



COMUNE DI PISA

IL DIRIGENTE
Arch. GABRIELE BERTI

**” VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO PER LA
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE DEL
DIPARTIMENTO DI CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE ”**

PISA, LOC. SAN CATALDO

VERIFICA DEGLI EFFETTI AMBIENTALI (V.E.A.)

Il Tecnico:

Dott. Geol. Fabrizio Alvares

Collaboratore:

Dott. Geol. Claudio del Giudice

**ELABORATO ADOTTATO
CON DELIBERAZIONE**

Giunta Comunale
 Consiglio Comunale

n° 59 ..del 19 LUG. 2007..

INDICE

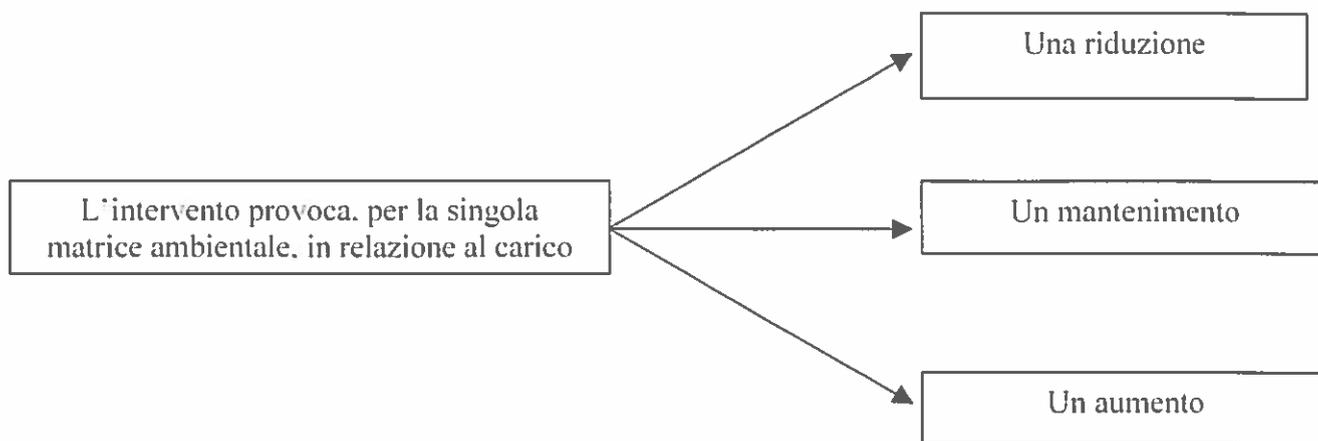
| | | |
|--|-------------|----------|
| Premessa | Pag. | 2 |
| 1. Gli elementi progettuali per il calcolo delle pressioni | " | 3 |
| 2. Sistema acqua | " | 7 |
| 2.1 I fabbisogni idrici | " | 8 |
| 2.2 I fabbisogni fognari, di scarico delle acque meteoriche e di depurazione | " | 10 |
| 3. Sistema aria | " | 12 |
| 3.1 Atmosfera locale | " | 12 |
| 3.2 Rumore | " | 18 |
| 4. Sistema energia | " | 22 |
| 5. Sistema rifiuti | " | 22 |
| 6. Conclusioni | " | 23 |

Premessa

L'area ove è prevista la realizzazione della nuova sede Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, con annessi Biblioteca di Chimica e Polo Didattico con possibilità di utilizzo interfacoltà, è ubicata nel territorio del Comune di Pisa, in località "San Cataldo".

Per quanto riguarda la Verifica Effetti Ambientali (VEA), l'area ricade nell'Unità Territoriale Organica Elementare (UTOE) N. 6 Area Filtro Verde Cisanello.

La VEA si estrinseca in una serie di verifiche dell'impatto degli interventi previsti nel progetto sulle differenti matrici ambientali di cui allo schema seguente.



Se, a seguito delle trasformazioni previste nel progetto si dovesse verificare attraverso la VEA un aumento del carico ambientale, a danno di una o più matrici, si dovrebbe passare alla fase di mitigazione degli effetti ambientali negativi e, in caso di impossibilità di mitigazione, all'adozione di ulteriori prescrizioni alla trasformazione prevista.

Si tratta dunque di un processo virtuoso teso a eliminare gli effetti negativi legati alle attività di trasformazione urbana, attraverso l'adozione di criteri, metodi e procedure codificate, considerando tutte le relazioni di influenza che la realizzazione del progetto mette in campo, anche in settori molto distanti. L'attenzione, ormai codificata (anche se non sempre prestata) alla conservazione dell'ambiente naturale, si sposta da questo ambito "naturale", e viene a riguardare anche il costruito, l'urbanizzato, il tessuto proprio in generale delle città e le condizioni di vivibilità dei residenti e dei

