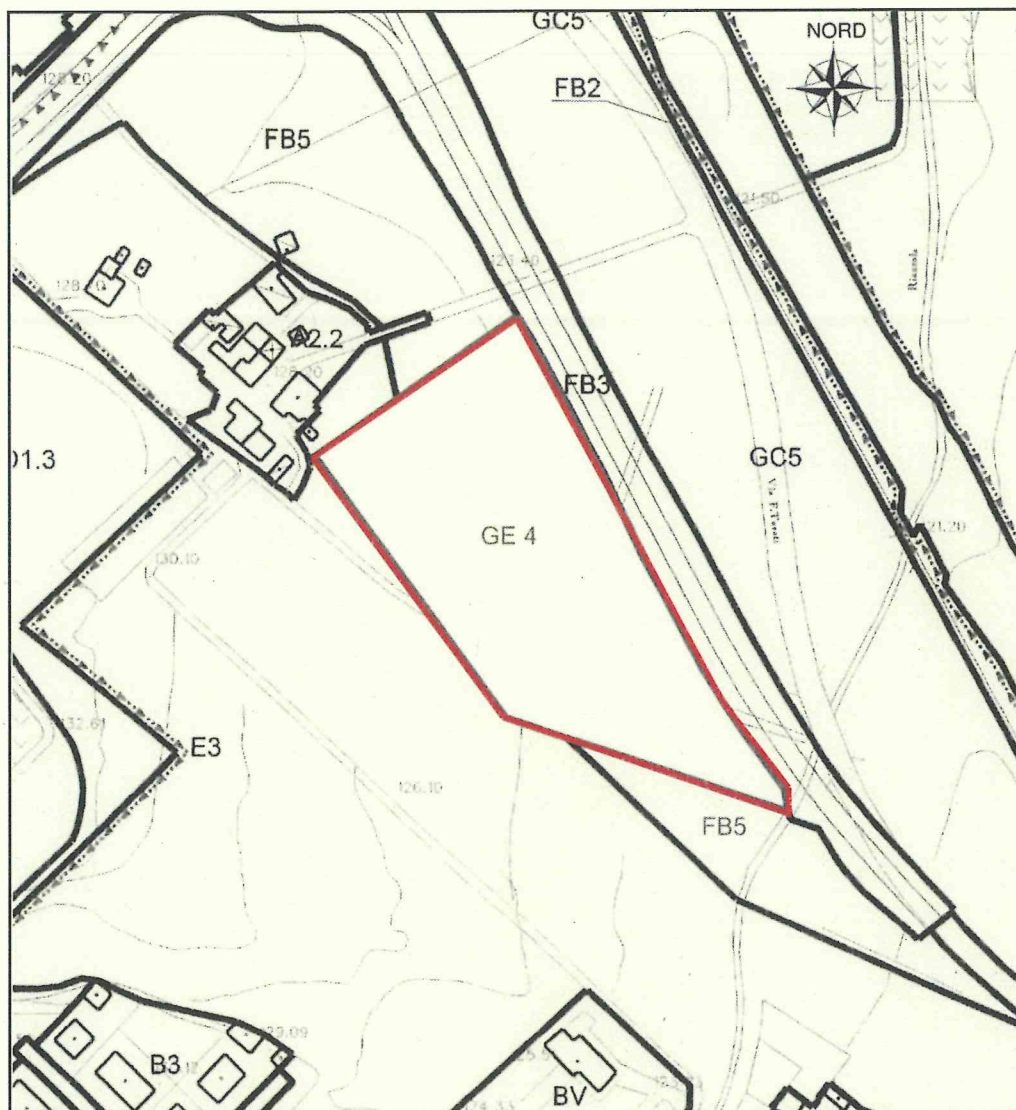
*4 Le distanze minime per l'insediamento degli impianti di uso pubblico sono definite al punto 3 delle norme citate: zona 2: m.500,00; zona 3: m.800,00; zona 4: m.3000,00.*

*5 Le caratteristiche tipologiche degli impianti in rapporto alle zone di insediamento sono definite al punto 4 delle norme citate.*

*6 Nelle sottozone GE4 sono urbanisticamente ammesse e possono pertanto essere oggetto di specifica autorizzazione, nei termini prescritti dalle Norme regionali di indirizzo sopra citate, destinazioni d'uso funzionali alla qualificazione dei servizi all'utente: U8 Attività di commercio al dettaglio fino a 250 mq. di superficie di vendita; U16 Servizi all'auto; U23 Pubblici esercizi; U34 Distributori.*



In figura di seguito si riporta la tavola di PRG con modifica, ad approvazione della variante richiesta.



Il progetto prevede un'area di intervento di circa 14.700 mq di cui 8.800 saranno resi impermeabili da asfalto ed edifici, ed i restanti saranno destinati a verde. Si potrà ipotizzare in fase successiva inoltre anche l'incremento di area permeabile tramite l'utilizzo di autobloccanti drenanti, attraverso la realizzazione di circa 500 mq destinati a parcheggi.

Di seguito si riporta in figura l'inserimento progettuale realizzato, con indicazione di localizzazione area Attività Bar-Ristorazione, area Erogazione Carburante e area Erogazione-Deposito G.P.L..



*Figura – Estratto di Tavola di progetto del Distributore Carburanti*



Di seguito si riportano foto-rendering che evidenziano l'inserimento del progetto ipotizzato all'interno dell'area oggetto di studio.







## 5. MOBILITA'

Allo stato attuale la mobilità esistente lungo Via Filippo Turati, collegata direttamente alla Variante Sp467r, si può stimare in circa 7500 veicoli complessivi in ambito diurno, e circa 500 veicoli in ambito notturno. L'inserimento dell'attività di Distributore Carburanti oggetto di studio non porterà in sostanza a variazioni di flussi veicolari tali da generare impatti legati all'ambito viario. Si esclude il peggioramento del Livello di Servizio (misura della qualità di deflusso veicolare in uno specifico arco stradale) dell'infrastruttura viaria considerata.

## 6. INQUINAMENTO ACUSTICO

È stata realizzata la valutazione previsionale di Impatto Acustico (Allegata al presente Studio) in ottemperanza alla normativa vigente. Dalla valutazione previsionale si evince il completo rispetto dei limiti acustici sia presso confini aziendali (limiti assoluti), sia presso ricettori sensibili prossimi all'area di progetto (limiti differenziali).



## 7. QUALITA' DELL'ARIA

### 7.1 ZONIZZAZIONE PROVINCIALE

Per un'applicazione omogenea sul territorio provinciale delle azioni da intraprendere ai fini del miglioramento della qualità dell'aria, il Piano Provinciale di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria, suddivide la Provincia di Reggio Emilia nelle seguenti aree amministrative con caratteristiche simili della qualità dell'aria.

**ZONA A (pianura):** territorio dove c'è il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme. In queste zone occorre predisporre piani e programmi a lungo termine;

Comuni di: Albinea, Bagnolo in Piano, Bibbiano, Boretto, Brescello, Cadelbosco di Sopra, Campagnola Emilia, Campegine, **Casalgrande**, Castellarano, Castelnovo di Sotto, Cavriago, Correggio, Fabbrico, Gattatico, Gualtieri, Guastalla, Luzzara, Montecchio Emilia, Novellara, Poggio, Quattro Castella, Reggiolo, Reggio nell'Emilia, Rio Saliceto, Rolo, Rubiera, San Martino in Rio, San Polo d'Enza, Sant'Ilario d'Enza, Scandiano, Vezzano sul Crostolo.

**ZONA B (collina e montagna):** territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori al valore limite. In questo caso è necessario adottare piani di mantenimento;

Comuni di: Baiso, Busana, Carpineti, Casina, Castelnuovo né Monti, Canossa, Collagna, Ligonchio, Ramiseto, Toano, Vetto, Viano, Villa Minozzo.

La zonizzazione aggrega i territori comunali rientranti nella zona A, in agglomerati in base alle caratteristiche della qualità dell'aria, alla continuità urbanistica, alla densità di popolazione e alla struttura produttiva.

**AGGLOMERATO R3 (capoluogo e comuni assimilati):** Bagnolo in Piano, Bibbiano, Cadelbosco di Sopra, Cavriago, Correggio, Montecchio Emilia, Quattro Castella, Reggio nell'Emilia, San Martino in Rio, Sant'Ilario d'Enza.

**AGGLOMERATO R12 (distretto ceramico):** **Casalgrande**, Castellarano, Rubiera, Scandiano.

Il Comune di Casalgrande (ove ricade l'area oggetto di studio) rientra in "Zona A" e Agglomerato R12.

Il D.Lgs. 155/2010 pone l'attenzione sulla definizione della zonizzazione del territorio nazionale, cioè la suddivisione in agglomerati e zone. Le Regioni individuano zone e agglomerati con riferimento ai confini amministrativi degli enti locali, alle caratteristiche orografiche, meteorologiche e di carico emissivo del territorio (per le zone) ed agli aspetti di assetto urbanistico e di densità di popolazione (per gli agglomerati).

Per la nostra regione, ai fini della valutazione e della gestione della qualità dell'aria, sono state proposte le zone (da: D.G.R. 14 marzo 2011, n. 344):

- IT08100 Agglomerato
- IT08101 Appennino
- IT08102 Pianura Ovest
- IT08103 Pianura Est

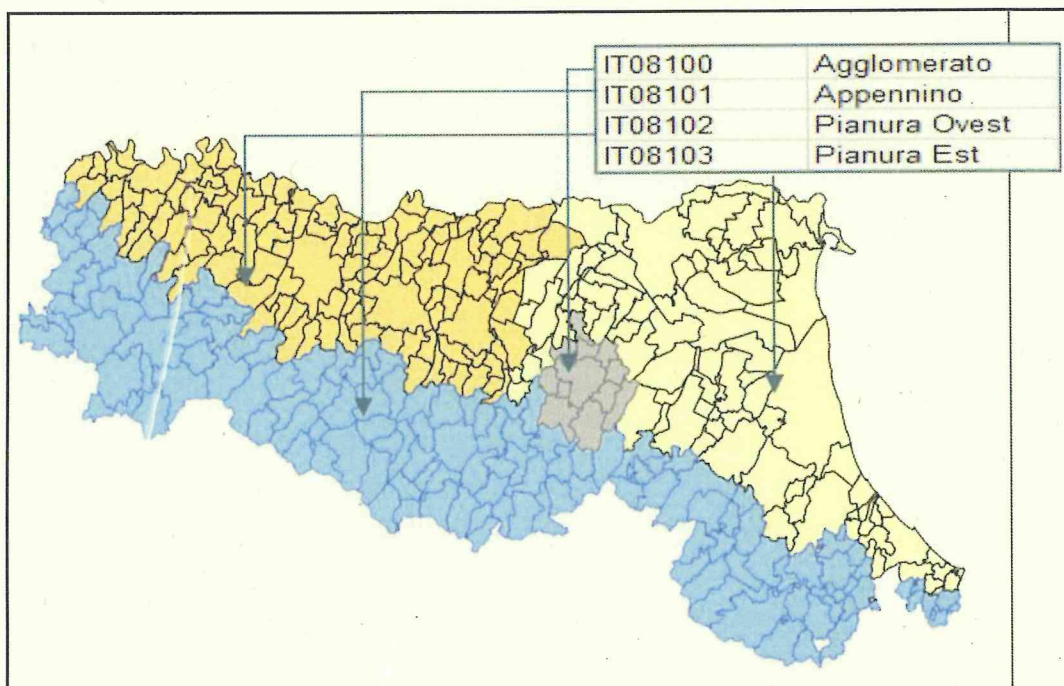


Figura – nuova proposta di zonizzazione dell'Emilia Romagna

Per la nostra provincia, le porzioni di zona "Pianura Ovest" e zona "Appennino" si sovrappongono perfettamente alle zone precedentemente definite nel PTQA (Piano provinciale di Tutela e risanamento della Qualità dell'Aria): Zona A e Zona B.

Il Comune di Casalgrande (ove ricade l'area oggetto di studio) rientra in classe Pianura Ovest (Zona A) "territorio dove c'è il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme. In queste zone occorre predisporre piani e programmi a lungo termine".



La zonizzazione è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria, condotta utilizzando le centraline della rete regionale di monitoraggio. Di seguito si riporta in figura l'elaborazione delle aree di superamento per  $PM_{10}$  e  $NO_2$ , tratta dal Rapporto di monitoraggio del PTQA – Anno 2010.

L'elaborazione grafica è stata realizzata sulla base dei dati rilevati dalle centraline che hanno evidenziato in varie aree del territorio il superamento dei valori limite per il particolato atmosferico ( $PM_{10}$ ) e il biossido di azoto ( $NO_2$ ).

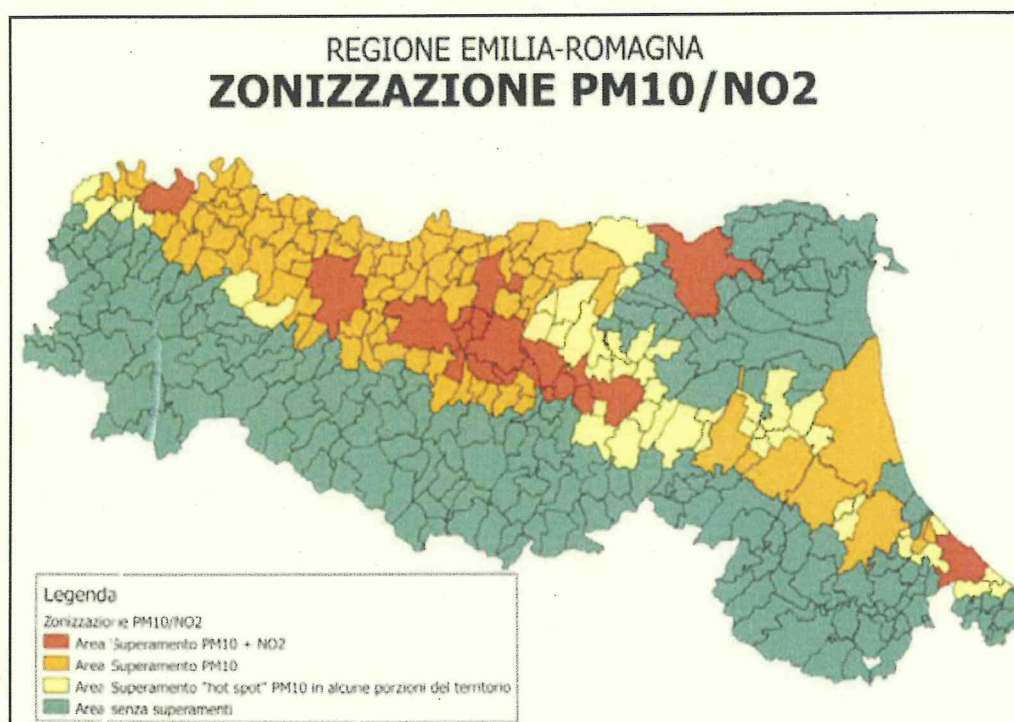


Figura – Aree di superamento per  $PM_{10}$  e per  $NO_2$

Il Comune di Casalgrande (ove ricade l'area oggetto di studio) rientra in quei comuni classificati come "Area superamento  $PM_{10}$ ".

Area di superamento (D.Lgs. n. 15/5/2010, Art. 2 lett. g): area ricadente all'interno di una zona o di un agglomerato, nella quale è stato valutato il superamento di un valore limite o di un valore obiettivo; tale area è individuata sulla base della rappresentatività delle misurazioni in siti fissi o indicativo sulla base delle tecniche di modellizzazione.

## 7.2 LA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Di seguito si riportano i risultati elaborati e contenuti all'interno del "Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria - Anno 2011" provincia di Reggio Emilia, elaborata da ARPA Sezione Provinciale.

### Biossido di Azoto – NO<sub>2</sub>

Dati statistici 2011 relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano Biossido di Azoto

	dati validi	(%)	media	sup.	min	max	50°	90°	95°	98°
FEBBIO	8473	96.7%	5	0	0.1	47	4	10	12	17
S. ROCCO	8678	99.1%	24	0	1.4	86	20	47	53	59
S. LAZZARO	8556	97.7%	32	0	1.4	149	28	59	69	83
RISORGIMENTO	8479	96.8%	39	0	3.7	194	35	70	84	104
CASTELLARANO	8185	93.4%	23	0	1.3	92	19	44	51	60
CASALGRANDE	8338	95.2%	38	0	1.5	139	37	65	75	85
TIMAVO	8565	97.8%	51	10	7	231	47	81	94	115

Nel 2011 il valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, come media annuale, non è rispettato unicamente dalla stazione di V.le Timavo, che arriva a 51 µg/m<sup>3</sup> (erano 46 nel 2010). Per tutte le altre stazioni di monitoraggio si ha una restituzione di dati al di sotto dei valori limite da normativa.

### Polveri Sottili – PM<sub>10</sub>

Dati statistici 2011 relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano Polveri Sottili

	dati validi	(%)	media	sup.	min	max	50°	90°	95°	98°
FEBBIO	345	95%	9	0	0	32	8	16	20	24
S. ROCCO	362	99%	37	72	5	135	33	62	76	89
S. LAZZARO	341	93%	35	64	4	110	30	65	74	87
RISORGIMENTO	346	95%	34	62	3	148	28	64	77	88
CASTELLARANO	353	97%	31	47	5	148	25	53	68	88
CASALGRANDE	354	97%	36	66	3	136	31	63	71	85
TIMAVO	351	96%	41	86	7	149	35	72	83	96

In relazione alle emissioni di Polveri Sottili si può osservare che il valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> come media annuale, rispettato da tutte le stazioni nel 2010, non viene rispettato nel 2011 dalla stazione di V.le Timavo, in conseguenza del peggioramento registrato nei mesi di novembre e dicembre: infatti fino ad ottobre 2011 stava proseguendo il trend di miglioramento registrato negli anni precedenti.

Al dato del PM<sub>10</sub> è possibile associare il dato del PM<sub>2,5</sub>, infatti si osserva come nel periodo invernale il PM<sub>2,5</sub> costituisca la stragrande maggioranza in peso del PM<sub>10</sub>, costituendone mediamente il 75-80% (con valori giornalieri che possono raggiungere il 97%). Nel periodo primaverile-estivo invece il PM<sub>2,5</sub> si attesta mediamente sul 55% in peso del PM<sub>10</sub>, con valori giornalieri che possono scendere fino al 35%. Suddividendo in classi dimensionali le concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> rilevate nel 2011 non si osservano grandi variazioni rispetto al 2010.



### Altri Inquinanti

Gli altri inquinanti rilevati presso le centraline ARPA, tra i quali Monossido di Carbonio (CO), Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>) e Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), presentano a livello provinciale concentrazioni molto basse e ben al di sotto dei limiti normativi.

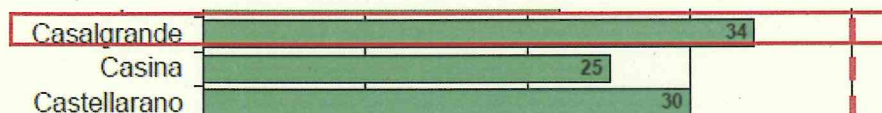
### Stima delle concentrazioni degli inquinanti a livello comunale

La normativa UE chiede agli amministratori una valutazione attenta della qualità dell'aria sul territorio, come premessa indispensabile per la gestione delle criticità e la pianificazione delle politiche di intervento. Per soddisfare tale richiesta, ARPA ha implementato la catena modellistica che produce valutazioni con un dettaglio di 1 km su tutto il territorio regionale.