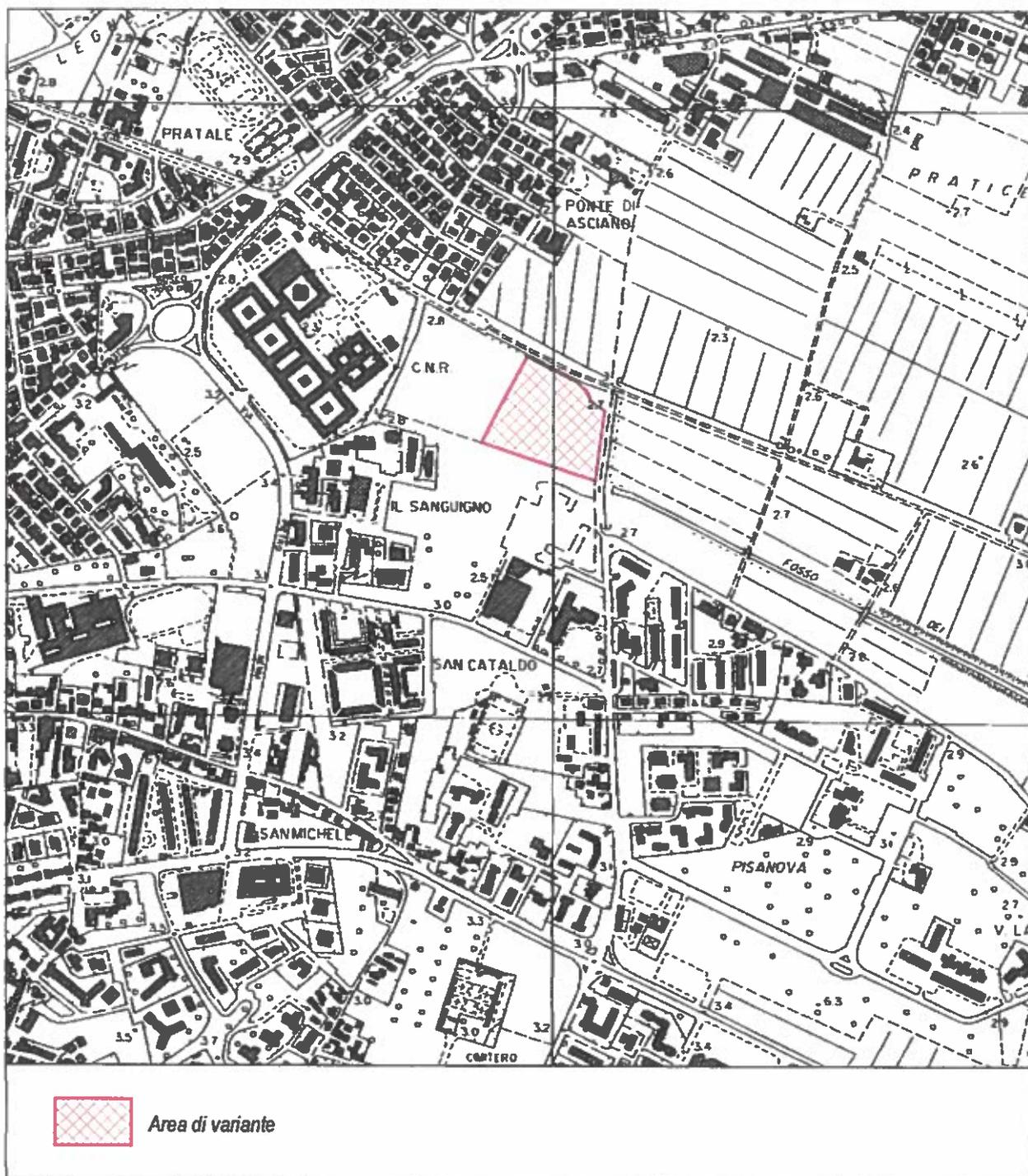


Fig. 1 - Corografia generale, scala 1:10000

fruttori dei servizi inseriti nello stesso tessuto, superando così anche le mere logiche di mercato e, a volte, di speculazione che hanno per troppi anni governato le trasformazioni urbane.

La VEA, nel seguito descritta, riguarderà i seguenti sistemi:

- Acqua;
- Aria;
- Energia;
- Rifiuti.

1. Gli elementi progettuali per il calcolo delle pressioni

L'area di progetto si estende su di una superficie totale di 41.947 mq, di cui 21.810 mq destinati al complesso edilizio, 7.555 mq di aree di pertinenza del canale rivestito e 12.582 mq destinati a verde.

Nella tabella seguente sono riassunti gli elementi progettuali legati all'utilizzazione del suolo:

| | | | |
|-------|---|----|-----------|
| SC | Superficie complessiva | mq | 41.947,00 |
| AGP | Area agricola periurbana | mq | 12.582,00 |
| SPCR | Superficie pertinenziale canale rivestito | mq | 7.555,00 |
| ST | Superficie territoriale | mq | 34.392,00 |
| SF | Superficie fondiaria | mq | 21.810,00 |
| SLU | Superficie Utile Lorda Max | mq | 21.000,00 |
| ITS | SLU/ST | ad | 0,61 |
| ITF | SLU/SF | ad | 0,96 |
| RC | Sup. max copribile | mq | 10.950,00 |
| SI | Superficie impermeabile 25% SF | mq | 5.452,50 |
| NPFT | Numero Max Piani Fuori Terra | ad | 3,00 |
| DMINC | Distanza MIN. da Confini | ml | 5,00 |

Il progetto esecutivo e la realizzazione dell'opera contempleranno, accanto al soddisfacimento efficace delle esigenze primarie dell'utenza, anche il corretto inserimento del costruito nell'ambiente (valutato in ogni sua componente) e la minimizzazione del dispendio di risorse nella manutenzione complessiva e nella gestione delle attrezzature e degli impianti tecnologici, in un quadro di efficiente integrazione fra componenti propriamente architettonico-edilizie, componenti tecnologico-impiantistiche e dotazioni di attrezzature per la ricerca e la didattica universitaria.

Le attività presenti nel complesso in progetto sono riconducibili a quattro sostanziali macro-funzioni, cui corrispondono tipologie di destinazioni d'uso proprie e specializzate:

1. Ricerca:

- Uffici direzionali ed amministrativi;
- Studi per il personale docente e di ricerca;
- Sale riunioni;
- Laboratori di ricerca, differenziati per settore disciplinare;
- Officine, magazzini e laboratori tecnici.

2. Didattica:

- Aule per didattica frontale, ad uso non esclusivo del Dipartimento;
- Laboratori chimici didattici;
- Laboratorio informatico.
- Sala studenti, con possibilità di utilizzo in orari diversi rispetto all'attività didattica.

3. Centro Bibliotecario:

- Sala polivalente a libera consultazione;
- Uffici personale bibliotecario.

4. Servizi vari:

- Ristoro;
- Parcheggi;
- Locali tecnici.