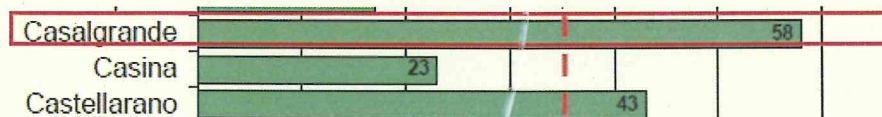
Il prodotto finale di questa elaborazione è una rappresentazione, realistica e fedele alle misure, delle cosiddette concentrazioni di fondo (ovvero non nelle immediate vicinanze di sorgenti emissive, p.es. a bordo strada) anche nei comuni senza centraline.

Si riportano di seguito estratti di dette valutazioni, con in evidenza i risultati per il comune di Casalgrande.

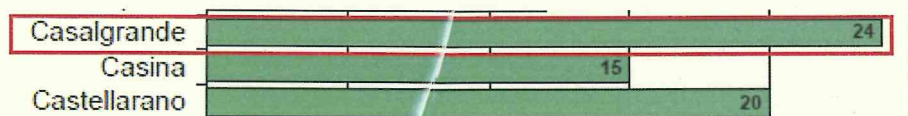
*Figura – Concentrazione media annuale di fondo di PM<sub>10</sub> stimata attraverso l'elaborazione modellistica SIMC (2011)*



*Figura – Concentrazione media annuale di fondo di PM<sub>2,5</sub> stimata attraverso l'elaborazione modellistica SIMC (2011)*



*Figura – Concentrazione media annuale di fondo di NO<sub>2</sub> stimata attraverso l'elaborazione modellistica SIMC (2011)*



### 7.3 CONSIDERAZIONI RELATIVE AL PROGETTO

In generale gli aspetti di qualità dell'aria legati all'attività di Distributore Carburanti si limitano alle "fasi di cantiere" per la realizzazione dell'opera.

Durante la "fase di esercizio" e di "manutenzione ordinaria" si prevedono impatti, relativi alle emissioni inquinanti atmosferici, di bassa significatività.

Nel seguito si suggeriscono alcune misure generali che è possibile intraprendere durante le attività di cantiere al fine di ridurre la dispersione di inquinanti atmosferici:

- proteggere adeguatamente i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento, mediante ad esempio la copertura con stuoie o teli;
- effettuare i processi di movimentazione dei materiali con scarse altezze di getto e basse velocità d'uscita;
- limitare la velocità massima dei mezzi di cantiere (esempio a 30 km/h);
- munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con vasche di pulizia (esempio impianti di lavaggio delle ruote, bagnatura inerti);
- utilizzare mezzi di cantiere con motori in linea con le più recenti direttive internazionali che adottano pertanto le migliori tecnologie disponibili in grado di minimizzare le emissioni;
- per le operazioni con macchine per la lavorazione meccanica dei materiali (produzione significativa di polveri) adottare misure di riduzione delle polveri.



## 8. GESTIONE DEI RIFIUTI

Relativamente all'ambito rifiuti si valuta che l'attività di cantiere determinerà la produzione di rifiuti speciali non pericolosi riconducibili alla categoria "Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione" del catalogo europeo dei rifiuti (CER).

Tutti i rifiuti prodotti saranno depositati, in appositi contenitori/container, in area di stoccaggio dedicata; verranno identificati i codici CER assegnati a ciascun tipo di rifiuto attraverso idonea cartellonistica.

Ogni rifiuto sarà successivamente conferito ad impianto autorizzato per il suo recupero o smaltimento.

Riguardo la produzione di rifiuti, si riassumono in tabella le indicazioni delle principali tipologie di rifiuti che saranno prodotti in fase di cantiere.

DESCRIZIONE	CODICE CER	DEPOSITO	DESTINAZIONE
CARTA E CARTONE	150101	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda autorizzata
PLASTICA	150102	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
LEGNAME	150103	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
CEMENTO	170101	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
MATTONI	170102	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
MATTONELLE E CERAMICHE	170103	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
MISCUGLI O SCORIE DI CEMENTO, MATTONI, MATTONELLE, CERAMICHE DIVERSE DA QUELLE DI CUI ALLA VOCE 170106(*)	170107	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
LEGNO	170201	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero

VETRO	170202	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
PLASTICA	170203	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
MISCELE BITUMINOSE DIVERSE DA QUELLE DI CUI ALLA VOCE 170301(*)	170302	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
ALLUMINIO	170402	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
FERRO E ACCIAIO	170405	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
RITAGLI CAVO ELETTRICO	170411	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
MATERIALI ISOLANTI DIVERSI DA QUELLI DI CUI ALLA VOCE 170601 E 170603(*)	170604	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
MATERIALE DA COSTRUZIONE A BASE DI GESSO DIVERSO DA QUELLI DI CUI ALLA VOCE 170801(*)	170802	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE DIVERSE DA QUELLE DI CUI ALLE VOCI DA 160209 A 160213(*)	160214	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero o smaltimento
RIFIUTI MISTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE DIVERSO DA QUELLI DI CUI ALLA VOCE 170901, 170902, 170903(*)	170904	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di recupero
RIFIUTI MISTI ASSIMILABILI AGLI URBANI	200301	AREA STOCCAGGIO	Conferito ad azienda di smaltimento

*Tabella - Principali tipologie rifiuti da attività di cantiere*

(\*) tali tipologie di rifiuti essendo voci a specchio dovranno essere analizzati per escludere la presenza di sostanze pericolose. Nel caso in cui dal certificato analitico si riscontrassero concentrazioni di sostanze pericolose tali da dover assegnare un codice CER pericoloso lo stoccaggio avverrà in idonea zona posta al coperto.



Nell'eventualità si dovessero produrre rifiuti, in questa fase non prevedibili, saranno attuate tutte le tutele necessarie al fine di non arrecare danno per l'ambiente e per la salute dell'uomo, nel rispetto della vigente normativa ambientale.

La gestione amministrativa dei rifiuti avverrà nel rispetto delle attuali norme in vigore previste dal D.lgs. 152/06 e smi.

In fase di esercizio dell'attività sarà presente la raccolta organizzata dei rifiuti. Dal punto di vista della produzione di rifiuti, si valuta che l'intervento previsto in sostanza non condurrà ad un incremento sensibile dei rifiuti urbani, rispetto la situazione attuale.

## **9. ASPETTI PAESAGGISTICI**

L'area si trova in zona agricola collinare a ridosso della borgata di Roncadelli, adiacente alla nuova viabilità di collegamento Scandiano-Sassuolo, in una zona nel complesso urbanizzata e con presenza nelle immediate vicinanze di un importante insediamento produttivo. L'intervento si ritiene non incida in modo significativo sull'area, che risulta già antropizzata. L'impatto visivo sul fronte sud-ovest, in direzione del quartiere residenziale prossimo all'area, risulta schermato da opportuna alberatura mitigativa prevista, al fine di ridurre al minimo il possibile impatto paesaggistico.

## **10. GESTIONE ACQUE**

Lungo Via Turati è presente una fognatura di smaltimento acque nere, che, allo stato attuale, viene indicata come ricettore degli scarichi legati all'attività prevista di Bar. Naturalmente i reflui provenienti dalla cucina, a differenza dei reflui dei servizi igienici, andranno in fognatura pubblica previo trattamento in pozzetto degrassatore. In alternativa, in cui non vi fosse la possibilità di utilizzare la fognatura pubblica esistente, si potrà ipotizzare di trattare i reflui tramite inserimento di depuratore a ossidazione totale, opportunamente dimensionato.

Le acque del piazzale avranno recapito finale nell'attiguo Rio Riazolo, posizionato a sud-est del comparto, previo trattamento in pozzetto disoleatore adeguatamente dimensionato.

Si rimanda a fasi successive la progettazione dettagliata dello smaltimento acque, in ottemperanza da quanto disposto dal PRG, e dopo un confronto con gli Enti interessati.

## 11. ASPETTI NATURALISTICI

Per lo studio dell'ecologia del paesaggio è stato utilizzato l'indice di Biopotenzialità Territoriale (BTC), il quale esprime la capacità di un ecosistema di conservare e di massimizzare l'impiego di energia ponendo in relazione la biomassa e le capacità omeostatiche degli ecosistemi.

La BTC può essere utilizzata ai fini diagnostici e previsionali delle azioni di progetto. Infatti: più alto è il valore di BTC media del comparto esaminato, maggiore è la capacità di auto mantenimento del paesaggio e il sistema ambientale sarà più stabile

La realizzazione del progetto porterà alla variazione del valore di biopotenzialità dell'area dalla *classe media* (tipica di sistemi agricoli seminaturali a media resistenza e metastabilità) alla *classe medio-bassa* (tipica di sistemi agricoli e tecnologici a bassa resistenza o dotati di media resilienza). Detta valutazione conferma in sostanza le corrette previsioni di PRG e di progettazione, garantendo di fatto una limitata variazione del grado di biopotenzialità.

## 12. SALUTE

Gli aspetti relativi alla tutela della salute umana sono considerati in relazione alla presenza di possibili elementi inquinanti o di disturbo. Oltre ai fattori trattati in precedenza non si individuano ulteriori specifici elementi di pressione per la salute umana. Si valuta che, dal punto di vista della salute umana, gli interventi previsti dal progetto non produrranno impatti.

## 13. CONCLUSIONI

Lo studio redatto si pone l'obiettivo di sviluppare la verifica di assoggettabilità a VAS – Valutazione Ambientale Strategica, ai sensi del D.Lgs n°152/2006 e s.m.i., relativamente al progetto di realizzazione di Impianto di distribuzione carburanti, da realizzarsi in Comune di Casalgrande, Provincia di Reggio Emilia.

Sono stati analizzati gli aspetti di maggiore rilievo sotto il profilo ambientale. La valutazione realizzata restituisce un giudizio positivo sull'inserimento del progetto in esame all'interno del contesto territoriale esistente. Non si ritiene che potranno generarsi impatti significativi sull'ambiente e presso possibili ricettori sensibili, sia nello scenario di cantiere, sia nello scenario di esercizio. Il progetto, in conclusione, risulta ambientalmente compatibile.



**Comune di Casalgrande  
Provincia di Reggio Emilia**

**OGGETTO:**

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI  
IMPIANTO DISTRIBUZIONE CARBURANTI  
DA REALIZZARSI IN COMUNE DI CASALGRANDE (RE)**

**PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO**

**Giugno 2013**

progetto a cura di:



via Vincenzo Monti 1  
42122 Reggio Emilia

**Il responsabile del Settore Fisico**  
(tecnico competente in acustica ambientale)  
Gianluca Savigni



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	4
1.2	DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO E DELLE PRINCIPALI SORGENTI ACUSTICHE .....	6
1.2.1	Sorgenti acustiche aziendali.....	6
1.2.2	Sorgenti acustiche esterne .....	6
1.3	DEFINIZIONE DEI RICETTORI SENSIBILI .....	7
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE MISURA SVOLTA .....</b>	<b>9</b>
2.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	10
2.2	DATI RILEVATI .....	11
<b>3</b>	<b>CENNI TEORICI SULLA METODOLOGIA DI CALCOLO .....</b>	<b>12</b>
3.1	DEFINIZIONI .....	12
3.2	MODELLI DI CALCOLO .....	13
<b>4</b>	<b>LIVELLI SONORI PREVISTI .....</b>	<b>15</b>
4.1	CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S1 ...	15
4.2	CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S2 ...	15
4.3	CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S3 ...	16
4.4	CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S4 ...	16
4.5	VERIFICA DEL LIMITE ASSOLUTO AL RICETTORE .....	16
4.6	VERIFICA DEL LIMITE DIFFERENZIALE AL RICETTORE.....	17
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI E BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>19</b>



## PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO

### SCHEDA INFORMATIVA AZIENDALE

<b>Azienda:</b>	Ipergas
<b>Ubicazione intervento:</b>	Via Turati Casalgrande (RE)
<b>Tipo di intervento</b>	Progetto di realizzazione di impianto di distribuzione carburanti

### 1 PREMESSA

Il presente studio si prefigge l'obiettivo di valutare l'impatto acustico derivante dalla realizzazione di un impianto di distribuzione carburanti nel Comune di Casalgrande (RE) in via Filippo Turati.

La valutazione è redatta ai sensi dell'art. 8, comma 4 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95 e dell'art. 10, comma 3 della Legge Regionale n.15/2001 (*"Disposizioni in materia di inquinamento acustico"*).

La compatibilità sotto il profilo acustico dell'insediamento è vincolata sia al rispetto dei limiti assoluti di immissione, sia al rispetto del criterio differenziale ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997 (*"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*, pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1 Dicembre 1997).

La documentazione prodotta è conforme a quanto richiesto dalla DGR 673/04 *"Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9 Maggio 2001, N. 15 recante disposizioni in materia di inquinamento acustico"*.

Si mostrano a seguire i limiti di immissione per le classi acustiche definite dal DPCM 14/11/1997.

Tabella 1 – Classi acustiche definite dal DPCM 14/11/1997 e relativi limiti di immissione

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	Periodo di-urno Leq (dBA)	Periodo not-urno Leq (dBA)
<b>I</b> Aree particolarmente protette	50	40
<b>II</b> Aree prevalentemente residenziali	55	45
<b>III</b> Aree di tipo misto	60	50
<b>IV</b> Aree di intensa attività umana	65	55
<b>V</b> Aree prevalentemente industriali	70	60
<b>VI</b> Aree esclusivamente industriali	70	70

L'immagine seguente mostra un estratto della zonizzazione acustica del Comune di Casalgrande con indicate la posizione del futuro impianto e del ricettore R1



L'estratto di zonizzazione acustica mostra che:

- l'area studiata è parzialmente inserita nella fascia di pertinenza stradale della nuova circonvallazione in via Filippo Turati classe IV definita come '*Area ad intensa attività umana*' con limite diurno di 65 dBA e notturno di 55 dBA,
- il ricevitore R1, edificio destinato ad abitazione privata, è inserito in classe III definita come '*Area di tipo misto*' con limite diurno di 60 dBA e notturno di 50 dBA,

Ai ricettori con ambienti abitativi dono essere verificati anche i limiti differenziali di immissione di cui all'art. 4 del DPCM 14/11/1997. Il criterio corrispondente deve essere verificato in tutte le aree non esclusivamente industriali.

Il rispetto del limite differenziale è richiesto presso ricettori sensibili quali le abitazioni, ovvero laddove è prevista la permanenza di persone, fatta eccezione per le seguenti situazioni:



- 1) il livello ambientale determinato presso l'abitazione a finestre aperte sia inferiore ai 50 dBA nel periodo diurno o ai 40 dBA in quello notturno;
- 2) il livello ambientale determinato presso l'abitazione a finestre chiuse sia inferiore ai 35 dBA nel periodo diurno o ai 25 dBA in quello notturno;
- 3) rumorosità prodotta da infrastrutture (stradali, ferroviarie, aeroportuali o marittime)
- 4) rumorosità prodotta da attività o comportamenti non connessi ad attività produttive, commerciali o professionali;
- 5) rumorosità prodotta da servizi o impianti fissi di uso comune dell'edificio.

Per il periodo diurno viene verificato il rispetto del limite diurno per il livello differenziale pari a 5 dBA e di 3 dBA per quello notturno.

La presente valutazione prende in considerazione il solo periodo diurno poiché gli impianti studiati risultano attivi esclusivamente nella fascia oraria 6:00 – 22:00.

### 1.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Attualmente, a seguito della variante apportata al PRG del Comune di Casalgrande, l'area sulla quale sarà realizzato l'impianto si configura come: *ZONA GE4: "Art.135 - Impianti di distribuzione e servizi all'auto (sottozona GE4)"*

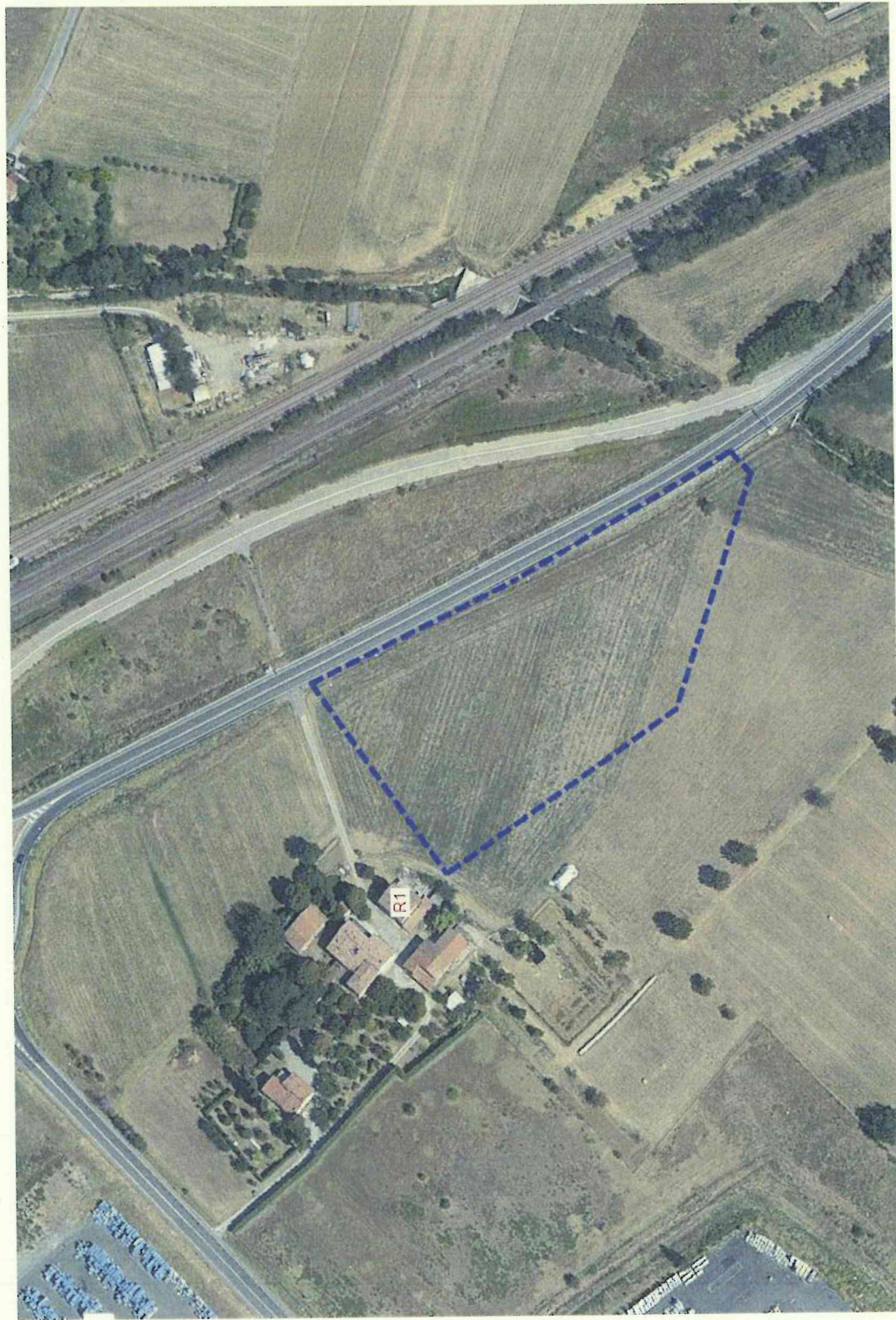
L'area in oggetto, immediatamente adiacente alla nuova circonvallazione di Via Filippo Turati, si trova su un terreno leggermente scosceso a circa 123 m s.l.m. e dista circa 70 m dalla linea ferroviaria Reggio Emilia – Sassuolo.

In località Roncadelli, a confine nord/ovest con l'area oggetto di intervento, sorge un piccolo insediamento di antica formazione rurale che consta di quattro abitazioni private ed alcuni edifici accessori. Collocandosi in posizione adiacente ai confini dell'impianto in progetto, l'edificio residenziale posto a sud/est si configura come l'unico possibile ricettore sensibile (R1).