Ai fini della nostra indagine, per il calcolo del carico urbanistico, sono state prese in considerazione le seguenti suddivisioni:

- Uffici/studi: per ciascuno dei quali sono state prese in considerazione le postazioni lavorative (impiegati e personale tecnico) o di Insegnamento/ricerca (Docenti, ricercatori a vario titolo, includendo anche i soggetti con tesi sperimentali); nell'ambito degli Uffici/studi sono state prese in considerazione anche le postazioni del laboratorio Informatico, non sono stati invece considerati gli altri laboratori, in quanto si considera non comportino un aumento delle persone presenti. In definitiva tutte le postazioni considerate in questa suddivisione permettono di calcolare il carico urbanistico che grava stabilmente sull'area (220 giorni

lavorativi/365 giorni dell'anno). Il carico urbanistico così calcolato è stato poi incrementato del 30% per tener conto delle sistemazioni future, nella tabella sottostante è mostrato il carico urbanistico connesso alla presenza del personale docente e di ricerca e degli impiegati tecnico-amministrativi.

| Uffici/Studi | Numero di uffici | Postazioni lavorative / ufficio | Carico urbanistico (numero addetti totali/giorno) |
|--|------------------|---------------------------------|---|
| Postazione reception | 1 | 2 | 1 |
| Direzione | 1 | 1 | 1 |
| Amministrazione | 9 | 2 | 11 |
| Biblioteca | 3 | 3 | 5 |
| Laboratorio informatico | 1 | 28 | 17 |
| Studio per chimica analitica | 3 | 1 | 2 |
| Studio per chimica analitica | 8 | 2 | 10 |
| Studio per chimica analitica | 2 | 3 | 4 |
| Studio per chimica inorganica | 7 | 1 | 4 |
| Studio per chimica inorganica | 7 | 2 | 8 |
| Studio per chimica inorganica | 1 | 4 | 2 |
| Studio per chimica organica | 13 | 1 | 8 |
| Studio per chimica organica | 3 | 2 | 4 |
| Studio per chimica fisica | 20 | 1 | 12 |
| Studio per chimica fisica | 1 | 2 | 1 |
| Studio per chimica fisica | 3 | 3 | 5 |
| Studio per chimica industriale | 14 | 1 | 8 |
| Studio per chimica industriale | 3 | 2 | 4 |
| Studio per chimica industriale | 3 | 3 | 5 |
| Ufficio piano seminterrato | 1 | 3 | 2 |
| <i>Parziale Uffici/Studi</i> | | | 115 |
| Sistemazioni future = 30% del Parziale | | | 34 |
| Totale personale/ricercatori Uffici/Studi | | | 149 |

- Didattica/Centro bibliotecario: ai fini della determinazione del carico urbanistico derivante dagli utilizzatori di queste strutture sono stati presi in considerazione solo i dati sulla capienza massima delle aule e delle sale biblioteca. Le presenze di utilizzatori relative ai laboratori (quello informatico è stato inserito nel calcolo urbanistico alla stregua delle postazioni del personale), si considerano già considerate nel numero di utilizzatori delle aule per quanto si riferisce agli studenti dei corsi di laurea in chimica ed in chimica industriale. Per gli studenti

degli altri corsi di laurea. la stima degli utilizzatori dei laboratori è stata fatta a partire dal numero di immatricolati 2006, applicando a questi dati dei coefficienti per tener conto del fatto che alcuni laboratori sono esterni al complesso in questione e che non tutti seguono le attività di laboratorio, il numero totale degli studenti degli altri corsi di laurea che seguono attività di laboratorio è stimabile in 340 unità: i dati sono mostrati nelle tabelle seguenti.

Ai fini del calcolo del carico urbanistico, si è ipotizzato un utilizzo delle aule di 154 giorni l'anno, se si considera che il carico urbanistico degli iscritti a chimica è pari a 327 unità e gli utilizzatori dei laboratori, provenienti da altre facoltà circa 340, si ottiene un numero totale di 667, molto prossimo alla capienza massima delle aule (774), il valore di 667 unità è stato utilizzato ai fini del calcolo del carico urbanistico relativo agli studenti.

| Aule didattiche/biblioteche | Numero | Capienza Max (posti) | Capienza Max totale (posti) | Carico urbanistico (numero fruitori / giorno) |
|---|--------|----------------------|-----------------------------|---|
| Aula Magna | 1 | 230 | 230 | 97 |
| Aula | 4 | 56 | 224 | 95 |
| Aula | 7 | 24 | 168 | 71 |
| Aula | 5 | 16 | 80 | 34 |
| Biblioteca | 1 | 72 | 72 | 30 |
| Totale utilizzatori Aule/Biblioteche | | | 774 | 327 |

| | |
|--|-----|
| Studenti iscritti a chimica e chimica industriale, compresi i fuori corso, anno 2006 | 400 |
|--|-----|

| Studenti di altre facoltà frequentanti i laboratori, le lezioni ed i laboratori si possono svolgere anche presso altre facoltà | Immatricolati 2006 | Frequentanti laboratori presso Dip. di chimica |
|--|--------------------|--|
| Biologia | 445 | 150 |
| Fisica | 111 | 100 |
| Scienze Naturali | 34 | 30 |
| Scienze Ambientali | 81 | 60 |
| | 671 | 340 |

- Spazio ristoro: ai fini della determinazione del carico urbanistico derivante dagli utilizzatori delle strutture utilizzate per la caffetteria e la mensa, sono stati presi in considerazione solo i

dati sugli addetti al funzionamento delle stesse, non sono stati considerati invece gli utilizzatori, in quanto già gravanti sulle strutture in quanto personale dipendente/di ricerca e studenti. Il carico urbanistico che grava stabilmente sull'area è stato quindi calcolato assegnando agli addetti necessari a mandare avanti le strutture per il ristoro un coefficiente di presenza pari a 220 giorni lavorativi/365 giorni dell'anno.

| Spazio ristoro | Numero di uffici | Postazioni lavorative / ufficio | Carico urbanistico (numero addetti totali/giorno) |
|--|------------------|---------------------------------|---|
| Sala caffetteria /refezione | 1 | 6 | 4 |
| Locale cucina | 1 | 4 | 2 |
| Totale personale Spazio ristoro | | | 6 |

Si prevede inoltre la realizzazione dei seguenti posti auto:

| Tipologia | Numero posti auto |
|-----------------------|-------------------|
| Posti esterni | 80 |
| Posti interni Lotto 1 | 38 |
| Posti interni Lotto 2 | 45 |
| TOTALE POSTI | 163 |

2. Sistema acqua

Per quanto riguarda il sistema acqua verranno presi in considerazione i fabbisogni idrici (acquedottistici e di servizi quali l'innaffiamento verde ed il sistema antincendio), quelli fognari e depurativi e di recapito delle acque piovane.