La seguente planimetria mostra un estratto ortofotografico con individuazione del ricettore R1 e dell'area oggetto di intervento, tratteggiata in colore blu.



Figura 1 – Ortofotografia (stato attuale)





## 1.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO E DELLE PRINCIPALI SORGENTI ACUSTICHE

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un impianto di distribuzione di carburante, con annesso distributore GPL, e di un'attività di bar diurno e attività di ristorazione. Non è previsto né il servizio di autolavaggio né il rifornimento di metano. Il progetto prevede un'area di intervento di circa 14700 mq adiacente alla nuova circonvallazione di Via Turati a Casalgrande (RE)

### 1.2.1 Sorgenti sonore

L'impianto di distribuzione principale sarà adibito al rifornimento di benzina e gasolio da n. 8 pompe e funzionerà con un operatore durante l'orario feriale diurno ed in modalità self service nelle restanti fasce orarie e nei giorni festivi. Le pompe di rifornimento carburante non sono considerate rilevanti ai fini di determinare il contributo acustico totale generato dall'area di servizio.

Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di un impianto a G.P.L. da realizzarsi nella parte sud/est dell'area a circa 185 m dal ricettore R1. In considerazione della favorevole collocazione dell'impianto a GPL, posto ad un'elevata distanza dal ricettore, nonché del suo livello di emissione sonora molto contenuto, si è ritenuto ragionevole trascurare tale sorgente nella previsione di impatto.

Nel progetto è prevista la contestuale realizzazione di un edificio di circa 370 mq in pianta da adibire all'attività di ristorazione e bar. Esso si colloca nella parte nord dell'area e svolgerà un'attività esclusivamente diurna.

Considerata la sua vicinanza alla sede stradale (15 m circa), il contributo acustico imputato alla sola attività ristorativa è minimo rispetto al livello determinato dal traffico veicolare. Ciò nonostante, in via cautelativa, è stata considerata come una sorgente di rumore S1. Contestualmente a ciò, all'interno della stessa attività di ristorazione sono considerate come sorgenti sonore l'impianto di trattamento aria (UTA) relativo alla sala (S2) e l'impianto di aspirazione (cappa) della cucina (S3).

Infine l'ultima sorgente sonora imputabile al nuovo impianto di distribuzione carburanti è, quella determinata dal traffico pesante indotto in entrata nell'area di parcheggio posizionato sul confine ovest (S4). Si tratta pur sempre di un contributo relativamente basso ma che viene cautelativamente considerato vista la vicinanza dei parcheggi dei mezzi pesanti al ricettore R1. Per quanto concerne il traffico di autovetture indotto, lo si può ritenere trascurabile poiché questo, a livello acustico, non determinerà alcun apprezzabile contributo aggiuntivo rispetto a quanto rilevato allo stato attuale.

### 1.2.2 Sorgenti di rumore residuo

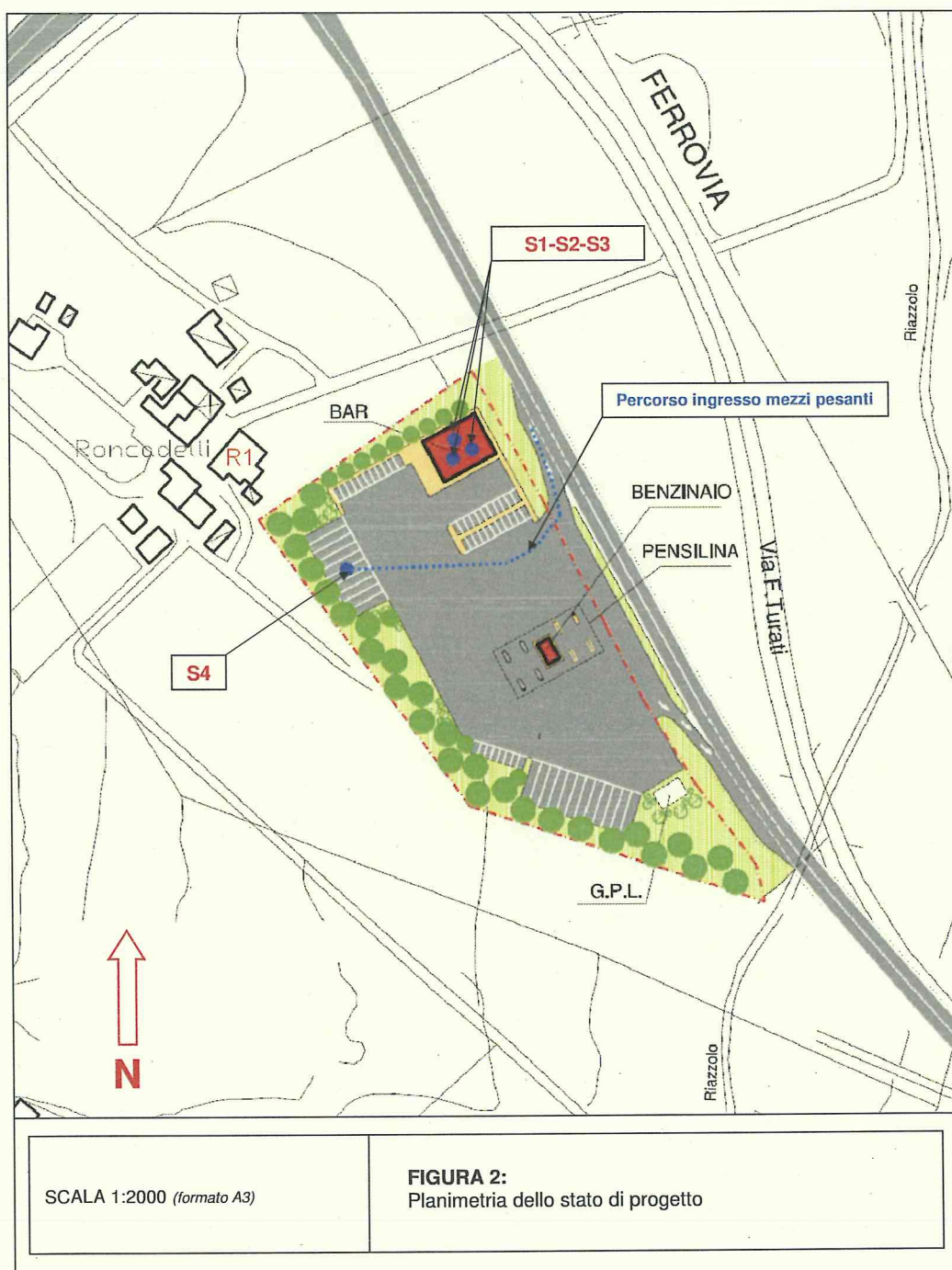
La principale fonte di rumore residuo è costituita dal consistente traffico veicolare presente lungo la nuova circonvallazione di Via Turati, limitrofa all'esercizio in oggetto. Si segnala inoltre la vicina presenza della ferrovia Reggio – Sassuolo che genera anch'essa livelli significativi, benché sporadici.

### **1.3 DEFINIZIONE DEI RICETTORI SENSIBILI**

Collocandosi in posizione adiacente al confine nord/ovest dell'impianto in progetto, l'edificio residenziale R1 posto in località Roncadelli si configura come ricettore sensibile più esposto alle emissioni del nuovo impianto. Il ricettore R1 dista circa 96 m dalla sede stradale della nuova circonvallazione di Via Turati e circa 12 m dal confine nord dell'area oggetto di intervento.

Il seguente estratto planimetrico mostra lo stato di progetto dell'impianto, la collocazione del ricettore R1 e delle sorgenti S1, S2, S3 ed S4.





## 2 DESCRIZIONE MISURA SVOLTA

Allo scopo di determinare i livelli di rumore attuali presso il ricettore R1 ed individuarne lo scenario acustico è stato svolto un campionamento in continuo CC1. La misura è avvenuta dalle 15:40 di venerdì 14/06/2013 alle 10:40 di lunedì 17/06/2013.



Tabella 2 - Descrizione del campionamento in continuo

Punto di misura	Descrizione	Durata della misura	Note
CC1	Presso il ricettore R1 a circa 96 m dalla sede stradale e 12 m dal futuro confine nord-ovest dell'impianto di distribuzione carburanti	Dalle 15.40 del 14/06/13 alle 10.40 del 17/06/13	Rumore dovuto al consistente traffico veicolare presente sulla nuova circonvallazione di Via Turati, limitrofa all'impianto in oggetto

L'esecuzione delle misure è avvenuta rispettando quanto disposto dal D.M. 16/03/98. Il microfono è stato posizionato ad un'altezza di circa 4 m dal suolo.



## **2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

La catena strumentale utilizzata rispondente alle specifiche norme IEC 804 e 651 classe 1, si compone di:

- N. 1 analizzatore di spettro Larson Davis mod. 824;
- N. 1 microfono per esterni Larson Davis mod. 2541;
- N. 1 calibratore di livello sonoro Larson Davis CAL 200.

La calibrazione dello strumento di misura è stata effettuata prima dell'inizio dell'indagine e verificata al termine della stessa. La taratura della strumentazione è stata eseguita da un laboratorio autorizzato dal SIT (Servizio di Taratura Italiana), come previsto dal D.M. 16/03/1998 art. 2.

Si allegano alla presente relazione i certificati di taratura degli strumenti utilizzati.

## 2.2 DATI RILEVATI

Il campionamento in continuo effettuato presso il ricettore R1 ha permesso di individuare il livello sonoro residuo  $L_R$  che caratterizza l'area.

Di seguito si riportano in tabella i dati ottenuti dal campionamento: Il livello ambientale medio è stato riprodotto con la media pesata del livello individuato nella misurazione del venerdì e del lunedì moltiplicato per i cinque giorni feriali, di quello prefestivo (sabato) e di quello festivo (domenica).

Tabella 3 – Dati di  $L$ . residuo medio del CC1

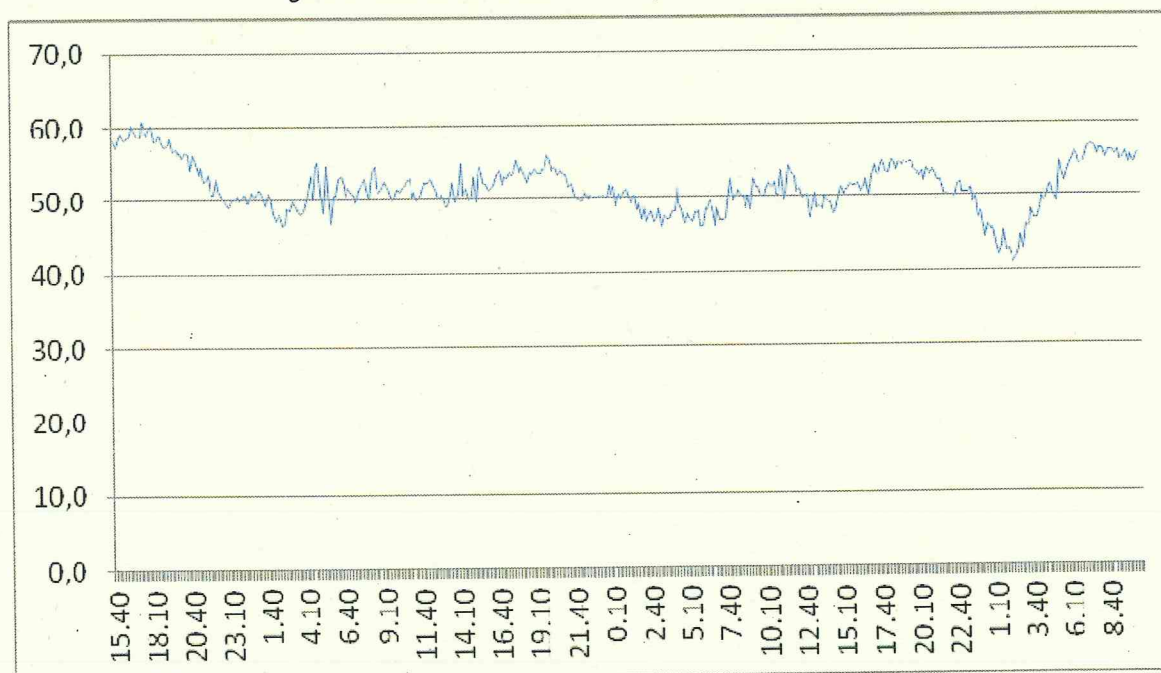
Periodo di riferimento	$L$ . residuo medio (dBA)	Limite di classe III (dBA)	RISPETTO
Periodo diurno (06.00 – 22.00)	56,1	60,0	SI
Periodo notturno (22.00 – 06.00)	49,3	50,0	SI

Il livello residuo minimo, relativo al periodo diurno feriale, è stato individuato nella giornata di Sabato 21/06/2013 alle ore 13.20 e, come mostrato nella tabella seguente, si attesta ad un valore pari a 49,0 dBA (di seguito utilizzato per la verifica del limite differenziale):

Tabella 4 – Dati di  $L$ . residuo minimo del CC1

Periodo di riferimento	$L$ . residuo minimo
Sabato 21/06/2013 h. 13.20	49,0

Figura 3 - Grafico dell'andamento temporale del campionamento CC1.



Si osserva un andamento tipico della rumorosità del traffico veicolare dovuto alla vicinanza del ricettore ad un'arteria stradale di classe Cb mediamente trafficata.



### 3 CENNI TEORICI SULLA METODOLOGIA DI CALCOLO

#### 3.1 DEFINIZIONI

Tempo di riferimento  $T_R$ : il tempo della giornata è suddivisa in due periodi di riferimento:

- Periodo diurno - compreso tra le h 6:00 e le h 22:00 (16 ore)
- Periodo notturno - compreso tra le h 22:00 e le h 6:00 (8 ore)

Tempo di misura  $T_M$ : è un tempo scelto in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore e tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno esaminato.

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A": è dato dalla formula

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dove:

$p_A(t)$  = valore istantaneo della pressione acustica ponderata "A"

$p_0$  = valore della pressione di riferimento pari a 20  $\mu$ P

Livello sonoro di un singolo evento ponderato "A": è dato dalla formula

$$SEL_A = 10 \log \left[ \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dove:

$T$  = intervallo di tempo tale da comprendere l'evento

$p_A(t)$  = il valore istantaneo della pressione acustica ponderata "A"

$p_0$  = il valore della pressione di riferimento pari a 20  $\mu$ P

Livello sonoro residuo: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" che si rileva nell'area in assenza del rumore generato dalla nuova attività.

Livello sonoro aziendale: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" connesso all'esercizio della nuova attività.

Livello sonoro ambientale: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo: nella fattispecie rappresenta la somma in termini energetici tra livello sonoro residuo e livello sonoro aziendale.

E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- nel caso dei limiti di immissione è riferito a  $T_R$
- nel caso dei limiti differenziali è riferito a  $T_M$

Livello differenziale (da verificarsi solamente in prossimità di abitazioni o comunque di edifici caratterizzati da lunga permanenza di persone): è la differenza algebrica tra il livello di rumore ambientale e il livello di rumore residuo.

**Livello di emissione:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata “A” dovuto alla sorgente specifica. E’ il livello che si confronta con i limiti di emissione.

**Rumore a tempo parziale:** esclusivamente nel periodo diurno si è in presenza di rumore a tempo parziale quando la persistenza del rumore stesso ha una durata totale inferiore ad 1 ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1h il valore del livello ambientale espresso in Leq (A) deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il Leq (A) deve essere diminuito di 5 dB(A).

**Rumori con componenti tonali:** emissioni sonore all’interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro. Per tener conto della presenza della componente tonale è necessario incrementare il valore del livello ambientale espresso in Leq (A) di 3 dB(A). Esclusivamente nel periodo notturno, qualora la componente tonale sia compresa nell’intervallo 20Hz – 200 Hz, è necessario incrementare il livello ambientale di ulteriori 3 dB(A).

**Rumori con componenti impulsive:** emissioni sonore all’interno delle quali siano evidenziabili suoni di durata molto breve (inferiori a 1 secondo) e di elevata intensità. Per tener conto della presenza della componente impulsiva è necessario incrementare il valore del livello ambientale espresso in Leq (A) di 3 dB(A).

### 3.2 MODELLI DI CALCOLO

La maggior parte dei codici di calcolo utilizzati fanno riferimento alla norma ISO 9613 parte 2 relativa al calcolo dell’attenuazione sonora lungo la propagazione in ambiente esterno.

Altri codici sono stati reperiti da testi specifici (si vedano fonti bibliografiche).

In termini generali il livello medio di pressione sonora al ricevitore viene determinato attraverso la seguente espressione:

$$L_A(R) = L_{WA} - A \quad \text{oppure} \quad L_A(R) = L_A(d_0) - A \quad (1)$$

dove:

$L_{WA}$  e  $L_A(d_0)$  sono rispettivamente livello di potenza sonora della sorgente o livello di pressione sonora prodotto dalla stessa alla distanza  $d$ .

$A$  è l’attenuazione durante la propagazione ed è composta dai seguenti contributi:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} \quad (2)$$

dove:

$A_{div}$  = attenuazione dovuta alla divergenza geometrica

$A_{atm}$  = attenuazione dovuta all’assorbimento dell’aria

$A_{ground}$  = attenuazione dovuta all’effetto suolo



### Sorgenti puntiformi

L'emissione acustica delle sorgenti puntiformi si propaga attraverso fronti d'onda sferici, caratterizzati da un'attenuazione per divergenza geometrica espressa dalla seguente formula:

$$A_{div} = 20 \log \left( \frac{d}{d_0} \right) \quad (3)$$

dove:

$d$  = distanza sorgente – ricevitore

$d_0$  = distanza di riferimento cui è noto il livello di pressione sonora

### Sorgenti lineari

L'emissione acustica delle sorgenti puntiformi si propaga attraverso fronti d'onda sferici, caratterizzati da un'attenuazione per divergenza geometrica espressa dalla seguente formula:

$$A_{div} = 10 \log \left( \frac{d}{d_0} \right) \quad (4)$$

dove:

$d$  = distanza sorgente – ricevitore

$d_0$  = distanza di riferimento cui è noto il livello di pressione sonora

Nel caso in esame non si è tenuto conto di effetti di attenuazione dovuta all'assorbimento dell'aria e al suolo.

Per il calcolo del contributo sonoro degli impianti aziendali verrà impiegata la formula (3), mentre per il calcolo del livello sonoro residuo da traffico veicolare si impiega la formula (4).

## 4 LIVELLI SONORI PREVISTI

Come già precisato nel capitolo 1.2, le uniche fonti sonore rilevanti imputabili all'intervento in progetto sono quelle derivanti dall'attività diurna del bar e dal traffico di automezzi pesanti in ingresso all'area di servizio e in sosta nella porzione nord-ovest dell'area, quella immediatamente adiacente agli insediamenti residenziali di località Roncadelli.

Al fine di poter verificare il rispetto dei limiti valori assoluti e differenziali diurni è necessario calcolare i contributi di livello acustico determinato dalle singole sorgenti:

### 4.1 CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S1

La sorgente S1, l'attività di ristorazione a servizio del distributore, si configura come una sorgente interna cui, secondo i dati reperiti in archivio in merito misurazioni effettuate in passato presso tipologie di servizio simili all'attività in progetto, è assegnato un livello acustico cautelativo di 75 dBA a 5 m. Essa si propaga quindi attraverso le pareti, qui assimilate a sorgenti areali.

La tabella seguente riporta il calcolo del contributo acustico determinato dal bar al ricettore R1 collocato a circa 70 m da esso. Il calcolo tiene conto di un abbattimento del rumore di 20 dBA dovuto all'isolamento delle pareti dell'edificio ( $R'w$ ), dell'attenuazione dovuta alla divergenza geometrica e di quella determinata dalla direttività della sorgente.

Tabella 5 – Livello acustico determinato da S1

Pareti	Lint	R'w	Lest	L.max	L.min	D S- R	A.div.	A.dirett.	Lp Ric.
P1	75	20	55	22	3	67	28,3	0,0	26,7
P2	75	20	55	16	3	60	28,7	0,0	26,3
P3	75	20	55	22	3	74	29,1	-10,0	15,9
P4	75	20	55	16	3	80	31,2	-10,0	13,8
Pcopertura	75	20	55	352	8	71	33,2	-5,0	37,5
Lp Tot. S1									38,2

### 4.2 CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S2

L'Unità di Trattamento Aria (UTA) collocata nella sala del ristorante si configura come una sorgente puntiforme alla quale, è assegnato un livello acustico di 65 dBA a 5 m. Tale valore è stato reperito da una misura eseguita da Studio ALFA presso una struttura analoga.

La tabella seguente riporta il calcolo del contributo acustico determinato da tale sorgente al ricettore R1. Il calcolo tiene conto dell'attenuazione dovuta alla divergenza geometrica.

Tabella 6 – Livello acustico determinato da S2

LpA a 5m	D S-R	A div.	Lp Ric. S2
65	71	23,0	41,9



#### 4.3 CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S3

Il sistema di aspirazione (cappa) collocato nella cucina del ristorante si configura come una sorgente puntiforme alla quale, è assegnato un livello acustico di 75 dBA a 1 m. Tale valore è stato reperito da una misura eseguita da Studio ALFA presso una struttura analoga. La tabella seguente riporta il calcolo del contributo acustico determinato da tale sorgente al ricettore R1. Il calcolo tiene conto dell'attenuazione dovuta alla divergenza geometrica.

Tabella 7 – Livello acustico determinato da S3

LpA a 1 m	D S-R	A div.	Lp Ric. S3
75	71	37,0	37,9

#### 4.4 CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO DETERMINATO DALLA SORGENTE S4

La sorgente S4 inerente al traffico di mezzi pesanti in accesso al parcheggio a nord-ovest dell'area di servizio, si configura come una sorgente lineare per la quale è stato considerato un valore si SEL medio a 5 m di distanza pari ad 82 dB.

Per il calcolo sono stati ipotizzati 2 eventi di transito nella condizione di 10 minuti di tempo di osservazione ed un totale di 80 eventi giornalieri.

La tabella seguente riporta il calcolo del contributo acustico determinato dalla sorgente S4 al ricettore R1 collocato a circa 50 m da essa. Il calcolo tiene conto dell'attenuazione del rumore dovuta alla divergenza geometrica.

Tabella 8 – Livello acustico determinato da S4

T. oss	SEL	D rif.	D S-R	A. div.	N. eventi	Lp Ric. S4
10'	82	5	50	10,0	2	47,2
diurno	82	5	50	10,0	80	43,4

#### 4.5 VERIFICA DEL LIMITE ASSOLUTO AL RICETTORE

Il calcolo del livello ambientale assoluto viene effettuato sommando al livello residuo medio diurno individuato presso il ricettore, i contributi di tutte le sorgenti connesse alla realizzazione della nuova area di servizio.

Per la sorgente S4, nel conteggio del livello ambientale assoluto, sarà utilizzato il livello acustico relativo all'intero periodo diurno (43,4 dBA)

Tabella 9 – Verifica limite assoluto

L. res Medio (dBA)	Lp Ric-S1 (dBA)	Lp Ric-S2 (dBA)	Lp Ric-S3 (dBA)	Lp Ric-S4 (dBA)	Leq tot. ric. (dBA)	Limite Assoluto (dBA)	RISPETTO
56,1	38,2	41,9	37,9	43,4	56,6	60	SI

Il criterio assoluto diurno presso il recettore abitativo R1 considerato è rispettato. È bene notare come il livello sonoro totale presenti un incremento molto leggero rispetto al livello residuo medio rilevato. Pertanto si può concludere che contributo sonoro imputabile al nuovo intervento sia irrisorio rispetto all'attuale livello acustico determinato dal traffico veicolare già presente.

#### 4.6 VERIFICA DEL LIMITE DIFFERENZIALE AL RICETTORE

Il calcolo del differenziale viene effettuato per sottrazione algebrica del livello residuo minimo al livello acustico determinato dalle nuove sorgenti. Per il calcolo del contributo determinato dalla sorgente S2, diversamente da quanto eseguito prima, sarà utilizzato il livello acustico relativo al tempo di osservazione di 10 minuti (47,2 dBA).

Tabella 10 – Verifica limite differenziale

L. res Medio (dBA)	Lp Ric-S1 (dBA)	Lp Ric-S2 (dBA)	Lp Ric-S3 (dBA)	Lp Ric-S4 (dBA)	Leq tot. ric. (dBA)
49,0	38,2	41,9	37,9	47,2	52,0

Differenziale (dBA)	Limite differenziale (dBA)	RISPETTO
3	5	SI

Il criterio differenziale diurno presso il recettore abitativo R1 considerato è rispettato.



## 5 CONCLUSIONI

I risultati ottenuti evidenziano il pieno rispetto dei limiti di immissione assoluti e differenziali diurni presso il ricettore più esposto alle emissioni generate dal futuro impianto. Pertanto si può prevedere che:

L'impianto di distribuzione carburanti sarà acusticamente compatibile con i limiti di legge vigenti.

Reggio Emilia, lì 28 Giugno 2013

Il responsabile del settore fisico geom. Gianluca Savigni  
(Tecnico competente in acustica ambientale)



## 6 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E BIBLIOGRAFICI

---

I principali riferimenti normativi attualmente vigenti in Italia sull'inquinamento acustico:

- D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico, n.447 del 26/10/1995;
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- Decreto Ministero Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".
- L.R. N. 15/01 "Disposizioni in materia di Inquinamento Acustico"
- D.G.R. N. 2053/01 "Criteri per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 09/05/01, n. 15"
- D.G.R. N. 673/2004 "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione di clima acustico ai sensi della L.R. 9/05/01, n.15".

Altre fonti bibliografiche:

- ISO 9613 – 2 (15 dicembre 1996) – Attenuation of sound during propagation outdoors – General method of calculation
- E. Rathe. Note on Two Common Problems of Sound Propagation. Journal Sound and Vibration 10(3), pp 472-479, 1969.
- Dispense della Scuola di Acustica Ferrara – Dipartimento di Ingegneria
- C. M. Harris – "Manuale di controllo del rumore" – ed. Tecniche Nuove

## 7 ALLEGATI

---

Allegato 1 – Certificati di taratura della strumentazione.



## ALLEGATO 1 CERTIFICATO DI TARATURA Analizzatore



VIA BOTTICELLI, 151  
10154 TORINO (ITALY)

Centro di Taratura LAT N° 054  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura



LAT N° 054

Membro degli Accordi di Mutuo  
Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

Pagina 1 di 9  
Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 054 2012/111/F  
Certificate of Calibration

- data di emissione date of issue	2012/03/29
- cliente customer	STUDIO ALFA S.r.l. Via Monti, 1 42122 REGGIO EMILIA
- destinatario receiver	STUDIO ALFA S.r.l.
- richiesta application	STUDIO ALFA S.r.l.
- in data date	2012/02/23
<u>Si riferisce a</u> Referring to	
- oggetto item	ANALIZZATORE e relativo microfono
- costruttore manufacturer	LARSON DAVIS
- modello model	824
- matricola serial number	3210
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2012/03/27
- data delle misure date of measurements	2012/03/28
- registro di laboratorio laboratory reference	Modulo n° 23; n° 192-193 del 27/03/2012

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 054 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 054 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre

Dot. Caterina Cigna

## CERTIFICATO DI TARATURA CALIBRATORE



INDUSTRIAL  
ENGINEERING  
CONSULTANTS s.r.l.  
VIA BOTTICELLI, 151  
10154 TORINO (ITALY)

Centro di Taratura LAT N° 054  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura



LAT N° 054  
Membro degli Accordi di Mutuo  
Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreement  
Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 054 2012/90/C  
Certificate of Calibration

- data di emissione  
date of issue 2012/03/09

- cliente  
customer STUDIO ALFA S.r.l.  
Via Monti, 1  
42122 REGGIO EMILIA

- destinatario  
receiver STUDIO ALFA S.r.l.

- richiesta  
application STUDIO ALFA S.r.l.

- in data  
date 2012/02/23

Si riferisce a  
Referring to

- oggetto  
item CALIBRATORE

- costruttore  
manufacturer LARSON DAVIS

- modello  
model CAL200

- matricola  
serial number 2124

- data di ricevimento oggetto  
date of receipt of item 2012/03/07

- data delle misure  
date of measurements 2012/03/08

- registro di laboratorio  
laboratory reference Modulo n° 23; n° 45 del 7/03/2012

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 054 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 054 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.  
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.  
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA 4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Dott. Caterina Cigna



## COMUNE DI CASALGRANDE

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

PROGETTO INERENTE LA COSTRUZIONE DI UN NUOVO DISTRIBUTORE DI  
CARBURANTI DA REALIZZARE NELLA FRAZIONE DI DINAZZANO (COMUNE DI  
CASALGRANDE), AL FOGLIO 31 MAPPALE 817 E 141

- **RELAZIONE GEOLOGICA** *inerente le indagini eseguite, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito (6.2.1. DM 14/01/08)*
- **RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI** *basata sulle indagini geognostiche effettuate, al fine della caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (6.2.2. DM 14/01/08)*
- **RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA** *(3.2. DM 14/01/08)*

(ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni; Circolare n. 617 del 2.2.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni)

GIUGNO 2013

Dott. Geol. Francesco Dettori



Francesco Dettori

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2. RELAZIONE GEOLOGICA (DI CUI AL § 6.2.1 DEL DM 14.01.2008)</b> .....	<b>4</b>
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
2.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	4
2.3 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E IDROLOGIA SOTTERRANEA .....	5
2.4 RISCHIO SISMICO .....	8
2.5 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DAL PUNTO DI VISTA LITOSTRATIGRAFICO E GEOMECCANICO .....	9
2.5.1 PROVE PENETROMETRICHE: ATTREZZATURA ED ELABORAZIONE .....	9
2.5.2 MODELLO GEOLOGICO-LITOSTRATIGRAFICO DEL TERRENO DA PROVE CPT .....	9
2.5.3 VALUTAZIONE STATISTICA DEI DATI NUMERICI DI RESISTENZA DA PROVE CPT .....	11
<b>3. RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI (DI CUI AL § 6.2.2 DEL DM 14.01.2008)</b> .....	<b>12</b>
3.1 MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE ....	12
3.2 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI .....	14
3.2.1 VERIFICA DELLA PORTANZA E COSTANTE DI SOTTOFONDO DEL TERRENO DI FONDAZIONE .....	14
3.2.2 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEL TERRENO DI FONDAZIONE .....	17
<b>4. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA (DI CUI AL § 3.2 DEL DM 14.01.2008)</b> .....	<b>18</b>
4.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE .....	18
4.2 CATEGORIA SISMICA DI SOTTOSUOLO (DI CUI AL § 3.2.2 DEL DM 14.01.2008) .....	19
4.2.1 MODELLO STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO PER L'INDAGINE GEOFISICA .....	25
4.2.2 RISULTATI INDAGINE GEOFISICA .....	25
4.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA IN SUPERFICIE (DI CUI AL § 3.2.3 DEL DM 14.01.2008) .....	27
4.4 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE .....	29
<b>5. CONCLUSIONI GENERALI</b> .....	<b>30</b>
<b>TAVOLE E ALLEGATI</b> .....	<b>31</b>

### ALTRE NORME E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

- Atto di Indirizzo e Coordinamento Tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica", approvato in data 2 maggio 2007;
- P.T.C.P. 2009 della Provincia di Modena, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale N. 46 del 18 marzo 2009)
- UNI EN 1997-1-Eurocodice 7: "Progettazione geotecnica – Regole generali". Luglio 2007;
- UNI EN 1998-1-Eurocode 8: "Design of structures for earthquake resistance; Part. 5. Foundation, retaining structures and geotechnical aspect". December 2003;
- Associazione Geotecnica Italiana: "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica". Linee Guida. Ed. Marzo 2005;
- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 "Classificazione sismica e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Ordinanza n. 3316 – Modifiche e integrazioni O.P.C.M. 3274;
- DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"





## 1. PREMESSA

Su richiesta della Proprietà e in accordo con i Tecnici Progettisti si è eseguita la caratterizzazione delle condizioni geologiche, stratigrafiche, idrogeologiche, geotecniche e di risposta sismica locale, del terreno di fondazione di un'area da adibire a distributore di carburanti e servizio di bar e ristorazione, da realizzare a Dinazzano (RE), Comune di Casalgrande.

Nel rispetto del D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare n. 617 del 2.2.2009 – "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni", si è valutata la fattibilità dell'intervento edilizio in presenza di un quadro geologico e di pericolosità sismica adeguatamente definito, con particolare riguardo agli elementi stratigrafici e morfologici che influenzano la propagazione delle onde sismiche, all'eventuale presenza di fenomeni di instabilità e liquefazione dei terreni e ai principali caratteri idrogeologici. Lo studio è stato condotto ad un livello di approfondimento tale da valutare in maniera integrata tutte le interazioni potenzialmente negative.

Per determinare le suddette caratteristiche sono stati raccolti tutti i dati e le informazioni precedentemente acquisiti in occasione di indagini di settore o per la predisposizione di strumenti di pianificazione, tra cui cartografie topografiche, geologiche, geomorfologiche, ecc. e i risultati di prove geognostiche effettuate specificamente per l'area di interesse.

Il documento è suddiviso nelle seguenti parti:

- 1) RELAZIONE GEOLOGICA riguardante le indagini geognostiche eseguite, la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito (art.6.2.1. DM 14/01/08 e circolare 2/02/2009 N. 617-C.S-LL-PP);
- 2) RELAZIONE GEOTECNICA basata sulle indagini eseguite, la caratterizzazione e la modellazione del volume significativo di terreno interessato (6.2.2. DM 14/01/08 e circolare 2/02/2009 N. 617-C.S-LL-PP);
- 3) Relazione concernente la "RISPOSTA SISMICA DEL SITO" (art.3.2. DM 14/01/08 e circolare 2/02/2009 N. 617-C.S-LL-PP) e verifica a possibili fenomeni di liquefazione.



## 2. RELAZIONE GEOLOGICA (di cui al § 6.2.1 del DM 14.01.2008)

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata ad est del centro abitato di Dinazzano, e più precisamente tra gli abitati di Villalunga e S. Antonino, nel Comune di Casalgrande (Figura 1). Si tratta di un'area rurale individuabile al Toponimo denominato "Roncadelli".

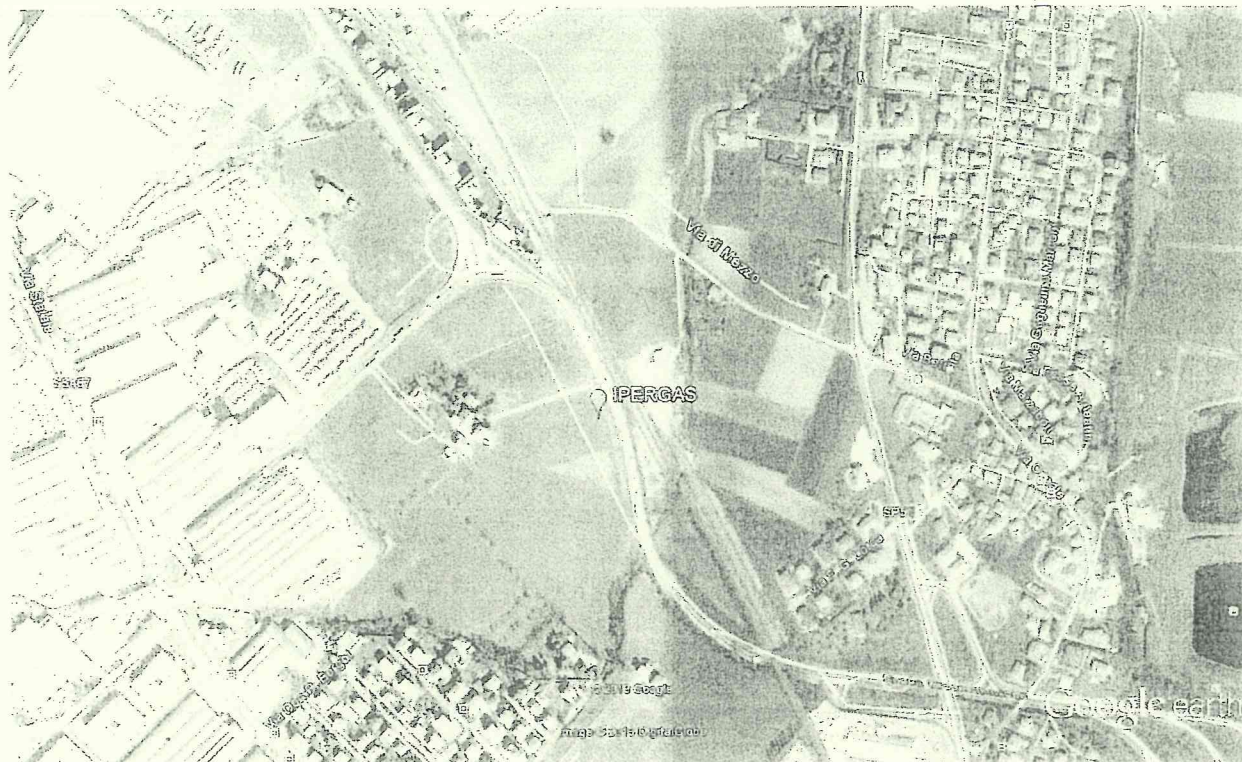


Figura 1: Area di interesse da foto aerea tratta Google Earth

Da un punto di vista topografico la zona si trova nell'alta pianura reggiana, alla quota media di 123 m s.l.m., con una pendenza media inferiore a 10°.

Dal punto di vista cartografico l'area in esame è compresa:

- nella Tavola della C.T.R. 219\_NO denominata "Sassuolo" in scala 1:25.000 (Tavola 1);
- nella Sezione della C.T.R. 219020 denominato "Villalunga" in scala 1:10.000.