2.1 I fabbisogni idrici

Si riferiscono sia alle utilizzazioni acquedottistiche che ad altre (irrigazione giardini e sistema antincendio)

I fabbisogni acquedottistici sono stati calcolati a partire dai dati contenuti nel documento "Valutazione della domanda di servizi idrici del territorio dell'ATO N. 2 Basso Valdarno: Analisi della domanda di servizi idrici ad usi plurimi" (Relazione di R. Bessi e C. del Giudice, 1998, per il Piano d'Ambito dell'ATO N. 2). Per l'Università di Pisa vengono forniti i consumi acquedottistici (dati GEA S.p.A. ora Acque S.p.A.) annui e i livelli unitari di consumo per vari usi (mensa, pensionati e altri usi), riferiti al numero di pasti annui per il servizio mensa, al numero di posti letto per i pensionati e, per il consumo totale, al numero di studenti iscritti; nello stesso rapporto vengono forniti i consumi acquedottistici per "Altri Usi".

Nel progetto è prevista una mensa caffetteria per 130 posti, considerando un tasso di occupazione degli stessi di 1 a 2.5, si servirebbero 325 pasti/giorno, per un totale di 325×180 (giorni/anno) = 58.500 pasti/anno, si è inoltre utilizzato come livello unitario di consumo il rapporto tra i consumi per altri usi ed il numero di studenti iscritti (di cui al precedente studio per la definizione dei fabbisogni acquedottistici), che è pari a 4.23 mc/anno/studente, incrementandolo del 30% per tener conto della specificità del Dipartimento di Chimica con notevole presenza di laboratori; è evidente che in tale livello unitario (5.499 mc/anno/studente) sono compresi i fabbisogni acquedottistici derivanti dal personale docente e non docente. Si quindi calcolato il fabbisogno acquedottistico applicando il livello unitario di consumo prima ottenuto, al carico urbanistico derivante dalla presenza degli studenti frequentanti lezioni, laboratori e biblioteca, ottenendo una stima del fabbisogno acquedottistico pari a circa 8.500 mc/anno. Si è preferito utilizzare questo criterio di stima del fabbisogno, basato su di un dato di consumo reale e sul carico urbanistico degli studenti, piuttosto che utilizzare dei livelli unitari tratti dalla letteratura suddivisi (ove possibile) per i vari utilizzatori dei servizi (studenti frequentanti la struttura, ricercatori, personale docente, personale non docente). Il criterio utilizzato tiene implicitamente in conto il rapporto tra il numero di studenti ed il personale docente e non, necessario ad assicurare il funzionamento della struttura.

| Usi | Unità | Numero Unità | Livello Unitario di consumo (mc/anno/unità) | Consumo acuedottistico (mc/anno) |
|---------------|-------------------|--------------|---|----------------------------------|
| Mensa | Numero pasti/anno | 58500 | 0.015 | 878 |
| Altri | Numero studenti | 667 | 5.499 | 3.668 |
| TOTALE | | | | 4,545 |

Oltre all'uso acuedottistico è prevista l'utilizzazione di acqua prelevata da falda per l'innaffiamento del verde e per il sistema antincendio. in relazione alla prima utilizzazione per valutare il quantitativo annuo di acqua si è, anche in questo caso partiti, dal documento "Valutazione della domanda di servizi idrici del territorio dell'ATO N. 2 Basso Valdarno: Analisi della domanda di servizi idrici ad usi plurimi" (Relazione di R. Bessi e C. del Giudice, 1998 per il Piano d'Ambito dell'ATO N. 2) che fornisce il fabbisogno irriguo specifico (mc/anno/ettaro) delle colture floricole in piena aria nel territorio dell'ATO 2 e che è pari a 5.000 mc/anno/ettaro: applicando tale fabbisogno al totale della superficie a verde (circa 8.700 mq), si ottiene un fabbisogno di circa 4.300 mc/anno. si precisa che tale fabbisogno potrebbe essere in parte soddisfatto, convogliando acque scolanti e acque di gronda in un idoneo bacino di accumulo.

In relazione al sistema antincendio, trattandosi non di un uso costante, ma legato esclusivamente all'evento incendio, si ritiene irrilevante quantificarne un fabbisogno medio annuo, funzione anche della probabilità del verificarsi dell'evento e dell'estensione dell'area percorsa dal fuoco, risulta però necessario prevedere che ogni bocca sia in grado di erogare una portata di 4-5 l/sec e che l'alimentazione di corrente della pompa sia fornita da un impianto elettrico indipendente; il bacino di accumulo di cui in precedenza potrebbe essere anche utilizzato per le esigenze antincendio.

Sintesi dei fabbisogni idrici

La sintesi dei fabbisogni idrici dell'area oggetto del piano di recupero è mostrata di seguito:

| Fonte di approvvigionamento | Fabbisogno (mc/anno) |
|---|-------------------------|
| Acquedotto | 4.545 |
| Acque sotterranee/accumulo superficiale | 4.300 |
| Totale | 8.845 |

La UTOE 6, nel cui ambito ricade l'intervento, è classificata in priorità nulla per quanto riguarda la densità dei consumi idropotabili e tale resta anche dopo l'intervento previsto (Densità di consumi \leq 100 l/anno/metro quadrato).

| UTOE | 6 | | |
|---|-------------|--|---------|
| Superficie UTOE n. 6 | (mq) | | 494.781 |
| Densità consumi idrici senza intervento | l/anno/mq | | 13,9 |
| Consumo annuo senza intervento | (mc/anno) | | 6.877 |
| Consumo annuo con intervento | (mc/anno) | | 15.723 |
| Densità consumi idrici con intervento | (l/anno/mq) | | 31,8 |

2.2 I fabbisogni fognari, di scarico delle acque meteoriche e di depurazione

L'analisi dei fabbisogni relativi agli scarichi delle acque dell'area oggetto del piano di recupero comprende sia quelli relativi alle acque nere che quelli relativi alle acque meteoriche.