### 2.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

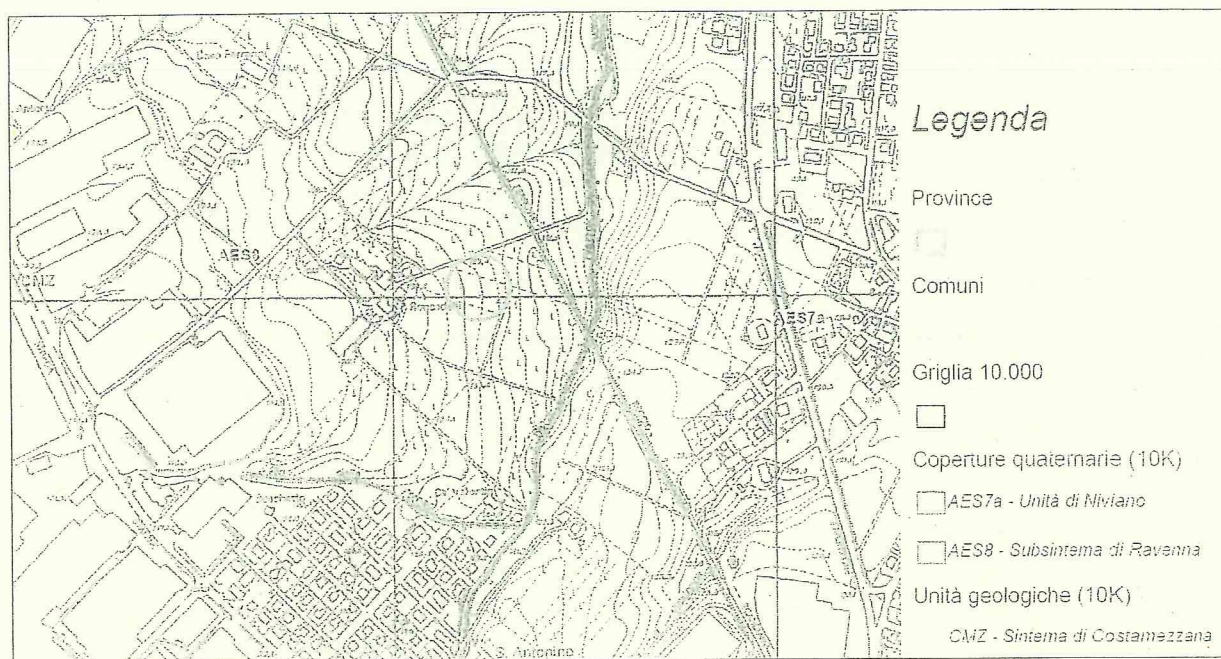
Nella medio-alta pianura appenninica, esternamente alle aree occupate dal letto dei corsi d'acqua sia principali, sia minori, affiorano materiali alluvionali le cui classi granulometriche sono comprese tra quelle delle argille e quelle delle ghiaie. Nell'area di interesse, le ghiaie costituiscono la conoide del Fiume Secchia; esse sono predominanti lateralmente ai corsi d'acqua principali e si dispongono in lenti di estensione e spessore variabili. Talvolta sono ben selezionate, in altri casi si trovano commiste ad abbondanti porzioni limo-sabbiose. In profondità tale litologia è interrotta da livelli più





fini sabbioso-limoso-argillosi, legati a episodi deposizionali a minore energia. Il substrato marino, costituito dalle Sabbie Gialle di Imola del Quaternario Marino, è posizionato ad oltre 80 m di profondità (dati CARG Regione Emilia-Romagna).

La cartografia geologica e dei suoli, tratta dal Servizio Sismico e Geologico della Regione Emilia-Romagna (Fig. n.2), riporta per la zona in studio l'affioramento di:



#### Formazione geologica

**AES8 - Subsistema di Ravenna.** Essa è costituita da "Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Nell'alta pianura su AES7b (affiorante solo in cave). Potenza fino a oltre 20 m. Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).

La morfologia della zona è caratterizzata dalla presenza di superfici pressoché orizzontali o con acclività ridotta ( $<8^\circ$ ), che si sviluppa uniformemente verso i quadranti nord-orientali. A scala ridotta l'area presenta scarpate di terrazzo fluviale di modesto spessore e pendenza dolce, con asse SW-NE. Tale morfologia è ben celata dall'alternarsi delle colture e dall'insediamento antropico.

### 2.3 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E IDROLOGIA SOTTERRANEA

L'area di interesse ricade nel bacino idrografico del corso d'acqua del Fiume Secchia, che corre in direzione est. Quasi al confine del lotto in direzione est si trova il Canale Riazzone Brugnola affluente del Secchia. Non si segnalano altri corsi d'acqua degni di nota. L'idrografia di superficie si completa mediante un diffuso reticolo di canali di scolo ed irrigazione di modesta portata.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area sono direttamente correlabili con le variazioni litologiche dei depositi alluvionali. Le alluvioni ghiaioso-sabbiose dei fiumi principali, data la loro elevata





permeabilità, sono veicolo per le acque superficiali di origine meteorica, che raggiungono velocemente la falda a pelo libero in profondità. Si possono riscontrare locali accumuli superficiali (falde sospese) sostenuti da lenti argilloso-limose. Il livello di soggiacenza della falda freatica rilevata in pozzi limitrofi, catalogate dal Servizio Sismico e Geologico della Regione Emilia-Romagna e dall'Arpa Emilia Romagna, sono comprese tra 30 e 55 m di profondità. Le quote variano con l'andamento delle stagioni e ovviamente con le variazioni litologiche e topografiche che si riscontrano tra le valli (falda più vicina alla superficie) e i dossi fluviali (più profonda).

A conferma dei dati circa il primo livello piezometrico presente nell'area di interesse si riportano di seguito i dati di perforazione di 2 pozzi (punti verdi posizionati ad est e ad ovest) che indicano, oltre ad una stratigrafia sommaria, i livelli del primo acquifero (Figure 3, 4, 5):

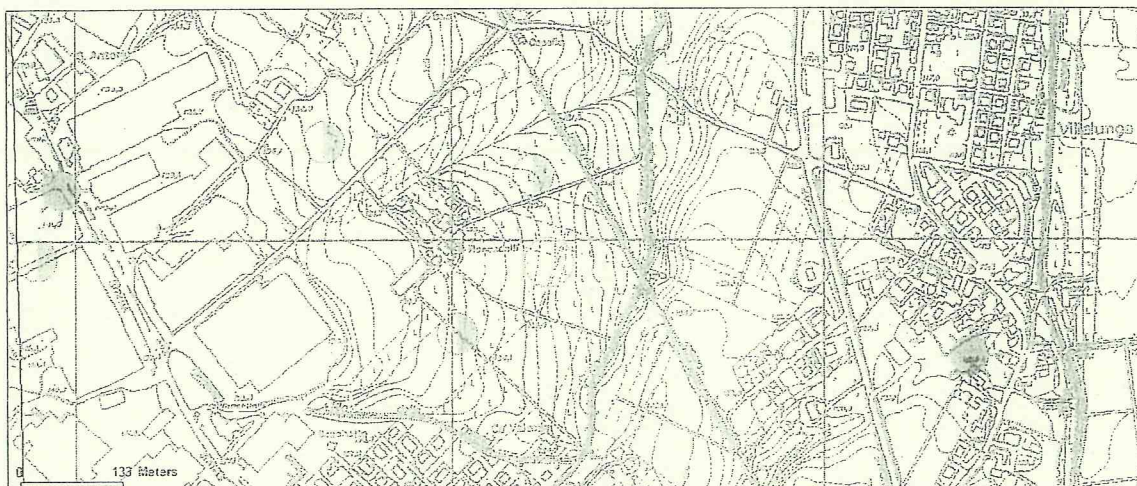


Figura 3: Ubicazione pozzi (punti verdi) rispetto sito di interesse

UNIVERSITÀ DI MODENA  
ISTITUTO DI GEOLOGIA  
Corso Vittorio Emanuele II, 59 - Tel. 220.394  
41100 MODENA

219 BP 679

STRATIGRAFIA DEL POZZO N. 40 S

Comune Casalgrande Località Villalunga Samuele - Rubiera

F. 86 Tav. I.G.M. 86 I.S.O. SASSUOLO

Coordinate 40.18 - 35.38

Committente: Off. Nee Medisa

Ditta perforatrice: Lucchini Castelmoro R. Data \_\_\_\_\_

Quota p. c. m. \_\_\_\_\_ profondità raggiunta m \_\_\_\_\_

Livello statico m \_\_\_\_\_ Livello dinamico m \_\_\_\_\_ portata l' \_\_\_\_\_

Falda \_\_\_\_\_ Tubi \_\_\_\_\_

da m 0 a m 15 : argilla

» » 15 » » 30 : ghiaia sabbia durissima

» » 30 » » 50 : ghiaia con sabbia

Figura 4: pozzo 219020P679. Ubicato circa 500 m ad est dell'area di interesse. Falda a -30 m





Dai documenti sopra riportati si evince che la profondità del primo livello acquifero di rilievo si attesta ad una quota compresa tra -30 e -55 m di profondità dal piano di campagna.

## 2.4 RISCHIO SISMICO

La componente pericolosità del rischio sismico dipende:

- dalle caratteristiche sismiche dell'area, cioè dalle sorgenti sismiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti; questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base";
- dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio, in quanto alcuni depositi e forme del paesaggio possono modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie e costituire aspetti predisponenti al verificarsi di effetti locali quali fenomeni di amplificazione o di instabilità dei terreni (cedimenti, frane, fenomeni di liquefazione); questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica locale".

I risultati dell'analisi della pericolosità sismica locale, sono contenuti nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Reggio Emilia, nelle Carte del Rischio. La "Carta degli effetti attesi", in scala 1:25.000 (Fig. n. 6), riporta per l'area di interesse la dicitura "Classe degli effetti attesi - C (Amplificazione Stratigrafica)".

Per la microzonazione sismica sono richiesti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico.

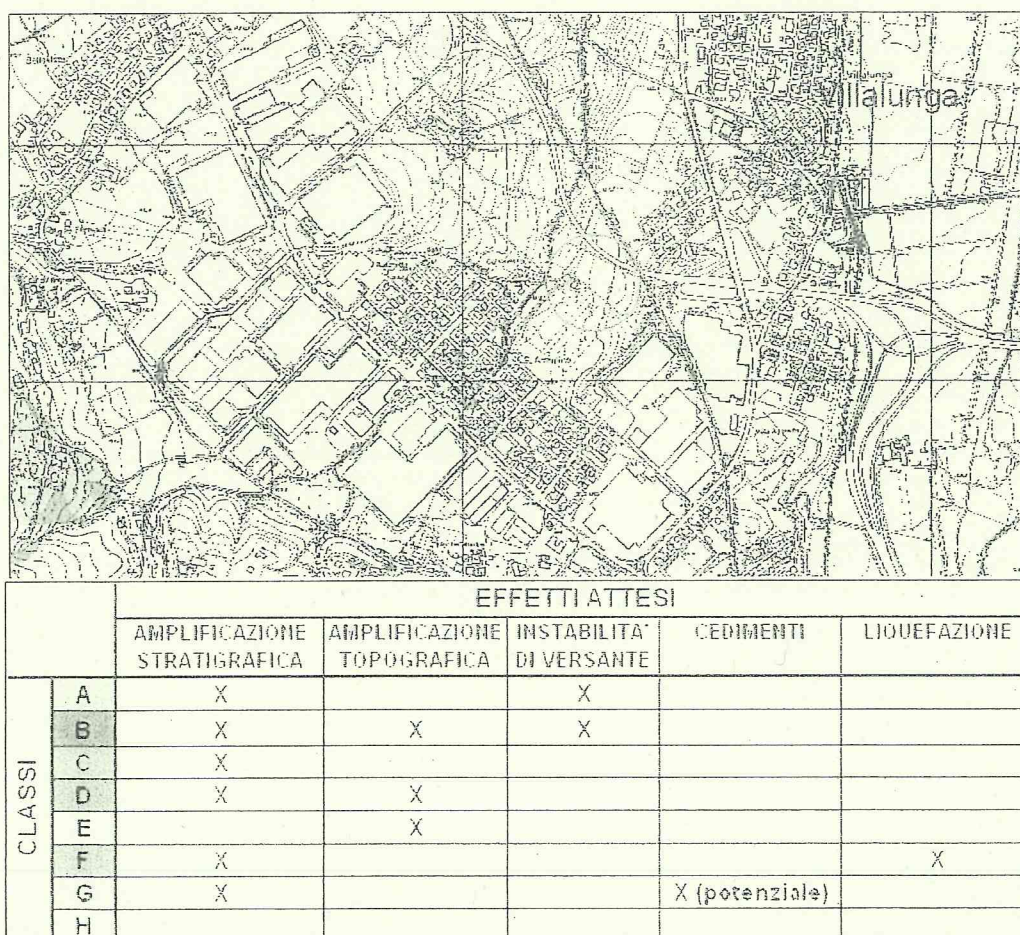


Figura n. 6: Carta degli effetti attesi, tratta dal PTCP della Provincia di Reggio Emilia (fuori scala)





## 2.5 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DAL PUNTO DI VISTA LITOSTRATIGRAFICO E GEOMECCANICO

Una ricostruzione della stratigrafia e del comportamento geomeccanico del sottosuolo è stata ottenuta mediante un rilievo geologico-geomorfologico di superficie, la consultazione delle note bibliografiche disponibili e acquisendo i dati di due prove penetrometriche statiche eseguite nell'area da edificare (l'ubicazione è in *Tavola 3*). Sebbene fossero in previsione prove spinte fino ad una profondità di -20 m, l'elevato addensamento dei terreni (ghiaia grossolana) ha mandato a rifiuto strumentale l'attrezzatura di prova ad una profondità di -12,2 m. La caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica a maggiore profondità è stata desunta da diverse indagini geognostiche da bibliografia, aventi un buon grado di accuratezza e posizionate in prossimità dell'area di interesse.

### 2.5.1 PROVE PENETROMETRICHE: ATTREZZATURA ED ELABORAZIONE

L'attrezzatura utilizzata si compone di un penetrometro Pagani di 10 ton di spinta montato su carro cingolato, ancorato al terreno mediante eliche. Il dispositivo di misura consiste in una centralina di acquisizione digitale Pagani TGAS11, con certificato di calibrazione C018/12. Il segnale elettrico generato dalla cella di pressione durante l'infissione della CPT viene opportunamente condizionato e amplificato dalla centralina di acquisizione e visualizzato su di un display digitale a quattro cifre.

Le caratteristiche dello strumento impiegato per i sondaggi sono le seguenti:

- punta meccanica	Begemann;	- parametri registrati:	Rp (resistenza alla punta); Rl (resistenza attrito-laterale);
- spinta	100 kN;	- area punta	10 cm <sup>2</sup> ;
- intervalli di misura	20 cm;	- angolo alla punta	60°.

La prova penetrometrica statica CPT (Cone Penetration Test) viene realizzata infiggendo nel terreno, alla velocità di 2 cm/sec, la punta meccanica Begemann. La punta presenta alla sua estremità inferiore un cono avente un angolo al vertice di 60°, un diametro alla base di 36 mm e quindi un'area di base di 10 cm<sup>2</sup>. Esso supporta lungo il suo stelo un manicotto d'attrito, la cui superficie laterale è di 150 cm<sup>2</sup>.

I parametri geotecnici della prova sono stati ottenuti mediante la lettura di campagna relativa all'infissione della sola punta (Rp), e mediante la lettura dell'infissione della punta e del manicotto (Rl). Si sono ottenuti così i valori di resistenza alla punta (qc) e di resistenza laterale locale (fs), espressi in kg/cm<sup>2</sup>, per ogni 20 cm di terreno attraversato. Dal rapporto qc/fs, si è potuta effettuare una valutazione della litologia.

### 2.5.2 MODELLO GEOLOGICO-LITOSTRATIGRAFICO DEL TERRENO DA PROVE CPT

A partire dallo studio bibliografico della geologia locale, correlato con i risultati del rilevamento geologico-geomorfologico di campagna e dalle elaborazioni delle prove penetrometriche è stata ricostruita la situazione geologica, geotecnica ed idrogeologica dell'area interessata dall'intervento.

L'area presenta un sottosuolo costituito da sedimenti di natura alluvionale la cui formazione è da attribuire alla deposizione da parte dei corsi d'acqua della zona. Le classi granulometriche che costituiscono il materasso alluvionale variano dalle argille alle ghiaie, suddivise macroscopicamente come segue:

- i terreni fino a 11,6 m di profondità sono in prevalenza a comportamento coesivo (argilla) o misto coesivo/granulare, per la presenza di una frazione limo sabbiosa non trascurabile. A tratti si rinvencono sottili lenti ghiaioso-sabbiose che si alternano a strati limo-argillosi, comunque predominanti. Le lenti ghiaiose sono più frequenti nella parte est dell'area (verso il corso d'acqua),



rilevabili tra -2,5 m e -3,5 m e tra -7,5 m e -8,5 m di profondità (qui è andata a rifiuto la CPT 2). Localmente si possono incontrare concrezioni carbonatiche che testimoniano un elevato grado di sovraconsolidazione. Sono assenti gli strati a forte componente organica (argille torbose);

- il terreno da 11,6 m fino a 12,4 m di profondità risulta a comportamento granulare, per deposizione di sedimenti incoerenti a granulometria grossolana (ghiaia), immersi in matrice limo-sabbiosa;
- fino alla quota raggiunta dalle prove (-12,4 m) il terreno è risultato privo d'acqua di falda.

Le 2 verticali di indagine possono essere rappresentate graficamente attraverso un'immagine in continuo del sottosuolo, come segue (Figura 7):

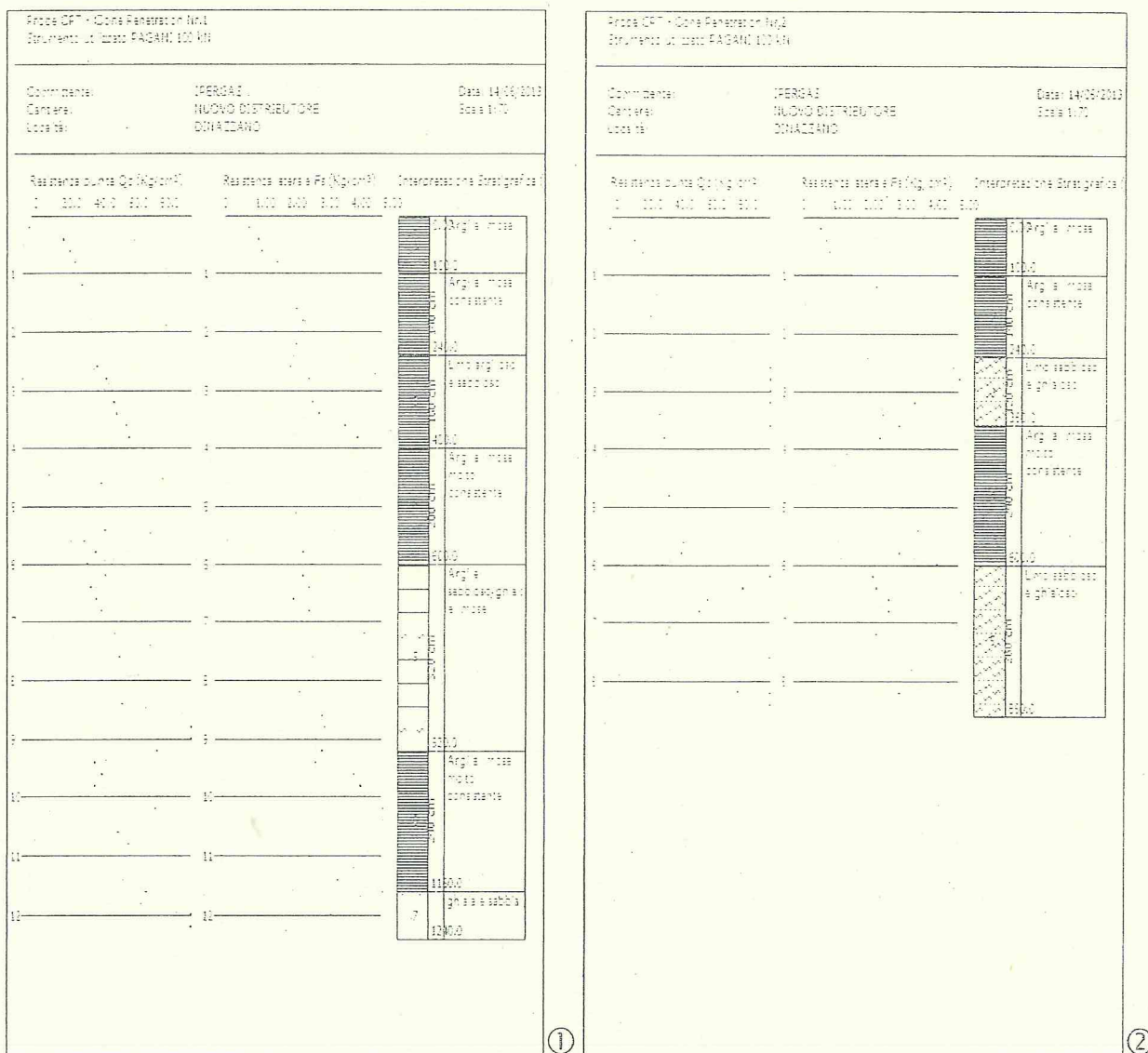


Figura 7: modello stratigrafico interpretativo delle prove penetrometriche 1 e 2



### 2.5.3 VALUTAZIONE STATISTICA DEI DATI NUMERICI DI RESISTENZA DA PROVE CPT

La valutazione statistica dei dati numerici di resistenza tiene conto della suddivisione in strati del modello geologico descritto in precedenza. I criteri per la suddivisione del volume significativo in diversi strati sono di carattere stratigrafico-litologico, idrogeologico e di resistenza (intesa come resistenza all'infissione).