Al momento l'area, totalmente inutilizzata non dà luogo a scarichi fognari, ma esclusivamente a scarichi di acque meteoriche che recapitano nel sistema di fossi presente sul territorio, a regime, dopo l'intervento la risultante distribuzione delle superfici sarà la seguente:

| Tipologia superficie | Superficie (mq) |
|----------------------|--------------------|
| Impermeabilizzata | 13.141 |
| A verde | 8.669 |
| Totale | 21.810 |

A tale riguardo é da rilevare che, allo stato attuale, il sistema idraulico secondario presenta criticità derivante dall'inadeguatezza del sistema idraulico secondario per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal sottobacino Cisanello-Pisanova.

In ragione di ciò, fino alla realizzazione del nuovo impianto idrovoro sul canale rivestito previsto dal progetto per la sistemazione idraulica dei bacini di Pisa nord/est, le acque della fognatura bianca potranno essere recapitate nel fosso dei Sei Comuni, che si trova, rispetto all'area in esame, sul lato opposto a quello del canale rivestito.

Per quanto riguarda invece le acque nere, la previsione del fabbisogno idrico, di cui al paragrafo 2.1, risulta di 4.545 mc/anno, considerando un afflusso in fognatura pari allo 80% del fabbisogno idrico e dei coefficienti di punta/contemporaneità di 1.3 per l'Università si ottiene:

| Tipologia | Fabbisogno acquedottistico mc/anno | Reflui fognari (mc/anno) | Reflui fognari (l/s) | Coefficiente di punta/contemporaneità | Portata di punta (l/s) |
|------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|
| Università | 4.545 | 3.636 | 0.12 | 1.3 | 0.15 |

Alla luce delle precedenti considerazioni, a seguito dell'intervento, le portate di punta relative agli afflussi in fognatura risultano di 0.15 l/s per le acque nere.

Per quanto riguarda l'eventuale incremento di carico al Depuratore di S. Jacopo, trattandosi solo di diversa allocazione della struttura universitaria all'interno dell'area servita dallo stesso depuratore non è previsto alcun aumento.

3. Sistema aria

All'interno di questo paragrafo verranno trattate due tematiche: i fenomeni di inquinamento dell'atmosfera locale ed il rumore. ovverosia saranno prese in considerazione i mutamenti indotti dalla trasformazione in relazione a queste problematiche.

3.1 Atmosfera locale

Lo stato dell'atmosfera locale (Emissioni di Biossido di zolfo, Biossido di azoto, Ossido di carbonio, Polveri Totali Sospese, Benzene, PM_{10} , ecc.) è strettamente connesso alle criticità ambientali, quali le aree urbane, le grandi infrastrutture stradali ed i poli industriali: sono queste le tematiche che rientrano più propriamente nell'attività di governo locale del territorio.

I fenomeni di inquinamento delle aree urbane, oltre a provocare rischi diretti per la salute della popolazione provocati dall'inalazione di gas e di particelle sospese, accelerano i processi di degradazione degli edifici e, in particolare, del patrimonio storico-architettonico e provocano danni alla vegetazione ed agli ecosistemi, nonché agli altri recettori ambientali presenti. E' dalla scala locale che inizia la produzione di gas serra, dei composti del cloro che distruggono lo strato di ozono stratosferico, degli inquinanti che danno luogo ai fenomeni di acidificazione e dei precursori dell'ozono troposferico: ed è quindi, proprio dalla scala locale che devono partire le risposte a livello globale.

Il panorama dell'inquinamento locale è profondamente mutato nel corso degli ultimi anni in conseguenza della diminuzione progressiva dell'utilizzo dei derivati del petrolio e del carbone (sia nell'industria che per il riscaldamento domestico), sostituiti dal progredire della crescita della distribuzione del gas naturale. Ciò ha portato ad una diminuzione del biossido di zolfo, mentre l'aumento del traffico automobilistico, con la conseguente emissione di ossido di carbonio, ha mascherato la diminuzione prevista, conseguente al cambio di combustibili sia nell'industria che per il riscaldamento domestico. Nel contempo si è verificata una diminuzione dell'inquinamento da piombo, in conseguenza dell'introduzione dell'impiego di nuovi carburanti (benzina verde) per i veicoli catalizzati ed un aumento dei nuovi inquinanti, costituiti dal benzene e delle Polveri Totali Sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10}).

La causa principale dell'inquinamento delle aree urbane è costituita dal traffico automobilistico, non meno rilevanti sono le emissioni nelle aree a grandi concentrazioni industriali dove, oltre ai macroinquinanti tradizionali (biossido di zolfo, biossido di azoto, composti organici volatili non metanici, monossido di carbonio, particelle sospese) sono di grande rilevanza, ai fini dell'inquinamento, anche le sostanze alogenate, i metalli pesanti e i composti organici persistenti.

Effetti della trasformazione

La UTOE 6, in relazione alle densità di emissioni di CO₂ da consumi di gas metano per unità di superficie territoriale risulta a bassa concentrazione (0.4 kg/anno/mq). gli effetti del nuovo progetto sono stati calcolati in termini di delta emissivo in relazione agli impianti termici ed al traffico veicolare.

Per quanto riguarda gli impianti termici, sono stati assunti i seguenti parametri di calcolo:

Università

| | |
|------------------------------|----------------|
| Volume da riscaldare | 63.644 |
| Potenza caldaia | 322.504 kcal/h |
| Tempo reale di funzionamento | 6 ore/giorno |
| Mesi di funzionamento | 4 |
| Giorni/mese | 22 |
| Ore/anno di funzionamento | 528 |
| Ore/anno di funzionamento | 620 |

Per quanto riguarda la produzione di energia si è utilizzato il coefficiente standard di 8.470 kcal per metro cubo di metano che porta ai seguenti consumi:

| Consumo metano | |
|-----------------------|------------------|
| (mc/h) | (mc/anno) |
| 96.932 | 51.180 |

Utilizzando come fattore di emissione di CO₂ il valore standard di 1.965 g/mc si ottiene un quadro emissivo di 101 kg/anno.

Ai fini della variazione della densità di emissioni di CO₂ da consumi di gas metano per unità di superficie territoriale è da rilevare che per l'UTOE 6 essa resta praticamente invariata.

Per quanto riguarda il delta emissivo connesso all'incremento del traffico veicolare, l'indagine ha riguardato gli ossidi di azoto (NO_x), i composti organici volatili diversi dal metano (COVNM), il monossido di carbonio (CO) e l'anidride carbonica (CO₂).

La stima delle emissioni di inquinanti atmosferici da trasporti stradali si avvale di un modello di calcolo denominato **COPERT** (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic*) (Eggleston et al., 1993) basato su un ampio insieme di parametri che tengono conto delle caratteristiche generali del fenomeno e delle specifiche realtà di applicazione. Questa metodologia è stata indicata dall'EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) come lo strumento da utilizzare per la stima delle emissioni da trasporto stradale, nell'ambito del programma **CORINAIR** per la realizzazione dell'**inventario nazionale delle emissioni**. (CORINAIR, 1988; EMEP/CORINAIR, 1999).

Le emissioni da veicoli su strada si possono esprimere come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

E_{hot} sono le emissioni a caldo (*hot emission*), ovvero le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;

E_{cold} (*cold over-emission*) è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo (convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C).

Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (*exhaust emission*):

E_{evap} sono le emissioni evaporative costituite dai soli COVNM (composti organici volatili non metanici).

Le emissioni a caldo sono stimate per tutte le tipologie di veicoli. le emissioni a freddo per i veicoli leggeri. quelle evaporative sono rilevanti per i soli veicoli a benzina.

Il modello COPERT considera le informazioni relative al parco circolante suddiviso per **tipologia di veicolo** (autovetture passeggeri, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, ciclomotori e motoveicoli), tipo di **combustibile** utilizzato (benzina, gasolio, G.P.L.), **classe di anzianità**, in relazione alle normative europee di introduzione di dispositivi per la riduzione delle emissioni, **classe di cilindrata** (per le autovetture) o di **peso complessivo** (per i veicoli commerciali): a ciascuna classe dei veicoli così ripartiti sono associate altre informazioni relative alle condizioni di guida quali le **percordanze medie annue** e le **velocità medie** distinte in base al **ciclo di guida** ovvero alla tipologia di percorso effettuato (urbano, extraurbano, autostradale).

Ad ogni classe e per ciascun inquinante sono associate delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi dipendenti dalla velocità. Tali funzioni rappresentano delle **curve medie di emissione e di consumo di carburante** ricavate da misure di emissioni per diverse tipologie e marche di veicoli e si riferiscono a prove realizzate in vari paesi europei, su una varietà di cicli di guida urbani ed extraurbani, inclusi quelli previsti dalle varie normative europee. Allo stato attuale, non sono ancora disponibili studi completi che consentano di utilizzare specifiche curve nazionali.

Le quantità complessive di sostanze emesse in atmosfera dai mezzi di trasporto su strada dipendono sia dalle emissioni specifiche dei singoli veicoli, denominate anche *fattori di emissione*, che dalla numerosità delle diverse flotte (veicoli a benzina, diesel, GPL, veicoli catalizzati e non, ecc) e dalle relative percorrenze.

Il modello COPERT stima le emissioni di una data categoria veicolare, a partire dalla curva di emissione "speed-dependent", in seguito alla scelta di un valore di velocità media, considerato rappresentativo del relativo ciclo di guida (urbano, extraurbano, autostradale).

Il **fattore di emissione** di un inquinante, per una particolare categoria veicolare e per un particolare tipo di percorso o ciclo di guida, viene calcolato rapportando il corrispondente dato di emissione nazionale (stimato per mezzo di COPERT ed espresso in tonnellate/anno) al prodotto del numero di veicoli appartenenti a quella categoria per le relative percorrenze medie annue (esprese in km/anno):

$$FE_{ijk} = [E_{ijk} / (P_j * Perc_{jk})]$$

Dove:

- FE_{ijk} rappresenta il fattore di emissione dell'inquinante i , per la categoria veicolare j sul percorso k (espresso in grammi per veicolo e per chilometro);
- E_{ijk} rappresenta l'emissione nazionale dell'inquinante i , per la categoria veicolare j sul percorso k (espressa in tonnellate/anno);
- P_j è il numero di veicoli appartenenti alla categoria veicolare j ;
- $Perc_{jk}$ è la percorrenza media annua del veicolo appartenente alla categoria j , effettuata sul percorso k (espressa in km/anno).

I fattori di emissione così stimati sono dei valori "medi" ricavati dalla calibratura complessiva del modello, in cui, come già detto, i fattori di emissione sono delle curve dipendenti dalla velocità. Questi valori numerici, invece, tengono conto implicitamente delle velocità medie assegnate per ciascun ciclo di guida (*urbano, extraurbano e autostradale*) a ogni categoria veicolare.

Tali valori dei fattori di emissione medi possono essere utilizzati in simulazioni di "scenario", per sottoinsiemi del parco circolante per i quali sia nota la composizione e sia possibile attribuire, a ciascuna categoria veicolare, i valori di percorrenza per ciclo di guida, in modo tale da stimarne le rispettive emissioni.