Le elaborazioni numeriche delle penetrometrie per conseguire informazioni geotecniche sono state supportate da un programma di calcolo della GeoStru Software, in licenza allo Scrivente. A partire dalla caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche si sono definiti i parametri di resistenza utilizzando la Media ovvero il valore statistico riferito alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato:

#### PROVA CPT 1

Prof. base strato (m)	Qc Medio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00	18,7	1,5	1,9	Coesivo	Argilla limosa
2,40	34,5	2,2	2,1	Coesivo	Argilla limosa consistente
4,00	52,2	3,3	2,1	Incoerente-Coesivo	Limo argilloso e sabbioso
6,00	43,6	3,7	2,1	Coesivo	Argilla limosa molto consistente
9,20	69,1	3,0	2,1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbioso /ghiaiose e limose
11,60	59,9	4,6	2,1	Coesivo	Argilla limosa molto consistente
12,40	193,5	2,6	2,1	Incoerente	ghiaia e sabbia

#### PROVA CPT 2

Prof. base strato (m)	Qc Medio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00	16,5	1,2	1,9	Coesivo	Argilla limosa
2,40	33,0	2,7	2,1	Coesivo	Argilla limosa consistente
3,60	162,3	4,2	2,2	Incoerente	Limo sabbioso e ghiaioso
6,00	38,6	3,2	2,1	Coesivo	Argilla limosa molto consistente
8,60	122,4	2,7	2,1	Incoerente	Limo sabbioso e ghiaioso

Modello del Terreno - legenda e metodologia prova CPT

I valori sono calcolati con queste formule:

$q_c (RP) = (LP \times Ct) / 10 \text{ cm}^2$  Resistenza alla punta

$f_s (RL) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2$  Resistenza laterale

Gamma = Peso di Volume (formula di Meyerhof)

LP = Lettura alla punta; LT = Lettura laterale; Ct = Costante di Trasformazione; Ap = Superficie Punta (10 cm<sup>2</sup>); Am = area del manicotto di frizione (150 cm<sup>2</sup>)

N.B.: la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta)





### **3. RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI (di cui al § 6.2.2 del DM 14.01.2008)**

La relazione geotecnica, intesa come l'insieme delle scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, basa la sua struttura su una serie di indagini geognostiche e geotecniche, in sito ed in laboratorio.

#### **3.1 MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE**

Il **modello geotecnico** può essere definito come l'insieme delle caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche dei terreni coinvolti nell'intervento in progetto (entro un volume reputato significativo), mediante restituzione di valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Dalla lettura delle tavole del progetto architettonico e in base alle indicazioni fornite dal Tecnico Progettista, si è eseguita la parametrizzazione geotecnica dei terreni con il supporto dei dati di 2 prove penetrometriche statiche CPT, già descritta nel paragrafo 2.4 della presente Relazione Geologica. I dati ricavati si sono ritenuti appropriati per la caratterizzazione e modellazione geotecnica e l'ottenimento dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, allo scopo di fornire indicazioni in merito al comportamento geotecnico del complesso terreno-fondazione.

Per **valore caratteristico di un parametro geotecnico** deve intendersi quanto definito nel D.M. 14.01.2008 - Norme tecniche per le costruzioni, ovvero "una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato". Nelle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulle NTC - CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 viene suggerito che il "valore caratteristico è basato sul giudizio del geotecnico, così come quello operativo o di progetto". Inoltre si riporta: "Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni [...]". "Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato".

In base delle predette definizioni tutti i parametri e i valori di resistenza al taglio proposti nel modello che segue sono stati estrapolati da una "stima ragionata e cautelativa" che tiene conto dei dati provenienti dalle prove in sito eseguite e dell'interpretazione del dato sperimentale, quest'ultima basata sull'esperienza maturata in contesti di territorio e progettazione simili.

Il modello geotecnico riprende quindi la suddivisione in strati del modello geologico-geotecnico proposto nella Relazione Geologica. Si sottolinea che, per le considerazioni riportate nel paragrafo 2.3 della presente relazione, lo strato ghiaioso presente a partire da -11,6 m di profondità può





considerarsi esteso ben oltre la quota di fine indagine geognostica, e comunque fino alla profondità di massima influenza delle pressioni del fabbricato in progetto (volume significativo di terreno).  
Le elaborazioni numeriche delle penetrometrie per conseguire informazioni geotecniche sono state effettuate con il supporto di un programma di calcolo della GeoStru Software, in licenza allo Scrivente. Si riporta quindi, per ogni strato, la stima dei parametri geotecnici caratteristici:

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Descrizione litologica
1	1	C	0,6	24,6	47,7	155,3	1,9	2	66,7	24,4	41,3	Argilla limosa
2	2,4	C	1,1	49,5	66	237,1	2,1	2,1	60,1	31,8	82,5	Argilla limosa consistente
3	4,0	CI	1,7	78,3	104,4	313,8	2,1	2,2	60	40,4	130,5	Limo argilloso e sabbioso
4	6,0	C	1,3	57,9	77,2	261	2,1	2,2	42,8	36,6	109	Argilla limosa molto consistente
5	9,2	CI	2,3	103,5	138,2	372,5	2,2	2,3	48,4	45	172,8	Argille sabbioso /ghiaiose e limose
6	11,6	C	2,0	90	119,8	341,3	2,2	2,2	--	--	--	Argilla limosa molto consistente
7	12,4	I	--	--	290,3	698,7	1,9	2,2	72,7	45	483,8	ghiaia e sabbia

Tabella - Modello Geotecnico del Terreno - Legenda:

Nr:	Numero progressivo strato	G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Prof:	Profondità base strato (m)	Puv:	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente	PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dr:	Densità relativa (%)
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey:	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )



### 3.2 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

Il progetto strutturale deve tener conto del comportamento del complesso fondazione-terreno dovuto alla interazione tra il terreno naturale e la nuova struttura di fondazione. Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, le strutture degli edifici devono mantenere una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali. Inoltre, con particolare riferimento agli aspetti di carattere geologico, il sito di costruzione ed i terreni in esso contenuti dovranno essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

#### 3.2.1 VERIFICA DELLA PORTANZA E COSTANTE DI SOTTOFONDO DEL TERRENO DI FONDAZIONE

A titolo esemplificativo, al fine di definire il corretto dimensionamento delle fondazioni e di completare le verifiche geotecniche della sicurezza e delle prestazioni, ad opera del Tecnico Strutturista, si forniscono i valori di resistenza del terreno di fondazione in termini di resistenza del sistema geotecnico ( $R_d$ ), oltre al valore della costante di sottofondo ( $k_s$ ). Allo scopo si è impiegato un software di calcolo automatico, utilizzando i seguenti criteri e caratteristiche:

- fondazione diretta di cui si riportano le caratteristiche in seguito (2 IPOTESI DISTINTE);
- approccio di calcolo: **Approccio 2** combinazione ( $A1 + M1 + R3$ ), a breve termine e a lungo termine, sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche (Sisma);
- calcolo della portanza della fondazione con le formule di diversi Autori, qui elencati: HANSEN (1970); TERZAGHI (1955); MEYERHOF (1963); VESIC (1975); BRINCH - HANSEN (1970); RICHARDS et al. (solo sisma-1995);
- il valore della costante di sottofondo ( $k_s$ ) viene calcolato con la formula di Bowles:  $k_s = q_{ult}/DH$ , con  $DH = 2,5$  cm (spostamento verticale ammissibile di un punto generico di coordinate  $x, y$  che giace sul terreno).

#### DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Profondità falda	assente

#### SISMA

Accelerazione massima ( $a_g/g$ )	0,239
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997) o Richards et al. (1995)
Coefficiente sismico orizzontale	0,0574

=====

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]





**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:

C

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	Ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,51	2,48	0,25
S.L.D.	50,0	0,63	2,49	0,27
S.L.V.	475,0	1,6	2,38	0,29
S.L.C.	975,0	2,01	2,39	0,3

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]	Kh [-]	Kv [sec]
S.L.O.	0,765	0,2	0,0156	0,0078
S.L.D.	0,945	0,2	0,0193	0,0096
S.L.V.	2,3472	0,24	0,0574	0,0287
S.L.C.	2,8262	0,28	0,0807	0,0403

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito;

Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey:

Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [Kg/m <sup>3</sup> ]	Gams [Kg/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	c Corr. [Kg/cm <sup>2</sup> ]	cu [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ey [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ed [Kg/cm <sup>2</sup> ]
1,0	1960,85	2040,85	24,4	24,4	0,0	0,0	0,62	41,3	47,7
1,4	2062,95	2142,95	31,8	31,8	0,0	0,0	1,1	82,5	66,0
1,6	2132,06	2212,06	40,44	40,44	0,0	0,0	1,74	130,5	104,4
2,0	2099,91	2179,91	36,58	36,58	0,0	0,0	1,3	109,0	77,2
3,2	2177,41	2257,41	45,0	45	0,0	0,0	2,3	172,75	138,2
2,4	2151,11	2231,11	0,0	0	0,0	0,0	2,0	0,0	119,8
0,8	1900,0	2200,0	45,0	45	0,0	0,0	0,0	483,75	290,25

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Nome combinazione	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	A1+M1+R3	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Sisma	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1



**FONDAZIONE 1: TRAVE ROVESCIA IN C.A.**

Larghezza fondazione 1,1 m  
Lunghezza fondazione 5,0 m  
Profondità piano di posa 1,0 m

**CARICO LIMITE - COMBINAZIONE A1+M1+R3 E SISMA - IN CONDIZIONI NON DRENATE**

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rottura	Costante sottofondo (Kg/cm <sup>3</sup> )
A1+M1+R3	Brinch - Hansen 1970	6,11	2,66	* Rottura generale; Ir=0,0; Icrit=0,0	2,44
Sisma	Brinch - Hansen 1970	6,11	2,66	* Rottura generale; Ir=0,0; Icrit=0,0	2,44

**CARICO LIMITE - COMBINAZIONE A1+M1+R3 E SISMA - IN CONDIZIONI DRENATE**

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rottura	Costante sottofondo (Kg/cm <sup>3</sup> )
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	8,40	3,65	* Rottura generale; Ir=214,925; Icrit=157,262	3,36
Sisma	Richards et al. 1993	5,70	2,48	* Rottura generale; Ir=214,925; Icrit=157,262	2,28

**FONDAZIONE 2: PLATEA**

Larghezza fondazione 10,0 m  
Lunghezza fondazione 12,0 m  
Profondità piano di posa 0,6 m

**CARICO LIMITE - COMBINAZIONE A1+M1+R3 E SISMA - IN CONDIZIONI NON DRENATE**

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rottura	Costante sottofondo (Kg/cm <sup>3</sup> )
A1+M1+R3	Brinch - Hansen 1970	9,38	4,08	* Rottura generale; Ir=0,0; Icrit=0,0	3,75
Sisma	Brinch - Hansen 1970	9,38	4,08	* Rottura generale; Ir=0,0; Icrit=0,0	3,75

**CARICO LIMITE - COMBINAZIONE A1+M1+R3 E SISMA - IN CONDIZIONI DRENATE**

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rottura	Costante sottofondo (Kg/cm <sup>3</sup> )
A1+M1+R3	VESIC (1975)	38,61	16,79	* Rottura per punzonamento; Ir=67,502; Icrit=213,49	15,45
Sisma	VESIC (1975)	37,71	16,35	* Rottura per punzonamento; Ir=67,502; Icrit=213,49	15,04





### 3.2.2 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Per la verifica dei cedimenti per ogni strato si è impiegato il metodo di consolidazione monodimensionale di Terzaghi. Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita.

Si ricorda che nelle verifiche relative al raggiungimento degli stati limite di esercizio e danno (SLE e SLD), i valori di progetto dei parametri geotecnici sono da considerare uguali ai valori caratteristici. Il calcolo va esteso a tutti gli strati di fondazione. Il cedimento totale è quindi espresso dalla seguente relazione:

$$S = \sum_{i=1}^n s_i, \text{ dove } n \text{ è il numero degli strati di fondazione.}$$

La stima del cedimento riguarda gli strati di terreno a comportamento geomeccanico uniforme interessati dal bulbo di pressione.

#### FONDAZIONE 1: TRAVE ROVESCIA IN C.A.

Larghezza fondazione 1,1 m

Lunghezza fondazione 5,0 m

Profondità piano di posa 1,0 m

Nome combinazione	Pressione Normale di progetto	Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)	Cedimento totale (cm)
SLE=SLD	0,50 Kg/cm <sup>2</sup>	2	1,7	0,34	0,195	Edometrico	0,41	--	0,41	
		3	3,2	0,655	0,061	Edometrico	0,09	--	0,09	
		4	5	1,036	0,029	Edometrico	0,07	--	0,07	
		5	7,6	1,594	0,014	Edometrico	0,03	--	0,03	
		6	10,4	2,201	0,008	Edometrico	0,02	--	0,02	
		7	12	2,535	0,006	Edometrico	0	--	0	
										0,62

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

#### FONDAZIONE 2: PLATEA

Larghezza fondazione 10,0 m

Lunghezza fondazione 12,0 m

Profondità piano di posa 0,6 m

Nome combinazione	Pressione Normale di progetto	Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)	Cedimento totale (cm)
SLE=SLD	0,50 Kg/cm <sup>2</sup>	1	0,8	0,157	0,382	Edometrico	0,32	--	0,32	
		2	1,7	0,34	0,341	Edometrico	0,72	--	0,72	
		3	3,2	0,655	0,269	Edometrico	0,41	--	0,41	
		4	5	1,036	0,219	Edometrico	0,57	--	0,57	
		5	7,6	1,594	0,164	Edometrico	0,38	--	0,38	
		6	10,4	2,201	0,12	Edometrico	0,24	--	0,24	
										2,67

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.



#### 4. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA (di cui al § 3.2 del DM 14.01.2008)

##### 4.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE

###### CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO SU SCALA COMUNALE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di interesse. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $Se(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Per ogni Comune d'Italia  $a_g$  (intesa come accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) è definita mediante l'OPCM n. 3274/2003 e successive modifiche, che stabilisce i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". Secondo tale classificazione il Comune di Casalgrande ricade in classe 2, indicativa di zona a media pericolosità sismica. In riferimento alle "Norme Tecniche" contenute nell'OPCM 3274/2003, il valore di  $a_g/g$  (accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico) corrispondente alla classe 2 è pari a 0,25. La Regione Emilia-Romagna, per la valutazione della pericolosità sismica di base, ha redatto un documento in cui sono riportati i valori di accelerazione massima orizzontale al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) per ogni Comune della Regione. Secondo la tabella 2 dell'Allegato A4 della DAL n. 112 del 2.5.2007, il Comune di Casalgrande presenta un valore  $a_g/g = 0,162$ .

###### DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO DEL SITO di cui al § 3.2 del DM 14.01.2008

Le Nuove NTC (2008), sulla base dei risultati del progetto S1 – INGV, consentono di definire la pericolosità sismica di base attraverso le forme spettrali per differenti periodi di ritorno  $T_R$ , a iniziare dai valori dei parametri:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per la definizione della pericolosità si fa riferimento a 4 stati limite per l'azione sismica (SLO, SLD, SLV, SLC), al cui crescere fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento dell'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti. A seconda delle caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione si possono ricavare l'accelerazione del suolo  $a_g$  e le forme dello spettro di risposta di progetto per ciascun sito, costruzione, situazione d'uso, stato limite.

Nel sito di interesse, a partire dalle coordinate geografiche

latitudine: 44,564853

longitudine: 10,759197 (coordinate espresse in ED50)





considerato

Classe d'uso: 2

Vita nominale: 50,

facendo riferimento alla media pesata dei valori che si riferiscono a quattro punti del reticolo che comprendono l'area in oggetto e che si trovano alle seguenti coordinate:

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16500 Lat: 44,5534 Lon: 10,7550 Distanza: 1317,288

Sito 2 ID: 16501 Lat: 44,5550 Lon: 10,8250 Distanza: 5327,563

Sito 3 ID: 16279 Lat: 44,6050 Lon: 10,8228 Distanza: 6729,346

Sito 4 ID: 16278 Lat: 44,6034 Lon: 10,7527 Distanza: 4313,691

si è potuto risalire ai seguenti valori dei parametri e agli spettri di risposta per i diversi stati limite:

Operatività (SLO):			Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	81	%	Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	30	[anni]	Tr:	50	[anni]
ag:	0,052	g	ag:	0,064	g
Fo:	2,480		Fo:	2,492	
Tc*:	0,252	[s]	Tc*:	0,265	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):			Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	10	%	Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	475	[anni]	Tr:	975	[anni]
ag:	0,163	g	ag:	0,205	g
Fo:	2,384		Fo:	2,393	
Tc*:	0,289	[s]	Tc*:	0,303	[s]

#### 4.2 CATEGORIA SISMICA DI SOTTOSUOLO (di cui al § 3.2.2 del DM 14.01.2008)

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

#### DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA SISMICA DI SOTTOSUOLO

In data 14 giugno 2013 è stata effettuata una prova sismica tipo MASW (Multichannel Spectral Analysis of Waves) per la classificazione sismica del suolo di fondazione dell'edificio oggetto di intervento. Lo scopo dell'indagine è di misurare le velocità sismiche ( $V_s$ ) del sottosuolo e la valutazione della  $V_{s30}$  come prescritto da:

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003
- D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

La normativa richiede l'azione sismica di progetto sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui ricade l'opera. All'interno del territorio nazionale sono state individuate 4 zone sismiche, contraddistinte dal valore  $ag$  dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto



all'accelerazione di gravità (v. Allegato 1 ord. 3274 del 2003 e succ. modifiche). La classificazione del suolo (tabella 1) è invece convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove  $V_{s_i}$  e  $h_i$  sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore dello stato  $i$ -esimo.

Suolo	Descrizione geotecnica	$V_{s30}$ (m/sec)
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m	>800
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fina)	360-800 ( $N_{spt} > 50$ ) ( $C_u > 250$ KPa)
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	180-360 ( $15 < N_{spt} < 50$ ) ( $70 < C_u < 250$ KPa)
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fina)	<180 ( $N_{spt} < 15$ ) ( $C_u < 70$ KPa)
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100 ( $10 < C_u < 20$ KPa)
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti	

Tabella: classificazione del tipo di suolo secondo le "Nuove norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008 - Tabelle 3.2.II (categorie di suolo) e 3.2.III (categorie di suolo aggiuntive) mod.

#### Attrezzatura di prova

La prova MASW in sito (la cui ubicazione è riportata in tavola 3) è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale "SARA Ins. - Mod. DOREMI", dotato di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.