Per quanto riguarda il delta emissivo prodotto dai veicoli circolanti connessi al nuovo insediamento, sono stati assunti i seguenti parametri di calcolo:

| | |
|--|--|
| Numero auto studenti = | 67 |
| Numero auto | |
| Impiegati/docenti/ricercatori Università = | 163 |
| Numero motorini studenti = | 100 15% di 667 (carico urbanistico studenti) |

Tipologia media vetture = Auto catalizzata < 1.400 cc
Ciclo Urbano con velocità media di 25 km/h

km annui percorsi

Università personale

| | |
|-------------|-----|
| mesi/anno | 10 |
| giorni/mese | 22 |
| giorni/anno | 220 |

Delta km percorsi = 2

Delta km/giorno*auto = 2 Senza rientro per il pranzo 50%
 Delta km/giorno*auto = 4 Con rientro per il pranzo 50%

km/anno = Numero auto Università * giorni/anno * Delta km/giorno*auto

km/anno = 107,580

Studenti

mesi/anno 7
 giorni/mese 22
 giorni/anno 154

Delta km percorsi = 2

km/anno = Numero mezzo di trasporto studenti * giorni/anno * Delta km/giorno*mezzo

km/anno auto studenti = 20,636
 km/anno motorini studenti = 30,800

I fattori di emissione utilizzati (Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale ANPA ora APAT Serie Stato dell'Ambiente n. 12/2000), sono mostrati dalla tabella seguente:

Fattori di emissione per km di percorrenza per tipologia di veicolo

| Tipologia | g/veicolo*km | | | |
|---|--------------|--------|---------|--------|
| | NOX | COVNM | CO | CO2 |
| Autovetture catalizzate benzina < 1.4 l | 0.5540 | 2.3659 | 14.8246 | 250.28 |
| Ciclomotori < 50 cc | 0.0300 | 9.3117 | 15.0000 | 75.41 |

Il quadro emissivo risultante è il seguente:

| Tipologia | kg/anno | | | |
|---|-----------|------------|--------------|---------------|
| | NOX | COVNM | CO | CO2 |
| Università personale | | | | |
| Autovetture catalizzate benzina < 1.4 l | 60 | 255 | 1.595 | 26.925 |
| Studenti | | | | |
| Ciclomotori < 50 cc | 1 | 287 | 462 | 2.323 |
| Autovetture catalizzate benzina < 1.4 l | 11 | 49 | 306 | 5.165 |
| Totale | 72 | 590 | 2.363 | 34.413 |

Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ si ottiene il seguente quadro riepilogativo:

| Agente emissivo | CO2 (kg/anno) |
|-------------------|---------------|
| Impianti termici | 101 |
| Traffico Stradale | 34,413 |
| TOTALE | 34,513 |

| Densità emissioni CO2 | |
|-----------------------|-----------------|
| Ante intervento | Post intervento |
| 0.40 | 0.47 |

Come si può rilevare da questi valori, il delta emissivo, relativo alla CO₂, provocato dall'intervento sia in relazione alla presenza di nuovi impianti termici che all'incremento di traffico veicolare connesso al progetto di riqualificazione urbanistica dell'area è molto modesto.

3.2 Rumore

L'inquinamento acustico costituisce una causa di disturbo che negli ultimi anni ha assunto i caratteri di vera emergenza a causa del vertiginoso aumento delle fonti di rumore e della notevole commistione di esse con gli ambienti di vita.

Il legislatore ha risposto a tale emergenza con l'emanazione di una serie di norme in materia, che disciplinano rigorosamente le metodologie di indagine, le caratteristiche della strumentazione da utilizzare, i limiti di esposizione in funzione delle sorgenti di rumore e le competenze preposte ai controlli.

Le principali fonti di rumore sono costituite dal traffico da infrastrutture di trasporto, che permea i tessuti urbani più o meno omogeneamente, dalle attività artigianali, commerciali e di svago, anch'esse inserite intimamente nel tessuto urbano e responsabili di inquinamento acustico puntuale, spesso a trasmissione interna agli edifici, dalle attività industriali, cui generalmente sono riservate aree apposite.

Sempre nello stesso decreto vengono indicati anche i valori limiti di emissione (Tabella 3) relativi alle singole sorgenti fisse e mobili, differenziati a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio.

Effetti della trasformazione

Per valutare gli effetti della trasformazione di progetto, sono stati presi in considerazione solo quelli connessi all'incremento del traffico automobilistico, non essendo previste lavorazioni caratterizzate da alta rumorosità, ma solo attività didattica e di ricerca.

Si è provveduto quindi al calcolo del livello equivalente in dB(A), prodotto dal traffico stradale utilizzando il modello di previsione di Cannelli – Gluck – Santoboni (Cannelli G.B., Gluck K., Santoboni S. "A mathematical model for evaluation and prediction of mean energy level of traffic noise in Italian towns". *Acustica*, 53, 31, 1983). In questo modello, poiché la sorgente di rumore è costituita da veicoli che si succedono con un certo ritmo, viene considerata non puntiforme, cioè come un insieme di n sorgenti puntiformi di eguale potenza, disposte in linea retta. Il modello consente il calcolo di $L_{A,eq}$ ad una certa distanza dall'asse stradale, nota la composizione del traffico, la velocità media di scorrimento dei veicoli e le caratteristiche della strada (sezione, tipo di pavimentazione, pendenza, presenza di fabbricati, ecc.). La formulazione è la seguente:

$$L_{A,eq} = 35.1 + 10 * \log(N_L + 8 * N_W) + 10 * \log \frac{25}{d} + \Delta L_V + \Delta L_F + \Delta L_B + \Delta L_S + \Delta L_G + \Delta L_{VB}$$

dove:

- $L_{A.eq}$ = livello energetico medio in dB(A) del rumore prodotto dal flusso di traffico ipotizzato come sorgente lineare concentrata sulla mezzzeria della strada.:
- N_L = Flusso dei veicoli leggeri (numero veicoli/ora), comprendente i veicoli privati, quelli commerciali di peso inferiore a 4.8 t ed i motoveicoli non compresi nella categoria seguente:
- N_W = Flusso di veicoli pesanti (numero veicoli/ora), comprendente i veicoli commerciali e da trasporto pubblico di peso superiore a 4.8 t ed i motoveicoli con rumorosità elevata e comparata con quella dei veicoli pesanti:
- d = distanza del punto di calcolo dalla mezzzeria stradale:
- ΔL_V = parametro che tiene conto della velocità media del flusso di traffico (dB(A)):
- ΔL_F e ΔL_B = parametri di correzione relativi alla riflessione del suono sulle facciate degli edifici antistanti la sede stradale eventualmente presenti (lato del punto di osservazione + 2.5 dB(A), lato opposto al punto di osservazione + 1.5 dB(A)):
- ΔL_S = Parametro che tiene conto del tipo di manto stradale (dB(A)):
- ΔL_G = Parametro di correzione relativo alla pendenza della strada (dB(A)):
- ΔL_{VB} = Parametro che si applica nei casi limite di traffico con presenza di semafori e velocità di flusso assai bassa (dB(A)).

Tale modello è stato applicato alla via Pungilupò, dove al momento è previsto il maggior incremento di traffico veicolare, connesso al nuovo insediamento, trascurando a scopo prudenziale tutti i fenomeni di attenuazione che si possono verificare nella propagazione del suono. Allo scopo è stata presa in considerazione l'ora di maggiore traffico, dalle 8 alle 9 del mattino, ipotizzando che si muovano contemporaneamente le 67 auto del personale universitario (impiegati/docenti/ricercatori) per raggiungere la sede, non sono stati presi in considerazione i veicoli degli studenti, in quanto generalmente le lezioni universitarie iniziano dopo le 9: per il calcolo sono stati utilizzati i parametri della tabella seguente.

| | |
|--|---|
| $N_L = 67$ | Flusso dei veicoli leggeri (numero veicoli/ora), comprendente i veicoli privati, quelli commerciali di peso inferiore a 4.8 t ed i motoveicoli non compresi nella categoria seguente: |
| $N_W = 0$ | Flusso di veicoli pesanti (numero veicoli/ora), comprendente i veicoli commerciali e da trasporto pubblico di peso superiore a 4.8 t ed i motoveicoli con rumorosità elevata e comparata con quella dei veicoli pesanti: |
| $d = 5 \text{ m}$ | distanza del punto di calcolo dalla mezzzeria stradale: |
| $\Delta L_V = 0 \text{ dB(A)}$ | parametro che tiene conto della velocità media del flusso di traffico (dB(A)): |
| $\Delta L_F = 2.5 \text{ dB(A)}$ $\Delta L_B = 1.5 \text{ dB(A)}$ | parametri di correzione relativi alla riflessione del suono sulle facciate degli edifici antistanti la sede stradale eventualmente presenti (lato del punto di osservazione + 2.5 dB(A), lato opposto al punto di osservazione + 1.5 (dB(A)): |
| $\Delta L_S = -0.5 \text{ dB(A)}$ | Parametro che tiene conto del tipo di manto stradale (dB(A)): |
| $\Delta L_G = 1.2 \text{ dB(A)}$ | Parametro di correzione relativo alla pendenza della strada (dB(A)): |
| $\Delta L_{VB} = -1.5 \text{ dB(A)}$ | Parametro che si applica nei casi limite di traffico con presenza di semafori e velocità di flusso assai bassa dB(A). |

Si ottiene così il valore di 63 dB(A) che va spalmato sulle 16 ore della fascia diurna (6-22), ottenendo:

$$V_{\text{Media fascia diurna}} = L_{A.eq} + 10 * \log \frac{1}{16} = 51 \text{ dB(A)}$$

Considerato che il Piano di zonizzazione acustica del Comune di Pisa, pone l'area oggetto di intervento all'interno della zona III per la quale la normativa vigente stabilisce un limite assoluto di immissione diurno pari a 60 dB(A), l'intervento risulta pienamente compatibile.

4. Sistema energia

Oltre il 40% delle emissioni inquinanti del sistema urbano derivano dall'uso di combustibili fossili per il riscaldamento degli edifici: la strategia fondamentale per il settore energia contenuta nel "Regolamento Urbanistico – Verifica degli Effetti Ambientali: Prescrizioni e Vincoli" (Comune di Pisa, 2001) è quella di ridurre i consumi per usi domestici e riscaldamento, attraverso:

- la stabilizzazione dei consumi ai livelli del 1996, censiti dal PS;
- l'obiettivo del raggiungimento dei livelli di consumo del 1990, censiti dal PS.

A tale scopo le UTOE sono state suddivise sulla base della differenza tra i consumi 1990 e quelli del 1996, in tre classi:

| Classi | Δ_{90-96} | Legenda |
|--------|------------------|---------------------------------------|
| A | <0 | Negativo: Consumi 1990 < consumi 1996 |
| B | >0 | Positivo: Consumi 1990 > consumi 1996 |
| C | =0 | Stabile: Consumi 1990 = consumi 1996 |

Nella fattispecie, la UTOE 6 nel cui territorio avviene la trasformazione oggetto della presente VEA rientra nella classe B, con un consumo di metano di 114.675 mc nel 1990 e 68.130 nel 1996.

Nel paragrafo 3.1 abbiamo quantificato i consumi di metano per usi domestici e riscaldamento della trasformazione in 51.180 mc/anno, è da rilevare che, nella progettazione, particolare cura è stata posta sulla coibentazione e sul risparmio energetico in genere.

5. Sistema rifiuti

Per quanto riguarda il sistema rifiuti, l'area di intervento è attualmente servita dal sistema con cassonetti, con raccolte separate della frazione umida, del multimateriale, della carta e del residuale. Riguardo al nuovo intervento è da rilevare che per l'Università, la produzione di rifiuti è costituita per lo 80%; nell'area non vi sono problemi di sorta per il posizionamento di isole ecologiche tali da consentire il corretto smaltimento dei rifiuti.

6. Conclusioni

Vista la tipologia della trasformazione e delle attività ad essa collegate, non si ravvede la possibilità di manifestazioni di emergenze ambientali.

Alla luce delle argomentazioni trattate nell'analisi delle singole risorse ambientali e dei modelli applicati, dalla realizzazione dell'insediamento oggetto della presente relazione, non si ravvisano componenti dell'ambiente soggette a subire significativi effetti negativi.

Pertanto, per la realizzazione della trasformazione, si ritiene sufficiente seguire le prescrizioni nel rispetto delle normative vigenti in materia.