#### Metodologia d'indagine

L'indagine sismica di tipo MASW, consente la determinazione diretta della velocità delle onde trasversali (Onde di taglio - onde Sh/Sv) dei terreni del sottosuolo in esame in modo da ottenere una corretta caratterizzazione della categoria sismica, del sottosuolo dell'area in oggetto.

L'indagine sismica adottata, Masw (in sismica attiva) è stata scelta in funzione delle limitazioni che affliggono in genere misure di onde Sh in metodi a rifrazione tradizionali (come ad es. difficoltà di generazione di onde polarizzate Sh o inversioni di velocità identificabili con difficoltà e/o valutabili con costosi lunghi ed





impegnativi metodi sismici in foro es. Cross-Hole e Down-Hole). La tecnica sismica Masw, è stata ampiamente testata (perfezionata già dal 1999) ed è contemplata fra le indagini per la definizione rigorosa del profilo di Vs per caratterizzazione sismica del sito (NTC-08 e ad es. Lai, Foti e Rota "Input sismico e stabilità geotecnica dei siti di costruzione - IUSS Press Eucentre 2009) e risulta migliore per la caratterizzazione del primo sottosuolo.

La Base Masw eseguita, per le possibilità operative presenti in corrispondenza del sito di intervento, presenta (Compreso il punto di shot) la geometria come sotto indicato:

➤ Numero geofoni	24
➤ Spaziatura geofoni	2,0 m
➤ Lunghezza stendimento geofonico	46 m
➤ Distanza punto di shot da ultimo geofono	4 m
➤ Lunghezza complessiva	50 m

Si ricorda che data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), la tecnica di acquisizione per onde di superficie necessita di geofoni (ad asse verticale) con frequenza di taglio non superiore a 4,5 Hz. Quindi le basi teoriche della tecnica di Acquisizione delle Masw, (analisi ed elaborazione delle onde di superficie di Rayleigh) sono completamente diverse dalle onde P od S degli stendimenti di simica a riflessione o rifrazione). Perciò nell'acquisizione con tecnica Masw, non è possibile caratterizzare la tecnica con un classico coefficiente geometrico che esprime la profondità di investigazione in funzione della lunghezza della stesa sismica, (come nella riflessione o nella rifrazione), ove infatti le metodiche di interpretazione si basano sui tempi di arrivo ai geofoni delle onde riflesse o rifratte (quindi si misurano dei tempi). Nella tecnica Masw non si misurano dei tempi, ma viene eseguita una trattazione spettrale dei sismogrammi e mediante trasformata di Fourier si restituisce lo spettro del segnale sismico nel dominio frequenza (f) n° d'onda (k) detto anche dominio f-k. La lunghezza dello stendimento dipende sia dal numero di ricevitori utilizzabili, sia dallo spazio disponibile.

Normalmente si dispongono i ricevitori ad interasse costante compreso tra 0,5 m e 3,0 m (con array a parità di numero di ricevitori un interasse di 3,0m consente di avere uno stendimento di ricevitori più lungo e quindi una maggiore risoluzione della curva di dispersione lungo la coordinata numero d'onda k; tuttavia si riduce il numero d'onda di Nyquest oltre cui non si ha certezza sull'affidabilità del segnale misurato.

Viceversa un interasse piccolo può essere necessario in piccoli spazi e consente un intervallo più ampio di numeri d'onda, ma comporta una minore risoluzione della curva di dispersione lungo i numeri d'onda.

La relazione quindi che meglio consente di valutare la profondità di investigazione di un indagine masw, è legata più che alla dimensione dello stendimento, al valore della Vs assegnata ad una determinata profondità z dal piano campagna, calcolata in funzione della lunghezza d'onda, cioè:

$$z = \frac{\lambda}{(1,5 / 2,0)}$$

Inoltre si evidenzia che:

Con la tecnica Masw (indagine sismica non invasiva di superficie) si ottiene una modellazione del sottosuolo, basandosi sulla propagazione delle onde di Rayleigh, oggi realizzata mediante approcci multi stazioni, che risultano robusti ed efficienti (Foti, 2000; Lai e Wilmanski, 2005) rispetto ai primi approcci del metodo, che si basavano essenzialmente su 2 ricevitori (Prova Sasw - Stoke et al., 1994).

Queste prove (masw-sasw) sfruttano la proprietà della dispersione geometrica, che rende la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh ( $V_R$ ) dipendente dalla frequenza di eccitazione in mezzi verticalmente eterogenei.

L'onda di Rayleigh costituisce un particolare tipo d'onda sismica ed è facilmente individuabile in quanto ha una velocità differente dai treni d'onda delle onde P ed S risultando più lenta anche di queste ultime, con una velocità di propagazione  $V_R \approx 0,9 \div 0,96 V_s$  (da V. Socco Lab. Geof. Appl. Dip. Ing Territorio Politecnico di TORINO)



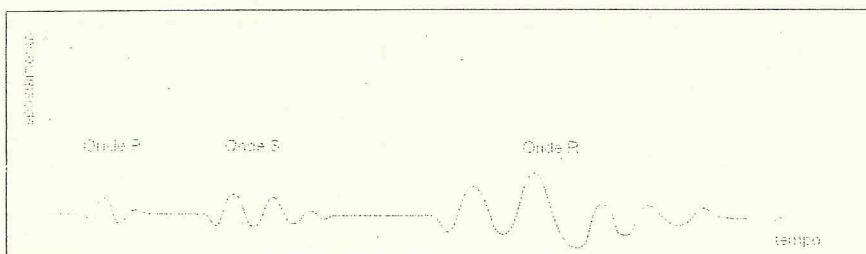


Fig. 3 : sismogramma che evidenzia l'arrivo distinto di onde P, S e di Rayleigh (da Crespellani e Facciorusso "Dinamica dei terreni")

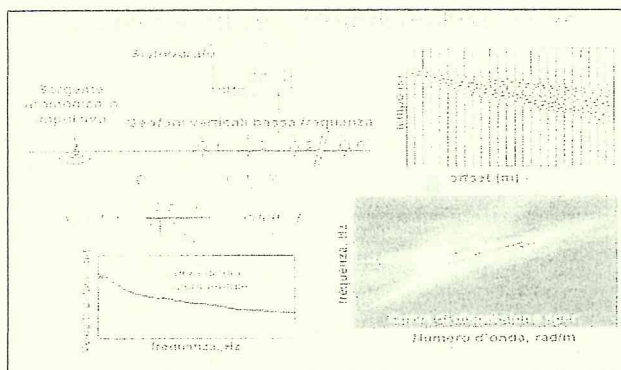
L'onda di Rayleigh si trasmette sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo ed è il risultato dell'interferenza e della combinazione d'onde sismiche di pressione (P-waves) e onde di taglio polarizzate verticalmente (Sv-waves).

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, una sollecitazione (piccolo sisma) e nel registrare le vibrazioni prodotte sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.

Il profilo di  $V_s$  viene determinato attraverso la soluzione di un problema matematico di inversione della curva di dispersione ( $V_R$  in funzione della frequenza).

In un mezzo reale stratificato avviene una dispersione delle onde prodotte; in altre parole, una deformazione del treno d'onda, dovuto alla variazione della velocità di propagazione, con la frequenza, che varia in relazione alle caratteristiche di "rigidezza" di ogni singolo strato.

Nella figura sotto esposta (da V. Socco Lab. Geofisica Appl. Dip. Ing. Territorio Politecnico di TORINO) è ben riassunto il processo di acquisizione ed il passaggio alla curva di dispersione:



Gli elementi a bassa frequenza penetrano quindi più in profondità, con velocità di fase in genere più alta, rispetto alle componenti ad alta frequenza.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, visualizzato dai grafici  $V(fase)/f(frequenza)$ , tramite elaborazioni e programmi dedicati, è convertito in profili  $V_s$  / profondità.

#### Interpretazione dati acquisiti

L'interpretazione delle tecniche di rilievo sismico MASW traggono spunto come sopra accennato dalle prime tecniche studiate da Nazarian e Stokoe (1984-94) che per primi hanno presentato il metodo SASW che utilizzava una sorgente d'impulso e 2 soli sismometri di rilevazione (1 Hz). Tale tecnica come d'altronde anche la Masw, è basata sul fatto che osservando il segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione, è noto che la quasi totalità dell'energia (circa 2/3 o più) si propaga tramite onde superficiali (onde di Rayleigh).



A tale scopo Park et Alii (1999) hanno studiato e sviluppato il metodo MASW, per sopperire alle difficoltà d'applicazione, della tecnica Sasw in diverse situazioni. La differenza principale è l'utilizzo simultaneo di 24 (o più) geofoni (sismometri polarizzati verticalmente - frequenza max 4,5 Hz) per consentire di ricavare numerosi profili di velocità Vs, ricavati dallo studio delle velocità di fase, dei numerosi treni d'onda di Rayleigh che sono registrati ai sismometri. I geofoni possono essere spazati da 0,5 sino ad un max di circa 8-10 m e forniscono una ridondanza statistica delle misure delle velocità di fase, avvalorandone quindi la veridicità (rispetto al metodo Sasw che si basava solo su di un'unica misura). Le tracce dei sismogrammi, possono essere salvate nel dominio temporale, permettendo quindi di distinguere ed evidenziare (nel record di registrazione) le onde di Rayleigh, caratterizzate da elevata ampiezza di segnale (la quasi totalità dell'energia prodotta si ripartisce nelle onde di Rayleigh).

Dal sismogramma tramite una trasformata nel dominio, *frequenza (f) – numero d'onda (k)*, le tracce cui corrispondono i massimi spettrali (senza trascurare i modi superiori se presenti) si può così risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione:  $V_R(f)=f/k$ .

che consente di individuare il segnale proprio, relativo alle onde superficiali che interessano tale metodologia.

Il processo iniziale di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame, è ottenuto tramite il software (*SWAN®* vers. 2008) seguito poi da una fase di elaborazione-interpretazione, eseguendo una "analisi spettrale" si procede sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici, secondo il seguente schema:

- Concatenazione dei file contenenti i record di registrazione in situ.
- fase di pre-processing per "ottimizzare" i record stessi in modo da migliorare la qualità dell'interpretazione cioè eventuale filtraggio o "pulizia" dei dati grezzi.
- Passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK.
- Picking dei punti dello spettro per ottenere la curva di dispersione sperimentale; la procedura consiste nel trovare per ogni frequenza dei massimi assoluti/relativi dello spettro FK, finalizzata alla individuazione del modo fondamentale di propagazione dell'onda (ovvero quello a velocità minore), senza trascurare (analisi multimodale) di ricercare anche eventuali modi superiori.
- Estrazione curva di dispersione sperimentale mediante la procedura sopra indicata dallo spettro FK.
- Inversione: tale procedura è avviata allo scopo di ottimizzare un modello stratigrafico che sia relativo e sovrapponibile alla curva di dispersione sperimentale propria del sito; in tale procedura il programma *SWAN®* utilizza una tecnica di inversione lineare tipo OCCAM che presenta il vantaggio di minimizzare l'errore quadratico medio tra dati sperimentali e dati teorici. In linea generale come in gran parte dei processi di inversione (definiti "try and error") l'inversione viene fermata quando un determinato parametro, definito e (cioè la differenza fra dato osservato e dato calcolato) è in genere < 2-3%. L'inversione OCCAM, utilizzando differenze quadratiche medie, da risultati ancora migliori, di un'inversione lineare classica, dato che quando si raggiunge lo stop dell'inversione ( $\epsilon_{MIN}$ ) cioè un valore percentualmente molto piccolo, la sovrapposizione delle curve è davvero buona.
- Fase di ottimizzazione e di taratura della curva teorica, realizzata contestualmente alla procedura d'inversione, con inserimento (eventuale) di strati sino ad un max di 30, assegnazione di moduli di Poisson e taratura dello spessore degli strati mediante confronto con prove dirette (prove penetrometriche, stratigrafie di sondaggio, colonne di perforazioni di pozzi ecc.) ed eseguendo ulteriori processi di inversione allo scopo di raffinare il risultato ottenuto, cioè una curva di dispersione teorica finale molto ben sovrapposta a quella sperimentale.

L'obiettivo finale cioè l'ottenimento di un profilo verticale delle Vs, minimizzando le imprecisioni (risultati random), ottenendo quindi un modello finale ad elevata attendibilità e fortemente rappresentativo, mediante le tarature, del reale profilo Vs/profondità del sito in analisi, come d'altronde suggerito anche da ricercatori in ambito geofisico (es. Dal Moro et alii Gruppo Esplor. Geofisica - Dip. Geol e Scienze Marine Univ. Trieste "cosa migliore è confrontare lo spettro di velocità osservato, con le curve teoriche di dispersione di un modello che riteniamo plausibile per l'area sotto esame.").



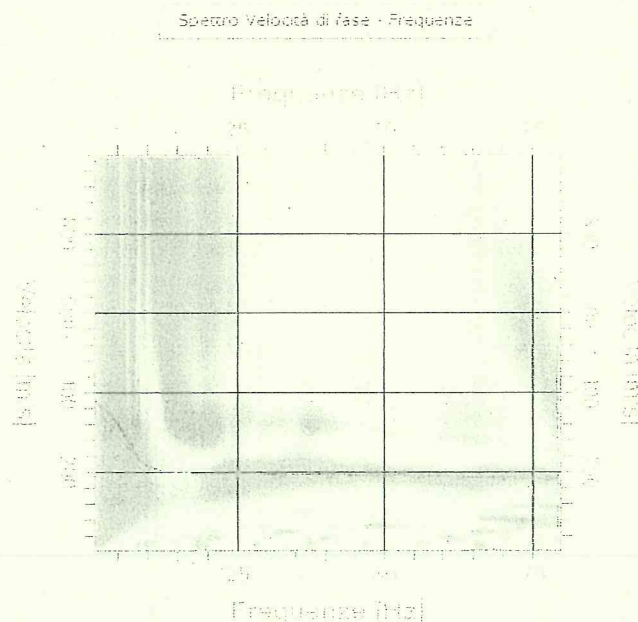


Considerazioni sulle tecniche di inversione:

- Le tecniche d'inversione possono fornire soluzioni non univoche, ma per ovviare a questa possibilità, si eseguono TARATURE, con dati reali del sito (prove cpt, stratigrafie ecc) utilizzando anche parametri che esprimono la "rigidezza" degli strati individuati (es. coeff. Poisson), per indirizzare l'inversione verso un modello molto vicino a quello reale.
- La funzione obiettivo (il misfit tra dato osservato e dato calcolato) è prossima a zero, solo in caso ideale in assenza di rumore; per questo motivo il sismogramma può essere trattato o filtrato per ridurre al minimo od eliminare eventuali rumori o disturbi esterni, che non hanno nulla a che fare con l'onda sismica che stiamo analizzando.
- E' fuorviante e sbagliato attribuire una percentuale di errore eseguendo una operazione di alterazione delle velocità sismiche, ottenute dall'esecuzione dei dettagliati processi di inversione sopra esposti (esempio attribuendo un errore globale del  $\pm 10\%$ , quindi alterando ad es. le velocità sismiche ottenute moltiplicando  $\cdot 0,9$  le Vs dei singoli strati), perché in tal modo si vanificherebbe completamente l'elaborazione Masw, che è stata fatta con cura ed esperienza secondo principi codificati e consolidati. Infatti ipotizzando possa esistere un modello Vs/profondità analogo a quello definito con l'interpretazione corretta della prova Masw, ma con velocità alterate (cioè diminuite/aumentate del 10%) si otterrebbe un Macth fra curva sperimentale e teorica completamente non attendibile.

Come detto, nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni, con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. Si è utilizzato un sismografo multicanale ad incrementi di segnale, della SARA Instruments, mod. DOREMI a 24 canali. L'energizzazione è stata eseguita a 2,0 e 4,0 metri dal primo geofono e dall'ultimo geofono. Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri.

Il diagramma "sovrapposizione tra la curva di dispersione e curva teorica - Frequenza (Hz)/Vel. di Fase (m/s)" è riportato di seguito:



-diagramma della curva di dispersione del sito in oggetto-





#### 4.2.1 MODELLO STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO PER L'INDAGINE GEOFISICA

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio stratigrafie di sondaggio, analisi granulometriche, di densità, prove CPT ecc, è possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati, la velocità delle onde P stimata e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

L'elaborazione è stata supportata dai dati geotecnici delle prove penetrometriche e da alcuni dati di bibliografia che hanno consentito una ricostruzione stratigrafica di dettaglio alla profondità di oltre 30 m, al fine di migliorare il modello del terreno su cui costruire la curva di dispersione. Il modello del terreno ha permesso di determinare gli spessori dei sismostrati e il range di velocità delle onde di taglio entro cui il programma di elaborazione ha potuto individuare una traccia media e una traccia migliore di Vs30.

Per il modello stratigrafico ci si può quindi affidare alle considerazioni riportate nei paragrafi 2.3 e 2.5 di cui si riporta la ricostruzione schematica semplificata:

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Litologia	Profondità livello falda (m da p.c.) 30,0 m
1	1	Argilla limosa	
9	8	Argilla limosa compatta	
14	5	Ghiaia, sabbia e limo	
53	39	Ghiaia e sabbia addensata	

#### 4.2.2 RISULTATI INDAGINE GEOFISICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come previsto da art. 3.2 del DM 14-1-08) sono stati elaborati i dati ottenuti dalla prospezione sismica di superficie, opportunamente tarata con dati stratigrafici e litologici presenti in bibliografia (pozzi, sezioni stratigrafiche ecc.) e delle prove penetrometriche eseguite in sito. I valori della velocità media delle onde di taglio Vs risultano:

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
1.02	1.02	184.93
8.94	7.93	212.33
14.07	5.12	297.54
53.29	39.23	334.42
oo	oo	386.31

Ai vari sismo-strati è stato associato il valore della velocità Vs direttamente misurata, consentendo di ottenere la seguente Vs30 (velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo):

$$V_{s30} = 278,6 \text{ m/sec (da p.c. a -30 m).}$$

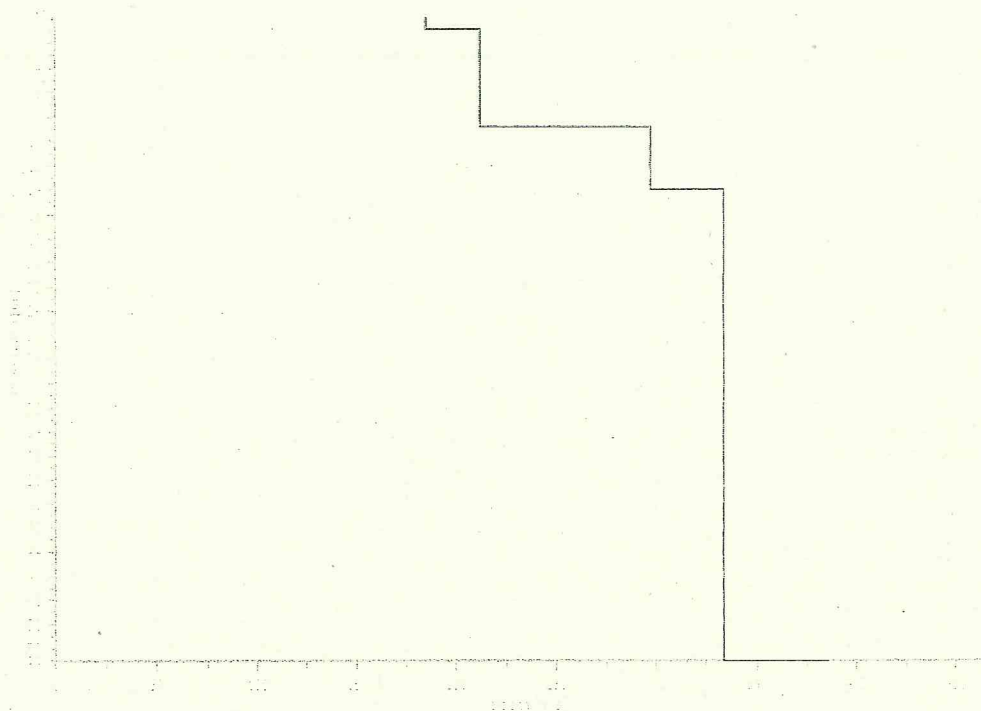
In base a quanto previsto da art. 3.2.2 NTC08, "Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse...", si riporta il calcolo considerando il piano di posa fondale a - 1,0 m da p.c. (ipotesi). Si ottiene:

$$V_{s30} = 285,0 \text{ m/sec (da - 1,0 a - 31,0 m).}$$



Dalle verifiche si evince che entrambi i valori di  $V_{s30}$  ottenuti corrispondono alla categoria del suolo di fondazione di tipo C. Tenuto conto della descrizione geotecnica, di cui alle Tabelle 3.2.II (categorie di suolo) e 3.2.III (categorie di suolo aggiuntive), contenuta nel D.M. 14/01/2008, si ritiene di classificare il terreno di fondazione come appartenente alla categoria C, corrispondente a "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)".

Profilo di velocità



- diagramma velocità  $V_s$ /profondità -



#### 4.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA IN SUPERFICIE (di cui al § 3.2.3 del DM 14.01.2008)

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione  $T \leq 4$  s ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno.

La forma spettrale per le componenti orizzontali è definita mediante  $F_0$ , insieme alle grandezze  $a_g$ ,  $T_c$ . Per la componente verticale, invece, le uniche grandezze fornite in funzione della pericolosità del sito sono l'accelerazione massima, posta pari alla massima accelerazione orizzontale del suolo  $a_g$ , e l'amplificazione massima  $F_v$ , espressa come funzione di  $a_g$ .

L'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente  $S = S_S \times S_T$  che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica ( $S_S$ ) e topografica ( $S_T$ ). Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo  $T_c$  di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente  $C_c$ , dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo.

##### DEFINIZIONE DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Gli effetti topografici sono legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.VI, NTC 2008):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Fattore di amplificazione $S_T$
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Sulla base delle caratteristiche topografiche al contorno dell'area e della classificazione contenuta nelle NTC 2008, il sito di interesse appartiene alla **categoria T1** corrispondente a "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".



## DEFINIZIONE DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO

Per le componenti orizzontali dell'azione sismica il coefficiente  $S_s$  è definito nella Tabella 3.2.V delle NTC. Esso è il rapporto tra il valore dell'accelerazione massima attesa in superficie e quello su sottosuolo di categoria A ed è definito in funzione della categoria di sottosuolo e del livello di pericolosità sismica del sito (descritto dal prodotto  $F_0 \cdot a_g$ ).

Categoria sottosuolo	SS	CC
A	1,00	1,00
B	$1,00 \pm 1,40 - 0,40 F_0 \frac{a_g}{g} \pm 1,20$	$1,10 (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \pm 1,70 - 0,60 F_0 \frac{a_g}{g} \pm 1,50$	$1,05 (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \pm 2,40 - 1,50 F_0 \frac{a_g}{g} \pm 1,80$	$1,25 (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \pm 2,00 - 1,10 F_0 \frac{a_g}{g} \pm 1,60$	$1,15 (T_C^*)^{-0,40}$

## COEFFICIENTI SISMICI E ACCELERAZIONE MASSIMA IN SUPERFICIE $A_{MAX}$ PER I DIVERSI STATI LIMITE

Sulla base delle caratteristiche litologiche e di risposta sismica riscontrate al contorno dell'area e della classificazione contenuta nelle NTC 2008, tenuto conto dell'accelerazione al suolo di riferimento, si riportano i seguenti coefficienti sismici e accelerazione massima in superficie  $A_{MAX}$  per i diversi stati limite:

<b>SLO:</b> Ss: 1,500 Cc: 1,650 St: 1,000 Kh: 0,016 Kv: 0,008 Amax: 0,761 Beta: 0,200	<b>SLD:</b> Ss: 1,500 Cc: 1,630 St: 1,000 Kh: 0,019 Kv: 0,010 Amax: 0,947 Beta: 0,200
<b>SLV:</b> Ss: 1,470 Cc: 1,580 St: 1,000 Kh: 0,057 Kv: 0,029 Amax: 2,345 Beta: 0,240	<b>SLC:</b> Ss: 1,410 Cc: 1,560 St: 1,000 Kh: 0,081 Kv: 0,040 Amax: 2,835 Beta: 0,280





#### 4.4 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il termine liquefazione denota la circostanza, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, caratterizzata da deformazioni permanenti significative o dall'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Il rischio di liquefazione deve essere valutato per tutti i terreni suscettibili di tale comportamento.

Come riportato nel Paragrafo 2.4 -Rischio Sismico- della Presente Relazione, l'area non ricade, per caratteristiche litostratigrafiche, geomeccaniche e idrogeologiche, in quelle porzioni di territorio suscettibili di liquefazione. Il dato ha trovato conferma dalle indagini svolte (penetrometrie) e dai dati di bibliografia; da questo studio è emerso che i terreni in un opportuno spazio al di sotto del piano d'appoggio della fondazione, corrispondono a depositi coesivi consistenti a cui si alternano spessori di terreni granulari addensati. Inoltre è stato accertato che il livello del primo acquifero di rilievo è posizionato ad oltre 30 m di profondità, come riportato nel dettaglio nel paragrafo 2.3 del presente documento.

Si ritiene quindi che tali condizioni non conducono alla casistica circoscritta dei luoghi suscettibili di liquefazione.

## 5. CONCLUSIONI GENERALI

Dai sopralluoghi e dai rilevamenti effettuati si è riscontrato che l'area nel suo insieme non presenta particolari criticità delle condizioni idrogeologiche e di stabilità generale del terreno che possano precludere la realizzazione dell'opera in progetto. Da ciò si è proceduto alla raccolta dei dati e delle informazioni utili alla progettazione, ai sensi delle Nuove NTC 2008, al fine di valutare in maniera integrata tutte le possibili combinazioni sfavorevoli e fornire i parametri necessari al corretto dimensionamento delle opere.

Grazie al supporto di specifiche indagini geognostiche nel terreno, si è eseguita la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, mediante la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

In funzione del tipo di opera e della complessità del contesto geologico si è poi eseguita la modellazione geotecnica con restituzione dei valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche dei terreni.


I modelli geologico e geotecnico sono stati di sostegno per la successiva caratterizzazione geofisica del suolo di fondazione, avvalorata da una specifica campagna di indagini di sismica attiva tipo MASW. Il risultato dei rilievi geofisici ha consentito di classificare il terreno di fondazione appartenente alla categoria C, ai sensi del DM 14-1-08 Norme Tecniche per le Costruzioni.

Il calcolo del carico limite del terreno, eseguito con un software di calcolo che tiene conto del modello di terreno, ha consentito di stimare il valore di  $R_d$  (resistenza di progetto) con l'approccio di calcolo delle NTC 2008 "Approccio 2 combinazione unica ( $A1+M1+R3$ )". Il valore di resistenza  $R_d$  minore è risultato:  $R_d=2,48 \text{ kg/cm}^2$ , corrispondente alla verifica in condizioni sismiche e in condizioni drenate, per la fondazione a trave rovescia;  $R_d=4,08 \text{ kg/cm}^2$ , corrispondente alla verifica in condizioni non drenate, per la fondazione a platea. La verifica dei cedimenti assoluti del terreno di fondazione in merito ad un'ipotesi di incremento di carico pari a  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  ha riportato risultati numerici non trascurabili.

Gli accertamenti circa la possibilità che il terreno di fondazione possa andare incontro a fenomeni di liquefazione, dovuti a particolari requisiti geologici, idrogeologici e allo scuotimento sismico, hanno mostrato l'assenza delle condizioni predisponenti tale fenomeno.

Modena, 28/06/2013

Dott. Geol. Francesco Dettori





## TAVOLE E ALLEGATI

### - Tavole

TAVOLA 1    Carta corografica  
TAVOLA 2    ubicazione indagini

scala 1:25000  
scala 1:10000

### - Allegati

Certificati penetrometrici







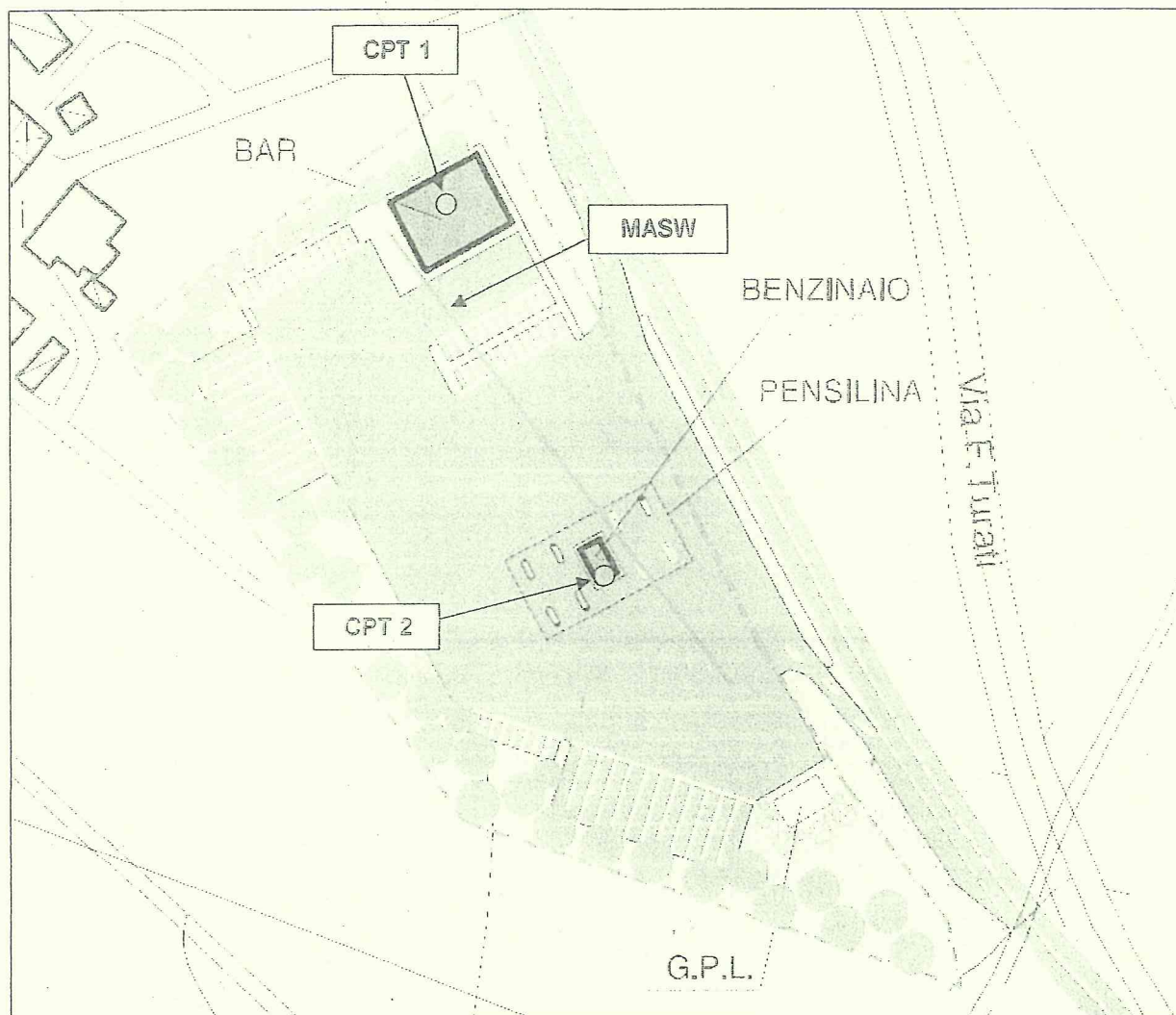
TAVOLA 2

## UBICAZIONE INDAGINI SU PLANIMETRIA DI PROGETTO

Scala Grafica

CPT punti verdi

MASW linea blu



ALLEGATO:

## certificati penetrometrici PROVE CPT

Committente: IPERGAS  
Cantiere: NUOVO DISTRIBUTORE  
Località: DINAZZANO (RE)

### Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10





PROVA ... Nr. 1

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann
0,2	0,00	0,0	0,1	0,8	0,1	11,2	62,00	129,0	63,7	4,1	15,5
0,4	21,00	33,0	21,1	1,1	19,2	11,4	55,00	116,0	56,7	3,6	15,8
0,6	25,00	42,0	25,1	1,2	20,9	11,6	70,00	124,0	71,7	5,3	13,5
0,8	28,00	46,0	28,1	1,7	16,5	11,8	66,00	145,0	67,7	3,2	21,2
1	19,00	44,0	19,1	2,7	7,1	12	123,00	171,0	124,7	3,4	36,7
1,2	32,00	73,0	32,3	1,3	24,8	12,2	279,00	330,0	280,8	3,7	75,9
1,4	29,00	48,0	29,3	2,0	14,7	12,4	299,00	355,0	300,8	0,0	
1,6	36,00	66,0	36,3	2,3	15,8	12,6					
1,8	38,00	73,0	38,3	2,5	15,3	12,8					
2	33,00	70,0	33,3	2,5	13,3	13					
2,2	35,00	72,0	35,4	2,3	15,4	13,2					
2,4	36,00	70,0	36,4	2,2	16,5	13,4					
2,6	41,00	74,0	41,4	2,1	19,7	13,6					
2,8	46,00	78,0	46,4	2,7	17,2	13,8					
3	45,00	86,0	45,4	2,8	16,2	14					
3,2	50,00	92,0	50,6	2,8	18,1	14,2					
3,4	52,00	94,0	52,6	3,0	17,5	14,4					
3,6	58,00	103,0	58,6	3,8	15,4	14,6					
3,8	60,00	117,0	60,6	4,2	14,4	14,8					
4	61,00	124,0	61,6	4,6	13,4	15					
4,2	41,00	110,0	41,7	4,7	8,9	15,2					
4,4	44,00	114,0	44,7	4,5	9,9	15,4					
4,6	43,00	111,0	43,7	3,5	12,5	15,6					
4,8	53,00	106,0	53,7	4,0	13,4	15,8					
5	40,00	100,0	40,7	4,9	8,3	16					
5,2	55,00	129,0	55,8	3,4	16,4	16,2					
5,4	45,00	96,0	45,8	3,5	13,1	16,4					
5,6	33,00	85,0	33,8	2,7	12,5	16,6					
5,8	40,00	80,0	40,8	2,5	16,3	16,8					
6	35,00	73,0	35,8	2,8	12,8	17					
6,2	45,00	87,0	46,0	2,5	18,4	17,2					
6,4	37,00	75,0	38,0	2,7	14,1	17,4					
6,6	40,00	81,0	41,0	2,2	18,6	17,6					
6,8	43,00	76,0	44,0	2,7	16,3	17,8					
7	44,00	85,0	45,0	3,0	15,0	18					
7,2	50,00	95,0	51,1	4,4	11,6	18,2					
7,4	73,00	139,0	74,1	4,0	18,5	18,4					
7,6	53,00	113,0	54,1	2,8	19,3	18,6					
7,8	90,00	132,0	91,1	3,3	27,6	18,8					
8	43,00	92,0	44,1	2,4	18,4	19					
8,2	35,00	71,0	36,2	2,4	15,1	19,2					
8,4	55,00	91,0	56,2	2,9	19,4	19,4					
8,6	61,00	104,0	62,2	3,1	20,1	19,6					
8,8	172,00	218,0	173,2	3,2	54,1	19,8					
9	170,00	218,0	171,2	2,9	59,0	20					
9,2	77,00	120,0	78,4	3,1	25,3	20,2					
9,4	39,00	85,0	40,4	2,9	13,9	20,4					
9,6	43,00	86,0	44,4	4,1	10,8	20,6					
9,8	39,00	100,0	40,4	4,3	9,4	20,8					
10	63,00	128,0	64,4	4,5	14,3	21					
10,2	76,00	144,0	77,5	7,3	10,6	21,2					
10,4	87,00	196,0	88,5	5,0	17,7	21,4					
10,6	52,00	127,0	53,5	4,5	11,9	21,6					
10,8	59,00	126,0	60,5	4,7	12,9	21,8					
11	55,00	125,0	56,5	4,5	12,6	22					



PROVA ... Nr. 2

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann
0,2	0,00	0,0	0,1	0,6	0,2	11,2					
0,4	15,00	24,0	15,1	0,8	18,9	11,4					
0,6	20,00	32,0	20,1	0,9	22,3	11,6					
0,8	27,00	40,0	27,1	1,6	16,9	11,8					
1	20,00	44,0	20,1	2,0	10,1	12					
1,2	26,00	56,0	26,3	2,4	11,0	12,2					
1,4	28,00	64,0	28,3	2,6	10,9	12,4					
1,6	33,00	72,0	33,3	2,9	11,5	12,6					
1,8	38,00	81,0	38,3	3,3	11,6	12,8					
2	34,00	83,0	34,3	2,8	12,3	13					
2,2	33,00	75,0	33,4	2,9	11,5	13,2					
2,4	37,00	80,0	37,4	2,1	17,8	13,4					
2,6	161,00	192,0	161,4	4,8	33,6	13,6					
2,8	263,00	335,0	263,4	8,3	31,7	13,8					
3	250,00	375,0	250,4	2,6	96,3	14					
3,2	131,00	170,0	131,6	3,6	36,6	14,2					
3,4	30,00	84,0	30,6	2,6	11,8	14,4					
3,6	136,00	175,0	136,6	3,1	44,1	14,6					
3,8	33,00	80,0	33,6	2,5	13,4	14,8					
4	28,00	66,0	28,6	2,2	13,0	15					
4,2	35,00	68,0	35,7	2,8	12,8	15,2					
4,4	37,00	79,0	37,7	2,7	14,0	15,4					
4,6	39,00	79,0	39,7	3,3	12,0	15,6					
4,8	36,00	86,0	36,7	3,3	11,1	15,8					
5	37,00	86,0	37,7	3,5	10,8	16					
5,2	41,00	93,0	41,8	3,5	11,9	16,2					
5,4	48,00	100,0	48,8	3,7	13,2	16,4					
5,6	45,00	100,0	45,8	3,5	13,1	16,6					
5,8	44,00	96,0	44,8	3,1	14,5	16,8					
6	32,00	78,0	32,8	4,3	7,6	17					
6,2	134,00	198,0	135,0	2,3	58,7	17,2					
6,4	82,00	117,0	83,0	2,4	34,6	17,4					
6,6	60,00	96,0	61,0	2,8	21,8	17,6					
6,8	55,00	97,0	56,0	2,8	20,0	17,8					
7	39,00	81,0	40,0	1,7	23,5	18					
7,2	34,00	59,0	35,1	2,4	14,6	18,2					
7,4	73,00	109,0	74,1	2,8	26,5	18,4					
7,6	133,00	175,0	134,1	2,6	51,6	18,6					
7,8	36,00	75,0	37,1	3,5	10,6	18,8					
8	129,00	182,0	130,1	5,4	24,1	19					
8,2	177,00	258,0	178,2	3,1	57,5	19,2					
8,4	275,00	322,0	276,2	3,4	81,2	19,4					
8,6	350,00	401,0	351,2	0,0		19,6					
8,8						19,8					
9						20					
9,2						20,2					
9,4						20,4					
9,6						20,6					
9,8						20,8					
10						21					
10,2						21,2					
10,4						21,4					
10,6						21,6					
10,8						21,8					
11						22					

